



## Информативность индексов кардиального риска в прогнозировании сердечно-сосудистых осложнений в некардиальной хирургии

©Д.А. Соколов<sup>1,2\*</sup>, А.Л. Тимошенко<sup>1,2</sup>, Ю.В. Червяков<sup>1,2</sup>, О.М. Лончакова<sup>1,2</sup>, П.А. Любошевский<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль, Россия

<sup>2</sup> Областная клиническая больница, Ярославль, Россия

\* Д.А. Соколов, Ярославский государственный медицинский университет, 150000, Ярославль, ул. Революционная, 5, d\_inc@mail.ru

Поступила в редакцию 2 апреля 2023 г. Исправлена 12 апреля 2023 г. Принята к печати 24 апреля 2023 г.

### Резюме

**Цель исследования:** Выполнить сравнительный анализ информативности оценки по ASA и различных индексов кардиального риска (ИКР) в прогнозировании периоперационных сердечно-сосудистых осложнений (ССО) у пациентов в некардиальной хирургии.

**Материалы и методы:** Обследованы 243 пациента (148 мужчин и 95 женщин) в возрасте от 45 до 84 (66 [60–71]) лет, которым проводились плановые онкологические и сосудистые операции. Оценивался функциональный статус пациента по шкале ASA, рассчитывались ИКР Lee, MICA и Хороненко, анализировались периоперационные ССО.

**Результаты:** Осложнения выявили у 30 (12,3%) больных. У 3 (1,24%) пациентов диагностировали по два ССО. Зарегистрирован 1 (0,41%) летальный исход. Наибольшую прогностическую ценность продемонстрировал ИКР MICA (AUC ROC = 0,753), его значение > 0,95% дискриминировало пациентов с периоперационными ССО с чувствительностью и специфичностью 73,3 и 67,45% соответственно.

**Заключение:** Можно рекомендовать использование ИКР MICA для прогнозирования периоперационных ССО после плановых онкологических и сосудистых вмешательств.

**Ключевые слова:** индексы кардиального риска, предикторы осложнений, некардиальная хирургия, периоперационные сердечно-сосудистые осложнения

**Цитировать:** Соколов Д.А., Тимошенко А.Л., Червяков Ю.В., Лончакова О.М., Любошевский П.А. Информативность индексов кардиального риска в прогнозировании сердечно-сосудистых осложнений в некардиальной хирургии. *Инновационная медицина Кубани*. 2023;(2):5–12. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2023-26-2-5-12>

## Predictive Accuracy of Cardiac Risk Indices for Cardiovascular Complications in Patients Undergoing Noncardiac Surgery

©Dmitry A. Sokolov<sup>1,2\*</sup>, Andrey L. Tymoshenko<sup>1,2</sup>, Yury V. Chervyakov<sup>1,2</sup>, Oxana M. Lonchakova<sup>1,2</sup>, Pavel A. Ljuboshevskij<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russian Federation

<sup>2</sup> Regional Clinical Hospital, Yaroslavl, Russian Federation

\* Dmitry A. Sokolov, Yaroslavl State Medical University, ulitsa Revolyutsionnaya 5, Yaroslavl, 150000, Russian Federation, d\_inc@mail.ru

Received: April 2, 2023. Received in revised form: April 12, 2023. Accepted: April 24, 2023.

### Abstract

**Objective:** To compare predictive accuracy of the American Society of Anesthesiologists (ASA) score and various cardiac risk indices for perioperative cardiovascular (CV) complications in patients undergoing noncardiac surgery.

**Materials and methods:** We examined 243 patients (148 men and 95 women) aged 45 to 84 (66 [60–71] years) prior to their elective oncological and vascular surgery. We assessed patients using the ASA physical status classification system, Revised Cardiac Risk Index (RCRI), Gupta Myocardial Infarct or Cardiac Arrest (MICA) calculator, and Khoronenko cardiac risk index and analyzed perioperative CV complications.

**Results:** We detected complications in 30 (12.3%) patients, with 3 (1.24%) of them having 2 concomitant CV complications. One death (0.41%) was registered. The MICA risk calculator had the highest predictive value (AUC ROC=0.753). Risk scores over 0.95% discriminated patients with perioperative CV complications with sensitivity and specificity of 73.3% and 67.45%, respectively.

**Conclusions:** We recommend using the MICA risk calculator to predict perioperative CV complications following elective oncological and vascular surgery.

**Keywords:** cardiac risk indices, predictors of complications, noncardiac surgery, perioperative cardiovascular complications

**Cite this article as:** Sokolov DA, Tymoshenko AL, Chervyakov YuV, Lonchakova OM, Ljuboshevskij PA. Predictive accuracy of cardiac risk indices for cardiovascular complications in patients undergoing noncardiac surgery. *Innovative Medicine of Kuban*. 2023;(2):5–12. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2023-26-2-5-12>



## Введение

Ежегодно неуклонно растет число некардиальных оперативных вмешательств [1, 2]. Частота периоперационных осложнений остается достаточно высокой; по показателям летальности лидирующее место занимают сердечно-сосудистые осложнения (ССО) [3–7]. Существуют крупные исследования и основанные на них клинические рекомендации [8–13], в которых предложены алгоритмы периоперационного ведения пациента, направленные на снижение вероятности развития ССО.

В рамках предоперационного мониторинга, благодаря своей простоте рутинно используется оценка функционального статуса пациента по шкале Американской ассоциации анестезиологов (American Society of Anesthesiologists, ASA), которая в некоторых исследованиях продемонстрировала прогностическую значимость в отношении ССО [14, 15]. В качестве доступных (основанных на рутинных обследованиях) предикторов периоперационных ССО рассматривают специализированные расчетные показатели: пересмотренный индекс кардиального риска (ИКР) (Revised Cardiac Risk Index, RCRI, индекс Lee), индекс Американского колледжа хирургов для оценки риска периоперационного инфаркта миокарда или остановки сердца (Myocardial Infarction or Cardiac Arrest, MICA), а также отечественный ИКР, предложенный В.Э. Хороненко и соавт. [16–18].

Доступная и адекватная оценка риска развития периоперационных ССО может быть основой для определения объема дополнительного обследования пациента и оптимизации предоперационной подготовки в целом [10]. Однако результаты исследований, посвященных оценке валидности ИКР в прогнозировании периоперационных сердечно-сосудистых осложнений, достаточно противоречивы [19, 20]. Прогностическая значимость многих потенциальных предикторов ССО в отечественной практике, которая, очевидно, может отличаться от зарубежной, изучена недостаточно. Поэтому вопрос о выборе оптимальной методики оценки риска периоперационных ССО и целесообразности применения дополнительных методов предоперационного обследования нуждается в дальнейшем изучении.

## Цель

Выполнить сравнительный анализ информативности оценки функционального статуса пациента по ASA и различных ИКР в прогнозировании периоперационных ССО у пациентов в некардиальной хирургии.

## Материалы и методы

Проведено одноцентровое обсервационное исследование: проанализированы данные периоперационного обследования пациентов, которым в период

с ноября 2021 по декабрь 2022 г. выполнялись плановые некардиальные оперативные вмешательства.

Протокол исследования одобрен этическим комитетом Ярославского государственного медицинского университета (решение от 28 октября 2021 г., № 50/2021).

У всех пациентов получено письменное информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

Критерии включения в исследование: возраст старше 45 лет, плановая сосудистая или онкологическая операция в условиях общей анестезии.

Критерии невключения в исследование: клинически значимый порок сердца, снижение фракции выброса левого желудочка до уровня менее 40%, морбидное ожирение с индексом массы тела более 40 кг/м<sup>2</sup>, уровень креатинина в крови выше 120 мкмоль/л.

Критерии исключения из исследования: отмена операции, тяжелое интраоперационное хирургическое осложнение, повторное оперативное вмешательство в период госпитализации, отказ пациента от участия во время исследования.

В соответствии с критериями включения первично были отобраны 258 пациентов. Исключены 10 больных, у которых оперативное вмешательство отменено, 5 пациентов отказались от участия в исследовании. Обследованы 243 пациента (148 мужчин и 95 женщин) в возрасте от 45 до 84 (66 [60–71]) лет.

Оценивался функциональный статус пациента по классификации ASA, рассчитывались ИКР Lee, ИКР MICA и ИКР Хороненко.

Выполнялись операции различного хирургического риска [11]:

- низкого: реконструкция позвоночных артерий – в 10 (4,12%) наблюдениях, каротидная эндартерэктомия (при бессимптомном поражении) – в 27 (11,11%);
- промежуточного: каротидная эндартерэктомия (при наличии клинических симптомов) – в 71 (29,22%) наблюдении, гемиколэктомия – в 89 (36,63%);
- высокого: операции на аорте и крупных сосудах – в 21 (8,64%) случае; операции на печени и желчных протоках – в 16 (6,58%), панкреато-дуоденальная резекция – в 9 (3,7%) наблюдениях.

Оперативные вмешательства осуществлялись в условиях многокомпонентной общей анестезии с ИВЛ и мониторинга. После стандартной премедикации проводилась индукция пропофолом, на фоне миорелаксации рокуронием выполнялась интубация трахеи и начиналась ИВЛ. Поддержание анестезии осуществлялось севофлураном, фентанилом и рокуронием. Продолжительность оперативных вмешательств составила от 95 до 510 (210 [180–270]) мин. По окончании операции все пациенты на сутки переводились в отделение реанимации и интенсивной терапии, где осуществлялась инфузионная терапия кристаллоид-

ными растворами с поддержанием нулевого баланса жидкости, системная анальгезия комбинацией наркотических и ненаркотических анальгетиков, медикаментозная тромбопрофилактика. Обезболивание и тромбопрофилактика продолжались после перевода в профильное отделение. Тактика периоперационного лечения сопутствующей кардиальной патологии строилась в соответствии с действующими рекомендациями Федерации анестезиологов и реаниматологов [11].

В течение периоперационного периода (до момента выписки пациента) регистрировались следующие ССО: кардиальная смерть, нефатальный периоперационный инфаркт миокарда, преходящая ишемия миокарда, развитие острой и декомпенсация хронической сердечной недостаточности, артериальная гипотензия, потребовавшая назначения симпатомиметических вазопрессоров, клинически значимое нарушение сердечного ритма, тромбоэмболия легочной артерии, острое нарушение мозгового кровообращения, стойкая артериальная гипертензия, потребовавшая мер интенсивной терапии.

Для хранения и обработки данных использовалась база данных, сформированная в программе Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation, США). Статистический анализ выполнялся с помощью программных пакетов MedCalc Statistical Software version 15.2 (MedCalc Software bvba, Бельгия).

Для расчета объема выборки ( $n$ ), необходимого для валидного регрессионного анализа, была использована формула:  $n > 104 + \text{число предикторов}$ .

Характер распределения данных анализировался с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Описание данных представлялось в виде минимального ( $\min$ ) и максимального ( $\max$ ) значения, медианы ( $Me$ ) и интерквартильного интервала ( $P25-P75$ ). Вычислялась средняя частота признаков ( $p$ ).

С помощью однофакторной и многофакторной логистической регрессии оценивалось влияние независимых переменных (потенциальные предикторы) на зависимую (факт регистрации осложнения), закодированную бинарно. Рассчитывалось отношение шансов (ОШ), 95%-й доверительный интервал (ДИ) и значимость влияния  $p$ . Для оценки разделительной способности предикторов (независимые переменные) проведен ROC-анализ, в который были включены только показатели, ассоциированные с зависимой переменной по данным логистической регрессии. Анализировались характеристики ROC-кривых с расчетом площади под кривой (ППК), 95%-й ДИ и значения  $p$ . Качество модели оценивалось при ППК  $\geq 0,9$  как отличное,  $0,89-0,8$  – очень хорошее,  $0,79-0,7$  – хорошее,  $0,69-0,6$  – среднее,  $< 0,6$  – неудовлетворительное [21]. Пороговое значение переменной определялось по индексу Юдена (тре-

бование максимальной суммы чувствительности и специфичности), требованию чувствительности/специфичности теста, приближающейся к 80%, и требованию баланса между чувствительностью и специфичностью (минимальная разность между этими значениями).

Результаты статистического анализа считали значимыми при  $p < 0,05$ .

## Результаты

Периоперационные ССО были выявлены у 30 (12,3%) пациентов (табл. 1). У 3 (1,24%) пациентов зафиксированы по два ССО. Был зарегистрирован 1 (0,41%) летальный исход.

**Таблица 1**  
Сердечно-сосудистые осложнения, зарегистрированные в периоперационный период  
**Table 1**  
Perioperative cardiovascular complications

Осложнения	$n$ (%)
Кардиальная смерть	1
Нефатальный инфаркт миокарда	2
Преходящая ишемия миокарда	6
Артериальная гипотензия, требующая вазопрессорной поддержки	15
Тромбоэмболия легочной артерии	2
Острое нарушение мозгового кровообращения	1
Артериальная гипертензия, требующая мер интенсивной терапии	6

Оценки функционального класса по ASA и значения исследуемых ИКР варьировали в широком диапазоне, в отдельных случаях с указанием на максимальный кардиальный риск (табл. 2).

**Таблица 2**  
Оценки по ASA и значения ИКР  
у обследованных пациентов  
**Table 2**  
ASA scores and cardiac risk indices  
of the examined patients

Показатель	Значения		
	Min	Max	Me [P25-P75]
Класс по ASA	2	4	3 [3-3]
ИКР Lee, баллы	1	5	2,0 [1,0-2,5]
ИКР MICA, %	0,14	7,13	0,75 [0,61-1,21]
ИКР Хороненко, усл. ед.	0,02	0,62	0,03 [0,02-0,09]

С помощью логистической регрессии было установлено, что все исследуемые показатели: оценка функционального класса по ASA, ИКР Lee, ИКР MICA, ИКР Хороненко – были ассоциированы

с периоперационными ССО. Однако на основании анализа ППК качество прогностической модели отличалось. Функциональный класс по ASA и ИКР Хороненко обеспечивали прогностическую модель среднего, а ИКР Lee и ИКР MICA – хорошего качества (табл. 3).

При проведении ROC-анализа уровень чувствительности, а также сбалансированности чувствительности и специфичности прогноза были неудовлетворительными для оценки функционального класса по ASA, ИКР Lee и ИКР Хороненко (табл. 4). Значение

ИКР MICA > 0,95% дискриминировало пациентов с ССО с более сбалансированными чувствительностью и специфичностью: 73,3 и 67,45% соответственно (табл. 4, рис. 1).

При совместном анализе ассоциированности оценки по ASA и значений ИКР с периоперационными ССО значимость подтвердили: ИКР Lee, ИКР MICA и ИКР Хороненко (табл. 5). При их совместном использовании было отмечено повышение качества прогностической модели с увеличением ППК до 0,816.

**Таблица 3**  
**Ассоциированность оценок по ASA и значений ИКР с периоперационными ССО**

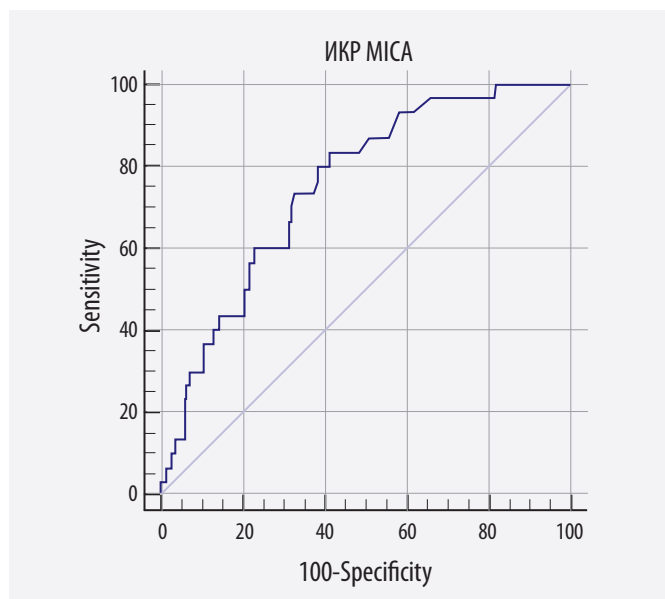
**Table 3**  
**Association between ASA scores and cardiac risk indices and perioperative cardiovascular complications**

Показатель	ОШ	95%-й ДИ	p	ППК
Класс по ASA	2,7366	1,3581–5,5144	0,0049	0,637
ИКР Lee	2,2489	1,4780–3,4221	0,0002	0,731
ИКР MICA	1,7107	1,2396–2,3608	0,0011	0,753
ИКР Хороненко	127,3426	7,4548–2175,2661	0,0008	0,639

**Таблица 4**  
**ROC-анализ оценок по ASA и значений ИКР с периоперационными ССО**

**Table 4**  
**ROC curve analysis of ASA scores and cardiac risk indices and perioperative cardiovascular complications**

Показатель	ППК	95%-й ДИ ППК	p	Критерий	Чувствительность, %	Специфичность, %
Класс по ASA	0,637	0,573–0,697	0,0038	> 3	43,33	79,72
ИКР Lee	0,731	0,670–0,786	< 0,0001	> 2 баллов	51,03	77,36
ИКР MICA	0,753	0,694–0,806	< 0,0001	> 0,95%	73,3	67,45
ИКР Хороненко	0,639	0,575–0,699	0,0213	> 0,04 усл. ед.	56,67	64,15



**Рисунок 1.** ROC-кривая ИКР MICA в отношении риска развития периоперационных ССО  
**Figure 1.** ROC curve of the MICA risk calculator for predicting the risk of perioperative cardiovascular complications

**Таблица 5**  
**Ассоциированность предикторов с периоперационными ССО по данным многофакторной регрессии**

**Table 5**  
**Association between the predictors and perioperative cardiovascular complications according to multiple regression**

Показатель	ОШ	95%-й ДИ	p
Класс по ASA	1,1483	0,4517–2,9194	0,7714
ИКР Lee	1,7880	1,1032–2,8978	0,0183
ИКР MICA	1,5882	1,0431–2,4181	0,0310
ИКР Хороненко	24,0456	1,0564–547,3128	0,0461

**Обсуждение**

На основании информации из литературных источников, частота летальных исходов после плановых операций составляет приблизительно 0,5% [4, 22], но может достигать и 1,5% [2]. В нашем исследовании летальность составила 0,41%.



Частота периоперационных ССО, согласно опубликованным данным, варьирует в широких пределах, в зависимости от критериев отбора пациентов и регистрации осложнений – от 2 до 20% [2, 17, 23–25]. В настоящем исследовании данная цифра составила 12,8%. Высокая частота осложнений свидетельствует о важности корректного прогнозирования ССО.

Давно предпринимаются попытки использовать распространенную шкалу ASA для оценки риска ССО [14, 15]. Оценка функционального статуса по этой шкале достаточно субъективна, что может влиять на прогнозируемый риск операции [26]. Крупное отечественное исследование STOPRISK показало значимую роль оценки функционального класса по ASA в прогнозе как хирургических, так и кардиальных осложнений [22]. Подобные данные были получены и зарубежными авторами: оценка по шкале ASA позволяла прогнозировать внутрибольничную летальность и сердечно-сосудистые осложнения [15]; была выявлена корреляция класса по ASA с ИКР Lee [27]. В нашей работе оценка функционального класса по ASA была ассоциирована с периоперационными ССО, но чувствительность этого предиктора не достигала 50%. Низкая чувствительность оценки по ASA в рассматриваемой клинической ситуации объяснима, так как эта шкала не является специализированным инструментом для прогнозирования периоперационных ССО. Выявленное нами пороговое значение оценки по ASA совпало с уровнем (> 3), который приводился другими авторами в качестве предиктора ССО [14].

Расчет индексов кардиального риска, основанных на рутинных клинических и лабораторных показателях, включен во многие риск-снижающие алгоритмы и рекомендации по периоперационному ведению пациентов в некардиальной хирургии. Однако само по себе существование множества различных индексов свидетельствует о том, что эффективность такого подхода не вполне однозначна. Наиболее часто применяемый за рубежом пересмотренный индекс кардиального риска Lee, по данным систематического обзора М.К. Ford и соавт. (2010), хорошо разделял пациентов низкого и высокого риска кардиальных событий в смешанной некардиальной хирургии (ППК составила 0,75). Однако его прогностическая ценность у пациентов в сосудистой хирургии, а также в отношении смертельных исходов, оказалась существенно ниже [19]. При изучении прогностической способности ИКР Lee в многоцентровом проспективном исследовании в клиниках Китая у пациентов с сопутствующей ИБС в возрасте старше 60 лет ППК составила лишь 0,53, а компоненты, входящие в ИКР Lee, по отдельности (за исключением наличия сахарного диабета) не прогнозировали кардиальные осложнения [20]. Прогностическая значимость ИКР Lee на массиве

более 50 тыс. пациентов в нейрохирургии была также относительно не велика, ППК составила 0,623 [28].

По нашим данным, ИКР Lee и ИКР Хороненко, несмотря на ассоциированность с периоперационными ССО, не обеспечивают достаточно точного прогнозирования данных осложнений, что подтверждается низким (менее 60%) уровнем чувствительности и сбалансированности чувствительности-специфичности. Это соотносится с данными отечественных авторов [29]. ИКР Хороненко, хорошо зарекомендовавший себя при абдоминальных онкологических вмешательствах, а также в прогнозировании отдаленных постгоспитальных ССО [5, 24], в настоящей выборке (из пациентов, подвергшихся ангиохирургическим операциям) оказался менее прогностически значимым.

Наиболее уверенным предиктором ССО в настоящем исследовании стал ИКР MICA. Данный ИКР считают наиболее валидным и другие отечественные авторы [13, 30, 31].

Чувствительность и специфичность прогноза у ИКР MICA в нашей работе, хотя и были более высокими и сбалансированными, чем у других исследованных предикторов, все же не достигали уровня в 80%, необходимого, с точки зрения современной статистики, для уверенного прогноза ССО [21].

Возможно, из-за недостаточной стабильности прогноза, интерес к подсчету ИКР в последние годы начал снижаться, а акценты в предоперационной оценке риска ССО стали смещаться в сторону определения кардиальных биомаркеров [5, 9, 32]. В частности, появляется все больше данных о высокой прогностической ценности натрийуретических пептидов. Существуют работы, в которых для повышения качества прогностической модели предлагается одновременная оценка уровня биомаркеров и расчетных индексов [25]. Однако учитывая значительную стоимость лабораторного определения биомаркеров, их рутинная оценка у всех пациентов (в том числе, с низкими значениями ИКР) может быть экономически неэффективной [33].

По всей видимости, разумным компромиссом может стать определение натрийуретических пептидов (как и увеличение объема предоперационного обследования в целом) у пациентов с выявленным на основании расчетных индексов высоким риском ССО. Однако вопрос выбора наиболее информативного и универсального индекса, как и вопрос пороговых значений каждого из них, требует дальнейшего изучения.

### **Заключение**

Таким образом, прогностическая ценность исследованных предикторов развития ССО может существенно различаться, в том числе, в зависимости

от контингента пациентов. В настоящем исследовании в смешанной выборке пациентов (сосудистые и абдоминальные онкологические операции) наиболее информативным оказался ИКР МІСА с пороговым значением 0,95%.

Необходимы дальнейшие исследования на более многочисленных выборках пациентов для поиска наиболее информативных предикторов кардиальных осложнений.

## Литература/References

- Smilowitz NR, Gupta N, Guo Y, Berger JS, Bangalore S. Perioperative acute myocardial infarction associated with non-cardiac surgery. *Eur Heart J*. 2017;38(31):2409–2417. PMID: 28821166. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx313>
- Kristensen SD, 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 J Anaesthesiol*. 2014;31(10):517–573. PMID: 25127426. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000150>
- Ломиворотов В.В., Ломиворотов В.Н. Периоперационное повреждение и инфаркт миокарда. *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2019;16(2):51–56. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2019-16-2-51-56>
- Lomivorotov VV, Lomivorotov VN. Peri-operative injury and myocardial infarction. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*. 2019;16(2):51–56. (In Russ.). <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2019-16-2-51-56>
- Global patient outcomes after elective surgery: prospective cohort study in 27 low-, middle- and high-income countries. *Br J Anaesth*. 2017;119(3):553. PMID: 28498884. PMID: PMC6588217. <https://doi.org/10.1093/bja/aew472>
- Соколов Д.А., Любошевский П.А., Староверов И.Н., Козлов И.А. Постгоспитальные сердечно-сосудистые осложнения у больных, перенесших некардиохирургические операции. *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2021;18(4):62–72. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2021-18-4-62-72>
- Sokolov DA, Lyuboshevsky PA, Staroverov IN, Kozlov IA. Posthospital cardiovascular complications in patients after non-cardiac surgery. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*. 2021;18(4):62–72. (In Russ.). <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2021-18-4-62-72>
- Комаров А.С., Соколов Д.А., Ганерт А.Н., Любошевский П.А. Миокардиальное повреждение у пациентов с гипертонической болезнью при остеосинтезе бедра и спинальной анестезии. *Региональная анестезия и лечение острой боли*. 2022;16(1):79–86. <https://doi.org/10.17816/1993-6508-2022-16-1-79-86>
- Komarov AS, Sokolov DA, Ganert AN, Lyuboshevskii PA. Myocardial injury in patients with hypertonic disease at osteosynthesis of the hip and spinal anesthesia. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management*. 2022;16(1):79–86. (In Russ.). <https://doi.org/10.17816/1993-6508-2022-16-1-79-86>
- Ключевский В.В., Комаров А.С., Соколов Д.А., Ганерт А.Н. Высокочувствительный тропонин в диагностике повреждения миокарда у больных гипертонической болезнью при травме бедра. *Политравма*. 2021;(1):67–73.
- Klyuchevskiy VV, Komarov AS, Sokolov DA, Ganert AN. High-sensitive troponin in diagnostics of myocardial injury in hypertensive patients with femoral fractures. *Polytrauma*. 2021;(1):67–73. (In Russ.).
- Yurttas T, Hidvegi R, Filipovic M. Biomarker-based pre-operative risk stratification for patients undergoing non-cardiac surgery. *J Clin Med*. 2020;9(2):351. PMID: 32012699. PMID: PMC7074404. <https://doi.org/10.3390/jcm9020351>
- Duceppe E, Parlow J, MacDonald P, et al. Canadian Cardiovascular Society Guidelines on perioperative cardiac risk assessment and management for patients who undergo noncardiac surgery. *Can J Cardiol*. 2017;33(1):17–32. PMID: 27865641. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2016.09.008>
- Halvorsen S, Mehilli J, Cassese S, et al; ESC Scientific Document Group. 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery. *Eur Heart J*. 2022;43(39):3826–3924. PMID: 36017553. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac270>
- Заболотских И.Б., Потиевская В.И., Баутин А.Е. и др. Периоперационное ведение пациентов с ишемической болезнью сердца. *Анестезиология и реаниматология*. 2020;(3):5–18. <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology20200315>
- Zabolotskikh IB, Potievskaya VI, Bautin AE, et al. Perioperative management of patients with coronary artery disease. *Anesteziol Reanimatol*. 2020;(3):5–18. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology20200315>
- Терещенко С.Н., Галявич А.С., Ускач Т.М. и др. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(11):311–374. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-4083>
- Tereshchenko SN, Galyavich AS, Uskach TM, et al. 2020 clinical practice guidelines for chronic heart failure. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(11):311–374. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-4083>
- Сумин А.Н. Актуальные вопросы оценки и коррекции риска кардиальных осложнений при некардиальных операциях. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2020;16(5):749–758. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2020-10-08>
- Sumin AN. Actual issues of the cardiac complications risk assessment and correction in non-cardiac surgery. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2020;16(5):749–758. (In Russ.). <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2020-10-08>
- Acheampong D, Guerrier S, Lavarias V, et al. Risk factors contributing to cardiac events following general and vascular surgery. *Ann Med Surg (Lond)*. 2018;33:16–23. PMID: 30147870. PMID: PMC6105747. <http://doi.org/10.1016/j.amsu.2018.08.001>
- Meyer AC, Eklund H, Hedström M, Modig K. The ASA score predicts infections, cardiovascular complications, and hospital readmissions after hip fracture – a nationwide cohort study. *Osteoporos Int*. 2021;32(11):2185–2192. PMID: 34013459. PMID: PMC8563539. <https://doi.org/10.1007/s00198-021-05956-w>
- Lee TH, Marcantonio ER, Mangione CM, et al. Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major noncardiac surgery. *Circulation*. 1999;100(10):1043–1049. PMID: 10477528. <https://doi.org/10.1161/01.cir.100.10.1043>
- Хороненко В.Э., Осипова Н.А., Лагутин М.Б., Шеметова М.М. Диагностика и прогнозирование степени риска периоперационных сердечно-сосудистых осложнений у гериатрических пациентов в онкохирургии. *Анестезиология и реаниматология*. 2009;(4):22–27. PMID: 19827200.
- Khoronenko VE, Osipova NA, Lagutin MB, Shemetova MM. Diagnosis and risk assessment of perioperative cardiovascular complications in geriatric patients in oncological surgery. *Anesteziol Reanimatol*. 2009;(4):22–27. (In Russ.). PMID: 19827200.

18. Gupta PK, Gupta H, Sundaram A, et al. Development and validation of a risk calculator for prediction of cardiac risk after surgery. *Circulation*. 2011;124(4):381–387. PMID: 21730309. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.015701>
19. Ford MK, Beattie WS, Wijeyesundera DN. Systematic review: prediction of perioperative cardiac complications and mortality by the revised cardiac risk index. *Ann Intern Med*. 2010;152(1):26–35. PMID: 20048269. <http://doi.org/10.7326/0003-4819-152-1-201001050-00007>
20. Che L, Xu L, Huang Y, Yu C. Clinical utility of the revised cardiac risk index in older Chinese patients with known coronary artery disease. *Clin Interv Aging*. 2017;13:35–41. PMID: 29317808. PMID: PMC5743178. <http://doi.org/10.2147/CIA.S144832>
21. Ковалев А.А., Кузнецов Б.К., Ядченко А.А., Игнатенко В.А. Оценка качества бинарного классификатора в научных исследованиях. *Проблемы здоровья и экологии*. 2020;(4):105–113. <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2020-17-4-15>
- Kovalev AA, Kuznetsov BK, Yadchenko AA, Ignatenko VA. Assessment of the quality of a binary classifier in research. *Health and Ecology Issues*. 2020;(4):105–113. (In Russ.). <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2020-17-4-15>
22. Заболотских И.Б., Трембач Н.В., Магомедов М.А. и др. Возможности предоперационной оценки риска неблагоприятного исхода абдоминальных операций: предварительные результаты многоцентрового исследования STOPRISK. *Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова*. 2020;(4):12–27. <https://doi.org/10.21320/1818-474x-2020-4-12-27>
- Zabolotskikh IB, Trembach NV, Magomedov MA, et al. Possibilities of preoperative assessment of the risk of an adverse outcomes after abdominal surgery: preliminary results of the multicenter STOPRISK study. *Annals of Critical Care*. 2020;(4):12–27. (In Russ.). <https://doi.org/10.21320/1818-474x-2020-4-12-27>
23. Соколов Д.А., Каграманян М.А., Козлов И.А. Расчетные гематологические индексы как предикторы сердечно-сосудистых осложнений в некардиальной хирургии (пилотное исследование). *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2022;19(2):14–22. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2022-19-2-14-22>
- Sokolov DA, Kagramanyan MA, Kozlov IA. Calculated hematological indices as predictors of cardiovascular complications in noncardiac surgery (pilot study). *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*. 2022;19(2):14–22. (In Russ.). <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2022-19-2-14-22>
24. Соколов Д.А., Козлов И.А. Информативность расчетных гематологических индексов в оценке кардиального риска при онкологических операциях. *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2022;19(5):6–13. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2022-19-5-6-13>
- Sokolov DA, Kozlov IA. Information value of calculated hematological indices in the assessment of cardiac risk in oncological surgery. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*. 2022;19(5):6–13. (In Russ.). <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2022-19-5-6-13>
25. Yun KH, Jeong MH, Oh SK, et al. Preoperative plasma N-terminal pro-brain natriuretic peptide concentration and perioperative cardiovascular risk in elderly patients. *Circ J*. 2008;72(2):195–199. PMID: 18219153. <https://doi.org/10.1253/circj.72.195>
26. De Cassai A, Boscolo A, Tonetti T, Ban I, Ori C. Assignment of ASA-physical status relates to anesthesiologists' experience: a survey-based national study. *Korean J Anesthesiol*. 2019;72(1):53–59. PMID: 30424587. PMID: PMC6369346. <https://doi.org/10.4097/kja.d.18.00224>
27. Sankar A, Johnson SR, Beattie WS, Tait G, Wijeyesundera DN. Reliability of the American Society of Anesthesiologists physical status scale in clinical practice. *Br J Anaesth*. 2014;113(3):424–432. PMID: 24727705. PMID: PMC4136425. <https://doi.org/10.1093/bja/aeu100>
28. Bronheim RS, Oermann EK, Bronheim DS, Caridi JM. Revised cardiac risk index versus ASA status as a predictor for noncardiac events after posterior lumbar decompression. *World Neurosurg*. 2018;120:e1175–e1184. PMID: 30218801. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.09.028>
29. Мороз В.В., Добрушина О.Р., Стрельникова Е.П., Корниенко А.Н., Зинина Е.П. Предикторы кардиальных осложнений операций на органах брюшной полости и малого таза у больных пожилого и старческого возраста. *Общая реаниматология*. 2011;7(5):26–33. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2011-5-26>
- Moroz VV, Dobrushina OR, Strelnikova EP, Korniyenko AN, Zinina EP. Predictors of cardiac complications of abdominal and small pelvic surgery in elderly and senile patients. *General Reanimatology*. 2011;7(5):26–33. (In Russ.). <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2011-5-26>
30. Котвицкая З.Т., Колотова Г.Б., Руднов В.А., Багин В.А. Интраоперационные факторы риска развития инфаркта миокарда при некардиохирургических вмешательствах. *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2018;15(2):32–37. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2018-15-2-32-37>
- Kotvitskaya ZT, Kolotova GB, Rudnov VA, Bagin VA. Intraoperative risk factors of myocardial infarction in non-cardiac surgeries. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*. 2018;15(2):32–37. (In Russ.). <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2018-15-2-32-37>
31. Эзугбая Б.С., Шолин И.Ю., Аветисян В.А., Корячкин В.А., Батурич Д.А. Perioperative assessment of cardiologic risk in non-cardiac surgical interventions. *Innovative Medicine of Kuban*. 2020;(1):61–65. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2020-17-1-61-65>
- Ezugbaia BS, Sholin IYu, Avetisyan VA, Koryachkin VA, Baturin DA. Perioperative assessment of cardiologic risk in non-cardiac surgical interventions. *Innovative Medicine of Kuban*. 2020;(1):61–65. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2020-17-1-61-65>
32. Козлов И.А., Соколов Д.А. Оценка биомаркера напряжения миокарда NT-proBNP в реальной клинической практике. *Общая реаниматология*. 2023;19(1):4–12. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2023-1-2272>
- Kozlov IA, Sokolov DA. Assessment of the myocardial stress biomarker NT-proBNP in real clinical practice. *General Reanimatology*. 2023;19(1):4–12. (In Russ.). <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2023-1-2272>
33. Драпкина О.М., Джиоева О.Н. Прогностическое значение мозгового натрийуретического пептида для оценки риска сердечно-сосудистых осложнений при внесердечных хирургических вмешательствах. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2020;19(5):253–258. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2558>
- Drapkina OM, Dzhioeva ON. Predictive value of brain natriuretic peptide for cardiovascular risk assessment in non-cardiac surgery. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2020;19(5):253–258. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2558>

### Сведения об авторах

Соколов Дмитрий Александрович, доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии, Ярославский государственный медицинский университет; врач анестезиолог-реаниматолог,



Областная клиническая больница (Ярославль, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-8186-8236>

**Тимошенко Андрей Леонидович**, профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии, Ярославский государственный медицинский университет; заведующий отделением анестезиологии, Областная клиническая больница (Ярославль, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-5950-1246>

**Червяков Юрий Валентинович**, профессор кафедры хирургии ИНПО, Ярославский государственный медицинский университет; сердечно-сосудистый хирург, отделение сосудистой хирургии, Областная клиническая больница (Ярославль, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-5270-9968>

**Лончакова Оксана Михайловна**, доцент кафедры хирургии ИНПО, Ярославский государственный медицинский университет; сердечно-сосудистый хирург, отделение сосудистой хирургии, Областная клиническая больница (Ярославль, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-4507-6693>

**Любошевский Павел Александрович**, заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии, Ярославский государственный медицинский университет; руководитель дистанционного консультативного центра анестезиологии-реаниматологии, Областная клиническая больница (Ярославль, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-7460-9519>

#### **Конфликт интересов**

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

#### **Author credentials**

**Dmitry A. Sokolov**, Associate Professor, Anesthesiology and Intensive Care Department, Yaroslavl State Medical University; Anesthesiologist, Regional Clinical Hospital (Yaroslavl, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-8186-8236>

**Andrey L. Tymoshenko**, Professor at the Anesthesiology and Intensive Care Department, Yaroslavl State Medical University; Head of the Anesthesiology Unit, Regional Clinical Hospital (Yaroslavl, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-5950-1246>

**Yury V. Chervyakov**, Professor at the Surgery Department, Institute of Continuous Professional Training, Yaroslavl State Medical University; Cardiovascular Surgeon, Cardiovascular Surgery Unit, Regional Clinical Hospital (Yaroslavl, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-5270-9968>

**Oxana M. Lonchakova**, Associate Professor, Surgery Department, Institute of Continuous Professional Training, Yaroslavl State Medical University; Cardiovascular Surgeon, Cardiovascular Surgery Unit, Regional Clinical Hospital (Yaroslavl, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-4507-6693>

**Pavel A. Ljuboshevskij**, Head of the Anesthesiology and Intensive Care Department, Yaroslavl State Medical University; Head of the Remote Advisory Center for Anesthesiology and Intensive Care, Regional Clinical Hospital (Yaroslavl, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-7460-9519>

**Conflict of interest:** none declared.