

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

<https://doi.org/10.21320/1818-474X-2024-4-40-57>

Концепция периоперационного риска: обзор литературы

И.Б. Заболотских ^{1,2,3,*}

¹ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Краснодар, Россия

² ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии» Минобрнауки России, Москва, Россия

³ ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2» Минздрава Краснодарского края, Краснодар, Россия

Реферат

АКТУАЛЬНОСТЬ: Периоперационный риск характеризует вероятность развития неблагоприятных исходов в течение и разные сроки после операции. **ЦЕЛЬ ОБЗОРА:** Обосновать концепцию периоперационного риска на основе анализа современных подходов к дефинициям и классификации неблагоприятных исходов и их прогнозированию. Традиционно исследуют 2 основных вида послеоперационных неблагоприятных исходов — осложнения и летальность. Однако в последнее десятилетие наметилась и усиливается тенденция к существенному расширению спектра анализируемых неблагоприятных исходов от интраоперационных КИ и качества восстановления после анестезии до развития синдрома последствий интенсивной терапии, оценки качества жизни, степени инвалидности и выживаемости в течение года. Важным аспектом, ассоциированным с неблагоприятными событиями и исходами, является дополнительное ресурсное обеспечение длительного пребывания пациента в отделении анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии (ОАРИТ) и стационаре, внеплановая госпитализация после выписки и т. п. В обзоре сформулирована собственная концепция периоперационного риска на основе критического анализа данных литературы с акцентом на необходимость создания идеального инструмента (калькулятора), который должен пройти внешнюю валидацию, включать доступные, в том числе модифицируемые переменные, точно определять весь спектр неблагоприятных событий и исходов в интра- и раннем послеоперационном периоде, а также отсроченные неблагоприятные события и дифференцировать конкретные высокие риски. Особое внимание уделено идентификации и характеристике пациентов высокого периоперационного риска.

ORGANIZATIONAL AND METHODOLOGICAL ISSUES

The concept of perioperative risk: a narrative review

I.B. Zabolotskikh ^{1,2,3,*}

¹ Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

² Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology, Moscow, Russia

³ Krasnodar Regional Clinical Hospital No. 2, Krasnodar, Russia

Abstract

INTRODUCTION: Perioperative risk refers to the likelihood of adverse events occurring during and after surgery. For the purpose of defining and classifying adverse events and predicting them, a comprehensive search of Pubmed and Lens.org was made according to the author expert opinion. **OBSERVATIONS:** Traditionally, two main types of postoperative adverse events have been investigated: complications and mortality. However, over the past decade, there has been a growing trend to expand the range of adverse events analyzed, from intraoperative critical events and the quality of recovery from anesthesia to the development of intensive care syndrome, assessing quality of life, disability, and survival over time. An important aspect associated with adverse events and outcomes is the provision of additional resources for a long-term stay for patients with acute respiratory viral infections and inpatient care after discharge, among other things. The review formulates expert opinion concept of perioperative risk, based on a critical analysis of literature, with an emphasis on the need to create an ideal tool, such as a calculator, which must undergo external validation. This tool should include available, modifiable variables, and accurately determine the full range of adverse events and outcomes during the intra- and early postoperative periods, as well as delayed events. The concept shall also focus on identifying and characterizing patients with a high risk of perioperative complications.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: периоперационный риск, неблагоприятные послеоперационные исходы, эпидемиология послеоперационных осложнений и летальности, пациенты высокого риска

* *Для корреспонденции:* Заболотских Игорь Борисович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой анестезиологии, реаниматологии и трансфузиологии ФПК и ППС ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Краснодар, Россия; главный научный сотрудник НИИ общей реаниматологии им. В.А. Неговского Федерального научно-клинического центра реаниматологии и реабилитологии (ФНКЦ РР), Москва, Россия; e-mail: pobeda_zib@ksma.ru

☑ *Для цитирования:* Заболотских И.Б. Концепция периоперационного риска: обзор литературы. Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2024; 4:40–57. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2024-4-40-57>

📅 *Поступила:* 25.03.2024

📅 *Принята к печати:* 04.09.2024

📅 *Дата онлайн-публикации:* 31.10.2024

KEYWORDS: patient outcome assessment, risk assessment, risk evaluation and mitigation, intraoperative complications, postoperative complications, risk factors, hospital mortality

* *For correspondence:* Igor B. Zabolotskikh — Dr. Med. Sci., professor, head of Department of Anesthesiology, Intensive Care and Transfusiology, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia; Chief Researcher, Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology, Moscow, Russia; e-mail: pobeda_zib@ksma.ru

☑ *For citation:* Zabolotskikh I.B. The concept of perioperative risk: a narrative review. *Annals of Critical Care*. 2024; 4:40–57. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2024-4-40-57>

📅 *Received:* 25.03.2024

📅 *Accepted:* 04.09.2024

📅 *Published online:* 31.10.2024

DOI: 10.21320/1818-474X-2024-4-40-57

Введение

Периоперационный риск — многофакторное понятие, характеризующее вероятность развития неблагоприятных исходов в течение и разные сроки после операции. Периоперационный риск определяют две ключевых детерминанты: риск хирургического вмешательства и риск, связанный с состоянием пациента, которые включают значительный спектр факторов риска, сочетание и значимость которых обуславливают вероятность неблагоприятного исхода [1–3].

В число факторов риска хирургического вмешательства входят травматичность, экстренность, длительность, положение на операционном столе (позиционирование) и локализация операции [4–6]. Факторов риска, связанных с состоянием пациента, значительно больше: сопутствующие заболевания, возраст, функциональная зависимость, нутритивный статус, тревога, депрессия, функциональное состояние и др. [7–10].

Цель обзора

Обосновать концепцию периоперационного риска на основе анализа современных подходов к определению и классификации неблагоприятных исходов и их прогнозированию.

Материалы и методы

Доказательства, рассмотренные в данной работе, объединяют экспертное мнение автора с комплексным поиском в нескольких англоязычных базах данных (которые также индексируются русскоязычными источниками) и последующим анализом соответствующих публикаций. Поиск в базе данных Pubmed был дополнен поиском на Lens.org, где учитывались статьи, не вошедшие в Pubmed, при условии наличия у них DOI и хотя бы одной цитаты. Глубина поиска составила 25 лет.

Неблагоприятные периоперационные исходы: определения и классификации

Ежегодно в мире проводится около 313 миллионов операций. По данным сведений, из 29 стран (половина из которых с низким экономическим развитием) 30-дневная летальность после всех операций составляет 7,7 % и занимает третье место в структуре причин летальности после инфаркта и инсульта [11].

После плановых внесердечных операций 30-дневная летальность варьирует от 0,4 % в экономически развитых странах [12] до 2,25 % в странах с низким экономическим развитием (Degu S, 2023); после экстренных операций — 3,7 и 6,36 % [12, 13] соответственно. При этом частота осложнений составляет от 7–15 [14] до 51 % [15].

В 2022 г. группа по стандартизации периоперационных исходов (Standardised Endpoints in Perioperative Medicine-Core Outcome Measures in Perioperative and Anaesthetic Care — StEP-COMPAC) опубликовала консенсусное мнение по определению основных периоперационных исходов [16]:

- Летальность/выживаемость: послеоперационная летальность, долгосрочная выживаемость.
- Периоперационные осложнения: преходящие осложнения и нежелательные события (в том числе КИ), осложнения и нежелательные события, приводящие к инвалидности.
- Использование ресурсов: продолжительность пребывания в больнице, неплановая повторная госпитализация в течение 30 дней.
- Краткосрочное восстановление: маршрутизация после выписки из больницы (собственный дом/реабилитационный центр/дом престарелых), уровень зависимости (потребность в уходе) или и то, и другое.
- Долгосрочное восстановление: оценка качества жизни.

Действительно, в качестве неблагоприятных периоперационных исходов традиционно анализируют осложнения и летальность [17]. При этом важно заметить, что иерархия неблагоприятных исходов включает в себя и интраоперационные неблагоприятные события, которые в отсутствие своевременной коррекции, а иногда и несмотря на нее, трансформируются в осложнения [18–20].

На сегодня нет согласованного определения неблагоприятных событий во время операции и анестезии. Один из подходов включает следующие составляющие этого понятия [21]:

- near misses — действия, которые могли привести к неблагоприятному исходу;

- critical incidents — события, которые могли привести к неблагоприятному исходу и события, которые привели к неблагоприятному результату;
- adverse events — произошедший неблагоприятный исход, который принес вред пациенту;
- errors — ошибки, которые привели к неблагоприятному исходу;
- medication errors — ошибки применения лекарственных средств;
- harm — повреждение, страдание, нетрудоспособность и смерть.

Применительно к хирургии предлагается как минимум две классификации тяжести неблагоприятных интраоперационных событий. Первая ориентирована только на неблагоприятные интраоперационные события, связанные с действиями хирурга (табл. 1), вторая подробно описывает градации тяжести неблагоприятных интраоперационных событий в абдоминальной хирургии с позиций как хирурга, так и анестезиолога-реаниматолога (табл. 2).

Приведенное выше определение критического инцидента (КИ) сохраняется и в публикациях последних лет с оговоркой, что последствия КИ могут оказаться существенными не только для пациента, но косвенно и для его родственников [23, 24].

Bielka K. и соавт. [23] предлагают классифицировать КИ следующим образом:

1. Применительно к общей анестезии:
 - со стороны системы дыхания: трудная интубация трахеи, неудачная интубация, повторная интубация, непреднамеренная интубация пищевода, затрудненная вентиляция в маске или надевание ларингеальной маски, непреднамеренная экстубация, бронхоспазм, ларингоспазм, снижение насыщения кислородом < 90 %, гипо-/гиперкапния, пневмоторакс, аспирация;

Таблица 1. Классификации тяжести неблагоприятных интраоперационных событий, связанных с действиями хирурга [18]

Table 1. Classification of the severity of adverse intraoperative events associated with the actions of the surgeon [18]

Степень	Описание
I	Повреждение, не требующее коррекции в рамках той же процедуры (например, коагуляция, использование гемостатического материала, лигирование мелких сосудов)
II	Повреждение, требующее хирургического восстановления без удаления органов или изменения первоначально запланированной процедуры (например, наложение шва, пластика)
III	Повреждение, требующее удаления ткани или органа с завершением первоначально запланированной процедуры
IV	Повреждение, требующее значительного изменения и/или отказа от первоначально запланированной процедуры (исключает минимально инвазивные конверсии в открытые операции)
V	Недиагностированное повреждение, потребовавшее повторной операции в течение 7 дней
VI	Интраоперационный летальный исход
T	Добавляется, если повреждение потребовало трансфузию ≥ 2 единиц эритроцитов

Таблица 2. Шкала тяжести неблагоприятных событий в абдоминальной хирургии ClassIntra [22]

Table 2. ClassIntra Abdominal Surgery Adverse Event Severity Scale

Класс	Определение	Примеры
Класс 0	Нет отклонений от протокола операции	–
Класс I	Любое отклонение от протокола операции: <ul style="list-style-type: none"> ■ без необходимости дополнительного лечения или вмешательства; ■ пациент без симптомов или с легкими симптомами 	Кровотечение выше нормы из мелких сосудов; самоограничивающееся или управляемое без дополнительной коррекции Минимальное повреждение серозы кишечника, не требующее лечения Коагуляция: незначительные ожоги на коже, не требующие лечения Аритмия без значимых последствий
Класс II	Любое отклонение от протокола операции: <ul style="list-style-type: none"> ■ необходимость в незначительном лечении или вмешательстве; ■ пациент с умеренными симптомами, не угрожающими жизни и не приводящими к инвалидности 	Кровотечение средней тяжести, использование транексамовой кислоты Частичное повреждение кишечной стенки, требующее наложения швов Коагуляция: ожоги средней степени тяжести, без инвазивного лечения Аритмия на фоне стабильной гемодинамики, требуется введение антиаритмиков
Класс III	Любое отклонение от протокола операции: <ul style="list-style-type: none"> ■ необходимость в умеренном лечении или вмешательстве; ■ пациент с тяжелыми симптомами, потенциально опасными для жизни или приводящими к инвалидности 	Кровотечение из крупных сосудов с временными гемодинамическими нарушениями, требует переливания крови Повреждение стенки кишечника, требующее резекции Коагуляция: тяжелые ожоги, требующие хирургической санации Аритмия на фоне преходящих изменений гемодинамики или вызывающая преходящую гемодинамическую нестабильность: требуется введение антиаритмиков и/или коррекция гемодинамики
Класс IV	Любое отклонение от протокола операции: <ul style="list-style-type: none"> ■ необходимость в серьезном и срочном лечении; ■ пациент с жизнеугрожающими симптомами или с инвалидностью 	Массивное кровотечение, требующее трансфузии эритроцитов, замещение жизненно важных функций Повреждение крупной артерии, требующее экстренной резекции Коагуляция: жизнеугрожающие ожоги, требующие хирургической санации Аритмия: требуется кардиостимуляция или дефибриляция и/или коррекция гемодинамики, перевод в ОАРИТ
Класс V	Любое отклонение от протокола операции с летальным исходом	–

- со стороны системы кровообращения: гипотензия (систолическое АД — < 70 мм рт. ст.), брадикардия (ЧСС — < 40 уд./мин), тахикардия (ЧСС — > 140 уд./мин), тахиаритмия, артериальная гипертензия (систолическое АД — > 200 мм рт. ст.), кардиогенный отек легких, острая ишемия миокарда, остановка сердца, гемолитическая реакция при переливании крови, массивное кровотечение объемом > 1000 мл, воздушная эмболия, коллапс.
2. Применительно к регионарной анестезии: неправильное введение препарата, высокий спинальный блок, системная токсичность местного анестетика, парестезии, повреждение нервов, интраневральная инъекция местного анестетика.
 3. Ошибки в применении лекарственных средств: аллергия, анафилаксия, пропущенная доза, побочные эффекты, злокачественная гипертермия.
 4. Неисправность оборудования (неисправность ларингоскопа или видеоларингоскопа, негерметичность дыхательного контура, отсутствие адсорбента).

Врачи (хирурги, анестезиологи) редко учитывают и сообщают о КИ [24].

Тем не менее один из немногих аудитов выявил общую частоту КИ: 9,35 случая на 1000 анестезий. Наиболее частыми КИ были:

- со стороны системы дыхания: трудная интубация (26,8 %), реинтубация (6,4 %), десатурация (13,8 %);
- со стороны системы кровообращения: гипотензия (14,9 %), тахикардия (6,4 %), брадикардия (11,7 %), гипертензия (5,3 %), коллапс (3,2 %), массивная кровопотеря (17 %).

В ходе аудита также обнаружены наиболее распространенные причины КИ:

- индивидуальные особенности пациента (47 %);
- хирургическая тактика (18 %);
- техника анестезии (16 %);
- человеческий фактор (12 %).

В число причин возникновения КИ, связанных с действиями анестезиолога, вошли:

- недостаточная предоперационная оценка (44 %);
- ошибочная интерпретация состояния пациента (33 %);

Таблица 3. Сравнительная характеристика послеоперационных осложнений, входящих в американскую и европейскую классификации

Table 3. Comparative characteristics of postoperative complications included in the American and European classifications

№	Перечень осложнений	ACS-NSQIP	ESA-ESICM
Сердечно-сосудистые осложнения			
1.	Инфаркт миокарда	X	X
2.	Тромбоз глубоких вен	X	X
3.	ТЭЛА	X	X
4.	Остановка сердца	X	X
5.	Повреждение миокарда после некардиальных операций		X
6.	Кардиогенный отек легких		X
7.	Аритмия		X
Респираторные осложнения			
8.	Пневмония	X	X
9.	Дыхательная недостаточность	X	X
10.	Незапланированная интубация трахеи	X	
11.	Ателектаз		X
12.	Острый респираторный дистресс-синдром		X
13.	Аспирационный пневмонит		X
14.	Пневмоторакс		X
15.	Гидроторакс		X
16.	Бронхоспазм		X
Почечные осложнения			
17.	Острое повреждение почек	X	X

- неправильная техника проведения манипуляций (14 %);
- недопонимание с хирургической бригадой (13 %);
- задержка с оказанием неотложной помощи (10 %).

По оценкам участников аудита, 48 % случаев КИ можно было предотвратить, а последствия еще в 18 % случаях можно было свести к минимуму. Последствия КИ были незначительными более чем в половине случаев, в 24,5 % случаев привели к длительному пребыванию в стационаре, у 16 % пациентов потребовался срочный перевод в ОАРИТ, а у 3 % пациентов наступил летальный исход [23].

Анализ 4000 КИ также выявил их существенную роль в отсроченных последствиях развившихся осложнений (918 случаев, 23 %) и наступлении летального исхода (151 случай, 3,8 %) [25].

№	Перечень осложнений	ACS-NSQIP	ESA-ESICM
Церебральные осложнения			
18.	ОНМК	X	X
19.	Делирий		X
Инфекционные осложнения			
20.	Инфекция	X	
21.	Инфекция без определенного источника		X
22.	Инфекция мочевыводящих путей		X
23.	Послеоперационная инфекция (орган/пространство)		X
24.	Послеоперационная раневая инфекция (глубокая)		X
25.	Послеоперационная раневая инфекция (поверхностная)		X
26.	Респираторная инфекция		X
27.	Лабораторно подтвержденная бактериемия		X
28.	Сепсис/септический шок	X	
Хирургические осложнения			
29.	Расхождение краев раны	X	
30.	Паралитическая кишечная непроходимость (парез ЖКТ)		X
31.	Послеоперационное кровотечение		X
32.	Желудочно-кишечное кровотечение		X
33.	Несостоятельность анастомоза		X

ЖКТ — желудочно-кишечный тракт; ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения; ОРДС — острый респираторный дистресс-синдром; ТЭЛА — тромбоэмболия легочной артерии. PE — pulmonary embolism; ARDS — acute respiratory distress syndrome; CVA — cerebrovascular accident.

Таким образом, неблагоприятные интраоперационные события, в частности КИ, в случае их своевременного обнаружения (и желательного учета) могут существенно повлиять на снижение послеоперационных осложнений, их тяжесть и последствия.

С этой целью были разработаны и все чаще применяются в клинической практике и научных исследованиях американская и европейская классификации осложнений, которые объединяют 6 основных групп: кардиальные, респираторные, церебральные, почечные, инфекционные и хирургические [26, 27]. Однако конкретные осложнения в каждой группе существенно отличаются как по количеству, так и по структуре (табл. 3).

С 2007 г. предложено проводить скрининг осложнений на 3, 5, 8 и 15-е сутки послеоперационного периода [28].

Вклад осложнений в послеоперационную летальность неоднороден и связан с их характером и частотой: наибольший вклад в послеоперационную летальность вносят септический шок, острое повреждение почек, пневмония и послеоперационное кровотечение; меньшее значение имеют раневая инфекция, острый инфаркт миокарда, ОНМК и ТЭЛА, прежде всего в связи с более редкой встречаемостью (табл. 4) [29].

Послеоперационное осложнение определяется как любое отклонение от нормального течения послеоперационного периода. Это означает, что тяжесть варьирует от неопасных для жизни осложнений без стойкой инвалидизации до летальных исходов [30–32]. Послеоперационное осложнение может оказывать серьезное влияние на отдельного пациента, потенциально приводя к снижению как качества жизни, так и функциональных возможностей [33].

Поэтому оценка тяжести послеоперационных осложнений по классификации Клавьен—Диндо является целесообразной, так как непосредственно отражает необходимость госпитализации пациента в ОАРИТ, длительность пребывания в ОАРИТ и стационаре, незапланированное поступление в стационар и послеоперационную летальность [3, 34].

Традиционный подход к оценке осложнений и летальности имеет ряд существенных недостатков, в частности, не подразумевает анализ долгосрочного послеоперационного восстановления и качества жизни. Для решения этой проблемы группа StEP-COMPAC в 2019 г. опубликовала систематический обзор с консенсусом, целью которого было определить набор стандартных исходов, которые следует использовать в будущих исследованиях с особым акцентом на исходы, ориентированные на пациента [35].

Результаты систематического обзора включили 33 метода оценки пациент-ориентированных послеоперационных исходов (удовлетворенность, качество жизни,

благополучие, функциональное состояние, выживаемость в течение года). Дельфийский консенсус позволил выделить три основных исхода для включения в будущие клинические исследования:

- качество жизни — EuroQol 5 Dimension (EQ-5D) в версии с визуальной аналоговой шкалой [36, 37];
- функциональное состояние (степень инвалидизации пациента) — WHO Disability Assessment Schedule (WHODAS) версии 2.0 (12 вопросов) [38];
- влияние на жизнь — выживаемость в течение 30, 90 и 180 дней после операции в стационаре или после выписки (ДАОН30) [39].

Качество жизни и степень инвалидизации рекомендуется оценивать через 6 или 12 месяцев после операции в сравнении с предоперационным уровнем [36–38].

Консенсус авторов [35] не был достигнут по рекомендации инструмента оценки качества восстановления после анестезии QoR-15, который ранее предлагался другой группой StEP [40]. Количество баллов 118 и более (из 150 возможных) указывает на хорошее восстановление после анестезии. Более низкие значения по этой шкале, полученные через сутки, трое суток и неделю после операции могут указывать на развитие послеоперационных осложнений [41].

У пациентов с осложненным послеоперационным периодом важно оценивать синдром последствий интенсивной терапии (ПИТС) — совокупность ограничивающих и снижающих качество повседневной жизни пациента соматических, неврологических и социально-психологических последствий пребывания в условиях ОАРИТ более 72 ч, требующих реабилитации [42, 43].

Резюмируя, можно констатировать, что в число анализируемых послеоперационных исходов целесообразно включить следующие:

- летальность;

Таблица 4. Частота и летальность после серьезных послеоперационных осложнений

Table 4. Frequency and mortality after serious postoperative complications

Осложнения	Частота, %	Летальность от осложнения, %	Вклад осложнения в летальность*, %
Пневмония	2,1 %	19,1 %	0,40 %
Глубокая раневая инфекция	1,9 %	4,5 %	0,09 %
Органная/полостная инфекция	3,3 %	6,7 %	0,22 %
Септический шок	2,1 %	36,3 %	0,76 %
Острое повреждение почек (ОПП)	1,5 %	43,7 %	0,66 %
ОНМК	0,2 %	35,1 %	0,07 %
Острый инфаркт миокарда	0,5 %	32,1 %	0,16 %
ТЭЛА	0,7 %	7,7 %	0,05 %
Послеоперационное кровотечение	1,4 %	29,9 %	0,42 %

* Летальность от осложнения x частота осложнения = вклад осложнения в общую летальность.

* Mortality from complication x complication frequency = complication contribution to overall mortality.

- осложнения, их тяжесть и срок развития;
- КИ;
- восстановление после анестезии;
- повторное поступление в ОАРИТ;
- незапланированное поступление в ОАРИТ;
- повторное неплановое поступление в стационар;
- качество жизни;
- инвалидизацию;
- ПИТС.

Основной задачей предоперационной оценки является выявление рисков всего комплекса неблагоприятных исходов у конкретного пациента, что входит в современную концепцию периоперационного риска (рис. 1).

Эта задача в настоящее время обычно решается путем применения большого комплекса инструментов прогноза конкретных рисков, что невозможно реализовать в рутинной клинической практике.

Периоперационный риск: методология оценки

Оценка периоперационного риска клинически целесообразна, так как подразумевает решение многих задач [44–46]:

- получение информированного согласия пациента;
- обоснование необходимого предоперационного обследования;
- междисциплинарное взаимодействие;
- выделение модифицируемых факторов риска;

- индивидуализация предоперационной подготовки;
- обучение пациента и совместное принятие решений;
- выбор метода и препаратов для анестезии;
- оптимизация/минимизация хирургического вмешательства;
- аргументация расширенного мониторинга;
- маршрутизация пациента после операции (ОАРИТ);
- целенаправленная профилактика периоперационных осложнений.

Методология оценки периоперационного риска обширна и включает в себя большое количество инструментов, которые возможно применить для прогнозирования ближайших и отсроченных неблагоприятных исходов не только в предоперационном периоде, но и в интра- и послеоперационном периодах (рис. 2).

Создание и внедрение шкал и моделей оценки периоперационного риска является основой развиваемой в последние годы концепции гуманной хирургии [47, 48].

Существует определенная последовательность этапов, которые необходимы для разработки, валидации и внедрения инструментов оценки периоперационного риска [20, 44, 45, 49–51]:

1. Обоснование необходимости (концепция модели) — определение и подтверждение потребности в новой модели оценки периоперационного риска, анализ и выявление недостатков или ограничений текущих методов.



Рис. 1. Компоненты концепции периоперационного риска

Fig. 1. Components of the perioperative risk concept

2. Разработка — создание прототипа модели, выявление ключевых параметров для оценки риска.
3. Внутренняя валидация — проверка модели на ретроспективных данных, которые использовались для ее разработки, с анализом точности и воспроизводимости результатов внутри исследуемой выборки.
4. Внешняя валидация и доработка:
 - ограниченная валидация (гомогенная когорта) — тестирование модели на новой, но однородной ретроспективной или проспективной (с рандомизацией или без нее) выборке пациентов, схожей с исходной группой;
 - обширная валидация (гетерогенная когорта) — тестирование модели на разнообразной ретроспективной или проспективной (с рандомизацией или без нее) выборке пациентов для проверки ее универсальности и способности работать в различных клинических условиях.
5. Влияние на клиническую практик — оценка влияния новой модели на изменение врачебной тактики (принятие решений) и улучшение клинических исходов (снижение осложнений, повышение выживаемости).
6. Обновление при необходимости — постоянное наблюдение за моделью в клинической практике и внесение изменений при необходимости для поддержания ее актуальности и точности.
7. Экономическая эффективность — анализ экономической целесообразности модели с оценкой затрат на внедрение и использование модели и сравнение с полученными выгодами, такими как снижение затрат на лечение благодаря более точной оценке риска.
8. Долгосрочное внедрение и распространение — интеграция модели в клиническую практику на долгосрочной основе и ее распространение в других медицинских учреждениях, включая обучение персонала и создание инфраструктуры для постоянного использования модели.

Каждый этап играет важную роль в обеспечении надежности и эффективности разработанных инструментов.

Важно заметить, что эволюция многих прогностических инструментов обрывается на этапе внутренней валидации. Например, в систематическом обзоре Arina P. et al., [20] продемонстрировано, что только 13 из 76 моделей машинного обучения, разработанных для периоперационного периода, подверглись внешней валидации, и всего лишь одна показала преимущества для реальной клинической практики при проведении рандомизированного исследования.

В табл. 5 суммирована информация о прогностической ценности большинства применяемых в мировой практике шкал и моделей, разработанных на основе подходов традиционной статистики (регрессионного анализа) и машинного обучения.

Многие инструменты изначально разрабатывались только лишь с целью предсказания послеоперационной летальности (госпитальной, 30- или 90-дневной). Поэтому неудивительно, что попытки их использования для прогноза осложнений появились на этапе внешней валидации и, как правило, имели меньшую прогностическую ценность в сравнении с оценкой риска летальности. Тем не менее важно отметить, что точность предсказания послеоперационных осложнений на основе вводных переменных для прогноза летальности не уступает прогностической ценности специализированных шкал риска развития конкретных осложнений.

Как правило, внешняя валидация не подтверждает ценность шкалы или калькулятора, особенно с течением времени и на других популяциях пациентов. Значительное число инструментов вовсе не подвергалось внешней валидации. В частности, спектр основных осложнений исследован только в 3 из 13 регрессионных моделей и в 6 из 7 инструментов машинного обучения. Из 27 анализируемых методик внешней валидации под-

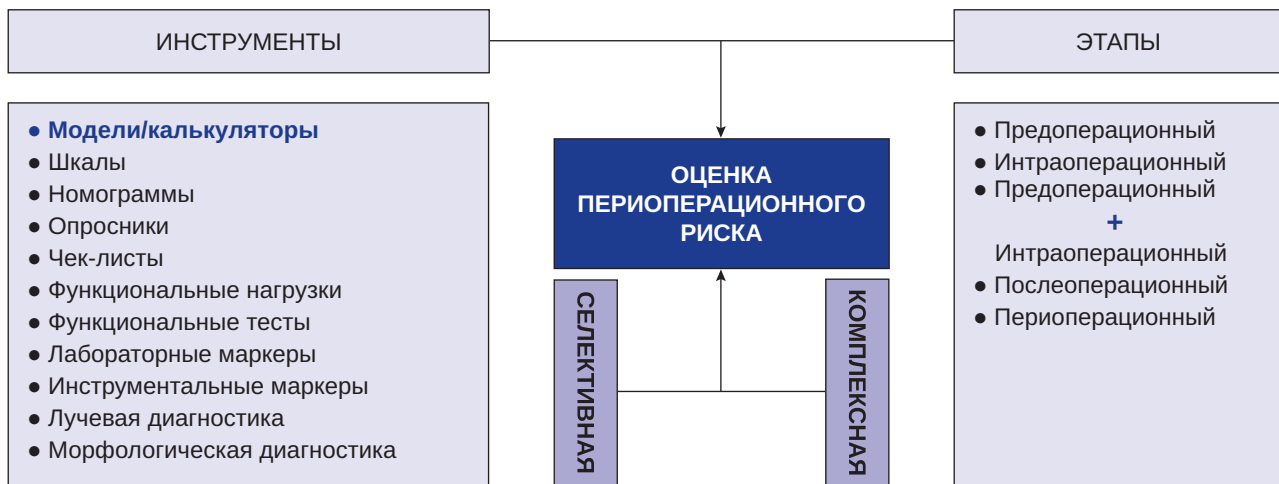


Рис. 2. Подходы к оценке периоперационного риска

Fig. 2. Approaches to assessing perioperative risk

Таблица 5. Прогностическая ценность инструментов оценки риска послеоперационных осложнений и летальности

Table 5. Prognostic value of risk assessment tools for postoperative complications and mortality

Шкала/калькулятор/модель машинного обучения	Послеоперационная летальность		Послеоперационные осложнения	
	AUROC, разработка	AUROC, внешняя валидация	AUROC, разработка	AUROC, внешняя валидация
Шкалы				
ASA-PS	-	0,65–0,86 [52–55]	-	0,652–0,787 (2) [55]
SRS Donati	0,88 [56]	-	-	-
SRS	0,93–0,95 [57]	0,92–0,95 [58, 52]	-	-
RQI	0,915 [59]	0,89 [60]	0,867* [59]	-
SAS	0,81 [61]	0,81–0,88 [54, 62, 63]	0,72–0,73 (21*) [61]	0,58–0,89 (16*) [55]
SASA	0,87 [54]	0,81–0,85 [2, 55]	-	-
POSPOM	0,92 [64]	0,77–0,85 [65, 66]	-	0,65–0,71* [65, 66]
Модели/калькуляторы				
S-MPM	0,89 [4]	0,75 [55]	-	-
Michigan Model	0,893–0,905 [67]	-	0,757–0,867 (5) [67]	-
CORES	0,82 [68]	-	-	-
SAMPE	0,913 [53]	-	-	-
Ex-Care	0,90 [69]	-	-	-
CARES	0,936 [70]	-	0,837–0,863 (1) [70]	-
E-PASS	0,81 [71]	0,72–0,86 [72, 73]	0,72 (14*) [71]	-
POSSUM	-	0,915–0,72 [74–77]	-	0,62–0,82 (6) [74–77]
P-POSSUM	-	0,912–0,73 [58, 72, 77, 78]	-	0,92* [58, 72, 77, 78]
ACS-SRC	0,937 [79]	0,67–0,95 [80–83]	0,806–0,895 (7) [79]	0,606–0,887 (7*) [80–83]
SUPRAS	0,93 [81, 84, 85]	0,86–0,938 [82]	0,772–0,889 (8) [81, 84, 85]	0,724–0,893 (9*) [82]
SORT	0,95 [52]	0,88–0,98 [77, 86, 87]	-	-
SORT-2	0,92 [87]	0,99 [77]	-	-
Машинное обучение/калькуляторы				
UPMC	0,972 [88]	0,995 [88]	0,899–0,923 (4) [88]	-
Korean models ML	0,96 [89]	0,92–0,94 [89]	-	-
MSR	0,83 [90, 91]	0,82 [19]	0,82–0,92 (8) [90, 91]	0,78–0,92 (7) [19]
Pythie	0,92 [92]	-	0,747–0,924 (13) [92]	-
POP, Austin Health	0,86–0,914 [2]	-	0,747–0,878 (4) [2]	-
Deep ML ACS-SRC	0,942–0,952 [83]	-	0,863–0,876 (18) [83]	-
POTTER	0,86–0,93 [93]	0,89–0,92 [83]	0,642–0,918 (18) [93]	0,733–0,934 (18) [83]

(n) — количество неблагоприятных исходов (осложнений, неблагоприятных интраоперационных событий, дополнительного ресурсного обеспечения).
 * — анализировалось только общее число осложнений.
 (n) — the number of adverse outcomes (complications, adverse intraoperative events, additional resource provision).
 * — only the total number of complications was analyzed.

верглись 18 способов прогноза летальности и всего лишь 5 калькуляторов прогноза спектра основных осложнений (POSSUM, ACS-SRC, SUPRAS, MSR и POTTER).

Таким образом, в подавляющем большинстве исследований оценивают один или несколько неблагоприятных послеоперационных исходов с помощью соответствующих специфических шкал, предназначенных для прогнозирования летальности и отдельных осложнений (например, дыхательной недостаточности, делирия, больших кардиальных осложнений и т. п.). **Комплексная** оценка периоперационного риска (идеальный инструмент) подразумевает охват максимального числа неблагоприятных послеоперационных исходов с помощью одного прогностического инструмента, включая летальность, основные осложнения, нежелательные интраоперационные события, потребность в дополнительном ресурсном обеспечении, качество жизни.

Главная цель применения инструментов определения вероятности неблагоприятных исходов — идентификация пациентов высокого периоперационного риска.

Высокий периоперационный риск: эпидемиология и идентификация пациентов

Доминирующий вклад в послеоперационную летальность вносят пациенты высокого периоперационного риска (табл. 6).

Подходы к идентификации пациентов высокого периоперационного риска можно классифицировать следующим образом:

- сравнение с эмпирически определенными пороговыми частотами неблагоприятных исходов по данным литературы (например, SAMPE, Ex-Care);
- сопоставление со средними величинами риска в базе данных калькулятора (ACS-SRC, SUPRAS, нейросетевой анализ ACS-NSQIP);
- применение калькуляторов, предназначенных для оценки высокого риска (SORT, SORTv2);

- разделение риска на высокий и низкий по точке(ам) отсечения на кривой AUROC (SAS, Pythia, MSR).

Эмпирическое определение порогов частоты летальности и осложнений для верификации пациентов высокого периоперационного риска ассоциируется со следующими значениями:

- вероятность госпитальной летальности $\geq 5\%$ [97];
- вероятность госпитальной летальности $\geq 4\%$ [98];
- вероятность госпитальных осложнений $\geq 50\%$ [99];
- вероятность госпитальных осложнений $\geq 15\%$ [92].

Аудит причин чрезмерно высокой летальности (более чем в три раза) в Великобритании в сравнении с США выявил в качестве основной причины высокий порог для госпитализации в ОАРИТ — риск госпитальной летальности составляет $\geq 10\%$ [100]. После двукратного снижения порога для госпитализации в ОАРИТ до уровня $\geq 5\%$ летальность существенно снизилась [97, 101]. Тем не менее продолжается дискуссия об аргументации показаний для перевода пациента в ОАРИТ после проведения оперативного вмешательства, когда пороговая вероятность летального исхода $\geq 2\%$ [69].

Основные модели, позволяющие выявить, верифицировать пациентов высокого периоперационного риска на основе комплексного прогнозирования летальности и основного спектра осложнений, следующие:

1. Калькулятор ACS-SRC [79].
2. Модели на основе нейросети ACS-NSQIP [83].
3. Калькулятор на основе базы данных Pythia, Duke University Health System — DUHS [92].
4. Модель MySurgeryRisk, Флорида [90, 91] и ее валидация [19, 104].

Калькулятор ACS-SRC, включающий 21 входную переменную (возраст, пол, функциональный статус, экстренность, класс ASA-PS, прием глюкокортикостероидов в связи с хроническими заболеваниями, асцит в течение 30 дней до операции, сепсис в течение 48 ч до операции, респираторная поддержка с помощью ап-

Таблица 6. Связь высокого периоперационного риска с летальностью

Table 6. Association of high perioperative risk with mortality

Высокий периоперационный риск			Авторы
Доля пациентов в популяции	Летальность	Вклад в общую летальность	
12,5 %	12,3 %	83 %	Pearse R.M. et al., 2006 [8]
9,3 %	12,2 %	75 %	Jhanji S. et al., 2008 [94]
26 %	14,9 %	91 %	St-Louis E. et al., 2015 [95]
20 %	3,9 %	72 %	Froehner M. Et al., 2019 [96]
13,8 %	15,2 %	84 %	Gutierrez C.S. et al., 2021 [69]

парата искусственной вентиляции легких (ИВЛ), диссеминированный рак, сахарный диабет, артериальная гипертензия, требующая медикаментозной коррекции, заболевания сердца в анамнезе, застойная сердечная недостаточность в течение 30 дней до операции, одышка, анамнез курения в течение года, хроническая обструктивная болезнь легких, хронический гемодиализ, острое повреждение почек, индекс масса тела), доступен по ссылке <http://riskcalculator.facs.org> [79].

Пациентов высокого периоперационного риска идентифицируют на основе превышения прогнозируемой частоты летальности и каждого из 6 осложнений (пневмония, кардиальные осложнения, раневая инфекция, инфекция мочевыводящих путей, венозные тромботические события, острое повреждение почек) относительно средней в текущей базе данных калькулятора. При этом высокий риск не обязательно распространяется на все осложнения и летальность [79].

Источником модели на основе нейросети ACS-NSQIP является база, включающая данные 5 881 881 взрослого хирургического пациента с 2012 по 2018 г. Нейросетевой анализ ACS-NSQIP позволил предсказывать летальность, инфекции хирургических ран (поверхностные и глубокие), пневмонию, острое повреждение почек, сепсис, септический шок и другие на основе трех моделей, различающихся количеством входных переменных:

- модель 1 (21 переменная, как и в традиционном калькуляторе ACS-SRC);
- модель 2 (дополнена 13 предоперационными лабораторными показателями);
- модель 3 (дополнена 23 предоперационными переменными к модели 2).

В базе моделей нейросетевого анализа ACS-NSQIP проведена внешняя валидация калькуляторов ACS-SRC и POTTER. Предлагаемые три модели продемонстрировали более высокую точность прогнозирования сепсиса и септического шока и сопоставимую точность предсказания других неблагоприятных исходов в сравнении с ACS-SRC и POTTER [83].

Калькулятор на основе базы данных Pythia разработан в 2018 г. исследовательской командой Duke University Health System (DUHS). Калькулятор включает 9 входных переменных (коды операции, возраст, индекс массы тела, пол, раса, курение, коморбидность и принимаемые препараты) и 14 неблагоприятных послеоперационных исходов. Сравнение точности калькуляторов Pythia и ACS-NSQIP продемонстрировало превосходящую точность модели Pythia.

Высокий периоперационный риск прогнозируется при вероятности любых осложнений выше 14,2 % и/или конкретного осложнения выше 5 %.

В исследованной популяции высокий периоперационный риск наблюдали у 35–39 % пациентов (в зависимости от примененной модели машинного обучения) [92].

Модель MySurgeryRisk разработана на основе 285 предоперационных переменных из электронных

медицинских записей 51 457 пациентов, содержащих информацию о демографических и социально-экономических данных, сопутствующих заболеваниях и принимаемых препаратах, перенесенных операциях, лабораторных и клинических данных [91, 103]. Модель обладает хорошей прогностической ценностью при прогнозе 30- и 90-дневной летальности и большинства послеоперационных осложнений и высокой точностью прогноза развития сепсиса и ИВЛ более 48 ч (табл. 7).

Ретроспективная оценка показывает, что в группе высокого риска риск осложнений был существенно выше: ОПП и длительность пребывания в ОАРИТ — примерно в 5 раз, а другие осложнения — в 10–20 раз. В отличие от осложнений, пациенты высокого риска летального исхода как краткосрочного, так и долгосрочного отличаются в 35–130 раз (табл. 8).

Таким образом, высокий периоперационный риск — это пороговая вероятность развития неблагоприятных исходов: осложнений и/или летального исхода у конкретного пациента. Базовые детерминанты высокого периоперационного риска (операционный риск, возраст, сопутствующие заболевания) отличаются детализацией в разных инструментах прогнозирования.

До появления отечественных точных и валидированных инструментов стратификацию пациентов высокого периоперационного риска целесообразно проводить:

- с помощью специально разработанных калькуляторов высокого риска летального исхода (SORT, SORTv2);
- путем сравнения риска летальности и послеоперационных осложнений со средним в базе «больших данных» (ACS-SRC, нейросетевые модели базы ACS-NSQIP).

Подходы на основе машинного обучения (MSR и Pythia) недоступны для внедрения, однако могут быть полезны при сопоставлении данных летальности и осложнений и являться ориентиром для разработки отечественных моделей.

Заключение

Современные подходы к определению периоперационного риска, как правило, сфокусированы на изолированном определении либо риска летального исхода, либо риска конкретных осложнений, реже интраоперационных неблагоприятных событий.

Для предлагаемой концепции периоперационного риска необходимо создать идеальный инструмент (калькулятор), который должен пройти внешнюю валидацию, включать доступные (в том числе модифицируемые для снижения риска) переменные, точно определять весь спектр неблагоприятных событий и исходов в интра- и раннем послеоперационном периоде, а также отсроченные неблагоприятные события и дифференцировать конкретные высокие риски.

Таблица 7. Прогнозируемые исходы у AUROC моделей, предназначенных для идентификации пациентов высокого периоперационного риска, в плановой и экстренной хирургии [79, 83, 91, 92]

Table 7. Predicted outcomes and AUROC models designed to identify patients at high perioperative risk in elective and emergency surgery [79, 83, 91, 92]

Прогнозируемые исходы	AUROC			
	ACS-SRC	Нейросетевой анализ ACS-SRC (3 модели)	MSR	Pythia
Любые осложнения	0,82	0,86–0,88	–	0,84
Госпитализация в ОРИТ более 48 ч	–	–	0,88	–
ИВЛ более 48 ч в течение 30 дней после операции	–	–	0,94	–
Пневмония	0,87	0,86–0,87	–	–
Раневая инфекция	0,82	0,85–0,86	0,82	0,87
ОПП	0,90	0,93	0,88	0,91
Кардиальные осложнения	0,89	0,90–0,91	0,85	0,88
Неврологические осложнения	–	–	0,88	0,89
Тромбоз глубоких вен	0,82	0,77–0,80	0,87	–
Сепсис	–	–	0,91	0,84
Септический шок	–	–	–	0,92
Сосудистые нарушения	–	–	–	0,88
Эндокринные нарушения	–	–	–	0,82
Гастроинтестинальные нарушения	–	–	–	0,82
Инфекция мочевыводящих путей	0,81	–	–	0,78
Гематологические нарушения	–	–	–	0,91
30-дневная летальность	0,94	0,94–0,95	0,83	0,92
90-дневная летальность	–	–	0,81	–
180-дневная летальность	–	–	0,79	–
Годичная летальность	–	–	0,77	–
Двухлетняя летальность	–	–	0,77	–

Таблица 8. Сравнительная характеристика частоты неблагоприятных исходов в моделях, предназначенных для идентификации пациентов высокого периоперационного риска [79, 83, 91]

Table 8. Comparative characteristics of the frequency of adverse outcomes in models designed to identify patients with high perioperative risk [79, 83, 91]

Неблагоприятные исходы	Частота, %			
	Средняя в базе ACS-NSQIP*	Средняя в трех моделях нейросети ACS-NSQIP	Группа низкого риска MSR	Группа высокого риска MSR
Осложнения				
Острое повреждение почек	0,6 %	0,3 %	14,7 %	72,6 %
Прогрессирование хронической болезни почек	–	0,3 %	–	–
Пневмония	1,2 %	1,3 %	–	–
Госпитализация в ОРИТ более 48 ч	–	–	11,9 %	68,3 %
ИВЛ более 48 ч в течение 30 дней после операции	–	1,1 %	2,5 %	47,6 %

Неблагоприятные исходы	Частота, %			
	Средняя в базе ACS-NSQIP*	Средняя в трех моделях нейросети ACS-NSQIP	Группа низкого риска MSR	Группа высокого риска MSR
Незапланированная интубация трахеи	–	1,2 %	–	–
Осложнения со стороны ран	3,6 %	–	3,7 %	25,9 %
Сердечно-сосудистые осложнения	0,8 %	–	2,2 %	20,5 %
Остановка сердца, требующая сердечно-легочной реанимации	–	0,4 %	–	–
Инфаркт миокарда	–	0,6 %	–	–
Неврологические осложнения	–	–	1,8 %	24,1 %
ОНМК	–	0,3 %	–	–
Сепсис	–	0,8 %	1,2 %	25,8 % (от ССВР до СШ)
Септический шок	–	0,5 %	–	–
Тромбоз глубоких вен	0,9 %	1,8 %	0,7 %	10,1 %
ТЭЛА	–	–	0,7 %	–
Кровотечение, требующее трансфузии эритроцитов	–	10,1 %	–	–
Инфекция мочевыводящих путей	1,5 %	1,6 %	–	–
Поверхностная раневая инфекция	–	1,7 %	–	–
Глубокая раневая инфекция	–	0,3 %	–	–
Органная/полостная раневая инфекция	–	1,8 %	–	–
Эвентрация	–	0,6 %	–	–
Любые осложнения	–	9,7 %	–	–
Летальность				
Через 1 месяц	1,3 %	0,7 %	0,4 %	52,6 %
Через 3 месяца	–	–	0,7 %	60,6 %
Через 6 месяцев	–	–	1,2 %	67,3 %
Через 12 месяцев	–	–	1,7 %	78,8 %
Через 24 месяца	–	–	2,1 %	69,9 %
* — высокий риск выше указанных средних величин. ССВР — синдром системной воспалительной реакции, СШ — септический шок. * — high risk above the specified average values.				

Конфликт интересов. И.Б. Заболотских — первый вице-президент Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов».

Disclosure. I.B. Zabolotskikh — First Vice-President of the All-Russian Public Organization "Federation of Anesthesiologists and Reanimatologists".

Вклад автора. Разработка концепции статьи, подбор и анализ источников литературы, написание и редактирование текста статьи, проверка текста статьи.

Author contribution. Author according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Этическое утверждение. Не требуется.

Ethics approval. Not required.

Информация о финансировании. Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Декларация о наличии данных. Данные, подтверждающие выводы этого исследования, можно получить у корреспондирующего автора по обоснованному запросу.

Data Availability Statement. The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Благодарности. Автор благодарит доцента кафедры анестезиологии, реаниматологии и трансфузиологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России С.В. Григорьева за подготовку рис. 1.

Acknowledgments. The author thanks S.V. Grigoryev, Associate Professor of the Department of Anesthesiology, Intensive Care and Transfusiology of the Kuban State Medical University, for preparing the figure 1.

ORCID автора:

Заболотских И.Б. — 0000-0002-3623-2546

Литература/References

- [1] Wijeyesundera D.N. Predicting outcomes: Is there utility in risk scores? *Can J Anaesth.* 2016; 63(2): 148–58. DOI: 10.1007/s12630-015-0537-2
- [2] Kowadlo G., Mittelberg Y., Ghomlaghi M. et al. Development and validation of 'Patient Optimizer' (POP) algorithms for predicting surgical risk with machine learning. *BMC Med Inform Decis Mak.* 2024; 24(1): 70. DOI: 10.1186/s12911-024-02463-w
- [3] Kehlet H., Lobo D.N. Exploring the need for reconsideration of trial design in perioperative outcomes research: a narrative review. *EClinicalMedicine.* 2024; 70: 102510. DOI: 10.1016/j.eclinm.2024.102510
- [4] Glance L.G., Lustik S.J., Hannan E.L. et al. The Surgical Mortality Probability Model: derivation and validation of a simple risk prediction rule for non-cardiac surgery. *Ann Surg.* 2012; 255(4): 696–702. DOI: 10.1097/SLA.0b013e31824b45af
- [5] Global patient outcomes after elective surgery: prospective cohort study in 27 low-, middle- and high-income countries. *Br J Anaesth.* 2017; 119(3): 553. DOI: 10.1093/bja/aew472
- [6] Kristensen S.D., Knuuti J., Saraste A. et al. 2014 ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management: The Joint Task Force on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Anaesthesiology (ESA). *Eur Heart J.* 2014; 35(35): 2383–431. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu282
- [7] Fowler A.J., Abbott T.E.F., Prowle J., Pearse R.M. Age of patients undergoing surgery. *Br J Surg.* 2019; 106(8): 1012–1018. DOI: 10.1002/bjs.11148
- [8] Pearse R.M., Harrison D.A., James P. Identification and characterisation of the high-risk surgical population in the United Kingdom. *Crit Care.* 2006; 10(3): R81. DOI: 10.1186/cc4928
- [9] Fleishe L.A. Risk of anesthesia. In: *Millers anesthesia*, Ronald D. Miller ed, 7th edition, Churchill Livingstone, 2014. P. 969–1010.
- [10] Committee on Standards and Practice Parameters; Apfelbaum J.L., Connis R.T. et al. Practice advisory for preanesthesia evaluation: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Preanesthesia Evaluation. *Anesthesiology.* 2012; 116(3): 522–38. DOI: 10.1097/ALN.0b013e31823c1067
- [11] Nepogodiev D., Martin J., Biccard B. et al. Global burden of postoperative death. *Lancet.* 2019; 393(10170): 401. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)33139-8
- [12] Mullen M.G., Michaels A.D., Mehaffey J.H. et al. Risk Associated With Complications and Mortality After Urgent Surgery vs Elective and Emergency Surgery: Implications for Defining «Quality» and Reporting Outcomes for Urgent Surgery. *JAMA Surg.* 2017; 152(8): 768–774. DOI: 10.1001/jamasurg.2017.0918
- [13] Degu S., Kejela S., Zeleke H.T. Perioperative mortality of emergency and elective surgical patients in a low-income country: a single institution experience. *Perioper Med (Lond).* 2023; 12(1): 49. DOI: 10.1186/s13741-023-00341-z
- [14] Dencker E.E., Bonde A., Troelsen A. et al. Postoperative complications: an observational study of trends in the United States from 2012 to 2018. *BMC Surg.* 2021; 21(1): 393. DOI: 10.1186/s12893-021-01392-z
- [15] Pérez-Rivera C.J., Lozano-Suárez N., Velandia-Sánchez A. et al. Perioperative mortality in Colombia: perspectives of the fourth indicator in The Lancet Commission on Global Surgery - Colombian Surgical Outcomes Study (CoSOS) — a protocol for a multicentre prospective cohort study. *BMJ Open.* 2022; 12(11): e063182. DOI: 10.1136/bmjopen-2022-063182
- [16] Boney O., Moonesinghe S.R., Myles P.S. et al. Core Outcome Measures for Perioperative and Anaesthetic Care (COMPAC): a modified Delphi process to develop a core outcome set for trials in perioperative care and anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2022; 128(1): 174–185. DOI: 10.1016/j.bja.2021.09.027
- [17] Заболотских И.Б., Трэмбач Н.В. Пациенты высокого периоперационного риска: два подхода к стратификации. *Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова.* 2019; (4):34–46. DOI: 10.21320/1818-474X-2019-4-34-46. [Zabolotskikh I.B., Trembach N.V. High perioperative risk patients: two approaches to stratification. Review. *Annals of Critical Care.* 2019; 4: 34–46. DOI: 10.21320/1818-474X-2019-4-34-46. (In Russ)]

- [18] Kawa N., Araj T., Kaafarani H., Adra S.W. A Narrative Review on Intraoperative Adverse Events: Risks, Prevention, and Mitigation. *J Surg Res.* 2024; 295: 468–476. DOI: 10.1016/j.jss.2023.11.045
- [19] Balch J.A., Ruppert M.M., Shickel B. et al. Building an automated, machine learning-enabled platform for predicting post-operative complications. *Physiol Meas.* 2023; 44(2): 024001. DOI: 10.1088/1361-6579/acb4db
- [20] Arina P., Kaczorek M.R., Hofmaenner D.A. et al. Prediction of Complications and Prognostication in Perioperative Medicine: A Systematic Review and PROBAST Assessment of Machine Learning Tools. *Anesthesiology.* 2024 Jan 1; 140(1): 85–101. DOI: 10.1097/ALN.0000000000004764
- [21] Biro J., Rucks M., Neyens D.M. et al. Medication errors, critical incidents, adverse drug events, and more: a review examining patient safety-related terminology in anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2022; 128(3): 535–545. DOI: 10.1016/j.bja.2021.11.038
- [22] Gawria L., Rosenthal R., van Goor H. et al. Classification of intraoperative adverse events in visceral surgery. *Surgery.* 2022; 171(6): 1570–1579. DOI: 10.1016/j.surg.2021.12.011
- [23] Bielka K., Kuchyn I., Frank M. et al. Critical incidents during anesthesia: prospective audit. *BMC Anesthesiol.* 2023; 23(1): 206. Published 2023 Jun 14. DOI: 10.1186/s12871-023-02171-4
- [24] Pedersen T.H., Nabecker S., Greif R., et al. Critical airway-related incidents and near misses in anaesthesia: a qualitative study of a critical incident reporting system. *Br J Anaesth.* 2024; 133(2): 371–379. DOI: 10.1016/j.bja.2024.04.052
- [25] Gibbs N.M., Culwick M.D., Endlich Y., Merry A.F. A cross-sectional overview of the second 4000 incidents reported to webAIRS, a de-identified web-based anaesthesia incident reporting system in Australia and New Zealand. *Anaesth Intensive Care.* 2021; 49(6): 422–429. DOI: 10.1177/0310057X211060846
- [26] User Guide for the 2010 Participant Use Data File. Chicago, IL: American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program, 2011. Accessed 25 August 2024. Available at <https://www.facs.org/media/rpka3vts/ug10.pdf>
- [27] Jammer I., Wickboldt N., Sander M. et al. Standards for definitions and use of outcome measures for clinical effectiveness research in perioperative medicine: European Perioperative Clinical Outcome (EPCO) definitions: a statement from the ESA-ESICM joint taskforce on perioperative outcome measures. *Eur J Anaesthesiol.* 2015; 32(2): 88–105. DOI: 10.1097/EJA.0000000000000118
- [28] Grocott M.P., Browne J.P., Van der Meulen J. et al. The Postoperative Morbidity Survey was validated and used to describe morbidity after major surgery. *J Clin Epidemiol.* 2007; 60(9): 919–28. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2006.12.003
- [29] Boehm O., Baumgarten G., Hoeft A. Epidemiology of the high-risk population: perioperative risk and mortality after surgery. *Current Opinion in Critical Care* 21(4): 322–327, August 2015. DOI: 10.1097/MCC.0000000000000221
- [30] Clavien P.A., Sanabria J.R., Strasberg S.M. Proposed classification of complications of surgery with examples of utility in cholecystectomy. *Surgery.* 1992; 111(5): 518–26.
- [31] Dindo D., Demartines N., Clavien P.A. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg.* 2004; 240(2): 205–13. DOI: 10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae
- [32] Straatman J., Cuesta M.A., de Lange-de Klerk E.S. et al. Hospital cost-analysis of complications after major abdominal surgery. *Dig Surg.* 2015; 32(2): 150–6. DOI: 10.1159/000371861
- [33] Tevis S.E., Kennedy G.D. Postoperative complications and implications on patient-centered outcomes. *J Surg Res.* 2013; 181(1): 106–1. DOI: 10.1016/j.jss.2013.01.032
- [34] Ou-Young J., Boggett S., El Ansary D. et al. Identifying risk factors for poor multidimensional recovery after major surgery: A systematic review. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2023; 67(10): 1294–1305. DOI: 10.1111/aas.14302
- [35] Moonesinghe S.R., Jackson A.I.R., Boney O. et al. Systematic review and consensus definitions for the Standardised Endpoints in Perioperative Medicine initiative: patient-centred outcomes. *Br J Anaesth.* 2019; 123(5): 664–670. DOI: 10.1016/j.bja.2019.07.020
- [36] Brooks R. EuroQol: the current state of play. *Health Policy.* 1996; 37(1): 53–72. DOI: 10.1016/0168-8510(96)00822-6
- [37] Herdman M., Gudex C., Lloyd A. et al. Development and preliminary testing of the new five-level version of EQ-5D (EQ-5D-5L). *Qual Life Res.* 2011; 20(10): 1727–36. DOI: 10.1007/s11136-011-9903-x
- [38] Shulman M.A., Myles P.S., Chan M.T., et al. Measurement of disability-free survival after surgery. *Anesthesiology.* 2015; 122(3): 524–36. DOI: 10.1097/ALN.0000000000000586
- [39] Jerath A., Austin P.C., Wijeyesundera D.N. Days alive and out of hospital: validation of a patient-centered outcome for perioperative medicine. *Anesthesiology* 2019; 131: 84e93. DOI: 10.1097/ALN.0000000000002701
- [40] Myles P.S., Boney O., Botti M. et al. Systematic review and consensus definitions for the Standardised Endpoints in Perioperative Medicine (StEP) initiative: patient comfort. *Br J Anaesth.* 2018; 120(4): 705–711. DOI: 10.1016/j.bja.2017.12.037
- [41] Stark P.A., Myles P.S., Burke J.A. Development and psychometric evaluation of a postoperative quality of recovery score: the QoR-15. *Anesthesiology.* 2013; 118(6): 1332–40. DOI: 10.1097/ALN.0b013e318289b84b
- [42] Белкин А.А. Синдром последствий интенсивной терапии (ПИТ-синдром). *Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова.* 2018; 2: 12–23. DOI: 10.21320/1818-474X-2018-2-12-23. [Belkin A.A. Consequences of the intensive care syndrome (IC-syndrome). *Annals of Critical Care.* 2018; 2: 12–23. DOI: 10.21320/1818-474X-2018-2-12-23. (In Russ)]
- [43] Белкин А.А., Алашеев А.М., Белкин В.А. и др. Реабилитация в отделении реанимации и интенсивной терапии (РеабИТ). Методические рекомендации Союза реабилитологов России и Федерации анестезиологов и реаниматологов. *Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова.* 2022; (2): 7–40. DOI: 10.21320/1818-474X-2022-2-7-40 [Belkin A.A., Alashev A.M., Belkin V.A., Belkina Y.B. et al. Rehabilitation in the intensive care unit (RehabICU). Clinical practice recommendations of the national Union of Physical and Rehabilitation

- Medicine Specialists of Russia and of the national Federation of Anesthesiologists and Reanimatologists. *Annals of Critical Care*. 2022; (2): 7–40. DOI: 10.21320/1818-474X-2022-2-7-40 (In Russ)]
- [44] Cowley L.E., Farewell D.M., Maguire S., Kemp A.M. Methodological standards for the development and evaluation of clinical prediction rules: a review of the literature. *Diagn Progn Res*. 2019; 3: 16. DOI: 10.1186/s41512-019-0060-y
- [45] Vernooij J.E.M., Koning N.J., Geurts J.W. et al. Performance and usability of pre-operative prediction models for 30-day peri-operative mortality risk: a systematic review. *Anaesthesia*. 2023; 78(5): 607–619. DOI: 10.1111/anae.15988
- [46] Blitz J.D. Preoperative Evaluation in the 21st Century. *Anesthesiology*. 2023; 139(1): 91–103. DOI: 10.1097/ALN.0000000000004582
- [47] Mrara B., Oladimeji O.A Global Call for More Investment in Data-Driven Perioperative Care Delivery Models in Humanitarian Settings. *World J Surg*. 2023; 47(5): 1114–1115. DOI: 10.1007/s00268-023-06962-1
- [48] Wild H., Stewart B.T., LeBoa C. et al. Perioperative Risk Assessment in Humanitarian Settings: A Scoping Review. *World J Surg*. 2023; 47(5): 1092–1113. DOI: 10.1007/s00268-023-06893-x
- [49] Kivrak S., Haller G. Scores for preoperative risk evaluation of postoperative mortality. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2021; 35(1): 115–134. DOI: 10.1016/j.bpa.2020.12.005
- [50] McGinn T. Putting meaning into meaningful use: a roadmap to successful integration of evidence at the point of care. *JMIR Med Inform*. 2016; 4(2): e16. DOI: 10.2196/medinform.4553
- [51] Moons K.G., de Groot J.A., Bouwmeester W. et al. Critical appraisal and data extraction for systematic reviews of prediction modelling studies: the CHARMS checklist. *PLoS Med*. 2014; 11(10): e1001744. DOI: 10.1371/journal.pmed.1001744
- [52] Protopapa K.L., Simpson J.C., Smith N.C., Moonesinghe S.R. Development and validation of the Surgical Outcome Risk Tool (SORT). *British Journal of Surgery* 2014; 101: 1774–83. DOI: 10.1002/bjs.9638
- [53] Stefani L.C., Gutierrez C.S., Castro S.M.J. et al. Derivation and validation of a preoperative risk model for postoperative mortality (SAMPE model): An approach to care stratification. *PLoS One*. 2017; 12(10): e0187122. DOI: 10.1371/journal.pone.0187122
- [54] Kinoshita M., Morioka N., Yabuuchi M., Ozaki M. New surgical scoring system to predict postoperative mortality. *J Anesth*. 2017; 31(2): 198–205. DOI: 10.1007/s00540-016-2290-2
- [55] Fariña-Castro R., Roque-Castellano C., Artiles-Armas M. et al. Usefulness of pre- and intraoperative risk scores in nonagenarian surgical patients. *J Anesth*. 2020; 34(5): 650–657. DOI: 10.1007/s00540-020-02799-3
- [56] Donati A., Ruzzi M., Adrario E., et al. A new and feasible model for predicting operative risk. *Br J Anaesth*. 2004 Sep; 93(3): 393-9. DOI: 10.1093/bja/ae210
- [57] Sutton R., Bann S., Brooks M., Sarin S. The Surgical Risk Scale as an improved tool for risk-adjusted analysis in comparative surgical audit. *Br J Surg*. 2002 Jun; 89(6): 763–8. DOI: 10.1046/j.1365-2168.2002.02080.x
- [58] Brooks M.J., Sutton R., Sarin S. Comparison of Surgical Risk Score, POSSUM and p-POSSUM in higher-risk surgical patients. *Br J Surg* 2005; 92: 1288–92. DOI: 10.1002/bjs.5058
- [59] Dalton J.E., Kurz A., Turan A. et al. Development and validation of a risk quantification index for 30-day postoperative mortality and morbidity in non-cardiac surgical patients. *Anesthesiology* 2011; 114: 1336–44. DOI: 10.1097/ALN.0b013e318219d5f9
- [60] Sigakis M.J., Bittner E.A., Wanderer J.P. Validation of a risk stratification index and risk quantification index for predicting patient outcomes: in-hospital mortality, 30-day mortality, 1-year mortality, and length-of-stay. *Anesthesiology* 2013; 119: 525–40. DOI: 10.1097/ALN.0b013e31829ce6e6
- [61] Gawande A.A., Kwaan M.R., Regenbogen S.E. et al. An Apgar score for surgery. *J Am Coll Surg*. 2007; 204(2): 201–8. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2006
- [62] Kurata K., Chino Y., Shinagawa A. et al. Surgical Apgar Score predicts 30-day morbidity in elderly patients who undergo non-laparoscopic gynecologic surgery: A retrospective analysis. *Int J Surg*. 2017; 48: 215–219. DOI: 10.1016/j.ijsu.2017.11.002
- [63] Choudhari R., Bhat R., Prasad K. et al. The utility of surgical Apgar score in predicting postoperative morbidity and mortality in general surgery. *Turk J Surg*. 2022; 38(3): 266–274. DOI: 10.47717/turkjsurg.2022.5631
- [64] Le Manach Y., Collins G., Rodseth R. et al. Preoperative Score to Predict Postoperative Mortality (POSPOM): Derivation and Validation. *Anesthesiology*. 2016; 124(3): 570–9. DOI: 10.1097/ALN.0000000000000972
- [65] Juul S., Kokotovic D., Degett T.H. et al. Validation of the preoperative score to predict postoperative mortality (POSPOM) in patients undergoing major emergency abdominal surgery. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2021; 47(6): 1721–1727. DOI: 10.1007/s00068-019-01153-x
- [66] Layer Y.C., Menzenbach J., Layer Y.L. et al. Validation of the Preoperative Score to Predict Postoperative Mortality (POSPOM) in Germany. *PLoS One*. 2021; 16(1): e0245841. DOI: 10.1371/journal.pone.0245841
- [67] Richman J.S., Hosokawa P.W., Min S.J. et al. Toward prospective identification of high-risk surgical patients. *Am. Surg*. 2012; 78: 755–60.
- [68] Miyazaki N., Haga Y., Matsukawa H. et al. Development and validation of the Calculation of post-Operative Risk in Emergency Surgery (CORES) model. *Surg Today*. 2014; 44(8): 1443–56. DOI: 10.1007/s00595-013-0707-1
- [69] Gutierrez C.S., Passos S.C., Castro S.M.J. et al. Few and feasible preoperative variables can identify high-risk surgical patients: derivation and validation of the Ex-Care risk model. *Br J Anaesth*. 2021; 126(2): 525–532. DOI: 10.1016/j.bja.2020.09.036
- [70] Chan D.X.H., Sim Y.E., Chan Y.H. et al. Development of the Combined Assessment of Risk Encountered in Surgery (CARES) surgical risk calculator for prediction of postsurgical mortality and need for intensive care unit admission risk: a single-center retrospective study. *BMJ Open*. 2018; 8(3): e019427. DOI: 10.1136/bmjopen-2017-019427
- [71] Haga Y., Ikei S., Ogawa M. Estimation of Physiologic Ability and Surgical Stress (E-PASS) as a new prediction scoring system for postoperative morbidity and mortality following elective gastrointestinal surgery. *Surg Today*. 1999; 29(3): 219–25. DOI: 10.1007/BF02483010

- [72] Kenig J., Mitus J.W., Rapacz K. et al. Usefulness of scoring systems in outcome prediction for older cancer patients undergoing abdominal surgery. *Acta Chir Belg.* 2020; 120(6): 383–389. DOI: 10.1080/00015458.2019.1642577
- [73] Dai Y., Chen G., Chen Y. et al. Usefulness of the estimation of physiologic ability and surgical stress (E-PASS) system for prediction of complication and prognosis in hepatocellular carcinoma patients after hepatectomy. *Transl Cancer Res.* 2022; 11(8): 2700–2712. DOI: 10.21037/tcr-22-352
- [74] Sato M., Endo K., Harada A., Yabuuchi S. [Potential risk factors for postoperative complications and deaths after laparoscopic cholecystectomy in the elderly]. *Nihon Shokakibyō Gakkai Zasshi.* 2017; 114(9): 1649–1657. Japanese. DOI: 10.11405/nisshoshi.114.1649
- [75] Makino Y., Ishida K., Kishi K. et al. The association between surgical complications and the POSSUM score in head and neck reconstruction: a retrospective single-center study. *J Plast Surg Hand Surg.* 2018; 52(3): 153–157. DOI: 10.1080/2000656X.2017.1372288
- [76] Teixeira I.M., Teles A.R., Castro J.M. et al. Physiological and Operative Severity Score for the enumeration of Mortality and Morbidity (POSSUM) System for Outcome Prediction in Elderly Patients Undergoing Major Vascular Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2018; 32(2): 960–967. DOI: 10.1053/j.jvca.2017.08.036
- [77] Karamolegkou A.P., Fergadi M.P., Magouliotis D.E. et al. Validation of the Surgical Outcome Risk Tool (SORT) and SORT v2 for Predicting Postoperative Mortality in Patients with Pancreatic Cancer Undergoing Surgery. *J Clin Med.* 2023; 12(6): 2327. DOI: 10.3390/jcm12062327
- [78] Karan N., Siddiqui S., Sharma K.S. et al. Evaluation and validation of Physiological and Operative Severity Score for the enumeration of mortality and morbidity and Portsmouth-POSSUM scores in predicting morbidity and mortality in patients undergoing head and neck cancer surgeries. *Head Neck.* 2020; 42(10): 2968–2974. DOI: 10.1002/hed.26354
- [79] Bilimoria K.Y., Liu Y., Paruch J.L. et al. Development and evaluation of the universal ACS NSQIP surgical risk calculator: a decision aid and informed consent tool for patients and surgeons. *Journal of the American College of Surgeons* 2013; 217: 833–42. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2013.07.385
- [80] Liu Y., Cohen M.E., Hall B.L. et al. Evaluation and enhancement of calibration in the American College of Surgeons NSQIP surgical risk calculator. *Journal of the American College of Surgeons* 2016; 223: 231–9. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2016.03.040
- [81] Meguid R.A., Bronsert M.R., Juarez-Colunga E. et al. Surgical Risk Preoperative Assessment System (SURPAS): I. Parsimonious, Clinically Meaningful Groups of Postoperative Complications by Factor Analysis. *Ann Surg.* 2016; 263(6): 1042–8. DOI: 10.1097/SLA.0000000000001669
- [82] Rozeboom P.D., Bronsert M.R., Velopulos C.G. et al. A comparison of the new, parsimonious tool Surgical Risk Preoperative Assessment System (SURPAS) to the American College of Surgeons (ACS) risk calculator in emergency surgery. *Surgery* 2020; 168: 1152–9. DOI: 10.1016/j.surg.2020.07.029
- [83] Bonde A., Varadarajan K.M., Bonde N. et al. Assessing the utility of deep neural networks in predicting postoperative surgical complications: a retrospective study. *Lancet Digit Health.* 2021; 3(8): e471–e485. DOI: 10.1016/S2589-7500(21)00084-4
- [84] Meguid R.A., Bronsert M.R., Juarez-Colunga E. et al. Surgical Risk Preoperative Assessment System (SURPAS): III. Accurate Preoperative Prediction of 8 Adverse Outcomes Using 8 Predictor Variables. *Ann Surg.* 2016; 264(1): 23–31. DOI: 10.1097/SLA.0000000000001678
- [85] Henderson W.G., Bronsert M.R., Hammermeister K.E. et al. Refining the predictive variables in the "Surgical Risk Preoperative Assessment System" (SURPAS): a descriptive analysis. *Patient Saf Surg.* 2019; 13: 28. DOI: 10.1186/s13037-019-0208-2
- [86] Campbell D., Boyle L., Soakell-Ho M. et al. National risk prediction model for perioperative mortality in non-cardiac surgery. *British Journal of Surgery* 2019; 106: 1549–57. DOI: 10.1002/bjs.11232
- [87] Wong D.J.N., Harris S., Sahn A. et al. Developing and validating subjective and objective risk-assessment measures for predicting mortality after major surgery: an international prospective cohort study. *PLoS Medicine* 2020; 17: e1003253. DOI: 10.1371/journal.pmed.1003253
- [88] Mahajan A., Esper S., Oo. TH. et al. Development and Validation of a Machine Learning Model to Identify Patients Before Surgery at High Risk for Postoperative Adverse Events. *JAMA Netw Open.* 2023; 6(7): e2322285. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2023.22285
- [89] Choi B., Oh A.R., Lee S.H. et al. Prediction Model for 30-Day Mortality after Non-Cardiac Surgery Using Machine-Learning Techniques Based on Preoperative Evaluation of Electronic Medical Records. *J Clin Med.* 2022; 11(21): 6487. DOI: 10.3390/jcm11216487
- [90] Feng Z., Bhat R.R., Yuan X. et al. Intelligent Perioperative System: Towards Real-time Big Data Analytics in Surgery Risk Assessment. *DASC PI Com Data Com Cyber Sci Tech* 2017 (2017). 2017; 2017: 1254–1259. DOI: 10.1109/DASC-PICom-DataCom-CyberSciTec.2017.201
- [91] Bihorac A., Ozragat-Baslanti T., Ebadi A. et al. MySurgeryRisk: Development and Validation of a Machine-learning Risk Algorithm for Major Complications and Death After Surgery. *Ann Surg.* 2019; 269(4): 652–662. DOI: 10.1097/SLA.0000000000002706
- [92] Corey K.M., Kashyap S., Lorenzi E. et al. Development and validation of machine learning models to identify high-risk surgical patients using automatically curated electronic health record data (Pythia): A retrospective, single-site study. *PLoS Med.* 2018; 15(11): e1002701. DOI: 10.1371/journal.pmed.1002701
- [93] Bertsimas D., Dunn J., Velmahos G.C., Kaafarani H.M.A. Surgical Risk Is Not Linear: Derivation and Validation of a Novel, User-friendly, and Machine-learning-based Predictive OpTimal Trees in Emergency Surgery Risk (POTTER) Calculator. *Ann Surg.* 2018 Oct; 268(4): 574–583. DOI: 10.1097/SLA.0000000000002956
- [94] Jhanji S., Thomas B., Ely A. et al. Mortality and utilisation of critical care resources amongst high-risk surgical patients in a large NHS trust. *Anaesthesia.* 2008 Jul; 63(7): 695–700. DOI: 10.1111/j.1365-2044.2008.05560.x
- [95] St-Louis E., Iqbal S., Feldman L.S. et al. Using the age-adjusted Charlson comorbidity index to predict outcomes in emergency general surgery. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015; 78(2): 318–23. DOI: 10.1097/TA.0000000000000457
- [96] Froehner M., Koch R., Hübner M. et al. Validation of the Preoperative Score to Predict Postoperative Mortality in Patients Undergoing Radical Cystectomy. *Eur Urol Focus.* 2019; 5(2): 197–200. DOI: 10.1016/j.euf.2017.05.003

- [97] The Royal College of Surgeons of England and Department of Health: The Higher Risk General Surgical Patient: Towards improved care for a forgotten group. Report on the Peri-operative Care of the Higher Risk General Surgical Patient. 2011.
- [98] Swart M., Carlisle J.B, Goddard J. Using predicted 30 day mortality to plan postoperative colorectal surgery care: a cohort study. *Br J Anaesth.* 2017; 118(1): 100–104. DOI: 10.1093/bja/aew402
- [99] Healey M.A., Shackford S.R., Osler T.M. et al. Complications in surgical patients. *Arch Surg.* 2002; 137(5): 611–7. DOI: 10.1001/archsurg.137.5.611
- [100] Boyd O., Jackson N. How is risk defined in high-risk surgical patient management? *Crit Care.* 2005; 9(4): 390–6. DOI: 10.1186/cc3057
- [101] Findlay G.P., Goodwin A.P.L., Protopapa K.L. et al. Knowing the Risk: a Review of the Peri-Operative Care of Surgical Patients. National Confidential Enquiry into Patient Outcome and Death; London, 2011.
- [102] Ren Y., Loftus T.J., Datta S. et al. Performance of a Machine Learning Algorithm Using Electronic Health Record Data to Predict Postoperative Complications and Report on a Mobile Platform. *JAMA Netw Open.* 2022; 5(5): e2211973. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2022.11973