

АНОТАЦІЯ

Сельський Б. П. Вибір об'єму реконструктивних оперативних втручань в умовах багатоповерхового стенотично-оклюзивного процесу інфраінгвінального артеріального русла. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 222 «Медицина» (22 «Охорона здоров'я»). – Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль, 2023.

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль, 2023.

Дисертаційна робота присвячена вивченню шляхів покращення результатів відкритої, ендоваскулярної та гібридної реваскуляризації атеросклеротичного стенотично-оклюзивного ураження інфраінгвінального артеріального русла шляхом впровадження в клінічну практику системи прогнозування ризику розвитку ускладнень у післяопераційному періоді, що базується на основі інформаційних методик та встановленню значень поєднання змін досліджуваних параметрів.

Робота ґрунтується на аналізі обстеження та хірургічного лікування 411 пацієнтів із атеросклеротичним стенотично-оклюзивним ураженням інфраінгвінального артеріального русла, що перебували на стаціонарному лікуванні у відділенні судинної хірургії КНП «Тернопільська обласна клінічна лікарня» ТОР упродовж 2017–2023 років.

Критеріями включення пацієнтів у дослідження були стенотично-оклюзивні зміни атеросклеротичного генезу в інфраінгвінальному сегменті артеріального русла нижніх кінцівок та наявність стадії хронічної артеріальної недостатності за системою класифікації Wifl (2019) 1,2,3,4.

Залежно від методу реваскуляризації атеросклеротичного процесу стегно-дистального артеріального русла пацієнти розподілені на групи: I група – хворим проведені відкриті методи реваскуляризації інфраінгвінального артеріального русла; II група – пацієнтам здійснено ендovasкулярні методи реваскуляризації; III група – хворим проведено гібридні методи реваскуляризації стегно-дистального артеріального русла.

Встановлено, що ультразвукові методи досліджень артеріального русла та рентгенконтрастна ангіографія є ефективними для визначення характеру і розповсюдженості стенотично-оклюзивного ураження артерій нижніх кінцівок, що дають можливість визначення показників функціонального стану артерій та характеристики регіонарної гемодинаміки.

Для оцінки ризику розвитку післяопераційних ускладнень хворим проводили ультрасонографічне та ангіографічне дослідження, що дало можливість об'єктивно оцінити функціональний стан артерій та характер гемодинамічних змін у нижніх кінцівках.

Для об'єктивної оцінки розвитку післяопераційних ускладнень необхідна характеристика стану органів і систем, коморбідності організму, які будуть визначати адекватний об'єм і спосіб реконструктивних оперативних втручань у хворих зі стенотично-оклюзивним ураженням атеросклеротичного генезу магістральних артерій нижніх кінцівок.

Згідно з проведеними дослідженнями та обстеженнями виділено групу із 119 пацієнтів, що відповідали критеріям інформаційного дослідження, зокрема застосуванню програми NeuroXL Classifier. Пацієнтам проведено поглиблений аналіз шляхом використання кореляційного аналізу та нейромережевої кластеризації з усіма досліджуваними параметрами.

Для подальшого використання результатів кореляційного аналізу та нейромережевої кластеризації і розробки системи оцінювання та застосування шкали ризику розвитку ускладнень проведено аналіз клініко-анамнестичних та інструментально-лабораторних показників. Встановлено, що середній вік пацієнтів коливався в межах $(67,06 \pm 1,14)$ років, чоловіків

було 98 (82,35 %), жінок – 21 (17,65 %). Шкідливі звички (паління) мали місце у 60 осіб (50,4 %). Серед супутньої патології захворювання серцево-судинної системи виявлено у 114 (95,83 %) пацієнтів, ураження екстракраніальних артерій – у 64 (54,14 %) хворих, цукровий діабет – у 36 (30,56 %) випадках, патологію шлунково-кишкового тракту – у 18 (15,28 %) хворих, дихальну недостатність – у 15 (12,5 %) пацієнтів, інсульт в анамнезі – у 6 (5,56 %) випадках та інфаркт міокарда в анамнезі – у 28 (23,61 %) пацієнтів.

Аналіз клініко-лабораторних показників хворих із відкритою ревазуляризацією стегно-дистального артеріального русла за наявності післяопераційних ускладнень (тромбоз сегменту реконструкції, інфаркт міокарда, нагноєння кондуїту) показав достовірне ($p < 0,05$) збільшення на 26,1 % рівня ліпопротеїнів низької щільності ($(3,72 \pm 0,29)$ ммоль/л) порівняно з аналогічними показником у групі пацієнтів без ускладнень ($(2,95 \pm 0,09)$ ммоль/л). За результатами досліджень кореляційного зв'язку між аналогічними показниками загального та біохімічного аналізу крові пацієнтів даної групи з ускладненнями та без ускладнень встановлено негативну середню кореляцію між значеннями рівнів холестерину ($-0,67$), а також показників аспартатамінотрансферази ($-0,50$), що свідчить про можливість використання таких змін, як маркерів ризику виникнення ускладнень.

На основі аналізу клініко-лабораторних показників хворих із ендovasкулярною та гібридною ревазуляризацією стегно-дистального артеріального русла за наявності післяопераційних ускладнень (тромбоз сегменту реконструкції, нагноєння кондуїту, розвиток псевдоаневризм анастомозів) встановлено достовірне ($p < 0,05$) зниження на 21,86 % рівня глюкози ($(5,79 \pm 0,54)$ ммоль/л) порівняно із групою хворих без ускладнень ($(7,41 \pm 0,62)$ ммоль/л). Дослідження кореляційного зв'язку між аналогічними показниками загального та біохімічного аналізу крові пацієнтів цієї групи дослідження з ускладненнями та без ускладнень показало

негативну сильну кореляцію між частками моноцитів (-0,78), значеннями рівнів калію (-0,81) та між показниками тромбінового часу (-0,75), що свідчить про можливість використання їх змін, як маркерів ризику виникнення ускладнень.

Нейромережева кластеризація із використанням програми NeuroXL Classifier на основі результатів кореляційного аналізу показників клініко-анамнестичного та лабораторно-інструментального досліджень дає можливість визначити поєднані параметри, зміни яких є найвагомішими для прогнозування рівня ризику виникнення післяопераційних ускладнень.

Аналіз кластерних портретів при проведенні нейромережевої кластеризації на основі анамнестичних показників засвідчив, що при прогнозуванні ризику ускладнень найсуттєвіше значення мають поєднання таких факторів, як вік, атеросклеротичне ураження екстракраніальних артерій, цукровий діабет в стадії суб- та декомпенсації, дихальна недостатність та онкологічні захворювання. При аналізі результатів нейромережевої кластеризації на основі лабораторних показників встановлено, що для прогнозу ризику розвитку ускладнень найістотніше значення має поєднання підвищених показників рівня кількості еритроцитів, моноцитів, рівнів креатиніну, аспартатамінотрансферази, аланінамінотрансферази, білірубіну, калію, ліпопротеїнів низької щільності та холестерину. У свою чергу, аналіз кластерних портретів при проведенні нейромережевої кластеризації на основі показників УЗД-дослідження та показника ускладнень у післяопераційному періоді показав, що при прогнозуванні ризику розвитку ускладнень найсуттєвіше значення має поєднання стенозу $\geq 71\%$ або оклюзія на рівні стегнової та поверхневої артерій стегна, оклюзія передньої великогомілкової та малоогомілкової артерій, а також $\leq 0,48$ співвідношення кісточково-плечового індексу.

За результатами математичного обрахунку багатопараметричної нейромережевої кластеризації показників сформовано відповідні шкали. При цьому граничні значення пересічних показників дослідження у них

встановлено на основі пересічних значень у загальній групі пацієнтів з ускладненнями, а значення коефіцієнтів для показників – як відношення їхніх часток у визначеному кластері (із найбільшою кількістю ускладнень) до мінімальної частки, коефіцієнт показника якої визначався як 1,0. Для уніфікації встановлення рівнів ризику усі значення коефіцієнтів переводили у 10-бальні шкали за кожним із напрямів дослідження. Максимальна сума, відповідно, складала 40 балів. На основі бальної системи визначення ризику післяопераційних ускладнень розроблено шкалу рівня ризику ускладнень. Відповідно, ризик розвитку післяопераційних ускладнень визначався у випадку сукупного значення балів за усіма напрямками дослідження в межах: дуже високий ризик – 31–40, високий – 21–30, середній – 11–20, та низький – 1–10.

Наукова новизна отриманих результатів. Одержані результати наукового пошуку дозволили доповнити знання з проблематики хронічної загрозливої ішемії нижніх кінцівок у пацієнтів із стенотично-оклюзивним ураженням магістральних артерій нижніх кінцівок та запропонувати комплексну програму із застосуванням інформаційних методик.

Вперше застосовано кореляційний аналіз та нейромережеву кластеризацію на основі програмної надбудови NeuroXL Classifier для прогнозування розвитку ускладнень реконструктивних операцій в умовах стенотично-оклюзивного ураження магістральних артерій нижніх кінцівок з урахуванням мультифакторних клініко-анамнестичних та лабораторно-інструментальних параметрів пацієнта.

Вперше на основі результатів нейромережевої кластеризації розроблено сукупну бальну систему оцінювання ризику розвитку післяопераційних ускладнень у пацієнтів із стенотично-оклюзивним ураженням магістральних артерій нижніх кінцівок.

Вперше розроблено та впроваджено в клінічну практику вебресурс із графічно представленою інтерактивною шкалою ризику розвитку

післяопераційних ускладнень у хворих зі стенотично-оклюзивним атеросклеротичним ураженням магістральних артерій нижніх кінцівок.

Практичне значення отриманих результатів. Для прогнозування розвитку ускладнень у хворих зі стенотично-оклюзивним ураженням магістральних артерій нижніх кінцівок, яким проводили оперативні втручання, при дослідженні клініко-анамнестичних та лабораторно-інструментальних показників з метою визначення відповідних параметрів та їх поєднаних змін рекомендовано проводити кореляційний і кластерний аналіз показників обстеження із використанням програми NeuroXL Classifier. Зазначений підхід використовується для оптимізації прогнозування перебігу післяопераційного періоду.

Бальна система на основі результатів нейромережевої кластеризації оцінювання ризику розвитку ускладнень у післяопераційному періоді пацієнтів зі стенотично-оклюзивним атеросклеротичним ураженням стегно-дистального артеріального русла нижніх кінцівок із врахуванням мультифакторності клініко-анамнестичних та лабораторно-інструментальних досліджень забезпечує адекватний вибір об'єму реваскуляризації.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено в лікувальну практику хірургічних відділень КНП «Тернопільська комунальна міська лікарня № 2», КНП «Тернопільська міська комунальна лікарня швидкої допомоги», відділення судинної хірургії КНП «Тернопільська обласна клінічна лікарня» ТОР та хірургічного відділення КП «Лікарня № 2 ім. В. П. Павлусенка» ЖМР м. Житомир. Результатами впровадження є покращення результатів хірургічного лікування атеросклеротичного стенотично-оклюзивного ураження магістральних артерій нижніх кінцівок.

Ключові слова: стенотично-оклюзивне ураження інфраінгвінального артеріального русла, облітеруючий атеросклероз, інформаційні методики, нейромережева кластеризація, відкрита реваскуляризація, ендovasкулярна реваскуляризація, гібридна реваскуляризація, шкала стратифікації ризику розвитку ускладнень.

ANNOTATION

Selskyi B. P. The choice of reconstructive surgery in the condition of the stenotic-occlusive process of the infrainguinal arterial segment. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

The dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in the specialty 222 «Medicine» (22 «Health Care»). – Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, 2023.

The dissertation is dedicated to the study of ways to improve the results of open, endovascular and hybrid revascularization of atherosclerotic stenotic-occlusive lesions of the infrainguinal arterial segment by introducing into clinical practice a system for predicting the risk of developing complications in the postoperative period, which is based on informational methods and establishing the values of a combination of changes in the studied parameters.

The work is based on the analysis of the examination and surgical treatment of 411 patients with atherosclerotic stenotic-occlusive lesions of the infrainguinal arterial bed, who were treated in the vascular surgery department of the Ternopil Regional Clinical Hospital during 2017–2023.

The criteria for including patients in the study were stenotic-occlusive changes of atherosclerotic genesis in the infrainguinal segment of the arterial bed of the lower extremities and the presence of the stage of chronic arterial insufficiency according to the classification system WiFi (2019) 1,2,3,4.

Depending on the method of revascularization of the atherosclerotic process at the femoral-distal arterial bed, patients are divided into groups: Group I – patients who underwent open methods of revascularization of the infrainguinal arterial bed; II group – patients who underwent endovascular revascularization methods; Group III – patients who underwent hybrid methods of revascularization of the femoral-distal arterial bed.

It has been established that ultrasound methods of arterial system research and X-ray contrast angiography are effective for determining the nature and prevalence of stenotic-occlusive lesions of the arteries of the lower extremities, which make it possible to determine the indicators of the functional state of the arteries and the characteristics of regional hemodynamics.

To assess the risk of developing postoperative complications, patients underwent ultrasonographic and angiographic examination, which made it possible to objectively assess the functional state of the arteries and the nature of hemodynamic changes in the lower limbs.

For an objective assessment of the development of postoperative complications, it is necessary to characterize the state of organs and systems, comorbidities of the body, which will determine the adequate volume and method of reconstructive surgical interventions in patients with stenotic-occlusive lesions of atherosclerotic genesis of the great arteries of the lower extremities.

According to the conducted studies and examinations, a group of 119 patients was selected that met the criteria of the information study, in particular, the use of the NeuroXL Classifier program. Patients underwent in-depth analysis by using correlation analysis and neural network clustering with all studied parameters.

For the further use of the results of correlation analysis and neural network clustering and the development of assessment systems and the implementation of the developed risk scale, a comprehensive analysis of clinical and anamnestic, instrumental and laboratory indicators was carried out.

It was established that the average age of the patients varied within (67.06 ± 1.14) years, there were 98 (82.35 %) men, 21 (17.65 %) female. Bad habits (smoking) occurred in 60 people (50.4 %). Among the accompanying pathologies, diseases of the cardiovascular system were found in 114 (95.83 %) patients, lesions of extracranial arteries – in 64 (54.14 %) patients, diabetes – in 36 (30.56 %) cases, gastrointestinal pathology – in 18 (15.28 %) patients, respiratory failure – in 15

(12.5 %) patients, a history of stroke – in 6 (5.56 %) cases and a history of myocardial infarction – in 28 (23.61 %) of patients.

The analysis of clinical and laboratory indicators of patients with open revascularization of the femoral-distal arterial bed for the presence of postoperative complications (thrombosis of the reconstruction segment, myocardial infarction, suppuration of the conduit) showed a significant ($p < 0.05$) increase of 26.1 % in the level of low-density lipoproteins ((3.72 ± 0.29) mmol/l). According to the results of the correlation between similar indicators of the general and biochemical blood analysis of the population of this group with complications and without complications, a negative average correlation was established between the values of cholesterol levels (-0.67), as well as aspartate aminotransferase indicators (-0.50), which the possibility of using such changes as markers of the complications risk.

Based on the analysis of clinical and laboratory indicators of patients with endovascular and hybrid revascularization of the femoral-distal arterial bed in the presence of postoperative complications (thrombosis of the reconstruction segment, suppuration of the conduit, development of pseudoaneurysms of the anastomoses), a significant ($p < 0.05$) decrease of 21.86 % of the level was established of glucose ((5.79 ± 0.54) mmol/l) compared to the group of patients without complications ((7.41 ± 0.62) mmol/l). The study of the correlation between similar indicators of the general and biochemical blood analysis of patients of this study group with complications and without complications showed a negative strong correlation between the proportions of monocytes (-0.78), the values of potassium levels (-0.81) and between indicators of thrombin time (-0.75), which indicates the possibility of using their changes as markers of complications risk.

Neural network clustering using the NeuroXL Classifier program based on the results of correlation analysis of clinical and anamnestic indicators, laboratory-instrumental studies makes it possible to apply combined parameters that change the most significant for predicting the level of postoperative complications risk.

The analysis of cluster portraits during neural network clustering based on anamnestic indicators proved that the combination of such factors as age, atherosclerotic lesions of extracranial arteries, diabetes in the sub- and decompensation stage, respiratory failure and oncological diseases are most important in predicting the risk of complications. When analyzing the results of neural network clustering based on laboratory indicators, it was established that the combination of increased indicators of the erythrocytes level, monocytes, levels of creatinine, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, bilirubin, potassium, low-density lipoproteins and cholesterol is most important for predicting the risk of developing complications.

The analysis of cluster portraits during neural network clustering based on ultrasound examination indicators and the rate of complications in the postoperative period showed that in predicting the risk of developing complications, the combination of stenosis $\geq 71\%$ or occlusion at the level of the femoral and superficial femoral arteries, occlusion is most significant of the anterior tibial and fibular arteries, as well as ≤ 0.48 ratio of the ankle-brachial index.

According to the results of the mathematical calculation of the multi-parameter neural network clustering of indicators, appropriate scales were formed. At the same time, the limit values of the average indicators of the study are set on the basis of the average values in the general group of patients with complications, and the value of the coefficients for the indicators is the ratio of their shares in the specified cluster (with the largest number of complications) to the minimum share, the coefficient of the indicator was defined as 1,0. To unify the establishment of risk levels, all coefficient values were converted into 10-point scales for each of the research areas. The maximum amount, respectively, was 40 points. Based on the scoring system for determining the risk of postoperative complications, a complication risk level scale was developed. Accordingly, the risk of the development of postoperative complications was determined in the case of the

cumulative value of points for all areas of research within the limits: very high risk – 31-40, high – 21-30, medium – 11-20, and low – 1-10.

Scientific novelty of the obtained results. The obtained results of the scientific research made it possible to supplement the knowledge on the problems of chronic threatening ischemia of the lower extremities in patients with stenotic-occlusive lesions of the main arteries of the lower extremities and to propose a comprehensive program using informational methods.

For the first time, correlation analysis and neural network clustering based on the NeuroXL Classifier software add-on were used to predict the development of complications of reconstructive operations in the conditions of stenotic-occlusive lesions of the main arteries of the lower limbs, taking into account the multifactorial clinical, anamnestic and laboratory-instrumental parameters of the patient.

For the first time, based on the results of neural network clustering, a cumulative scoring system for assessing the risk of postoperative complications in patients with stenotic-occlusive lesions of the main arteries of the lower extremities was developed.

For the first time, a web resource with a graphically presented interactive risk scale for the development of postoperative complications in patients with stenotic-occlusive atherosclerotic lesions of the main arteries of the lower extremities was developed and implemented in clinical practice.

Practical significance of the obtained results. In order to predict the development of complications in patients with stenotic-occlusive lesions of the main arteries of the lower extremities, who underwent surgical interventions, when examining clinical, anamnestic and laboratory-instrumental indicators in order to determine the relevant parameters and their combined changes, it is recommended to conduct a correlation and cluster analysis of the examination indicators using NeuroXL Classifier programs. This approach is used to optimize the prediction of the course of the postoperative period.

The scoring system based on the results of neural network clustering for assessing the risk of developing complications in the postoperative period of patients with stenotic-occlusive atherosclerotic lesions of the femoral-distal arterial bed of the lower extremities, taking into account the multifactorial nature of clinical, anamnestic and laboratory-instrumental studies, ensures an adequate selection of the volume of revascularization.

The results of the dissertation research are implemented in the medical practice of surgical departments of the Ternopil Municipal City Hospital № 2, Ternopil City Municipal Ambulance Hospital, the Department of Vascular Surgery of the Ternopil Regional Clinical Hospital and the Department of Surgery of Zhytomyr City Municipal Hospital № 2 name Pavlusenka V.P. The results of the implementation are the improvement of the results of surgical treatment of atherosclerotic stenotic-occlusive lesions of the main arteries of the lower extremities.

Key words: stenotic-occlusive lesion of the infrainguinal arterial bed, obliterating atherosclerosis, information methods, neural network clustering, open revascularization, endovascular revascularization, hybrid revascularization, risk scale.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковано основні результати дисертації

1. Реконструкція каротидного басейну в умовах розвитку пізніх ускладнень після реваскуляризації аорто-клубово-стегнового сегмента / І. К. Венгер, С. Я. Костів, А. Р. Вайда, Б. П. Сельський *Вісник медичних і біологічних досліджень*. 2020. № 3(5). С. 11–15. DOI 10.11603/bmbr.2706-6290.2020.3.11515

2. Прогнозування ризику операційних ускладнень на основі багатопараметричної нейромережевої кластеризації при реваскуляризації магістральних артерій нижніх кінцівок / Б. П. Сельський, С. Я. Костів,

П. І. Нікульніков, І. К. Венгер, Б. П. Сельський *Клінічна хірургія*. 2021. № 11-12 (88). С. 40–46. DOI 10.26779/2522-1396.2021.11-12.40

3. Костів С. Я., Сельський Б. П., Орлов М. П. Інтраопераційний стан гемокоагуляційної системи у пацієнтів при відкритій та ендovasкулярній реваасуляризації інфраінгвінального артеріального сегменту в умовах стенотично-оклюзивного процесу гомілкових артерій. *Шпитальна хірургія. Журнал імені Л.Я. Ковальчука*. 2022. № (1). С. 19–25. DOI 10.11603/2414-4533.2022.1.12913

4. Критерії ефективної ендovasкулярної ангіопластики багаторівневого атеросклеротичного стенотично-оклюзивного ураження стегно-дистального артеріального русла / І. К. Венгер, М. П. Орлов, С. Я. Костів, Б. П. Сельський. *Шпитальна хірургія. Журнал імені Л. Я. Ковальчука*. 2023. № 2. С. 10–15. DOI 10.11603/2414-4533.2023.2.13987

5. Endovascular angioplasty of multi-level stenotic-occlusive lesion of the femoral-distal arterial bed in case of stenotic-occlusive process of the tibial arteries / I. K. Venher, S. Ya. Kostiv, B. P. Selskyi, D. V. Khvalyboha, M. Yu. Orlov, I. V. Faryna, N. I. Tsiupryk *International Journal of Medicine and Medical Research*. 2022. Vol. 8, № 1. P. 48–54. DOI 10.11603/ijmmr.2413-6077.2022.1.13157

6. Intraoperative state of the hemocoagulation system in patients with open and endovascular revascularization of infrainguinal arterial segment in the presence of stenotic-occlusive process of tibial arteries / I. K. Venher, S. Ya. Kostiv, B. P. Selskyi, M. P. Orlov, N. I. Tsiupryk *International Journal of Medicine and Medical Research*. 2022. Vol. 8, № 2. P. 38–43. DOI 10.11603/ijmmr.2413-6077.2022.2.13197

7. Prediction of the progression of endometrial hyperplasia in women of premenopausal and menopausal age based on an analysis of clinical and anamnestic indicators using multiparametric neural network clustering / P. R. Selskyi, A. S. Sverstiuk, A. F. Slyva, B. P. Selskyi *Family medicine &*

Primary Care Review. 2023. Vol. 25, № 2. P. 184–189. DOI 10.5114/fmpcr.2023.127679 (*SCOPUS*)

8. Predicting the risk of surgical complications based on multiparametric neural network clustering at revascularization of main arteries of the lower limbs / B. P. Selskyi, S. Ya Kostiv, I. K. Venher, P. R. Selskyi *ITAAP Information Technologies: Theoretical and Applied Problems*. 2022. Vol. 3039, № 2. P. 33–44. ISSN 16130073 (*SCOPUS*)

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертаційної роботи:

9. Сельський Б. П. Порівняльний аналіз лабораторно-інструментальних показників при прогнозуванні ризику розвитку ускладнень у пацієнтів після оперативних втручань з приводу стенотично-оклюзивного процесу інфраінгвінального артеріального русла із застосуванням багатопараметричної нейромережевої кластеризації. *Сучасні погляди на актуальні питання теоретичної, експериментальної та практичної медицини* : матеріали XXV Міжнародного медичного конгресу студентів та молодих учених, 12–14 квітня 2021 р. Тернопіль. 2021. С. 127.

10. Порівняльний аналіз лабораторно-інструментальних показників при прогнозуванні ризику розвитку ускладнень у хворих після оперативних втручань з приводу оклюзивно-стенотичного процесу стегно-підколінно-гомількового артеріального сегменту із застосуванням багатопараметричної нейромережевої кластеризації / І. К. Венгер, С. Я. Костів, А. Р. Вайда, Б. П. Сельський, І. В. Фарина. *Здобутки клінічної та експериментальної медицини* : матеріали ІХІV наук.-практ. конф., 11 червня 2021 р. Тернопіль. 2021. С. 72–73.

11. Сельський Б. П. Гібридні хірургічні втручання при атеросклеротичній оклюзії стегно-дистального артеріального сегменту в умовах оклюзивно-стенотичного процесу гомількових артерій. *Матеріали XXVI Міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених*, 13–15 квітня 2022 р. Тернопіль. 2022. С. 93–94.

12. Прогнозування ризику виникнення операційних ускладнень шляхом використання нейромережових технологій при реваскуляризації магістральних артерій нижніх кінцівок / Б. П. Сельський, С. Я. Костів, І. К. Венгер, П. Р. Сельський *Український журнал клінічної хірургії*. 2023. № 2. С. 49–50.

13. Сельський Б. П. Прогнозування ризику виникнення операційних ускладнень шляхом використання багатопараметричної нейромережової кластеризації при реваскуляризації магістаральних артерій іфраінгвінального сегменту. *Матеріали XXVII Міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених*, 10-12 квітня 2023 р. Тернопіль. 2023. С. 118.

14. Прогнозування ризику виникнення операційних ускладнень шляхом застосування нейромережових технологій при реваскуляризації магістаральних артерій нижніх кінцівок / Б. П. Сельський, С. Я. Костів, І. К. Венгер, П. Р. Сельський. *Здобутки клінічної та експериментальної медицини* : матеріали LXIV наук.-практ. конф., 16–17 червня 2023 р. Тернопіль. 2023. С. 59–60.