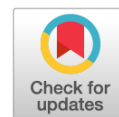


УДК 616.12-008

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma108976>

ПЕРИОПЕРАЦИОННЫЙ ИНФАРКТ И ПОВРЕЖДЕНИЕ МИОКАРДА: ФАКТОРЫ РИСКА, МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ И КЛИНИКО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

К.С. Шуленин, Д.В. Черкашин, И.А. Соловьев, Р.Д. Кучев, А.В. Попова

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Рассматриваются концепция, факторы риска, механизмы, клинико-эпидемиологические и ангиографические особенности периоперационного ишемического повреждения и инфаркта миокарда. Периоперационный инфаркт миокарда является одним из наиболее частых осложнений (до 3,6%) при внесердечных хирургических вмешательствах и характеризуется высокой госпитальной летальностью, достигающей 25%. Большинство пациентов, страдающих данной патологией (до 65%), не имеют типичных симптомов ишемии миокарда из-за применения анестезии и седации. Патогенетические механизмы развития периоперационного инфаркта миокарда продолжают активно изучаться. В одних исследованиях в качестве ведущей причины указывается критическое повышение потребности миокарда в кислороде. По другим данным более чем у половины пациентов при ангиографии выявляется разрыв атеросклеротической коронарной бляшки и атеротромбоз. Эти противоречия указывают на необходимость дальнейших эпидемиологических исследований с применением коронарографии и концентрации внимания на факторах риска и триггерах этого осложнения. Кроме того, в последние годы в научной литературе была сформулирована концепция периоперационного повреждения миокарда, под которым понимают ишемическое повреждение, возникающее в первые 30 суток после операции. Недавние исследования показали, что оно может отмечаться у 16% хирургических пациентов и ассоциируется с увеличением летальности в течение 1 месяца после операции в 6 раз, а в течение года — в 2,5 раза. Важно, что к периоперационному повреждению миокарда не относятся случаи повреждения неишемической этиологии, например, вследствие легочной эмболии, сепсиса или электрической кардиоверсии. Таким образом, оценка и понимание факторов риска развития периоперационной ишемии миокарда имеют важное практическое значение для оптимизации отбора и подготовки пациентов для хирургического лечения.

Ключевые слова: внесердечные хирургические вмешательства; инфаркт миокарда; ишемия; кардиоваскулярный риск; периоперационные осложнения; повреждение миокарда; тропонин; прогноз.

Как цитировать:

Шуленин К.С., Черкашин Д.В., Соловьев И.А., Кучев Р.Д., Попова А.В. Периоперационный инфаркт и повреждение миокарда: факторы риска, механизмы развития и клинико-эпидемиологические особенности // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2022. Т. 24, № 3. С. 557–566. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma108976>

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma108976>

PERIOPERATIVE INFARCTION AND MYOCARDIAL INJURY: RISK FACTORS, MECHANISMS OF DEVELOPMENT AND CLINICAL AND EPIDEMIOLOGICAL FEATURES

K.S. Shulenin, D.V. Cherkashin, I.A. Solovyov, R.D. Kuchev, A.V. Popova

Military Medical Academy of S.M. Kirov, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT. The concept, risk factors, mechanisms, clinical and epidemiological, and angiographic features of perioperative ischemic injury and myocardial infarction were considered. Perioperative myocardial infarction is one of the most common complications (up to 3.6%) in non-cardiac surgical interventions and is characterized by high in-hospital mortality, reaching 25%. Most patients with this pathology (up to 65%) do not have typical symptoms of myocardial ischemia due to anesthesia and sedation. Pathogenetic mechanisms of perioperative myocardial infarction development continues to be actively studied. A critical increase in myocardial oxygen demand is indicated as the leading cause in some studies. Angiography reveals rupture of the coronary plaque and atherothrombosis in more than half of patients, according to other data. These contradictions point to the need for further epidemiological studies using coronary angiography with a focus on risk factors and triggers of this complication. In addition, the concept of perioperative myocardial injury in recent years has been formulated in the scientific literature. This is understood as ischemic damage that occurs in the first 30 days after surgery. Recent studies have shown that it can occur in 16% of surgical patients and is associated with a 6-fold increase in mortality within 1 month after surgery and a 2.5-fold increase within a year. It is important that perioperative myocardial injury does not include cases of non-ischemic etiology myocardial injury, for example, due to pulmonary embolism, sepsis, or electrical cardioversion. Thus, the assessment and understanding of risk factors for the development of perioperative myocardial ischemia is of great practical importance in optimizing the patient selection and preparation for surgical treatment.

Keywords: extracardial surgical interventions; myocardial infarction; ischemia; cardiovascular risk; perioperative complications; myocardial injury; troponin; prognosis

To cite this article:

Shulenin KS, Cherkashin DV, Solovyov IA, Kuchev RD, Popova AV. Perioperative infarction and myocardial injury: risk factors, mechanisms of development and clinical and epidemiological features. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2022;24(3):557–566. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma108976>

Received: 24.06.2022

Accepted: 11.09.2022

Published: 25.09.2022

ВВЕДЕНИЕ

Ежегодно по всему миру у взрослых пациентов проводится почти 300 миллионов внесердечных хирургических операций [1]. При этом частота развития периоперационных осложнений составляет в среднем 7–11%, а риск летального исхода — 0,8–1,5% [2]. Смерть в операционной является крайней редкостью (0,7%), поэтому 99,3% пациентов умирает уже после операции, в том числе 29,4% после выписки из стационара [3]. В некоторых странах в зависимости от особенностей хирургического вмешательства частота осложнений может достигать 30% [4], а уровень смертности — 6–8% [5]. В Российской Федерации каждый год проводится около 10 млн внесердечных хирургических вмешательств, из которых 25% приходится на операции, ассоциированные с высоким сердечно-сосудистым риском [6]. Угрожающие жизни сердечно-сосудистые осложнения (ССО) в России развиваются приблизительно у 45–70 тыс. хирургических пациентов [7].

Важно, что в последние годы отмечается существенный рост числа оперативных вмешательств у лиц пожилого и старческого возраста [8]. Каждый третий прооперированный в мире пациент старше 65 лет [9], а обширные хирургические вмешательства у пожилых проводятся в 4 раза чаще [2]. Именно старение населения и полиморбидность становятся одними из основных факторов, влияющих на исход операции и прогноз [10], несмотря на все успехи современной хирургии и анестезиологии [11].

Под периоперационными ССО традиционно понимают внезапную сердечную смерть, инфаркт миокарда (ИМ) и сердечную недостаточность. Некоторые авторы также включают в этот ряд кардиогенный отек легких и нарушения ритма сердца [12]. В целом ССО могут составлять до 42% от всех периоперационных осложнений [2], из которых 5% являются жизнеугрожающими [13]. ИМ, внезапная сердечная смерть и декомпенсация сердечной недостаточности являются наиболее частыми ССО в первые 30 суток после операции [14] и могут быть причиной трети смертельных исходов в этот период [13]. Это приводит к значительному увеличению сроков пребывания пациентов в стационаре и затрат на их лечение [15].

Цель исследования — по данным отечественных и зарубежных литературных источников проанализировать концепцию, факторы риска, механизмы, клинко-эпидемиологические и ангиографические особенности периоперационного ишемического повреждения и инфаркта миокарда.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Концепция периоперационного ишемического повреждения и инфаркта миокарда. При расширении возможностей использования в качестве маркера некроза миокарда сердечного тропонина (сТн) выяснилось, что его

бессимптомное повышение в первые часы и дни после хирургической операции встречается очень часто [7]. Это привело к тому, что в научной литературе была сформулирована концепция периоперационного повреждения миокарда (ППМ), под которым понимают ишемическое повреждение сердечной мышцы, возникающее в первые 30 суток после операции и имеющее важное прогностическое значение [16]. В 4-м универсальном определении ИМ впервые было предложено рассматривать повреждение миокарда и ИМ, связанные с внесердечными хирургическими вмешательствами как особый вариант периоперационных осложнений. В отличие от ППМ, диагноз периоперационного ИМ (ПИМ) требует выявления дополнительных клинических и/или инструментальных признаков острой ишемии [17].

Патогенез повышения сТн при внесердечных операциях изучен еще недостаточно. После внедрения в клиническую практику высокочувствительных тест-систем стало очевидно, что повышение в крови сТн может происходить и без гибели кардиомиоцитов (некроза) за счет продуктов протеолитической дегградации сТн, повышенной проницаемости клеточных мембран и выхода из клеток мембранных везикул, содержащих сТн, апоптоза, минимального некроза кардиомиоцитов [18]. Указанные процессы, как правило, инициируются воздействием ишемии, гиперкатехоламинемии, гипоксии и других факторов хирургического стресса [7]. В то же время увеличение сТн может быть связано и с внесердечными причинами (сепсисом, несостоятельностью анастомоза, кровотечением, пневмонией и проч.) [19]. Однако важно понимать, что эти случаи неишемического повреждения миокарда не следует относить к ППМ [7], хотя ряд исследователей и предлагает выделять его кардиальный и внесердечный подтипы [20].

Распространенность ППМ значительно варьирует в зависимости от способа диагностики и особенностей операции. При использовании обычных тест-систем частота выявления повышения сТн составляет от 4,6 до 22% [21, 22]. При использовании высокочувствительных методик, она возрастает до 35,5–53,2% [23–25]. При этом наблюдается зависимость частоты ППМ от типа и объема хирургического вмешательства. Так, непустые операции сопровождаются повышением уровня сТн реже (ортопедические — в 9,2% [26], на голове и шее — в 13% [27]). Наибольшая частота выявления ППМ приходится на абдоминальную (21%) и сосудистую (19,2–49,5%) хирургию [28, 29].

Особую значимость представляет обнаруженная взаимосвязь изолированного повышения сТн с неблагоприятным прогнозом после операции. Крупные многоцентровые исследования последних лет на больших группах хирургических пациентов показали, что ППМ, наряду с кровотечениями и сепсисом, входит в тройку главных причин госпитальной летальности (44,9%) [3]. ППМ, возникшее в первые 30 дней после операции, ассоциируется с повышением смертности пациентов в течение 1 месяца в 6 раз, а в течение 1 года — в 2,5 раза [20]. Все это указывает на высокую

актуальность и практическую значимость проблемы периоперационной ишемии миокарда для современной медицины, а изучение факторов риска и механизмов ее развития имеет важное значение для отбора и подготовки пациентов для хирургического лечения.

Факторы риска и механизмы периоперационной ишемии, повреждения и инфаркта миокарда. Развитие ППМ и ПИМ определяется двумя важнейшими патофизиологическими механизмами: несоответствием между потребностью миокарда в кислороде и возможностями его доставки, а также стресс-индуцированным повреждением (разрыв, трещина или эрозия) атеросклеротической бляшки с развитием полной или неполной тромботической окклюзии [30]. Наиболее подвержены возникновению ишемических осложнений пациенты, страдающие такими сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ), как ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия, сердечная недостаточность, клапанные пороки и нарушения ритма сердца [12]. Действительно, ССЗ часто сопутствуют хирургической патологии (не менее чем

в 30% случаев [2]), значительно осложняют ее течение, создают трудности в выборе хирургической тактики и во многом определяют прогноз [31]. В связи с этим именно ССЗ и придается наибольшее значение при оценке риска хирургического вмешательства.

Однако наряду с состоянием пациента до операции гораздо большее влияние на прогноз оказывают ее срочность, объем, сложность, длительность, а также гипотермия, объем кровопотери и изменение водно-электролитного баланса [12]. Хирургическое вмешательство неизбежно сопровождается травматизацией органов и тканей, болью, анестезией и обезболиванием, интубацией и экстубацией, гипотермией, анемией и голоданием [32]. На рисунке 1 показано, какие триггеры инициируют воспалительные, гиперкоагуляционные, стрессовые и гипоксические процессы, приводящие к ишемии и повреждению миокарда при хирургическом вмешательстве [33].

Ведущими триггерами периоперационной ишемии и повреждения миокарда являются хирургическая травма и анестезия. Оперативное вмешательство как острый стресс

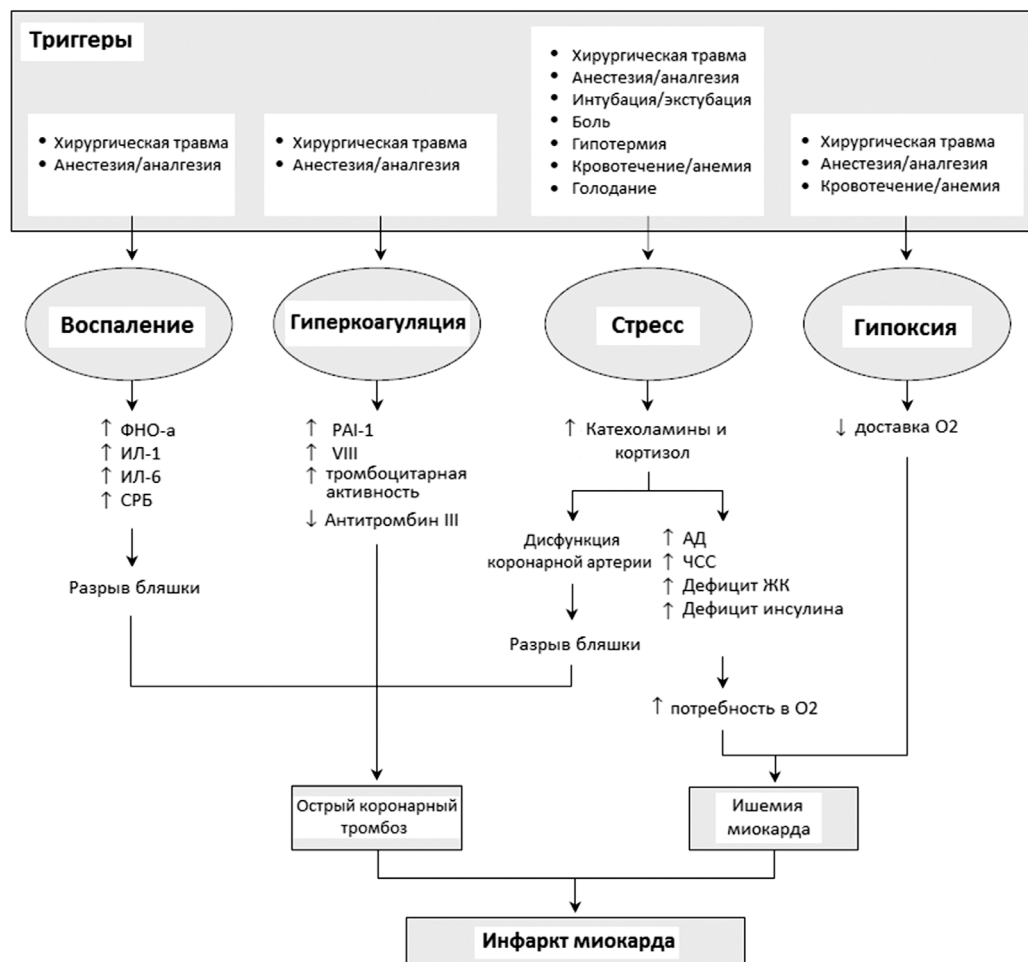


Рис. 1. Потенциальные триггеры периоперационной ишемии, повреждения и инфаркта миокарда [33]: ФНО-α — фактор некроза опухоли-α; ИЛ — интерлейкин; СРБ — С-реактивный белок; PAI — ингибитор активатора плазминогена-1; VIII — фактор свертывания крови VIII; АД — артериальное давление, ЧСС — частота сердечных сокращений, ЖК — жирные кислоты; O₂ — кислород

Fig. 1. Potential triggers of perioperative ischemia, injury and myocardial infarction [33]: TNF-α — tumor necrosis factor-α; IL — interleukin; CRP — C-reactive protein; PAI — plasminogen activator inhibitor-1; VIII — blood clotting factor VIII; BP — blood pressure, HR — heart rate; FA — fatty acids; O₂—oxygen

реализует себя повышением уровня катехоламинов и кортизола [34]. Содержание катехоламинов и кортизола напрямую зависит от степени хирургической травмы, анестезии и ее отмены, интубации и экстубации, болевого синдрома, анемии, голодания и гипотермии. Повышение уровня гормонов стресса приводит к увеличению АД, ЧСС, дисфункции коронарной артерии, относительному дефициту инсулина и свободных жирных кислот [33]. Эти изменения увеличивают потребность миокарда в кислороде, способствуя развитию ишемии и/или повреждения миокарда [35].

Стресс-индуцированное изменение сосудистого тонуса и воспалительная реакция, связанная в основном с повышением уровня ФНО-α, ИЛ-1 и 6, СРБ, могут приводить к повреждению атеросклеротической бляшки и острому коронарному тромбозу. Состояние гиперкоагуляции включает в себя повышение уровня ингибитора активатора плазминогена-1, фактора свертывания крови VIII и активности тромбоцитов, а также снижение уровня антитромбина III, что также может привести к атеротромбозу [33]. Кроме того, анемия, гипотермия, анестезия

и обезболивание (из-за потенциального подавления дыхания) усиливают гипоксию, способствуя ишемии [8].

С точки зрения этапности хирургического лечения правильнее говорить о предоперационных (т. е. хронических заболеваниях и острых состояниях, которые присутствуют на момент госпитализации), интраоперационных и послеоперационных факторах риска ишемии, которые могут привести к инфаркту миокарда [11] (рис. 2).

Клинико-эпидемиологические и ангиографические особенности периоперационного инфаркта миокарда. В работах конца XX в. частота ПИМ колебалась от 1,1 до 5,6% [33]. В настоящее время по расчетным данным он развивается у 3,3% пациентов, подвергающихся обширным внесердечным хирургическим вмешательствам [11], хотя согласно результатам самого крупного популяционного исследования, проведенного в период с 2005 по 2013 г. в Соединенных Штатах Америки и включавшего почти 10 млн пациентов, частота ПИМ составляет 0,88% [1]. В подавляющем большинстве случаев развитие ПИМ приходится на первые 24–48 ч послеоперационного

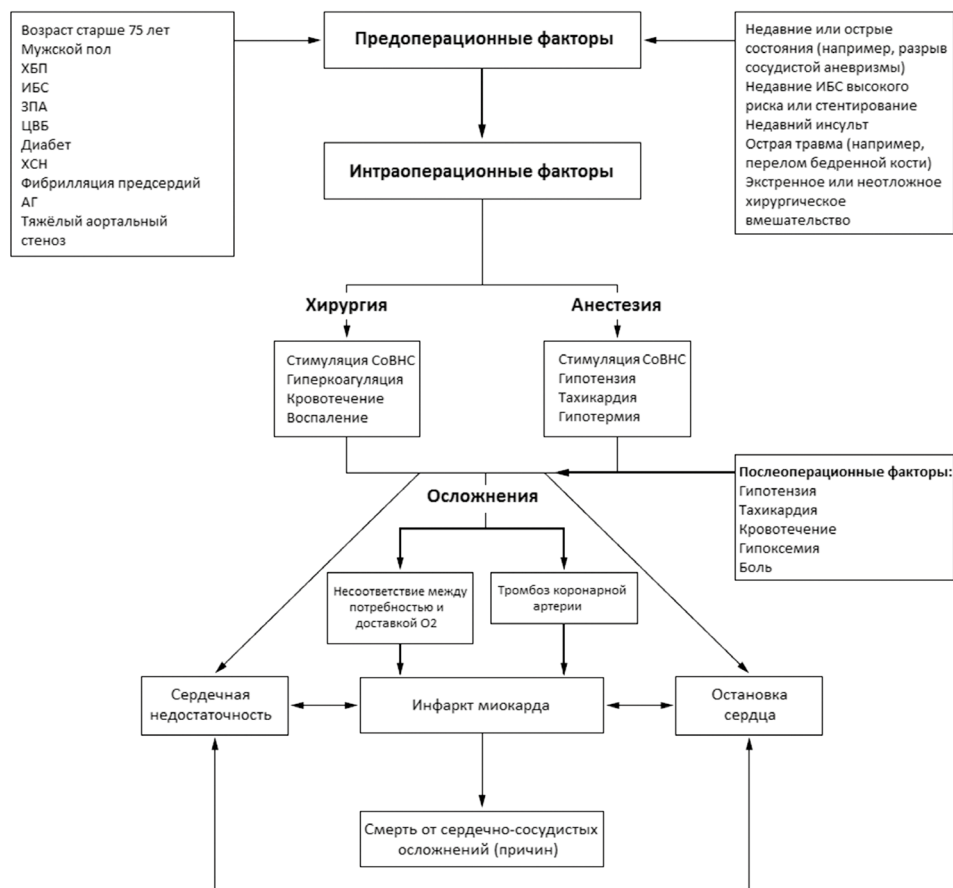


Рис. 2. Предоперационные, интраоперационные и послеоперационные факторы, ассоциированные с риском инфаркта миокарда у пациентов, подвергшихся обширным внесердечным хирургическим вмешательствам [11]: ХБП — хроническая болезнь почек; ИБС — ишемическая болезнь сердца; ЗПА — заболевания периферических артерий; ЦВБ — цереброваскулярная болезнь; ХСН — хроническая сердечная недостаточность; АГ — артериальная гипертензия; СоВНС — симпатический отдел вегетативной нервной системы

Fig. 2. Preoperative, intraoperative and postoperative factors associated with the risk of myocardial infarction in patients undergoing major non-cardiac surgery [11]: CKD — chronic kidney disease; CAD — coronary artery disease; PAD — peripheral artery disease; CVD — cerebrovascular disease; CHF — chronic heart failure; AH — arterial hypertension; SoVNS — sympathetic division of the autonomic nervous system

периода [7]. При этом 1-е сутки являются наиболее неблагоприятным периодом времени — 72,9% ПИМ от всех случаев. На 2-е и 3-и сутки послеоперационного периода риск ПИМ снижается практически в 10 раз и составляет 8,2 и 7% соответственно [32]. В исследованиях, в которых изучалась только периоперационная смертность от сердечно-сосудистых причин, доля ПИМ составила 3/4 случаев, в то время на нарушения ритма и сердечную недостаточность приходилось только 1/3 летальных исходов [33].

Наиболее часто ПИМ регистрируется при сосудистых вмешательствах (2%), в трансплантологии (1,6%) и при торакальных операциях (1,5%). Различий по полу пациентов не установлено, но лица с ПИМ достоверно старше, а также имеют большее бремя ССЗ и факторов риска. У пациентов с ПИМ чаще возникают опасные для жизни ССО, включая кардиогенный шок (4,7%) и остановку сердца (5,2%). При этом у 78,8% пациентов не отмечалось стойкой элевации сегмента S-T на электрокардиограмме [1]. Важно, что почти у 65% пациентов отсутствуют клинические симптомы ишемии миокарда, что, вероятно, связано с использованием наркоза и обезболивающих препаратов [11]. Вне зависимости от наличия симптомов ПИМ связан с почти 5-кратным увеличением риска смерти в течение 30 дней после операции [17]. Установлено, что ПИМ ассоциируется с 15–25% госпитальной смертностью [13]. По данным N. Smilowitz et al. [1] госпитальная смертность при ПИМ была более чем в 10 раз выше по сравнению с пациентами без ИМ (18% против 1,5%). При этом лица, подвергшиеся коронарной реваскуляризации по поводу ПИМ, имели более низкую госпитальную смертность, чем те, кто лечился консервативно (8,9 против 18,1%), несмотря на несколько повышенные показатели послеоперационных кровотечений (8,1 против 5,3%).

В то время как коронарный атеротромбоз является ведущей причиной большинства ИМ, не связанных с внесердечными оперативными вмешательствами [33], изменения, лежащие в основе ПИМ, являются менее изученными и однозначными. Как уже было сказано, патогенез ПИМ соответствует современным представлениям о 1-м и 2-м типах ИМ [16]. Однако точное соотношение этих двух типов ПИМ в настоящее время до конца не известно. По некоторым данным, ИМ 1-го и 2-го типов встречаются примерно в равном количестве случаев [30]. Однако есть исследования, где соотношение 1-го и 2-го типов ИМ было 35,2 и 64,8% соответственно [29]. Эти данные свидетельствуют о том, что значительная часть ПИМ является результатом увеличения потребности в кислороде,

в том числе и при фиксированных стенозах коронарных артерий [36].

Так, при исследовании фатальных ПИМ оказалось, что не менее 2/3 пациентов имеют гемодинамически значимое атеросклеротическое поражение коронарного русла. При этом у большинства из них не было обнаружено повреждений атеросклеротической бляшки, а внутрисердечный тромбоз был выявлен только у 1/3 [37]. Напротив, изучение случаев ПИМ с благоприятным исходом показало, что до 60% этих осложнений происходят в артериях без гемодинамически значимых стенозов [17] и являются результатом повреждения атеросклеротической бляшки и острого тромбоза коронарной артерии [38], что соответствует ИМ 1-го типа. Очевидно, что такие противоречия диктуют необходимость проведения дальнейших исследований у хирургических пациентов, перенесших ПИМ с обязательным проведением коронарографии и концентрации внимания на факторах риска и триггерах ПИМ. В целом же общим для всех случаев ПИМ является намного более высокая, чем в общей популяции, частота обнаружения ИМ 2-го типа. Видимо, именно нарушение баланса между потребностью и доставкой кислорода в условиях хирургического стресса является главной клинико-патогенетической особенностью ПИМ [7, 17].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Любое оперативное вмешательство сопровождается повреждением тканей, кровопотерей, увеличением потребности миокарда в кислороде, дисбалансом факторов свертывающей и фибринолитической систем крови. На фоне кровопотери и проводимой инфузионной терапии развиваются волюмические изменения, гематологические и электролитные нарушения [34]. Степень выраженности этих процессов зависит от объема, типа и длительности операции, вида анестезиологического пособия, объема кровопотери и инфузионной терапии [35]. В результате создаются условия для ишемии органов и тканей, и прежде всего миокарда. Особую актуальность эта проблема имеет при хирургическом лечении пожилых пациентов и лиц с сопутствующими ССЗ [39]. В этой связи знание ведущих триггеров и факторов риска развития периоперационной ишемии миокарда имеет важное практическое значение для оптимизации отбора и подготовки пациентов для операции [32], использования рациональной фармакотерапии [39] и улучшения результатов хирургического лечения [40].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Smilowitz N., Gupta N., Guo Y., et al. Perioperative acute myocardial infarction associated with non-cardiac surgery // *Eur Heart J*. 2017. Vol. 38, No. 31. P. 2409–2417. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx313
2. Kristensen S.D., Knuuti J., Saraste A., et al. 2014 ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management // *Eur Heart J*. 2014. Vol. 35, No. 35. P. 2383–2431. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu282
3. Spence J., Le Manach Y., Chan M.T.V., et al. Association between complications and death within 30 days after noncardiac surgery // *Can Med Assoc J*. 2019. Vol. 191, No. 30. P. E830–E837. DOI: 10.1503/cmaj.190221
4. Abeeleh M.A., Tareef T.M., Hani A.B., et al. Reasons for operation cancellations at a teaching hospital: prioritizing areas of improvement // *Ann Surg Treat Res*. 2017. Vol. 93, No. 2. P. 65–69. DOI: 10.4174/ast.2017.93.2.65
5. Liew L.Q., Teo W.W., Seet E., et al. Factors predicting one-year post-surgical mortality amongst older Asian patients undergoing moderate to major non-cardiac surgery – a retrospective cohort study // *BMC Surgery*. 2020. Vol. 20, No. 1. ID 11. DOI: 10.1186/s12893-019-0654-x
6. Джиоева О.Н., Драпкина О.М. Послеоперационная фибрилляция предсердий как фактор риска сердечно-сосудистых осложнений при внесердечных хирургических вмешательствах // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2020. Т. 19, № 4. С. 112–118. DOI: 10.15829/1728-8800-2020-2540
7. Протасов К.В., Большедворская О.А. Повреждение миокарда после внесердечных операций: современное состояние проблемы и нерешенные вопросы // *Российский кардиологический журнал*. 2019. Т. 24, № 11. С. 122–132. DOI: 10.15829/1560-4071-2019-11-122-132
8. Корниенко А.Н., Добрушина О.Р., Зинина Е.П. Профилактика кардиальных осложнений внесердечных операций // *Общая реаниматология*. 2011. Т. 7, № 5. С. 57–66. DOI: 10.15360/1813-9779-2011-5-57
9. 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. Vol. 33, No. 1. P. 17–32. DOI: 10.1016/j.cjca.2016.09.008
10. Беджанян А.Л., Багмет Н.Н., Никода В.В., и др. Хирургическое лечение онкологических больных пожилого и старческого возраста с сопутствующей сердечно-сосудистой патологией // *Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского*. 2020. Т. 8, № 4. С. 35–42. DOI: 10.33029/2308-1198-2020-8-4-35-42
11. Devereaux P., Sessler D. Cardiac Complications and Major Noncardiac Surgery // *N Engl J Med*. 2016. Vol. 374, No. 14. P. 1393–1395. DOI: 10.1056/nejmc1516761
12. Малкова М.И., Булашова О.В., Хазова Е.В. Персонифицированный подход к оценке периоперационного риска у пациентов с сердечно-сосудистой патологией в клинике неотложной помощи // *Вестник современной клинической медицины*. 2018. Т. 11, № 5. С. 62–68. DOI: 10.20969/VSKM.2018.11(5).62-68
13. Alrezk R., Jackson N., Al Rezk M., et al. Derivation and validation of a geriatric-sensitive perioperative cardiac risk index // *J Am Heart Assoc*. 2017. Vol. 6, No. 11. ID e006648. DOI: 10.1161/JAHA.117.006648
14. Заболотских И.Б., Трембач Н.В. Пациенты высокого периоперационного риска: два подхода к стратификации // *Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова*. 2019. № 4. С. 34–46. DOI: 10.21320/1818-474X-2019-4-34-46
15. Козлов И.А., Овезов А.М., Петровская Э.Л. Периоперационные повреждение миокарда и сердечная недостаточность в некардиальной хирургии (обзор). Ч. 1. Этиопатогенез и прогнозирование периоперационных кардиальных осложнений // *Общая реаниматология*. 2019. Т. 15, № 2. С. 53–78. DOI: 10.15360/1813-9779-2019-2-53-78
16. Botto F., Alonso-Coello P., Chan M., et al. Myocardial injury after noncardiac surgery: a large, international, prospective cohort study establishing diagnostic criteria, characteristics, predictors, and 30-day outcomes // *Anesthesiology*. 2014. Vol. 120, No. 3. P. 564–578. DOI: 10.1097/ALN.000000000000113
17. Thygesen K., Alpert J.S., Jaffe A.S., et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018) // *Eur Heart J*. 2018. Vol. 40, No. 3. P. 237–269. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy462
18. Hickman P.E., Potter J.M., Aroney C., et al. Cardiac troponin may be released by ischemia alone, without necrosis // *Clin Chim Acta*. 2010. Vol. 411, No. 5-6. P. 318–323. DOI: 10.1016/j.cca.2009.12.009
19. Noordzij P.G., van Geffen O., Dijkstra I.M., et al. High-sensitive cardiac troponin T measurements in prediction of non-cardiac complications after major abdominal surgery // *Br J Anaesth*. 2015. Vol. 114, No. 6. P. 909–918. DOI: 10.1093/bja/aev027
20. Puelacher C., Lurati Buse G., Seeberger D., et al. Perioperative Myocardial Injury After Noncardiac Surgery // *Circulation*. 2018. Vol. 137, No. 12. P. 1221–1232. DOI: 10.1161/circulationaha.117.030114
21. Biccari B.M., Scott D.J.A., Chan M.T.V., et al. Myocardial injury after noncardiac surgery (MINS) in vascular surgical patients // *Ann Surg*. 2018. Vol. 268, No. 2. P. 357–363. DOI: 10.1097/sla.0000000000002290
22. Ruetzler K., Yilmaz H., Turan A., et al. Intra-operative tachycardia is not associated with a composite of myocardial injury and mortality after noncardiac surgery // *Eur J Anaesthesiol*. 2019. Vol. 36, No. 2. P. 105–113. DOI: 10.1097/eja.0000000000000925
23. van Lier F., Wesdorp F.H.I.M., Liem V.G.B., et al. Association between postoperative mean arterial blood pressure and myocardial injury after noncardiac surgery // *Br J Anaesth*. 2018. Vol. 120, No. 1. P. 77–83. DOI: 10.1016/j.bja.2017.11.002
24. Devereaux P.J., Biccari B.B., Sigamani A., et al. Association of post-operative high-sensitivity troponin levels with myocardial injury and 30-day mortality among patients undergoing noncardiac surgery // *JAMA*. 2017. Vol. 317, No. 16. P. 1642–1651. DOI: 10.1001/jama.2017.4360
25. Lee S.-H., Park M.S., Song Y.B., et al. Perioperative myocardial injury in revascularized coronary patients who undergo noncardiac surgery // *Plos One*. 2019. Vol. 14, No. 6. ID e0219043. DOI: 10.1371/journal.pone.0219043
26. Chen J.F., Smilowitz N.R., Kim J.T., et al. Medical therapy for atherosclerotic cardiovascular disease in patients with myocardial

injury after non-cardiac surgery // *Int J Cardiol.* 2019. Vol. 279. P. 1–5. DOI: 10.1016/j.ijcard.2018.12.032

27. George R., Menon V.P., Edathadathil F., et al. Myocardial injury after noncardiac surgery – incidence and predictors from a prospective observational cohort study at an Indian tertiary care centre // *Medicine.* 2018. Vol. 97, No. 19. ID e0402. DOI: 10.1097/md.00000000000010402

28. Kim M., Son M., Lee D.H., et al. Troponin-I level after major noncardiac surgery and its association with long-term mortality // *Int Heart J.* 2016. Vol. 57, No. 3. P. 278–284. DOI: 10.1536/ihj.15-352

29. Reed G.W., Horr S., Young L., et al. Associations between cardiac troponin, mechanism of myocardial injury, and long-term mortality after noncardiac vascular surgery // *J Am Heart Assoc.* 2017. Vol. 6, No. 6. ID e005672. DOI: 10.1161/jaha.117.005672

30. Mauermann E., Puelacher C., Lurati Buse G. Myocardial injury after noncardiac surgery // *Curr Opin Anaesthesiol.* 2016. Vol. 29, No. 3. P. 403–412. DOI: 10.1097/aco.0000000000000336

31. Brand J.W., Mackay J.H. A new VISION to improve cardiac risk stratification in non-cardiac surgery // *Anaesthesia.* 2019. Vol. 75, No. 1. P. 11–14. DOI: 10.1111/anae.14834

32. 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. Т. 15, № 2. С. 32–37. DOI: 10.21292/2078-5658-2018-15-2-32-37

33. Devereaux P.J., Goldman L., Cook D.J., et al. Perioperative cardiac events in patients undergoing noncardiac surgery: a review of the magnitude of the problem, the pathophysiology of the events and methods to estimate and communicate risk // *Can Med Assoc J.* 2005. Vol. 173, No. 6. P. 627–634. DOI: 10.1503/cmaj.050011

34. Мурашко С.С., Пасечник И.Н., Бернс С.А. Миокардиальное повреждение при некардиальной хирургии: трудности диагностики // *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2020. Т. 9, № 3. С. 59–68. DOI: 10.17802/2306-1278-2020-9-3-59-68

35. Котова Д.П., Котов С.В., Гиляров М.Ю., Шеменкова В.С. Использование прогностических шкал в оценке периоперационных осложнений в практике врача-терапевта // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2018. Т. 17, № 2. С. 75–80. DOI: 10.15829/1728-8800-2018-2-75-80

36. Landesberg G. The pathophysiology of perioperative myocardial infarction: facts and perspectives // *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2003. Vol. 17, No. 1. P. 90–100. DOI: 10.1053/jcan.2003.18

37. Cohen M.C., Aretz T.H. Histological analysis of coronary artery lesions in fatal postoperative myocardial infarction // *Cardiovasc Pathol.* 1999. Vol. 8, No. 3. P. 133–139. DOI: 10.1016/S1054-8807(98)00032-5

38. Ellis S.G., Hertzner N.R., Young J.R., Brener S. Angiographic correlates of cardiac death and myocardial infarction complicating major nonthoracic vascular surgery // *Am J Cardiol.* 1996. Vol. 77, No. 12. P. 1126–1128. DOI: 10.1016/s0002-9149(96)00130-0

39. Козлов И.А., Овезов А.М., Пивоварова А.А. Снижение риска периоперационных осложнений при кардиальной коморбидности // *Вестник анестезиологии и реаниматологии.* 2020. Т. 17, № 2. С. 38–48. DOI: 10.21292/2078-5658-2020-17-2-38-48

40. Крюков Е.В., Гизатуллин Ш.Х., Зиятдинов М.Н., и др. Анализ факторов риска инфекционных осложнений после краниоцеребральных операций // *Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко.* 2020. Т. 1, № 1. С. 51–62. DOI: 10.53652/2782-1730-2020-1-1

REFERENCES

1. Smilowitz N, Gupta N, Guo Y, et al. Perioperative acute myocardial infarction associated with non-cardiac surgery. *Eur Heart J.* 2017;38(31):2409–2417. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx313

2. Kristensen SD, Knuuti J, Saraste A, et al. 2014 ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management. *Eur Heart J.* 2014;35(35):2383–2431. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu282

3. Spence J, Le Manach Y, Chan MTV, et al. Association between complications and death within 30 days after noncardiac surgery. *Can Med Assoc J.* 2019;191(30):E830–E837. DOI: 10.1503/cmaj.190221

4. Abeeleh MA, Tareef TM, Hani AB, et al. Reasons for operation cancellations at a teaching hospital: prioritizing areas of improvement. *Ann Surg Treat Res.* 2017;93(2):65–69. DOI: 10.4174/ast.2017.93.2.65

5. Liew LQ, Teo WW, Seet E, et al. Factors predicting one-year post-surgical mortality amongst older Asian patients undergoing moderate to major non-cardiac surgery – a retrospective cohort study. *BMC Surgery.* 2020;20(1):11. DOI: 10.1186/s12893-019-0654-x

6. Dzhioeva ON, Drapkina OM. Postoperative atrial fibrillation as a risk factor for cardiovascular complications in non-cardiac surgery. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2020;19(4):2540. (In Russ.). DOI: 10.15829/1728-8800-2020-2540

7. Protasov KV, Bolshedvorskaya OA. Myocardial injury after non-cardiac surgery: current state of the problem and unresolved issues. *Russian Journal of Cardiology.* 2019;(11):122–132. (In Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2019-11-122-132

8. Korniyenko AN, Dobrushina OR, Zinina EP. Differentiated Prevention of Cardiac Complications of Extracardiac Surgery. *General Reanimatology.* 2011;7(5):57–66. (In Russ.). DOI: 10.15360/1813-9779-2011-5-57

9. 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

10. Bedzhanyan AL, Bagmet NN, Nikoda VV, et al. Surgical treatment of cancer in the elderly with concomitant cardiovascular pathology. *Clinical and Experimental Surgery.* 2020;8(4):35–42. (In Russ.). DOI: 10.33029/2308-1198-2020-8-4-35-42

11. Devereaux P, Sessler D. Cardiac Complications and Major Noncardiac Surgery. *N Engl J Med.* 2016;374(14):1393–1395. DOI: 10.1056/nejmc1516761

12. Malkova MI, Bulashova OV, Khazova EV. Personalized approach to perioperative risk assessment in patients with

- cardiovascular diseases in emergency care clinic. *The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine*. 2018;11(5):62–68. (In Russ.). DOI: 10.20969/VSKM.2018.11(5).62-68
13. Alrezk R, Jackson N, Al Rezk M, et al. Derivation and validation of a geriatric-sensitive perioperative cardiac risk index. *J Am Heart Assoc*. 2017;6(11):e006648. DOI: 10.1161/JAHA.117.006648
14. Zabolotskikh IB, Trembach NV. High perioperative risk patients: two approaches to stratification. Review. *Annals of critical care*. 2019;(4):34–46. (In Russ.). DOI: 10.21320/1818-474X-2019-4-34-46
15. Kozlov IA, Ovezov AM, Petrovskaya EL. Perioperative Myocardial Damage and Heart Failure in Noncardiac Surgery. Part 1. Etiopathogenesis and Prognosis of Perioperative Cardiac Complications (Review). *General Reanimatology*. 2019;15(2):53–78. (In Russ.). DOI: 10.15360/1813-9779-2019-2-53-78
16. Botto F, Alonso-Coello P, Chan M, et al. Myocardial injury after noncardiac surgery: a large, international, prospective cohort study establishing diagnostic criteria, characteristics, predictors, and 30-day outcomes. *Anesthesiology*. 2014;120(3):564–578. DOI: 10.1097/ALN.000000000000113
17. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). *Eur Heart J*. 2018;40(3):237–269. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy462
18. Hickman PE, Potter JM, Aroney C, et al. Cardiac troponin may be released by ischemia alone, without necrosis. *Clin Chim Acta*. 2010;411(5-6):318–323. DOI: 10.1016/j.cca.2009.12.009
19. Noordzij PG, van Geffen O, Dijkstra IM, et al. High-sensitive cardiac troponin T measurements in prediction of non-cardiac complications after major abdominal surgery. *Br J Anaesth*. 2015;114(6):909–918. DOI: 10.1093/bja/aev027
20. Puelacher C, Lurati Buse G, Seeberger D, et al. Perioperative Myocardial Injury After Noncardiac Surgery. *Circulation*. 2018;137(12):1221–1232. DOI: 10.1161/circulationaha.117.030114
21. Biccard BM, Scott DJA, Chan MTV, et al. Myocardial injury after noncardiac surgery (MINS) in vascular surgical patients. *Ann Surg*. 2018;268(2):357–363. DOI: 10.1097/sla.0000000000002290
22. Ruetzler K, Yilmaz H, Turan A, et al. Intra-operative tachycardia is not associated with a composite of myocardial injury and mortality after noncardiac surgery. *Eur J Anaesthesiol*. 2019;36(2):105–113. DOI: 10.1097/eja.0000000000000925
23. van Lier F, Wesdorp FHIM, Liem VGB, et al. Association between postoperative mean arterial blood pressure and myocardial injury after noncardiac surgery. *Br J Anaesth*. 2018;120(1):77–83. DOI: 10.1016/j.bja.2017.11.002
24. Devereaux PJ, Biccard BB, Sigamani A, et al. Association of postoperative high-sensitivity troponin levels with myocardial injury and 30-day mortality among patients undergoing noncardiac surgery. *JAMA*. 2017;317(16):1642–1651. DOI: 10.1001/jama.2017.4360
25. Lee S-H, Park MS, Song YB, et al. Perioperative myocardial injury in revascularized coronary patients who undergo noncardiac surgery. *Plos One*. 2019;14(6):e0219043. DOI: 10.1371/journal.pone.0219043
26. Chen JF, Smilowitz NR, Kim JT, et al. Medical therapy for atherosclerotic cardiovascular disease in patients with myocardial injury after non-cardiac surgery. *Int J Cardiol*. 2019;279:1–5. DOI: 10.1016/j.ijcard.2018.12.032
27. George R, Menon VP, Edathadathil F, et al. Myocardial injury after noncardiac surgery – incidence and predictors from a prospective observational cohort study at an Indian tertiary care centre. *Medicine*. 2018;97(19):e0402. DOI: 10.1097/md.00000000000010402
28. Kim M, Son M, Lee DH, et al. Troponin-I level after major noncardiac surgery and its association with long-term mortality. *Int Heart J*. 2016;57(3):278–284. DOI: 10.1536/ihj.15-352
29. Reed GW, Horr S, Young L, et al. Associations between cardiac troponin, mechanism of myocardial injury, and long-term mortality after noncardiac vascular surgery. *J Am Heart Assoc*. 2017;6(6):e005672. DOI: 10.1161/jaha.117.005672
30. Mauermann E, Puelacher C, Lurati Buse G. Myocardial injury after noncardiac surgery. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2016;29(3):403–412. DOI: 10.1097/aco.0000000000000336
31. Brand JW, Mackay JH. A new VISION to improve cardiac risk stratification in non-cardiac surgery. *Anaesthesia*. 2019;75(1):11–14. DOI: 10.1111/anae.14834
32. 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.). DOI: 10.21292/2078-5658-2018-15-2-32-37
33. Devereaux PJ, Goldman L, Cook DJ, et al. Perioperative cardiac events in patients undergoing noncardiac surgery: a review of the magnitude of the problem, the pathophysiology of the events and methods to estimate and communicate risk. *Can Med Assoc J*. 2005;173(6):627–634. DOI: 10.1503/cmaj.050011
34. Murashko SS, Pasechnik IN, Berns SA. Myocardial injury in noncardiac surgery: diagnostic difficulties. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2020;9(3):59–68. (In Russ.). DOI: 10.17802/2306-1278-2020-9-3-59-68
35. Kotova DP, Kotov SV, Gilyarov MYu, Shemenkova VS. Prediction score in surgical complications estimation in the practice of internist. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2018;17(2):75–80. (In Russ.). DOI: 10.15829/1728-8800-2018-2-75-80
36. Landesberg G. The pathophysiology of perioperative myocardial infarction: facts and perspectives. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2003;17(1):90–100. DOI: 10.1053/jcan.2003.18
37. Cohen MC, Aretz TH. Histological analysis of coronary artery lesions in fatal postoperative myocardial infarction. *Cardiovasc Pathol*. 1999;8(3):133–139. DOI: 10.1016/S1054-8807(98)00032-5
38. Ellis SG, Hertzner NR, Young JR, Brener S. Angiographic correlates of cardiac death and myocardial infarction complicating major nonthoracic vascular surgery. *Am J Cardiol*. 1996;77(12):1126–1128. DOI: 10.1016/s0002-9149(96)00130-0
39. Kozlov IA, Ovezov AM, Pivovarova AA. Reduction of risk of perioperative complications in case of cardiac comorbidity. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*. 2020;17(2):38–48. (In Russ.). DOI: 10.21292/2078-5658-2020-17-2-38-48
40. Kryukov YeV, Gizatullin ShKh, Ziyatdinov MN, et al. Analysis of risk factors and infectious complications after craniocerebral surgery. *Medical Bulletin of the Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko*. 2020;1(1):51–62. (In Russ.). DOI: 10.53652/2782-1730-2020-1-1

ОБ АВТОРАХ

***Константин Сергеевич Шуленин**, доктор медицинских наук, доцент; e-mail: shulenink@mail.ru; ORCID: 0000-0002-3141-7111; eLibrary SPIN: 8476-1052

Дмитрий Викторович Черкашин, доктор медицинских наук, профессор; e-mail: cherkashin_dmitr@mail.ru; ORCID: 0000-0003-1363-6860; eLibrary SPIN: 2781-9507

Иван Анатольевич Соловьев, доктор медицинских наук, профессор; e-mail: ivsolov@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-9646-9775; eLibrary SPIN: 6703-4852

Рафик Джабраилович Кучев, преподаватель; e-mail: dag_vmrg@mail.ru; eLibrary SPIN: 4454-7582

Анна Владимировна Попова, врач-кардиолог; e-mail: anyapopova1994@mail.ru; ORCID: 0000-0003-4357-2861

AUTHORS INFO

***Konstantin S. Shulenin**, doctor of medical sciences, associate professor; e-mail: shulenink@mail.ru; ORCID: 0000-0002-3141-7111; eLibrary SPIN: 8476-1052

Dmitry V. Cherkashin, doctor of medical sciences, professor; e-mail: cherkashin_dmitr@mail.ru; ORCID: 0000-0003-1363-6860; eLibrary SPIN: 2781-9507

Ivan A. Solovyov, doctor of medical sciences, professor; e-mail: ivsolov@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-9646-9775; eLibrary SPIN: 6703-4852

Rafiq D. Kuchev, lecturer; e-mail: dag_vmrg@mail.ru; eLibrary SPIN: 4454-7582

Anna V. Popova, cardiologist; e-mail: anyapopova1994@mail.ru; ORCID: 0000-0003-4357-2861

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author