

# Оценка и коррекция риска кардиальных осложнений при некардиальных операциях – что нового?

Сумин А.Н.\*

Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

Сердечно-сосудистые осложнения после некардиальных операций являются ведущей причиной 30-дневной смертности. Потребность в хирургических вмешательствах составляет примерно 5 тыс процедур на 100 тыс населения по расчетам экспертов, риски внесердечных хирургических вмешательств заметно выше у пожилых людей. Следует учитывать, что постарение населения и возросшие возможности медицины неизбежно ведут к увеличению хирургических вмешательств у лиц старшего возраста. Последние годы характеризуются появлением различных национальных и международных рекомендаций с различными алгоритмами оценки и коррекции кардиального риска, а также публикаций по валидации этих алгоритмов. Целью настоящего обзора было представить новые сведения об оценке и коррекции риска кардиальных осложнений при некардиальных операциях. Несмотря на предложенные новые шкалы оценки риска, наиболее употребительной остается шкала RCRI, хотя для отдельных категорий больных (при онкопатологии, у лиц старших возрастных групп) показана возможность применения специфических опросников. В оценке функционального состояния предлагается использовать не только субъективную оценку, но и опросник DASI, тест шестиминутной ходьбы и кардиопульмональный нагрузочный тест). На следующем этапе предлагается оценивать биомаркеры, прежде всего, натрийуретические пептиды (BNP или NT-proBNP), при нормальном их уровне – проведение операции, при повышенном – либо дообследование у кардиолога, либо периоперационный скрининг тропонина. В настоящее время преобладает мнение, что нет необходимости обследовать пациентов для выявления скрытых поражений коронарных артерий (неинвазивные тесты, коронароангиография), поскольку это приводит к избыточному обследованию пациентов, задерживает выполнение некардиальной операции. Насколько данный подход имеет преимущество перед использованным ранее, еще предстоит изучить.

**Ключевые слова:** кардиальный риск, некардиальные операции, сердечно-сосудистые осложнения.

**Для цитирования:** Сумин А.Н. Оценка и коррекция риска кардиальных осложнений при некардиальных операциях – что нового? *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии* 2022;18(5):591-599. DOI:10.20996/1819-6446-2022-10-04.

## Assessment and Correction of the Cardiac Complications Risk in Non-cardiac Operations – What's New?

Sumin A.N.\*

Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russia

Cardiovascular complications after non-cardiac surgery are the leading cause of 30-day mortality. The need for surgical interventions is approximately 5,000 procedures per 100,000 population, according to experts, the risks of non-cardiac surgical interventions are markedly higher in the elderly. It should be borne in mind that the aging of the population and the increased possibilities of medicine inevitably lead to an increase in surgical interventions in older people. Recent years have been characterized by the appearance of national and international guidelines with various algorithms for assessing and correcting cardiac risk, as well as publications on the validation of these algorithms. The purpose of this review was to provide new information about the assessment and correction of the risk of cardiac complications in non-cardiac operations. Despite the proposed new risk assessment scales, the RCRI scale remains the most commonly used, although for certain categories of patients (with oncopathology, in older age groups) the possibility of using specific questionnaires has been shown. In assessing the functional state, it is proposed to use not only a subjective assessment, but also the DASI questionnaire, 6-minute walking test and cardiopulmonary exercise test). At the next stage, it is proposed to evaluate biomarkers, primarily BNP or NT-proBNP, with a normal level – surgery, with an increased level – either an additional examination by a cardiologist or perioperative troponin screening. Currently, the prevailing opinion is that there is no need to examine patients to detect hidden lesions of the coronary arteries (non-invasive tests, coronary angiography), since this leads to excessive examination of patients, delaying the implementation of non-cardiac surgery. The extent to which this approach has an advantage over the previously used one remains to be studied.

**Keywords:** cardiac risk, non-cardiac surgery, cardiovascular complications.

**For citation:** Sumin A.N. Assessment and Correction of the Cardiac Complications Risk in Non-cardiac Operations – What's New? *Rational Pharmacotherapy in Cardiology* 2022;18(5):591-599. DOI:10.20996/1819-6446-2022-10-04.

\*Corresponding Author (Автор, ответственный за переписку): an\_sumin@mail.ru

## Введение

Потребность в хирургических вмешательствах по расчетам экспертов составляет примерно 5 тыс процедур на 100 тыс населения [1]. Сердечно-сосудистые осложнения после некардиальных операций являются ведущей причиной 30-дневной смертности [2]. В США при госпитализациях по поводу некардиальных хи-

рургических вмешательств у взрослых общая частота периоперационной смерти, инфаркта миокарда и ишемического инсульта составила 3,0% [3], а повреждение миокарда – у 20% пациентов [4]. Более того, у одного из пяти пациентов с высоким риском ( $\geq 65$  лет или  $\geq 45$  лет с сердечно-сосудистыми заболеваниями в анамнезе), перенесших некардиохирургическое вмешательство, развивается одно или несколько основных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (major adverse cardiovascular events, MACE) в течение года

Received/Поступила: 28.02.2022

Accepted/Принята в печать: 25.03.2022

после операции, риск MACE остается повышенным в течение примерно 5 мес после несердечной операции [5]. Хотя пожилые люди (старше 65 лет) составляли половину госпитализаций в США, у них чаще всего возникают сердечно-сосудистые осложнения (72,6% от всех случаев): больные 75–84 лет и ≥85 лет имели более высокий риск MACE (4,5% и 6,9%), чем в возрасте 65–74 лет (2,8%) и 45–64 лет (1,7%) [6]. Это подчеркивает риски внесердечных хирургических вмешательств у пожилых людей, что требует повышенного внимания для улучшения периоперационных результатов, поскольку постарение населения и возросшие возможности медицины неизбежно ведут к увеличению хирургических вмешательств у лиц старшего возраста.

Последние годы характеризуются появлением новых рекомендаций в смежных областях (диагностика и лечение хронического коронарного синдрома [7], четвертое универсальное определение инфаркта миокарда [8]), а также публикацией большого числа работ по оценке риска некардиальных операций. Эксперты пришли к различным алгоритмам оценки и коррекции кардиального риска [9–11], несмотря на одинаковый исходный набор результатов исследований, что отражено в недавних обзорах [12, 13]. Следствием этого стали публикации по валидации новых алгоритмов и их сопоставлению с существовавшими ранее рекомендациями. Вышеперечисленное послужило основанием для данного обзора, целью которого было представить новые сведения об оценке и коррекции риска кардиальных осложнений при некардиальных операциях.

### **Новые подходы/алгоритмы оценки кардиального риска**

В рекомендациях ESC/ESA [9] ключевую роль в алгоритме оценки кардиального риска играет *классификация некардиальных операций по степени риска* (т.е. низкого, промежуточного и высокого риска). Поскольку есть данные о снижении риска отдельных операций в предыдущие периоды оценки (например, с 2004 по 2013 г. [3]), то B.R. Peterson и соавт. [14] в своей работе предприняли попытку исследовать и классифицировать кардиальный риск плановых внесердечных операций за 2018 г. При анализе 807 413 некардиальных операций из национальной программы повышения качества хирургической помощи США сердечно-сосудистые события (30-дневная смертность от всех причин, инфаркт миокарда или остановка сердца – MACE) возникли в 0,5% случаев, при операциях низкого риска – в 0,26%, при среднем риске – в 0,96% и при повышенном риске – в 2,12% случаев. Авторы заключают, что многие внесердечные операции, ранее относившиеся к категории повышенного сердечного риска, имеют более низкий риск кар-

диальных осложнений. Операции повышенного риска составили 10,7% от общего числа процедур и 45,1% от общего числа послеоперационных MACE [14].

Например, текущие рекомендации ESC/ESA указывают, что основные ортопедические операции (на бедре и позвоночнике), а также крупные урологические и гинекологические процедуры связаны с промежуточным риском развития MACE (в диапазоне 1–5%) [9]. В отличие от этих представлений в исследовании Peterson BR и соавт. [14] ортопедические, спинальные, урологические и гинекологические операции чаще всего ассоциировались с низким риском (<1%) развития MACE после операций (за некоторыми исключениями, такими как операции на почках и мочевом пузыре, на тазобедренном суставе). Даже операции с повышенным риском развития MACE – открытая хирургия пищевода и пневмонэктомия (3,6% и 2,9% соответственно), имели более низкий риск развития неблагоприятных сердечных событий, чем указано в рекомендациях ESC/ESA (>5% для обеих этих процедур) [9]. Авторы статьи считают, что модели, оценивающие сердечный риск внесердечных хирургических вмешательств, требуют периодического обновления по мере улучшения исходов [14]. Эксперты ESC/ESA также в свое время изменили классификацию хирургических операций [9], но больше вмешательств отнесли к категории повышенного риска.

В ретроспективном исследовании оценили – насколько классификация некардиальных операций по степени риска подходит для больных в течение года после имплантации стента с лекарственным покрытием. При операциях низкого риска MACE выявлена в 0,6% случаев, при промежуточном риске – в 1,2%, при операциях высокого риска – у 3,4% больных, а развитие комбинированной конечной точки (смертность и инфаркт миокарда) – в 1,5%, 4,6%, 14,9% случаев, что вполне согласуется с предложенной классификацией ESC/ESA [15].

Хотя ранее предложено использовать несколько клинических шкал в оценке риска некардиальных операций (RCRI, NSQIP MICA и ACS NSQIP [9, 10]), продолжаются попытки как использования дополнительных шкал, так и разработки новых. С этой целью при ретроспективной оценке результатов некардиальных операций применяли шкалу CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc [16]. Вероятность развития композитной конечной точки (ИМ, ишемические события, острая сердечная недостаточность, аритмия, инсульт и/или смерть) повышалась при возрастании значений RCRI и CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc. При этом шкала CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc имела лучшую предиктивную способность, чем RCRI (C=0,765 и C=0,668, соответственно, p=0,011). Добавление CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc к RCRI дополнительно увеличивало C-статистику до 0,774, что способствовало реклассификации риска

по сравнению со шкалой RCRI [16]. Включение шкалы CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc в процесс принятия клинических решений при некардиальных вмешательствах требует дальнейших исследований.

Для улучшения прогнозирования риска развития инсульта после некардиальных операций на основе данных 1 165 750 хирургических пациентов предложен новый калькулятор [17]. В модель были включены следующие факторы: возраст, ишемическая болезнь сердца в анамнезе, инсульт в анамнезе, неотложная операция, дооперационный уровень натрия в сыворотке ( $\leq 130$  мэкв/л,  $> 146$  мэкв/л), креатинин  $> 1,8$  мг/дл, гематокрит  $\leq 27\%$ , класс по ASA и тип операции. Исходами были послеоперационный 30-дневный инсульт, серьезные сердечно-сосудистые события (инфаркт миокарда, остановка сердца или инсульт) и 30-дневная смертность. Модель имела высокую прогностическую точность с площадью под ROC-кривой для инсульта (0,869-0,876), серьезных сердечно-сосудистых событий (0,871-0,868) и 30-дневной смертности (0,922-0,925) [17]. Тем не менее, данный калькулятор пока находится в разработке и его не рекомендуют для применения в клинических целях (<https://www.predictionmodel.org/>).

В когорте больных исследования MANAGE в Испании выявили предоперационные факторы, ассоциированные с повреждением миокарда после некардиальных операций (ПМНО): возраст, класс по ASA и операция на сосудах [18]. Среди всех больных исследования MANAGE (35 815 пациентов) проведена оценка частоты сердечных осложнений, включая ПМНО, по классам риска RCRI. Первичная конечная точка (комбинация ПМНО, инфаркта миокарда, нефатальной остановки сердца или сердечной смерти в течение 30 дней после операции) возникла у 13,2% пациентов; по классам RCRI I-IV выявлена в 8,2%, 15,4%, 26,6% и 40,2% случаев. Вторичная конечная точка (без ПМНО) выявлена в 3,3% случаев, с частотой 1,6%, 4,0%, 7,9% и 12,9% соответственно. В 35% случаев первичная конечная точка и в 26,9% - вторичная конечная точка произошли у пациентов без факторов риска RCRI. Соответственно, только оценки RCRI недостаточно для проведения послеоперационного кардиомониторинга, поскольку у 1 из 12 пациентов в возрасте  $\geq 45$  лет без каких-либо факторов риска RCRI возникают кардиальные осложнения после внесердечных операций, и большинство из осложнений были бы пропущены без систематического определения тропонина [19]. Это исследование также ясно показывает, что шкала RCRI бесполезна для прогнозирования послеоперационного повреждения миокарда [20], и необходимы дальнейшие исследования для уточнения периоперационного ведения пациентов с промежуточным риском (например, изучение BNP [21] или проведение эхокардио-

графии, шкала активности Дьюка [22]). В то же время в недавно опубликованном систематическом обзоре [23] отмечено, что ни одна из других моделей оценки риска не показала лучших результатов в прогнозировании MACE, чем RCRI. Прогностическая эффективность не была лучше для CHADS<sub>2</sub>, CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc, R<sub>2</sub>CHADS<sub>2</sub>, индекса Голдмана, индекса Детского или VSG-CRI по сравнению с RCRI для любого исхода. В отдельных прогнозах новые шкалы превосходили RCRI: ACS-NSQIP-MICA для инфаркта миокарда и остановки сердца, ACS-NSQIP-SRS – для прогнозирования смертности от всех причин.

При обследовании больных перед некардиальными операциями практические врачи редко используют документирование с помощью имеющихся шкал и зачастую используют клиническую оценку пациентов с субъективной оценкой риска [24]. При сопоставлении субъективной оценки с тремя ранее опубликованными шкалами для прогнозирования 30-дневной смертности (P-POSSUM, SRS и SORT) оказалось, что клиницисты использовали только субъективную оценку в 88,7% случаев. Все методы оценки завышали риск, но шкала SORT продемонстрировала наилучшие результаты (AUC=0,90, для P-POSSUM=0,89, для SRS=0,85). Субъективная клиническая оценка показала хорошую дискриминацию (AUC =0,89), которая не отличалась от данных по шкале SORT, а сочетание субъективной оценки и данной шкалы улучшило оценку периоперационного риска (AUC=0,92) [25].

У отдельных категорий пациентов использовали и другие шкалы для оценки предоперационного риска. Так, проведен метаанализ возможностей гериатрической помощи (комплексная гериатрическая оценка и вмешательства, направленные на коррекцию когнитивных функций и хрупкости) повлиять на результаты некардиальных операций. При анализе 11 исследований показано, что при несердечных операциях высокого риска эти модели лечения не показали какого-либо влияния на частоту делирия, длительность госпитализации, повторные госпитализации и смертность в течение 30 дней у гериатрических пациентов [26]. При оценке шкалы Hospital Frailty Risk Score (HFRS) в когорте из 712 808 больных при некардиальных операциях в 86,3% случаев выявлен низкий риск хрупкости, в 10,7% – средний риск и в 3,1% – высокий риск. Промежуточные и высокие баллы по шкале HFRS были связаны с повышенным риском развития смерти, инфаркта миокарда или остановки сердца в течение 30 дней после операции (отношение шансов 1,61), а также с повышенными рисками длительного пребывания в больнице, госпитальной летальности и летальности в течение одного года [27]. Также существуют еще дополнительные шкалы оценки риска при отдельных заболеваниях: шкала ThRCRI при раке легких [28],

шкала (P)-POSSUM в гепатопанкреатобилиарной хирургии, хотя они и уступают результатам, полученным при кардиопульмональном тесте [29].

### Функциональная оценка

Хотя оценка функциональной способности пациентов была неотъемлемым этапом процесса принятия решения относительно оптимальной периоперационной помощи в международных рекомендациях [9, 10], до недавнего времени отсутствовали прямые доказательства порогового значения в четыре метаболических эквивалента (MET) как критерия проведения или непроведения дальнейшего обследования [10]. Результаты исследования METS [13], показали, что субъективная оценка функционального состояния больных перед операцией неспособна уверенно выявить больных с пороговым уровнем менее 4 MET при нагрузочном тесте [30]. Недавнее исследование у больных старше 60 лет показало, что субъективно оцененная функциональная способность являлась предиктором послеоперационного повреждения миокарда, инфаркта миокарда и смертности в течение года, но не имела дополнительной ценности по сравнению с другими предоперационными предикторами при добавлении в модель множественной логистической регрессии [31]. Поэтому закономерно появление новых публикаций, направленных на объективизацию функциональной оценки и дальнейшее изучение ее прогностической значимости.

В одной из когорт исследования METS было показано, что уменьшение дистанции при тесте 6-минутной ходьбы (ТШХ) ассоциировано с увеличением риска умеренных или тяжелых осложнений после некардиальных операций, но не с повреждением миокарда или 30-дневной смертностью [32]. Ранее было установлено, что показатели по шкале DASI ассоциированы с развитием летального исхода и/или инфаркта миокарда после некардиальной операции [30]. При дальнейшем анализе было показано, что значения по шкале DASI > 34 баллов были связаны со снижением вероятности 30-дневной смерти или повреждения миокарда, а также смерти в течение 1 года. В то же время самооценка функциональной способности < 34 баллов по шкале DASI ассоциировалась с повышенным риском развития 30-дневной смерти, инфаркта миокарда, а также развития умеренных и тяжелых осложнений [22]. Riedel B. и соавт. [33] создали модифицированный вариант шкалы DASI, состоящий из пяти вопросов, которые преимущественно прогнозируют значения анаэробного порога > 11 мл/кг×мин и максимального потребления кислорода (МПК) > 16 мл/кг×мин при проведении кардиопульмонального теста (КПТ). Эти параметры были включены в сокращенную шкалу M-DASI-5Q и сохранили полезность

так же, как при прогнозировании этих показателей по сравнению с исходной шкалой DASI из 12 вопросов. Соответственно, данная краткая версия шкалы (M-DASI-Q5) представляет собой простой скрининговый инструмент для дальнейшей предоперационной оценки [33].

Действительно, КПТ остается золотым стандартом оценки функционального статуса в предоперационном периоде. В мета-анализе 52 исследований с включением 10 030 пациентов показано, что более высокие значения анаэробного порога и МПК были ассоциированы с отсутствием послеоперационных осложнений [34]. В то же время в систематическом обзоре выявлена неоднозначная эффективность КПТ в прогнозировании неблагоприятных событий при некардиальных операциях. Для анаэробного порога расчетная чувствительность варьировалась от 20 до 100% при использовании для прогнозирования риска смертности с высоким отрицательным прогностическим значением (96-100%). Напротив, положительная прогностическая ценность была плохой (2,9-42,1%). Аналогичные закономерности наблюдались для МПК (чувствительность 85,7-100%, положительная прогностическая ценность 2,7-5,9%) и соотношения VE/VCO<sub>2</sub> (чувствительность 27,8%-100%, положительная прогностическая ценность 3,4-7,1%) со смертностью. То есть, в целом способность КПТ «исключать» послеоперационные осложнения лучше, чем прогнозировать их, что следует учитывать в предоперационной стратификации риска [35].

Как показали результаты недавнего систематического обзора [36], в когорте пожилых больных при абдоминальной хирургии в наибольшей степени с послеоперационными результатами были ассоциированы данные КПТ. Возможной альтернативой КПТ являются ТШХ и тест челночной ходьбы (ходьба по ровной поверхности между двумя точками с возрастающей скоростью), которые также предсказали развитие послеоперационных осложнений в двух исследованиях. Тесты с оценкой мышечного статуса имели ограниченную ценность для прогнозирования риска. К сожалению, ни в одном исследовании не сравнивались различные физические тесты, поэтому это уже задача будущих исследований в отношении послеоперационных результатов у пожилых хирургических пациентов [36].

Периоперационная оценка функционального состояния имеет и другие аспекты, не ограниченные предсказанием смерти и осложнений, возникающих в течение 30 послеоперационных дней. Не менее важны послеоперационные исходы, ориентированные на пациента [37], поскольку у больных часто встречается послеоперационный функциональный спад [38]. При вторичном анализе исследования METS при оценке с помощью шкалы EuroQoL5 снижение хотя бы одной

функции (подвижность, самообслуживание или способность вести обычную деятельность) отмечено в 40% случаев через 30 дней и у 24% больных через – 1 год. Более низкая предоперационная физическая подготовка была связана со снижением самооценки функционального состояния в течение 1 года после операции. Также послеоперационные осложнения средней или тяжелой степени сопровождались функциональным снижением на 30-е сут после операции [39]. Кроме того, у больных после сосудистых операций функциональное состояние, определенное при выписке из больницы тесно связано с внебольничной летальностью и частотой повторных госпитализаций. Самый низкий функциональный статус у пациентов был связан с 6,76-кратным увеличением риска 90-дневной смертности по сравнению с пациентами с самым высоким функциональным статусом, а также с увеличением в 1,5 раза риска повторной госпитализации в течение 30 дней. Требуются дальнейшие исследования для ответа на вопрос – возможно ли путем улучшения функционального состояния предотвратить неблагоприятные исходы в послеоперационном периоде [40]. Тем не менее, в мета-анализе 29 исследований показано, что предоперационные физические тренировки улучшают физическую форму и снижают риск развития послеоперационных пульмональных осложнений при минимальном использовании ресурсов больницы, независимо от типа вмешательства и выполняемой операции [41].

### **Неинвазивные тесты**

В связи с изменением подходов к диагностике и лечению обструктивных поражений при ишемической болезни сердца (ИБС) [7], а также с учетом противоречивых данных по использованию неинвазивных тестов в исследованиях предыдущих лет [42-44], происходит переключение внимания на другие методы в предоперационной оценке (функциональная оценка, биохимические маркеры). Тем не менее, несколько регистровых исследований заслуживают внимания.

При изучении факторов, влияющих на объем предоперационного обследования, проанализирована роль консультаций кардиологов. Анализ медицинских карт бессимптомных пациентов, которым проведены некардиальные операции низкого и среднего риска показал, что предварительное обследование по поводу ИБС выполнено у 3,9% пациентов. В 24% случаев пациентам была проведена консультация кардиолога, среди этих пациентов прошли обследование по поводу ИБС 15,1% по сравнению с 0,34% пациентов без кардиологического обследования. То есть, неадекватное тестирование для исключения ИБС редко проводится у бессимптомных пациентов, перенесших операции малого и среднего риска, тем не менее, консультация

кардиолога существенно увеличивает вероятность необходимости для пациента пройти обследование по поводу ИБС [45]. С другой стороны, в более старшей возрастной группе при осмотре кардиологом больных перед онкологическими операциями дополнительное обследование было назначено чаще (в 28% случаев), преимущественно в виде инвазивной коронароангиографии (у 21,6% больных). При этом значимое обструктивное поражение коронарных артерий выявлено в 6,8% случаев и проведена реваскуляризация миокарда до онкологической операции в 4% случаев. Подобная диагностическая и лечебная тактика позволила до минимума снизить число периоперационных кардиальных осложнений [46]. В то же время необходимо отметить, что чрезмерный скрининг, в том числе выполнение инвазивной коронароангиографии у онкологических пациентов может привести к необоснованному отказу или затягиванию операции по основному заболеванию. По-видимому, в таких случаях возникает необходимость определения диагностической и лечебной тактики в рамках мультидисциплинарной команды, вплоть до проведения симультанных операций [47].

При анализе когорты из 118 552 больных, прошедших предоперационное обследование, предоперационное стресс-тестирование проведено в 5,2% случаев. Ключевыми факторами, связанными с предоперационным нагрузочным тестированием, были прогнозируемый хирургический риск, функциональное состояние пациента, предыдущий диагноз ишемической болезни сердца, курение и индекс массы тела. Пациентов обследовали чаще перед операциями на аорте, периферических сосудах или урологических вмешательствами, чем перед другими хирургическими вмешательствами. Отмечено снижение частоты стресс-тестов за период наблюдения: визит в 2008 г. привел бы к стресс-тестированию в 3,5% случаев, тогда как визит в 2018 г. – в 1,3% случаев [48].

В ретроспективном анализе проведена оценка риска отрицательного результата кардиального стресс-теста перед проведением сосудистых операций. При операциях на аорте у пациентов с отрицательным результатом стресс-тестов вероятность развития послеоперационного инфаркта миокарда или смерти была больше соответственно на 37% и 52%, по сравнению с пациентами, отобранными для непосредственного проведения операции без тестирования. При других видах операций выявлена одинаковая вероятность перенесения события независимо от того, был ли у них отрицательный результат стресс-теста или они перешли непосредственно к хирургическому вмешательству без стресс-теста [49]. Это подчеркивает факт, что отрицательный результат предоперационного стресс-теста не должен ослаблять беспокойства по по-

воду неблагоприятного исхода, поскольку у этих пациентов сохраняется значительная вероятность сердечных событий. С другой стороны, по-видимому, данные результаты подтверждают известные ограничения неинвазивных стресс-тестов в предоперационной оценке сосудистых больных [42]. Вполне согласуются с данным заключением результаты исследования по влиянию нагрузочного тестирования на снижение частоты сердечных событий после пластики аневризмы брюшной аорты [50]. Частота MACE составила 1,8% после эндоваскулярного протезирования аорты и 11,6% после открытой операции, летальность в течение 1 года составила 4,6% и 6,6%, соответственно. Медицинские центры с наиболее частым стресс-тестированием имели более высокую скорректированную вероятность MACE после EVAR (отношение рисков 1,78) и OAR (отношение рисков 1,99), но схожую годовую смертность по сравнению с центрами с наиболее редким использованием стресс-тестов. При этом риск операции по шкале VSG-CRI не отличался между центрами с высоким и низким уровнем стресс-тестирования [50]. Также при оценке нарушений перфузии миокарда отмечено, что ее результаты не смогли улучшить классификацию риска для пациентов перед большими некардиальными операциями при сравнении с данными, основанными на использовании возраста, RCRI и хирургической приоритетности [51]. Возможно, что значение рутинных стресс-тестов перед проведением сосудистых операций следует пересмотреть, а стресс-тесты следует использовать более избирательно, в том числе, учитывая затраты на широкомасштабное тестирование. По-видимому, для оценки предоперационного риска имеет смысл использовать КТ-ангиографию коронарных артерий, которая при прямом сопоставлении показала лучшую прогностическую эффективность по сравнению со стресс-эхокардиографией [52].

Необходимо также отметить, что в последних рекомендациях ESVS [53] транслируется мнение о нецелесообразности дополнительного обследования у пациентов со стабильной ИБС и проведения превентивной реваскуляризации, в частности, у пациентов с известной коронароангиографии, в том числе с поражением ствола левой коронарной артерии и с низкой фракцией выброса левого желудочка. Складывается впечатление, что эти современные рекомендации отражают какое-то новое знание по данному вопросу, однако при анализе текста данных рекомендаций, можно отметить, что они ссылаются на 2 давних рандомизированных исследования с приведением ссылки только на одно из них [54], которое опубликовано 15 лет назад и имело серьезные ограничения (включение больных низкого риска, исключение пациентов с поражением ствола левой коронарной артерии). Похоже, что вторым

исследованием, на которое в рекомендациях не ссылаются, но к которому относится характеристика пациентов (наличие трехсосудистого поражения, стенозов ствола левой коронарной артерии, низкая фракция выброса левого желудочка) является исследование DECREASE-V, результаты которого подвергнуты сомнению комитетом по научной этике университета ERASMUS [55]. В то же время в рекомендациях ESVS не учитываются результаты исследования Мопасо М. и соавт. [56], в котором получены результаты в пользу превентивной реваскуляризации миокарда. Также следует учитывать регистровые и когортные исследования отечественных авторов, в которых стратегия лечения с превентивной реваскуляризацией миокарда эффективно снижала число периоперационных инфарктов миокарда и летальных исходов [13]. Поэтому возникают сомнения в действительной актуальности мнения разработчиков этих рекомендаций в вопросе превентивной реваскуляризации миокарда, что заставляет задуматься - возможно ли отказываться от предоперационного обследования и реваскуляризации миокарда у данной категории больных?

## **Биомаркеры**

Интерес к периоперационному изучению биомаркеров обусловлен несколькими факторами. Во-первых, необходимость проведения неинвазивных тестов перед операцией стала вызывать сомнения, как показано в предыдущем разделе. Во-вторых, только оценка в динамике тропонина способна выявить бессимптомное повреждение миокарда при некардиальных операциях. В-третьих, показана ассоциация повышения предоперационного уровня BNP/NT-proBNP при некардиальных операциях не только с уровнем 30-дневной сосудистой смерти и ПМНО, но и с общей 30-дневной смертностью (при NT-proBNP < 100 пг/мл летальный исход развивался в 0,3% случаев; при 100-200 пг/мл – в 0,7%; при 200-1500 пг/мл – в 1,4% и при более 1500 пг/мл – в 4,0% случаев) [57]. Также в систематическом обзоре было отмечено, что BNP и NT-proBNP при изолированном использовании могут иметь более высокую дискриминационную эффективность, чем RCRI [23]. Поэтому, в частности, в Канадских рекомендациях при некардиальных операциях вместо неинвазивных тестов предложено предоперационное измерение BNP или NT-proBNP у пациентов в возрасте 65 лет и старше или у пациентов в возрасте 45-54 лет с выраженным поражением коронарных артерий или с наличием  $\geq 1$  балла по шкале RCRI. При повышении уровня NT-proBNP (>300 нг/л) или BNP (>92 нг/л) рекомендуется ежедневное измерение тропонина в течение 48-72 ч после операции [11]. Такой отказ от традиционного алгоритма предоперационной оценки и коррекции риска (т.е. исключение неинвазивных и инва-

живных тестов, реваскуляризации миокарда и т.п.) нуждается в проверке, но до настоящего времени таких исследований не опубликовано. Можно отметить только исследование P. Gouda и соавт. [58], по изучению приверженности врачей в одной из Канадских провинций к выполнению этих национальных рекомендаций. Несмотря на то, что все пациенты должны были пройти скрининг натрийуретических пептидов, только 7,8% прошли данное тестирование; это не было заметным изменением по сравнению с базовой практикой (2013 г.). Кроме того, только у одной трети пациентов с предоперационным повышенным уровнем натрийуретического пептида проводился послеоперационный мониторинг тропонина [58].

В других странах придерживаются другого подхода, например, предложен так называемый «Швейцарский алгоритм» [12]. Оценка уровня BNP или NT-proBNP проводилась у пациентов с низким функциональным статусом, при нормальных значениях они могут быть подвергнуты хирургическому вмешательству без дальнейшего тестирования. Пациенты с повышением BNP или NT-proBNP относятся к группе высокого риска и должны пройти кардиологическое обследование (в соответствии с текущими европейскими и американскими рекомендациями), а в периоперационном периоде – оценку динамики уровня тропонинов. При срочном хирургическом вмешательстве исследование биомаркеров предлагается проводить аналогичным образом, однако в этих случаях – без кардиологического обследования [12].

Если необходимость дооперационной оценки BNP/NT-proBNP сомнений вызывает мало, то к динамическому наблюдению после операции это пока не относится. Даже после неосложненной операции и послеоперационного периода концентрации NT-proBNP заметно увеличиваются у здоровых взрослых пациентов. Этиология послеоперационного повышения NT-proBNP в настоящее время неизвестна и может быть многофакторной [59]. Появились также единичные работы по изучению других биомаркеров: соотношение тромбоцитов к лимфоцитам и нейтрофилов к лимфоцитам, показатели системного воспаления [60-62], уровень миоглобина [63] были ассоциированы с периоперационными осложнениями при некардиальных операциях. Однако требуются дополнительные более масштабные исследования для изучения возможности их использования в клинике.

## **Периоперационное повреждение миокарда**

После включения данного термина в клиническую практику в 4-м универсальном определении инфаркта миокарда [8] существенно возросло число публикаций по данной теме [5,64,65], в том числе недавно были

опубликованы обзоры [66] и мнение экспертов Американской кардиологической ассоциации [67]. ПМНО, хотя и протекает преимущественно бессимптомно, сопряжено с высоким риском летального исхода в течение 30 дней после операции [68], и поскольку в настоящее время подчеркивается необходимость выявления ПМНО, для этого предложен периоперационный скрининг тропонина у больных высокого риска [11,67]. Однако доказательная база по терапии ПМНО в настоящий момент отсутствует, только в одном исследовании (MANAGE) изучали применение дабигатрана у данной категории больных, остальные рекомендации (назначение статинов, антитромботическая терапия, неинвазивные кардиальные тесты) основаны на мнении экспертов [67]. Тем не менее, регистровые исследования показали, что частота развития ПМНО после больших сосудистых операций (как открытых, так и эндоваскулярных) снизилась за последние 15 лет, что было ассоциировано с увеличением предоперационного использования статинов [69]. В клинической практике по данным P. Gouda и соавт. [53] среди больных с повышением уровня тропонина после некардиальных операций новые назначения статинов отмечены в 7,7% случаев, бета-адреноблокаторов в 12% и ингибиторов АПФ – в 4,6% случаев. Несмотря на то, что выявлено положительное влияние наблюдения специалистов на смертность (6,6% против 13% без такого наблюдения), но только 10% пациентов с повышенным уровнем тропонина после операции находились под наблюдением кардиолога/терапевта. Это свидетельствует о необходимости разработки системы для выявления ПМНО и последующего наблюдения за такими пациентами [65].

В настоящее время подчеркивается, что многие клинически значимые вопросы о патофизиологии ПМНО, предоперационной стратификации риска и послеоперационном ведении остаются без ответа. Именно в данном направлении запланирован и проводится целый ряд рандомизированных исследований, которые позволят как уточнить генез ПМНО, так и разработать методы их профилактики лечения [67]. Например, в исследовании POISE-3 изучается влияние стратегий предотвращения периоперационной гипотензии по сравнению с терапией артериальной гипертензии и транексамовой кислоты по сравнению с плацебо на сердечно-сосудистые события (включая ПМНО). В COP-AF и COPMAN проверяются потенциальные преимущества противовоспалительного лечения колхицином, у пациентов, перенесших внесердечные операции. В исследовании PROTECT будет оцениваться влияние периоперационного регулирования температуры на частоту развития ПМНО. Также в двух исследованиях будет проводиться систематическая КТ-ангиография коронарных артерий у пациентов с ПМНО

для определения распространенности значительных стенозов коронарных артерий [67].

## Заключение

В настоящее время в вопросе оценки и коррекции риска некардиальных операций мнение экспертов, а также национальных и международных рекомендаций различается весьма заметно. С одной стороны, продолжается совершенствование шкал предоперационной оценки риска, с другой – высказываются предложения по совершенствованию алгоритма предоперационного обследования. В настоящее время преобладает мнение, что нет необходимости обследовать пациентов для выявления скрытых поражений коронарных артерий (неинвазивные тесты, коронароангиография), поскольку это приводит к избыточному обследованию, задерживает выполнение некардиальной операции, и не влияет существенно на число периоперационных осложнений, хотя последнее утверждение все-таки является спорным [13]. Соответственно, основное внимание уделяется выявлению признаков, позволяющих без уточнения кардиального диагноза проводить некардиальные операции. Прежде всего, это оценка

функционального состояния (не только субъективная оценка, но и опросник DASI, проведение ТШХ и, наконец, кардиопульмональный нагрузочный тест). На следующем этапе предлагается оценивать биомаркеры, прежде всего BNP или NT-proBNP, при нормальном уровне – проведение операции, при повышенном – либо дообследование у кардиолога (согласно традиционным рекомендациям ESC или ACC/AHA), либо периоперационный скрининг тропонина. В последнем случае акцент делается не на предотвращении периоперационных неблагоприятных событий (например, путем медикаментозной терапии или превентивной реваскуляризации), а на выявлении бессимптомного периоперационного повреждения миокарда. Насколько данный подход имеет преимущество перед использованным ранее предстоит еще изучить. Также не вызывает сомнения, что накопившиеся научные данные требуют разработки новых рекомендаций по данному вопросу, как международных (европейских), так и отечественных.

**Отношения и Деятельность.** Нет.  
**Relationships and Activities.** None.

## References / Литература

- Rose J, Weiser TG, Hider P, et al. Estimated need for surgery worldwide based on prevalence of diseases: a modelling strategy for the WHO Global Health Estimate. *Lancet Glob Health.* 2015;3(2):13-20. DOI:10.1016/S2214-109X(15)70087-2.
- Vascular Events in Noncardiac Surgery Patients Cohort Evaluation (VISION) Study Investigators, Spence J, LeManach Y, Chan MTV, et al. Association between complications and death within 30 days after noncardiac surgery. *CMAJ.* 2019;191(30):E830-E837. DOI:10.1503/cmaj.190221.
- Smilowitz NR, Gupta N, Ramakrishna H, et al. Perioperative major adverse cardiovascular and cerebrovascular events associated with noncardiac surgery. *JAMA Cardiol.* 2017;2(2):181-7. DOI:10.1001/jamacardio.2016.4792.
- Smilowitz NR, Redel-Traub G, Hausvater A, et al. Myocardial injury after noncardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Cardiol Rev.* 2019;27(6):267-73. DOI:10.1097/CRD.0000000000000254
- Sazgary L, Puelacher C, Lurati Buse G, et al; BASEL-PMI Investigators. Incidence of major adverse cardiac events following non-cardiac surgery. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2020;10(5):550-8. DOI:10.1093/ehjacc/zuaa008.
- Banco D, Dodson JA, Berger JS, Smilowitz NR. Perioperative cardiovascular outcomes among older adults undergoing in-hospital noncardiac surgery. *J Am Geriatr Soc.* 2021;69(10):2821-30. DOI:10.1111/jgs.17320.
- Knuuti J, Wijns W, Saraste A, et al. ESC Scientific Document Group. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J.* 2020;41(3):407-77. DOI:10.1093/eurheartj/ehz425.
- Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). *J Am Coll Cardiol.* 2018;72(18):2231-64. DOI:10.1016/j.jacc.2018.08.1038.
- 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 Heart J.* 2014;35(35):2383-431. DOI:10.1093/eurheartj/ehu282.
- Fleisher LA, Fleischmann KE, Auerbach AD, et al. 2014 ACC/AHA guideline on perioperative cardiovascular evaluation and management of patients undergoing noncardiac surgery: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2014;64(22):e77-137. DOI:10.1016/j.jacc.2014.07.944.
- 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. DOI:10.1016/j.cjca.2016.09.008.
- Yurttas T, Hidayet R, Filipovic M. Biomarker-Based Preoperative Risk Stratification for Patients Undergoing Non-Cardiac Surgery. *J Clin Med.* 2020;9(2):351. DOI:10.3390/jcm9020351.
- Sumin A.N. Actual Issues of the Cardiac Complications Risk Assessment and Correction in Non-Cardiac Surgery. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology* 2020;16(5):749-58 (In Russ.) [Сумин А.Н. Актуальные вопросы оценки и коррекции риска кардиальных осложнений при некардиальных операциях. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии.* 2020;16(5):749-58]. DOI:10.20996/1819-6446-2020-10-08.
- Peterson BR, Cotton A, Foy AJ. Reevaluating the Cardiac Risk of Noncardiac Surgery Using the National Surgical Quality Improvement Program. *Am J Med.* 2021;134(12):1499-505. DOI:10.1016/j.amjmed.2021.07.016.
- Norderud K, Egholm G, Thim T, et al. Validation of the European Society of Cardiology and European Society of Anaesthesiology non-cardiac surgery risk score in patients treated with coronary drug-eluting stent implantation. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes.* 2019;5(1):22-7. DOI:10.1093/ehjqcco/qcy032.
- Chu SY, Li PW, Fan FF, et al. Combining CHA2DS2-VASc score into RCRI for prediction perioperative cardiovascular outcomes in patients undergoing non-cardiac surgery: a retrospective pilot study. *BMC Anesthesiol.* 2021;21(1):276. DOI:10.1186/s12871-021-01496-2.
- Woo SH, Marhefka GD, Cowan SW, Ackermann L. Development and Validation of a Prediction Model for Stroke, Cardiac, and Mortality Risk After Non-Cardiac Surgery. *J Am Heart Assoc.* 2021;10(4):e018013. DOI:10.1161/JAHA.120.018013.
- Serrano AB, Gomez-Rojo M, Ureta E, et al. Preoperative clinical model to predict myocardial injury after non-cardiac surgery: a retrospective analysis from the MANAGE cohort in a Spanish hospital. *BMJ Open.* 2021;11(8):e045052. DOI:10.1136/bmjopen-2020-045052.
- Roshanov PS, Sessler DI, Chow CK, et al. Predicting Myocardial Injury and Other Cardiac Complications After Elective Noncardiac Surgery with the Revised Cardiac Risk Index: The VISION Study. *Can J Cardiol.* 2021;37(8):1215-24. DOI:10.1016/j.cjca.2021.03.015.
- Beattie WS. A Simple, Reliable, and Validated Preoperative Cardiac Risk Index. *Can J Cardiol.* 2021;37(8):1159-62. DOI:10.1016/j.cjca.2021.06.009.
- Rodseth RN, Buse GAL, Bolliger D, et al. The predictive ability of preoperative B-type natriuretic peptide in vascular patients for major adverse cardiac events: an individual patient data meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2011;58(5):522-9. DOI:10.1016/j.jacc.2011.04.018.
- Wijesundera DN, Beattie WS, Hillis GS, et al. Integration of the Duke Activity Status Index into preoperative risk evaluation: a multicentre prospective cohort study. *Br J Anaesth.* 2020;124(3):261-70. DOI:10.1016/j.bja.2019.11.025.
- Vernooij LM, van Klei WA, Moons KG, et al. The comparative and added prognostic value of biomarkers to the Revised Cardiac Risk Index for preoperative prediction of major adverse cardiac events and all-cause mortality in patients who undergo noncardiac surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021;12(12):CD013139. DOI:10.1002/14651858.CD013139.pub2.
- Peden CJ, Stephens T, Martin G, et al.; Enhanced Peri-Operative Care for High-risk patients (EPOCH) trial group. Effectiveness of a national quality improvement programme to improve survival after emergency abdominal surgery (EPOCH): a stepped-wedge cluster-randomised trial. *Lancet.* 2019;393(10187):2213-21. DOI:10.1016/S0140-6736(18)32521-2.
- Wong DJN, Harris S, Sahni A, et al.; SNAP-2: EPICCS collaborators, Moonesinghe SR. Developing and validating subjective and objective risk-assessment measures for predicting mortality after major surgery: An international prospective cohort study. *PLoS Med.* 2020;17(10):e1003253. DOI:10.1371/journal.pmed.1003253.
- Saripella A, Wasef S, Nagappa M, et al. Effects of comprehensive geriatric care models on postoperative outcomes in geriatric surgical patients: a systematic review and meta-analysis. *BMC Anesthesiol.* 2021;21(1):127. DOI:10.1186/s12871-021-01337-2.



27. Gouda P, Wang X, Youngson E, et al. Beyond the revised cardiac risk index: Validation of the hospital frailty risk score in non-cardiac surgery. *PLoS One*. 2022;17(1):e0262322. DOI:10.1371/journal.pone.0262322.
28. Sumin AN. Preoperative management of patients with cardiovascular diseases for elective cancer surgery. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2019;8(1):123-33 (In Russ.) [Сумин А.Н. Подготовка пациента с сердечно-сосудистыми заболеваниями к плановым хирургическим вмешательствам при онкопатологии. *Комплексные Проблемы Сердечно-сосудистых Заболеваний*. 2019;8(1):123-33]. DOI:10.17802/2306-1278-2019-8-1-123-133.
29. Dutton J, Zardab M, De Braal VJF, et al. The accuracy of pre-operative (P)-POSSUM scoring and cardiopulmonary exercise testing in predicting morbidity and mortality after pancreatic and liver surgery: A systematic review. *Ann Med Surg (Lond)*. 2020;62:1-9. DOI:10.1016/j.amso.2020.12.016.
30. Wijesundera DN, Pearse RM, Shulman MA, et al.; METS study investigators. Assessment of functional capacity before major non-cardiac surgery: an international, prospective cohort study. *Lancet*. 2018;391(10140):2631-40. DOI:10.1016/S0140-6736(18)31131-0.
31. Marsman M, van Waas JAR, Grobbee RB, et al. Added value of subjective assessed functional capacity before non-cardiac surgery in predicting postoperative myocardial injury. *Eur J Prev Cardiol*. 2021;28(3):262-9. DOI:10.1177/2047487320906918.
32. Ramos RJ, Ladhka KS, Cuthbertson BH, et al.; METS Study Investigators. Association of six-minute walk test distance with postoperative complications in non-cardiac surgery: a secondary analysis of a multicentre prospective cohort study. *Can J Anaesth*. 2021;68(4):514-29. DOI:10.1007/s12630-020-01909-9.
33. Riedel B, Li MH, Lee CHA, et al.; METS Study Investigators. A simplified (modified) Duke Activity Status Index (M-DASI) to characterise functional capacity: a secondary analysis of the Measurement of Exercise Tolerance before Surgery (METS) study. *Br J Anaesth*. 2021;126(1):181-90. DOI:10.1016/j.bja.2020.06.016.
34. Steffens D, Ismail H, Denehy L, et al. Preoperative Cardiopulmonary Exercise Test Associated with Postoperative Outcomes in Patients Undergoing Cancer Surgery: A Systematic Review and Meta-Analyses. *Ann Surg Oncol*. 2021;28(12):7120-46. DOI:10.1245/s10434-021-10251-3.
35. Stubbs DJ, Grimes LA, Ercole A. Performance of cardiopulmonary exercise testing for the prediction of post-operative complications in non-cardiopulmonary surgery: A systematic review. *PLoS One*. 2020;15(2):e0226480. DOI:10.1371/journal.pone.0226480.
36. Argillander TE, Heil TC, Melis RJF, et al. Preoperative physical performance as predictor of postoperative outcomes in patients aged 65 and older scheduled for major abdominal cancer surgery: A systematic review. *Eur J Surg Oncol*. 2022;48(3):570-81. DOI:10.1016/j.ejso.2021.09.019.
37. Moonesinghe SR, Jackson AIR, Boney O, et al.; Standardised Endpoints in Perioperative Medicine-Core Outcome Measures in Perioperative and Anaesthetic Care (STEP-COMPAC) Group. Systematic review and consensus definitions for the Standardised Endpoints in Perioperative Medicine initiative: patient-centred outcomes. *Br J Anaesth*. 2019;123(5):664-70. DOI:10.1016/j.bja.2019.07.020.
38. Stabenau HF, Becher RD, Gahbauer EA, et al. Functional Trajectories Before and After Major Surgery in Older Adults. *Ann Surg*. 2018;268(6):911-7. DOI:10.1097/SLA.0000000000002659.
39. Ladhka KS, Cuthbertson BH, Abbott TEF, et al. Functional decline after major elective non-cardiac surgery: a multicentre prospective cohort study. *Anaesthesia*. 2021;76(12):1593-9. DOI:10.1111/anae.15537.
40. von Meijfeldt GCI, Rydingsward JE, van der Laan MJ, et al. Functional Status and Out-of-Hospital Outcomes in Different Types of Vascular Surgery Patients. *Ann Vasc Surg*. 2021;75:461-70. DOI:10.1016/j.avsg.2021.02.049.
41. Assouline B, Cools E, Schorer R, et al. Preoperative Exercise Training to Prevent Postoperative Pulmonary Complications in Adults Undergoing Major Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis with Trial Sequential Analysis. *Ann Am Thorac Soc*. 2021;18(4):678-88. DOI:10.1513/AnnalsATS.202002-1830C.
42. Sumin AN, Barbarash OL. Contradictions in risk assessment of cardiac complications in non-cardiac surgeries: non-invasive stress tests. *Serdce*. 2011;10(4):199-207 (In Russ.) [Сумин А.Н., Барбараш О.Л. Противоречия в оценке риска кардиологических осложнений при некардиальных операциях: неинвазивные стресс-тесты. *Сердце*. 2011;10(4):199-207].
43. Kalesan B, Nicewarner H, Intwala S, et al. Pre-operative stress testing in the evaluation of patients undergoing non-cardiac surgery: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*. 2019;14(7):e0219145. DOI:10.1371/journal.pone.0219145.
44. Koshy AN, Ha FJ, Gow PJ, et al. Computed tomographic coronary angiography in risk stratification prior to non-cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Heart*. 2019;105(17):1335-42. DOI:10.1136/heartjnl-2018-314649.
45. Oliveira ACC, Schwingel PA, Santos LAD, Correia LCL. The inductor role of cardiac consultation in the pre-anesthetic evaluation of asymptomatic patients submitted to non-cardiac minor and intermediate-risk surgery: a cross-sectional study. *Braz J Anesthesiol*. 2021;71(5):530-7. DOI:10.1016/j.bjane.2020.10.020.
46. Sumin AN, Starovojtova AV, Scheglova AV, Gorbunova EV. Role of preoperative cardiology consultation in patients undergoing cancer surgery. *Ter Arkhiv*. 2020;92(1):25-9 (In Russ.) [Сумин А.Н., Старовойтова А.В., Щеглова А.В., Горбунова Е.В. Роль консультации кардиолога в обследовании больных перед онкологическими операциями. *Терапевтический Архив*. 2020;92(1):25-9]. DOI:10.26442/00403660.2020.01.000478
47. Bezdenezhnykh AV, Sumin AN, Oleinik PA, et al. Simultaneous operative intervention – coronary shunting on the working heart and gastrectomy in cancer of the antral part of the stomach. *Siberian Medical Review*. 2017;(3):108-11 (In Russ.) [Безденежных А.В., Сумин А.Н., Олейник П.А., и др. Симультанное оперативное вмешательство – коронарное шунтирование на работающем сердце и гастрэктомия при раке антрального отдела желудка. *Сибирское Медицинское Обозрение*. 2017;(3):108-11]. DOI:10.20333/2500136-2017-3-108-111.
48. Pappas MA, Sessler DI, Auerbach AD, et al. Variation in preoperative stress testing by patient, physician and surgical type: a cohort study. *BMJ Open*. 2021;11(9):e048052. DOI:10.1136/bmjopen-2020-048052.
49. Colombo JA, Barnes JA, Jones DW, et al. Adverse cardiac events after vascular surgery are prevalent despite negative results of preoperative stress testing. *J Vasc Surg*. 2020;72(5):1584-92. DOI:10.1016/j.jvs.2020.01.061.
50. Colombo JA, Demas F, Wanken ZJ, et al. Stress testing before abdominal aortic aneurysm repair does not lead to a reduction in perioperative cardiac events. *J Vasc Surg*. 2021;74(3):694-700. DOI:10.1016/j.jvs.2021.02.032.
51. Yao Y, Quirk T, French M, et al. Myocardial perfusion imaging failed to improve patient risk classification compared to the revised cardiac risk index for early cardiac complications after major non-cardiac surgery. *Intern Med J*. 2022;52(7):1203-14. DOI:10.1111/imj.15662.
52. Ahn JH, Jeong YH, Park Y, et al. Head-to-head comparison of prognostic accuracy in patients undergoing noncardiac surgery of dobutamine stress echocardiography versus computed tomography coronary angiography (PANDA trial): A prospective observational study. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2020;14(6):471-7. DOI:10.1016/j.jcct.2020.02.001.
53. Wanhainen A, Verzini F, Van Herzele I, et al. European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2019 Clinical Practice Guidelines on the Management of Abdominal Aorto-iliac Artery Aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2019;57(1):8-93. DOI:10.1016/j.ejvs.2018.09.020.
54. McFalls EO, Ward HB, Moritz TE, et al. Coronary-artery revascularization before elective major vascular surgery. *N Engl J Med*. 2004;351(27):2795-804. DOI:10.1056/NEJMoa041905.
55. Sumin AN. The assessment and reduction of cardiac events risk in noncardiac operations: is there a need for review of recommendations? *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2013;9(5):570-6 (In Russ.) [Сумин А.Н. Оценка и снижение риска кардиальных осложнений при некардиальных операциях: есть ли необходимость пересмотра рекомендаций? *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2013;9(5):570-6]. DOI:10.20996/1819-6446-2013-9-5-570-576.
56. Monaco M, Stassano P, Di Tommaso L, et al. Systematic strategy of prophylactic coronary angiography improves long-term outcome after major vascular surgery in medium- to high-risk patients: a prospective, randomized study. *J Am Coll Cardiol*. 2009;54(11):989-96. DOI:10.1016/j.jacc.2009.05.041.
57. Duceppe E, Patel A, Chan MTV, et al. Preoperative N-Terminal Pro-B-Type Natriuretic Peptide and Cardiovascular Events After Noncardiac Surgery: A Cohort Study. *Ann Intern Med*. 2020;172(2):96-104. DOI:10.7326/M19-2501.
58. Gouda P, Wang X, McGillion M, Graham MM. Underutilization of Perioperative Screening for Cardiovascular Events After Noncardiac Surgery in Alberta. *Can J Cardiol*. 2021;37(1):57-65. DOI:10.1016/j.cjca.2020.06.003.
59. Duma A, Maleczek M, Wagner C, et al. NT-pro BNP in young healthy adults undergoing non-cardiac surgery. *Clin Biochem*. 2021;96:38-42. DOI:10.1016/j.clinbiochem.2021.07.009.
60. Larman J, Handke J, Scholz AS, et al. Preoperative neutrophil to lymphocyte ratio and platelet to lymphocyte ratio are associated with major adverse cardiovascular and cerebrovascular events in coronary heart disease patients undergoing non-cardiac surgery. *BMC Cardiovasc Disord*. 2020;20(1):230. DOI:10.1186/s12872-020-01500-6.
61. Yu Y, Cui WH, Cheng C, et al. Association between neutrophil-to-lymphocyte ratio and major post-operative complications after carotid endarterectomy: A retrospective cohort study. *World J Clin Cases*. 2021;9(35):10816-27. DOI:10.12998/wjcc.v9.i35.10816.
62. King AH, Kim AH, Kwan S, et al. Elevated Neutrophil to Lymphocyte Ratio is Associated with Worse Outcomes after Carotid Endarterectomy in Asymptomatic Patients. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2021;30(12):106120. DOI:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.106120.
63. Zhao Y, Hao X, Zhu Y, et al. A Combination of N-Terminal pro-B-Type Natriuretic Peptide and Myoglobin Can Predict Severe Complications After Major Non-Cardiac Surgery in Elderly Patients: A Prospective Observational Cohort Study. *Front Med (Lausanne)*. 2021;8:679260. DOI:10.3389/fmed.2021.679260.
64. Puelacher C, Lurati Buse G, Seeberger D, et al. Perioperative myocardial injury after noncardiac surgery: incidence, mortality, and characterization. *Circulation* 2018;137(12):1221-32. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030114.
65. Parlow JL, McMullen M. Big Data for a Big Problem: How Can We Enhance the Implementation of Perioperative Cardiovascular Guidelines? *Can J Cardiol*. 2021;37(1):11-3. DOI:10.1016/j.cjca.2020.07.229.
66. Protasov KV, Bolshedvorskaya OA. Myocardial injury after noncardiac surgery: current state of the problem and unresolved issues. *Russian Journal of Cardiology*. 2019;24(11):122-32 (In Russ.) [Протасов К.В., Болshedvorskaya О.А. Повреждение миокарда после внесердечных операций: современное состояние проблемы и нерешенные вопросы. *Российский Кардиологический Журнал*. 2019;24(11):122-32]. DOI:10.15829/1560-4071-2019-11-122-132.
67. Ruetzler K, Smilowitz NR, Berger JS, et al. Diagnosis and Management of Patients With Myocardial Injury After Noncardiac Surgery: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2021;144(19):e287-e305. DOI:10.1161/CIR.0000000000001024.
68. The Vascular Events In Noncardiac Surgery Patients Cohort Evaluation (VISION) Study Investigators, Devreux PJ, Chan MT, Alonso-Coello P, et al. Association between postoperative troponin levels and 30-day mortality among patients undergoing noncardiac surgery. *JAMA*. 2012;307(21):2295-304. DOI:10.1001/jama.2012.5502.
69. Axley J, Novak Z, Blakeslee-Carter J, et al. Long-Term Trends in Preoperative Cardiac Evaluation and Myocardial Infarction after Elective Vascular Procedures. *Ann Vasc Surg*. 2021;71:19-28. DOI:10.1016/j.avsg.2020.09.006.

About the Authors / Сведения об авторах:

**Сумин Алексей Николаевич** [Alexey N. Sumin]

eLibrary SPIN 5772-7038, ORCID 0000-0002-0963-4793