

ГЕМОСТАТИЧНІ ЗМІНИ ПІД ВПЛИВОМ КАРБОКСИПЕРИТОНЕУМУ ПІД ЧАС ЛАПАРОСКОПІЧНОЇ РУКАВНОЇ РЕЗЕКЦІЇ ШЛУНКА У ПАЦІЄНТІВ З МОРБІДНИМ ОЖИРІННЯМ

Сухонос Р.Є., Бугаєнко Є.П.

Міжнародний гуманітарний університет, Одеса, Україна

УДК 616.15:616.379-089
DOI <https://doi.org/10.32782/2411-9164.21.2-11>

ГЕМОСТАТИЧНІ ЗМІНИ ПІД ВПЛИВОМ КАРБОКСИПЕРИТОНЕУМУ ПІД ЧАС ЛАПАРОСКОПІЧНОЇ РУКАВНОЇ РЕЗЕКЦІЇ ШЛУНКА У ПАЦІЄНТІВ З МОРБІДНИМ ОЖИРІННЯМ

Сухонос Р.Є., Бугаєнко Є.П.

У цій статті висвітлюється проблема венозної тромбоемболії (ВТЕ) як серйозного ускладнення після бариатричних операцій у пацієнтів з морбідним ожирінням. Наведено аналіз механізмів, через які ожиріння стає протромботичним станом, зокрема вплив на активність тромбоцитів, коагуляцію та фібриноліз. Описано ключові методи бариатричних втручань, такі як лапароскопічне бандажування шлунка (LAGB), шлункове шунтування за методикою Roux-en-Y (RYGBP), білопанкреатичне шунтування (BPD) і рукавна гастропластика (SG).

Особлива увага приділяється впливу пневмоперитонеуму, застосовуваного під час лапароскопічних операцій, на розвиток ВТЕ. Стандартний тиск карбоксиперитонеуму становить 11–13 мм рт. ст., але в окремих випадках застосовують підвищений тиск ≥ 16 мм рт. ст., що значно підвищує ризик тромбоемболічних ускладнень. У статті обговорюються результати дослідження гемостатичного потенціалу (ГП) пацієнтів з використанням низькочастотної п'єзоелектричної тромбоеластографії (НПТЕГ). Показано, що підвищений тиск пневмоперитонеуму суттєво впливає на коагуляцію та фібриноліз, що призводить до збільшення ризику тромбозу.

Висновки підкреслюють важливість контролю рівня пневмоперитонеуму та ретельного моніторингу стану системи гемостазу для мінімізації ризиків ВТЕ у пацієнтів з ожирінням під час бариатричних операцій.

Ключові слова: бариатрія, тромбоз, гемостаз, ожиріння, тромбоеластографія.

HEMOSTATIC CHANGES INDUCED BY CARBOXYPERITONEUM DURING LAPAROSCOPIC SLEEVE GASTRECTOMY IN PATIENTS WITH MORBID OBESITY**Sukhonos R.Ye., Bugayenko Ye.P.**

This article highlights the issue of venous thromboembolism (VTE) as a serious complication following bariatric surgeries in patients with morbid obesity. The analysis covers the mechanisms by which obesity becomes a prothrombotic state, particularly its impact on platelet activity, coagulation, and fibrinolysis. Key bariatric procedures such as laparoscopic adjustable gastric banding (LAGB), Roux-en-Y gastric bypass (RYGBP), biliopancreatic diversion (BPD), and sleeve gastrectomy (SG) are discussed.

Special attention is given to the effect of pneumoperitoneum, used during laparoscopic surgeries, on the development of VTE. The standard pressure of pneumoperitoneum is 11–13 mm Hg, but in certain cases, elevated pressure ≥ 16 mm Hg is applied, which significantly increases the risk of thromboembolic complications. The article discusses the results of hemostatic potential (HP) assessment in patients using low-frequency piezoelectric thromboelastography (LF-TEG). It is shown that increased pneumoperitoneum pressure significantly affects coagulation and fibrinolysis, leading to a heightened risk of thrombosis.

The conclusions emphasize the importance of controlling pneumoperitoneum levels and closely monitoring the hemostatic system to minimize VTE risks in obese patients undergoing bariatric surgeries.

Key words: bariatrics, thrombosis, hemostasis, obesity, thromboelastography.

У 2022 році близько 16% дорослих у світі віком від 18 років страждали на ожиріння. Згідно з даними аналізу «Economic Impacts of Overweight and Obesity» [1], у період з 1990 по 2022 рік поширеність ожиріння у світі збільшилася більш ніж удвічі.

Ожиріння є незалежним чинником ризику розвитку венотної тромбоемболії (ВТЕ) як у чоловіків, так і у жінок. Як зазначає L. Freeman у своїй роботі 2010 року, є низка порушень у системі гемостазу, через які ожиріння розглядається як протромботичний стан. До них належать: підвищена активність тромбоцитів (викликана лептином і адипонектином, інсулінорезистентністю, стазом крові та запаленням), схильність до прокоагуляції (посилене утворення тромбіну, підвищені рівні тканинного фактора, фібриногену, факторів VII та VIII), а також порушення фібринолізу (через активацію плазміногену та інгібіторів фібринолізу, активованих тромбіном). Додатково активація ендотеліальних клітин через тканинну гіпоксію також відіграє важливу роль [2; 3; 4]. У результаті ожиріння впливає як на внутрішні, так і на зовнішні шляхи коагуляції, а також на антикоагулянтні механізми, що призводить до підвищеного ризику тромбозів.

Зменшення надлишкової ваги у пацієнтів з морбідним ожирінням за допомогою бариатричної хірургії стає все більш популярним, оскільки доведено, що цей метод ефективний у лікуванні ожиріння та супутніх захворювань. Серед найбільш успішних методів бариатричної хірургії виділяються лапароскопічне бандажування шлунка (LAGB), шлункове шунтування за методом Roux-en-Y (RYGBP), біліопанкреатичне шунтування (BPD) і рукавна гастропластика (SG). LAGB є суто

обмежуючою процедурою, тоді як RYGBP та BPD здебільшого належать до ма-льабсорбтивних методів. Спочатку SG була розроблена як двоетапна операція, проте зараз її виконують як одноетапну процедуру [5].

Під час лапароскопічної рукавної гастропластики (SG), як і при інших лапароскопічних операціях, для покращення візуалізації внутрішніх органів використовується карбоксиперитонеум. Зазвичай дотримуються рекомендацій щодо засто-сування низького тиску (11–13 мм рт. ст.), щоб мінімізувати ризик ускладнень. Однак у випадках, коли візуалізація обмежена, може бути необхідне підвищення тиску до ≥ 16 мм рт. ст., що може призводити до збільшення ризику ускладнень, зокрема з боку серцево-судинної системи, системи згортання крові, а також таких небезпечних станів, як венозна тромбоемболія (ВТЕ). Важливо, що підвищений тиск може також сприяти порушенню газообміну та підвищенню внутрішньоче-ревного тиску, що потребує особливої уваги з боку хірургів та анестезіологів для своєчасного коригування під час операції [9; 15].

Венозна тромбоемболія (ВТЕ), що охоплює тромбоз глибоких вен (ТГВ) та його ускладнення, зокрема легеневу емболію (ТЕЛА), є частою причиною захво-рюваності та смертності після баріатричних операцій. Частота післяопераційних випадків ВТЕ варіюється, коливаючись від 0,2% до 1,3% протягом перших 30 днів [9; 10; 11] і до 0,42% протягом 90 днів після операції [12]. Летальні випадки ТЕЛА після операції також не є рідкістю: розтин 10 пацієнтів, які померли після шлун-кового шунтування за методом Roux-en-Y (RYGP), показав, що 3 із них загинули внаслідок ТЕЛА [13].

До факторів ризику розвитку ВТЕ у пацієнтів із морбідним ожирінням, які пе-ренесли баріатричні втручання, належать: тип операції (вищий ризик при від-критих втручаннях порівняно з лапароскопічними), вік понад 50 років, неспро-можність анастомозу після операції, куріння та наявність ВТЕ в анамнезі [9; 10].

Однак пацієнти з ожирінням ($IMT \geq 30$), зокрема з морбідним ожирінням ($IMT \geq 40$), не досить досліджені з точки зору оптимального тиску карбоксипе-ритонеуму під час лапароскопічних баріатричних втручань та ризику розвитку ВТЕ як періопераційних ускладнень. Незважаючи на доведений високий ризик тромбоемболічних ускладнень у таких пацієнтів, питання вибору безпечного внутрішньочеревного тиску залишаються актуальними. Для ефективної оцінки цих аспектів важливо розуміти функціональний стан судинно-тромбоцитарної, коагуляційної системи гемостазу та фібринолізу в цій групі пацієнтів.

Останнім часом для об'єктивізації стану гемостазу активно використовується тромбоеластографія. Зокрема, низькочастотна п'єзоелектрична тромбоеласто-графія (НПТЕГ) є ефективним методом для оцінки гемостатичного потенціалу (ГП). Цей метод дозволяє точно оцінити судинно-тромбоцитарний компонент, коагуляційну систему та фібриноліз. Прилад забезпечує розрахунок параметрів, що відображаються у вигляді та таблиці з цифровими показниками, серед яких: А0 – початковий показник агрегатного стану крові; R(t1) – час контактної фази коагуляції; ІКК – інтенсивність контактної коагуляції; КТА – константа тромбі-нової активності; ТСК – час згортання крові; ІКД – інтенсивність коагуляційного драйву; ІПС – інтенсивність полімеризації згустку; МА – максимальна щільність згустку; Т – час формування фібрин-тромбоцитарної структури згустку; ІРЛЗ – інтенсивність ретракції та лізису згустку [16].

Мета дослідження – порівняти дані НПТЕГ, отримані в інтраопераційних умовах від пацієнтів лапароскопічної хірургії, з різними рівнями тиску пневмоперитонеуму.

Матеріали і методи. Вивчено систему гемостазу у 44 пацієнтів віком 25–70 років з ІМТ > 40 кг/м², які проходили лікування з приводу морбідного ожиріння методом рукавної резекції шлунка. Усі пацієнти були поділені на 2 групи залежно від тиску карбоксиперитонеуму. **Група 1** (n = 27) перенесла операцію зі стандартною передустановкою тиску пневмоперитонеуму (**12–15 мм рт. ст.**); **Група 2** (n = 17) перенесла операцію з цифрами тиску пневмоперитонеуму вище стандартних (**≥16 мм рт.ст.**) через проблеми із візуалізацією. Середня тривалість хірургічного втручання становила 60–80 хв. Тривалість пневмоперитонеуму становила 45–60 хв.

Дослідження системи гемостазу проводилося за допомогою низькочастотної п'єзоелектричної тромбоеластографії (НПТЕГ) одразу після госпіталізації та на 30 хв. хірургічної процедури. Кров для дослідження брали в однакових умовах за стандартною методикою з кубітальної вени.

Наступні константи згортання крові були перевірені: ІКК, ІКД, МА, ІРЛС.

Результати. В обох групах пацієнтів з морбідним ожирінням, з ІМТ ≥ 40 кг/м², які підлягали SG, до операції: ІКК було збільшено на 12,19%, ІКД – більш ніж на 23,1%, МА було збільшено на 18,44%, ІРЛС – 31,17% вище за норму.

У пацієнтів 1-ї групи на 30 хв. баріатрії, за даними НПТЕГ (таб. 1), ІКК збільшилось на 23,60% порівняно з нормою; параметри коагуляції та фібринолізу мають тенденцію до зростання та спостерігається збільшення активності фібринолізу. У пацієнтів 2-ї групи водночас ІКК збільшився на 39,01%, ІКД зросло на 69,01%, МА підвищена на 98,97% порівняно з нормою, а ІРЛЗ був на 117,83% вище за норму (табл. 1).

Таблиця 1

Результати досліджень системи гемостазу за даними НПТЕГ

Результати досліджень за даними НПТЕГ		ІКК	ІКД	МА	ІРЛЗ
До втручання		↑* 12,19%	↑ 23,1%	↑ 18,44%	↑ 31,17%
30 хв.	1 група	↑ 23,60%	↑ 34,62%	↑ 75,36%	↑ 90,87%
	2 група	↑ 39,01%	↑ 69,01%	↑ 98,97%	↑ 117,83%

Примітка: *↑↓ – підвищення/зниження щодо норми (N).

Висновки. Підвищений тиск пневмоперитонеуму суттєво впливає на показники низькочастотної п'єзоелектричної тромбоеластографії (НПТЕГ) порівняно зі стандартними умовами, що застосовуються під час операцій. Це може призводити до підвищення ризику як внутрішньоопераційних, так і післяопераційних ускладнень, включаючи венозну тромбоемболію (ВТЕ). Зокрема, такі зміни можуть порушувати нормальний процес коагуляції та фібринолізу, що підвищує ризик розвитку тромбозу. Таким чином, важливо контролювати рі-

вень пневмоперитонеуму та проводить ретельний моніторинг гемостазу для зменшення ризику тромбоемболічних ускладнень у пацієнтів з ожирінням під час бариатричних втручань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Okunogbe et al. Economic Impacts of Overweight and Obesity. 2nd Edition with Estimates for 161 Countries. World Obesity Federation, 2022.
2. Faber D.R., de Groot P.G., Visseren F.L. Role of adipose tissue in haemostasis, coagulation and fibrinolysis. *Obes Rev.* 2009; 10:554–563.
3. Воротинцев С.І., Тарабрін О.О. Вплив епідуральної аналгезії на гемостатичний потенціал після абдомінальних операцій у пацієнтів з ожирінням. *Клінічна анестезія та інтенсивна терапія.* 2011. № 1 (11). Р. 5–13.
4. Napoleone E., Dis A., Amore C. Leptin induces tissue factor expression in human peripheral blood mononuclear cells: a possible link between obesity and cardiovascular risk? *J Thromb Haemost.* 2007;5:1462–1468.
5. Eleni Zachari, Eleni Sioka. Venous Thromboembolism in Bariatric Surgery / Dr. Ufuk Çobanoğlu (Ed.). 2012. ISBN: 978-953-51-0233-5.
6. David A. Froehling, Paul R. Daniels, Karen F. Mauck, Maria L. Collazo-Clavell, Aneel A. Ashrani, Michael G. Sarr, Tanya M. Petterson, Kent R. Bailey. Incidence of Venous Thromboembolism After Bariatric Surgery: A Population-Based Cohort Study. NIH Public Access. *Obes Surg.* Author manuscript; available in PMC. 2014, February 14. P. 1–5.
7. Tarabrin O., Shcherbakov S., Gavrychenko D., Saleh O., Lyoshenko I., Kushnir O. Can we use the low-frequency piezoelectric tromboelastography for diagnosis coagulation disorders? *European Journal of Anaesthesiology.* 2013; 30: 92.
8. Buchwald H., Avidor Y., Braunwald E., Jensen M.D., Pories W., Fahrbach K., et al. Bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *JAMA.* 2004 Oct 13; 292(14):1724–37. Erratum in: *JAMA* 2005 Apr 13, 293, 14, 1728. [PubMed: 15479938].
9. Görkem Özgen, Toygar Toydemir & Mehmet Ali Yerdel. Low-Pressure Pneumoperitoneum During Laparoscopic Sleeve Gastrectomy: a Safety and Feasibility Analysis. 04 May 2023 Volume 33, pages 1984–1988.
10. Melinek J., Livingston E, Cortina G, Fishbein MC. Autopsy findings following gastric bypass surgery for morbid obesity. *Arch Pathol Lab Med.* 2002 Sep. 126(9):1091–5.
11. Lancaster R.T., Hutter M.M. Bands and bypasses: 30-day morbidity and mortality of bariatric surgical procedures as assessed by prospective, multi-center, risk-adjusted ACS-NSQIP data. *Surg Endosc.* 2008 Dec; 22(12):2554–63. Epub 2008 Sep 20. [PubMed: 18806945].
12. Тарабрін О.О., Тюрін І.І., Удут В.В., Тарабрін П.О. Низькочастотна п'єзо-тромбоеластографія цільної крові (алгоритми діагностики та корекції гемостатичних розладів). Одеса 2018 .
13. Flum D.R., Belle S.H., King W.C., Wahed A.S., Berk P, Chapman W, et al. Longitudinal Assessment of Bariatric Surgery (LABS) Consortium. Perioperative safety in the longitudinal assessment of bariatric surgery. *N Engl J Med.* 2009 Jul 30. 361(5):445–54. [PubMed: 19641201].
14. Guldogan C.E., Ozozan O.V., Ozmen M.M. Sleeve gastrectomy and its modifications. *Ann Laparosc Endosc Surg.* 2020;5:27.
15. Winegar D.A., Sherif B., Pate V., DeMaria E.J. Venous thromboembolism after bariatric surgery performed by Bariatric Surgery Center of Excellence Participants:

analysis of the Bariatric Outcomes Longitudinal Database. *Surg Obes Relat Dis*. 2011 Mar–Apr. 7(2):181–8. Epub 2010 Dec 29. [PubMed: 21421182].

16. Nguyen N.T., Wolfe B.M. The physiological effects of pneumoperitoneum in the morbidly obese. *Ann Surg*. 2005;241:219–26.

REFERENCES

1. Okunogbe, et al. (2022). Economic Impacts of Overweight and Obesity. 2nd Edition with Estimates for 161 Countries. *World Obesity Federation*.

2. Faber, D.R., de Groot, P.G., & Visseren, F.L. (2009). Role of adipose tissue in haemostasis, coagulation and fibrinolysis. *Obes Rev*. 10:554–563.

3. Vorotyntsev, S.I., Tarabrin, O.O. (2011). Vplyv epiduralnoi analhezii na hemostatychnyi potentsial pislia abdominalnykh operatsii u patsientiv z ozhyrinniam [Effect of epidural analgesia on hemostatic potential after abdominal surgery in obese patients]. *Klinichna anesteziia ta intensywna terapiia*. № 1 (11). P. 5–13.

4. Napoleone, E., Dis, A., & Amore, C. (2007). Leptin induces tissue factor expression in human peripheral blood mononuclear cells: a possible link between obesity and cardiovascular risk? *J Thromb Haemost*. 5:1462–1468.

5. Eleni, Zachari, Eleni, Sioka. (2012). Venous Thromboembolism in Bariatric Surgery. / Dr. Ufuk Çobanoğlu (Ed.). ISBN: 978-953-51-0233-5.

6. David, A., Froehling, M.D, Paul, R., Daniels, M.D, Karen, F. Mauck, M.D., Maria, L. Collazo-Clavell, M.D., Aneel, A. Ashrani, M.D., Michael, G., Sarr, M.D., Tanya, M., Petterson, Kent, R., & Bailey, PhD. (2014). Incidence of Venous Thromboembolism After Bariatric Surgery: A Population-Based Cohort Study; *NIH Public Access*. *Obes Surg*. Author manuscript; available in PMC. February 14. P. 1–5.

7. Tarabrin, O., Shcherbakov, S., Gavrychenko, D., Saleh, O., Lyoshenko, I., & Kushnir, O. (2013). Can we use the low-frequency piezoelectric tromboelastography for diagnosis coagulation disorders? *European Journal of Anaesthesiology*. 30: 92.

8. Buchwald, H., Avidor, Y., Braunwald, E., Jensen, MD, Pories W, Fahrback K, et al. (2004). Bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. Oct 13; 292(14):1724–37. Erratum in: *JAMA* 2005 Apr 13, 293, 14, 1728. [PubMed: 15479938].

9. Görkem, Özgen, Toygar, Toydemir & Mehmet, Ali, Yerdel. (2023). Low-Pressure Pneumoperitoneum During Laparoscopic Sleeve Gastrectomy: *a Safety and Feasibility Analysis*. 04 May 2023 Volume 33, pages 1984–1988.

10. Melinek, J., Livingston, E., Cortina, G., Fishbein, M.C. (2002). Autopsy findings following gastric bypass surgery for morbid obesity. *Arch Pathol Lab Med*. Sep. 126(9):1091–5.

11. Lancaster, R.T., & Hutter, M.M. (2008). Bands and bypasses: 30-day morbidity and mortality of bariatric surgical procedures as assessed by prospective, multi-center, risk-adjusted ACS-NSQIP data. *Surg Endosc*. Dec; 22(12):2554–63. Epub 2008 Sep 20. [PubMed: 18806945].

12. Tarabrin, O.O., Tyutrin, Í.Í., Udut, V.V., & Tarabrin, P.O. (2018). Niz'kochastotna p'yezetromboelastografiya tsil'noi kroví (algoritmi díagnostiki ta korektsii gemostatichnikh rozladiv). Odesa.

13. Flum, D.R., Belle, S.H., King, W.C., Wahed, A.S., Berk, P., Chapman, W., et al. (2009). Longitudinal Assessment of Bariatric Surgery (LABS) Consortium. Perioperative safety in the longitudinal assessment of bariatric surgery. *N Engl J Med*. Jul 30. 361(5):445–54. [PubMed: 19641201].

14. Guldogan, C.E., Ozozan, O.V., Ozmen, M.M. (2020). Sleeve gastrectomy and its modifications. *Ann Laparosc Endosc Surg.* 5:27.
15. Winegar, D.A., Sherif, B., Pate, V., DeMaria, E.J. (2011). Venous thromboembolism after bariatric surgery performed by Bariatric Surgery Center of Excellence Participants: analysis of the Bariatric Outcomes Longitudinal Database. *Surg Obes Relat Dis.* Mar–Apr. 7(2):181–8. Epub 2010 Dec 29. [PubMed: 21421182].
16. Nguyen, N.T., Wolfe, B.M. (2005). The physiological effects of pneumoperitoneum in the morbidly obese. *Ann Surg.* 241:219–26.