

МОЖЛИВОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ РАННІХ УСКЛАДНЕНЬ ПІСЛЯ ПАНКРЕАТОДУОДНАЛЬНОЇ РЕЗЕКЦІЇ

Дніпропетровський державний медичний університет (м. Дніпро, Україна)

doctorksenia@ukr.net

Панкреатодуоденальна резекція (ПДР) – одне зі складних оперативних втручань, кількість ускладнень при якому становить від 30 до 60% в залежності від центру. Метою дослідження було передопераційне визначення ризику виникнення ранніх ускладнень після панкреатодуоденальної резекції. Був проведений ретроспективний аналіз 108 історій хвороб пацієнтів, яким виконувалась ПДР, з 2008 по 2021 роки в клініці хірургії №2 на базі Дніпровської обласної лікарні ім. І.І. Мечникова. Після операційні ускладнення різного ступеню тяжкості виникли у 43 (39,8%) пацієнтів. За допомогою кореляції Спірмена були визначені фактори, що достовірно вплинули на розвиток ускладнень: наявність захворювань серцево-судинної системи, об'єм та ступінь тяжкості крововтрати під час операції; щільність паренхіми ПЗ в ділянці формування анастомозу (визначена пальпаторно); діаметр вірсунгової протоки. Для визначення ризику виникнення післяопераційних ускладнень у пацієнтів, яким планується виконання ПДР була розроблена математична модель за допомогою рівняння логіт-регресії з використанням тільки факторів ризику, що можливо визначити перед операцією. Отримане рівняння логіт-регресії було оцінено за критерієм χ^2 , та за результатами ROC-аналізу. При цьому площа під ROC-кривою AUC=0,7, 95% CI (0,602-0,786), чутливість – 81,7%, специфічність – 50,0%, $p < 0,001$, що свідчить про добрі операційні характеристики моделі.

Таким чином, прогнозування ранніх ускладнень після панкреатодуоденальної резекції може бути реалізовано шляхом використання розробленої математичної моделі, ефективність якої підтверджена даними ROC-аналізу.

Ключові слова: панкреатодуоденальна резекція, фактори ризику, логіт-регресія.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами. Робота виконана у відповідності до НДР кафедри: «Удосконалення діагностики та хірургічного лікування патології панкреато-біліарної зони, периферійних судин та щитоподібної залози», номер держреєстрації 0120U103031.

Вступ. Панкреатодуоденальна резекція (ПДР) є одним зі складних хірургічних втручань, яке виконують при новоутвореннях голівки підшлункової залози, великого дуоденального сосочку, дистальних відділів холедоха, дванадцятипалої кишки, а також при хронічному панкреатиті та іноді травматичних ураженнях голівки підшлункової залози та дванадцятипалої кишки [1, 2]. Ця операція супроводжується значною кількістю ускладнень, сягаючою в залежності від центру від 30 до 60% [2, 3]. Більшість з них складають панкреатичні фістули, гастростаз та кровотечі різ-

них локалізацій [1, 3, 4]. Переважна кількість авторів, чії роботи були присвячені визначенню факторів ризику післяопераційних ускладнень, концентрували свою увагу саме на факторах ризику панкреатичних фістул. Серед них виділяють: вік, стать, індекс маси тіла (ІМТ), тип панкреатодигестивного анастомозу, щільність паренхіми підшлункової залози, крововтрату під час операції, наявність механічної жовтяниці перед операцією та ін. [5, 6]. Авторами навіть були запропоновані бальні оцінки ризику розвитку панкреатичних фістул, однак всі вони дозволяють визначити ризик розвитку панкреатичних фістул вже після операції [7, 8]. Щодо факторів ризику загальної кількості післяопераційних ускладнень, то нами виявлені одиничні роботи [9, 10, 11], однак вони включали тільки тяжкі ускладнення, а модель оцінки ризику виникнення післяопераційних ускладнень була побудована лише в одній з них [11].

Метою дослідження було передопераційне визначення ризику виникнення ранніх ускладнень після панкреатодуоденальної резекції.

Об'єкт і методи дослідження. Проведено ретроспективне дослідження 108 історій хвороб пацієнтів, яким виконувалась ПДР, з 2008 по 2021 роки в клініці хірургії № 2 на базі Дніпровської обласної лікарні ім. І.І. Мечникова. Серед них було 57 (52,8%) чоловіків та 51 (47,2%) жінок у віці від 24 до 74 років з середнім віком 56,2±9,7 років. Оперативне лікування виконувалось з приводу аденокарциноми голівки підшлункової залози в 80 (74,1%) випадках, хронічного індуративного панкреатиту – 18 (16,7%), пухлин холедоха – 4 (3,7%), пухлин великого дуоденального сосочку – 2 (1,9%), нейроендокриного раку – 2 (1,9%), гастроінтестинальної стромальної пухлини 1 (0,9%), недиференційованого раку – 1 (0,9%). У 26 (24,1%) пацієнтів був сформований телескопічний панкреатоєюноанастомоз «кінець-в-кінець», у 28 (25,9%) – вірсунгоєюноанастомоз, у 34 (31,5%) – оригінальний панкреатоєюноанастомоз за методикою кафедри [12, 13] та у 20 (18,5%) хворих – панкреатогастроанастомоз. Щільність паренхіми ПЗ оцінювали пальпаторно інтраопераційно, при цьому виділяли «м'яку» та «щільну» паренхіму підшлункової залози [14].

Статистичну обробку даних проводили за допомогою методів описової та аналітичної біостатистики, реалізованих у програмних пакетах Microsoft Excel, Statistica v.6.1 (StatSoftInc., США), MedCalc Statistical Software trial, version 17,4. Для порівняння середніх величин між групами дослідження використовували показник Пірсона (χ^2) в тому числі з поправкою Йейтса на безперервність. Проводився кореляційний аналіз з розрахунком коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена (ρ). Для побудови прогностичної моделі використовувався парний і множинний регресійний аналіз. Для оцінки здатності показників (предикто-

рів) щодо прогнозування ризику розвитку післяопераційних ускладнень, визначення точок відсікання для кількісних показників та оцінки, за допомогою якого визначено оптимальні точки відсікання, площу під ROC-кривою – AUC, показники чутливості – Se, специфічності – Sp, De – діагностична ефективність.

З метою визначення ризику виникнення післяопераційних ускладнень у пацієнтів, яким планується виконання ПДР була розроблена математична модель за допомогою рівняння логіт-регресії, що має вигляд:

$$y = \frac{\exp(b_0 + b_1 \times X_1 + \dots + b_n \times x_n)}{1 + \exp(b_0 + b_1 \times X_1 + \dots + b_n \times x_n)}$$

де y – результат (y нашому дослідженні – прогноз наявності ускладнень після ПДР); b_0 – вільний член рівняння регресії; $b_1 - b_n$ – регресійні коефіцієнти; $x_1 - x_n$ – предикторні змінні. Коефіцієнти регресії розраховувались за методом Квазі-Ньютона. Якщо розрахована ймовірність за рівнянням має значення менше 0,5, можливо припустити, що подія не настане (ускладнень не буде); в іншому випадку (ймовірність більше 0,5) передбачається наявність ускладнень. Для оцінки точності передбачення за логістичними рівняннями було використано ROC-аналіз. Статистично значущим вважався рівень значущості $p < 0,05$ [15].

Результати дослідження та їх обговорення. Післяопераційні ускладнення виникли у 43 (39,8%) пацієнтів. Серед них були: кровотечі різних локалізацій – 20 (23,0%); панкреатичні фістули – 19 (21,8%) випадків ускладнень; лімфорей – 8 (9,2%); неспроможність гепатикоєюноанастомозу – 7 (8,0%); плеврит – 6 (6,8%); некроз культі підшлункової залози – 4 (4,6%); гастростаз – 4 (4,6%); виразка гастроентероанастомозу – 4 (4,6%); нагноєння післяопераційної рани – 3 (3,4%); печінкова недостатність – 3 (3,4%); пневмонія – 3 (3,4%); абсцес черевної порожнини – 2 (2,3%); гостра рання злукова кишкова непрохідність – 2 (2,3%); гепатит, паренхіматозна жовтяниця – 2 (2,3%); гостра серцево-судинна недостатність – 2 (2,3%). При цьому в середньому на одного пацієнта припадало по 2 ускладнення.

Шляхом кореляційного аналізу були визначені фактори, що достовірно вплинули на розвиток післяопераційних ускладнень, а саме: наявність захворювань серцево-судинної системи ($r_s = 0,2$; $p < 0,05$), об'єм та ступінь тяжкості крововтрати під час операції ($r_s = 0,27$; $p < 0,05$ та $r_s = 0,29$; $p < 0,05$); щільність паренхіми ПЗ в ділянці формування анастомозу (визначена пальпаторно) ($r_s = 0,28$; $p < 0,05$); діаметр вірсунгова протока ($r_s = -0,21$; $p < 0,05$). А також було виявлено достовірне підвищення кількості післяопераційних ускладнень в найближчому післяопераційному періоді при наявності панкреатичних фістул будь-якого типу ($r_s = -0,53$; $p < 0,05$). Тому було вирішено виділити ще й фактори, що вплинули на появу панкреатичних фістул. Вони співпадали з тими, що

впливали на розвиток післяопераційних ускладнень, окрім ІМТ ($r_s = 0,2$; $p < 0,05$).

Для побудови логіт-моделі було вирішено використати ті фактори, що можливо визначити перед операцією: діаметр вірсунгова протока; щільність паренхіми ПЗ; наявність супутніх захворювань (серцево-судинних захворювань); індекс маси тіла пацієнтів. Діаметр вірсунгова протока передопераційно можливо оцінити за результатами комп'ютерної томографії з в/в контрастуванням [16]. Для передопераційної оцінки щільності паренхіми підшлункової залози використовують декілька методик. Так можливо є оцінка щільності за допомогою ультразвукової еластографії, магнітно-резонансної томографії та комп'ютерної томографії [17, 18, 19, 20]. Ми використовуємо еластографію.

Таблиця 1 – Прогностична значущість виявлених факторів ризику розвитку ранніх післяопераційних ускладнень (результати ROC-аналізу)

Показник	Критерій (поріг відсікання)	Площа під ROC-кривою (AUC, 95 % CI)	Рівень значущості AUC (p)	Se/Sp/De (%)
Захворювання серцево-судинної систем	Так	0,589	0,05	48,9/68,9/60,2
Об'єм крововтрати	> 700 мл	0,657	0,004	53,3/75,0/65,6
Щільність паренхіми підшлункової залози	Так	0,632	0,003	63,8/63,9/63,9
Діаметр вірсунгова протока	≤ 3 мм	0,616	0,003	83/36,1/56,5
Наявність фістул	Так	0,702	0,0001	40,4/100,0/74,1
ІМТ*	> 26,3 кг/м ²	0,647	0,0473	47,4/77,6/72,1

Примітка: * – показники для ризику розвитку панкреатичних фістул.

Для визначення точок відсікання кількісних показників та їх здатності щодо прогнозування виникнення ускладнень в післяопераційному періоді був проведений ROC-аналіз. Його результати представлені в **табл. 1**.

При побудові логіт-моделі всі показники, окрім індексу маси тіла та діаметру вірсунгова протока, були представлені в бінарному вигляді (0 – ознаки немає; 1 – ознака є).

У процесі логістичного регресійного аналізу розраховувались коефіцієнти регресії β , які описують зміну ризику наявності ускладнень при зміні на одиницю визначеного фактору ризику (предиктора), його помилку та статистику χ^2 Вальда. Покрокове включення незалежних змінних дало змогу отримати параметри рівняння логістичної регресії, наведені в **таблиці 2**.

Підставивши в рівняння логістичної регресії вираховані коефіцієнти отримуємо рівняння:

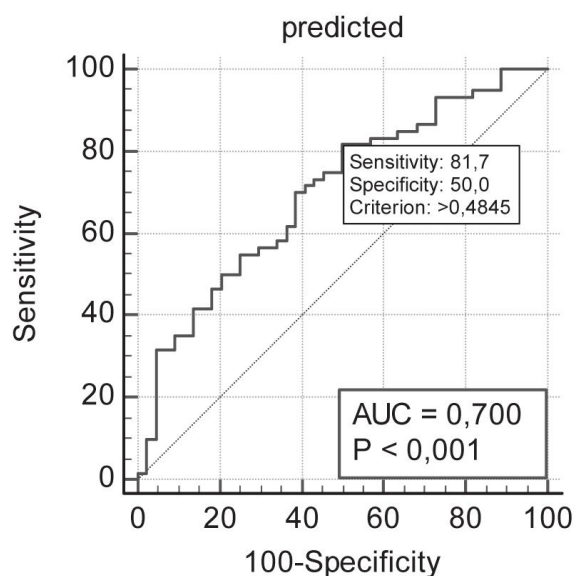
$$y = \frac{\exp(-3,71 - 0,08 \times X_1 + 1,04 \times X_2 + 0,12 \times X_3 - 0,07 \times X_4 + 0,78 \times X_5)}{1 + \exp(-3,71 - 0,08 \times X_1 + 1,04 \times X_2 + 0,12 \times X_3 - 0,07 \times X_4 + 0,78 \times X_5)}$$

де y – результат, що змінюється у діапазоні від 1 (є ускладнення) до 0 (немає ускладнень); $b_0 = 4,76$ – вільний член регресійного рівняння; X_1 – діаметр вірсунгова протока (мм); X_2 – щільність паренхіми ПЗ, визначена за показниками еластографії (0 – щільна; 1 – м'яка); X_3 – індекс маси тіла (кг/м²); X_4 – наявність супутніх захворювань (0 – ні; 1 – так); X_5 – наявність серцево-судинних захворювань (0 – ні; 1 – так).

Оцінку прогностичної точності рівняння логістичної регресії виконано за критерієм χ^2 , який складає 13,48 ($p = 0,019$), а також за результатами ROC-аналізу. При цьому площа під ROC-кривою AUC = 0,7, 95% CI

Таблиця 2 – Прогноз наявності післяопераційних ускладнень у пацієнтів після ПДР при наявності факторів ризику (за даними логістичного регресійного аналізу)

Прогностичні змінні	Коефіцієнт регресії β	Стандартна похибка коефіцієнта β	χ^2 Вальда	p-value χ^2 Вальда
Вільний член рівняння	- 3,71	1,84	4,08	0,04
Діаметр вірсунгова протока, мм	- 0,08	0,16	0,22	0,64
Щільність паренхіми підшлункової залози	1,04	0,44	5,57	0,02
ІМТ, кг/м ²	0,12	0,06	3,17	0,07
Наявність супутніх захворювань	- 0,07	0,57	0,02	0,90
Наявність серцево-судинних захворювань	0,78	0,54	2,08	0,15



Рисunek – Операційні характеристики прогнозування на підставі логістичної регресійної моделі прогнозу наявності ускладнень після операції (за даними ROC-аналізу).

(0,602-0,786), чутливість – 81,7%, специфічність – 50,0%, $p < 0,001$), що свідчить про добрі операційні характеристики моделі (рис.).

Література

- Karim SAM, Abdulla KS, Abdulkarim QH, Rahim FH. The outcomes and complications of pancreaticoduodenectomy (Whipple procedure): Cross sectional study. *Int J Surg.* 2018;52:383-387. DOI: 10.1016/j.ijso.2018.01.041.
- Jakhmola CK, Kumar A. Whipple's pancreaticoduodenectomy: Outcomes at a tertiary care hospital. *Med J Armed Forces India.* 2014;70(4):321-326. DOI: 10.1016/j.mjafi.2014.08.011.
- Schorn S, Demir IE, Vogel T, Schirren R, Reim D, Wilhelm D, et al. Mortality and postoperative complications after different types of surgical reconstruction following pancreaticoduodenectomy-a systematic review with meta-analysis. *Langenbecks Arch Surg.* 2019;404(2):141-157. DOI: 10.1007/s00423-019-01762-5.
- Bassi C, Marchegiani G, Dervenis C, Sarr M, Abu Hilal M, Adham M, et al. The 2016 update of the International Study Group (ISGPS) definition and grading of postoperative pancreatic fistula: 11 Years After. *Surgery.* 2017;161(3):584-591. DOI: 10.1016/j.surg.2016.11.014.
- Akgul O, Merath K, Mehta R, Hyer JM, Chakedis J, Wiemann B, et al. Postoperative Pancreatic Fistula Following Pancreaticoduodenectomy-Stratification of Patient Risk. *J Gastrointest Surg.* 2019;23(9):1817-1824. DOI: 10.1007/s11605-018-4045-x.
- Drozdzov YES, Koshe' AP, Rodionova OV, Dibina TV, Klokov SS. Prediktory vozniknoveniya naruzhnykh pankreaticheskikh svishchey posle rezektsii podzheludochnoy zhelezy. *Zhurnal im. N.I. Pirogova.* 2020;11:107-114. DOI: 10.17116/hirurgia2020111107. [in Russian].
- Li Y, Zhou F, Zhu DM, Zhang ZX, Yang J, Yao J, et al. Novel risk scoring system for prediction of pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy. *World J Gastroenterol.* 2019;25(21):2650-2664. DOI: 10.3748/wjg.v25.i21.2650.
- Xingjun G, Feng Z, Meiyen Y, Jianxin J, Zheng H, Jun G, et al. A score model based on pancreatic steatosis and fibrosis and pancreatic duct diameter to predict postoperative pancreatic fistula after Pancreatoduodenectomy. *BMC Surg.* 2019;19(1):75. Published 2019 Jul 3. DOI: 10.1186/s12893-019-0534-4.
- Yu L, Huang Q, Xie F, Lin X, Liu C. Risk factors of postoperative complications of pancreaticoduodenectomy. *Hepatogastroenterology.* 2014;61(135):2091-2095.

Отже, за даними ROC-аналізу, враховуючи критичне значення точки відсікання (optimal cutoff value) для розрахованого за логістичним рівнянням результату, встановлено прогнозування ризику наявності післяопераційних ускладнень у хворого при отриманні значення $\geq 0,5$. Таким чином, для розробленої логістичної моделі результати рівняння оцінюють так: менше 0,5 – ризик ускладнень низький; вище або рівний 0,5 – високий.

Розроблена модель за даними ROC-аналізу є достатньо ефективним методом розрахунку ризику післяопераційних ускладнень, однак вирішення такого складного рівняння може бути достатньо обтяжливим для практикуючих лікарів. Так в дослідженнях Y. Li та G. Xingjun була застосована бальна оцінка факторів ризику панкреатичних фістул, що є простішим для проведення підрахунків.

Однак кількість хворих в цих дослідженнях складала 298 та 609, що дозволило використати відмінні від наших статистичні методи обробки даних [8, 9]. Крім того, фактори, що включені в модель оцінки післяопераційних ускладнень значно різняться у різних авторів. Так L. Chen включив в свою модель ІМТ, наявність захворювань дихальної системи, кількість лейкоцитів, концентрацію натрію, текстуру підшлункової залози. Однак, в цьому дослідженні враховувались тільки ті ускладнення, що за класифікацією Clavien-Dindo займали 2 ступінь і вище, ми ж в своїй роботі врахували всі ускладнення, що відбулись у пацієнтів [11].

Висновки. Таким чином, прогнозування ранніх ускладнень після панкреатодуоденальної резекції може бути реалізовано шляхом використання розробленої математичної моделі, ефективність якої підтверджена даними ROC-аналізу.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним є впровадження в практику розробленої математичної моделі оцінки ризику розвитку ранніх ускладнень після ПДР, спрощення методу розрахунку за рівнянням логіт-регресії шляхом використання сучасних цифрових технологій, що може призвести до покращення результатів операції.

10. Lattimore CM, Kane WJ, Turrentine FE, Zaydfudim VM. The impact of obesity and severe obesity on postoperative outcomes after pancreaticoduodenectomy. *Surgery*. 2021;170(5):1538-1545. DOI: 10.1016/j.surg.2021.04.028
11. Chen L, Peng L, Wang C, Li SC, Zhang M. New score for prediction of morbidity in patients undergoing open pancreaticoduodenectomy. *J Int Med Res*. 2021;49(3):3000605211001984. DOI: 10.1177/03000605211001984.
12. Kutovyi OB, Denysova KO vynahidnyky; DZ «DMA MOZ Ukrainy», patentovlasnyk. Sposib formuvannya pankreatoyeyunoanastomozu. Patent Ukrainy № 139485. 2020 Sichen`10 [in Ukrainian].
13. Kutovyi OB, Denysova KO, Balyk DV vynahidnyky; DZ «DMA MOZ Ukrainy», patentovlasnyk. Sposib formuvannya pankreatoyeyunoanastomozu. Patent Ukrainy № 132705. 2019 Berezen`11. [in Ukrainian].
14. Gal'perin EI, Semenenko IA. Fibroz podzheludochnoy zhelezy pri khronicheskom pankreatite. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2015;12:96-102. DOI: 10.17116/hirurgia20151296-102. [in Russian].
15. Antomonov MYu. Matematicheskaya obrabotka i analiz mediko-biologicheskikh dannykh. 2-e izd. Kyiv: Medinform; 2018. 579 s. [in Russian].
16. Weerakkody YR. Pancreatic duct diameter. Reference article [Internet]. Radiopaedia.org; 2022. Available from: <https://radiopaedia.org/articles/pancreatic-duct-diameter?lang=us>. DOI: 10.53347/rID-24634.
17. Kawada N, Tanaka S. Elastography for the pancreas: Current status and future perspective. *World J Gastroenterol*. 2016;22(14):3712-3724. DOI: 10.3748/wjg.v22.i14.3712.
18. Harada N, Ishizawa T, Inoue Y, Aoki T, Sakamoto Y, Hasegawa K, et al. Acoustic radiation force impulse imaging of the pancreas for estimation of pathologic fibrosis and risk of postoperative pancreatic fistula. *J Am Coll Surg*. 2014;219(5):887-94. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2014.07.940.
19. Watanabe H, Kanematsu M, Tanaka K, Osada S, Tomita H, Hara A, et al. Fibrosis and postoperative fistula of the pancreas: correlation with MR imaging findings—preliminary results. *Radiology*. 2014;270(3):791-799. DOI: 10.1148/radiol.13131194.
20. Miyamoto N, Yabusaki S, Sakamoto K, Kikuchi Y, Mimura R, Kato F, et al. Prediction of pancreatic anastomotic failure after pancreatic head resection using preoperative diffusion-weighted MR imaging. *Jpn J Radiol*. 2015;33:59-66. DOI: 10.1007/s11604-014-0377-y.

МОЖЛИВОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ РАННІХ УСКЛАДНЕНЬ ПІСЛЯ ПАНКРЕАТОДУОДНАЛЬНОЇ РЕЗЕКЦІЇ

Кутовий О. Б., Денисова К. О.

Резюме. Панкреатодуоденальна резекція (ПДР) – це операція зі значною кількістю ускладнень, сягаючи подекуди від 30 до 60%. Метою дослідження було передопераційне визначення ризику виникнення ранніх ускладнень після панкреатодуоденальної резекції. Проведено ретроспективне дослідження 108 історій хвороб пацієнтів, яким виконувалась ПДР, з 2008 по 2021 роки в клініці хірургії №2 на базі Дніпровської обласної лікарні ім. І.І. Мечникова. Різноманітні післяопераційні ускладнення виникли у 43 (39,8%) пацієнтів. При цьому в середньому на одного пацієнта припадало по різних 2 ускладнення. Були визначені фактори, що достовірно вплинули на розвиток післяопераційних ускладнень, а саме: наявність захворювань серцево-судинної системи ($r_s = 0,2$; $p \leq 0,05$), об'єм та ступінь тяжкості крововтрати під час операції ($r_s = 0,27$; $p \leq 0,05$ та $r_s = 0,29$; $p \leq 0,05$); щільність паренхіми ПЗ в ділянці формування анастомозу (визначена пальпаторно) ($r_s = 0,28$; $p \leq 0,05$); діаметр вірсунгова протока ($r_s = -0,21$; $p \leq 0,05$). З метою визначення ризику виникнення післяопераційних ускладнень у пацієнтів, яким планується виконання ПДР була розроблена математична модель за допомогою рівняння логіт-регресії. Для її побудови було вирішено використати ті фактори, що можливо визначити перед операцією: діаметр вірсунгова протока; щільність паренхіми підшлункової залози; наявність супутніх захворювань (серцево-судинних захворювань). Оскільки наявність панкреатичний фістул достовірно впливала на загальну кількість ускладнень ($r_s = 0,53$; $p \leq 0,05$), то було вирішено додати до моделі ще й ІМТ, який виявився достовірним фактором ризику виникнення фістул ($r_s = 0,2$; $p \leq 0,05$). Для визначення точок відсікання кількісних показників та їх здатності щодо прогнозування виникнення ускладнень в післяопераційному періоді був проведений ROC-аналіз. Отримане в ході розрахунків рівняння логіт-регресії було оцінено за критерієм χ^2 , який склав 13,48 ($p=0,019$), а також за результатами ROC-аналізу. При цьому площа під ROC-кривою AUC=0,7, 95% CI (0,602-0,786), чутливість – 81,7%, специфічність – 50,0%, $p < 0,001$, що свідчить про добрі операційні характеристики моделі. Точка відсікання склала $\geq 0,5$, тобто отримана модель дозволяє виділяти 2 варіанти ризику післяопераційних ускладнень – високий та низький.

Ключові слова: панкреатодуоденальна резекція, фактори ризику, логіт-регресія.

PROSPECTS OF EARLY COMPLICATION AFTER PANCREATODUODENECTOMY PREDICTION

Kutovyi O. B., Denysova K. O.

Abstract. Pancreaticoduodenectomy (PD) is an operation with a significant number of complications, ranging sometimes from 30 to 60%. The aim of the study was to develop a mathematical model for preoperative determination of the risk of postoperative complications in patients that are considered as candidates for PD. The retrospective study of 108 case histories of patients who underwent PD in the period from 2008 to 2021 at the Surgery Clinic No. 2 at the Dnipro Regional Hospital named after I.I. Mechnikov was executed. Various postoperative complications occurred in 43 (39.8%) patients. There were on average 2 different complications in one patient. Factors that significantly influenced the development of postoperative complications were identified, namely: the presence of diseases of the cardiovascular system ($r_s = 0,2$; $p \leq 0,05$), the volume and severity of blood loss during surgery ($r_s = 0,27$; $p \leq 0,05$ and $r_s = 0,29$; $p \leq 0,05$); the density of the pancreas parenchyma in the region of anastomosis formation (determined by palpation) ($r_s = 0,28$; $p \leq 0,05$); diameter of the Wirsung duct ($r_s = -0,21$; $p \leq 0,05$). To build a logit model, it was decided to use the factors that can be determined before the operation: the diameter of the Wirsung duct; the density of the pancreas parenchyma; the presence of comorbidities (cardiovascular diseases). Since the presence of pancreatic fistula significantly affected the total number of complications ($r_s = 0,53$; $p \leq 0,05$), it was decided to add to the model BMI, which was a significant risk factor for these complications ($r_s = 0,2$; $p \leq 0,05$). ROC-analysis was performed to determine the cut-off points of quantitative indicators and their ability to predict the occurrence of complications in the postoperative period. The logit-regression equation obtained during the calculations was evaluated by the criterion χ^2 , which was 13,48 ($p=0,019$), as well as by the ROC-analysis. The area under the ROC curve was AUC=0,7, 95% SI (0.602-0.786), sensitivity – 81,7%, specificity – 50,0%, $p < 0,001$, which indicates good

operational characteristics of the model. The cut-off point was $\geq 0,5$, i.e. the obtained model allows to distinguish 2 variants of risk of postoperative complications - high and low.

Key words: pancreatoduodenal resection, risk factors, logit-regression.

ORCID автора та його внесок до статті:

Kutovyi O. B.: 0000-0003-2744-4595^{EF}

Denysova K. O.: 0000-0003-3634-2048^{ABC}

Конфлікт інтересів:

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Адреса для кореспонденції

Денисова Ксенія Олегівна

Дніпропетровський державний медичний університет

Адреса: Україна, 49044, м. Дніпро, вул. В. Вернадського, 9

Тел.: 0684862695

E-mail: doctorksenia@ukr.net

A – концепція роботи та дизайн, **B** – збір та аналіз даних, **C** – відповідальність за статичний аналіз, **D** – написання статті, **E** – критичний огляд, **F** – остаточне затвердження статті.

Рецензент – проф. Дудченко М. О.

Стаття надійшла 25.08.2021 року

Стаття прийнята до друку 17.02.2022 року