

lek. Magdalena Osińska

**Ocena kosztów opieki zdrowotnej u pacjenta przed i po
chirurgicznym leczeniu otyłości w Polsce.**

**Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych i nauk o zdrowiu
w dyscyplinie nauki medyczne**

Promotor: dr hab. n.med. Magdalena Walicka

Klinika Chorób Wewnętrznych, Endokrynologii i Diabetologii

Państwowy Instytut Medyczny MSWiA w Warszawie



Obrona rozprawy doktorskiej przed Radą Dyscypliny Nauk Medycznych
Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

Warszawa 2025 r.

słowa kluczowe: otyłość, cukrzyca, operacja bariatryczna, analiza kosztów

keywords: obesity, diabetes, bariatric surgery, cost analysis

Wykaz publikacji stanowiących rozprawę doktorską

Przedstawiam rozprawę doktorską składającą się z dwóch publikacji wchodzących w skład cyklu artykułów o łącznej punktacji IF 3.00 oraz MEiN: 120.

1. Osińska M., Towpik I., Sanchak Y., Franek E., Śliwczyński A., Walicka M. Cost of Surgical Treatment of Obesity and Its Impact on Healthcare Expense-Nationwide Data from a Polish Registry. *Int J Environ Res Public Health*. 2023; 20(2): 1118.
2. Osińska M., Sanchak Y., Śliwczyński A., Franek E., Walicka M. Comparison of pre-and postoperative medication costs in patients who underwent bariatric surgery - a nationwide data analysis. *Front Public Health*. 2024; 12: 1344040.

Spis treści

1. Wykaz zastosowanych skrótów
2. Streszczenie w języku polskim
3. Streszczenie w języku angielskim
4. Wprowadzenie
 - 4.1 Cel rozprawy doktorskiej
 - 4.2 Podsumowanie publikacji stanowiących rozprawę doktorską
5. Materiał i metody
6. Najważniejsze wyniki
7. Dyskusja
8. Wnioski
9. Piśmiennictwo
10. Spis tabel
11. Kopie opublikowanych prac
12. Oświadczenie współautorów

1. Wykaz zastosowanych skrótów

ATC - grupy anatomiczno-terapeutyczno-chemiczne

AACE -Amerykańskie Towarzystwo Endokrynologów Klinicznych

ASMBS- Amerykańskie Towarzystwo Chirurgii Metabolicznej i Bariatrycznej

ASA- Amerykańskie Towarzystwo Anestezjologów

BMI - wskaźnik masy ciała

CBOS - Centrum Badania Opinii Społecznej

DRG - jednorodna grupa pacjentów (Diagnosis Related Group)

EMA - Europejska Agencja Leków

EUR - euro

ERAS- Towarzystwo Szybkiej Rekonwalescencji Pooperacyjnej (Enhanced Recovery After Surgery)

GIP- glukozozależny peptyd insulinotropowy

GLP-1- glukagonopodobny peptyd - 1

IPP - inhibitory pompy protonowej

LMWH - heparyna drobnocząsteczkowa

Mld - miliard

Mln - milion

NFZ - Narodowy Fundusz Zdrowia

OMA- Stowarzyszenie Medycyny Otyłości

PLN - polski złoty

RYGB- wyłączenie żołądkowe typu Rouxen-Y

SD- odchylenie standardowe

SOS- Swedish Obese Subjects

USD - dolar amerykański

USA- Stany Zjednoczone Ameryki

WHO - Światowa Organizacja Zdrowia

TOS- Towarzystwo Badań nad Otyłością

2. Streszczenie w języku polskim

Wprowadzenie: otyłość to choroba przewlekła, która ma tendencję do nawrotów i stanowi ona bardzo poważny problem zdrowia publicznego. Jest to obecnie jedna z najczęstszych chorób niezakaźnych na świecie i wszystkie kraje (bez wyjątku) odczuwają jej skutki. Leczenie choroby otyłościowej opiera się na trzech głównych filarach: interwencjach behawioralnych, farmakoterapii oraz procedurach chirurgicznych. Skuteczność tych podejść jest różna, a głównym wyzwaniem jest długotrwałe utrzymanie osiągniętego efektu. Chirurgia bariatryczna jest niewątpliwie najskuteczniejszą metodą, prowadzącą do trwałej redukcji masy ciała o 25–30%, co wiąże się z wieloma korzyściami zdrowotnymi i tym samym może prowadzić do redukcji kosztów opieki zdrowotnej. W Polsce nie dysponujemy jednak danymi dotyczącymi wpływu operacji bariatrycznych na wydatki ze strony państwa na leki i opiekę nad pacjentami z chorobą otyłościową, poddawanymi takiemu leczeniu. Celem rozprawy doktorskiej była analiza kosztów opieki zdrowotnej (ze szczególnym uwzględnieniem leków) oraz ich struktury w odniesieniu do pacjentów z otyłością rok przed i rok po operacji bariatrycznej w oparciu o dane Narodowego Funduszu Zdrowia (NFZ).

Material i metody: przeprowadzono retrospektywną analizę ogólnopolskiej bazy danych NFZ. Do badania włączono 2390 dorosłych pacjentów z otyłością, którzy przebyli operację bariatryczną w 2017 roku. Analizie poddano strukturę kosztów opieki zdrowotnej (hospitalizacje, leki, ambulatoryjne świadczenia specjalistyczne, opieka psychiatryczna i leczenie uzależnień, rehabilitacja lecznicza, leczenie stomatologiczne, świadczenia pielęgnacyjne i opiekuńcze, podstawowa opieka zdrowotna, profilaktyczne i pilotażowe programy zdrowotne) oraz koszty całkowite i koszty na pacjenta w roku poprzedzającym operację bariatryczną oraz w ciągu roku po niej. Poza całkowitymi kosztami leków oceniono koszty leków w podziale na grupy anatomiczno-terapeutyczno-chemiczne (ATC), a także porównano średnie ich koszty na pacjenta w okresie przed - i po operacyjnym.

Wyniki: całkowity koszt opieki zdrowotnej w okresie pooperacyjnym był o około 3 miliony (Mln) PLN niższy niż w okresie przedoperacyjnym. Po operacji bariatrycznej zaobserwowano redukcję kosztów związanych z leczeniem szpitalnym o około 59%. Znacząco zmniejszyły się także koszty związane z ambulatoryjnymi usługami

specjalistycznymi, opieką psychiatryczną oraz leczeniem uzależnień. Stwierdzono negatywną korelację między zmianami kosztów leczenia pacjentów poddanych operacji a ich wiekiem. Wykazano istotny wzrost całkowitych kosztów leków oraz średnich kosztów leków na pacjenta w pierwszym roku po operacji bariatrycznej. Wzrost ten wynikał głównie ze stosowania heparyn drobnocząsteczkowych (LMWH) w pierwszym miesiącu po zabiegu. Z kolei całkowite koszty leków hipoglikemizujących zmniejszyły się o 46%, leków hipotensyjnych o 29%, a leków hipolipemizujących o 38%. Znacząco zmalały także koszty leków stosowanych w leczeniu zakażeń.

Wnioski: w Polsce, koszty opieki zdrowotnej w ciągu roku po operacji bariatrycznej są niższe niż w roku poprzedzającym zabieg (większa różnica kosztów jest obserwowana u młodszych pacjentów). Głównym czynnikiem wpływającym na tę zmianę jest redukcja kosztów związanych z leczeniem szpitalnym. Wzrastają natomiast koszty całkowite leków, co wynika głównie z okołoperacyjnego stosowania heparyn drobnocząsteczkowych. Znacząco obniżają się koszty leków przeciwcukrzycowych, hipolipemizujących, hipotensyjnych oraz stosowanych w leczeniu zakażeń.

3. Streszczenie w języku angielskim

Introduction: obesity is a chronic disease that tends to recur. It is a very serious public health problem - it is now one of the most common non-communicable diseases in the world, and all countries (without exception) are affected by it. Treatment of obesity-related disease is based on three main pillars: behavioural interventions, pharmacotherapy and surgical procedures. The effectiveness of these approaches varies, and the main challenge is the long-term maintenance of the achieved effect. Bariatric surgery is undoubtedly the most effective method, leading to a sustained weight reduction of 25-30%. It is associated with many health benefits and thus can lead to a reduction in health care costs. However, in Poland, we do not have data on the impact of bariatric surgery on state spending on drugs and care for patients with obesity-related disease undergoing such treatment. The aim of this dissertation was to analyse health care costs (with particular emphasis on drugs) and their structure for obese patients one year before and one year after bariatric surgery, based on data from the National Health Fund (NHF).

Data and methods: a retrospective analysis of the nationwide database of the National Health Insurance Fund was conducted. The study included 2390 adult obese patients who underwent bariatric surgery in 2017. We analysed the structure of health care costs (hospitalizations, medications, outpatient specialty services, psychiatric care and addiction treatment, inpatient rehabilitation, dental treatment, nursing and care services, primary care, preventive and pilot health programs), as well as total costs and costs per patient in the year before bariatric surgery and in the year after. In addition to total drug costs, drug costs were assessed by anatomical-therapeutic-chemical (ATC) groups, and their average costs per patient in the pre- and post-operative periods were compared.

Results: the total health care cost in the post-operative period was about 3 million PLN lower than in the pre-operative period. After bariatric surgery, a reduction of about 59% in costs related to inpatient treatment was observed. There was also a significant reduction in costs associated with outpatient specialized services, psychiatric care and addiction treatment.

A negative correlation was found between changes in medical costs for patients undergoing surgery and their age. There was a significant increase in total drug costs and average drug costs per patient in the first year after bariatric surgery. This increase was mainly due to the use of low-molecular-weight heparins in the first month after surgery.

In contrast, the total costs of hypoglycaemic drugs decreased by 46%, hypotensive drugs by 29%, and hypolipemic drugs by 38%. The costs of medications used to treat infections have also significantly decreased.

Conclusions: in Poland, health care costs in the year after bariatric surgery are lower than in the year before surgery (a larger cost difference is observed in younger patients). The main factor influencing this change is the reduction in costs related to hospital treatment. In contrast, total drug costs are increasing, which is mainly due to the perioperative use of low-molecular-weight heparins. There are significant decreases in the costs of antidiabetic, hypolipemic, hypotensive drugs and those used to treat infections.

4. Wprowadzenie

Otyłość jest od 1974 roku uznana przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) za chorobę cywilizacyjną. Choroba ta jest definiowana jako nadmierne i nieprawidłowe gromadzenie tkanki tłuszczowej (powyżej 30% u kobiet i 25% u mężczyzn), spowodowane nadmierną podażą kilokalorii przewyższającą ich zużycie (1). Warto podkreślić, że otyłość to choroba przewlekła, która ma tendencję do nawrotów. Diagnostyka nadwagi i otyłości obejmuje szereg metod umożliwiających ocenę stopnia nadmiaru masy ciała oraz powiązanego z nią ryzyka zdrowotnego.

Najczęściej używanym parametrem jest wskaźnik masy ciała (BMI), będący ilorazem masy ciała (wyrażonej w kg) oraz kwadratu wzrostu (w metrach) (2). Za otyłość uznajemy $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$.

Częstość występowania nadwagi i otyłości rośnie we wszystkich grupach wiekowych, zarówno w krajach rozwiniętych, jak i rozwijających się. Według danych WHO liczba osób z otyłością od 1975 roku potroiła się, osiągając w 2016 roku około 650 Mln (3). W 2022 roku nadwagę stwierdzono u 31% światowej populacji, a 11% spełniało kryteria WHO dla rozpoznania otyłości (3). Nieprawidłową masę ciała w postaci nadwagi lub otyłości zdiagnozowano również u około 37 Mln dzieci poniżej 5. roku życia (3).

Prognozy epidemiologiczne wskazują, że do 2030 roku liczba osób z otyłością na świecie wzrośnie do 1,12 miliarda (Mld) (3). W Polsce, według badania CBOS z 2019 roku, 38% społeczeństwa zmagają się z nadwagą, a 21% cierpi na otyłość (4).

Otyłość wiąże się ze zwiększonym ryzykiem rozwoju wielu chorób niezakaźnych i jest jednym z głównych czynników powodujących niepełnosprawność i zwiększających śmiertelność w Europie (5). Negatywne skutki zdrowotne nadwagi i otyłości obejmują choroby układu ruchu (przede wszystkim chorobę zwyrodnieniową stawów), zaburzenia metaboliczne (cukrzyca typu 2, hiperlipidemia, dna moczaniowa), choroby układu sercowo-naczyniowego, astmę, obturacyjny bezdech senny, chorobę refluksową przełyku, choroby pęcherzyka żółciowego, zaburzenia zdrowia psychicznego. Otyłość jest również uważana za przyczynę wielu nowotworów, w tym raka piersi, endometrium, jajnika, jelita grubego, nerki, wątroby (6,7). Przeprowadzone w 2010 roku badanie wykazało, że nadmierna masa ciała była przyczyną 3,4 Mln zgonów na świecie (8). Stwierdzono, że otyłość skraca długość życia od 5 do 20 lat (9).

Biorąc pod uwagę powyższe dane nie dziwi fakt, że osoby otyłe częściej wymagają hospitalizacji oraz częściej korzystają z porad lekarzy specjalistów (10). Tym samym otyłość wiąże się ze znacznym obciążeniem ekonomicznym systemów opieki zdrowotnej (11). Analiza danych z lat 2001-2016 w Stanach Zjednoczonych Ameryki (USA) wykazała, że roczne koszty opieki medycznej dotyczące dorosłych z otyłością w porównaniu z osobami o prawidłowej masie ciała były wyższe o 2505 USD lub 100%. Koszty znacznie wzrastały wraz ze stopniem otyłości, z 68,4% dla stopnia I do 233,6% dla stopnia III. Wzrost kosztów dotyczył każdej kategorii opieki: szpitalnej, ambulatoryjnej i leków (12). W Polsce 25% wszystkich hospitalizacji związanych jest z nadmierną masą ciała (13).

Otyłość to nie tylko koszty bezpośrednie wynikające ze świadczeń zdrowotnych i leków. To również koszty pośrednie (trudniejsze do oszacowania) takie jak obniżona jakość życia, przedwczesna śmierć, mniejsze dochody i podatki z powodu niższej produktywności oraz absencja w pracy. Tak zatem z punktu widzenia ekonomicznego otyłość wpływa negatywnie zarówno na jednostki i systemy opieki zdrowotnej, jak i pracodawców oraz całą gospodarkę (14). W Szwecji koszty związane z otyłością w 2016 roku wyniosły 2,7 Mld euro (EUR) (377 EUR na mieszkańca w wieku ≥ 25 lat). Koszty niezwiązane z opieką zdrowotną stanowiły 80% całkowitych kosztów społecznych (28% przedwczesna śmierć, 37% zwolnienia chorobowe) (15).

W krajach rozwiniętych około 7% wydatków na ochronę zdrowia to wydatki związane z otyłością, a jeśli dodać do tego koszty związane z jej powikłaniami, odsetek wzrasta nawet do 20% (16). Według WHO koszty związane z leczeniem otyłości w 2014 roku w Europie stanowiły około 2-8% nakładów na opiekę zdrowotną (17). Koszty związane z leczeniem otyłości na świecie w 2014 roku wyniosły około 2 Mld USD, co stanowi 2,8% światowego produktu brutto (18). Wg raportu Lobstein (19), koszty leczenia nadwagi i otyłości w 2035 roku pochłoną około 3% globalnego produktu krajowego brutto.

W Polsce, w roku 2017, wydatki poniesione na ochronę zdrowia przez Narodowy Fundusz Zdrowia wyniosły ponad 76 Mld PLN, z czego 5 Mld PLN stanowiły koszty bezpośrednie, a 15 Mld PLN koszty pośrednie leczenia otyłości (20).

Biorąc pod uwagę negatywne skutki otyłości dla zdrowia i życia oraz wysokie koszty, jakie generuje dla państwa, konieczne jest jej skuteczne leczenie i zapobieganie

powikłaniom. Leczenie otyłości, w zależności od stopnia zaawansowania choroby, obejmuje zmianę stylu życia, terapię farmakologiczną oraz leczenie chirurgiczne. Najskuteczniejszą metodą redukcji masy ciała i utrzymania jej w czasie oraz uzyskania remisji chorób związanych z otyłością, a także poprawy jakości życia wydaje się być operacja bariatryczna (21,22). W Polsce, od stycznia 2017 roku, operacje bariatryczne są świadczeniami gwarantowanymi refundowanymi przez NFZ. Refundacja chirurgicznego leczenia otyłości spowodowała łatwiejszy dostęp do tej metody terapii. Są to jednak procedury bardzo kosztowne (23). Koszt jednej operacji bariatrycznej w Niemczech wynosi 7500 - 8500 EUR, a w USA aż około 12500 - 29000 EUR. W Polsce kwota refundacji operacji bariatrycznej w 2017 roku przez NFZ wynosiła 10 944 PLN - 11 163 PLN (około 2500 EUR), jest zatem stosunkowo niska w porównaniu z powyższymi krajami.

Uważa się, że redukcja masy ciała i ustąpienie bądź zmniejszenie nasilenia powikłań związanych z otyłością zmniejsza ogólną śmiertelność i powoduje obniżenie wydatków na opiekę zdrowotną (24,25). W szpitalach austriackich średni koszt hospitalizacji związanej z operacją bariatryczną w 2017 roku wyniósł 9150 EUR, ale koszt ten z nadwyżką rekompensował koszty leczenia schorzeń towarzyszących otyłości (oszczędność 24392 EUR na pacjenta) (26). Niektóre badania nie potwierdzają jednak długoterminowej redukcji całkowitych kosztów opieki zdrowotnej po zabiegach bariatrycznych (27,28).

Istotna redukcja masy ciała po operacji bariatrycznej i poprawa w zakresie powikłań otyłości powinna wiązać się ze zmniejszeniem liczby przyjmowanych przez pacjentów leków oraz związanych z nimi kosztów. Z drugiej strony, chirurgia bariatryczna jest procedurą inwazyjną, która może wiązać się z powikłaniami, takimi jak zwięźlenie lub nieszczelność zespoleń, krwawienie, zakrzepica żylna, infekcje, pseudoachalazja przełyku, choroba refluksowa przełyku, owrzodzenia górnego odcinka przewodu pokarmowego, niedobory składników odżywczych, przepukliny, kamica pęcherzyka żółciowego oraz zespół poposiłkowy (29,30,31). Powikłania te mogą wymagać dodatkowych zabiegów i leków. Powszechnie wiadomo, że pacjenci po operacji bariatrycznej wymagają suplementacji multiwitamin i minerałów (32). W większości ośrodków zajmujących się chirurgią bariatryczną przepisywane są również inhibitory pompy protonowej w celu minimalizacji ryzyka powstawania owrzodzeń i objawów refluksu żołądkowo-przełykowego. Biorąc to wszystko pod uwagę, obniżenie

kosztów leków po operacji bariatrycznej nie jest oczywiste. W piśmiennictwie można odnotować badania, które wykazały zarówno spadek kosztów leków po operacji bariatrycznej (33), jak i brak zmian w zakresie wydatków na leki w porównaniu do osób otyłych leczonych zachowawczo (34).

W Polsce brak jest dokładnych danych dotyczących wydatków państwa na opiekę zdrowotną nad pacjentami z otyłością poddawanych operacjom bariatrycznym. Dostępne informacje koncentrują się głównie na ogólnych kosztach leczenia skutków otyłości. Brakuje natomiast analiz oceniających wpływ chirurgicznego leczenia otyłości na koszty opieki zdrowotnej, co utrudnia jednoznaczną ocenę jego efektywności ekonomicznej oraz wpływu na budżet systemu ochrony zdrowia.

4.1. Cel rozprawy doktorskiej

Celem rozprawy doktorskiej była analiza kosztów opieki zdrowotnej (ze szczególnym uwzględnieniem leków) oraz ich struktury w odniesieniu do pacjentów z otyłością leczonych operacyjnie rok przed i rok po operacji bariatrycznej w oparciu o dane NFZ.

4.2. Podsumowanie publikacji stanowiących rozprawę doktorską

Publikacja 1

Cost of Surgical Treatment of Obesity and Its Impact on Healthcare Expense-Nationwide Data from a Polish Registry

Osińska M., Towpik I., Sanchak Y., Franek E., Śliwczyński A., Walicka M. Cost of Surgical Treatment of Obesity and Its Impact on Healthcare Expense-Nationwide Data from a Polish Registry. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023; 20(2):1118.

Celem pracy była ocena bezpośrednich kosztów opieki zdrowotnej nad pacjentami z otyłością oraz ich struktury, w okresie jednego roku przed i roku po operacji bariatrycznej, w oparciu o ogólnopolskie dane NFZ.

Do badania włączono 2390 dorosłych pacjentów z otyłością, którzy przebyli operację bariatryczną w 2017 roku. Analizie poddano strukturę kosztów opieki zdrowotnej (hospitalizacje, leki, ambulatoryjne świadczenia specjalistyczne, opieka psychiatryczna i leczenie uzależnień, rehabilitacja lecznicza, leczenie stomatologiczne, świadczenia pielęgnacyjne i opiekuńcze, podstawowa opieka zdrowotna, profilaktyczne i pilotażowe

programy zdrowotne) oraz koszty całkowite i koszty na pacjenta w ciągu roku przed operacją, w okresie okołoperacyjnym (30 dni od zabiegu) oraz w ciągu roku po operacji.

Całkowity koszt opieki zdrowotnej w okresie pooperacyjnym był o około 3 Mln PLN niższy niż w okresie przedoperacyjnym. Po operacji bariatrycznej zaobserwowano redukcję kosztów związanych z leczeniem szpitalnym o około 59%. Znacząco zmniejszyły się także koszty związane z ambulatoryjnymi usługami specjalistycznymi, opieką psychiatryczną oraz leczeniem uzależnień. Stwierdzono negatywną korelację między zmianami kosztów leczenia pacjentów poddanych operacji otyłości a ich wiekiem.

Wnioski: Koszty opieki zdrowotnej nad pacjentami z otyłością w ciągu roku po operacji bariatrycznej są niższe niż w roku poprzedzającym zabieg (większa różnica kosztów jest obserwowana u młodszych pacjentów). Głównym czynnikiem wpływającym na tę zmianę jest redukcja kosztów związanych z leczeniem szpitalnym

Publikacja 2

Comparison of pre-and postoperative medication costs in patients who underwent bariatric surgery - a nationwide data analysis

Osińska M., Sanchak Y., Śliwczyński A., Franek E., Walicka M. Comparison of pre-and postoperative medication costs in patients who underwent bariatric surgery - a nationwide data analysis. *Frontiers in Public Health*. 2024; 12:1344040.

Celem pracy była ocena kosztów leków stosowanych przez osoby z otyłością rok przed i rok po operacji bariatrycznej w oparciu o ogólnopolskie dane NFZ.

Do badania włączono 2390 dorosłych pacjentów z otyłością, którzy przebyli operację bariatryczną w 2017 roku. Analizę przeprowadzono osobno dla 12-miesięcznego okresu przedoperacyjnego oraz 12-miesięcznego okresu pooperacyjnego. Oceniono całkowite koszty leków oraz koszty w podziale na grupy anatomiczno-terapeutyczno-chemiczne (ATC), a także porównano średni koszt przypadający na pacjenta w obu okresach.

Wykazano istotny wzrost całkowitych kosztów leków oraz średnich kosztów leków na pacjenta w pierwszym roku po operacji bariatrycznej. Wzrost ten wynikał głównie ze stosowania heparyn drobnocząsteczkowych w pierwszym miesiącu po zabiegu. Z kolei koszty leków stosowanych w chorobach układu sercowo-naczyniowego oraz

w zakażeniach znacząco zmalały. Całkowite koszty leków hipoglikemizujących zmniejszyły się o 46%, leków hipotensyjnych o 29%, a leków hipolipemizujących o 38%.

Wnioski: Koszty całkowite leków są wyższe w pierwszym roku po operacji bariatrycznej. Wzrost ten wynika głównie z okołoperacyjnego stosowania heparyn drobnocząsteczkowych. Znacząco obniżają się koszty leków przeciwcukrzycowych, hipolipemizujących, hipotensyjnych oraz stosowanych w leczeniu zakażeń.

5. Materiał i metody

Przeprowadzono retrospektywną analizę ogólnopolskiej bazy danych NFZ. Do badania włączono 2390 dorosłych pacjentów (w tym 601 mężczyzn (25%) oraz 1789 kobiet (75%)), którzy przebyli operację bariatryczną w okresie od 1 stycznia 2017 r. do 30 września 2017 r. Do analizy wybrano rok 2017, ponieważ w tym czasie Agencja Oceny Technologii Medycznych i Taryfikacji w Polsce oddzieliła chirurgię bariatryczną od chirurgii ogólnej i utworzyła nową grupę gwarantowanych świadczeń pod nazwą „chirurgiczne leczenie otyłości”, refundowaną przez NFZ.

Dane zawarte w rejestrze NFZ obejmują między innymi: numer identyfikacyjny pacjenta, kod choroby według Międzynarodowej Klasyfikacji Chorób ICD-10 oraz jednorodną grupę pacjentów (Diagnosis Related Group, DRG) dla danego świadczenia zdrowotnego. W odniesieniu do operacji bariatrycznych grupa DRG została sklasyfikowana jako F17.

NFZ posiada również dane dotyczące zrealizowanych recept. Rejestr zawiera m.in. numer identyfikacyjny pacjenta oraz kod leku (Europejski Numer Artykułu – EAN). Numery identyfikacyjne pacjentów ze zrealizowanym świadczeniem przypisanym do grupy DRG F17 powiązane z wystawionymi receptami. Przepisane leki zostały sklasyfikowane zgodnie z Anatomiczno-Terapeutyczno-Chemiczną Klasyfikacją Leków (ATC).

Grupa badana została dodatkowo podzielona na pięć podgrup wiekowych: 18–25, 26–40, 41–50, 51–60 oraz ≥ 61 lat. Analizie poddano dane dotyczące płci oraz kosztów obejmujących hospitalizację, leki, opiekę specjalistyczną (w tym psychiatryczną), opiekę podstawową, leczenie stomatologiczne, rehabilitację i inne świadczenia. Analizę przeprowadzono osobno dla okresów:

- przedoperacyjnego – 12 miesięcy przed operacją,
- pooperacyjnego – 12 miesięcy po operacji.

Wyodrębniono także okres okołoperacyjny – od dnia operacji do 30 dni po operacji.

Oceniono strukturę kosztów w każdym z tych okresów oraz porównano średnie koszty na pacjenta w okresie przedoperacyjnym i pooperacyjnym. Oceniono także całkowite koszty leków oraz koszty dla każdej grupy ATC. Osobną analizę przeprowadzono dla leków stosowanych w leczeniu cukrzycy, nadciśnienia tętniczego i hiperlipidemii (osoby otyłe częściej niż osoby bez otyłości przyjmują leki stosowane w chorobach układu

sercowo-naczyniowego oraz cukrzycy, i zmiany kosztów tych leków po operacji wydają się szczególnie istotne).

Analizę statystyczną przeprowadzono z wykorzystaniem programu R, wersja 3.5.1. Poszczególne zmienne przedstawiono za pomocą podstawowych statystyk opisowych: zmienne nominalne opisano wykorzystując miary częstości: liczebność n oraz % grupy, a zmienne o charakterze ilościowym za pomocą miar tendencji centralnej i rozproszenia. Normalność rozkładu testowano wykorzystując test Kołmogorowa-Smirnowa, wskaźniki skośności i kurtozy danych oraz wizualną ocenę histogramów. Równoliczność podgrup (grupa kobiet i mężczyzn) sprawdzono testem chi-kwadrat, na podstawie którego stwierdzono brak równoliczności podgrup. Porównanie kosztów przedoperacyjnych i pooperacyjnych wykonano za pomocą nieparametrycznego testu Wilcozona dla par z powodu braku spełnienia założeń testu parametrycznego (wysoka skośność i kurtoza danych, brak normalności rozkładu), oceniając miarę siły efektu przy pomocy współczynnika korelacji dwuseryjnej dla par dopasowanych (r_c). Porównanie zmiany kosztów po operacji względem płci wykonano za pomocą testu nieparametrycznego U Manna-Whitneya z powodu braku spełnienia założeń testu parametrycznego (wysoka skośność i kurtoza danych, brak normalności rozkładu, brak równoliczności podgrup), oceniając miarę siły efektu przy pomocy rangowego współczynnika korelacji dwuseryjnej Glassa (r_g). Z uwagi na brak normalności rozkładu danych kosztowych oraz obecność obserwacji odstających analiza związku pomiędzy wiekiem, a zmianą kosztów została wykonana za pomocą współczynników korelacji Spearmana (r_s). Wszystkie przeprowadzone testy miały charakter dwustronny, zastosowano poziom istotności 0,05.

6.0 Wyniki

Średni wiek operowanych wynosił 41,53 lat ($SD = 10,54$), przy czym najmłodszy pacjent miał 18 lat, zaś najstarszy 74 lata. Niemal połowa pacjentów (44%) była w wieku od 26 do 40 lat. Pacjenci młodszy niż 25 lat stanowili 6% całej grupy, zaś osoby starsze niż 60 lat to 5% grupy badawczej.

Dla całej grupy operowanych pacjentów łączne koszty leczenia w roku poprzedzającym operację wynosiły 6,91 Mln PLN, zaś koszty w roku po operacji wynosiły 4,10 Mln PLN. Koszty okołoperacyjne wynosiły 27,30 Mln PLN, z czego zdecydowana większość dotyczyła kosztów samej operacji (26,29 Mln PLN). Koszty leczenia z podziałem na poszczególne okresy przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Łączne koszty leczenia w badanej grupie.

Rodzaj kosztu	Wartość, PLN
Koszt przedoperacyjny	6 909 730,67
Koszt okołoperacyjny razem z operacją	27 304 540,22
Koszt operacji	26 294 984,87
Koszt pobytu na oddziale intensywnej terapii	228 381,40
Koszt okołoperacyjny	781 173,95
Koszt pooperacyjny	4 104 489,88

6.1. Analiza kosztów przedoperacyjnych

Ponad połowa łącznych kosztów poniesionych na leczenie pacjentów poddanych chirurgicznemu leczeniu otyłości w roku poprzedzającym operację, przypadała na leczenie szpitalne (60% kosztów przedoperacyjnych). Kolejnymi rodzajami świadczeń pod względem wielkości kosztów były leki (15% kosztów przedoperacyjnych) oraz ambulatoryjne świadczenia specjalistyczne (13% kosztów przedoperacyjnych). Dokładną strukturę kosztów przedoperacyjnych przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Struktura kosztów przedoperacyjnych w badanej grupie.

Rodzaj świadczenia	Wartość, PLN	%
Leczenie szpitalne	4 147 993,50	60,0%
Leki	1 033 403,81	15,0%
Ambulatoryjne świadczenia specjalistyczne	913 621,46	13,2%
Opieka psychiatryczna i leczenie uzależnień	282 597,00	4,1%
Świadczenia odrębnie kontraktowane	212 248,69	3,1%
Rehabilitacja lecznicza	152 416,79	2,2%
Leczenie stomatologiczne	151 247,11	2,2%
Świadczenie pielęgnacyjne i opiekuńcze	12 318,32	0,2%

Podstawowa opieka zdrowotna	3 856,00	0,1%
Profilaktyczne programy zdrowotne	28,00	0,0%
Programy pilotażowe	-	-
Razem koszty przedoperacyjne	6 909 730,67	100,0%

6.2. Analiza kosztów okołoperacyjnych

Główny udział w kosztach okołoperacyjnych miał sam zabieg operacyjny (96,3% kosztów). Leczenie szpitalne w okresie 30 dni od operacji generowało 1,4% tych kosztów, zaś pobyty na oddziale intensywnej terapii - 0,8% tych kosztów. W zakresie leków najwyższe koszty były wygenerowane przez heparyny drobnocząsteczkowe oraz inhibitory pompy protonowej (IPP). Dokładna struktura kosztów okołoperacyjnych w badanej grupie została przedstawiona w tabeli 3.

Tabela 3. Struktura kosztów okołoperacyjnych w badanej grupie.

Rodzaj świadczenia	Wartość, PLN	%
Operacja F14	26 294 985	96,3%
Leczenie szpitalne w okresie 30 dni od operacji	383 418	1,4%
LMWH 30 dni po operacji	240 645	0,9%
Pobyt na oddziale intensywnej terapii	228 381	0,8%
Przetoczenia	56 146	0,2%
IPP 30 dni po operacji	42 668	0,2%
Żywnienie pozajelitowe	32 452	0,1%
Inne leki	19 632	0,1%
Świadczenia odrębnie kontraktowane	2 786	0,0%
Inne	1 888	0,0%
Ambulatoryjne świadczenia specjalistyczne	1 241	0,0%
Opieka psychiatryczna i leczenie uzależnień	299	0,0%
Razem koszty okołoperacyjne	27 304 540	100,0%

Pobytu w oddziale intensywnej terapii wymagało 13 pacjentów (0,5% z całej grupy). Łączny koszt okołoperacyjny dla tej grupy chorych (czyli koszt operacji oraz pobytu na oddziale intensywnej terapii) to 0,37 Mln PLN, z czego 62% przypadało na pobyt na oddziale intensywnej terapii. Indywidualny koszt pobytu na oddziale intensywnej terapii wynosił średnio 17 570 tys.PLN.

6.3. Analiza kosztów pooperacyjnych

Główny udział w kosztach okresu pooperacyjnego miało leczenie szpitalne (40% kosztów). Kolejnymi rodzajami świadczeń pod względem wielkości kosztów były leki

(24% kosztów) oraz ambulatoryjne świadczenia specjalistyczne (15% kosztów). Dokładną strukturę kosztów pooperacyjnych przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Struktura kosztów pooperacyjnych w badanej grupie.

Rodzaj świadczenia	Wartość, PLN	%
Leczenie szpitalne	1 648 744,54	40,2%
Leki	987 204,02	24,1%
Ambulatoryjne świadczenia specjalistyczne	631 268,57	15,4%
Rehabilitacja lecznicza	231 258,82	5,6%
Opieka psychiatryczna i leczenie uzależnień	230 548,57	5,6%
Świadczenia odrębnie kontraktowane	168 277,08	4,1%
Leczenie stomatologiczne	143 501,02	3,5%
Świadczenie pielęgnacyjne i opiekuńcze	46 878,14	1,1%
Profilaktyczne programy zdrowotne	13 166,13	0,3%
Podstawowa opieka zdrowotna	3 523,00	0,1%
Programy pilotażowe	120,00	0,0%
Razem koszty pooperacyjne	4 104 489,88	100,0%

6.4. Analiza kosztów leków

Jak wspomniano powyżej koszt leków w okresie przedoperacyjnym stanowił 15% kosztów całkowitych i wyniósł 1,03 Mln PLN. Najwyższe koszty generowały leki stosowane w leczeniu chorób przewodu pokarmowego i metabolicznych (grupa A według klasyfikacji ATC) - 262 010 PLN, następnie leki stosowane w chorobach układu sercowo-naczyniowego (grupa C) - 238 989 PLN, w dalszej kolejności były leki stosowane w chorobach układu oddechowego (grupa R) - 106 748 PLN i układu nerwowego (grupa N) - 103 824 PLN.

W okresie pooperacyjnym koszty leków stanowiły 4% kosztów całkowitych i wyniosły prawie 1,3 Mln PLN. Najwyższe koszty dotyczyły leków stosowanych w leczeniu chorób krwi i narządów krwiotwórczych (grupa B) - 199 388 PLN, a następnie leków stosowanych w chorobach układu pokarmowego i metabolicznych (grupa A) - 199 388 PLN. Kolejne były koszty leków stosowanych w chorobach układu sercowo-naczyniowego (grupa C) - 168 488 PLN oraz układu nerwowego (grupa N) - 135 184 PLN.

Koszty farmakoterapii w pierwszych 30 dniach po operacji wyniosły 302 945 PLN i były generowane głównie przez heparyny drobnocząsteczkowe (240 645 PLN) oraz inhibitory pompy protonowej (42 668 PLN). Przedoperacyjne

i pooperacyjne koszty dla poszczególnych grup leków (zgodnie z klasyfikacją ATC) zostały przedstawione w tabeli 5.

Tabela 5. Koszty przedoperacyjne i pooperacyjne poszczególnych grup leków.

ATC kategoria	Opis	Koszty przedoperacyjne		Koszty pooperacyjne	
		Wartość, PLN	% wszystkich kosztów leków	Wartość, PLN	% wszystkich kosztów leków
A	Przewód pokarmowy i metabolizm	262010,22	25,4	199388,39	15,7
B	Krew i układ krwiotwórczy	49512,33	4,8	329135,8	25,9
C	Układ sercowo- naczyniowy	238988,66	23,1	168487,81	13,3
D	Dermatologia	3656,05	0,4	5330,23	0,4
G	Układ moczowo- pęciowy i hormony płciowe	17273,55	1,6	19087,46	1,5
H	Leki hormonalne działające ogólnie	16972,99	1,7	20483,7	1,6
J	Leki stosowane w zakażeniach	79144,27	7,7	55317,28	4,4
L	Leki przeciwnowotworowe i immunomodulujące	10830,72	1	45784,07	3,6
M	Układ mięśniowo- szkieletowy	36682,41	3,5	36307,23	0,3
N	Układ nerwowy	103823,71	10	135184,08	10,6
P	Leki przeciwpasożytnicze, owadobójcze i repelenty	462,43	0,04	563,53	0,04
R	Układ oddechowy	106748,14	10,3	83433,66	6,6
S	Narządy zmysłów	2572,99	0,2	3557,62	0,3
V	Różne	66456,8	6,4	69302,48	5,5
	Leki bez kodu	38268,54	3,7	99153,73	7,8
	Całkowity koszt leków	1033403,81	100	1270517,07	100

Analiza średnich kosztów leków na pacjenta wykazała, że w ciągu 12 miesięcy po operacji były one istotnie wyższe niż przed operacją. Wzrost ten wynikał głównie z leków stosowanych w leczeniu chorób krwi i narządów krwiotwórczych (grupa B). W tej grupie główny koszt był związany z heparynami drobnocząsteczkowymi. Znaczący wzrost kosztów zaobserwowano również w odniesieniu do leków stosowanych w leczeniu chorób układu pokarmowego i metabolicznych (grupa A). Natomiast istotne obniżenie kosztów dotyczyło leków stosowanych w chorobach układu sercowo-naczyniowego (grupa C) oraz leków stosowanych w leczeniu zakażeń (grupa J). Średnie przedoperacyjne i pooperacyjne koszty na pacjenta dla każdej grupy leków (zgodnie z klasyfikacją ATC) zostały przedstawione w tabeli 6.

Tabela 6. Średnie przedoperacyjne i pooperacyjne koszty poszczególnych grup leków według klasyfikacji ATC (na osobę w PLN rocznie).

ATC kategoria	Opis	Koszty przedoperacyjne		Koszty pooperacyjne		P - value
		Me (IQR)	Mean ± SD	Me (IQR)	Mean ± SD	
A	Przewód pokarmowy i metabolizm	19.29 (75.64)	110.65 ± 367.19	33.99 (74.45)	84.20 ± 223.60	<0.001
B	Krew i układ krwiotwórczy	0.00 (0.00)	20.91 ± 120.54	112.62 (155.98)	138.99 ± 283.33	<0.001
C	Układ sercowo- naczyniowy	0.00 (143.65)	100.92 ± 169.13	0.00 (68.65)	71.15 ± 150.47	<0.001
D	Dermatologia	0.00 (0.00)	1.54 ± 18.81	0.00 (0.00)	2.25 ± 27.35	0,081
G	Układ moczowo- płciowy i hormony płciowe	0.00 (0.00)	7.29 ± 48.51	0.00 (0.00)	8.06 ± 59.14	0,428
H	Leki hormonalne działające ogólnie	0.00 (0.00)	7.17 ± 20.47	0.00 (0.00)	8.65 ± 24.76	0,737
J	Leki stosowane w zakażeniach	17.76 (49.32)	33.42 ± 55.03	0.00 (31.12)	23.36 ± 111.80	<0.001
L	Leki przeciwnowotworowe i immunomodulujące	0.00 (0.00)	4.57 ± 93.94	0.00 (0.00)	19.33 ± 439.03	0,864
M	Układ mięśniowo- szkieletowy	0.00 (15.80)	15.49 ± 34.70	0.00 (15.79)	15.33 ± 36.16	0,506
N	Układ nerwowy	0.00 (0.00)	43.84 ± 293.25	0.00 (0.00)	57.09 ± 441.59	0,101
P	Leki przeciwpasożytnicze, owadobójcze i repelenty	0.00 (0.00)	0.20 ± 3.18	0.00 (0.00)	0.24 ± 5.32	0,712
R	Układ oddechowy	0.00 (0.00)	45.08 ± 196.14	0.00 (0.00)	35.23 ± 186.06	0,013
S	Narządy zmysłów	0.00 (0.00)	1.09 ± 17/04	0.00 (0.00)	1.50 ± 22.76	0,273
V	Różne	0.00 (0.00)	28.06 ± 117.77	0.00 (0.00)	29.27 ± 131.90	0,773
	Leki bez kodu	0.00 (0.00)	16.16 ± 79.72	0.00 (0.00)	41.87 ± 110.92	<0.001
	Całkowity koszt leków	207.74(443.8)	436.40 ± 713.03	318.77 (409.6)	536.54 ± 923.04	<0.001

SD, standard deviation; Me, median; IQR, interquartile range; pvalue in Wilcoxon test.

Analiza kosztów leków hipoglikemizujących, hipotensyjnych i hipolipemizujących wykazała z kolei, że w okresie pooperacyjnym, koszty te zostały zredukowane odpowiednio o 46%, 29% i 38%. Koszt pasków do glukometru nie uległ zmianie. Średnie koszty przedoperacyjne i pooperacyjne powyższych grup leków na pacjenta przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7. Średnie koszty przedoperacyjne i pooperacyjne leków stosowanych w leczeniu cukrzycy, nadciśnienia tętniczego i hiperlipidemii (na osobę w PLN rocznie)

Leki	Koszty przedoperacyjne		Koszty pooperacyjne		P-value
	Me (IQR)	Mean $\pm$ SD	Me (IQR)	Mean $\pm$ SD	
Wszystkie przeciwcukrzycowe leki	0.00 (18.84)	109.58 $\pm$ 429.21	0.00 (0.00)	58.63 $\pm$ 282.88	<0.001
Metformina	0.00 (4.91)	25.84 $\pm$ 61.06	0.00 (0.00)	11.39 $\pm$ 43.23	<0.001
Insulina	0.00 (0.00)	50.59 $\pm$ 325.80	0.00 (0.00)	18.01 $\pm$ 188.21	<0.001
Inne leki przeciwcukrzycowe	0.00 (0.00)	33.15 $\pm$ 126.35	0.00 (0.00)	29.23 $\pm$ 129.50	<0.001
Przeciwnadciśnieniowe leki	0.00 (90.14)	66.30 $\pm$ 120.24	0.00 (29.68)	46.75 $\pm$ 108.16	<0.001
Hipolipemizujące leki	0.00 (0.00)	19.43 $\pm$ 58.02	0.00 (0.00)	12.03 $\pm$ 45.60	<0.001

7. Dyskusja

„Cost of Surgical Treatment of Obesity and Its Impact on Healthcare Expense -Nationwide Data from a Polish Registry” jest pierwszym opublikowanym badaniem, które ocenia i porównuje bezpośrednie koszty opieki zdrowotnej nad pacjentami z otyłością rok przed oraz rok po operacji bariatrycznej w polskiej populacji pacjentów, wykorzystując ogólnokrajowe dane NFZ. W pracy została wykazana ponad 40% redukcja kosztów opieki zdrowotnej w okresie jednego roku po operacji. Jest to istotna obserwacja z punktu widzenia płatnika usług medycznych w kontekście długoterminowego planowania zadań i finansowania poszczególnych usług. Zgodnie z ostatnim raportem NFZ „Otyłość i jej konsekwencje” opublikowanym w maju 2024 roku, od 2017 roku przeprowadzono w Polsce 3,3 tys. operacji bariatrycznych, co wygenerowało łączny koszt 35,9 Mln PLN (35).

Redukcja kosztów opieki zdrowotnej w ciągu roku po chirurgicznym leczeniu otyłości została potwierdzona także w badaniach brazylijskich. Sussenbach i wsp. przeanalizowali dokumentację medyczną 194 pacjentów objętych opieką zespołu multidyscyplinarnego w ośrodku specjalizującym się w leczeniu otyłości. Autorzy stwierdzili 32% redukcję wydatków na leki, badania diagnostyczne oraz wizyty lekarskie w ciągu 12 miesięcy po operacji bariatrycznej (w kolejnych dwóch latach była obserwowana dalsza stopniowa redukcja kosztów) (24). W innym brazylijskim badaniu, również analizującym dane z pojedynczego ośrodka jednak w krótszym okresie (6 miesięcy przed oraz 6 miesięcy po operacji bariatrycznej), wykazano zmniejszenie średnich kosztów hospitalizacji, badań obrazowych i leków po zabiegu. Jednocześnie wzrosły jednak całkowite koszty opieki, w tym wydatki na konsultacje lekarskie i badania laboratoryjne (36). Wzrost kosztów (zwłaszcza w pierwszym roku po operacji) pokazały również badania duńskie (37,38). Rozbieżności w literaturze dotyczące wpływu operacji bariatrycznej na koszty opieki zdrowotnej mogą wynikać z kilku czynników. Po pierwsze, badania różnią się pod względem metodologii oraz liczby analizowanych pacjentów. Po drugie, częstość powikłań pooperacyjnych może znacząco się różnić w zależności od kraju. Ponadto koszty opieki pooperacyjnej zależą od przyjętych schematów leczenia, które mogą się różnić między poszczególnymi państwami. Trzeba zauważyć, że siłą naszego badania jest dość duża liczba pacjentów, co czyni wyniki bardziej wiarygodnymi niż w mniejszych badaniach. Ma ono jednak pewne ograniczenia,

m.in. retrospektywny charakter, brak danych dotyczących typu operacji i chorób współistniejących, a także krótki okres obserwacji.

Analizując koszty samych leków w pracy "Comparison of pre-and postoperative medication costs in patients who underwent bariatric surgery – a nationwide data analysis" stwierdziliśmy znaczący wzrost kosztów poniesionych na farmakoterapię w pierwszym roku po operacji bariatrycznej. Wynik ten jest sprzeczny z cytowanymi powyżej pracami z Brazylii (23,36), a także z wynikami badania amerykańskiego, które wykazało, że średnie roczne oszczędności na lekach w pierwszym roku po operacji wynosiły 2016 USD na pacjenta (39). Podobnie badacze z Australii zaobserwowali, że w porównaniu z okresem 12 miesięcy przed operacją bariatryczną, ogólne zużycie farmaceutyków spadło w ciągu 24 miesięcy po zabiegu, a koszty zmniejszyły się z 517 do 435 dolarów australijskich na osobę (40).

Wzrost kosztów leków w naszym badaniu wynikał głównie z kosztów heparyny drobnocząsteczkowej w pierwszym miesiącu po operacji. Podobnie w badaniu belgijskim zaobserwowano 36-krotny wzrost kosztów leków w pierwszym miesiącu po operacji (w porównaniu z okresem przedoperacyjnym), co było spowodowane m.in. stosowaniem heparyny drobnocząsteczkowej (41). Nie jest to zaskakujące, ponieważ profilaktyka przeciwzakrzepowa u osób poddawanych operacjom bariatrycznym jest niezwykle ważna. Żyłna choroba zakrzepowo-zatorowa w tej grupie pacjentów wiąże się z ponowną hospitalizacją i znacznie wyższą śmiertelnością (42). Jednym z głównych problemów dotyczących profilaktyki przeciwzakrzepowej w chirurgii bariatrycznej jest jednak niewielka ilość badań dotyczących skuteczności stosowanych schematów profilaktycznych u pacjentów z otyłością. Brak badań wysokiej jakości oraz wątpliwości co do odpowiednich dawek LMWH u pacjentów otyłych utrudniają opracowanie optymalnych zaleceń. Niektóre badania wskazują na konieczność przedłużonej profilaktyki przeciwzakrzepowej u pacjentów po operacji bariatrycznej, ponieważ większość przypadków zakrzepicy żyłnej występuje już po wypisie ze szpitala (43), jednak zgodnie z najnowszą metaanalizą, dane, którymi dysponujemy nie są wystarczające, aby jednoznacznie poprzeć to zalecenie (44). Zalecenia opracowane przez Amerykańskie Towarzystwo Endokrynologów Klinicznych (AACE), Towarzystwo Otyłości (TOS), Amerykańskie Towarzystwo Chirurgii Metabolicznej i Bariatrycznej (ASMBS), Stowarzyszenie Medycyny Otyłości (OMA) oraz Amerykańskie Towarzystwo Anestezjologów (ASA) sugerują stosowanie profilaktyki

przeciwwzkrzepowej (podskórnie podawana heparyna niefrakcjonowana lub heparyna drobnocząsteczkowa) w ciągu 24 godzin po operacji u wszystkich pacjentów po operacji bariatrycznej (45). Z kolei zalecenia Towarzystwa Szybkiej Rekonwalescencji Pooperacyjnej (Enhanced Recovery After Surgery - ERAS), zaktualizowane w 2021 roku, nie precyzują schematu profilaktyki, a jedynie zalecają indywidualizację dawkowania i czasu jej trwania (46). W polskich wytycznych dotyczących chirurgii bariatrycznej i metabolicznej zaleca się stosowanie LMWH w dawce dostosowanej indywidualnie, przez co najmniej 7 dni po zabiegu (47). Różnice dotyczące schematów profilaktyki żyłnej choroby zakrzepowo-zatorowej mogą tłumaczyć rozbieżności w kosztach leków pooperacyjnych między krajami.

Co ciekawe, w naszym badaniu, w okresie pooperacyjnym, zaobserwowaliśmy znaczne obniżenie kosztów leków stosowanych w zakażeniach. Może to wskazywać na ich niższą częstość po operacji bariatrycznej. Wpływ chirurgii bariatrycznej i utraty masy ciała na ryzyko zakażeń u osób z otyłością nie został jednak w pełni zbadany.

Nasze badanie wykazało, że w okresie pooperacyjnym koszty leków hipoglikemizujących zmniejszyły się o 46% (największy spadek dotyczył kosztów insuliny). W cytowanym powyżej badaniu Gesquiere i wsp. (41) koszty leków stosowanych w leczeniu cukrzycy typu 2 rok po operacji bariatrycznej spadły o 85%. Również w znanym badaniu szwedzkim Swedish Obese Subjects (SOS) zaobserwowano istotne obniżenie kosztów leków stosowanych w leczeniu cukrzycy po operacji bariatrycznej (48). Z kolei badacze chińscy wykazali, że u pacjentów poddanych operacji bariatrycznej koszty leków przeciwcukrzycowych przyjmują kształt litery U - spadają przez pierwsze dwa lata, a następnie wzrastają do piątego roku po zabiegu operacyjnym (49). Autorzy zwracają jednak uwagę na zmniejszenie liczby recept na insulinę.

Pomimo znacznego obniżenia kosztów leków przeciwcukrzycowych, nie wykazaliśmy zmian w wydatkach na paski do glukometrów. Prawdopodobną przyczyną tego zjawiska jest częsta kontrola glikemii przez pacjentów ze względu na zmieniające się zapotrzebowanie na leki hipoglikemizujące. Nie jest to zaskakujące, ponieważ wiele badań pokazuje znaczną poprawę kontroli glikemii po operacji bariatrycznej, a nawet remisję cukrzycy (50,51). Według przeglądu przeprowadzonego przez Affinati i wsp. (52) remisję cukrzycy obserwuje się u 33%– 90% pacjentów w pierwszym roku po operacyjnym leczeniu otyłości.

W okresie pooperacyjnym zaobserwowaliśmy również istotną redukcję kosztów leków hipotensyjnych i hipolipemizujących. Wyniki te są zgodne z obserwacjami innych badaczy (53,54). Zaobserwowany spadek kosztów wynika z poprawy kontroli ciśnienia tętniczego krwi, korekcji zaburzeń lipidowych, jak również remisji tych czynników ryzyka sercowo-naczyniowego po operacji bariatrycznej. W metaanalizie przeprowadzonej przez Changa i in. (55) odsetek remisji nadciśnienia tętniczego po operacji bariatrycznej wyniósł 75% w badaniach randomizowanych i 74% w badaniach obserwacyjnych, a dyslipidemii odpowiednio 76% i 68%.

Nasze badanie dotyczące kosztów leków ma pewne ograniczenia. Pierwszym z nich jest jego retrospektywny charakter i brak danych dotyczących stopnia otyłości poszczególnych pacjentów, chorób współistniejących oraz rodzaju przeprowadzonej operacji. Stosunkowo krótki czas trwania badania oraz brak grupy kontrolnej ograniczyły możliwość wyciągnięcia jednoznacznych wniosków na temat wpływu operacji bariatrycznej na wydatki na leki. Należy jednak wziąć pod uwagę, że baza danych NFZ jest największą bazą danych dotyczących opieki zdrowotnej w Polsce, w której rejestrowane są wszystkie wykonane usługi w publicznej opiece zdrowotnej. Dlatego można założyć, że koszty przedstawione w naszym badaniu są bezpośrednim odzwierciedleniem wydatków państwa na leki dla pacjentów poddanych chirurgicznemu leczeniu otyłości.

Bardzo ciekawym byłoby porównanie kosztów terapii nowymi lekami przeciwotyłociowymi i operacji bariatrycznej. Farmakologiczne leczenie otyłości przez długi czas miało opinię „misji niemożliwej” z uwagi na małą efektywność i/lub złą tolerancję. Jednak postęp jaki się dokonał w ostatnich latach wydaje się zmieniać ten punkt widzenia. Farmakoterapia otyłości nigdy wcześniej nie rozwijała się tak szybko. Nie ma wątpliwości, że agoniści receptora glukagonopodobnego peptydu 1 (GLP-1), a przede wszystkim semaglutyd oraz jego połączenie z agonistą receptora glukozozależnego peptydu jelitowego (GIP) czyli tirzepatyd to kamienie milowe w terapii otyłości i cukrzycy typu 2. Żyjemy w ekscytującym czasie, ponieważ leki te wychodzą poza badania kliniczne i zaczynają trafiać do większych populacji. Docimo i wsp. (56) dokonali analizy porównawczej kosztów operacji bariatrycznej oraz analogów GLP-1 zarejestrowanych w leczeniu otyłości oraz stosowanych w jej leczeniu poza wskazaniami rejestracyjnymi (off-label) takich jak: Wegovy (semaglutyd zarejestrowany

do leczenia otyłości), Saxenda (liraglutyd zarejestrowany do leczenia otyłości), Victoza (liraglutyd zarejestrowany do leczenia cukrzycy typu 2), Mounjaro (tirzepatyd), Ozempic (semaglutyd zarejestrowany do leczenia cukrzycy typu 2), Trulicity (dulaglutyg) i Byetta (exenatyd). Wykazano, że koszty Saxendy i Wegovy przekroczyły koszt rękawowej resekcji żołądka w ciągu dziewięciu miesięcy, a operacji metodą RYGB w mniej niż rok. Średni czas stosowania analogu GLP-1 do przekroczenia kosztu chirurgicznego leczenia otyłości w przypadku rękawowej resekcji żołądka wyniósł mniej niż rok, i był krótszy niż w przypadku operacji metodą RYGB gdzie potrzebnych było 14 miesięcy. Dodatkowo autorzy pracy podkreślają, że zaprzestanie stosowania leków przeciwotyłościowych skutkuje przyrostem masy ciała i w porównaniu do operacji bariatrycznej, efekt końcowy i długoterminowy w redukcji masy ciała jest gorszy.

8. Wnioski

1. Praca wykazała, że koszty opieki zdrowotnej w Polsce w okresie roku po operacji bariatrycznej są niższe niż w roku poprzedzającym operację (większe różnice kosztów obserwuje się u młodszych pacjentów w porównaniu do starszych).
2. Głównym czynnikiem wpływającym na powyższą redukcję jest spadek kosztów związanych z hospitalizacjami.
3. Koszty leków u pacjentów poddanych operacji bariatrycznej w Polsce są wyższe w pierwszym roku po zabiegu w porównaniu do okresu przedoperacyjnego (wzrost ten wynika głównie ze stosowania heparyn drobnocząsteczkowych).
4. W okresie pooperacyjnym obserwuje się istotne obniżenie wydatków na leki hipoglikemizujące, hipolipemizujące, hipotensyjne oraz stosowane w leczeniu zakażeń.
5. Aby określić, czy chirurgiczne leczenie otyłości jest metodą pozwalającą na oszczędności w systemie ochrony zdrowia, konieczne są dalsze badania z dłuższym okresem obserwacji oraz grupą kontrolną.

9. Piśmiennictwo

1. Shah NR, Braverman ER. Measuring adiposity in patients: the utility of body mass index (BMI), percent body fat, and leptin. *PLoS One.*, 2012; 7: e33308.
2. Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na otyłość 2024. Stanowisko PTLO;
3. World Health Organisation (WHO): Obesity and overweight. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
4. Centrum Badań Opinii Społecznej: Czy Polacy mają problem z nadwagą? Komunikat z badań. https://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2019/K_103_19.
5. World Health Organization. Regional Office for Europe. WHO European Regional Obesity Report 2022. <https://iris.who.int/handle/10665/353747>.
6. Guh DP, Zhang W, Bansback N, et al. The incidence of co-morbidities related to obesity and overweight: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health.* 2009; 9.
7. Yumuk V, Tsigos C, Fried M, et al. Obesity Management Task Force of the European Association for the Study of Obesity. European Guidelines for Obesity Management in Adults. *Obes Facts.* 2015; 8: 402-424.
8. Lim SS, Vos T, Flaxman AD, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet.* 2012; 380: 2224–60.
9. Fontaine KR, Redden DT, Wang C, et al. Years of life lost due to obesity. *JAMA* 2003; 289: 187-193.
10. Weiner JP, Goodwin SM, Chang HY, et al. Impact of bariatric surgery on health care costs of obese persons: A 6-year follow-up of surgical and comparison cohorts using health plan data. *JAMA Surg.* 2013; 148: 555-562.
11. Tremmel M, Gerdtham UG, Nilsson PM, et al. Economic Burden of Obesity: A Systematic Literature Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2017; 14: 435.
12. Cawley J, Biener A, Meyerhoefer C, et al. Direct medical costs of obesity in the United States and the most populous states. *J Manag Care Spec Pharm.* 2021; 27: 354-366.

13. Jarosz M, Rychlik E. Otyłość wyzwaniem zdrowotnym i cywilizacyjnym, „Postępy Nauk Medycznych” 2011; 9: 712–717.
14. Lehnert T, Sonntag D, Konnopka A, et al. Economic costs of overweight and obesity. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2013; 27: 105-115.
15. Andersson E, Eliasson B, Steen Carlsson K. Current and future costs of obesity in Sweden. *Health Policy.* 2022; 126: 558-564.
16. Dobbs R, Sawers C, Thompson F, et al. Overcoming obesity: An initial economic analysis. McKinsey Global Institute, 2014.
17. World Health Organization (WHO). Obesity and overweight 2024. https://www.who.int/health-topics/noncommunicable-diseases/obesity#tab=tab_1.
18. Dobbs R, Sawers C, Thompson F, et al. Overcoming obesity: An initial economic analysis. McKinsey Global Institute, New York 2014.
19. Lobstein T, Jackson-Leach R, Powis J, et al. World obesity atlas 2023.
20. GUS. Zdrowie i ochrona zdrowia w 2017r. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/zdrowie/zdrowie/zdrowie-i-ochrona-zdrowia-w-2017-r-,1,8.html>.
21. Lo T, Tavakkoli A. Bariatric surgery and its role in obesity pandemic. *Current Opinion in Physiology* 2019; 12: 51-56.
22. Cosentino C, Marchetti C, Monami M, et al. Efficacy and effects of bariatric surgery in the treatment of obesity: Network meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2021; 31: 2815-2824.
23. Borisenko O, Mann O, Duprée A. Cost-utility analysis of bariatric surgery compared with conventional medical management in Germany: a decision analytic modeling. *BMC Surg* 2017;17: 87.
24. Sussenbach SP, Padoin AV, Silva EN, et al. Economic Benefits of Bariatric Surgery. *OBES SURG* 2012; 22; 266–270.
25. Klein S, Ghosh A, Cremieux PY, et al. Economic impact of the clinical benefits of bariatric surgery in diabetes patients with BMI ≥ 35 kg/m². *Obesity (Silver Spring).* 2011;19: 581-587.
26. Walter E, Langer FB, Beckerhinn P, et al. Impact of metabolic surgery on cost and long-term health outcome: a cost-effectiveness approach. *Surg Obes Relat Dis.* 2022; 18: 260-270.
27. Maciejewski ML, Arterburn DE. Cost-effectiveness of bariatric surgery. *JAMA.* 2013; 310: 742-743.

28. Gulliford MC, Charlton J, Prevost T, et al. Costs and Outcomes of Increasing Access to Bariatric Surgery: Cohort Study and Cost-Effectiveness Analysis Using Electronic Health Records. *Value Health*. 2017; 20: 85-92.
29. Contival N, Menahem B, Gautier T, et al. Guiding the non-bariatric surgeon through complications of bariatric surgery. *J Visc Surg*. 2018; 155: 27-40.
30. Lim R, Beekley A, Johnson DC, et al. Early and late complications of bariatric operation. *Trauma Surg Acute Care Open*. 2018; 3: e000219.
31. Martínez-Núñez AE, Gamboa-López OE, Bacardí-Gascón M, et al. Long-term complications and side effects of bariatric surgery: a systematic review. *JONNPR*. 2017; 2: 410-415.
32. Sawaya RA, Jaffe J, Friedenber L, et al. Vitamin, mineral, and drug absorption following bariatric surgery. *Curr Drug Metab*. 2012; 13:1345-1355.
33. Nguyen NT, Varela JE, Sabio A, et al. Reduction in prescription medication costs after laparoscopic gastric bypass. *Am Surg*. 2006; 72: 853-856.
34. Narbro K, Agren G, Jonsson E, et al. Pharmaceutical costs in obese individuals: comparison with a randomly selected population sample and long-term changes after conventional and surgical treatment: the SOS intervention study. *Arch Intern Med*. 2002; 162: 2061-2069.
35. Pawlewicz A. NFZ o zdrowiu. Otyłość i jej konsekwencje. 2024 file:///Users/apple/Downloads/NFZ%20o%20zdrowiu%20-%20Otylosc%20(1).pdf.
36. Turri JAO, Anokye NK, Dos Santos LL, et al. Impacts of bariatric surgery in health outcomes and health care costs in Brazil: Interrupted time series analysis of multi-panel data. *BMC Health Serv. Res*. 2022; 22: 41.
37. Bøgelund M, Jørgensen NB, Madsbad S, et al. The Effect of Bariatric Surgery on Healthcare Costs and Labor Market Attachment. *Obes. Surg*. 2022; 32:998–1004.
38. Larsen AT, Højgaard B, Ibsen R, et al. The Socio-economic Impact of Bariatric Surgery. *Obes. Surg*. 2018; 28: 338–348.
39. Nguyen NT, Varela JE, Sabio A, et al. Reduction in prescription medication costs after laparoscopic gastric bypass. *Am Surg*. 2006; 72: 853-356.
40. Keating CL, Peeters A, Swinburn BA, et al. Pharmaceutical utilisation and costs before and after bariatric surgery. *Int J Obes*. 2013; 37:1467–1472.
41. Gesquiere I, Aron-Wisnewsky J, Foulon V, et al. Medication cost is significantly reduced after Roux-en-Y gastric bypass in obese patients. *Obes Surg*. 2014; 24:1896–903.

42. Mabeza RM, Lee C, Verma A, et al. Factors and outcomes associated with venous thromboembolism following bariatric surgery. *Am Surg.* 2022; 88: 2525–2530.
43. Froehling DA, Daniels PR, Mauck KF, et al. Incidence of venous thromboembolism after bariatric surgery: a population-based cohort study. *Obes Surg.* 2013; 23:1874-1879.
44. Zhao Y, Ye Z, Lin J, et al. Efficacy and safety of pharmacoprophylaxis for venous thromboembolism in patients undergoing bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *Obes Surg.* 2022; 32:1701–1718.
45. Mechanick JI, Apovian C, Brethauer S, et al. Clinical practice guidelines for the perioperative nutrition, metabolic, and nonsurgical support of patients undergoing bariatric procedures - 2019 update: cosponsored by American association of clinical endocrinologists/American college of endocrinology, the obesity society, American society for metabolic and bariatric surgery, obesity medicine association, and American society of anesthesiologists. *Obesity.* 2020; 28: O1-O58.
46. Stenberg E, Dos Reis Falcão LF, O'Kane M, et al. Guidelines for perioperative care in bariatric surgery: enhanced recovery after surgery (ERAS) society recommendations: a 2021 update. *World J Surg.* 2022; 46: 729-751.
47. Budzyński A, Major P, Głuszek S, et al. Polskie Rekomendacje w Zakresie Chirurgii Bariatrycznej i Metabolicznej. 2023. <https://www.mp.pl/chirurgia/wytyczne-przegladowe/154894,polskie-rekomendacje-w-zakresie-chirurgii-bariatrycznej-i-metabolicznej>; 2023.
48. Narbro K, Agren G, Jonsson E, et al. Pharmaceutical costs in obese individuals: comparison with a randomly selected population sample and long-term changes after conventional and surgical treatment: the SOS intervention study. *Arch Intern Med.* 2002; 162: 2061–2069.
49. Wu T, Wong SKH, Law BTT, et al. Bariatric surgery is expensive but improves comorbidity: 5-year assessment of patients with obesity and type 2 diabetes. *Br J Surg.* 2021; 108:554-565.
50. Sheng B, Truong K, Spitler H, et al. The long-term effects of bariatric surgery on type 2 diabetes remission, microvascular and macrovascular complications, and mortality: a systematic review and meta-analysis. *Obes Surg.* 2017; 27: 2724-2732.

51. Ribaric G, Buchwald JN, McGlennon TW. Diabetes and weight in comparative studies of bariatric surgery vs conventional medical therapy: a systematic review and meta-analysis. *Obes Surg*. 2014; 24: 437–55.
52. Affinati AH, Esfandiari NH, Oral EA, et al. Bariatric surgery in the treatment of type 2 diabetes. *Curr Diab Rep*. 2019; 19: 156.
53. Ghiassi S, Morton J, Bellatorre N, et al. Short-term medication cost savings for treating hypertension and diabetes after gastric bypass. *Surg Obes Relat Dis*. 2012; 8: 269–274.
54. Morton JM, Ponce J, Malangone-Monaco E, et al. Association of bariatric surgery and national medication use. *J Am Coll Surg*. 2019; 228: 171–179.
55. Chang SH, Stoll CR, Song J, et al. The effectiveness and risks of bariatric surgery: an updated systematic review and meta-analysis, 2003-2012. *JAMA Surg*. 2014; 149: 275–287.
56. Docimo S Jr, Shah J, Warren G, et al. A cost comparison of GLP-1 receptor agonists and bariatric surgery: what is the break even point? *Surg Endosc*. 2024; 38: 6560-6565.

10. Spis tabel

Tabela 1. Łączne koszty leczenia w badanej grupie.	18
Tabela 2. Struktura kosztów przedoperacyjnych w badanej grupie.....	18
Tabela 3. Struktura kosztów okołoperacyjnych w badanej grupie.	19
Tabela 4. Struktura kosztów pooperacyjnych w badanej grupie.....	20
Tabela 5. Koszty przedoperacyjne i pooperacyjne poszczególnych grup leków.	21
Tabela 6. Średnie przedoperacyjne i pooperacyjne koszty poszczególnych grup leków według klasyfikacji ATC (na osobę w PLN rocznie).....	22
Tabela 7. Średnie koszty przedoperacyjne i pooperacyjne leków stosowanych w leczeniu cukrzycy, nadciśnienia tętniczego i hiperlipidemii (na osobę w PLN rocznie)	23

11. Kopie opublikowanych prac



Article

Cost of Surgical Treatment of Obesity and Its Impact on Healthcare Expense—Nationwide Data from a Polish Registry

Magdalena Osńska¹, Iwona Towpik², Yaroslav Sanchak¹, Edward Franek^{1,3}, Andrzej Śliwczyński⁴ and Magdalena Walicka^{1,3,*}

¹ Department of Internal Diseases, Endocrinology and Diabetology, National Medical Institute of the Ministry of the Interior and Administration, 137 Wołoska Str., 02-507 Warsaw, Poland

² Department of Internal Diseases, Diabetology, and Endocrinology, Collegium Medicum, University of Zielona Góra, 28 Zyty Str., 65-046 Zielona Góra, Poland

³ Department of Human Epigenetics, Mossakowski Medical Research Institute, 5 Pawińskiego Str., 02-106 Warsaw, Poland

⁴ Faculty of Medicine, Lazarski University, 43 Świeradowska Str., 02-662 Warsaw, Poland

* Correspondence: m_walicka@wp.pl



Citation: Osńska, M.; Towpik, I.; Sanchak, Y.; Franek, E.; Śliwczyński, A.; Walicka, M. Cost of Surgical Treatment of Obesity and Its Impact on Healthcare Expense—Nationwide Data from a Polish Registry. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2023**, *20*, 1118. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021118>

Academic Editors: Luke Connolly and Paul B. Tchounwou

Received: 28 November 2022

Revised: 3 January 2023

Accepted: 5 January 2023

Published: 8 January 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/>).

Abstract: Weight loss surgery is linked to health benefits and may reduce the cost to the public healthcare systems. The aim of this study was to assess the cost and cost-structure in the one-year periods before and after a bariatric surgery in the Polish nationwide registry. The study included 2390 obese adults which underwent surgical treatment for obesity in 2017. The cost structure and the total costs per patient for one year before bariatric surgery, preoperatively, and for one year after surgery were analyzed. The total cost of the postoperative period was about PLN 3 million lower than during the preoperative period. After bariatric surgery, a reduction of approximately 59% in costs associated with hospital treatment was observed. The costs of outpatient specialist services, hospital treatment, psychiatric care, and addiction treatment also significantly decreased. There was a negative correlation between the changes in the cost of treatment of patients undergoing obesity surgery and their age. The health care cost during the period of one year after bariatric surgery is lower than in the year preceding the surgery (a greater cost difference is observed in younger people). This is mainly influenced by the reduction in costs associated with hospital treatment.

Keywords: obesity; overweight; bariatric surgery; cost-effectiveness; cost

1. Introduction

Obesity is defined by the World Health Organization (WHO) as an abnormal or an excessive fat accumulation [1]. The prevalence of being overweight and obesity (assessed in practice as Body Mass Index ≥ 25 and ≥ 30 kg/m², respectively) is increasing in developed and developing countries, as well as in both children and adults. In 2020, being overweight or obese was diagnosed in about 39 million children under the age of five, and in over 340 million children and adolescents (ages 5–19 years) worldwide [2]. The number of obese people has increased three times since 1975, and the prevalence of obesity was 650 million in 2016 [3]. However, epidemiologic assessments have predicted that in 2030, there will be 1.12 billion obese people worldwide [4].

It is well known that obesity increases mortality, and it has been shown that in 2010, excess body mass caused 3.4 million deaths worldwide [5]. Obesity decreases the expected lifetime, shortening it by 5–20 years [6]. Being overweight and obese is also related to a considerable increase in comorbidity and high healthcare costs. Such costs increase steadily with the increasing prevalence of obesity. It is estimated that the healthcare costs related to obesity may be up to 40% higher when compared to costs of comparable populations with normal body mass [7]. The systematic review of studies performed in the US showed that the combined cost of being overweight or obese in 2008 in this country was USD

113.9 billion. It is estimated that the direct medical cost of being overweight and obese in the US is approximately 5.0% to 10% of the US healthcare spending [8]. According to the WHO European regional obesity report of 2022, in 2014, obesity was responsible for 8% of the health costs in the EU Member States, and the OECD (The Organization for Economic Co-operation and Development) countries will spend, between 2020 and 2050, an average of 8.4% of their entire annual health budget on treating the consequences of being overweight (including obesity) [9].

Considering all the health consequences of obesity, including increased mortality and high health-care expenses, prophylaxis and treatment of obesity, it is becoming one of the most important tasks of research and practice worldwide. Diet, physical activity, and weight management services are very important in dealing with obesity. Lifestyle modification is necessary for successful weight reduction and its maintenance in the longer term. It is well known, however, that compared to non-surgical treatment for obesity (diet, weight-reducing medications, behavioral therapy, or any combination thereof) bariatric surgery is a more effective treatment option for severe obesity not only in terms of weight loss but also with respect to obesity complications [10]. The indications for the surgical treatment of obesity are becoming less stringent. Nevertheless, it should be emphasized that surgery does not exempt patients from lifestyle modifications (which is essential to achieve the expected weight reduction as a result of surgery). According to the American Society for Metabolic and Bariatric Surgery (ASMBS) and the International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders (IFSO), bariatric surgery is recommended for individuals with a body mass index $\geq 35 \text{ kg/m}^2$ (regardless of presence, absence, or severity of co-morbidities) and should be considered for individuals with BMI of 30–34.9 kg/m^2 and coexisting metabolic disease [11]. Considering the above data, it is not surprising that the number of bariatric surgery procedures is increasing (although the growth rate of surgery per eligible population is lower than the growth rate of the obesity population) [12]. However, it should be noted that surgery is a very expensive procedure. A systematic literature review of published cost analyses showed that the mean total procedural cost (per case) in 2016 was USD 14,389 (obviously, costs vary between countries) [13]. When considering the positive health effects associated with the surgical treatment of obesity compared with the related costs, the question then arises as to whether bariatric surgery entails positive socio-economic implications. It seems that the long-term effects of bariatric procedures on body mass reduction and subsequent cure or reduction of frequency or progression of complications of obesity result in a decrease in the general healthcare expenditures and decreased mortality [14]. However, this effect is undoubtedly delayed, and it is uncertain to what extent the early post-operation costs are decreased. It should also be noted that some studies do not confirm the reduction of overall healthcare costs after bariatric procedures in the long term [15,16]. Klein et al. [14] showed that in patients with type 2 diabetes and BMI $\geq 35 \text{ kg/m}^2$ who underwent bariatric surgery, the cost savings, on average, began to accrue to third-party payers at 3 months and surgery costs were recovered at 30 months. In turn, in the study of Kelles SM et al. [17] regarding the general population of obese patients, the direct costs over the first year after the procedure were greater than before, the patients' consumption of resources increased and hospitalizations doubled. In the face of these discrepancies, the aim of our study was to assess the cost and cost-structure in the one-year periods before and after a bariatric surgery in the Polish nationwide registry.

2. Materials and Methods

This is a retrospective analysis of the national database. Patients who underwent bariatric surgery between 1 January 2017 and 30 September 2017 were included in the study. The complete list of patients who have undergone bariatric surgery was generated from the National Health Fund (NHF) database. NHF is the state-owned payer of all reimbursed healthcare procedures countrywide; therefore, all services performed as part of the public healthcare must be submitted to and registered in the NHF database. All bariatric

surgery procedures are listed under the Diagnosis Related Group F17. For the purpose of this study, only the adult patients' data were extracted. This group was additionally stratified into 5 subgroups according to age (18–25, 26–40, 41–50, 51–60, ≥ 61 years of age). Data on sex, postoperative mortality, costs (hospitalizations, medications, specialist care including psychiatric care, primary care, dental treatment, rehabilitation, and others) were analyzed. The analysis was conducted separately for three periods: a pre-operative period (twelve months before the surgery), a perioperative period (from the day of surgery to thirty days after it) and the postoperative period (from the first to the thirteenth month after the surgery). The cost structure in each period was assessed and the mean costs per patient in the pre-operative and post-operative periods were compared.

Statistical Analysis

Statistical analysis was performed using the R Project for Statistical Computing program (version 3.5.1.). Individual variables were presented using basic descriptive statistics. Nominal variables were described using frequency measures: the number n and % of the group; and quantitative variables were described using measures of central tendency and dispersion. Normality of distribution was tested using the Kolmogorov–Smirnov test, data skewness and kurtosis indices and visual assessment of histograms. Equipotency of subgroups (men's and women's group) was checked using the chi-square test which showed that the subgroups were not equipotent. Comparison of preoperative and postoperative costs was performed using the non-parametric Wilcoxon test for paired samples because the assumptions of the parametric test were not met (high skewness and kurtosis of the data, lack of normality of the distribution), assessing the measure of strength of the effect using the binomial correlation coefficient for matched pairs (rc). Comparison of the change in costs after surgery in relation to gender was performed using the non-parametric Mann–Whitney U test because the assumptions of the parametric test were not met (high skewness and kurtosis of the data, lack of normality of the distribution, lack of equality of subgroups), assessing the measure of strength of the effect using the Glass rank biserial correlation coefficient (rg). Given the non-normality of the distribution of the cost data and the presence of outlier observations, analysis of the association between age and cost change was performed using Spearman correlation coefficients (rs). All tests performed were two-sided and a materiality level of 0.05 was used.

3. Results

The study comprised 2390 patients (601 men and 1789 women). The mean age of this population was 41.5 ± 10.5 years, whereas the youngest patient was 18 years old, and the oldest was 74 years old. Almost 90% of all patients were between the 26th and 60th years of age, and patients younger or older constituted only about 5%. The detailed age structure is shown in Figure 1.

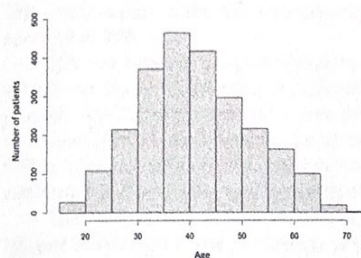


Figure 1. Age structure of the study group.

From January 2017 to July 2019 (31 months), there were 16 deaths in the studied group of patients, 7 deaths among men and 9 among women. Mortality within the period of 360 days after surgery was 0.25% (6 deaths). In-hospital mortality was very low—only one

person died 7 days after surgery. The mean age at death was 48.75 years ($SD = 9.32$), the youngest patient died at the age of 32, and the oldest at the age of 66. The death occurred on average 15 months ($SD = 8.6$ months) after surgery (the earliest: 7 days after surgery; the latest: 30 months after surgery).

Considering all analyzed periods, the perioperative period was the most expensive. It generated a cost of PLN 27.30 million (about USD 6 million) and most of it was related to the cost of the bariatric surgery itself (PLN 26.29 million, USD 1.4 6 million), which constituted 96.3% of the total expenditure in this interval. Costs of a stay at the intensive care unit in the perioperative period constituted 0.8%, and the costs of hospital treatment during the period of 30 days after surgery are 1.4% of the total perioperative costs. Costs of pharmacotherapy in the first 30 days after surgery accounted for 1.2% of the total perioperative costs and was generated mainly of low-molecular-weight heparins (0.9%) and proton pump inhibitors (0.2%). Other perioperative costs included blood products (fresh frozen plasma, red cell concentrates) (0.2%), and parenteral nutrition (total or partial) amounting to 0.1% of all perioperative costs in total. Detailed cost structure of the total perioperative costs is presented in Table 1.

Table 1. Structure of total perioperative costs in the study group.

Type of Service	Value, PLN	% of All Costs
Surgery (hospital stay, medication, surgical procedure, etc.)	26,294,985	96.3
Hospital treatment within 30 days of surgery	383,418	1.4
Low-molecular-weight heparins	240,645	0.9
Stay in the intensive care unit	228,381	0.8
Transfusions	56,146	0.2
Proton pump inhibitors	42,668	0.2
Parenteral nutrition	32,452	0.1
Other medications	19,632	0.1
Separately contracted services	2786	<0.1
Other	1888	<0.1
Outpatient specialist services	1241	<0.1
Psychiatric care and addiction treatment	299	<0.1
Total perioperative costs	27,304,540	100

To convert the values in PLN to USD they should be divided by 4.4 (USD 1 = PLN 4.4).

With regard to preoperative costs, for the entire group of patients, the total costs of treatment in the year preceding surgery amounted to PLN 6.91 million (USD 1.5 million) and the highest cost was attributed to the hospital treatment (60% of the total cost). The next most costly type of services were medications (15%) and specialist outpatient services (13.2%). The cost of psychiatric care and addiction treatment amounted to 4.1%, and the cost of medical rehabilitation and dental treatment constituted 2.2% of the total costs each. The smallest part of the cost was primary health care services (0.1%) and nursing and care services (0.2%).

The total cost of the postoperative period was PLN 4,104,489.88 (USD 912,108.866) which was about PLN 3 million (USD 667,000) lower in comparison with the preoperative period. Similar to preoperative costs, the majority of expenses were related to hospital treatment (40% of postoperative costs), medications (24%) and outpatient specialist services (15%). Medical rehabilitation and psychiatric care together with treatment of addictions generated 11.2% of total cost in postoperative period.

The comparison of the structure of preoperative and postoperative costs showed the biggest differences in the percentage of costs related to hospital treatment and medications. The percentage of costs related to hospital treatment decreased in the postoperative period (60% of the total preoperative costs vs. 43% of the total postoperative costs), while the percentage of costs related to medications increased (15% of the total preoperative costs vs. 27% of total postoperative costs). The detailed structure of pre- and postoperative costs in the study group is presented in Table 2.

Table 2. Structure of total pre- and postoperative costs in the study group.

Type of Service	Preoperative Costs		Postoperative Costs	
	Value, PLN	% of All Costs	Value, PLN	% of All Costs
Hospital treatment	4,147,993.50	60.0	1,648,744.54	40.2
Medications	1,033,403.81	15.0	987,204.02	24.1
Outpatient specialist services	913,621.46	13.2	631,268.57	15.4
Psychiatric care and addiction treatment	282,597.00	4.1	231,258.82	5.6
Separately contracted services	212,248.69	3.1	230,548.57	5.6
Therapeutic rehabilitation	152,416.79	2.2	168,277.08	4.1
Dental treatment	151,247.11	2.2	143,501.02	3.5
Nursing and care services	12,318.32	0.2	46,878.14	1.1
Primary health care	3856.00	0.1	13,166.13	0.3
Preventive health programs	28.00	<0.1	3523.00	0.1
Pilot programs	-	-	120.00	<0.1
Total costs	6,909,730.67	100.0	4,104,489.88	100.0

To convert the values in PLN to USD they should be divided by 4.4 (USD 1 = PLN 4.4).

The analysis of the mean costs per patient showed that the total cost one year after surgery was significantly lower than that before surgery (median difference −716.71 PLN [CI −849.11; −594.03], $p < 0.001$ this equals roughly −159 USD). The costs of outpatient specialist services, hospital treatment, psychiatric care, and addiction treatment significantly decreased. A comparison of the preoperative and postoperative mean costs is shown in Table 3.

Table 3. A comparison of the preoperative and postoperative mean costs (in PLN) per patient in the study group.

Type of Service	Preoperative Costs		Postoperative Costs		MD (95% CI)	p
	Median (Min-Max)	Mean ± SD	Median (Min-Max)	Mean ± SD		
Outpatient specialist services	252.00 (0.00–3702.76)	382.27 ± 430.94	146.25 (0.00–3029.67)	264.13 ± 341.64	−99.28 (−112.66; −86.33)	<0.001
Dental treatment	0.00 (0.00–1970.59)	63.28 ± 175.39	0.00 (0.00–2911.00)	60.04 ± 183.26	−14.61 (−29.27; −0.11)	0.047
Hospital treatment	0.00 (0.00–99,825.60)	1735.56 ± 4281.59	0.00 (0.00–113,665.76)	689.85 ± 5163.06	−2418.00 (−2600.00; −2224.04)	<0.001
Psychiatric care and addiction treatment	0.00 (0.00–38,863.74)	118.24 ± 997.17	0.00 (0.00–13,654.67)	96.46 ± 687.63	−78.99 (−97.50; −61.87)	<0.001
Primary health care	0.00 (0.00–527.00)	1.61 ± 17.71	0.00 (0.00–638.00)	1.47 ± 18.54	−0.14 (−1.14; 0.86)	0.472
Preventive health programs	0.00 (0.00–28.00)	0.01 ± 0.57	0.00 (0.00–2025.00)	5.51 ± 69.08	634.38 (509.87; 738.38)	<0.001
Therapeutic rehabilitation	0.00 (0.00–8113.20)	63.77 ± 320.92	0.00 (0.00–10,160.00)	96.76 ± 598.92	9.50 (−29.12; 48.62)	0.624
Separately contracted services	0.00 (0.00–67,127.64)	88.81 ± 2327.01	0.00 (0.00–63,280.18)	70.41 ± 1926.56	−703.50 (1725.54; 271.32)	0.224
Medications	204.32 (0.00–11,194.52)	432.39 ± 710.96	315.34 (0.00–20,705.37)	413.06 ± 920.21	93.34 (82.61; 104.00)	<0.001
Total costs	1254.11 (0.00–100,448.10)	2891.10 ± 5374.82	693.55 (0.00–114,325.51)	1717.36 ± 6298.87	−716.71 (−849.11; −594.03)	<0.001

Abbreviations: MD (95% CI) median difference in postoperative cost minus operative cost with 95% confidence interval; SD standard deviation; To convert the values in PLN to USD they should be divided by 4.4 (USD 1 = PLN 4.4).

No statistically significant difference was found between men and women, for the total treatment cost and for individual types of services, in mean change in costs after surgery compared to the period before surgery.

The analysis of the relationship between the changes in the cost of treatment of patients undergoing obesity surgery and their age showed a negative correlation. The older the patients were, the smaller was the statistically significant change in the total cost, and cost of outpatient specialist services, hospital treatment, preventive health programs and medications (Table 4).

Table 4. Correlation between age and the change in the cost of postoperative treatment compared to preoperative treatment.

Type of Service	Spearman's Correlation Coefficient (r_s)	p
Outpatient specialist services	−0.10	<0.001
Dental treatment	−0.02	0.365
Hospital treatment	−0.07	0.001
Psychiatric care and addiction treatment	−0.04	0.081
Primary health care	−0.01	0.668
Preventive health programs	−0.08	<0.001
Therapeutic rehabilitation	0.02	0.298
Separately contracted services	−0.02	0.349
Medications	−0.08	<0.001
Total costs	−0.10	<0.001

4. Discussion

Based on the available data, this study on a population of patients diagnosed with obesity was the first to evaluate and compare direct health care costs before and after bariatric surgery using the nationwide data from a Polish registry. The study indicated an over 40% reduction in health-care costs in the one-year period after bariatric surgery. This is an important observation from the point of view of the medical service payers when it comes to the long-term planning of tasks and financing of individual services. Our findings are consistent with a study conducted in Brazil by Sussenbach et al. [18]. This cohort study showed a reduction of approximately 32% in the expenditure incurred on medications, additional examinations and medical appointments during the first 12 months after bariatric surgery. Moreover, during the subsequent period of time, a reduction of costs was further observed, and it was progressively greater (within 24 months, a reduction of about 58% and 74% at 24 and 36 months, respectively). Unfortunately, our study does not include monitoring longer than 12 months after bariatric surgery. Another Brazilian study published by Turri JAO et al. this year [19], estimated patients' direct health-care costs referring to bariatric surgery in a single center during a period of 6 months pre-intervention and 6 months post-intervention. It was shown that mean direct costs of hospitalization, imaging, and medication decreased after surgery. However, total direct costs, consultations, and laboratory exams increased after the intervention. Additionally, the study by Bøgelund M et al. [20] performed in Denmark revealed that in people with obesity receiving bariatric surgery, healthcare costs significantly and persistently increase during the first five years after surgery (especially in the first year after intervention). Another analysis using real-world data from national registries concluded that there are no cost savings of bariatric surgery in the short run (3 years after the procedure) [21]. In turn, a meta-analysis of 61 studies examining the 23 years period has shown that bariatric surgery is largely cost-saving, mainly due to the reduction of costs of medication [22]. In our study, the total costs of medications decreased one year after surgery; however, there is some discrepancy between the medication costs per patient expressed as a median and mean (we will perform an additional analysis of this issue). Mean values may be artificially high due to outliers (high costs of an individual patient). For this reason, the medians seem to be a better parameter. It should be noted that we use the median of differences (more precisely, the so-called 'pseudomedian'—the value calculated by the Wilcoxon test), which does not coincide with the usual arithmetic difference (mean after the operation minus the mean

before the operation). Additionally, the period of our observation is short, and some obesity complications requiring the use of medication may not have been resolved after a year.

The discrepancies in the literature regarding the impact of bariatric surgery on health care costs may be due to several reasons. Firstly, the studies differ significantly in methodology as well as in the size of the assessed population. Secondly, the incidence of post-procedural complications may vary significantly from country to country. Additionally, post-bariatric care costs may vary between countries depending on the follow-up schemes used. It is known that patients after bariatric surgery require follow-up medical appointments, monitoring of nutritional deficiencies, and use of specific medications; however, the frequency of visits and the ordered laboratory tests may significantly differ depending on the dominant types of operations performed in a given country. Unfortunately, in Poland, there are very few centers offering integrated care for obese patients, and many patients after bariatric surgery are supervised by primary care physicians only.

In Poland, bariatric surgery procedures have been reimbursed by NHF since 2017 and the reimbursed sum ranges from 10,944 to 11,723 PLN per patient (this is the amount the NHF pays the hospital for a patient's hospital stay, surgery, medications, etc.), which equals roughly EUR 2300 or USD 2400. The cost of the procedure is much lower than in other European countries or in the US [13], although this is a reflection of the lower income and lower general prices in Poland. Regardless, the reimbursement has facilitated general access to those procedures.

The analysis in this study showed a significant predominance of women (75%) undergoing bariatric surgery. Similarly, other published studies are characterized by a significant predominance of women [23,24]. The above scheme may indicate that women are more aware and knowledgeable about obesity and the need to treat it. In addition, there is a widespread trend among women to take care of themselves and their holistic well-being. The predominance of women among patients undergoing bariatric surgery does not affect the cost of care, however. In our study, no statistically significant difference was found between men and women in the mean change in treatment costs after surgery.

The problem of obesity also affects the elderly population. In people aged 60 years and older, 37.1% of men and 33.6% of women are classified as having obesity (based on a body mass index (BMI) ≥ 30 kg/m²) [25]. Although weight loss interventions in older adults remain a controversial topic, some people may benefit from them [26]. Bariatric surgery offers obese elderly patients a satisfactory result, and it can improve their quality of life [27] with an acceptable surgical risk [28]. According to this year's newly updated indications for metabolic and bariatric surgery, there is no evidence to support an age limit for patients seeking bariatric surgery. The most important is a careful selection that includes an assessment of frailty [11]. There are also studies pointing to bariatric surgery as cost-saving even in the older population. In the study by Marihart CL et al. [29], estimated savings started accruing within three months of surgery. However, it is known that the survival time of older people is significantly shorter than that of young people. In addition, younger patients have a lower burden of comorbidities both pre- and post-operatively. So, in the long run, cost saving seems probably greater in younger people. In our study, people older than 60 years old constituted 5% of the research group. We showed a negative correlation between the changes in the cost of treatment of patients undergoing obesity surgery and their age (the older the patients were, the smaller the change in the total cost).

In summary, this is the first analysis of a national database to assess the cost and cost structure in the one-year periods before and after bariatric surgery in the Polish population. The strength of this study lies in the high number of analyzed surgeries, making the results more reliable than those obtained in smaller studies. On the other hand, the study has some limitations. The first one is its retrospective character. As a result of this, we had no information on the type of operation, obesity categories, and comorbidities. Additionally, we did not have data on other methods of treating obesity so the comparison of costs and effectiveness of bariatric surgery with non-surgical treatment was impossible. The choice of services which were analyzed in the cost structure was limited to the information available

in the database. Additionally, we could only analyze data on operations reimbursed by the state-owned payer while some procedures may also be performed in private centers. Data on dental treatment are also probably incomplete, as most dental procedures in Poland are not paid for by the National Health Fund. Another limitation is the short observation period (one year before and after the operation), mainly related to the COVID pandemic, which, as is known, significantly affected elective surgeries and medical check-ups. The last limitation is the lack of a control group. The relatively short duration of the study and the lack of a control group limited the study's capacity to conclude that bariatric surgery is a cost-saving method of obesity treatment. Therefore, this study is unable to fully inform decision-makers of the value of bariatric surgery. It should be noted, however, that the National Health Fund database of Poland is the biggest healthcare database in Poland, which registers all services performed as part of public healthcare. Therefore, it can be assumed that the costs reported in this study directly represent the country's spending on bariatric surgery, and obviously, the reliability of conclusions based on an observation of a large group of patients is high. Additionally, the NHF database allows us to look into the distribution of the costs, showing the separate costs of the different procedures (such as hospitalizations, ambulatory care, and rehabilitation) and cost of the medications.

5. Conclusions

This analysis shows that in people with obesity who underwent bariatric surgery, the use of health care and its costs up to one year after bariatric surgery is lower than in the year preceding the surgery (the greater cost differences are observed in younger people compared to older ones). This is mainly influenced by the reduction in costs associated with hospital treatment. Further research with a longer period of observation, cost-effectiveness modeling, or with a control group is needed to clarify if bariatric surgery is a cost-saving method when treating obesity.

Author Contributions: Conceptualization, E.F. and M.W.; Methodology, E.F. and A.Ś.; Validation, E.F., A.Ś. and M.W.; Formal Analysis, E.F. and A.Ś.; Resources, A.Ś.; Data Curation, M.O. and I.T.; Writing—Original Draft Preparation, M.O., Y.S. and I.T.; Writing—Review and Editing, E.F. and M.W.; Visualization, M.O. and Y.S.; Supervision, E.F. and M.W. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: Ethical review and approval were waived for this study due to the retrospective and non-invasive nature of the study.

Informed Consent Statement: Not applicable (retrospective analysis of nationwide database).

Data Availability Statement: The data presented in this study are available on reasonable request from the corresponding author.

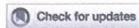
Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. WHO. Obesity. Available online: www.who.int/health-topics/obesity (accessed on 5 August 2022).
2. WHO. Obesity and Overweight. Available online: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (accessed on 6 August 2022).
3. NCD Risk Factors Collaborators. Worldwide trends in body mass index, underweight, overweight and obesity from 1975 to 2016: A pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents and adults. *Lancet* 2017, 390, 2627–2642. [CrossRef]
4. Kastorini, C.M.; Milionis, H.J.; Ioannidi, A.; Kalantzi, K.; Nikolaou, V.; Vemmos, K.N.; Goudevenos, J.A.; Panagiotakos, D.B. Adherence to the Mediterranean diet in relation to acute coronary syndrome or stroke nonfatal events: A comparative analysis of a case/control study. *Am. Heart J.* 2011, 162, 717–724. [CrossRef]
5. Lim, S.S.; Vos, T.; Flaxman, A.D.; Danaei, G.; Shibuya, K.; Adair-Rohani, H.; AlMazroa, M.A.; Amann, M.; Anderson, H.R.; Andrews, K.G.; et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2012, 380, 2224–2260. [CrossRef]

6. Fontaine, K.R.; Redden, D.T.; Wang, C.; Westfall, A.O.; Allison, D.B. Years of life lost due to obesity. *JAMA* **2003**, *289*, 187–193. [CrossRef]
7. Sturm, R.; Ringel, J.S.; Andreyeva, T. Increasing obesity rates and disability trends. *Health Aff.* **2004**, *23*, 199–205. [CrossRef]
8. Cawley, J.; Biener, A.; Meyerhoefer, C.; Ding, Y.; Zvenyach, T.; Smolarz, B.G.; Ramasamy, A. Direct medical costs of obesity in the United States and the most populous states. *J. Manag. Care Spec. Pharm.* **2021**, *27*, 354–366. [CrossRef] [PubMed]
9. WHO. WHO European Regional Obesity Report 2022. Available online: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/353747/9789289057738-eng.pdf> (accessed on 20 December 2022).
10. Gloy, V.L.; Briel, M.; Bhatt, D.L.; Kashyap, S.R.; Schauer, P.R.; Mingrone, G.; Bucher, H.C.; Nordmann, A.J. Bariatric surgery versus non-surgical treatment for obesity: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* **2013**, *347*, f5934. [CrossRef]
11. Eisenberg, D.; Shikora, S.A.; Aarts, E.; Aminian, A.; Angrisani, L.; Cohen, R.V.; De Luca, M.; Faria, S.L.; Goodpaster, K.P.S.; Haddad, A.; et al. 2022 American Society for Metabolic and Bariatric Surgery (ASMBS) and International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders (IFSO): Indications for Metabolic and Bariatric Surgery. *Surg. Obes. Relat. Dis.* **2022**, *18*, 1345–1356. [CrossRef] [PubMed]
12. Altieri, M.S.; Irish, W.; Pories, W.J.; Shah, A.; DeMaria, E.J. Examining the Rates of Obesity and Bariatric Surgery in the United States. *Obes. Surg.* **2021**, *31*, 4754–4760. [CrossRef]
13. Doble, B.; Wordsworth, S.; Rogers, C.A.; Welbourn, R.; Byrne, J.; Blazeby, J.M. What Are the Real Procedural Costs of Bariatric Surgery? A Systematic Literature Review of Published Cost Analyses. *Obes. Surg.* **2017**, *27*, 2179–2192. [CrossRef] [PubMed]
14. Klein, S.; Ghosh, A.; Cremieux, P.Y.; Eapen, S.; McGavock, T.J. Economic impact of the clinical benefits of bariatric surgery in diabetes patients with BMI ≥ 35 kg/m². *Obesity* **2011**, *19*, 581–587. [CrossRef] [PubMed]
15. Maciejewski, M.L.; Arterburn, D.E. Cost-effectiveness of bariatric surgery. *JAMA* **2013**, *310*, 742–743. [CrossRef]
16. Gulliford, M.C.; Charlton, J.; Prevost, T.; Booth, H.; Fildes, A.; Ashworth, M.; Littlejohns, P.; Reddy, M.; Khan, O.; Rudisill, C. Costs and Outcomes of Increasing Access to Bariatric Surgery: Cohort Study and Cost-Effectiveness Analysis Using Electronic Health Records. *Value Health* **2017**, *20*, 85–92. [CrossRef] [PubMed]
17. Kelles, S.M.; Barreto, S.M.; Guerra, H.L. Costs and usage of healthcare services before and after open bariatric surgery. *Sao Paulo Med. J.* **2011**, *129*, 291–299. [CrossRef]
18. Sussenbach, S.P.; Padoin, A.V.; Silva, E.N.; Benzano, D.; Pufal, M.A.; Barhouch, A.S.; Chatkin, R.; Ramos, R.J.; Balestro, A.; Mottin, C.C. Economic benefits of bariatric surgery. *Obes. Surg.* **2012**, *22*, 266–270. [CrossRef] [PubMed]
19. Turri, J.A.O.; Anokye, N.K.; Dos Santos, L.L.; Júnior, J.M.S.; Baracat, E.C.; Santo, M.A.; Sarti, R.M. Impacts of bariatric surgery in health outcomes and health care costs in Brazil: Interrupted time series analysis of multi-panel data. *BMC Health Serv. Res.* **2022**, *22*, 41. [CrossRef]
20. Bøgelund, M.; Jørgensen, N.B.; Madsbad, S.; Spanggaard, M.; Panton, U.H.; Pedersen, M.H.; Johansen, P. The Effect of Bariatric Surgery on Healthcare Costs and Labor Market Attachment. *Obes. Surg.* **2022**, *32*, 998–1004. [CrossRef]
21. Larsen, A.T.; Højgaard, B.; Ibsen, R.; Kjellberg, J. The Socio-economic Impact of Bariatric Surgery. *Obes. Surg.* **2018**, *28*, 338–348. [CrossRef]
22. Xia, Q.; Campbell, J.A.; Ahmad, H.; Si, L.; de Graaff, B.; Palmer, A.J. Bariatric surgery is a cost-saving treatment for obesity—A comprehensive meta-analysis and updated systematic review of health economic evaluations of bariatric surgery. *Obes. Rev.* **2020**, *2*, e12932. [CrossRef] [PubMed]
23. Richard, V.; Stähli, C.; Giudicelli, G.; Worreth, M.D.; Krähenbühl, N.; Greiner, E.; Papastathi, C.; Diana, M.; Saadi, A. Does the socio-demographic profile of patients limit access to bariatric surgery? *Eat. Weight Disord.* **2022**, *27*, 1457–1466. [CrossRef]
24. Kelles, S.M.; Diniz Mde, F.; Machado, C.J.; Barreto, S.M. Perfil de pacientes submetidos à cirurgia bariátrica, assistidos pelo Sistema Único de Saúde do Brasil: Revisão sistemática [The profile of patients undergoing bariatric surgery in the Brazilian Unified National Health System: A systematic review]. *Cad. Saude Publica* **2015**, *31*, 1587–1601. [CrossRef]
25. Malenfant, J.H.; Batsis, J.A. Obesity in the geriatric population—A global health perspective. *J. Glob. Health Rep.* **2019**, *3*, e2019045. [CrossRef]
26. Batsis, J.A.; Gill, L.E.; Masutani, R.K.; Adachi-Mejia, A.M.; Blunt, H.B.; Bagley, P.J.; Lopez-Jimenez, F.; Bartels, S.J. Weight Loss Interventions in Older Adults with Obesity: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials Since 2005. *J. Am. Geriatr. Soc.* **2017**, *65*, 257–268. [CrossRef]
27. Susmallian, S.; Raziel, A.; Barnea, R.; Paran, H. Bariatric surgery in older adults: Should there be an age limit? *Medicine* **2019**, *98*, e13824. [CrossRef] [PubMed]
28. Aryannezhad, S.; Khalaj, A.; Hosseiniapanah, F.; Mahdavi, M.; Valizadeh, M.; Barzin, M. One-year outcomes of bariatric surgery in older adults: A case-matched analysis based on the Tehran Obesity Treatment Study. *Surg. Today* **2021**, *51*, 61–69. [CrossRef] [PubMed]
29. Marihart, C.L.; Brunt, A.R.; Geraci, A.A. Older adults fighting obesity with bariatric surgery: Benefits, side effects, and outcomes. *SAGE Open Med.* **2014**, *2*, 2050312114530917. [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.



OPEN ACCESS

EDITED BY
Domenica Matranga,
University of Palermo, Italy

REVIEWED BY
Małgorzata Kowalska,
Medical University of Silesia, Poland
Sabrina Oussaada,
Academic Medical Center, Netherlands

*CORRESPONDENCE
Magdalena Walicka
✉ m_walicka@wp.pl

RECEIVED 24 November 2023
ACCEPTED 15 January 2024
PUBLISHED 08 February 2024

CITATION
Osińska M, Sanchak Y, Śliwczyński A, Franek E
and Walicka M (2024) Comparison of pre-and
postoperative medication costs in patients
who underwent bariatric surgery – a
nationwide data analysis.
Front. Public Health 12:1344040.
doi: 10.3389/fpubh.2024.1344040

COPYRIGHT
© 2024 Osińska, Sanchak, Śliwczyński, Franek
and Walicka. This is an open-access article
distributed under the terms of the Creative
Commons Attribution License (CC BY). The
use, distribution or reproduction in other
forums is permitted, provided the original
author(s) and the copyright owner(s) are
credited and that the original publication in
this journal is cited, in accordance with
accepted academic practice. No use,
distribution or reproduction is permitted
which does not comply with these terms.

Comparison of pre-and postoperative medication costs in patients who underwent bariatric surgery – a nationwide data analysis

Magdalena Osińska¹, Yaroslav Sanchak¹, Andrzej Śliwczyński²,
Edward Franek^{1,3} and Magdalena Walicka^{1,3*}

¹Department of Internal Diseases, Endocrinology and Diabetology, National Medical Institute of the Ministry of the Interior and Administration, Warsaw, Poland, ²National Medical Institute of the Ministry of the Interior and Administration, Warsaw, Poland, ³Department of Human Epigenetics, Mossakowski Medical Research Institute, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland

Introduction: Bariatric surgery has known health benefits and may lower the medication-related costs. This study aimed to assess the cost of medications prior to and after bariatric surgery in the Polish nationwide registry.

Methods: The study included 2,390 adults. The analysis was conducted separately for a 12-month pre-operative period, and a 12-month postoperative period. The total costs of medication and cost per anatomical therapeutic chemical group were assessed and the mean cost per patient in the preoperative and postoperative periods was compared.

Results: The study showed a significant increase in the overall medication costs and mean costs of medications per patient in the year after bariatric surgery. This increase was related mainly to low-molecular-weight heparins used in the 1st month after surgery. Alternatively, costs of medication used in the cardiovascular system diseases and anti-infectives decreased significantly. The total costs of hypoglycemic agents were reduced by 46%, antihypertensive medications by 29%, and lipid-lowering drugs by 38.

Conclusions: In general, medication costs are higher in the first year after surgery. The increase results from the perioperative use of low-molecular-weight heparins, whereas a significant cost reduction of glucose-, lipid-lowering, antihypertensive, and anti-infective medications was observed.

KEYWORDS

obesity, bariatric surgery, cost-effectiveness, cost, overweight

1 Introduction

According to estimates by the World Obesity Federation, the prevalence of overweight and obesity (BMI ≥ 25 kg/m²) will increase from 38% of the world's population in 2020 to over 50% in 2035. That being so, by 2035 over 4 billion people (over 5 years of age) will be living with these conditions (1). In the National Study of Nutrition and Nutritional Status of the Polish Population published in 2021, overweight was found in 52.4% of men and 32% of women, and obesity in 16.5% and 16.2%, respectively (2). Accordingly, overweight and obesity are becoming a pandemic and a significant public health problem all over the world.

Obesity is a disease that involves multiple organ systems which increases the risk of the most common non-communicable chronic diseases (type 2 diabetes, hypertension, cardiovascular diseases, non-alcoholic fatty liver disease, obstructive sleep apnea, hypoventilation syndrome, osteoarthritis, cancer, mood, and anxiety disorders) (3). Thus, it is not surprising that obesity treatment costs are high. In 2019, per capita costs of obesity ranged from USD 17 in India to USD 940 in Australia (4). Obesity raises the costs of inpatient, and outpatient care, as well as prescription medication. In the US, the effects of obesity increase the ambulatory care expenditures by 67.0%, prescription drug expenditures by 186.8% (excluding anti-obesity medications), and inpatient services by 177.6% and 923.9% for class 1 and class 3 obesity, respectively (5).

Lifestyle modification (diet and physical activity) is a necessity for successful, long-term weight reduction. Bariatric surgery is however the most effective tool in the treatment of obesity. It is associated with substantial and durable weight loss (6). It is an effective procedure not only in the treatment of obesity but also in the prevention and control of comorbidities (7, 8). This improvement should be linked to the reduction of the number of medications taken and their related costs. On the other hand, bariatric surgery is an invasive procedure that can be associated with complications such as a stenosis, anastomotic leak, postoperative bleeding, venous thromboembolism, infections, megaesophagus or pseudoachalasia, gastroesophageal reflux disease, ulcers, several nutritional deficits, internal hernias, gallstone disease, and dumping syndrome (9–11) which may require additional procedures and medications, resulting in an increase of the cost of care. It is well known that patients who have undergone obesity surgery require supplementation of multivitamins and minerals (12). In most bariatric centers, proton pump inhibitors are also prescribed to minimize the risk of ulcer formation and gastroesophageal reflux symptoms. Taking all this into account, lowering medication costs after bariatric surgery is not obvious. Previous studies have demonstrated a decrease in medication costs after surgery (13) as well, showing similar costs for surgically treated obese individuals when compared to those treated conventionally (14). In our previous study assessing the cost of surgical treatment of obesity and its impact on healthcare expenses, the total costs of medications decreased 1 year after obesity surgery, there was however some disparity between the medication costs per patient expressed as a median and mean (15). Thus, the study performed a detailed analysis of the changes in drug costs during the twelfth-month periods before and after bariatric surgery in the Polish nationwide registry.

2 Materials and methods

A retrospective design was used to analyze the national database. The study included adult patients having undergone bariatric surgery during the period of January 1, 2017, to September 30, 2017 (2017 was selected for analysis because during this year the Agency for Health Technology Assessment and Tariff System in Poland separated bariatric surgery from general surgery and created a new group of guaranteed services called surgical treatment of obesity, reimbursed by the National Health Fund).

This sample of patients undergoing bariatric surgery was acquired from the National Health Fund (NHF) database. NHF is the state-owned financier of all reimbursed healthcare procedures across the country which requires that healthcare providers who had signed an agreement with this organization regarding the provision of healthcare services are required to maintain an electronic patient registry with the NHF. The data included within this registry includes, among others, information such as the patient's personal identifying number, the International Statistical Classification of Disease and Related Health Problems (ICD-10) disease code, and the Diagnosis Related Group for a given service. With regards to bariatric surgery, the Diagnosis Related Group was classified as F17. In a similar way, pharmacies are required to maintain and provide a record of filled prescriptions to the NHF. The provided record also includes, among others, the patient's personal identifying number and the code number (European Article Number EAN) of medication. For this study, the sample was generated by taking all services provided for the Diagnosis Related Group F17 and the associated filled prescriptions for the associated personal identifying numbers. The prescribed medications were then categorized in accordance with the Anatomical Therapeutic Chemical Classification System (ATC). The total cost of medications and the cost of each individual ATC group were assessed. An analysis was carried out separately for prescriptions used in the treatment of diabetes, hypertension, and hyperlipidemia. It was decided to perform a separate analysis of these prescriptions, because it is well known that obese compared to non-obese individuals use more cardiovascular and diabetes medications (16) and cost changes of these medications after surgery seem particularly important. The mean cost, per personal identifying number, within the preoperative period (a period of 12 months before the surgery), and the postoperative period (a period of 12 months after the surgery) were compared. The median of the differences between costs of the two periods was calculated.

2.1 Statistical analysis

Statistical analysis was performed using the R Project for Statistical Computing program (version 3.5.1.). Preoperative and postoperative costs were presented as absolute and percent values. Data for costs for the comparison of pre- and postoperative periods were presented using measures of central tendency (mean and median) and dispersion (standard deviation and interquartile range). The normality of distribution was tested using the Kolmogorov-Smirnov test as well as based on data skewness and kurtosis values. A comparison of preoperative and postoperative costs was performed using the non-parametric Wilcoxon test for paired samples because the assumptions of the parametric test were not met (high skewness and kurtosis of the data, lack of normality of the distribution). All tests performed were two-sided with a significance level of 0.05.

3 Results

The study included 2,390 patients (601 men and 1,789 women). With reference to preoperative costs, the total cost for the treatment

of the entire group of patients in the year preceding surgery amounted to PLN 6.91 million (USD 1.73 million). The cost attributed to medications accounted for PLN 1.03 million (USD 0.3 million, 15% of total costs). The highest cost was incurred for medications used to treat diseases of the alimentary tract and metabolism (group A according to the ATC classification) - PLN 262,010 (USD 65,503), followed by drugs used in diseases of the cardiovascular system (group C) - PLN 238,989 (USD 59,747). Next was the cost of drugs used in diseases of the respiratory system (group R) - PLN 106,748 (USD 26,696) and the nervous system (group N) - PLN 103,824 (USD 25,956).

With reference to the postoperative period, the total treatment cost for the entire group of patients in the year post surgery totaled to PLN 31.4 million (USD 7.85 million) and most of it was related to the cost of the bariatric surgery itself (PLN 26.29 million, USD 6.57 million). The cost attributed to medications accounted for almost PLN 1.3 million (USD 0.33 million, 4% of total cost). The highest cost was incurred for medications used in the treatment of blood and blood forming organs (group B) - PLN 199,388 (USD 49,847), followed by drugs used in the diseases of alimentary tract and metabolism (group A) - PLN 199,388 (USD 49,847). Next was the cost of drugs used in diseases of the cardiovascular system (group C) - PLN 168,488 (USD 42,122) and the nervous system (group N) - PLN 135,184 (USD 33,796). Costs of pharmacotherapy in the first 30 days after surgery accounted for PLN 302,945 (USD 75,736) and were generated mainly by low-molecular-weight heparins (PLN 240,645, USD 60,161) and proton pump inhibitors (PLN 42,668, USD 10,667).

Detailed preoperative and postoperative costs of individual groups of drugs (according to ATC classification) are presented in Table 1.

Analysis of the mean cost per patient revealed that the total cost of the medications 12 months after surgery was significantly higher than before. This increase was generated mainly by the medications used to treat blood and blood-forming organs (group B). In this group, the main cost was related to low-molecular-weight heparins. A significant increase in cost was also observed regarding medicines used in the treatment of alimentary tract and metabolism diseases (group A). A significant decrease was concerned with the cost of medications used in cardiovascular system diseases (group C), and anti-infectives for systemic use (group J). Average preoperative and postoperative cost per patient for each medications group (according to ATC classification) were presented in Table 2.

With reference to the postoperative period, the total costs of hypoglycemic agents were reduced by 46%, antihypertensive medications by 29%, and lipid-lowering drugs by 38%. The total cost of glucometer strips has not changed. Average preoperative and postoperative costs per patient were presented in Table 3.

4 Discussion

Our study revealed a significant overall increase in the medication cost 1 year after bariatric surgery. This result contradicts those of Nguyen et al. (13) who showed that the mean monthly medication savings for the first year after surgery was USD 168, with a yearly savings of USD 2016 per patient. Similarly,

Keating et al. (17) observed that when compared to the 12 months before bariatric surgery, overall pharmaceutical utilization fell in the 24 months after the procedure and costs decreased from AUD 517 to AUD 435 per person.

The increase in the medication cost in our study was largely due to the cost of low-molecular-weight heparin in the first month after surgery. Likewise, in the study by Gesquiere et al. (18) a 36-fold increase in the cost of medications 1 month after surgery (compared to the period before surgery) was observed, which was caused by, among others, the use of low-molecular-weight heparin (LMWH). This is not surprising because thromboprophylaxis in people undergoing bariatric surgery is very important. Venous thromboembolism (VTE) in this group of patients is associated with readmission and significantly increased mortality (19). One of the major problems with thromboprophylaxis in bariatric surgery is however the poor knowledge about the effectiveness of thromboprophylaxis regimens in the obese population. Too little high-quality research, as well as the doubts about the appropriate doses of LMWH in obese patients make it difficult to determine the optimal recommendations. Some studies point to extended outpatient thromboprophylaxis in patients after obesity surgery because most VTE events occur after hospital discharge (20), however according to the recent meta-analysis, current evidence is insufficient to support this proposal (21). Recommendations developed by the American Association of Clinical Endocrinologists (AACE), The Obesity Society (TOS), the American Society for Metabolic and Bariatric Surgery (ASMBS), the Obesity Medicine Association (OMA), and the American Society of Anesthesiologists (ASA) suggest thromboprophylaxis (subcutaneously administered unfractionated heparin or low-molecular-weight heparin), given within 24 hours after operation for all patients after bariatric surgery (22). In turn, the recommendations of enhanced recovery after surgery (ERAS) society, updated in 2021, do not specify the scheme of prophylaxis. Its authors only recommend individualized doses and duration of treatment (23). Accordingly, the Polish recommendations in the field of bariatric and metabolic surgery, thromboprophylaxis should include low-molecular-weight heparin, the dose of which should be selected individually. Continuation of thromboprophylaxis (preferably with the use of LMWH) is valid for at least 7 days after the procedure (24). The use of different prophylaxis regimens may account for differences in postoperative drug costs between countries.

Interestingly we found a significant decrease in the costs of anti-infectives for systemic use in the postoperative period. This may indicate a lower incidence of infections after bariatric surgery. The effect of obesity surgery and weight loss on infectious diseases risk in people with obesity has not been fully studied. Goto et al. (25) showed decreased risk of skin and soft tissue infection and respiratory infections, and increased risk of intra-abdominal infection and urinary tract infection after weight loss surgery. In the study performed by Cundy et al. (26) hospitalization for skin and soft tissue, urinary tract, and lower respiratory tract infections in people after bariatric surgery was lower than in those enrolled in the bariatric program but did not undergo operation. Likewise, the results of a study by Valera et al. (27) suggest that the risk of hospitalization due to influenza may fall after bariatric surgery. In

TABLE 1 Preoperative and postoperative yearly costs of individual groups of drugs (according to ATC classification) in Poland, according to NHS registry.

ATC category	Description	Preoperative cost		Postoperative cost	
		Value, PLN	% of total medication cost	Value, PLN	% of total medication cost
A	Alimentary tract and metabolism	262,010.22	25.4	199,388.39	15.7
B	Blood and blood forming organs	49,512.33	4.8	329,135.80	25.9
C	Cardiovascular system	238,988.66	23.1	168,487.81	13.3
D	Dermatological	3656.05	0.4	5330.23	0.4
G	Genito-urinary system and sex hormones	17,273.55		19,087.46	1.5
H	Systemic hormonal preparations, excluding sex hormones, and insulins	16,972.99	1.7	20,483.70	1.6
J	Anti-infectives for systemic use	79,144.27	7.7	55,317.28	4.4
L	Antineoplastic and immunomodulating agents	10,830.72	1.0	45,784.07	3.6
M	Musculo-skeletal system	36,682.41	3.5	36,307.23	0.3
N	Nervous system	103,823.71	10.0	135,184.08	10.6
P	Antiparasitic products, insecticides, and repellents	462.43	0.04	563.53	0.04
R	Respiratory system	106,748.14	10.3	83,433.66	6.6
S	Sensory organs	2572.99	0.2	3557.62	0.3
V	Various	66,456.80	6.4	69,302.48	5.5
	No drug code	38,268.54	3.7	99,153.73	7.8
	Total medications' cost	1,033,403.81	100	1,270,517.07	100

Percentages do not add up to 100% due to rounding of numbers to one decimal place. To convert the values in PLN to USD they should be divided by 4 (USD 1 = PLN 4).

turn, in relation to meta-analysis of observational studies it seems that obesity surgery is related to less severe COVID-19 (28). To assess the influence of bariatric surgery on the risk of infectious diseases, additional, randomized controlled trials are needed.

Our study showed that in the postoperative period, the total costs of hypoglycemic agents were reduced by 46% (the largest decrease was observed in insulin cost). Similarly, in the study by Gesquiere et al. (18), the costs of prescriptions for medications used in the treatment of type 2 diabetes 1 year after obesity surgery was reduced by 85%. Likewise, in the study of Swedish Obese Subjects (SOS) (14) the costs of medication used in diabetes treatment decreased significantly after bariatric surgery. In turn, Wu et al. (29) demonstrated that for patients who had undergone bariatric surgery, the costs of diabetes drugs illustrate a U-shape curve. The costs of medication in patients after operation were shown to drop 2 years after surgery (€1752 in year 1 and €973 in year 2) and rise by year 5 (to €1836). The authors point out; however, the reduction in the number of insulin prescriptions.

Despite a significant reduction in the costs of antidiabetic drugs, we did not show a change in spendings on glucose meter test strips. The explanation for this result is probably frequent glycemic control carried by patients due to the changing demand for glucose-lowering medications. All of these results

are not surprising because many studies have shown significant improvement of glucose control after bariatric surgery and even diabetes remission (30, 31). According to the review performed by Affinati et al. (32) diabetes remission is observed in 33%–90% of individuals 1-year post obesity surgery. It should be noted that in people after bariatric surgery, the highest incidence of discontinuation and the lowest incidence of restart is found in diabetes medications when compared with antihypertensive and lipid-lowering medications (33).

Likewise, regarding the costs of antihypertensive and lipid-lowering medications, we observed significant changes in the postoperative period. The cost of antihypertensive drugs dropped by 29%, and lipid-lowering by 38%. In the study by Ghiassi et al. (34), the annual cost of anti-hypertensives fell by 65%. Likewise, Morton et al. (35) showed significant reduction of the cost related to hypertension treatment in the first year after surgery. The observed downturn of cost is most likely the result of the improvement of blood pressure control and correction of lipid disorders, and even remission of these cardiovascular risk factors the after bariatric surgery. This is indicated by many research results. In the meta-analysis performed by Chang et al. (36) remission rate of hypertension was 75% for randomized controlled trials and 74% for observational studies, and dyslipidemia respectively 76% and 68%.

TABLE 2 Average preoperative and postoperative cost of each medication group according to ATC classification (per capita in PLN yearly).

ATC category	Description	Preoperative cost		Postoperative cost		P-value
		Me (IQR)	Mean $\pm$ SD	Me (IQR)	Mean $\pm$ SD	
A	Alimentary tract and metabolism	19.29 (75.64)	110.65 $\pm$ 367.19	33.99 (74.45)	84.20 $\pm$ 223.60	<0.001
B	Blood and blood forming organs	0.00 (0.00)	20.91 $\pm$ 120.54	112.62 (155.98)	138.99 $\pm$ 283.33	<0.001
C	Cardiovascular system	0.00 (143.65)	100.92 $\pm$ 169.13	0.00 (68.65)	71.15 $\pm$ 150.47	<0.001
D	Dermatological	0.00 (0.00)	1.54 $\pm$ 18.81	0.00 (0.00)	2.25 $\pm$ 27.35	0.081
G	Genito-urinary system and sex hormones	0.00 (0.00)	7.29 $\pm$ 48.51	0.00 (0.00)	8.06 $\pm$ 59.14	0.428
H	Systemic hormonal preparations, excluding sex hormones, and insulins	0.00 (0.00)	7.17 $\pm$ 20.47	0.00 (0.00)	8.65 $\pm$ 24.76	0.737
J	Anti-infectives for systemic use	17.76 (49.32)	33.42 $\pm$ 55.03	0.00 (31.12)	23.36 $\pm$ 111.80	<0.001
L	Antineoplastic and immunomodulating agents	0.00 (0.00)	4.57 $\pm$ 93.94	0.00 (0.00)	19.33 $\pm$ 439.03	0.864
M	Musculo-skeletal system	0.00 (15.80)	15.49 $\pm$ 34.70	0.00 (15.79)	15.33 $\pm$ 36.16	0.506
N	Nervous system	0.00 (0.00)	43.84 $\pm$ 293.25	0.00 (0.00)	57.09 $\pm$ 441.59	0.101
P	Antiparasitic products, insecticides, and repellents	0.00 (0.00)	0.20 $\pm$ 3.18	0.00 (0.00)	0.24 $\pm$ 5.32	0.712
R	Respiratory system	0.00 (0.00)	45.08 $\pm$ 196.14	0.00 (0.00)	35.23 $\pm$ 186.06	0.013
S	Sensory organs	0.00 (0.00)	1.09 $\pm$ 17.04	0.00 (0.00)	1.50 $\pm$ 22.76	0.273
V	Various	0.00 (0.00)	28.06 $\pm$ 117.77	0.00 (0.00)	29.27 $\pm$ 131.90	0.773
	No drug code	0.00 (0.00)	16.16 $\pm$ 79.72	0.00 (0.00)	41.87 $\pm$ 110.92	<0.001
	Total medications' cost	207.74 (443.8)	436.40 $\pm$ 713.03	318.77 (409.6)	536.54 $\pm$ 923.04	<0.001

SD, standard deviation; Me, median; IQR, interquartile range; p-value in Wilcoxon test. To convert the values in PLN to USD they should be divided by 4 (USD 1 = PLN 4).

TABLE 3 Average preoperative and postoperative costs of medications used in the treatment of diabetes, hypertension and hyperlipidemia (per capita in PLN yearly).

Medications	Preoperative cost		Postoperative cost		P-value
	Me (IQR)	Mean $\pm$ SD	Me (IQR)	Mean $\pm$ SD	
Antidiabetic medications (all)	0.00 (18.84)	109.58 $\pm$ 429.21	0.00 (0.00)	58.63 $\pm$ 282.88	<0.001
Metformin	0.00 (4.91)	25.84 $\pm$ 61.06	0.00 (0.00)	11.39 $\pm$ 43.23	<0.001
Insulin	0.00 (0.00)	50.59 $\pm$ 325.80	0.00 (0.00)	18.01 $\pm$ 188.21	<0.001
Other antidiabetic medications	0.00 (0.00)	33.15 $\pm$ 126.35	0.00 (0.00)	29.23 $\pm$ 129.50	<0.001
Antihypertensive medications	0.00 (90.14)	66.30 $\pm$ 120.24	0.00 (29.68)	46.75 $\pm$ 108.16	<0.001
Lipid-lowering medications	0.00 (0.00)	19.43 $\pm$ 58.02	0.00 (0.00)	12.03 $\pm$ 45.60	<0.001

SD, standard deviation; Me, median; IQR, interquartile range; p-value in Wilcoxon test. To convert the values in PLN to USD they should be divided by 4 (USD 1 = PLN 4).

Our investigation has some limitations. The first one is its retrospective nature. As a result, it was not possible to obtain, for a given patient, information on obesity categories, and comorbidities as well as on the type of operation performed. Additionally, we could not obtain data regarding the other methods of treating obesity, thereby making the comparison of the costs of the medications between patients treated non-surgically and surgically was impossible. The follow-up period was also short, mainly because of the COVID pandemic, resulting in a significantly reduced number of elective surgeries and ambulatory visits to physicians. The relatively short duration of the study and additionally, the lack of a control group restrained the study's ability to conclude how obesity surgery influences the expenses of medication. It should be taken into consideration, however, that the

National Health Fund database of Poland is the largest healthcare database of this country, which all performed public healthcare services are registered. Therefore, an assumption can be made that the costs reported in this study are direct representatives of the country's spending on medications in patients treated with weight loss surgery. Additionally, this study benefits from a high reliability of the conclusions, given the large group of patients observed.

5 Conclusion

This analysis shows that medication costs in patients who underwent bariatric surgery are higher in the first year after bariatric surgery compared to the preoperative period. This

increase in costs is mainly influenced by the cost of low-molecular-weight heparins. There is a significant cost reduction of glucose-, lipid-lowering, antihypertensive, and anti-infective medications in the postoperative period. Further studies with a longer observation period, a control group and cost-effectiveness modeling are needed to further clarify how bariatric surgery influences medication costs.

Data availability statement

The original contributions presented in the study are included in the article/supplementary material, further inquiries can be directed to the corresponding author.

Ethics statement

Ethical review and approval were waived for this study due to the retrospective and non-invasive nature of the study (retrospective analysis of nationwide database). The studies were conducted in accordance with the local legislation and institutional requirements. Written informed consent for participation was not required from the participants or the participants' legal guardians/next of kin in accordance with the national legislation and institutional requirements because informed consent from patients is not required due to the retrospective and non-invasive nature of the study.

Author contributions

MO: Investigation, Writing—original draft, Writing—review & editing. YS: Writing—original draft, Writing—review & editing.

Visualization. AŚ: Conceptualization, Data curation, Resources, Writing—original draft, Validation. EF: Conceptualization, Methodology, Validation, Supervision, Writing—review & editing. MW: Conceptualization, Supervision, Validation, Writing—original draft, Writing—review & editing, Visualization.

Funding

This study was funded by National Medical Institute of the Ministry of the Interior and Administration and Mossakowski Medical Research Institute, Polish Academy of Sciences.

Conflict of interest

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's note

All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.

References

- World Obesity Federation, World Obesity Atlas. (2023). Available online at: https://www.worldobesityday.org/assets/downloads/World_Obesity_Atlas_2023_Report.pdf (accessed January 9, 2024).
- Stoś K, Rychlik E, Wozniak A, Oltarzewski M, Wojda B, Przygoda B, et al. Krajowe badanie sposobu żywienia i stanu odżywienia populacji polskiej. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa. (2021). Available online at: <https://www.gov.pl/web/pzsse-wabrzezno/krajowe-badanie-sposobu-zywienia-i-stanu-odzywienia-populacji-polskiej> (accessed January 16, 2023).
- Ansari S, Haboubi H, Haboubi N. Adult obesity complications: challenges and clinical impact. *Ther Adv Endocrinol Metab.* (2020) 11:2042018820934955. doi: 10.1177/2042018820934955
- Okunogbe A, Nugent R, Spencer G, Ralston J, Wilding J. Economic impacts of overweight and obesity: current and future estimates for eight countries. *BMJ Glob Health.* (2021) 6:e006351. doi: 10.1136/bmjgh-2021-006351
- Cawley J, Biener A, Meyerhoefer C, Ding Y, Zvenyach T, Smolarz BG, et al. Direct medical costs of obesity in the United States and the most populous states. *J Manag Care Spec Pharm.* (2021) 27:354–66. doi: 10.18553/jmcp.2021.20410
- O'Brien PE, Hindle A, Brennan L, Skinner S, Burton P, Smith A, et al. 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) 29:3–14. doi: 10.1007/s11695-018-3525-0
- Castanha CR, Têbo-Pe ÁABF, Castanha AR, Belo GQMB, Lacerda RMR, Vilar L. Evaluation of quality of life, weight loss and comorbidities of patients undergoing bariatric surgery. *Rev Col Bras Cir.* (2018) 45:e1864. doi: 10.1590/0100-6991e-20181864
- Ebadinejad A, Barzin M, Abiri B, Mahdavi M, Khalaj A, Ebrahimi D, et al. The effect of bariatric surgery in comparison with the control group on the prevention of comorbidities in people with severe obesity: a pro-spective cohort study. *BMC Surg.* (2022) 22:290. doi: 10.1186/s12893-022-01740-7
- Contival N, Menahem B, Gautier T, Le Roux Y, Alves A. Guiding the non-bariatric surgeon through complications of bariatric surgery. *J Visc Surg.* (2018) 155:27–40. doi: 10.1016/j.jvisurg.2017.10.012
- Lim R, Beekley A, Johnson DC, Davis KA. Early and late complications of bariatric operation. *Trauma Surg Acute Care Open.* (2018) 3:e000219. doi: 10.1136/tsaco-2018-000219
- Martínez-Núñez AE, Gamboa-López OE, Bacardí-Gascón M, Jiménez-Cruz A. Long-term complications and side effects of bariatric surgery: a systematic review. *JONNPR.* (2017) 2:410–5. doi: 10.19230/jonnpr.1584
- Sawaya RA, Jaffe J, Friedenberg L, Friedenberg FK. Vitamin, mineral, and drug absorption following bariatric surgery. *Curr Drug Metab.* (2012) 13:1345–55. doi: 10.2174/138920012803341339
- Nguyen NT, Varela JE, Sabio A, Naim J, Stamos M, Wilson SE. Reduction in prescription medication costs after laparoscopic gastric bypass. *Am Surg.* (2006) 72:853–6. doi: 10.1177/000313480607201002
- Narbro K, Agren G, Jonsson E, Näslund I, Sjöström L, Peltonen M. Pharmaceutical costs in obese individuals: comparison with a randomly selected population sample and long-term changes after conventional and surgical treatment: the SOS intervention study. *Arch Intern Med.* (2002) 162:2061–9. doi: 10.1001/archinte.162.18.2061
- Osińska M, Towplik I, Sanchak Y, Franek E, Sliwczyski A, Walicka M. Cost of surgical treatment of obesity and its impact on healthcare expense—nationwide

- data from a polish registry. *Int J Environ Res Public Health*. (2023) 20:1118. doi: 10.3390/ijerph20021118
16. Raebel MA, Malone DC, Conner DA, Xu S, Porter JA, Lant FA. Health services use and health care costs of obese and nonobese individuals. *Arch Intern Med*. (2004) 164:2135–40. doi: 10.1001/archinte.164.19.2135
 17. Keating CL, Peeters A, Swinburn BA, Carter R, Moodie ML. Pharmaceutical utilisation and costs before and after bariatric surgery. *Int J Obes (Lond)*. (2013) 37:1467–72. doi: 10.1038/ijo.2013.24
 18. Gesquiere I, Aron-Wisniewsky J, Foulon V, Haggege S, Van der Schueren B, Augustijns P, et al. Medication cost is significantly reduced after Roux-en-Y gastric bypass in obese patients. *Obes Surg*. (2014) 24:1896–903. doi: 10.1007/s11695-014-1325-8
 19. Mabeza RM, Lee C, Verma A, Park MG, Darbinian K, Darbinian S, et al. Factors and outcomes associated with venous thromboembolism following bariatric surgery. *Am Surg*. (2022) 88:2525–30. doi: 10.1177/00031348221103645
 20. Froehling DA, Daniels PR, Mauck KF, Collazo-Clavell ML, Ashrani AA, Sarr MG, et al. Incidence of venous thromboembolism after bariatric surgery: a population-based cohort study. *Obes Surg*. (2013) 23:1874–9. doi: 10.1007/s11695-013-1073-1
 21. Zhao Y, Ye Z, Lin J, Zhang Z, Tian P, Zhang Z, et al. Efficacy and safety of pharmacoprophylaxis for venous thromboembolism in patients undergoing bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *Obes Surg*. (2022) 32:1701–18. doi: 10.1007/s11695-021-05825-9
 22. Mechanick JJ, Apovian C, Brethauer S, Timothy Garvey W, Joffe AM, Kim J. Clinical practice guidelines for the perioperative nutrition, metabolic, and nonsurgical support of patients undergoing bariatric procedures - 2019 update: cosponsored by American association of clinical endocrinologists/American college of endocrinology, the obesity society, American society for metabolic and bariatric surgery, obesity medicine association, and American society of anesthesiologists. *Obesity*. (2020) 28:O1–O58. doi: 10.1016/j.soard.2012.12.010
 23. Stenberg E, Dos Reis Falcão LF, O'Kane M, Liem R, Pourmaras DJ, Salminen P, et al. Guidelines for perioperative care in bariatric surgery: enhanced recovery after surgery (ERAS) society recommendations: a 2021 update. *World J Surg*. (2022) 46:729–51. doi: 10.1007/s00268-021-06394-9
 24. Budzyński A, Major P, Głuszek S, Kaseja K, Koszutski T, Leśniak S, et al. *Polskie Rekomendacje w Zakresie Chirurgii Bariatrycznej i Metabolicznej*. (2023). Available online at: <https://www.mp.pl/chirurgia/wytyczne-przegladowe/154894,polskie-rekomendacje-w-zakresie-chirurgii-bariatrycznej-i-metabolicznej> (accessed September 21, 2023).
 25. Goto T, Hirayama A, Faridi MK, Camargo CA Jr, Hasegawa K. Association of bariatric surgery with risk of infectious diseases: a self-controlled case series analysis. *Clin Infect Dis*. (2017) 65:1349–55. doi: 10.1093/cid/cix541
 26. Candy T, Gamble GD, Yi E, Evennett N, Beban G. Impact of bariatric surgery on unplanned hospital admissions for infection. *Obes Surg*. (2022) 32:1896–901. doi: 10.1007/s11695-022-05975-4
 27. Valera RJ, Botero-Fonnegra C, Cogollo VJ, Montorfano L, Sarmiento-Cobos M, Rivera CE, et al. Impact of bariatric surgery on the risk of hospitalization due to influenza virus infection. *Surg Obes Relat Dis*. (2021) 17:1977–83. doi: 10.1016/j.soard.2021.08.013
 28. Hung KC, Chen HT, Hsing CH, Jinn-Rung K, Ho CN, Lin YT, et al. Impact of prior bariatric surgery on risk and severity of COVID-19 infection: a meta-analysis of observational studies. *Obes Res Clin Pract*. (2022) 16:439–46. doi: 10.1016/j.orcp.2022.10.005
 29. Wu T, Wong SKH, Law BTT, Grieve E, Wu O, Tong DKH, et al. Bariatric surgery is expensive but improves co-morbidity: 5-year assessment of patients with obesity and type 2 diabetes. *Br J Surg*. (2021) 108:554–65. doi: 10.1002/bjs.11970
 30. Sheng B, Truong K, Spidler H, Zhang L, Tong X, Chen L. The long-term effects of bariatric surgery on type 2 diabetes remission, microvascular and macrovascular complications, and mortality: a systematic review and meta-analysis. *Obes Surg*. (2017) 27:2724–32. doi: 10.1007/s11695-017-2866-4
 31. Ribaric G, Buchwald JN, McGlennon TW. Diabetes and weight in comparative studies of bariatric surgery vs conventional medical therapy: a systematic review and meta-analysis. *Obes Surg*. (2014) 24:437–55. doi: 10.1007/s11695-013-1160-3
 32. Affinati AH, Esfandiari NH, Oral EA, Kraftson AT. Bariatric surgery in the treatment of type 2 diabetes. *Curr Diab Rep*. (2019) 19:156. doi: 10.1007/s11892-019-1269-4
 33. Howard R, Chao GF, Yang J, Thumma JR, Arterburn DE, Telem DA, et al. Medication use for obesity-related comorbidities after sleeve gastrectomy or gastric bypass. *JAMA Surg*. (2022) 157:248–56. doi: 10.1001/jamasurg.2021.6898
 34. Ghiassi S, Morton J, Bellatorre N, Eisenberg D. Short-term medication cost savings for treating hypertension and diabetes after gastric bypass. *Surg Obes Relat Dis*. (2012) 8:269–74. doi: 10.1016/j.soard.2011.05.009
 35. Morton JM, Ponce J, Malangone-Monaco E, Nguyen N. Association of bariatric surgery and national medication use. *J Am Coll Surg*. (2019) 228:171–9. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2018.10.021
 36. Chang SH, Stoll CR, Song J, Varela JE, Eagon CJ, Colditz GA. The effectiveness and risks of bariatric surgery: an updated systematic review and meta-analysis, 2003–2012. *JAMA Surg*. (2014) 149:275–87. doi: 10.1001/jamasurg.2013.3654

12. Oświadczenia współautorów

Warszawa, 24.02.2025

dr hab.n.med. Magdalena Walicka

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „Cost of Surgical Treatment of Obesity and Its Impact on Healthcare Expense-Nationwide Data from a Polish Registry” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi: przygotowanie koncepcji badania, potwierdzenie poprawności wyników, kierowanie pracą zespołu oraz zapewnienie wsparcia merytorycznego, pisanie pierwszej wersji publikacji, poprawianie, uzupełnianie i ulepszanie treści publikacji, korespondencja z redakcją i czytelnikami. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określłam jako 10%.

Wkład Magdaleny Osińskiej w powstawanie publikacji określłam jako 70 %, obejmował on formułowanie hipotezy i celu badania, zarządzanie danymi badawczymi, nadzór nad analizą statystyczną, interpretacja uzyskanych wyników badania, napisanie pierwszej wersji publikacji, przygotowanie elementów wizualnych pomagających w prezentacji wyników, zbieranie wkładu od współautorów i uwzględnianie ich sugestii, odpowiedzi na uwagi recenzentów, wprowadzanie poprawek, uzgadnianie ostatecznej wersji artykułu z pozostałymi autorami i przygotowanie ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek. Magdaleny Osińskiej.

dr hab. n. med. Magdalena Walicka
lek specjalista chorób wewnętrznych
1167329

(podpis oświadczającego)

Warszawa, 18.02.2025

dr n.med. Iwona Towpik

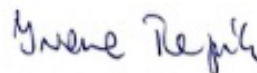


OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „Cost of Surgical Treatment of Obesity and Its Impact on Healthcare Expense-Nationwide Data from a Polish Registry” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi: zarządzanie danymi badawczymi, pisanie pierwszej wersji publikacji. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określłam jako 5%.

Wkład Magdaleny Osińskiej w powstawanie publikacji określłam jako 70%, obejmował on formułowanie hipotezy i celu badania, zarządzanie danymi badawczymi, nadzór nad analizą statystyczną, interpretacja uzyskanych wyników badania, napisanie pierwszej wersji publikacji, przygotowanie elementów wizualnych pomagających w prezentacji wyników, zbieranie wkładu od współautorów i uwzględnianie ich sugestii, odpowiedzi na uwagi recenzentów, wprowadzanie poprawek, uzgadnianie ostatecznej wersji artykułu z pozostałymi autorami i przygotowanie ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek. Magdaleny Osińskiej.



dr n. med. Iwona Towpik
specj. chorób wewnętrznych
Diabetolog
1365740

Warszawa, 18.02.2025

lek. Yaroslav Sanchak

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „Cost of Surgical Treatment of Obesity and Its Impact on Healthcare Expense-Nationwide Data from a Polish Registry” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi: pisanie pierwszej wersji publikacji, przygotowanie elementów wizualnych pomagających w prezentacji wyników, poprawianie i edytowanie tekstu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określłam jako 5%.

Wkład Magdaleny Osińskiej w powstawanie publikacji określłam jako 70%, obejmował on formułowanie hipotezy i celu badania, zarządzanie danymi badawczymi, nadzór nad analizą statystyczną, interpretacja uzyskanych wyników badania, napisanie pierwszej wersji publikacji, przygotowanie elementów wizualnych pomagających w prezentacji wyników, zbieranie wkładu od współautorów i uwzględnianie ich sugestii, odpowiedzi na uwagi recenzentów, wprowadzanie poprawek, uzgadnianie ostatecznej wersji artykułu z pozostałymi autorami i przygotowanie ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek. Magdaleny Osińskiej.

.....


(podpis
oświadczającego)

Warszawa, 24.02.2025

prof.dr hab.n.med. i n. o zdr. Andrzej Śliwczyński

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „Cost of Surgical Treatment of Obesity and Its Impact on Healthcare Expense-Nationwide Data from a Polish Registry” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi: przygotowanie metodologii badania, nadzór nad tworzeniem bazy danych, sprawdzenie poprawności i wiarygodności danych, analiza formalna. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Magdaleny Osieńskiej w powstawanie publikacji określam jako 70%, obejmował on formułowanie hipotezy i celu badania, zarządzanie danymi badawczymi, nadzór nad analizą statystyczną, interpretacja uzyskanych wyników badania, napisanie pierwszej wersji publikacji, przygotowanie elementów wizualnych pomagających w prezentacji wyników, zbieranie wkładu od współautorów i uwzględnianie ich sugestii, odpowiedzi na uwagi recenzentów, wprowadzanie poprawek, uzgadnianie ostatecznej wersji artykułu z pozostałymi autorami i przygotowanie ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek. Magdaleny Osieńskiej.

Andrzej Śliwczyński

Magda Osieńska

(podpis oświadczającego)

Warszawa, 24.02.2025

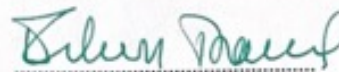
prof.dr hab. n.med. E.Franek

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „Cost of Surgical Treatment of Obesity and Its Impact on Healthcare Expense-Nationwide Data from a Polish Registry” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi: przygotowanie koncepcji i metodologii badania, potwierdzenie poprawności wyników, nadzór nad prawidłowym przebiegiem badania oraz zapewnienie wsparcia merytorycznego, analiza formalna, poprawianie, uzupełnianie i ulepszanie treści publikacji. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Magdaleny Osieńskiej w powstawanie publikacji określam jako 70 %, obejmował on formułowanie hipotezy i celu badania, zarządzanie danymi badawczymi, nadzór nad analizą statystyczną, interpretacja uzyskanych wyników badania, napisanie pierwszej wersji publikacji, przygotowanie elementów wizualnych pomagających w prezentacji wyników, zbieranie wkładu od współautorów i uwzględnianie ich sugestii, odpowiedzi na uwagi recenzentów, wprowadzanie poprawek, uzgadnianie ostatecznej wersji artykułu z pozostałymi autorami i przygotowanie ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek. Magdaleny Osieńskiej.



(podpis oświadczającego)

Warszawa, 24.02.2025

prof.dr hab.n.med. Edward Franek

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „Comparison of pre-and postoperative medication costs in patients who underwent bariatric surgery - a nationwide data analysis” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi: przygotowanie koncepcji i metodologii badania, potwierdzenie poprawności wyników, nadzór nad prawidłowym przebiegiem badania oraz zapewnienie wsparcia merytorycznego, poprawianie, uzupełnianie i ulepszanie treści publikacji. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 10%.

Wkład Magdaleny Osieńskiej w powstawanie publikacji określam jako 60%, obejmował on formułowanie hipotezy i celu badania, zarządzanie danymi badawczymi, nadzór nad analizą statystyczną, interpretacja uzyskanych wyników badania, napisanie pierwszej wersji publikacji, przygotowanie elementów wizualnych pomagających w prezentacji wyników, zbieranie wkładu od współautorów i uwzględnianie ich sugestii, odpowiedzi na uwagi recenzentów, wprowadzanie poprawek, uzgadnianie ostatecznej wersji artykułu z pozostałymi autorami i przygotowanie ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek. Magdaleny Osieńskiej.



(podpis oświadczającego)

Warszawa, 24.02.2025

prof.dr hab.n.med. i n. o zdr. Andrzej Śliwczyński

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „Comparison of pre-and postoperative medication costs in patients who underwent bariatric surgery - a nationwide data analysis” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi: przygotowanie koncepcji badania, nadzór nad tworzeniem bazy danych, sprawdzenie poprawności i wiarygodności danych oraz metodologii.

Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Magdaleny Osieńskiej w powstawanie publikacji określam jako 60%, obejmował on formułowanie hipotezy i celu badania, zarządzanie danymi badawczymi, nadzór nad analizą statystyczną, interpretacja uzyskanych wyników badania, napisanie pierwszej wersji publikacji, przygotowanie elementów wizualnych pomagających w prezentacji wyników, zbieranie wkładu od współautorów i uwzględnianie ich sugestii, odpowiedzi na uwagi recenzentów, wprowadzanie poprawek, uzgadnianie ostatecznej wersji artykułu z pozostałymi autorami i przygotowanie ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek. Magdaleny Osieńskiej.

Andrzej Śliwczyński
M. Osieńska

(podpis oświadczającego)

Warszawa, 24.02.2025

dr hab.n.med. Magdalena Walicka

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „Comparison of pre-and postoperative medication costs in patients who underwent bariatric surgery - a nationwide data analysis” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi: przygotowanie koncepcji badania, potwierdzenie poprawności wyników, kierowanie pracą zespołu oraz zapewnienie wsparcia merytorycznego, pisanie pierwszej wersji publikacji, poprawianie, uzupełnianie i ulepszanie treści publikacji, korespondencja z redakcją i czytelnikami. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 20%.

Wkład Magdaleny Osieńskiej w powstawanie publikacji określam jako 60%, obejmował on formułowanie hipotezy i celu badania, zarządzanie danymi badawczymi, nadzór nad analizą statystyczną, interpretacja uzyskanych wyników badania, napisanie pierwszej wersji publikacji, przygotowanie elementów wizualnych pomagających w prezentacji wyników, zbieranie wkładu od współautorów i uwzględnianie ich sugestii, odpowiedzi na uwagi recenzentów, wprowadzanie poprawek, uzgadnianie ostatecznej wersji artykułu z pozostałymi autorami i przygotowanie ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek. Magdaleny Osieńskiej.

dr hab. n. med. Magdalena Walicka
lek. specjalizacji w dziedzinie chorób wewnętrznych
Leczenie i profilaktyka chorób wewnętrznych
1167526

(podpis oświadczającego)

Warszawa, 18.02.2025

lek. Yaroslav Sanchak

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „Cost of Surgical Treatment of Obesity and Its Impact on Healthcare Expense-Nationwide Data from a Polish Registry” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi: pisanie pierwszej wersji publikacji, przygotowanie elementów wizualnych pomagających w prezentacji wyników, poprawianie i edytowanie tekstu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Magdaleny Osińskiej w powstawanie publikacji określam jako 70%, obejmował on formułowanie hipotezy i celu badania, zarządzanie danymi badawczymi, nadzór nad analizą statystyczną, interpretacja uzyskanych wyników badania, napisanie pierwszej wersji publikacji, przygotowanie elementów wizualnych pomagających w prezentacji wyników, zbieranie wkładu od współautorów i uwzględnianie ich sugestii, odpowiedzi na uwagi recenzentów, wprowadzanie poprawek, uzgadnianie ostatecznej wersji artykułu z pozostałymi autorami i przygotowanie ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek. Magdaleny Osińskiej.


.....

(podpis
oświadczającego)