

**Периоперационные повреждение миокарда  
и сердечная недостаточность в некардиальной хирургии (обзор).  
Часть 1. Этиопатогенез и прогнозирование периоперационных  
кардиальных осложнений**

И. А. Козлов, А. М. Оvezов, Э. Л. Петровская

Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского,  
Россия, 129110, г. Москва, ул. Щепкина, д. 61/2

**Perioperative Myocardial Damage and Heart Failure  
in Noncardiac Surgery. Part 1. Etiopathogenesis and Prognosis  
of Perioperative Cardiac Complications (Review)**

Igor A. Kozlov, Alexey M. Ovezov, Eleanor L. Petrovskaya

M. F. Vladimirsky Moscow Regional Research Clinical Institute  
61/2 Shchepkin Str., 129110 Moscow, Russia

**Цель публикации** – предоставить научно-практическую информацию по оценке риска развития миокардиальных повреждений после некардиохирургических операций (МПНО): ишемии или инфаркта миокарда (ИМ), и/или сердечной недостаточности (СН) и их предупреждению у взрослых пациентов. Настоящий обзор литературы состоит из двух частей. В 1-й части проанализированы эпидемиология, этиопатогенез и методы прогнозирования риска ПОКО, во 2-й – возможности адьювантной фармакологической кардиопroteкции, а также подходы к оптимизации анестезиологического обеспечения оперативных вмешательств у больных высокого кардиального риска.

Проблема периоперационных кардиальных осложнений в некардиальной хирургии является одной из актуальных комплексных проблем современной медицины. В соответствии с современными представлениями МПНО стали рассматривать в качестве отдельного варианта патологического процесса в сердечной мышце. По данным обширных исследований у взрослых больных около 40% летальности при некардиальных оперативных вмешательствах обусловлено различными вариантами МПНО и/или СН. Особую актуальность рассматриваемая проблема имеет при оказании медицинской помощи пожилым.

**Ключевые слова:** *периоперационные кардиальные осложнения; некардиальные операции; инфаркт миокарда; повреждение миокарда; сердечная недостаточность; натрийуретические пептиды; тропонины*

The purpose of this paper is to provide scientific and practical information on assessment of the risk of myocardial damage development after noncardiac operations (NOMD): ischemia or myocardial infarction (MI), and/or heart failure (HF) and their prevention in adult patients. This overview of literature consists of two parts. The first part analyzes epidemiology, etiopathogenesis, and POCC risk prediction methods; the second part describes the possibilities of adjuvant pharmacological cardioprotection and approaches to optimizing anesthesiological support of operative interventions in high cardiac risk patients.

The problem of perioperative cardiac complications in noncardiac surgery is one of relevant complex issues of contemporary medicine. In line with contemporary views, NOMD is now regarded as a separate variant of a pathological process in the heart muscle. According to extensive studies, about 40% of mortality of adult patients during non-cardiac operative interventions are caused by various NOMD and/or HF. The problem under discussion is particularly relevant when medical assistance is rendered to elderly patients.

**Keywords:** *perioperative cardiac complications; noncardiac operations; myocardial infarction; myocardial damage; heart failure; natriuretic peptides; troponins*

DOI:10.15360/1813-9779-2019-2-53-78

**Введение**

В 4-ом Универсальном определении инфаркта миокарда (ИМ) [1] периоперационное миокар-

In the Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction (MI) [1], the perioperative myocardial

**Introduction**

Адресс для корреспонденции:

Игорь Александрович Козлов  
E-mail: iakozlov@mail.ru

Correspondence to:

Igor A. Kozlov  
E-mail: iakozlov@mail.ru

диальное повреждение при некардиохирургических операциях (МПНО) впервые выделено в качестве отдельного варианта патологического процесса в сердечной мышце. Это подчеркивает максимальное внимание клиницистов к кардиальным осложнениям у больных высокого риска, оперируемых на различных органах. Рассматриваемая проблема, несомненно, является одной из актуальных комплексных проблем современной медицины. По данным обширных исследований у взрослых больных более 40% от всей летальности при некардиальных оперативных вмешательствах обусловлено perioperative cardiac complications (POCC), среди которых наиболее частыми являются различные варианты ИМ и сердечная недостаточность (СН) [2–4].

Важнейшим аспектом проблемы является профилактика и эффективное своевременное лечение этих осложнений на госпитальном этапе. Решение этой задачи, несомненно, требует мультидисциплинарного подхода с участием врачей разных специальностей — кардиологов, терапевтов, хирургов и др., однако координатором всего процесса в хирургическом стационаре обычно является анестезиолог-реаниматолог [5–10].

Особую актуальность рассматриваемая проблема приобретает при оказании медицинской помощи пожилым. В мире постоянно возрастает количество операций, выполняемых лицам пожилого и старческого возраста, доля которых в развитых странах постоянно увеличивается [10, 11]. Необходимость в хирургическом лечении пожилых возникает в несколько раз чаще, чем в среднем по популяции [12, 13]. Указывают, что в ближайшие 20 лет старение населения станет основным фактором, влияющим на особенности анестезиолого-реаниматологической тактики [13].

Помимо высокой летальности, perioperative нарушения функции сердца и/или ИМ [14], приводящие к развитию острой СН (ОСН) или декомпенсации хронической СН (ХСН) становятся причиной целого ряда осложнений, в основе которых лежит несоответствие резервов сердечно-сосудистой системы потребностям организма и, как следствие, нарушение кислородо-транспортной функции и тканевая гипоксия [15]. Среди таких осложнений полиорганская дисфункция/недостаточность, нарушение reparatивных процессов в зоне оперативного вмешательства, инфекции, когнитивные расстройства и др. В результате удлиняется пребывание в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) и госпитализация в целом, резко возрастает затратность лечения [16–18]. Экономические затраты при ПОКО крайне дорогостоящи, например в США стоимость лечения подобных осложнений оценивается в 20 млрд USD в год [2].

По современным данным [18], ПОКО ассоциированы с повышенной летальностью, легочными, почечными и неврологическими осложнениями

injury during noncardiac surgeries (NOMD) is for the first time identified as a separate variant of a pathological process in the heart muscle. It emphasizes maximal attention of clinical physicians to cardiac complications in high-risk patients subjected to surgeries performed on different organs. The problem under study is undoubtedly one of the relevant complex issues of contemporary medicine. According to extensive studies, about 40% of mortality of adult patients during non-cardial operative interventions are caused by perioperative cardiac complications (POCC), among which the most frequent are different variants of MI and heart failure (HF) [2–4].

An essential aspect of the problem is prophylaxis and effective timely treatment of these complications at the hospital stage. Solution of this problem surely requires a multi-disciplinary approach involving doctors specializing in different fields - cardiologists, therapists, surgeons and so on; however, in the in-patient surgical environment, the whole process is usually coordinated by an anesthesiologist-reanimatologist [5–10].

The problem under discussion is particularly relevant when medical assistance is rendered to elderly patients. In the world, the number of operations performed on elderly and senile patients, the share of whom is continuously growing in the developed countries, is continuously increasing [10, 11]. The elderly need surgery several times more frequently than the average population figure [12, 13]. They say that in the next 20 years, aging of the population will become the main factor influencing specifics of the anesthesiological-reanimatological tactics [13].

Beside high mortality, perioperative functional disturbances of the heart and/or MI [14], leading to the development of acute HF (AHF) or decompensation of chronic HF (CHF), become a reason of a whole number of complications explained by inconsistency between cardiovascular system reserves and body requirements resulting in oxygen-transport dysfunction and tissue hypoxia [15]. Such complications include multiple organ dysfunction/insufficiency, disturbed reparative processes in the operative intervention zone, infections, cognitive disorders, etc. As a result, the ICU and in-patient period in general becomes longer, the cost of treatment rises dramatically [16–18]. The economic costs during POCC are highly expensive; in the USA, for instance, the estimated cost of managing such complications amounts to USD 20 billion a year [2].

According to current data [18], POCC are associated with increased mortality, pulmonary, renal, and neurological complications, sepsis, requirement for blood transfusions, revisions and extended in-patient period. The said complications are similarly typical for vascular and major general surgeries. Increasingly greater attention is recently paid to post-hospitalization consequences of POCC, which include not only the 30-day mortality, but aggravation or development of CHF underlined by left ventricle (LV) remodeling

ми, сепсисом, потребностью в гемотрансфузиях, повторными операциями и продленной госпитализацией. Указанные осложнения одинаково характерны для сосудистых и обширных общехирургических вмешательств. В последнее время все большее внимание стали уделять постгоспитальным последствиям ПОКО, среди которых не только 30-суточная летальность, но и усугубление или развитие ХСН, в основе которой лежит ремоделирование левого желудочка (ЛЖ) [19]. Кроме того, указывают на повышение риска 16-месячной летальности, нефатальных ИМ, периферических тромбозов и ампутаций конечностей, а также ишемических инсультов [20].

За рубежом публикуются детальные рекомендации по оптимальной диагностико-лечебной тактике, направленной на снижение риска ПОКО [13, 21, 22–25]. Аналогичные рекомендации издаются и обсуждаются и в нашей стране [12, 27, 28].

Риск ПОКО напрямую зависит от состояния пациента до хирургического вмешательства, наличия сопутствующих заболеваний и их тяжести. Кроме этого, на прогноз оказывают влияние срочность оперативного вмешательства, объем, сложность и длительность операции, а также изменение в ходе операции температуры тела, степень кровопотери, объем вводимой жидкости. Считают, что выбор оптимальной тактики периоперационного ведения пациентов позволяет снизить частоту и тяжесть ПОКО. Особенности лечебно-профилактической тактики, направленной на снижение риска ПОКО, варьируются в зависимости от характера сопутствующих сердечно-сосудистых заболеваний, их стадии, перенесенных интервенционных процедур, кардиохирургических операций и др., что нашло отражение в подобных клинических рекомендациях, в которых проанализированы клинические особенности клапанных пороков, различных нарушений проводимости и ритма сердца, состояний после стентирования коронарных артерий, коронарного шунтирования, протезирования сердечных клапанов и др. [12, 13, 21–26].

Цель публикации — предоставить научно-практическую информацию по оценке риска развития МПНО (ишемия или ИМ) и/или СН и их предупреждению у взрослых пациентов. Настоящий обзор литературы состоит из двух частей. В 1-й части проанализированы эпидемиология, этипатогенез и методы прогнозирования риска ПОКО, во второй — возможности адьювантной фармакологической кардиопroteкции, а также подходы к оптимизации анестезиологического обеспечения оперативных вмешательств у больных высокого кардиального риска.

## Эпидемиология и клиническая структура ПОКО

ПОКО могут развиваться у больных с диагностированной или бессимптомной ишемической

[19]. Besides, increased risk of 16-month mortality, non-fatal MI, peripheral thrombosis and limb amputations, also ischemic strokes is pointed out [20].

Detailed recommendations concerning optimal diagnostic and treatment tactics aimed at POCC risk reduction are published abroad [13, 21, 22–25]. Similar recommendations are published and discussed in this country, too [12, 27, 28].

POCC risk depends directly on the patient condition before surgery, concomitant diseases and their severity. Besides, prognosis is affected by operative intervention urgency, operation scope complexity and duration, also intraoperative change of the body temperature, blood loss level, and volume of administered liquid. The choice of the optimal tactics for perioperative management of patients is considered to reduce POCC occurrence and severity. Peculiarities of the treatment and prophylaxis tactics aimed at reduction of the POCC risk vary depending on the nature of concomitant cardiovascular diseases, their stage, earlier intervention procedures, cardiosurgeries etc., which has been reflected in detailed clinical recommendations through analysis of clinical peculiarities of valve defects, various disorders of conductivity and heart rhythm, conditions after coronary artery stenting, coronary bypass surgery, valve replacements, and so on. [12, 13, 21–26].

The purpose of this paper is to provide scientific and practical information on assessment of the risk of NOMD (ischemia or MI) and/or HF and their prevention in adult patients. This literature overview consists of two parts. The first part analyzes epidemiology, etiopathogenesis, and POCC risk prediction methods; the second part describes the possibilities of adjuvant pharmacological cardioprotection and approaches to optimizing anesthesiological support of operative interventions in high cardiac risk patients.

## POCC epidemiology and clinical structure

POCC may develop in patients suffering from diagnosed or asymptomatic ischemic heart disease (IHD) and/or LV dysfunction, cardiac valve defects and arrhythmias. Development of MI associated with high mortality — 15–25% — is the most frequent complication. Among 100 million adults aged 45 years and older, who undergo extracardiac operative interventions, about 3 million develop MI [4]. Increasingly more attention is paid recently to the so-called isolated (without clinical symptoms) ischemic increase of troponin during the postoperative period, which is classified as NOMD along with MI [19,28]. The Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction suggests considering NOMD as a separate varioat of heart muscle injury that differ from typical MI [1]. Other POCC include: sudden cardiac death, severe disturbances of heart rythm, CHF decompensation [13, 21, 26, 27].

It is mentioned that among 100 million patients undergoing noncardiac surgeries worldwide, POCC is

болезни сердца (ИБС) и/или дисфункцией ЛЖ, клапанными пороками сердца и аритмиями. Наиболее частым осложнением является развитие ИМ, сопровождающееся высокой летальностью — 15–25%. Среди 100 миллионов взрослых в возрасте 45 лет и старше, подвергающихся экстракардиальным оперативным вмешательствам, ИМ переносят около 3 миллионов [4]. В последнее время все большее внимание уделяют так называемому изолированному (без клинических симптомов) ишемическому повышению тропонина в послеоперационный период, которое, наряду с ИМ, относят к МПНО [19, 28]. В 4-м Универсальном определении ИМ МПНО предложено рассматривать как отдельный вариант повреждения сердечной мышцы, отличающийся от обычного ИМ [1]. Среди других ПОКО: внезапная сердечная смерть, тяжелые нарушения ритма сердца, декомпенсация ХСН [13, 21, 26, 27].

Указывают, что среди 100 миллионов пациентов, подвергающихся во всем мире некардиальным операциям, у 500–900 тысяч диагностируют ПОКО [2]. Наиболее полно представлена информация о распространенности МПНО: в мире ежегодно 10–13 миллионов пациентов переносят МПНО [19]. Данные об удельном весе ИМ в группе больных с МПНО варьируются. При определении в качестве критерия тропонина Т по обычной методике частота ИМ составляет 41,8%, а при использовании высокочувствительной методики определения тропонина в структуре МПНО доля бессимптомного повышения маркера повышается, а доля ИМ снижается до 22–29% ИМ [19, 29]. Определенные экстраполяции позволяют оценить распространенность ПОКО в европейских странах. Установлено, что число ежегодно выполняемых в мире оперативных вмешательств составляет около 4% от численности населения [30]. Для Европы с численностью населения более 500 миллионов человек количество оперативных вмешательств составит около 19 миллионов, причем около 30% последних, т. е. не менее 5,7 миллионов — это обширные операции у больных с сопутствующей сердечно-сосудистой патологией [13]. Исходя из представлений о частоте ПОКО, очевидно, что в странах Европейского союза ежегодно развивается не менее 167 000 ПОКО, в том числе 19 000 осложнений с летальным исходом [13].

Отечественные исследования, освещающие эпидемиологию ПОКО немногочисленны [5–7, 31, 32]. При полостных операциях, в том числе онкологических, у больных пожилого и старческого возраста частота ПОКО составляет около 10% [7], однако при наиболее травматичных вмешательствах может достигать 24% [32].

Для развития ПОКО характерны несколько «пиков»: 52% осложнений диагностируют в первые 3 суток периоперационного периода, и 32% — на 6–8-е сутки [7]. Установлено, что более 70% после-

диагнosed in 500 to 900 thousand [2]. Information about NOMD prevalence is presented most fully: 10–13 million patients suffer NOMD every year worldwide [19]. Data about specific weight of MI in the NOMD population vary. When troponin T is determined as a criterion following conventional method, MI occurrence equals to 41.8%; when a highly sensitive method of determining troponin is used, the fraction of asymptomatic increase of the marker grows while the fraction of MI falls down to 22–29% in the NOMD structure [19, 29]. Certain extrapolations allow assessing POCC prevalence in the European countries. It has been established that the number operative interventions performed in the world every year is about 4% of the population size [30]. For Europe that has a population exceeding 500 million, the number of operative interventions will amount to 19 million approximately, wherein about 30% of the latter, i.e. at least 5.7 million are major surgeries in patients with concomitant cardiovascular pathology [13]. Based on the idea of POCC prevalence, at least 167,000 POCC develop evidently in the European Union countries every year, including 19,000 complications with fatal outcome [13].

There are few domestic studies covering POCC epidemiology [5–7, 31, 32]. During abdominal operations including oncological ones, POCC occurrence in elderly and senile patients equals to 10% approximately [7], though it can reach 24% during most traumatic interventions [32].

POCC development is characterized by several ‘peaks’: 52% of complications are diagnosed during the first 3 perioperative days and 32% — on day 6–8 [7]. It has been established that more than 70% of postoperative MI develop within the first 48 hours, at that, in 75% of cases they are asymptomatic [33]. The reasons for the asymptomatic nature of early postoperative MI are postmedication after general anesthesia, wide prescription of analgetics, ‘masking’ pain in the operative intervention region etc. [33].

Analysis of the POCC spectrum in the Russian healthcare environment has found that MI at the background of initial subcompensated coronary insufficiency is diagnosed in 23.2% of cases, MI in patients without clinical symptoms of IHD — in 26.8%; sudden cardiac death occurs in 5.4% of patients, cardiac decompensation occurs in 44.6% of patients [7]. According to some investigations, nosocomial mortality during development of such complications may reach 45.5%, which is 9 times higher than the mortality in other patients [7].

## POCC Etiopathogenesis

NOMD comprises: 1) MI conforming to modern criteria [1] — a combination of increased level of cardio-specific troponin (with the exception of MI of type 3) with one or more symptoms of myocardial ischemia; 2) an isolated ischemic increase of troponin [19].

операционных ИМ развиваются в первые 48 часов, причем в 75% наблюдений имеют бессимптомное течение [33]. Причинами бессимптомности ранних послеоперационных ИМ являются постмедициация после общей анестезии, широкое назначение аналгетиков, «маскирующие» боли в области оперативного вмешательства и др. [33].

При анализе спектра ПОКО в условиях российского здравоохранения установлено, что ИМ на фоне исходной субкомпенсированной коронарной недостаточности диагностируют в 23,2% наблюдений, ИМ у больных без клинических признаков ИБС – в 26,8%; у 5,4% больных наступает внезапная сердечная смерть, у 44,6% – декомпенсация сердечной деятельности [7]. По данным отдельных исследований госпитальная летальность при развитии таких осложнений может составить 45,5%, в 9 раз превышая летальность у остальных пациентов [7].

### **Этиопатогенез ПОКО**

МПНО включает в себя: 1) ИМ, соответствующий современным критериям [1] – сочетание повышения уровня кардиоспецифического тропонина (за исключением ИМ 3-го типа) с одним или более признаками ишемии миокарда; 2) изолированное ишемическое повышение уровня тропонина [19].

Следует отметить, что определение МП [1], также как и определение ИМ, базируются, прежде всего, на определении уровня кардиоспецифического тропонина в крови. Термин МП рекомендуется использовать тогда, когда выявляется содержание тропонина в крови, превышающее 99-й перцентиль верхнего референсного предела («upper reference limit» – URL) [34]. МП считают острым, если в повторных анализах определяется повышение и/или снижение уровня тропонина [1, 34].

Критериями ИМ являются содержание тропонина в крови, превышающее 99-й перцентиль URL, с закономерной динамикой (повышение и/или снижение) в сочетании хотя бы с одним из следующих признаков: симптомы миокардиальной ишемии, новые ишемические изменения на ЭКГ, появление патологического зубца Q на ЭКГ, визуализация вновь развившихся потерь жизнеспособного миокарда или нарушений сегментарной сократимости ишемической этиологии, идентификация коронарного тромбоза на ангиографии или при патологоанатомическом исследовании [1].

Учитывая центральную роль определения кардиоспецифического тропонина в диагностике МПНО и ИМ, остановимся на методических аспектах этого лабораторного теста. Введение понятия 99-го перцентиля URL как уровня, выше которого диагностируется ИМ, связано с тем, что определение тропонина не является полностью стандартизованным. Референсные значения в различных лабораториях и при использовании раз-

It should be noted that the definition of MP [1], same as the definition of MI, is based, first of all, on determining cardio-specific troponin in blood. It is recommended to use term 'MP' when blood troponin content exceeding the 99<sup>th</sup> percentile of the upper reference limit is detected («upper reference limit» - URL) [34]. MP is considered acute when repeated analyses identify an increased and/or decreased troponin level [1, 34].

MI criteria are blood troponin content exceeding the 99<sup>th</sup> percentile of URL with consistent dynamics (increase and/or decrease) combined at least with one of the following signs: myocardial ischemia symptoms, new ischemic changes on ECG, appearance of pathological Q wave on ECG, visualization of newly developed losses of viable myocardium or disorders of segmental contractility of ischemic etiology, identification of coronary thrombosis during angiography or postmortem examination [1].

Considering the central role of cardio-specific troponin determination in the NOMD and MI diagnosis, we turn our attention to the methodical aspects of this laboratory test. Introduction of the notion of 99th percentile of URL as the level above which MI is diagnosed is connected with the fact that troponin determination is not fully standardized. Reference values may vary between different laboratories and different reagent sets. That is why for diagnostic purposes, the 99th percentile of URL – the biomarker level at which in the healthy population 99 of 100 subjects will have negative diagnosis and only 1 of 100 might have a false-positive result – is used rather than specific values [34]. The value of the 99th percentile of URL is given by manufacturers in inserts to analytical instruments, so troponin increase criteria are individual for each laboratory.

Perioperative MI pathophysiology vary comprising etiopathogenetic mechanisms of MI of type 1, 2, and 3 [1]. Type 1 MI develops as a result of rupture or erosion of an atherosclerotic plaque followed by coronary artery thrombosis. During the perioperative period, type 1 MI might occur both in patients with hemodynamically significant atherosclerotic plaques and in the zone of coronary arteries affected by atherosclerosis, but without hemodynamically significant stenosis [14]. Such variant of complication is usually related to rupture of an unstable atherosclerotic plaque [13, 35, 36].

The peculiarity of an unstable plaque is a large lipid nucleus enclosed in a fibrous capsule and containing thrombogenic lipids, macrophages and cytokines [38]. Various factors of an operative intervention (systemic inflammation, cytokine imbalance, endothelial dysfunction, hypercoagulation etc.) may induce rupture of an unstable atherosclerotic plaque and coronary artery thrombosis [24, 38]. The prevalence data about perioperative type 1 MI are heterogeneous. Some angiographic studies detect plaque ruptures in 50–60% of patients suffering from this complications [39, 40], while other studies do not support these data [14, 41].

личных наборов реагентов могут отличаться. Поэтому для диагностических целей используют не конкретные значения, а 99-й перцентиль URL – уровень биомаркера, при котором 99 из 100 лиц здоровой популяции будут иметь отрицательный диагноз и только 1 из 100 может иметь ложноположительный диагноз [34]. Значение 99-го перцентиля URL указывают производители на вкладышах аналитических наборов, поэтому критерии повышения тропонина индивидуальны для каждой лаборатории.

Патофизиология периоперационного ИМ варьирует, включая в себя этипатогенетические механизмы ИМ 1-, 2- и 3-го типа [1]. ИМ 1-го типа развивается в результате разрыва или эрозии атеросклеротической бляшки с последующим тромбозом коронарной артерии. В периоперационный период ИМ 1-го типа может возникнуть как у больных с гемодинамически значимыми атеросклеротическими бляшками так и в зоне коронарных артерий, пораженных атероскллерозом, но без гемодинамически значимых стенозов [14]. Такой вариант осложнения, как правило, связан с разрывом нестабильной атеросклеротической бляшки [13, 35, 36].

Особенностью нестабильной бляшки является большое липидное ядро, покрытое фиброзной капсулой и содержащее тромбогенные липиды, макрофаги и цитокины [38]. Различные факторы оперативного вмешательства (системное воспаление, цитокиновый дисбаланс, эндотелиальная дисфункция, гиперкоагуляция и др.) могут спровоцировать разрыв нестабильной атеросклеротической бляшки и тромбоз коронарной артерии [24, 38]. Данные о распространенности периоперационного ИМ 1-го типа неоднородны. Отдельные ангиографические исследования выявляют разрывы бляшек у 50–60% больных с этим осложнением [39, 40], другие не подтверждают эти данные [14, 41].

Периоперационный ИМ 2-го типа некоторые авторы считают наиболее типичным осложнением [14, 41]. Нарушение баланса доставки и потребления кислорода в миокарде может возникать у больных с различным состоянием коронарных артерий: при выраженному стенотическом поражении, при коронаропазмах и микроциркуляторной дисфункции, эмболиях в коронарные артерии, диссекциях коронарных артерий и интрамуральных гематомах сосудистой стенки, а также при интактных коронарных артериях [1]. Этиопатогенетическим факторами ИМ 2-го типа являются: тахиаритмии, выраженная артериальная гипертензия, особенно в сочетании с гипертрофией миокарда, тяжелые брадиаритмии, дыхательная недостаточность, тяжелая анемия, артериальная гипотензия и шок [1]. В периоперационный период снижение доставки и/или повышение потребления кислорода сердечной мышцей может возникать и усугубляться на фоне гемодинамических, нейроэндокринных и метаболических нарушений, характерных для

Some authors consider perioperative type 2 MI a most typical complication [14, 41]. Upset of the myocardial oxygen delivery and uptake balance might occur in patients with different condition of coronary arteries: pronounced stenotic lesion, during coronary spasms and microcirculatory dysfunction, embolism into coronary arteries, coronary artery dissections and intramural hematomas of the vascular wall, also in case of intact coronary arteries [1]. The etiopathologic factors of type 2 MI are: tachyarrhythmia, pronounced arterial hypertension especially when it is combined with myocardial hypertrophy, severe bradyarrhythmia, respiratory distress, severe anemia, arterial hypotension and shock [1]. During the perioperative period, decreased delivery and/or increased consumption of oxygen by the heart muscle might occur and aggravate at a background of hemodynamic, neuroendocrinological and metabolic disorders typical for the perioperative period (arterial hypotension, hypovolemia, tachycardia, spastic responses and vasospasm, hypoxemia, electrolyte disorders, acidosis etc.) [1, 13, 25].

Finally, during the perioperative period, type 3 MI may develop, which is classified as a sudden death at the background of fresh ischemic changes on ECG, ventricle fibrillation or other symptoms of myocardial ischemia when the troponin level was not determined due to shortage of time [1].

An isolated increase of troponin as a variant of NOMD during the perioperative period of noncardiac surgeries is attracting increasingly more attention of clinicians [19, 28]. Identification of this complication is based on blood troponin level and diagnosed if within 30 days of the postoperative period, troponin T level equal to 0.03 ng/ml (established using highly sensitive instruments of the 4<sup>th</sup> generation) or higher caused by myocardial ischemia that did not result in MI and in the absence of alternative non-ischemic reasons for troponin increase (pulmonary artery embolia, sepsis, tachysystolic atrial fibrillation, cardioversions, chronic increase of troponin, etc.) was detected [19, 29]. NOMD without MI might be related to the same etiopathogenetic mechanisms that are realized during development of type 1 or 2 MI [19]. Unfortunately, in the absence of highly sensitive method of determining cardio-specific troponins, the diagnosis and verification of NOMD without MI might be difficult [1]. Nevertheless, usual laboratory tests for troponins might be acceptable. Detection of an isolated increase of the biomarker above the 99th percentile of URL subject to fulfillment of the said conditions gives grounds to diagnose NOMD [1].

**Heart failure.** According to the definition given by the American College of Cardiology and American Heart Association (ACC/AHA), HF is a complex clinical syndrome, which a result of any structural or functional disorder of filling heart ventricles with blood or ejection of the latter [42]. In the end, HF affects all organs and systems. During HF, structural and/or functional disorders might result not only in cardiac

perioperative period (arterial hypotension, hypovolemia, tachycardia, spastic reactions and vasospasm, hypoxemia, electrolyte disorders, acidosis and others) [1, 13, 25].

Наконец, в периоперационный период может развиться ИМ 3-го типа, который классифицируется как внезапная смерть на фоне свежих ишемических изменений на ЭКГ, фибрилляции желудочков или других признаков ишемии миокарда, когда определение уровня тропонина не выполнено вследствие дефицита времени [1].

Изолированное повышение уровня тропонина, как вариант МПНО, в периопрационный период некардиальных операций привлекает все большее внимание клиницистов [19, 28]. Определение этого осложнения базируется на уровне тропонина в крови и диагностируется, если в течение 30 суток послеоперационного периода зарегистрировано значение тропонина Т 0,03 нг/мл (определение с помощью высокочувствительных наборов 4-го поколения) или выше в результате миокардальной ишемии, которая не результатировалась в ИМ, при отсутствии альтернативных неишемических причин повышения тропонина — эмболии легочной артерии, сепсиса, тахисистолическая форма фибрилляции предсердий, кардиоверсий, хронического повышения тропонина и др.) [19, 29]. К МПНО без ИМ могут приводить те же этиатогенетические механизмы, которые реализуются при развитии ИМ 1- и 2-го типа [19]. К сожалению, в отсутствие высокочувствительных методик определения кардиоспецифических тропонинов диагностика и верификация МПНО без ИМ могут быть затруднены [1]. Тем не менее, приемлемы и обычные лабораторные тесты на тропонины. Выявление изолированного повышения уровня биомаркера над 99-м перцентилем URL при соблюдении вышеуказанных условий дает основания диагностировать МПНО [1].

**Сердечная недостаточность.** По определению Американского колледжа кардиологии и Американской ассоциации сердца (ACC/AHA) СН — это сложный клинический синдром, который является результатом любого структурного или функционального нарушения заполнения желудочков сердца кровью или изgnания последней [42]. В конечном итоге СН затрагивает все органы и системы. При СН структурные и/или функциональные нарушения могут результатироваться не только в уменьшении сердечного выброса, но и в повышении внутрисердечного давления в покое или при нагрузке [43]. У больных, которым выполняют некардиальные операции возможны как ХСН, так и вновь возникшая ОСН [13, 21, 24].

Распространенность ХСН, особенно среди лиц старшей возрастной группы, высока. В развитых странах ХСН страдают 1–2% населения, а у лиц старше 70 лет распространенность заболевания превышает 10% [42, 43]. В США ежегодно диагно-

outout lessening, but in increased intracardiac pressure at rest or on exertion [43]. Patients subjected to noncardiac surgeries might develop both CHF and de novo AHF [13, 21, 24].

CHF prevalence, particularly among the elderly population, is high. В развитых странах CHF страдают 1–2% of the population suffer from CHF while in the population older than 70 years of age, the prevalence of this disease exceeds 10% [42, 43]. In the USA, more than 650,000 new cases of CHF are diagnosed every year [42]. Among people older than 65 years of age who have exertional dyspnea, at least one of six suffers from non-diagnosed CHF [44]. Correspondingly, many surgical patients have this concomitant disease. It is pointed out that CHF patients are up to 10% of the total number of in-patient subjects [21]. As exemplified by one of the USA states, it has been shown that 4631 hospitalizations for noncardiac reasons fall on 2762 CHF patients within 2 years [45]. In patients older than 65 years of age, CHF increases the risk of hospital mortality during noncardiac operations in 3.3 times versus the control group and in 2.6 times versus IHD patients [46].

CHF is a polyetiological disease; however, at least in 70% of cases observed it complicates IHD and/or hypertensive disease; other reasons include cardiomyopathies (up to 10% of cases observed), heart defects, myocarditis, arrhythmias, some endocrine diseases, alcoholism, amyloidosis, sarcoidosis, etc. [43, 44]. Sepsis and anemia can also play a certain etiopathological role in HF development. The basic etiopathological factors of CHF (and AHF, too) are usually combined into three main groups: myocardial disease or injury, preload and afterload disorders, heart rhythm disorders [43].

According to the ACC/AHA classification [44], there are 4 clinical stages of CHF:

A — patients with a high risk of the disease without structural changes in the heart or symptoms;

B — structural changes in the heart without clinical manifestations;

C — structural changes in the heart with primary or persistent symptoms;

D — refractory CHF that requires special invasive treatment techniques.

Based on the prominence of clinical implications of CHF and exercise tolerance, 4 functional classes (FC) are identified according to the classification of the New York Heart Association (NYHA):

I — there is no limitation of exercise, usual exercise does not cause CHF symptoms;

II — moderate limitation of physical activity, usual physical activity causes CHF symptoms;

III — prominent limitation of physical activity; comfortable condition at rest, but a minimal exercise causes clinical manifestations of CHF;

IV — impossibility to do a minimal exercise or CHF at rest.

It is principal importance that the classification of CHF stages according to ACC/AHA and the

стируют более 650 000 новых случаев заболевания XCH [42]. Среди людей старше 65 лет с одышкой при физической нагрузке, по крайне мере, один из шести имеет недиагностированную XCH [44]. Соответственно, многие хирургические пациенты имеют это сопутствующее заболевание. Указывают, что пациенты с XCH составляют до 10% общей численности лиц, находящихся в стационарах [21]. На примере одного из штатов США показано, что на 2762 больных XCH за 2 года приходится 4631 госпитализация по некардиальным причинам [45]. У больных старше 65 лет XCH увеличивает риск госпитальной летальности при некардиальных операциях в 3,3 раза по сравнению с контрольной группой и в 2,6 раза по сравнению с больными ИБС [46].

XCH является полиэтиологичным заболеванием, однако не менее, чем в 70% наблюдений она осложняет ИБС и/или гипертоническую болезнь; среди остальных причин кардиомиопатии (до 10% наблюдений), пороки сердца, миокардиты, аритмии, некоторые эндокринные заболевания, алкоголизм, амилоидоз, саркоидоз и др. [43, 44]. Определенную этиопатогенетическую роль в развитии СН могут играть сепсис и анемия. Основные этиопатогенетические факторы XCH (а также и ОЧН) принято объединять в три основные группы: заболевание или повреждение миокарда, нарушения преднагрузки и постнагрузки, нарушения сердечного ритма [43].

В соответствии с американской классификацией ACC/AHA [44] выделяют 4 клинические стадии XCH:

А — больные с высоким риском заболевания без структурных изменений в сердце и симптомов;

Б — структурные изменения в сердце без клинических проявлений;

С — структурные изменения в сердце с первичными или постоянными симптомами;

Д — рефрактерная XCH, требующая специальных инвазивных методов лечения.

На основании выраженности клинических проявлений XCH и переносимости физической нагрузки выделяют 4 функциональных класса (ФК) по Функциональной классификации Нью-Йоркской ассоциации сердца (NYHA):

I — нет ограничения физической нагрузки, обычной физическая нагрузка не вызывает симптомов XCH;

II — умеренное ограничение физической активности, обычная физическая нагрузка вызывает симптомы XCH;

III — выраженное ограничение физической активности; комфортное состояние в покое, но минимальная физическая нагрузка вызывает клинические проявления XCH;

IV — невозможность выполнять минимальную физическую нагрузку или симптомы XCH в покое.

NYHA Functional Classification are not fully parallel [42], as it is often erroneously stated [21]. It is quite obvious that the condition of a patient with structural changes in the heart and manifested clinical symptoms of CHF (stage C according to ACC/AHA) might correspond to different NYHA FC depending on treatment efficacy (table 1).

In the domestic clinical practice, the well-known classification of CHF according to I.D. Strazhesko and V.H. Vasilenko (1935) is still used, which combines clinical symptoms and pathophysiological changes in the blood circulation system, that is why stages according to this classification cannot be unambiguously equaled to NYHA FC.

When there are clinical symptoms, depending on the LV ejection fraction (EF), a distinction is traditionally made between CHF with reduced (<40%) and normal (>50%) LVEF [21, 42]. At present, CHF with moderately decreased (40–49%) LVEF is singled out [43]. These variants of CHF differ not only by LVEF value, but by prevailing disorder of the processes of systolic contraction and diastolic compliance of the heart, too [21]. During CHF with reduced LVEF, the systolic function is predominantly disturbed while during CHF with normal LVEF — the diastolic one. During CHF with a moderately decreased LVEF, it is the diastolic function that is mostly disturbed though the initial signs of systolic dysfunction have already manifested [43]. Diastolic dysfunction is characterized by increased (on exertion or at rest) end-diastolic pressure in LV while LVEF remains at a level close to normal.

Patients with decreased LVEF belong, undoubtedly, to the higher operation risk group, especially when their LVEF is <30% [47, 48]. For an anesthesiologist/rehabilitologist, it is important that the systolic and diastolic heart functions are closely interrelated. Diastolic CHF might be not diagnosed prior to a surgical intervention, at the same time, there is a risk of its decompensation during the perioperative period, in particular, as a result of hypervolemia [21].

The etiological factors of AHF might be [43]:

- acute coronary syndrome;
- tachyarrhythmias (including atrial fibrillation, ventricular tachycardia);
- severe arterial hypertension;
- contagious diseases (pneumonia, infective endocarditis, sepsis);
- failure to observe the recommended intake of water, salt, and/or medicines;
- bradyarrhythmia;
- toxic substances (alcohol, soft drugs);
- medicines (including non-steroidal anti-inflammatory drugs, corticosteroids, medicines featuring negative inotropic effect, cardiotoxic chemotherapeutic drugs);
- exacerbation of a chronic obstructive lung disease;
- pulmonary artery embolia;

**Таблица 1. Соотношение стадий ХСН по ACC/AHA и ФК NYHA [42].**  
**Table 1. Correlation of CHF stages according to ACC/AHA and NYHA FC [42].**

CHF Stages according to ACC/AHA	NYHA FC
A	—
B	I
C	I
	II
	III
D	IV

**Примечание.** CHF Stages according to ACC/AHA – стадии ХСН по ACC/AHA; NYHA FC – ФК NYHA.

Принципиально важно, что между классификацией стадий ХСН по ACC/AHA и Функциональной классификацией NYHA нет полного параллелизма [42], как часто ошибочно указывают [21]. Вполне очевидно, что состояние больного со структурными изменениями в сердце и проявившимися клиническими симптомами ХСН (стадия С по ACC/AHA) может соответствовать разным ФК NYHA в зависимости от эффективности лечения (табл. 1).

В отечественной клинической практике продолжают использовать известную классификацию ХСН по И. Д. Стражеско и В. Х. Василенко (1935), объединяющую в себе клинические симптомы и патофизиологические изменения в системе кровообращения, поэтому стадии по этой классификации нельзя однозначно приравнивать к ФК NYHA.

При наличии клинических симптомов в зависимости от величины фракции изгнания (ФИ) ЛЖ традиционно различают ХСН со сниженной (<40%) и нормальной (>50%) ФИ ЛЖ [21, 42]. В настоящее время стали выделять ХСН с умеренно сниженной (40–49%) ФИ ЛЖ [43]. Эти варианты ХСН отличаются не только величиной ФИ ЛЖ, но и преимущественным нарушением процессов систолического сокращения и диастолического расслабления сердца [21]. При ХСН со сниженной ФИ ЛЖ преимущественно нарушена систолическая функция, при ХСН с нормальной ФИ ЛЖ – диастолическая. При ХСН с умеренно сниженной ФИ ЛЖ в основном нарушена диастолическая функция, хотя уже манифестируались начальные признаки систолической дисфункции [43]. Для диастолической дисфункции характерно повышенное (при нагрузке или в покое) конечно-диастолическое давление в ЛЖ, а ФИ ЛЖ остается на уровне, близком к нормальному.

Больные со сниженной ФИ ЛЖ, несомненно, относятся к группе повышенного операционного риска, особенно при значениях ФИ ЛЖ <30% [47, 48]. Для анестезиолога-реаниматолога важно, что систолическая и диастолическая функция сердца тесно взаимосвязаны. Диастолическая ХСН может не диагностироваться перед оперативным вмешательством, вместе с тем, существует риск ее декомпенсации в периоперационный период, в частности, в результате гиперволемии [21].

Этиологическими факторами ОСН могут быть [43]:

- surgical intervention and perioperative complications;
- increased sympathetic tone, stress cardiomyopathy;
- metabolic/hormonal disorders (including thyroid dysfunction, diabetic ketocidosis, adrenal dysfunction, pregnancy and periparturient disorders);
- cerebral apoplexy;
- ‘mechanic’ injuries: acute myocardial injuries aggravating acute coronary syndrome (free wall rupture, ventricular septal defect, acute mitral regurgitation), chest trauma or heart cavity catheterization, acute dysfunction of a native or artificial valve of the heart due to endocarditis, dissections of aorta or thrombosis.

During the perioperative period, the etiopathogenesis of CHF decompensation or de novo AHF tend to be multifactorial. In this clinical situation, the reasons for cardiac function decompensation might be NOMD, hypervolemia, activation of renin-angiotensin-aldosterone and sympathoadrenal system, hypercortisolemia, metabolic and electrolyte disorders, also reduced activity of elective oral drug therapy providing blood circulation compensation [13, 21, 49, 50]. To prevent worsening of a cardiovascular disease and reduce the risk of perioperative cardiac complications, mandatory continuation of the preoperative drug therapy during the postoperative period is recommended [21].

The most probable periods for development of AHF (or CHF decompensation) are:

- 1) direct operative and early postoperative period when the main etiopathogenetic factors are a prolonged operative intervention, myocardial ischemia and active infusions leading to hypervolemia;
- 2) postoperative day 3–4 when reabsorption of liquid from the third space might become the main reason of hypervolemia [13, 21, 49].

### Assessment of the Risk of Cardiac Complications in noncardiac surgery

**General.** A detailed step-by-step algorithm of the assessment of cardiac complication risk in surgical patients is given in Russian and foreign recommendations [12, 13, 21, 24, 26]; therefore, we will turn our attention to the main aspects of the issue only.

The risk of cardiac complications depends on the operative intervention characteristics (type, urgency, expected duration), peculiarity of the condition of a

- острый коронарный синдром;
- тахиаритмии (в том числе, фибрилляция предсердий, желудочковая тахикардия);
- тяжелая артериальная гипертензия;
- инфекционные заболевания (пневмония, инфекционный эндокардит, сепсис);
- не соблюдение рекомендованного режима потребления воды, соли и/или лекарственных средств;
- брадиаритмии;
- токсические вещества (алкоголь, «легкие» наркотики);
- лекарственные средства (в том числе, нестероидные противовоспалительные средства, кортико-стериоиды, препараты с отрицательным инотропным эффектом, кардиотоксические химиотерапевтические препараты);
- обострение хронической обструктивной болезни легких;
- эмболия легочной артерии;
- хирургическое вмешательство и периоперационные осложнения;
- повышенный симпатический тонус, стрессорная кардиомиопатия;
- метаболические/гормональные расстройства (в том числе, тиреоидная дисфункция, диабетический кетоацидоз, надпочечниковая дисфункция, беременность и околородовые расстройства);
- мозговой инсульт;
- «механические» повреждения: острые повреждения миокарда, осложняющие острый коронарный синдром (разрыв свободной стенки, дефект межжелудочковой перегородки, острая митральная регургитация), травма грудной клетки или катетеризация полостей сердца, острая дисфункция нативного или искусственного клапана сердца вследствие эндокардита, диссекции аорты или тромбоза.

В периоперационный период этиопатогенез декомпенсации ХСН или вновь возникшей ОСН чаще всего многофакторный. Причинами декомпенсации сердечной деятельности в этой клинической ситуации могут быть МПНО, гиперволемия, активация ренин-ангиотензин-альдостероновой и симпатоадреналовой системы, гиперкортизолемия, метаболические и электролитные нарушения, а также снижение активности плановой пероральной лекарственной терапии, обеспечивавшей компенсацию кровообращения [13, 21, 49, 50]. Для предупреждения прогрессирования сердечно-сосудистого заболевания и снижения риска периоперационных кардиальных осложнений рекомендуют обязательное продолжение предоперационной лекарственной терапии в послеоперационный период [21].

Наиболее вероятными периодами развития ОСН (или декомпенсации ХСН) являются:

- 1) непосредственный операционный и ранний послеоперационный период, когда основными этиопатогенетическими факторами являются длитель-

particular patient (age, concomitant cardiovascular diseases and specific risk factors), specific features of perioperative management including pharmacotherapy and specifics of the anesthetic-resuscitation support.

Indications for abandonment of an elective operative intervention and targeted treatment occur when severe cardiovascular disorders are diagnosed in a patient (table 2) [24, 26, 51]. In this instance, it is recommended to evaluate angina severity in IHD patients according to the classification of the Canadian Cardiovascular Society (CCS), which distinguishes five FC:

FC 0 – asymptomatic course of the disease;

FC I – angina only during a rigorous or prolonged exercise;

FC II – minor symptoms only during active exercise;

FC III – angina pain or equivalent – dyspnea during everyday activity;

FC IV –angina during a minor stress or at rest.

Earlier, only vascular operations (operations on the aorta, large and peripheral arteries) were regarded as operative interventions of high cardiac risk (the summary occurrence of cardiac death and non-fatal MI within 30 perioperative days exceeds 5%), with the exception of carotid endarterectomy [13, 26]. It used to be stressed that endoscopic operative interventions, for example, laparoscopic, have the same cardiac risk as laparotomy [13]. The risk of different endoscopic operative interventions should be obviously assessed based on their type and scope. Besides, different types of operative interventions performed in different hospitals of different countries might probably have a different cardiac risk. This is true, for example, of thoracic operations which some sources classify as operations of average risk and other - as high [13, 26, 52]. Without delving into discussion on this intricate problem, we will note that continuous review of opinion concerning the cardiac risk of operative interventions has been reflected in the recommendations of the RF Federation of Anesthesiologists and Reanimatologists [53] and in the amendments published in 2017 and partial revision of the European recommendations [54] (table 3). It can be assumed that this version of POCC risk assessment is currently the most relevant.

According to contemporary thinking, during general surgical and vascular operative interventions, the POCC risk factors are [18]: age >65 years, patient's physical status according to ASA >3, operation urgency, preoperative CHF, chronic obstructive lung disease, acute renal failure or use of hemodialysis, creatinine >120 mg/l, hematocrit <34%, operation duration >240 min.

Previous focused studies identified a number of additional predictors of POCC [50]: MI in past medical history, verified IHD, heart rhythm disorders in past medical history, intermittent lameness, diabetes mellitus requiring treatment, preoperative use of ni-

ное оперативное вмешательство, ишемия миокарда и активные инфузии, приводящие к гиперволемии;

2) 3–4-е послеоперационные сутки, когда основной причиной гиперволемии может стать реабсорбция жидкости из третьего пространства [13, 21, 49].

## Оценка риска кардиальных осложнений в некардиальной хирургии

**Общие положения.** Подробный пошаговый алгоритм оценки риска кардиальных осложнений у хирургических больных представлен в российских и зарубежных рекомендациях [12, 13, 21, 24, 26], поэтому остановимся лишь на основных аспектах проблемы. Риск кардиальных осложнений зависит от характеристик оперативного вмешательства (вид, срочность, ожидаемая длительность), особенностей состояния конкретного больного (возраст, наличие сопутствующих сердечно-сосудистых заболеваний и специфических факторов риска), особенностей периоперационной лечебной тактики, включая фармакотерапию и особенности анестезиолого-рентгенологического обеспечения.

Показания к отмене планового оперативного вмешательства и целенаправленному лечению возникают, когда у пациента диагностируют тяжелые сердечно-сосудистые нарушения (табл. 2) [24, 26, 51]. При этом выраженность стенокардии у больных ИБС рекомендуют оценивать по классификации Канадского общества кардиологов (CCS), выделяющей пять ФК:

- ФК 0 – бессимптомное течение заболевания;
- ФК I – стенокардия только во время напряженной или длительной физической активности;
- ФК II – незначительные симптомы только во время активной физической деятельности;
- ФК III – стенокардитические боли или эквивалент – одышка при повседневной деятельности;
- ФК IV – стенокардия при малейшей нагрузке или в покое.

Ранее к оперативным вмешательствам высокого кардиального риска (суммарная частота сердечной смерти и нефатальных ИМ в течение 30 суток послеоперационного периода более 5%) относили только сосудистые операции (операции на аорте, крупных и периферических артериях), за исключением каротидной эндартерэктомии [13, 26]. Причем подчеркивалось, что эндоскопические оперативные вмешательства, например лапароскопические, имеют такой же кардиальный риск, как и лапаротомические [13]. Очевидно, риск различных эндоскопических оперативных вмешательств следует оценивать, исходя из их вида и объема. Кроме того, вероятно, что различные виды оперативных вмешательств, выполняемые в различных стационарах различных стран могут иметь отличающийся кардиальный риск. Это относится, например к торакальным операциям, которые одни источники относят относят к операциям среднего риска, а другие

rates or digoxin, detection of myocardial ischemia during the perioperative period, general anesthesia based on narcotic analgesics. The authors drew a distinction of risk factors between coronarogenic complications and HF [55]. The first group of complications was predisposed by: lameness, drastic limitation of exercise, hypercreatininemia ( $>200 \text{ mg/l}$ ) and signs of myocardial ischemia during Holter monitoring after operation. The predictors of CH development were: heart rhythm disorders in past medical history, diabetes mellitus requiring treatment, prolonged anesthesia and operation, vascular surgery, general anesthesia based on narcotic analgesics or isoflurane combined with narcotic analgesics.

It should be noted that thanks to cardiology progress and high treatment and diagnostic level of medicine achieved over recent years, POCC predictors change, their list becomes shorter [51, 55]. According to Orion research (Italy), the main predictors of POCC are: high-risk operative intervention (based on the scale of risk of cardiac complications of noncardiac operations), severe renal failure, CHF, and age [55].

### Evaluation of preoperative functional reserves.

Functional reserves of the body (the level of physical activity) can be determined during stress tests (bicycle exercise, treadmill test) or approximately using a computational method [56]. As a conventional unit of physical activity, 1 metabolic equivalent (MET) has been adopted, which corresponds to oxygen uptake at a rate of  $3.5 \text{ ml/kg/min}$  (oxygen uptake at rest in a man of 40 years of age with a body weight equal to 70 kg). In interviewing a patient, it is possible to evaluate his functional status approximately by assessing his everyday activity using targeted questions [13, 24, 26, 53] (table 4). Answers to the said simple questions allow determining whether the patient performs exercise  $<4 \text{ MET}$  or  $>4 \text{ MET}$ . When the functional capability exceeds 4 MET, no further examination is required. When it is impossible to perform exercise of more than 4 MET, the risk of POCC is high.

Indices of the risk of complications. Along with the qualitative determination of the POCC risk, a quantitative estimate of the latter is expedient (in percent and/or conventional points). The first quantitative index of POCC risk assessment was developed by Goldman L. et al. [57]. This index is referred to as the 'original cardiac risk index' (CRI) or 'Goldman index' [49]. The calculation should take into account not only the data of past medical history and physical examination, but some laboratory test values, calculation of ectopic beat of heart, etc. The maximal score might amount to 55 points. It is possible to calculate the index automatically with the help of calculator posted in Internet: <https://reference.medscape.com/calculator/cardiac-risk-noncardiac-surgery-goldman>

Later, Detsky A. S. et al. [58, 59] pointed out the insufficient predicting accuracy of the original CRI and suggested its modification — a further detailed 'modified CRI' or 'Detsky index', which maximal

**Таблица 2. Сердечно-сосудистые нарушения, требующие отмены плановой операции, немедленного целенаправленного обследования и лечения [24, 26, 51].****Table 2. Cardiovascular disorders necessitating cancellation of an elective operation and immediate targeted examination and treatment [24, 26, 51].**

Патология	Примеры	Pathology	Examples
Нестабильные коронарные состояния	Острый коронарный синдром ИМ давностью менее 30 суток Нестабильная стенокардия Стабильная стенокардия III-IV ФК по классификации CCS	Unstable coronary condition	Acute coronary syndrome MI less than 30 days ago Unstable angina Stable angina & FC III-IV according CCS
Тяжелая ХСН	Декомпенсированная ХСН (III-IV ФК по классификации NYHA), прогрессирующая или впервые диагностированная ХСН	Severe CHF	Decompensated CHF (FC III-IV according to NYHA), progressing or first diagnosed CHF
Выраженные нарушения ритма и проводимости сердца	А-В блокада 2 степени типа Мобитц 2 А-В блокада 2 степени АВ-блокада 3 степени Симптомная желудочковая аритмия Впервые выявленная устойчивая желудочковая тахикардия, Суправентрикулярная аритмия с неконтролируемой частотой желудочкового ритма (более 100 в минуту в покое) Симптомная синусовая брадикардия, эпизоды асистолии > 3 с, фибрилляция предсердий (брадисистолия)	Marked disorders of cardiac rhythm and conduction	Mobitz type 2 second-degree atrioventricular block Second-degree atrioventricular block Third-degree atrioventricular block Symptomatic ventricular arrhythmia De novo steady ventricular tachycardia, Supraventricular arrhythmia with uncontrolled ventricular rhythm rate (more than 100 bpm at rest) Symptomatic sinus bradycardia, asystole episodes > 3 s, atrial fibrillation (bradysystole)
Тяжелые клапанные пороки	Тяжелый аортальный стеноз (средний градиент на аортальном клапане >40 мм рт.ст.; площадь отверстия аортального клапана <1 см <sup>2</sup> или выраженная клиническая картина) Симптомный митральный стеноз (симптомы ХСН, прогрессирующая одышка при нагрузке, пресинкопальные состояния при нагрузке)	Severe valve defects	Severe aortic stenosis (mean gradient on aortic valve >40 mm Hg; aortic valve opening area <1 cm <sup>2</sup> or pronounced clinical pattern) Symptomatic mitral stenosis (CHF symptoms, progressing stress dyspnea, presyncopal conditions on exertion)

источники — высокого [13, 26, 52]. Не углубляясь в дискуссию по этой сложной проблеме, отметим, постоянный пересмотр взглядов на кардиальный риск оперативных вмешательств нашел свое отражение в рекомендациях Федерации анестезиологов и реаниматологов РФ [53] и в опубликованных в 2017 г. дополнениях и частичном пересмотре европейских рекомендаций [54] (табл. 3). Можно полагать, что этот вариант оценки риска ПОКО является в настоящее время наиболее актуальным.

По современным представлениям при общехирургических и сосудистых оперативных вмешательствах факторами риска ПОКО являются [18]: возраст >65 лет, физический статус пациента по классификации ASA >3, экстренность операции, предоперационная ХСН, хроническая обструктивная болезнь легких, острая почечная недостаточность или использование гемодиализа, уровень креатинина >120 мг/л, гематокрит <34%, длительность операции >240 мин.

В ранних целенаправленных исследованиях выявляли ряд дополнительных предикторов ПОКО [50]: ИМ в анамнезе, верифицированная ИБС, нарушения ритма сердца в анамнезе, перемежающаяся хромота, сахарный диабет, требующий лечения, предоперационное применение нитратов или дигоксина, выявление ишемии миокарда в

value might be 100 points. In the original version, this index took into account POCC occurrence in a particular medical institution during a given type of surgery [59]. Using the on-line calculator, it is possible to calculate the Detsky index without introducing the correcting factor for occurrence of complications in a particular medical institution: <https://reference.medscape.com/calculator/cardiac-risk-noncardiac-surgery-detsky>

Using calculators posted in Internet, one should bear in mind that they are intended for educational rather than clinical purposes.

In the domestic healthcare environment, during abdominal surgeries (laparotomy), for elderly population, the Goldman and Detsky CRI demonstrated only a moderate predictive capability (the area under ROC-curve was about 0.7), the sensitivity and specificity of both indices did not reach 70% [5, 7]. The model based on the Detsky index, which was built using the correcting factor for real occurrence of complications in a particular medical institution, provided an acceptable accuracy of the prognosis while the Goldman index predicted the 1.7-fold lesser occurrence in the same clinical environment [5, 7].

Current clinical recommendations do not contain specific indications of the choice of diagnostic and treatment tactics in case of this class or other accord-

**Таблица 3. Степень кардиального риска некардиальных операций [53,54].****Table 3. Level of cardiac risk of noncardiac operations [53, 54].**

Risk of Complications	Operative Interventions
Low (<1%)	Surface On breast Dental On thyroid Ophthalmological Reconstructive On carotid arteries in case of asymptomatic course (carotid endarterectomy or stenting) Minor gynecological Minor orthopedic Minor urological
Average (1–5%)	Intraperitoneal (splenectomy, hernioplasty, cholecystectomy) On carotid arteries when there are clinical symptoms (carotid endarterectomy or stenting) Peripheral artery angioplasty Endovascular prosthetics of aorta On the head and neck Neurosurgical Major orthopedic Major urological Major gynecological Kidney transplantation Minor thoracic
High (>5%)	Operations on aorta and large arteries Open surgeries on lower limb vessels, amputations or thrombectomy In pancreaticoduodenal region Hepatic resection, bile duct surgeries Esophagectomy Operations for enterobrosia Adrenalectomy Total cystectomy Pneumonectomy Liver or lung transplantation

**Примечание.** Risk of Complications — риск осложнений; Low — низкий; Average — средний; High — высокий; Operative Interventions — оперативные вмешательства; Surface — поверхностные; On breast — на молочных железах; Dental — стоматологические; On thyroid — на щитовидной железе; Ophthalmological — офтальмологические; Reconstructive — реконструктивные; On carotid arteries in case of asymptomatic course (carotid endarterectomy or stenting) — на сонных артериях при бессимптомном течении (каротидная эндартерэктомия или стентирование); Minor — малые; gynecological — гинекологические; orthopedic — ортопедические; urological — урологические; Intraperitoneal (splenectomy, hernioplasty, cholecystectomy) — интраперитонеальные (спленэктомия, герниопластика, холецистэктомия); On carotid arteries when there are clinical symptoms (carotid endarterectomy or stenting) — на сонных артериях при наличии клинических симптомов (каротидная эндартерэктомия или стентирование); Peripheral artery angioplasty — ангиопластики периферических артерий; Endovascular prosthetics of aorta — эндоваскулярные протезирования аорты; On the head and neck — на голове и шее; Neurosurgical — нейрохирургические; Major — обширные; Kidney transplantation — трансплантации почки; thoracic — торакальные; Operations on aorta and large arteries — операции на аорте и крупных артериях; Open surgeries on lower limb vessels, amputations or thrombectomy — открытые операции на сосудах нижних конечностей, ампутации или тромбэктомии; In pancreaticoduodenal region — на панкреатодуоденальной зоне; Hepatic resection, bile duct surgeries — резекции печени, вмешательства на желчных протоках; Esophagectomy — эзофагэктомии; Operations for enterobrosia — операции по поводу перфораций кишечника; Adrenalectomy — резекции надпочечников; Total cystectomy — тотальная цистэктомии; Pneumonectomy — пневмонэктомии; Liver or lung transplantation — трансплантации печени или легких.

perioperационный период, общая анестезия на основе наркотических аналгетиков. При этом авторы дифференцировали факторы риска коронарогенных осложнений и СН [55]. К первой группе осложнений предрасполагали: хромота, резкое ограничение физической активности, гиперкреатинемия ( $>200$  мг/л) и признаки ишемии миокарда при Холтеровском мониторировании после операции. Предикторами развития СН были: нарушения ритма сердца в анамнезе, сахарный диабет, требующий лечения, длительная анестезия и операция, сосудистая хирургия, общая анестезия на основе наркотических аналгетиков или комбинации изофлурана и наркотических аналгетиков.

ing to the original or modified CRI, which considerably diminishes their clinical significance. Besides, both indices require a set of laboratory tests, ECG data, their computation is rather laborious, etc., which might impede their introduction into the domestic clinical practice.

These drawbacks are absent in the much simpler 'revised CRI' (RCRI) or 'Lee index' [60]. This index was offered by the authors for a maximally wide use as the simplest and most meaningful predictive index (table 5). By now, RCRI (Lee index) is included in the recommendations on reduction of the risk of cardiac complications in noncardiac surgery of different countries and medical communities [13, 22–24, 26, 53]. In

**Таблица 4. Примерная оценка энергетических затрат при различном уровне физической активности [13,24,26].**  
**Table 4. Approximate estimation of energy consumption at different levels of physical activity [13, 24, 26].**

Can you:	Can you:
1 MET	4 MET
Take care of yourself, eat, put on clothes, visit toilet?	Make 1–2 flights upstairs or go uphill? Run a short distance?
Walk around your house?	Make 1–2 flights upstairs or go uphill? Run a short distance?
Walk 100 m over an even surface at a speed of 3–5 km/hr?	Engage in energy-intensive sports such as swimming, tennis, football, basketball, skiing?
4 MET	>10 MET

**Примечание.** Can you — можете ли Вы; take care of yourself, eat, put on clothes, visit toilet — обслуживать себя, есть, одеваться, посещать туалет; walk around your house — гулять вокруг дома; walk 100 m over an even surface at a speed of 3–5 km/hr — пройти расстояние 100 м по ровной поверхности со скоростью 3–5 км/ч; make 1–2 flights upstairs or go uphill — подниматься на 1–2 лестничных пролета или идти в гору; run a short distance — пробежать короткую дистанцию; engage in energy-intensive sports such as swimming, tennis, football, basketball, skiing — заниматься спортом с высокими энергозатратами, таким как плавание, теннис, футбол, баскетбол, лыжи.

Следует отметить, что, благодаря прогрессу кардиологии и высокому лечебно-диагностическому уровню медицины, достигнутому за последние годы, предикторы ПОКО меняются, перечень их сокращается [51, 55]. Так, по данным итальянского исследования Orion, основными предикторами ПОКО являются: оперативное вмешательство высокого риска (по шкале риска кардиальных осложнений некардиальных операций), тяжелая почечная недостаточность, ХСН и возраст [55].

**Оценка предоперационных функциональных резервов.** Функциональные резервы организма (степень физической активности) можно определить во время нагрузочных тестов (VELOЭРГОМЕТРИЯ, ТРЕДМИЛ-ТЕСТ) или ориентировочно путем расчетной методики [56]. В качестве условной единицы измерения физической активности принят 1 метаболический эквивалент (MET), который соответствует потреблению кислорода со скоростью 3,5 мл/кг/мин (потребление кислорода в покое у мужчины 40 лет с массой тела 70 кг). При опросе больного есть возможность ориентировочно оценить его функциональный статус путем оценки его повседневной активности с помощью целенаправленных вопросов [13, 24, 26, 53] (табл. 4). Ответы на указанные простые вопросы позволяют определить, выполняет ли пациент физическую нагрузку <4 MET или >4 MET. При функциональной способности более 4 MET дальнейшее обследование не требуется. При невозможности выполнить нагрузку более 4 MET риск ПОКО повышен.

**Индексы риска осложнений.** Наряду с качественным определением риска ПОКО, целесообразна количественная оценка (в процентах и/или условных баллах) последних. Первый количественный индекс оценки риска ПОКО разработали Goldman L. и соавт. [57]. Этот индекс называют «оригинальный индекс кардиального риска (ИКР)» или «индекс Goldman» [49]. При расчете следует учитывать не только данные анамнеза и физикального обследования, но и некоторые лабораторный показатели, подсчет частоты экстросистол и др.

the total cohort of patients, the RCRI score corresponds to POCC occurrence as follows: 0 – 0.4%, 1 – 0.9%, 2 – 7%, >3 – 11% [60].

At the same time, the interpretation of RCRI calculation results for different types of operative interventions vary considerably. To calculate the index, one can use the on-line calculator providing RCRI calculation for the surgery of abdominal aorta aneurysms, orthopedic, vascular, thoracic, and abdominal operations: [https://reference.medscape.com/guide/medical-calculators#heart\\_and\\_chest](https://reference.medscape.com/guide/medical-calculators#heart_and_chest)

Though RCRI is included in most current recommendations, its preictive capability still remains a subject for discussion [56]. For example, the investigation undertaken in the Erasmus University Rotterdam Hospital (the Netherlands) [52] has shown insufficient accuracy of the forecast. The authors recommended to add into RCRI more details about the nature of operative intervention and patient's age (the 'adapted Lee index'). On the contrary, Canadian researchers [61] emphasize high accuracy of the forecast provided by RCRI. Moreover, the authors point out that the accuracy of prediction does not fall down when existence of insulin-dependent diabetes and renal dysfunction is not analyzed. It should be noted that the least significance of these two RCRI risk factors out of six available was mentioned by its developers themselves [60]. The RCRI validation studies carried out under real-life conditions of the domestic healthcare have shown that it falls short of forecast accuracy compared to the Detsky index [5, 7]. At the same time, the simplicity of RCRI usage paves undoubtedly the way to its wide application and inclusion into meaningful international recommendations, the more so as the specificity of diagnostic measures and preoperation preparation of patients in the real clinical environment rest on qualitative indices (low, intermediate, high risk) and such approximate signs as patients' physical activity (functional reserves) expressed in MET rather on precise prevalence of predicted complications.

Besides, the parameters studied by Lee T. H. et al. [60] are currently treated as 'clinical risk factors' (pres-

Максимальная оценка может составить 55 баллов. Автоматический расчет индекса возможен с помощью калькулятора, размещенного в Интернете: <https://reference.medscape.com/calculator/cardiac-risk-noncardiac-surgery-goldman>.

В дальнейшем Detsky A.S. и соавт. [58, 59] отметили недостаточную предикторную точность оригинального ИКР и предложили его модификацию — еще более подробный «модифицированный ИКР» или «индекс Detsky», максимальное значение которого может составить 100 баллов. В оригинальной редакции этот индекс учитывал частоту развития ПОКО в конкретном лечебном учреждении при данном виде хирургического лечения [59]. С помощью он-лайн калькулятора возможен расчет индекса Detsky без введения поправки на частоту осложнений в конкретном медицинском учреждении: <https://reference.medscape.com/calculator/cardiac-risk-noncardiac-surgery-detsky>.

Используя калькуляторы, размещенные в Интернете, следует иметь в виду, что они предназначены для образовательных, а не для клинических целей.

В условиях отечественного здравоохранения при выполнении абдоминальных (лапаротомия) вмешательств больным старшей возрастной группы ИКР Goldman и Detsky продемонстрировали лишь умеренную прогностическую способность (площадь под ROC-кривой около 0,7), чувствительность и специфичность обоих индексов не достигла 70% [5, 7]. Модель на основе индекса Detsky, построенная с использованием поправки на реальную частоту осложнений в конкретном медицинском учреждении, обеспечила приемлемую точность прогноза, а индекс Goldman в этой же клинической ситуации предсказал в 1,7 раза меньшую частоту [5, 7].

Современные клинические рекомендации не содержат конкретных указаний на выбор диагностически-лечебной тактики при том или ином классе по оригинальному или модифицированному ИКР, что существенно снижает их клиническую значимость. Кроме того, оба индекса требуют комплекса лабораторных исследований, данных ЭКГ, подсчет их достаточно трудоемок и т. д., что может затруднить их внедрение в отечественную клиническую практику.

Эти недостатки отсутствуют у значительно более простого «пересмотренного ИКР — ПИКР» (*от англ. — Revised Cardiac Risk Index — RCRI*) или «индекса Lee» [60]. Этот индекс был предложен авторами для максимально широкого использования как наиболее простой и информативный прогностический показатель (табл. 5). К настоящему времени ПИКР (индекс Lee) включен в рекомендации по снижению риска кардиальных осложнений в некардиальной хирургии различных стран и медицинских сообществ [13, 22–24, 26, 53]. В общей когорте больных бальная оценка по ПИКР соответ-

ence of angina and earlier MI occurred more than 30 days before, CHF, an acute cerebrovascular accident or transient ischemic attack in past medical history, blood plasma creatinine over 177  $\mu\text{mol/l}$  and/or creatinine clearance less than 60  $\text{ml/min}$ , diabetes mellitus requiring insulin therapy) [24], which are recommended to be taken into account in determining the diagnostic and treatment tactics in patients with low functional reserves (<4 MET) [26]. The same factors are included in the three-level cardiac risk classification recommended by the Spanish authors (table 6) [21].

Thus, mandatory identification and assessment of the risk factors included in RCRI have apparent applied significance in implementation of a strategy aimed at reduction of the risk of cardiac complications. Taking into account that patients can develop perioperative type 1 MI without IHD signs, domestic authors recommend using the scale of atherosclerosis markers to predict the probability of such complication (table 7) [5, 7, 53]. Presence of 5 risk factors and more evidences a high risk of perioperative MI. Unfortunately, this predicting scale has not been validated on a large cohort of patients to the present day.

Among domestic developments, the individual risk index (IRI) of cardiac complications is worth mentioning, which is calculated by a special formula based on 5 signs: CHF in past medical history, age older than 70 years, presence of angina and FC II or FC III, non-sinus heart rhythm, >5 ventricular extrasystoles at sinus heart rhythm [33]. The index has been developed based on the logit regression method and can be calculated with the help of a special formula. According to the authors [32], in the population analyzed (elderly oncological patients), IRI possesses a better predictive capability than RCRI.

Search for and validation of new predictive indices continues abroad. The authors of the Orion study are validating a scale that includes 4 risk factors: a high-risk operative intervention, glomerular filtration rate <30  $\text{ml/min}$ , presence of CHF in a patient older than 75 years of age or an age over 75 years in the absence of CHF [56]. Within the frames of the National Surgical Quality Program (NSQIP), based on the analysis of data of 211410 surgical patients, the American College of Surgeons has developed a scale for assessment of the risk of MI/cardiac arrest (MICA) [62]. Calculation of the NSQIP\_MICA index (NSQIP index) includes the type of operative intervention, qualitative evaluation of the level of functional reserves' lessening, the degree of blood creatinine increase, and the anesthesiological risk according to ASA. It is impossible to calculate this index manually, but there is an on-line calculator available in Internet: <http://www.surgicalriskcalculator.com/miocardiocarrest>.

The NSQIP index is recommended for clinical use in the latest recommendations published in 2017–2018 [22, 23].

**Natriuretic peptides (NUP) of type B in predicting POCC.** Recently, the interest of clinicists to

**Таблица 5. Факторы риска, входящие в расчет ПИКР [60].****Table 5. Risk factors included in RCRI calculation [60].**

Risk Factors	Points
High-risk surgery	1
Ischemic heart disease (myocardial infarction in past medical history, positive stress tens in past medical history, angina complaints, nitrate therapy, Q wave on ECG)	1
CHF (CHF signs in past medical history, pulmonary edema in past medical history, night dyspnea attacks, bubbling rale in the lungs or cantering rhythm, augmented lung markings on X-ray)	1
Acute cerebrovascular event or transient ischemic attack in past medical history	1
Insulin-dependent diabetes mellitus	1
Serum creatinine >180 μmol/l	1

**Примечание.** Risk Factors — факторы риска; high-risk surgery — хирургическое вмешательство высокого риска; ischemic heart disease (myocardial infarction in past medical history, positive stress tens in past medical history, angina complaints, nitrate therapy, Q wave on ECG) — ишемическая болезнь сердца (инфаркт миокарда в анамнезе, положительный нагрузочный тест в анамнезе, жалобы на стенокардию, терапия нитратами, Q зубец на ЭКГ); CHF (CHF signs in past medical history, pulmonary edema in past medical history, night dyspnea attacks, bubbling rale in the lungs or cantering rhythm, augmented lung markings on X-ray) — XCH (признаки хсн в анамнезе, отёк легкого в анамнезе, приступы ночного одышки, влажные хрипы в легких или ритм галопа, усиленный легочный рисунок на рентгенограмме); acute cerebrovascular event or transient ischemic attack in past medical history — острое нарушение мозгового кровообращения или транзиторная ишемическая атака в анамнезе; insulin-dependent diabetes mellitus — инсулин-зависимый сахарный диабет; serum creatinine — креатинин сыворотки; Points — баллы.

ствовует частоте ПОКО следующим образом: 0 баллов — 0,4%, 1 — 0,9%, 2 — 7%, >3 — 11% [60].

Вместе с тем, интерпретация результатов расчета ПИКР для различных видов оперативных вмешательств существенно варьируется. Для расчета индекса можно использовать он-лайн калькулятор, обеспечивающий расчет ПИКР для хирургии аневризм брюшной аорты, ортопедических, сосудистых, торакальных и абдоминальных операций: [https://reference.medscape.com/guide/medical-calculators#heart\\_and\\_chest](https://reference.medscape.com/guide/medical-calculators#heart_and_chest).

Хотя ПИКР включен в большинство современных рекомендаций, его прогностическая способность продолжает оставаться предметом дискуссии [56]. Например, исследование, выполненное в клинике Университета им. Эразма Роттердамского (Нидерланды) [52], показало недостаточную точность прогноза. Авторы рекомендовали добавлять в ПИКР более подробную информацию о характере оперативного вмешательства и возраст больных («адаптированный» индекс Lee). Напротив, канадские исследователи [61] подчеркивают высокую точность прогноза, обеспечиваемого ПИКР. Более того, авторы указывают, что точность прогноза не снижается, если не анализировать наличие инсулин-зависимого диабета и почечной дисфункции. Надо отметить, что на наименьшую значимость этих двух среди шести факторов риска ПИКР указывали сами его разработчики [60]. Исследования по валидизации ПИКР в реальных условиях отечественного здравоохранения показали, что он уступает в точности прогноза индексу Detsky [5, 7]. Вместе с тем, простота применения ПИКР, несомненно, является залогом его широкого применения и включения в доказательные международные рекомендации. Тем более, что особенности диагностических мер и предопрационной подготовки больных в реальных клинических условиях опираются не на точную частоту прогнозируемых осложнений, а на качественные показатели (низ-

usage of B type NUP as myocardial tension biomarkers grows increasingly. The contemporary understanding of the physiology and biochemistry of type B NUP secreted by the heart, which are components of a complex neuroendocrine system, is described quite explicitly [63, 64]. NUP of differently types (A, B, C, urodilatin) have been identified. In addition to influence on the activity of sympathoadrenal system, water-salt metabolism, circulating blood volume and vascular tone, suppressing effect on the renin-angiotensin-aldosterone system, different types of NUP regulate proliferative processes, activate lipolysis, oxidation of nonesterified fatty acids, mitochondrial biogenesis, activate release of adiponectin and decrease secretion of leptin, increase glucose-stimulated secretion of insulin, cause relaxation of smooth muscles of bowels, are involved in inflammation and carcinogenesis processes [63, 65, 66]. NUP have a specific receptor apparatus and their enzyme-dependent breakdown takes place with the help of neutral endopeptidase enzyme (neprilysin).

Type B or 'brain' NUP (brain natriuretic peptide — BNP) is actively secreted by ventricular myocardium. BNP flux into blood is an autoregulatory heart reaction providing adaptation to overload by volume and other stress impacts that can lead to increased load on cardiomyocytes and their overdistension. In the course of BNP secretion into blood from the molecule of hormonal precursor proBNP under the action of specific enzyme corin, propeptide molecule of inactive substance N-terminal segment proBNP (NT-proBNP) separates. BNP and NT-proBNP are biomarkers that can be used in the laboratory diagnosis of different diseases, but first of all in CHF patients [63, 64]. The interpretation of biomarker analysis findings should take into account the peculiarities of their physiology and morbid physiology (table 8).

During the latest 2–3 years, the clinicians' attitude to the diagnostic value of B type NUP has clearly changed including in official international recommendations on the CHF diagnosis and treatment. In the

**Таблица 6. Трехуровневая шкала оценки риска ПОКО при некардиальных операциях [21].**  
**Table 6. Three-level scale of POCC risk assessment during noncardiac surgeries [21].**

Risk	Factors
Low level	A patient without a diagnosed cardiovascular disease subject to presence of <2 risk factors
Intermediate level	A patient without a diagnosed cardiovascular disease when 2 risk factors are present
High level	Acute coronary syndrome Angina CHF Clinically expressed cardiac valve defects Cyanotic congenital heart diseases or pulmonary hypertension
Cardiac risk	Insulin-dependent diabetes Renal failure Age > 65 years Acute cerebrovascular event or transient ischemic attack in past medical history

**Примечание.** Risk — риск; low — низкий; intermediate — промежуточный; high — высокий; level — уровень; cardiac — кардиальный; factors — факторы; a patient without a diagnosed cardiovascular disease — больной без диагностированного сердечно-сосудистого заболевания; subject to presence of <2 risk factors — при наличии <2 факторов риска; when 2 risk factors are present — при наличии 2 факторов риска; acute coronary syndrome — острый коронарный синдром; angina — стенокардия; CHF — XCH; clinically expressed cardiac valve defects — клинически выраженные клапанные пороки сердца; cyanotic congenital heart diseases or pulmonary hypertension — сложные врожденные пороки сердца или легочная гипертензия; insulin-dependent diabetes — инсулин-зависимый диабет; renal failure — почечная недостаточность; age > 65 years — возраст > 65 лет; acute cerebrovascular event or transient ischemic attack in past medical history — острое нарушение мозгового кровообращения или транзиторная ишемическая атака в анамнезе.

кий, промежуточный, высокий риск) и такие ориентировочные признаки, как физическая активность (функциональные резервы) больных, выраженные в MET.

Кроме того, показатели, изученные Lee T. H. и соавт. [60], в настоящее время рассматривают как «клинические факторы риска» (наличие стенокардии, перенесенный ИМ давностью более 30 суток, XCH, острое нарушение мозгового кровообращения или транзиторная ишемическая атака в анамнезе, креатинин плазмы крови более 177 мкмоль/л и/или клиренс креатинина менее 60 мл/мин, сахарный диабет, требующий инсулиновой терапии) [24], которые рекомендуют учитывать при определении лечебно-диагностической тактики у больных с низкими функциональными резервами (<4 MET) [26]. Эти же факторы входят в трехуровневую классификацию степеней кардиального риска, рекомендуемую испанскими авторами (табл. 6) [21].

Таким образом, обязательное выявление и оценка факторов риска, включенных в ПИКР, имеют несомненное прикладное значение в реализации стратегии, направленной на снижение риска кардиальных осложнений. Учитывая, что периоперационный ИМ 1-го типа может развиваться у больных без признаков ИБС, для прогнозирования вероятности такого осложнения отечественные авторы рекомендуют использовать шкалу маркеров атеросклероза (табл. 7) [5, 7, 53]. Наличие 5 и более факторов риска свидетельствует о высоком риске периоперационного ИМ. К сожалению, эта прогностическая шкала до настоящего времени не прошла валидизации в обширной когорте больных.

Среди отечественных разработок следует отметить индекс индивидуального риска (ИИР) кардиальных осложнений, рассчитываемый по специальной формуле на основе 5 признаков: нали-

American guidelines on CHF diagnosis and treatment of 2013, a rather cautious attitude to assessment of the diagnostic value of B type NUP was observed [42]. Similarly, the European guidelines on use of B type NUP in acute cardiac care of 2012 note that though these biomarkers can be useful in CHF diagnosis and risk stratification in in-patients, they do not have significant advantages over other biomarkers and their specificity is to be further investigated [65]. Correspondingly, the European guidelines on reduction of the risk of cardiac complications for noncardiac surgery of 2014 say that BNP and NT-proBNP may be used to get independent predictive information about the risk of perioperative and delayed complications in high-risk patients; however, their routine use is not recommended [13].

In 2015, a systematic overview and meta-analysis dedicated to the diagnostic value of NUP assessment during AHF and CHF was published [67]. The authors pointed out high diagnostic value of the biomarkers. They emphasized that low NUP with high sensitivity eliminates CHF. The European guidelines on CHF diagnosis and treatment of 2016 pay much attention to B type NUP. The level of these biomarkers is given as one of the main diagnostic criteria for CHF with decreased and normal LVEF. BNP or NT-proBNP monitoring is recommended in different clinical situations, in case of dyspnea of unclear etiology, acute blood circulation decompensation, etc. [43]. The Spanish guidelines on reduction of the risk of cardiac complications in CHF patients (2015) recommend assessment of NUP to get independent diagnostic information about the risk of perioperative and delayed cardiac complications in high-risk patients [21]. Moreover, the authors recommended a CHF detection algorithm based on determination of the level of BNP or NT-proBNP and providing for obligatory echo-cardiography in patients whose blood BNP is higher than 100 pg/ml or

**Таблица 7. Факторы риска/маркеры атеросклероза [5,7].**  
**Table 7. Atherosclerosis Markers/Risk Factors [5, 7].**

Показатели	Parameters
Транзиторная ишемическая атака, инфаркт головного мозга, стеноз сонной артерии более 50% (по данным ультразвуковой допплерографии) и/или реконструктивные вмешательства на сонных артериях в анамнезе	Transient ischemic attack, brain infarction, carotid artery stenosis over 50% (according to Doppler US examination) and/or reconstructive interventions on carotid arteries in past medical history
Аневризма брюшного или грудного отдела аорты	Abdominal or thoracic aorta aneurysm
Атеросклероз сосудов нижних конечностей: наличие гемодинамически значимых стенозов в сочетании с клиническими признаками недостаточности кровообращения или реконструктивные вмешательства на артериях нижних конечностей в анамнезе	Lower limb atherosclerotic vascular disease: presence of hemodynamically significant stenosis combined with clinical signs of circulatory deficiency, or reconstructive interventions on low limb arteries in past medical history
Сахарный диабет или нарушение толерантности к глюкозе	Diabetes mellitus or impaired glucose tolerance
Курение	Smoking
Дислипидемия: индекс атерогенности (отношение содержания холестерина липопротеидов низкой плотности к содержанию холестерина липопротеидов высокой плотности) более 3	Dyslipidemia: the atherogenic index (relation of the content of low density lipoprotein cholesterol to the content of high density lipoprotein cholesterol) more than 3
Индекс массы тела более 25 кг/м <sup>2</sup>	Body mass index over 25 kg/m <sup>2</sup>
Артериальная гипертензия: АД >140/80 мм рт. ст. или применение гипотензивных препаратов	Arterial hypertension: ABP >140/80 mm Hg or use of antihypertensive agents

чие ХЧН в анамнезе, возраст старше 70 лет, наличие стенокардии II ФК или III ФК, несинусовый ритм сердца, >5 желудочковых экстрасистол при синусовом ритме сердца [33]. Индекс разработан на основе метода логистической регрессии и может быть рассчитан с помощью специальной формулы. По мнению авторов [32], в проанализированной популяции (онкологические больные старшей возрастной группы) ИИР обладает лучшей предикторной способностью, чем ПИКР.

Продолжается поиск и валидизация новых прогностических индексов за рубежом. Авторы исследования Orion валидизируют шкалу, включающую 4 фактора риска: оперативное вмешательство высокого риска, скорость клубочковой фильтрации <30 мл/мин, наличие ХЧН у больного старше 75 лет или возраст старше 75 лет при отсутствии ХЧН [56]. Американский колледж хирургов в рамках программы Национальной программы улучшения качества хирургии (NSQIP) на основании анализа данных 211410 хирургических больных, разработал шкалу оценки риска ИМ/остановки сердца (MICA) и [62]. В расчет индекса NSQIP\_MICA (индекс NSQIP) включаются вид оперативного вмешательства, качественная оценка степени снижения функциональных резервов, степень повышения уровня креатина в крови и анестезиологический риск по ASA. Расчет этого индекса вручную не возможен, но в Интернете доступен онлайн калькулятор: <http://www.surgicalriskcalculator.com/miorcardiacarrest>.

Индекс NSQIP рекомендован для клинического использования в наиболее современных рекомендациях, опубликованных в 2017–2018 гг. [22, 23].

**Натрийуретические пептиды (НУП) В-типа в прогнозировании ПОКО.** В последнее время неуклонно возрастает интерес клиницистов к использованию в качестве биомаркеров напряжения миокарда НУП В-типа. Современные пред-

NT-proBNP is higher than 300 pg/ml. It is also mentioned that CHF probability equals to 95% at BNP>400 pg/ml and/or NT-proBNP>1800 pg/ml.

Finally, the American guidelines on CHF of 2017 paid maximal attention to type B NUP. According to the latest data, a number of important addenda were made concerning diagnostic and screening use of BNP and NT-proBNP [68]. In particular, for the first time it was mentioned that the NUP screening combined with early treatment measures can prevent CHF development.

So, application of NUP monitoring to predict the risk of cardiac complications, in particular, perioperative HF, looks extremely promising in the opinion of a number of researchers and deserves wide introduction into the clinical practice, and quite specific recommendations have appeared.

Canadian clinicists [23] recommend determining BNP or NT-proBNP prior to noncardiac surgery in patients of 65 years of age and older, in patients of 45–64 years of age who have concomitant cardiovascular diseases or RCRI>1. For patients with increased preoperative BNP or NT-proBNP, it is recommended to monitor cardio-specific troponin on a daily basis 48–72 hours after intervention and record ECG. According to the authors, BNP is increased when it is higher than 92 pg/ml and NT-proBNP – higher than 300 pg/ml [23].

According to domestic authors [5], in elderly patients subjected to elective abdominal surgery, preoperative blood NT-proBNP content is a better predictor of cardiac complications than the Lee, Goldman, and Detsky indices. The risk of complications is significantly higher in patients with biomarker level >750 pg/ml.

BNP and NT-proBNP determination is recommended not only to receive independent information about the POCC risk but the estimated risk of delayed cardiac complications as well [21, 22].

**Таблица 8. Отличительные особенности BNP и NT-proBNP [63].****Table 8. Specific features of BNP and NT-proBNP [63].**

Parameters	Biomarker	
	BNP	NT-proBNP
Half-life, min.	20	120
Elimination pathway	combined,	
mostly enzyme-dependent	renal	
Renal function influence	+	+++
Age influence	+	+++
Upper limit for hospitals, pg/ml	100 300–450	

**Примечание.** Parameters — показатели; biomarker — биомаркер; half-life, min — период полужизни, мин; elimination pathway — путь выведения; renal function — функция почек; influence — влияние; age — возраст; upper limit for hospitals — верхняя граница нормы для стационаров; combined — комбинированный; mostly enzyme-dependent — преимущественно фермент-зависимый; renal — почечный.

ставления о физиологии и биохимии секреции НУП В-типа, являющихся компонентами сложной нейроэндокринной системы, описаны в достаточной степени подробно [63, 64]. Идентифицированы НУП различных типов (A, B, C, уродилатин). Помимо влияния на активность симпато-адреналовой системы, водно-солевой обмен, объем циркулирующей крови и сосудистый тонус, угнетающих влияния на систему ренин-ангиотензин-альдостерон, НУП различных типов регулируют пролиферативные процессы, активируют липолиз, окисление неэстерифицированных жирных кислот, митохондриальный биогенез, активируют выделение адипонектина и уменьшают секрецию лептина, увеличение глюкозо-тимулируемую секрецию инсулина, вызывают расслабление гладкой мускулатуры кишечника, участвуют в процессах воспаления и канцерогенеза [63, 65, 66]. НУП имеют специфический рецепторный аппарат, а их фермент-зависимое расщепление осуществляется с помощью фермента нейтральной эндопептидазы (неприлизин).

НУП В-типа или «мозговой» (brain natriuretic peptide — BNP) активно секreтируется миокардом желудочков. Поступление BNP в кровь это — ауторегуляторная реакция сердца, обеспечивающая адаптацию к перегрузке объемом и другим стрессорным воздействиям, способным привести к повышению нагрузки на кардиомиоциты и их перерастяжению. В процессе секреции BNP в кровь от молекулы гормонального прешественника proBNP под действием специфического фермента корина отделяется полипептидная молекула неактивного вещества N-терминального отрезка proBNP (NT-proBNP). BNP и NT-proBNP являются биомаркерами, которые могут использоваться в лабораторной диагностике различных заболеваний, но, прежде всего, у больных ХСН [63, 64]. При интерпретации результатов исследования биомаркеров следует учитывать особенности их физиологии и патофизиологии (табл. 8).

В течение самых последних 2–3 лет отчетливо изменилось отношение клиницистов к диагностической ценности НУП В-типа, в том числе в официальных международных рекомендациях по диагностике и лечению ХСН. В американских

**Clinical significance of predicting the risk of cardiac complications.** Evaluation of patient's functional reserve, the risk of forthcoming surgery, and cardiologic risk factors is necessary for implementation of an adequate tactics of preoperative examination and preparation (the risk reducing strategy). These algorithms are detailed in respective recommendations [13, 21–23, 25, 26, 53]. It is critically important that during planning a high-risk operative intervention, for example, vascular, in a patient with low reserves (<4 MET), the decision about the operation feasibility depends on existence of cardiac risk factors. When the number of risk factors (an equivalent of the Lee index) is < 2, no additional examination is required, preoperative statins and  $\beta$ -adrenergic blocking agents are indicated and in case of LV dysfunction — angiotensin transforming enzyme (ATE) inhibitors [13]. When >3 risk factors are present, an additional examination is indicated including stress tests, and when signs of a severe ischemia are detected — individual preparation including, if necessary, myocardial revascularization. Implementation, in the domestic healthcare practice, of the strategy aimed at reduction of the POCC risk with coronary artery stenting based on indications assures significant decrease both of prevalence of severe cardiac complications and mortality due to them [69].

Another provision important for rational treatment management is the necessity to do echocardiography in any patient with a suspected or earlier diagnosed cardiac valve defect [54]. The examination is required to assess severity of intracardiac hemodynamics disturbance and address disease correction expediency.

## Conclusion

The problem of POCC in noncardiac surgery is one of topical complex issues of contemporary medicine. At present, NOMD is regarded as a separate variant of cardiac muscle pathology. According to extensive studies, in adult patients about 40% of mortality during noncardiac operative interventions are caused by various myocardial injuries and/or CH. The problem under discussion is especially relevant in medical care of the elderly population. An important component of management ensuring reduction

рекомендациях по диагностике и лечению ХСН 2013 г. прослеживалось достаточно осторожное отношение к оценке диагностической ценности НУП В-типа [42]. Сходным образом, в европейских рекомендациях по использованию НУП В-типа в неотложной кардиологии 2012 г. отмечается, что, хотя эти биомаркеры могут быть полезны в диагностике ХСН и стратификации риска у госпитализированных больных, они не имеют существенных преимуществ перед другими биомаркерами, а их специфичность нуждается в дальнейших исследованиях [65]. Соответственно, в европейских рекомендациях по снижению риска кардиальных осложнений в некардиальной хирургии 2014 г. указано, что BNP и NT-proBNP могут использоваться для получения независимой диагностической информации о риске periоперационных и отдаленных осложнений у больных высокого риска, однако рутинное их использование не рекомендовано [13].

В 2015 г. был опубликован систематический обзор и мета-анализ, посвященный диагностической ценности оценки НУП при ОСН и ХСН [67]. Авторы указали на высокую диагностическую ценность биомаркеров. Подчеркнули, что низкий уровень НУП с высокой чувствительностью исключает ХСН. В европейских рекомендациях по диагностике и лечению ХСН 2016 г. НУП В-типа уделено большее внимание. Уровень этих биомаркеров приведен в качестве одного из основных диагностических критериев для ХСН со сниженной и нормальной ФИЛЖ. Контроль BNP или NT-proBNP рекомендован в различных клинических ситуациях, при одышке неясной этиологии, острой декомпенсации кровообращения и др. [43]. В испанских рекомендациях по снижению риска кардиальных осложнений у больных ХСН (2015 г.) оценка НУП рекомендована для получения независимой диагностической информации о риске periоперационных и отсроченных кардиальных осложнений у больных высокого риска [21]. Более того, авторы рекомендовали алгоритм выявления ХСН, базирующийся на определении уровня BNP или NT-proBNP и предусматривающий обязательное выполнение эхокардиографического обследования у больных с содержанием BNP в крови выше 100 пг/мл или NT-proBNP выше 300 пг/мл. Также указано, что вероятность ХСН составляет 95% при уровне  $\text{BNP} > 400 \text{ пг/мл}$  и/или  $\text{NT-proBNP} > 1800 \text{ пг/мл}$ .

Наконец, в американских рекомендациях по ХСН 2017 г. НУП В-типа уделили максимальное внимание. В соответствии с новейшими данными, сделан ряд важных дополнений по диагностическому и скрининговому использованию BNP и NT-proBNP [68]. В частности, впервые указано, что скрининг НУП в сочетании с ранними лечебными мерами способны предупреждать развитие ХСН.

of the risk of cardiac complications (the risk reducing strategy) is improved methods of preoperative examination and POCC risk assessment both using general clinical techniques and determination of up-to-date biomarkers. Reduction into practice of these diagnostic maneuvers will allow a more reliable prediction of the risk of different operative interventions in high cardiac risk patients, which is necessary for implementation of adequate anesthesiological-resuscitation treatment measures.

Таким образом, применение мониторинга НУП для прогнозирования риска кардиальных осложнений, в частности периоперационной СН, представляется чрезвычайно перспективным и, по мнению ряда исследователей, заслуживает широкого внедрения в клиническую практику, при этом появились вполне конкретные рекомендации.

Канадские клиницисты [23] рекомендуют определение BNP или NT-proBNP перед некардиальной хирургией у больных 65 лет и старше, у больных в возрасте 45–64 года с сопутствующими сердечно-сосудистыми заболеваниями или имеющими значения ПИКР $>1$ . У больных с повышенным предоперационным уровнем BNP или NT-proBNP рекомендуют через 48–72 часа после после вмешательства ежедневно контролировать кардиоспецифический тропонин и обязательно регистрировать ЭКГ. Авторы считают повышенными значения BNP выше 92 пг/мл, а NT-proBNP — выше 300 пг/мл [23].

По данным отечественных авторов [5], у больных старшей возрастной группы, которым выполняют плановые полостные операции, предоперационное содержание NT-proBNP в крови является лучшим предиктором кардиальных осложнений, чем индексы Lee, Goldman и Detsky. Наиболее значимо риск осложнений повышен у больных с уровнем биомаркера  $>750 \text{ пг/мл}$ .

Определение BNP и NT-proBNP рекомендуют не только для получения независимой информации о риске ПОКО, но и оценке риска отдаленных кардиальных осложнений [21, 22].

**Клиническая значимость прогнозирования риска кардиальных осложнений.** Оценка функциональных резервов больного, степени риска предстоящей операции и факторов кардиологического риска необходимы для реализации адекватной тактики предоперационного обследования и подготовки (риск-снижающая стратегия). Эти алгоритмы детально описаны в соответствующих рекомендациях [13, 21–23, 25, 26, 53]. Принципиально важно, что при планировании оперативного вмешательства высокого риска, например сосудистого, у больного с низкими резервами ( $<4 \text{ MET}$ ) решение о возможности выполнить операцию зависит от наличия факторов кардиологического риска. При количестве факторов риска (эквивалент индекса Lee)  $<2$  дополнительное обследова-

ние не требуется, показано предоперационное назначение статинов и  $\beta$ -адреноблокаторов, а при дисфункции ЛЖ – ингибиторов ангиотензин-превращающего фермента (АПФ) [13]. При наличии >3 факторов риска показано дополнительное обследование, включая нагрузочные тесты, а при выявлении признаков тяжелой ишемии индивидуальная подготовка, включая при необходимости реваскуляризацию миокарда. Реализация в практике отечественного здравоохранения стратегии, направленной на снижение риска ПОКО с выполнением по показаниям стентирования коронарных артерий обеспечивает существенное снижение как частоты тяжелых кардиальных осложнений, так и обусловленной ими летальности [69].

Еще одним, важным для рациональной организации лечебного процесса положением является необходимость выполнения эхокардиографического обследования у любого больного с подозрением или ранее диагностированным клапанным пороком сердца [54]. Исследование необходимо для оценки тяжести нарушения внутрисердечной гемодинамики и решения вопроса о целесообразности коррекции заболевания.

#### Литература

- Thygesen K., Alpert J.S., Jaffe A.S., Chaitman B.R., Bax J.J., Morrow D.A., White H.D.; ESC Scientific Document Group. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). *Eur. Heart J.* 2019; 40 (3): 237–269. DOI: 10.1093/euroheartj/ehy462. PMID: 30165617
- Devereaux P.J., Goldman L., Cook D.J., Gilbert K., Leslie K., Guyatt G.H. 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. *CMAJ.* 2005; 173 (6): 627–634. DOI: 10.1503/cmaj.050011. PMID: 16157727
- Devereaux P.J., Sessler D.I. Cardiac complications and major noncardiac surgery. *N. Engl. J. Med.* 2016; 374 (14): 1394–1395. DOI: 10.1056/NEJMc1516761. PMID: 27050228
- POISE Study Group, Devereaux P.J., Yang H., Yusuf S., Guyatt G., Leslie K., Villar J.C., Xavier D., Chrolavicius S., Greenspan L., Pogue J., Pais P., Liu L., Xu S., Málaga G., Avezum A., Chan M., Montori V.M., Jacka M., Choi P. Effects of extended-release metoprolol succinate in patients undergoing non-cardiac surgery (POISE trial): a randomised controlled trial. *Lancet.* 2008; 371 (9627): 1839–1847. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)60601-7. PMID: 18479744
- Мороз В.В., Добрушина О.Р., Стрельникова Е.П., Корниенко А.Н., Зинина Е.П. Предикторы кардиальных осложнений операций на органах брюшной полости и малого таза у больных пожилого и старческого возраста. *Общая реаниматология.* 2011; 7 (5): 26–31. DOI: 10.15360/1813-9779-2011-5-26
- Корниенко А.Н., Добрушина О.Р., Зинина Е.П. Профилактика кардиальных осложнений внесердечных операций. *Общая реаниматология.* 2011; 7 (5): 57–66. DOI: 10.15360/1813-9779-2011-5-57
- Добрушина О.Р., Корниенко А.Н., Шкловский Б.Л., Царев М.И. Оценка риска кардиальных осложнений при обширных абдоминальных операциях у больных пожилого и старческого возраста. *Рос. мед. журнал.* 2012; 1: 14–18.
- Дербугов В.Н., Потапов А.Л., Потиевская В.И., Хмелевский Я.М. Применение экзогенного фосфокреатина у пациентов пожилого и старческого возраста, оперируемых по поводу колоректального рака. *Общая реаниматология.* 2017; 13 (4): 38–45. DOI: 10.15360/1813-9779-2017-4-38-45
- Козлов И.А. Профилактика периоперационных кардиальных осложнений с помощью адьювантных лекарственных средств у некардиохирургических больных. *Вестн. интенс. терапии.* 2015; 5: 14–22.
- Козлов И.А. Профилактика осложнений, обусловленных ишемией-реперfusionей миокарда, при экстракардиальных оперативных вмешательствах. *Бiol. сибирской медицины.* 2016; 15 (3): 102–117. DOI: 10.20538/1682-0363-2016-3-102-119
- Медков В.М. Демография. М.: Инфра-М; 2003: 544. ISBN 5-16-001344-X
- Заболотских И.Б., Горобец Е.С., Григорьев Е.В., Козлов И.А., Лебединский К.М., Мусаева Т.С., Овечкин А.М., Трембач Н.В., Хороненко В.Э. Периоперационное ведение geriatricских пациентов. Проект клинических рекомендаций ФАР. *Вестн. интенс. терапии им. А.И. Салтанова.* 2018; 1: 60–74. DOI: 10.21320/1818-474X-2018-1-60-74
- Medkov V.M. Demography. Moscow: Infra-M; 2003: 544. ISBN 5-16-001344-X. [In Russ.]
- Zabolotskikh I.B., Gorobets E.S., Grigoryev E.V., Kozlov I.A., Lebedinsky K.M., Musaeva T.S., Ovechkin A.M., Trembach N.V., Khoronenko V.E. Perioperative management of geriatric patients. Project of clinical recommendations. *Vestnik Intensivnoi Terapii Imeni A.I.Saltanova.* 2018; 1: 60–74. DOI: 10.21320/1818-474X-2018-1-60-74. [In Russ.]

#### Заключение

Проблема ПОКО в некардиальной хирургии является одной из актуальных комплексных проблем современной медицины. В настоящее время МПНО рассматривают в качестве отдельного варианта патологического процесса в сердечной мышце. По данным обширных исследований у взрослых больных около 40% летальности при некардиальных оперативных вмешательствах обусловлено различными вариантами повреждения миокарда и/или СН. Особую актуальность имеет рассматриваемая проблема при оказании медицинской помощи пожилым. Важным компонентом лечебной тактики, обеспечивающей снижение риска кардиальных осложнений («риск-снижающая» стратегия) являются усовершенствованные методики предоперационного обследования и оценки риска ПОКО как с помощью общеклинических методик, так и определения современных биомаркеров. Практическая реализация этих диагностических приемов позволит более надежно прогнозировать риск различных оперативных вмешательств у больных высокого кардиального риска, что необходимо для реализации адекватных анестезиолого-реаниматологических лечебных мер.

#### References

- Thygesen K., Alpert J.S., Jaffe A.S., Chaitman B.R., Bax J.J., Morrow D.A., White H.D.; ESC Scientific Document Group. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). *Eur. Heart J.* 2019; 40 (3): 237–269. DOI: 10.1093/euroheartj/ehy462. PMID: 30165617
- Devereaux P.J., Goldman L., Cook D.J., Gilbert K., Leslie K., Guyatt G.H. 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. *CMAJ.* 2005; 173 (6): 627–634. DOI: 10.1503/cmaj.050011. PMID: 16157727
- Devereaux P.J., Sessler D.I. Cardiac complications and major noncardiac surgery. *N. Engl. J. Med.* 2016; 374 (14): 1394–1395. DOI: 10.1056/NEJMc1516761. PMID: 27050228
- POISE Study Group, Devereaux P.J., Yang H., Yusuf S., Guyatt G., Leslie K., Villar J.C., Xavier D., Chrolavicius S., Greenspan L., Pogue J., Pais P., Liu L., Xu S., Málaga G., Avezum A., Chan M., Montori V.M., Jacka M., Choi P. Effects of extended-release metoprolol succinate in patients undergoing non-cardiac surgery (POISE trial): a randomised controlled trial. *Lancet.* 2008; 371 (9627): 1839–1847. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)60601-7. PMID: 18479744
- Moroz V.V., Dobrushina O.R., Strelhikova E.P., Kornienko A.N., Zinina E.P. Predictors of cardiac complications of abdominal and small pelvic surgery in elderly and senile patients. *Obshchaya Reanimatologiya = General Reanimation.* 2011; 7 (5): 26–31. DOI: 10.15360/1813-9779-2011-5-26. [In Russ., In Engl.]
- Kornienko A.N., Dobrushina O.R., Zinina E.P. Differentiated prevention of cardiac complications of extracardiac surgery. *Obshchaya Reanimatologiya = General Reanimation.* 2011; 7 (5): 57–66. DOI: 10.15360/1813-9779-2011-5-57. [In Russ., In Engl.]
- Dobrushina O.R., Kornienko A.N., Shklovsky B.L., Tsarev M.I. Assessment of cardiac risk during extensive abdominal surgery in elderly and senile patients. *Rossiiiskiy Meditsinskiy Zhurnal.* 2012; 1: 14–18. [In Russ.]
- Derbugov V.N., Potapov A.L., Potihevskaya V.I., Khmelevsky Ya.M. Exogenous phosphocreatine application in elderly and senile patients operated for colorectal cancer. *Obshchaya Reanimatologiya = General Reanimation.* 2017; 13 (4): 38–45. DOI: 10.15360/1813-9779-2017-4-38-45. [In Russ., In Engl.]
- Kozlov I.A. Prevention of perioperative cardiac complications with the use of adjuvant drugs in non-cardiac surgical patients. *Vestnik Intensivnoi Terapii.* 2015; 5: 14–22. [In Russ.]
- Kozlov I.A. Prevention of complications caused by myocardial ischemia-reperfusion in noncardiac surgical procedures. *Byuleten Sibirskoi Meditsiny.* 2016; 15 (3): 102–117. DOI: 10.20538/1682-0363-2016-3-102-119. [In Russ.]
- Medkov V.M. Demography. Moscow: Infra-M; 2003: 544. ISBN 5-16-001344-X. [In Russ.]
- Zabolotskikh I.B., Gorobets E.S., Grigoryev E.V., Kozlov I.A., Lebedinsky K.M., Musaeva T.S., Ovechkin A.M., Trembach N.V., Khoronenko V.E. Perioperative management of geriatric patients. Project of clinical recommendations. *Vestnik Intensivnoi Terapii Imeni A.I.Saltanova.* 2018; 1: 60–74. DOI: 10.21320/1818-474X-2018-1-60-74. [In Russ.]

13. Kristensen S.D., Knuuti J., Saraste A., Anker S., Botker H.E., Hert S.D., Ford I., Gonzalez-Juanatey J.R., Gorenek B., Heyndrickx G.R., Hoeft A., Huber K., Jung B., Kjeldsen K.P., Longrois D., Lüscher T.F., Pierard L., Pocock S., Price S., Roffi M., Sirnes P.A., Sousa-Uva M., Voudris V., Funck-Brentano C.; Authors/Task Force Members. 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): 2383–2431. DOI: 10.1093/euroheartj/ehu282. PMID: 25086026
14. Landesberg G., Beattie W.S., Mossi M., Jaffe A.S., Alpert J.S. Perioperative myocardial infarction. *Circulation.* 2009; 119 (22): 2936–2944. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.828228. PMID: 19506125
15. Рябов Г.А. Гипоксия критических состояний. М.: Медицина; 1988: 288. ISBN 5-225-00168-8
16. Devereaux P.J., Sessler D.I., Leslie K., Kurz A., Mrkobrada M., Alonso-Coello P., Villar J.C., Sigamani A., Biccard B.M., Meyhoff C.S., Parlow J.L., Guyatt G., Robinson A., Garg A.X., Rodseth R.N., Botto F., Lurati Buse G., Xavier D., Chan M.T., Tiboni M., Cook D., Kumar P.A., Forget P., Malaga G., Fleischmann E., Amir M., Eikelboom J., Mizera R., Torres D., Wang C.Y., Vanholder T., Paniagua P., Berwanger O., Srinathan S., Graham M., Pasin L., Le Manach Y., Gao P., Pogue J., Whitlock R., Lamy A., Kearon C., Chow C., Pettit S., Chrolavicius S., Yusuf S.; POISE-2 Investigators. Clonidine in patients undergoing noncardiac surgery. *N. Engl. J. Med.* 2014; 370 (16): 1504–1513. DOI: 10.1056/NEJMoa1401106. PMID: 24679061
17. Lau W.C., Froehlich J.B., Jewell E.S., Montgomery D.G., Eng K.M., Shields T.A., Henke P.K., Eagle K.A. Impact of adding aspirin to beta-blocker and statin in high-risk patients undergoing major vascular surgery. *Ann. Vasc. Surg.* 2013; 27 (4): 537–545. DOI: 10.1016/j.avsg.2012.12.001. PMID: 23535525
18. Acheampong D., Guerrier S., Lavarias V., Pechman D., Mills C., Inabnet W., Boateng P., Leitman I.M. Risk factors contributing to cardiac events following general and vascular surgery. *Ann. Med. Surg. (Lond.)*. 2018; 33: 16–23. DOI: 10.1016/j.amsu.2018.08.001. PMID: 30147870
19. Devereaux P.J. Suboptimal outcome of myocardial infarction after non-cardiac surgery: physicians can and should do more. *Circulation.* 2018; 137 (22): 2340–2343. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.033766. PMID: 29844070
20. Devereaux P.J., Duceppe E., Guyatt G., Tandon V., Rodseth R., Biccard B.M., Xavier D., Szczeklik W., Meyhoff C.S., Vincent J., Franzosi M.G., Srinathan S.K., Erb J., Magloire P., Neary J., Rao M., Rahate P.V., Chaudhry N.K., Mayosi B., de Nadal M., Iglesias P.P., Berwanger O., Villar J.C., Botto F., Eikelboom J.W., Sessler D.I., Kearon C., Pettit S., Sharma M., Connolly S.J., Bangdiwala S.J., Rao-Melacini P., Hoeft A., Yusuf S.; MANAGE Investigators. Dabigatran in patients with myocardial injury after non-cardiac surgery (MANAGE): an international, randomised, placebo-controlled trial. *Lancet.* 2018; 391 (10137): 2325–2334. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)30832-8. PMID: 29900874
21. Alvarez Escudero J., Calvo Vecino J.M., Veiras S., García R., González A.; Working Group of the CPG. Clinical Practice Guideline (CPG). Recommendation strategy for reducing risk of heart failure patients requiring non-cardiac surgery: reducing risk of heartfailure patients in noncardiac surgery. *Rev. Esp. Anestesiol. Reanim.* 2015; 62 (7): 359–419. DOI: 10.1016/j.redar.2015.05.002. PMID: 26164471
22. De Hert S., Staender S., Fritsch G., Hinkelbein J., Afshari A., Bettelli G., Bock M., Chew M.S., Coburn M., De Robertis E., Drinhaus H., Feldheiser A., Geldner G., Lahner D., Macas A., Neuhaus C., Rauch S., Santos-Ampuero M.A., Solca M., Tanha N., Traskaite V., Wagner G., Wappler F. Preoperative evaluation of adults undergoing electivenoncardiac surgery: updated guideline from the European Society of Anaesthesiology. *Eur. J. Anaesthesiol.* 2018; 35 (6): 407–465. DOI: 10.1097/EJA.00000000000000817. PMID: 29708905
23. Duceppe E., Parlow J., MacDonald P., Lyons K., McMullen M., Srinathan S., Graham M., Tandon V., Styles K., Bessisow A., Sessler D.I., Bryson G., Devereaux P.J. 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. PMID: 27865641
24. Fleisher L.A., Beckman J.A., Brown K.A., Calkins H., Chaikof E.L., Fleischmann K.E., Freeman W.K., Froehlich J.B., Kasper E.K., Kersten J.R., Riegel B., Robb J.F., Smith S.C.Jr., Jacobs A.K., Adams C.D., Anderson J.L., Antman E.M., Buller C.E., Creager M.A., Ettinger S.M., Faxon D.P., Fuster V., Halperin J.L., Hiratzka L.F., Hunt S.A., Lytle B.W., Nishimura R., Ornato J.P., Page R.L., Riegel B., Tarkington L.G., Yancy C.W. ACC/AHA 2007 Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation and Care for Noncardiac Surgery: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 2002 Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery) developed in collaboration with the American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Rhythm Society, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, and Society for Vascular Surgery. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2007; 50 (17): 1707–1732. DOI: 10.1016/j.jacc.2007.09.001. PMID: 17950159
25. American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines; American Society of Echocardiography; American Society of Nuclear Cardiology; Heart Rhythm Society; Society of Cardiovascular Anesthesiologists; Society for Cardiovascular Angiography
13. Kristensen S.D., Knuuti J., Saraste A., Anker S., Botker H.E., Hert S.D., Ford I., Gonzalez-Juanatey J.R., Gorenek B., Heyndrickx G.R., Hoeft A., Huber K., Jung B., Kjeldsen K.P., Longrois D., Lüscher T.F., Pierard L., Pocock S., Price S., Roffi M., Sirnes P.A., Sousa-Uva M., Voudris V., Funck-Brentano C.; Authors/Task Force Members. 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): 2383–2431. DOI: 10.1093/euroheartj/ehu282. PMID: 25086026
14. Landesberg G., Beattie W.S., Mossi M., Jaffe A.S., Alpert J.S. Perioperative myocardial infarction. *Circulation.* 2009; 119 (22): 2936–2944. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.828228. PMID: 19506125
15. Ryabov G.A. Hypoxia of critical conditions. Moscow: Meditsina Publishers; 1988: 288. ISBN 5-225-00168-8. [In Russ.]
16. Devereaux P.J., Sessler D.I., Leslie K., Kurz A., Mrkobrada M., Alonso-Coello P., Villar J.C., Sigamani A., Biccard B.M., Meyhoff C.S., Parlow J.L., Guyatt G., Robinson A., Garg A.X., Rodseth R.N., Botto F., Lurati Buse G., Xavier D., Chan M.T., Tiboni M., Cook D., Kumar P.A., Forget P., Malaga G., Fleischmann E., Amir M., Eikelboom J., Mizera R., Torres D., Wang C.Y., Vanholder T., Paniagua P., Berwanger O., Srinathan S., Graham M., Pasin L., Le Manach Y., Gao P., Pogue J., Whitlock R., Lamy A., Kearon C., Chow C., Pettit S., Chrolavicius S., Yusuf S.; POISE-2 Investigators. Clonidine in patients undergoing noncardiac surgery. *N. Engl. J. Med.* 2014; 370 (16): 1504–1513. DOI: 10.1056/NEJMoa1401106. PMID: 24679061
17. Lau W.C., Froehlich J.B., Jewell E.S., Montgomery D.G., Eng K.M., Shields T.A., Henke P.K., Eagle K.A. Impact of adding aspirin to beta-blocker and statin in high-risk patients undergoing major vascular surgery. *Ann. Vasc. Surg.* 2013; 27 (4): 537–545. DOI: 10.1016/j.avsg.2012.12.001. PMID: 23535525
18. Acheampong D., Guerrier S., Lavarias V., Pechman D., Mills C., Inabnet W., Boateng P., Leitman I.M. Risk factors contributing to cardiac events following general and vascular surgery. *Ann. Med. Surg. (Lond.)*. 2018; 33: 16–23. DOI: 10.1016/j.amsu.2018.08.001. PMID: 30147870
19. Devereaux P.J. Suboptimal outcome of myocardial infarction after non-cardiac surgery: physicians can and should do more. *Circulation.* 2018; 137 (22): 2340–2343. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.033766. PMID: 29844070
20. Devereaux P.J., Duceppe E., Guyatt G., Tandon V., Rodseth R., Biccard B.M., Xavier D., Szczeklik W., Meyhoff C.S., Vincent J., Franzosi M.G., Srinathan S.K., Erb J., Magloire P., Neary J., Rao M., Rahate P.V., Chaudhry N.K., Mayosi B., de Nadal M., Iglesias P.P., Berwanger O., Villar J.C., Botto F., Eikelboom J.W., Sessler D.I., Kearon C., Pettit S., Sharma M., Connolly S.J., Bangdiwala S.J., Rao-Melacini P., Hoeft A., Yusuf S.; MANAGE Investigators. Dabigatran in patients with myocardial injury after non-cardiac surgery (MANAGE): an international, randomised, placebo-controlled trial. *Lancet.* 2018; 391 (10137): 2325–2334. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)30832-8. PMID: 29900874
21. Alvarez Escudero J., Calvo Vecino J.M., Veiras S., García R., González A.; Working Group of the CPG. Clinical Practice Guideline (CPG). Recommendation strategy for reducing risk of heart failure patients requiring non-cardiac surgery: reducing risk of heartfailure patients in noncardiac surgery. *Rev. Esp. Anestesiol. Reanim.* 2015; 62 (7): 359–419. DOI: 10.1016/j.redar.2015.05.002. PMID: 26164471
22. De Hert S., Staender S., Fritsch G., Hinkelbein J., Afshari A., Bettelli G., Bock M., Chew M.S., Coburn M., De Robertis E., Drinhaus H., Feldheiser A., Geldner G., Lahner D., Macas A., Neuhaus C., Rauch S., Santos-Ampuero M.A., Solca M., Tanha N., Traskaite V., Wagner G., Wappler F. Preoperative evaluation of adults undergoing electivenoncardiac surgery: updated guideline from the European Society of Anaesthesiology. *Eur. J. Anaesthesiol.* 2018; 35 (6): 407–465. DOI: 10.1097/EJA.00000000000000817. PMID: 29708905
23. Duceppe E., Parlow J., MacDonald P., Lyons K., McMullen M., Srinathan S., Graham M., Tandon V., Styles K., Bessisow A., Sessler D.I., Bryson G., Devereaux P.J. 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. PMID: 27865641
24. Fleisher L.A., Beckman J.A., Brown K.A., Calkins H., Chaikof E.L., Fleischmann K.E., Freeman W.K., Froehlich J.B., Kasper E.K., Kersten J.R., Riegel B., Robb J.F., Smith S.C.Jr., Jacobs A.K., Adams C.D., Anderson J.L., Antman E.M., Buller C.E., Creager M.A., Ettinger S.M., Faxon D.P., Fuster V., Halperin J.L., Hiratzka L.F., Hunt S.A., Lytle B.W., Nishimura R., Ornato J.P., Page R.L., Riegel B., Tarkington L.G., Yancy C.W. ACC/AHA 2007 Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation and Care for Noncardiac Surgery: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 2002 Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery) developed in collaboration with the American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Rhythm Society, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, and Society for Vascular Surgery. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2007; 50 (17): 1707–1732. DOI: 10.1016/j.jacc.2007.09.001. PMID: 17950159
25. American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines; American Society of Echocardiography; American Society of Nuclear Cardiology; Heart Rhythm Society; Society of Cardiovascular Anesthesiologists; Society for Cardiovascular Angiography

- and Interventions; Society for Vascular Medicine; Society for Vascular Surgery; Fleisher L.A., Beckman J.A., Brown K.A., Calkins H., Chaikof E.L., Fleischmann K.E., Freeman W.K., Froehlich J.B., Kasper E.K., Kersten J.R., Riegel B., Robb J.F. 2009 ACCF/AHA focused update on perioperative beta blockade incorporated into the ACC/AHA 2007 guidelines on perioperative cardiovascular evaluation and care for noncardiac surgery. J. Am. Coll. Cardiol. 2009; 54 (22): e13–e118. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.07.010. PMID: 19926002*
26. Щукин Ю.В., Хохлунов С.М., Суркова Е.А., Дупляков Д.В., Вачев А.Н., Германов А.З., Землянова М.Е., Круглов В.Н., Кузьмин В.П., Лис М.Н., Паевова Г.А., Паевова Т.В., Поляков В.П., Рябов А.Е., Скуратова М.А., Чомахидзе П.Ш., Шварц Ю.Г., Бойцов С.А., Веселкова Н.С., Гендлин Г.Е., Глезер М.Г., Голицын С.П., Карпов Ю.А., Кобалава Ж.Д., Конради А.О., Комотовская Ю.В., Лебедев П.А., Лопатин Ю.М., Мамошян Г.В., Мусеев В.С., Олейников В.Э., Перепеч Н.Б., Першуков И.В., Полтавская М.Г., Соколов И.М., Сторожаков Г.И., Сулимов В.А., Тарловская Е.И., Чазова И.Е., Чумакова Г.А., Шальнова С.А., Шляхто Е.В., Штутов А.М., Фомин И.В., Язвелов И.С. Прогнозирование и профилактика кардиальных осложнений внесердечных хирургических вмешательств. Национальные рекомендации. *Кардиоваск. терапия и профилактика*. 2011; 10 (6): Приложение 3: 1–28.
27. Сумин Н.А., Сумин Д.А. Оценка и снижение риска кардиальных осложнений при некардиальных операциях: есть ли различия между европейскими и американскими рекомендациями 2014 г.? *Креативная кардиология*. 2015; 1: 5–18.
28. Writing Committee for the VISION Study Investigators; Devereaux P.J., Biccard B.M., Sigamani A., Xavier D., Chan M.T.V., Srinathan S.K., Walsh M., Abraham V., Pearse R., Wang C.Y., Sessler D.I., Kurz A., Szczeklik W., Berwanger O., Villar J.C., Malaga G., Garg A.X., Chow C.K., Ackland G., Patel A., Borges F.K., Belley-Cote E.P., Duceppe E., Spence J., Tandon V., Williams C., Sapsford R.J., Polanczyk C.A., Tiboni M., Alonso-Coello P., Faruqui A., Heels-Ansdel D., Lamy A., Whitlock R., LeManach Y., Roshanov P.S., McGillion M., Kavak P., McQueen M.J., Thabane L., Rodseth R.N., Buse G.A.L., Bhandari M., Garutti I., Jacka M.J., Schünemann H.J., Cortes O.L., Coriat P., Dvirnik N., Botto F., Pettit S., Jaffe A.S., Guyatt G.H. Association of postoperative high-sensitivity Troponin levels with myocardial injury and 30-day mortality among patients undergoing non-cardiac surgery. *JAMA*. 2017; 317 (16): 1642–1651. DOI: 10.1001/jama.2017.4360. PMID: 28444280
29. Botto F., Alonso-Coello P., Chan M.T., Villar J.C., Xavier D., Srinathan S., Guyatt G., Cruz P., Graham M., Wang C.Y., Berwanger O., Pearse R.M., Biccard B.M., Abraham V., Malaga G., Hillis G.S., Rodseth R.N., Cook D., Polanczyk C.A., Szczeklik W., Sessler D.I., Sheth T., Ackland G.L., Leuwer M., Garg A.X., Lemanach Y., Pettit S., Heels-Ansdel D., Luratibus G., Walsh M., Sapsford R., Schünemann H.J., Kurz A., Thomas S., Mrkobrada M., Thabane L., Gerstein H., Paniagua P., Nagele P., Raina P., Yusuf S., Devereaux P.J., Devereaux P.J., Sessler D.I., Walsh M., Guyatt G., McQueen M.J., Bhandari M., Cook D., Bosch J., Buckley N., Yusuf S., Chow C.K., Hillis G.S., Halliwell R., Li S., Lee V.W., Mooney J., Polanczyk C.A., Furtado M.V., Berwanger O., Suzumura E., Santucci E., Leite K., Santo J.A., Jardim C.A., Cavalcanti A.B., Guimaraes H.P., Jacka M.J., Graham M., McAlister F., McMurry S., Townsend D., Pannu N., Bagshaw S., Bessissow A., Bhandari M., Duceppe E., Eikelboom J., Ganame J., Hankinson J., Hill S., Jolly S., Lamy A., Ling E., Magloire P., Pare G., Reddy D., Szalay D., Tittley J., Weitz J., Whitlock R., Darvish-Kazim S., Debeer J., Kavak P., Kearon C., Mizera R., O'Donnell M., McQueen M., Pinthus J., Ribas S., Simunovic M., Tandon V., Vanholder T., Winemaker M., Gerstein H., McDonald S., O'Bryne P., Patel A., Paul J., Punthakee Z., Raymer K., Salehian O., Spencer F., Walter S., Worcester A., Adili A., Clase C., Cook D., Crowther M., Douketis J., Gangji A., Jackson P., Lim W., Lovrics P., Mazzardi S., Orovan W., Rudkowsky J., Soth M., Tiboni M., Acedillo R., Garg A., Hildebrand A., Lam N., Macneil D., Mrkobrada M., Roshanov P.S., Srinathan S.K., Ramsey C., John P.S., Thorlacius L., Siddiqui F.S., Grocott H.P., McKay A., Lee T.W., Amadeo R., Funk D., McDonald H., Zacharias J., Villar J.C., Cortés O.L., Chaparro M.S., Vásquez S., Castañeda A., Ferreira S., Coriat P., Monneret D., Goarin J.P., Esteve C.J., Royer C., Daas G., Chan M.T., Choi G.Y., Gin T., Lit L.C., Xavier D., Sigamani A., Faruqui A., Dhanpal R., Almeida S., Cherian J., Furrugh S., Abraham V., Afzal L., George P., Mala S., Schünemann H., Muti P., Vizza E., Wang C.Y., Ong G.S., Mansor M., Tan A.S., Shariffuddin I.I., Vasanthan V., Hashim N.H., Undok A.W., Ki U., Lai H.Y., Ahmad W.A., Razack A.H., Malaga G., Valderrama-Victoria V., Loza-Herrera J.D., De Los Angeles Lazo M., Rotta-Rotta A., Szczeklik W., Sokolowska B., Musial J., Gorka J., Iwaszczuk P., Kozka M., Chwala M., Raczek M., Mrowiecki T., Kaczmarek B., Biccard B., Cassimjee H., Gopalan D., Kisten T., Mugabi A., Naidoo P., Naidoo R., Rodseth R., Skinner D., Torborg A., Paniagua P., Urrutia G., Maestre M.L., Santaló M., Gonzalez R., Font A., Martínez C., Pelaez X., De Antonio M., Vil-lamor J.M., García J.A., Ferré M.J., Popova E., Alonso-Coello P., Garutti I., Cruz P., Fernández C., Palencia M., Díaz S., Del Castillo T., Varela A., de Miguel A., Muñoz M., Piñeiro P., Cusati G., Del Barrio M., Membrillo M.J., Orozco D., Reyes F., Sapsford R.J., Barth J., Scott J., Hall A., Howell S., Lobley M., Woods J., Howard S., Fletcher J., Dewhurst N., Williams C., Rushton A., Welters I., Leuwer M., Pearse R., Ackland G., Khan A., Niebrzegowska E., Benton S., Wragg A., Archbold A., Smith A., McAlees E., Ramballi C., Macdonald N., Januszewska M., Stephens R., Reyes A., Paredes L.G., Sultan P., Cain D., Whittle J., Del Arroyo A.G., Sessler D.I., Kurz A., Sun Z., Finnegan P.S., Egan C., Honar H., Shahinyan A., Panjasawatwong K., Fu A.Y., Wang S., Reineks E., Nagele P., Blood J., Kalin M., Gibson D., Wildes T. Myocardial injury after noncardiac surgery: a large, international, prospective
- and Interventions; Society for Vascular Medicine; Society for Vascular Surgery; Fleisher L.A., Beckman J.A., Brown K.A., Calkins H., Chaikof E.L., Fleischmann K.E., Freeman W.K., Froehlich J.B., Kasper E.K., Kersten J.R., Riegel B., Robb J.F. 2009 ACCF/AHA focused update on perioperative beta blockade incorporated into the ACC/AHA 2007 guidelines on perioperative cardiovascular evaluation and care for noncardiac surgery. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2009; 54 (22): e13–e118. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.07.010. PMID: 19926002
26. Shchukin Yu.V., Khokhunov S.M., Surkova E.A., Duplyakov D.V., Vachev A.N., Germanov A.V., Zemlyanova M.E., Kruglov V.N., Kuzmin V.P., Lyas M.N., Pavlova G.A., Pavlova T.V., Polyakov V.P., Ryabov A.E., Skuratova M.A., Chomakhidze P.Sh., Shvarts Yu.G., Boitsov S.A., Veselkova N.S., Gendlin G.E., Glezer M.G., Golitsyn S.P., Karpov Yu.A., Kobalava Zh.D., Konradi A.O., Kotovskaya Yu.V., Lebedev P.A., Lopatin Yu.M., Matyushin G.V., Moiseyev V.S., Oleinikov V.E., Perepech N.B., Pershukov I.V., Poltavskaya M.G., Sokolov I.M., Storozhakov G.I., Sulimov V.F., Tarlovskaya E.I., Chazova I.E., Chumakov G.A., Shalnova S.A., Shlyakhto E.V., Shutov A.M., Fomin I.V., Yavelov I.S. Prediction and prevention of cardiac complications of non-cardiac surgical interventions. National guidelines. *Kardiovaskulyarnaya Terapiya i Profilaktika*. 2011; 10 (6): Suppl 3: 1–28.
27. Sumin N.A., Sumin D.A. Assessment and reduction of cardiac complications risk in non-cardiac operations: whether there are differences between European and American guidelines in 2014? *Kreativnaya Kardiologiya*. 2015; 1: 5–18. [In Russ.]
28. Writing Committee for the VISION Study Investigators; Devereaux P.J., Biccard B.M., Sigamani A., Xavier D., Chan M.T.V., Srinathan S.K., Walsh M., Abraham V., Pearse R., Wang C.Y., Sessler D.I., Kurz A., Szczeklik W., Berwanger O., Villar J.C., Malaga G., Garg A.X., Chow C.K., Ackland G., Patel A., Borges F.K., Belley-Cote E.P., Duceppe E., Spence J., Tandon V., Williams C., Sapsford R.J., Polanczyk C.A., Tiboni M., Alonso-Coello P., Faruqui A., Heels-Ansdel D., Lamy A., Whitlock R., LeManach Y., Roshanov P.S., McGillion M., Kavak P., McQueen M.J., Thabane L., Rodseth R.N., Buse G.A.L., Bhandari M., Garutti I., Jacka M.J., Schünemann H.J., Cortes O.L., Coriat P., Dvirnik N., Botto F., Pettit S., Jaffe A.S., Guyatt G.H. Association of postoperative high-sensitivity Troponin levels with myocardial injury and 30-day mortality among patients undergoing non-cardiac surgery. *JAMA*. 2017; 317 (16): 1642–1651. DOI: 10.1001/jama.2017.4360. PMID: 28444280
29. Botto F., Alonso-Coello P., Chan M.T., Villar J.C., Xavier D., Srinathan S., Guyatt G., Cruz P., Graham M., Wang C.Y., Berwanger O., Pearse R.M., Biccard B.M., Abraham V., Malaga G., Hillis G.S., Rodseth R.N., Cook D., Polanczyk C.A., Szczeklik W., Sessler D.I., Sheth T., Ackland G.L., Leuwer M., Garg A.X., Lemanach Y., Pettit S., Heels-Ansdel D., Luratibus G., Walsh M., Sapsford R., Schünemann H.J., Kurz A., Thomas S., Mrkobrada M., Thabane L., Gerstein H., Paniagua P., Nagele P., Raina P., Yusuf S., Devereaux P.J., Devereaux P.J., Sessler D.I., Walsh M., Guyatt G., McQueen M.J., Bhandari M., Cook D., Bosch J., Buckley N., Yusuf S., Chow C.K., Hillis G.S., Halliwell R., Li S., Lee V.W., Mooney J., Polanczyk C.A., Furtado M.V., Berwanger O., Suzumura E., Santucci E., Leite K., Santo J.A., Jardim C.A., Cavalcanti A.B., Guimaraes H.P., Jacka M.J., Graham M., McAlister F., McMurry S., Townsend D., Pannu N., Bagshaw S., Bessissow A., Bhandari M., Duceppe E., Eikelboom J., Ganame J., Hankinson J., Hill S., Jolly S., Lamy A., Ling E., Magloire P., Pare G., Reddy D., Szalay D., Tittley J., Weitz J., Whitlock R., Darvish-Kazim S., Debeer J., Kavak P., Kearon C., Mizera R., O'Donnell M., McQueen M., Pinthus J., Ribas S., Simunovic M., Tandon V., Vanholder T., Winemaker M., Gerstein H., McDonald S., O'Bryne P., Patel A., Paul J., Punthakee Z., Raymer K., Salehian O., Spencer F., Walter S., Worcester A., Adili A., Clase C., Cook D., Crowther M., Douketis J., Gangji A., Jackson P., Lim W., Lovrics P., Mazzardi S., Orovan W., Rudkowsky J., Soth M., Tiboni M., Acedillo R., Garg A., Hildebrand A., Lam N., Macneil D., Mrkobrada M., Roshanov P.S., Srinathan S.K., Ramsey C., John P.S., Thorlacius L., Siddiqui F.S., Grocott H.P., McKay A., Lee T.W., Amadeo R., Funk D., McDonald H., Zacharias J., Villar J.C., Cortés O.L., Chaparro M.S., Vásquez S., Castañeda A., Ferreira S., Coriat P., Monneret D., Goarin J.P., Esteve C.J., Royer C., Daas G., Chan M.T., Choi G.Y., Gin T., Lit L.C., Xavier D., Sigamani A., Faruqui A., Dhanpal R., Almeida S., Cherian J., Furrugh S., Abraham V., Afzal L., George P., Mala S., Schünemann H., Muti P., Vizza E., Wang C.Y., Ong G.S., Mansor M., Tan A.S., Shariffuddin I.I., Vasanthan V., Hasim N.H., Undok A.W., Ki U., Lai H.Y., Ahmad W.A., Razack A.H., Malaga G., Valderrama-Victoria V., Loza-Herrera J.D., De Los Angeles Lazo M., Rotta-Rotta A., Szczeklik W., Sokolowska B., Musial J., Gorka J., Iwaszczuk P., Kozka M., Chwala M., Raczek M., Mrowiecki T., Kaczmarek B., Biccard B., Cassimjee H., Gopalan D., Kisten T., Mugabi A., Naidoo P., Naidoo R., Rodseth R., Skinner D., Torborg A., Paniagua P., Urrutia G., Maestre M.L., Santaló M., Gonzalez R., Font A., Martínez C., Pelaez X., De Antonio M., Vil-lamor J.M., García J.A., Ferré M.J., Popova E., Alonso-Coello P., Garutti I., Cruz P., Fernández C., Palencia M., Díaz S., Del Castillo T., Varela A., de Miguel A., Muñoz M., Piñeiro P., Cusati G., Del Barrio M., Membrillo M.J., Orozco D., Reyes F., Sapsford R.J., Barth J., Scott J., Hall A., Howell S., Lobley M., Woods J., Howard S., Fletcher J., Dewhurst N., Williams C., Rushton A., Welters I., Leuwer M., Pearse R., Ackland G., Khan A., Niebrzegowska E., Benton S., Wragg A., Archbold A., Smith A., McAlees E., Ramballi C., Macdonald N., Januszewska M., Stephens R., Reyes A., Paredes L.G., Sultan P., Cain D., Whittle J., Del Arroyo A.G., Sessler D.I., Kurz A., Sun Z., Finnegan P.S., Egan C., Honar H., Shahinyan A., Panjasawatwong K., Fu A.Y., Wang S., Reineks E., Nagele P., Blood J., Kalin M., Gibson D., Wildes T. 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.0000000000000113. PMID: 24534856
30. Weiser T.G., Regenbogen S.E., Thompson K.D., Haynes A.B., Lipsitz S.R., Berry W.R., Gawande A.A. An estimation of the global volume of surgery: a modelling strategy based on available data. *Lancet*. 2008; 372 (9633): 139–144. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)60878-8. PMID: 18582931
  31. Хороненко В.Э. Клинические аспекты периоперационного ведения гериатрических больных с ишемической болезнью сердца при пла-новых некардиальных хирургических вмешательствах (аналитиче-ский обзор). *Анестезиология и реаниматология*. 2005; 5: 57–63. PMID: 16318057
  32. Хороненко В.Э., Осипова Н.А., Лагутин М.Б., Шеметова М.М. Диаг-ностика и прогнозирование степени риска периоперационных сер-дечно-сосудистых осложнений у гериатрических пациентов в онкохирургии. *Анестезиология и реаниматология*. 2009; 4: 22–27. PMID: 19827200
  33. Devereaux P.J., Xavier D., Pogue J., Guyatt G., Sigamani A., Garutti I., Leslie K., Rao-Melacini P., Chrolavicius S., Yang H., Macdonald C., Avezum A., Lanthier L., Hu W., Yusuf S.; POISE (PeriOperative ISchemic Evaluation) Investigators. Characteristics and short-term prognosis of periop-erative myocardial infarction in patients undergoing noncardiac surgery: a cohort study. *Ann. Intern. Med.* 2011; 154 (8): 523–528. DOI: 10.7326/0003-4819-154-8-201104190-00003. PMID: 21502650
  34. Thygesen K., Mair J., Katus H., Plebani M., Venge P., Collinson P., Lindahl B., Giannitis E., Hasin Y., Galvani M., Tubaro M., Alpert J.S., Biasucci L.M., Koenig W., Mueller C., Huber K., Hamm C., Jaffe A.S.; Study Group on Biomarkers in Cardiology of the ESC Working Group on Acute Cardiac Care. Recommendations for the use of cardiac troponin measurement in acute cardiac care. *Eur. Heart J.* 2010; 31 (18): 2197–2204. DOI: 10.1093/euroheartj/ehq251. PMID: 20685679
  35. Cohen M.C., Aretz T.H. 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. PMID: 10722235
  36. Dawood M.M., Gutpa D.K., Southern J., Walia A., Atkinson J.B., Eagle K.A. Pathology of fatal perioperative myocardial infarction: implications re-garding pathophysiology and prevention. *Int. J. Cardiol.* 1996; 57 (1): 37–44. DOI: 10.1016/S0167-5273(96)02769-6. PMID: 8960941
  37. Шлычкова Т.П., Жданов В.С., Карпов Ю.А., Чумаченко П.В. Основные типы нестабильных атеросклеротических бляшек и их распростра-ненность в коронарных артериях при остром инфаркте миокарда. *Арх. патологии*. 2005; 67 (3): 24–28. PMID: 16075608
  38. Kertai M.D., Westerhout C.M., Varga K.S., Acsady G., Gal J. Dihydropiridine calcium channel blockers and peri-operative mortality in aortic aneurysm surgery. *Br. J. Anaesth.* 2008; 101(4): 458–465. DOI: 10.1093/bja/aei173. PMID: 18556693
  39. Gualandro D.M., Campos C.A., Calderaro D., Yu P.C., Marques A.C., Pas-tana A.F., Lemos P.A., Caramelli B. Coronary plaque rupture in patients with myocardial infarction after noncardiac surgery: frequent and dan-gerous. *Atherosclerosis*. 2012; 222 (1): 191–195. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2012.02.021. PMID: 22410124
  40. Hanson I., Kahn J., Dixon S., Goldstein J. Angiographic and clinical char-acteristics of type 1 versus type 2 perioperative myocardial infarction. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2013; 82 (4): 622–628. DOI: 10.1002/ccd.24626. PMID: 22926992
  41. Ducall W.L., Sealove B., Pungotri C., Katz D., Moreno P., Kim M. Angio-graphic investigation of the pathophysiology of perioperative myocardial infarction. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2012; 80 (5): 768–776. DOI: 10.1002/ccd.23446. PMID: 22419582
  42. Yancy C.W., Jessup M., Bozkurt B., Butler J., Casey D.E. Jr., Drazner M.H., Fonarow G.C., Geraci S.A., Horwitz T., Januzzi J.L., Johnson M.R., Kasper E.K., Levy W.C., Masoudi F.A., McBride P.E., McMurray J.J., Mitchell J.E., Peterson P.N., Riegel B., Sam F., Stevenson L.W., Tang W.H., Tsai E.J., Wilkoff B.L. ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: executive sum-mary: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on practice guidelines. *Circulation*. 2013; 128 (16): 1810–1852. DOI: 10.1161/CIR.0b013e31829e8807. PMID: 23741057
  43. Ponikowski P., Voors A.A., Anker S.D., Bueno H., Cleland J.G., Coats A.J., Fall V., González-Juanatey R., Harjola V.P., Jankowska E.A., Jessup M., Linde C., Nihoyannopoulos P., Parissis J.T., Pieske B., Riley J.P., Rosano G.M., Ruilope L.M., Ruschitzka F., Rutten F.H., van der Meer P.; Authors/Task Force Members. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the di-agnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology(ESC). Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur. J. Heart Fail.* 2016; 18 (8): 891–975. DOI: 10.1002/ejhf.592. PMID: 27207191
  44. van Riet E.E., Hoes A.W., Limburg A., Landman M.A., van der Hoeven H., Rutten F.H. Prevalence of unrecognized heart failure in older persons with shortness of breath on exertion. *Eur. J. Heart Fail.* 2014; 16 (7): 772–777. DOI: 10.1002/ejhf.110. PMID: 24863953
  45. Gerber Y., Weston S.A., Redfield M.M., Chamberlain A.M., Manemann S.M., Jiang R., Killian J.M., Roger V.L. A contemporary appraisal of the heart failure epidemic in Olmsted County, Minnesota, 2000 to 2010. *JAMA Intern Med.* 2015; 175 (6): 996–1004. DOI: 10.1001/jamaintern-med.2015.0924. PMID: 25895156
  46. Hammill B.G., Curtis L.H., Bennett-Guerrero E., O'Connor C.M., Jollis J.G., Schulman K.A., Hernandez A.F. Impact of heart failure on patients under-
- cohort study establishing diagnostic criteria, characteristics, predictors, and 30-day outcomes. *Anesthesiology*. 2014; 120 (3): 564–578. DOI: 10.1097/ALN.0000000000000113. PMID: 24534856
30. Weiser T.G., Regenbogen S.E., Thompson K.D., Haynes A.B., Lipsitz S.R., Berry W.R., Gawande A.A. An estimation of the global volume of surgery: a modelling strategy based on available data. *Lancet*. 2008; 372 (9633): 139–144. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)60878-8. PMID: 18582931
  31. Khoronenko V.E. Clinical aspects of perioperative management of geri-atric patients with coronary heart disease during planned extracardiac surgical interventions (an analytical review). *Anesteziologiya i Reanimatologiya*. 2005; 5: 57–63. PMID: 16318057. [In Russ.]
  32. Khoronenko V.E., Osipova N.A., Lagutin M.B., Shemetova M.M. Diagnosis and prediction of the risk of perioperative cardiovascular events in geri-atric patients in oncological care. *Anesteziologiya i Reanimatologiya*. 2009; 4: 22–27. PMID: 19827200. [In Russ.]
  33. Devereaux P.J., Xavier D., Pogue J., Guyatt G., Sigamani A., Garutti I., Leslie K., Rao-Melacini P., Chrolavicius S., Yang H., Macdonald C., Avezum A., Lanthier L., Hu W., Yusuf S.; POISE (PeriOperative ISchemic Evaluation) Investigators. Characteristics and short-term prognosis of periop-erative myocardial infarction in patients undergoing noncardiac surgery: a cohort study. *Ann. Intern. Med.* 2011; 154 (8): 523–528. DOI: 10.7326/0003-4819-154-8-201104190-00003. PMID: 21502650
  34. Thygesen K., Mair J., Katus H., Plebani M., Venge P., Collinson P., Lindahl B., Giannitis E., Hasin Y., Galvani M., Tubaro M., Alpert J.S., Biasucci L.M., Koenig W., Mueller C., Huber K., Hamm C., Jaffe A.S.; Study Group on Biomarkers in Cardiology of the ESC Working Group on Acute Cardiac Care. Recommendations for the use of cardiac troponin measurement in acute cardiac care. *Eur. Heart J.* 2010; 31 (18): 2197–2204. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq251. PMID: 20685679
  35. Cohen M.C., Aretz T.H. 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. PMID: 10722235
  36. Dawood M.M., Gutpa D.K., Southern J., Walia A., Atkinson J.B., Eagle K.A. Pathology of fatal perioperative myocardial infarction: implications re-garding pathophysiology and prevention. *Int. J. Cardiol.* 1996; 57 (1): 37–44. DOI: 10.1016/S0167-5273(96)02769-6. PMID: 8960941
  37. Shlychkova T.P., Zhdanov V.S., Karpov Yu.A., Chumachenko P.V. Major types of unstable atherosclerotic plaques and their distribution in coronary arteries in acute myocardial infarction. *Arkhiv Patologii*. 2005; 67 (3): 24–28. PMID: 16075608. [In Russ.]
  38. Kertai M.D., Westerhout C.M., Varga K.S., Acsady G., Gal J. Dihydropiridine calcium channel blockers and peri-operative mortality in aortic aneurysm surgery. *Br. J. Anaesth.* 2008; 101(4): 458–465. DOI: 10.1093/bja/aei173. PMID: 18556693
  39. Gualandro D.M., Campos C.A., Calderaro D., Yu P.C., Marques A.C., Pas-tana A.F., Lemos P.A., Caramelli B. Coronary plaque rupture in patients with myocardial infarction after noncardiac surgery: frequent and dan-gerous. *Atherosclerosis*. 2012; 222 (1): 191–195. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2012.02.021. PMID: 22410124
  40. Hanson I., Kahn J., Dixon S., Goldstein J. Angiographic and clinical char-acteristics of type 1 versus type 2 perioperative myocardial infarction. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2013; 82 (4): 622–628. DOI: 10.1002/ccd.24626. PMID: 22926992
  41. Ducall W.L., Sealove B., Pungotri C., Katz D., Moreno P., Kim M. Angio-graphic investigation of the pathophysiology of perioperative myocardial infarction. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2012; 80 (5): 768–776. DOI: 10.1002/ccd.23446. PMID: 22419582
  42. Yancy C.W., Jessup M., Bozkurt B., Butler J., Casey D.E. Jr., Drazner M.H., Fonarow G.C., Geraci S.A., Horwitz T., Januzzi J.L., Johnson M.R., Kasper E.K., Levy W.C., Masoudi F.A., McBride P.E., McMurray J.J., Mitchell J.E., Peterson P.N., Riegel B., Sam F., Stevenson L.W., Tang W.H., Tsai E.J., Wilkoff B.L. ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: executive sum-mary: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on practice guidelines. *Circulation*. 2013; 128 (16): 1810–1852. DOI: 10.1161/CIR.0b013e31829e8807. PMID: 23741057
  43. Ponikowski P., Voors A.A., Anker S.D., Bueno H., Cleland J.G., Coats A.J., Fall V., González-Juanatey R., Harjola V.P., Jankowska E.A., Jessup M., Linde C., Nihoyannopoulos P., Parissis J.T., Pieske B., Riley J.P., Rosano G.M., Ruilope L.M., Ruschitzka F., Rutten F.H., van der Meer P.; Authors/Task Force Members. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the di-agnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology(ESC). Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur. J. Heart Fail.* 2016; 18 (8): 891–975. DOI: 10.1002/ejhf.592. PMID: 27207191
  44. van Riet E.E., Hoes A.W., Limburg A., Landman M.A., van der Hoeven H., Rutten F.H. Prevalence of unrecognized heart failure in older persons with shortness of breath on exertion. *Eur. J. Heart Fail.* 2014; 16 (7): 772–777. DOI: 10.1002/ejhf.110. PMID: 24863953
  45. Gerber Y., Weston S.A., Redfield M.M., Chamberlain A.M., Manemann S.M., Jiang R., Killian J.M., Roger V.L. A contemporary appraisal of the heart failure epidemic in Olmsted County, Minnesota, 2000 to 2010. *JAMA Intern Med.* 2015; 175 (6): 996–1004. DOI: 10.1001/jamaintern-med.2015.0924. PMID: 25895156
  46. Hammill B.G., Curtis L.H., Bennett-Guerrero E., O'Connor C.M., Jollis J.G., Schulman K.A., Hernandez A.F. Impact of heart failure on patients under-

- going major noncardiac surgery. *Anesthesiology*. 2008; 108 (4): 559–567. DOI: 10.1097/ALN.0b013e31816725ef. PMID: 18362586
47. Healy K.O., Waksmonski C.A., Altman R.K., Stetson P.D., Reyyentovich A., Maurer M.S. Perioperative outcome and long-term mortality for heart failure patients undergoing intermediate- and high-risk noncardiac surgery: impact of left ventricular ejection fraction. *Congest. Heart Fail.* 2010; 16 (2): 45–49. DOI: 10.1111/j.1751-7133.2009.00130.x. PMID: 20412467
  48. Xu-Cai Y.O., Brotman D.J., Phillips C.O., Michota F.A., Tang W.H., Whinney C.M., Panneerselvam A., Hixson E.D., Garcia M., Francis G.S., Jaffer A.K. Outcomes of patients with stable heart failure undergoing elective noncardiac surgery. *Mayo Clin. Proc.* 2008; 83 (3): 280–288. DOI: 10.4065/83.3.280. PMID: 18315993
  49. Hernandez A.F., Newby L.K., O'Connor C.M. Preoperative evaluation for major noncardiac surgery: focusing on heart failure. *Arch. Intern. Med.* 2004; 164 (16): 1729–1736. DOI: 10.1001/archinte.164.16.1729. PMID: 15364665
  50. Mangano D.T., Browner W.S., Hollenberg M., London M.J., Tubau J.F., Tateo I.M. Association of perioperative myocardial ischemia with cardiac morbidity and mortality in men undergoing noncardiac surgery. The Study of Perioperative Ischemia Research Group. *N. Engl. J. Med.* 1990; 323 (26): 1781–1788. DOI: 10.1056/NEJM199012273232601. PMID: 2247116
  51. Williams F.M., Bergin J.D. Cardiac screening before noncardiac surgery. *Surg. Clin. North Am.* 2009; 89 (4): 747–762, vii. DOI: 10.1016/j.suc.2009.05.001. PMID: 19782835
  52. Boersma E., Kertai M.D., Schouten O., Bax J.J., Noordzij P., Steyerberg E.W., Schinkel A.F., van Santen M., Simoons M.L., Thomson I.R., Klein J., van Urk H., Poldermans D. Perioperative cardiovascular mortality in noncardiac surgery: validation of the Lee cardiac risk index. *Am. J. Med.* 2005; 118 (10): 1134–1141. DOI: 10.1016/j.amjmed.2005.01.064. PMID: 16194645
  53. Заболотских И.Б., Лебединский К.М., Григорьев Е.В., Григорьев С.В., Грицан А.И., Данилов П.И., Кирюков М.Ю., Козлов И.А., Курапеев И.С., Лихваницев В.В., Мизиков В.М., Помицевская В.И., Субботин В.В. Периоперационное ведение больных с сопутствующей ишемической болезнью сердца. Клинические рекомендации. 54–89. В кн.: Заболотских И.Б., Шифман Е.М. (ред.). Анетезиология-реаниматология. Клинические рекомендации. М.: ГЕОТАР-Медиа; 2016: 960. ISBN 978-5-9704-4036-0
  54. Gilbert-Kawai E., Montgomery H. Cardiovascular assessment for non-cardiac surgery: European guidelines. *Br. J. Hosp. Med. (Lond.)*. 2017; 78 (6): 327–332. DOI: 10.12968/hmed.2017.78.6.327. PMID: 28614020
  55. Mureddu G.F. Current multivariate risk scores in patients undergoing non-cardiac surgery. *Monaldi Arch. Chest Dis.* 2017; 87 (2): 848. DOI: 10.4081/monaldi.2017.848. PMID: 28967720
  56. Тарский Н.А., Дмитриев В.С., Мухин А.К., Вейкин А.К., Соловьев Е.Ш. Оценка работоспособности и определение метаболического эквивалента по результатам тредмил-теста. *Кардиология*. 1998; 38 (7): 47–50.
  57. Goldman L., Caldera D.L., Nussbaum S.R., Southwick F.S., Krogstad D., Murray B., Burke D.S., O'Malley T.A., Goroll A.H., Caplan C.H., Nolan J., Carabello B., Slater E.E. Multifactorial index of cardiac risk in noncardiac surgical procedures. *N. Engl. J. Med.* 1977; 297 (16): 845–850. DOI: 10.1056/NEJM197710202971601. PMID: 904659
  58. Detsky A.S., Abrams H.B., Forbath N., Scott J.G., Hilliard J.R. Cardiac assessment for patients undergoing noncardiac surgery. A multifactorial clinical risk index. *Arch. Intern. Med.* 1986; 146 (11): 2131–2134. DOI: 10.1001/archinte.1986.00360230047007. PMID: 3778043
  59. Detsky A.S., Abrams H.B., McLaughlin J.R., Drucker D.J., Sisson Z., Johnston N., Scott J.G., Forbath N., Hilliard J.R. Predicting cardiac complications in patients undergoing non-cardiac surgery. *J. Gen. Intern. Med.* 1986; 1 (4): 211–219. DOI: 10.1007/BF02596184. PMID: 3772593
  60. Lee T.H., Marcantonio E.R., Mangione C.M., Thomas E.J., Polanczyk C.A., Cook E.F., Sugarbaker D.J., Donaldson M.C., Poss R., Ho K.K., Ludwig L.E., Pedan A., Goldman L. Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major noncardiac surgery. *Circulation*. 1999; 100 (10): 1043–1049. DOI: 10.1161/01.CIR.100.10.1043. PMID: 10477528
  61. Davis C., Tait G., Carroll J., Wijeysundera D.N., Beattie W.S. The Revised Cardiac Risk Index in the newmillennium: a single-centre prospective cohort re-evaluation of the original variables in 9,519 consecutive elective surgical patients. *Can. J. Anaesth.* 2013; 60 (9): 855–863. DOI: 10.1007/s12630-013-9988-5. PMID: 23813289
  62. Gupta P.K., Gupta H., Sundaram A., Kaushik M., Fang X., Miller W.J., Estebrooks D.J., Hunter C.B., Pipinos I.I., Johanning J.M., Lynch T.G., Forse R.A., Mohiuddin S.M., Mooss A.N. Development and validation of a risk calculator for prediction of cardiac risk after surgery. *Circulation*. 2011; 124 (4): 381–387. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.015701. PMID: 21730309
  63. Козлов И.А., Харламова И.Е. Натрийуретические пептиды: биохимия, физиология, клиническое значение. *Общая реаниматология*. 2009; 5 (1): 89–97. DOI: 10.15360/1813-9779-2009-1-89
  64. Thygesen K., Mair J., Mueller C., Huber K., Weber M., Plebani M., Hasin Y., Biasucci L.M., Giannitsis E., Lindahl B., Koenig W., Tubaro M., Collinson P., Katus H., Galvani M., Venge P., Alpert J.S., Hamm C., Jaffe A.S.; Study Group on Biomarkers in Cardiology of the ESC Working Group on Acute Cardiac Care. Recommendations for the use of natriuretic peptides in acute cardiac care: a position statement from the Study Group on Biomarkers in Cardiology of the ESC Working Group on Acute Cardiac Care. *Eur. Heart J.* 2012; 33 (16): 2001–2006. DOI: 10.1093/euroheartj/ehq509. PMID: 21292681
  65. Mezzasoma L., Peirce M.J., Minelli A., Bellezza I. Natriuretic peptides: the case of prostate cancer. *Molecules*. 2017; 22 (10): pii: E1680. DOI: 10.3390/molecules22101680. PMID: 28994721
  66. Healy K.O., Waksmonski C.A., Altman R.K., Stetson P.D., Reyyentovich A., Maurer M.S. Perioperative outcome and long-term mortality for heart failure patients undergoing intermediate- and high-risk noncardiac surgery: impact of left ventricular ejection fraction. *Congest. Heart Fail.* 2010; 16 (2): 45–49. DOI: 10.1111/j.1751-7133.2009.00130.x. PMID: 20412467
  67. Xu-Cai Y.O., Brotman D.J., Phillips C.O., Michota F.A., Tang W.H., Whinney C.M., Panneerselvam A., Hixson E.D., Garcia M., Francis G.S., Jaffer A.K. Outcomes of patients with stable heart failure undergoing elective noncardiac surgery. *Mayo Clin. Proc.* 2008; 83 (3): 280–288. DOI: 10.4065/83.3.280. PMID: 18315993
  68. Hernandez A.F., Newby L.K., O'Connor C.M. Preoperative evaluation for major noncardiac surgery: focusing on heart failure. *Arch. Intern. Med.* 2004; 164 (16): 1729–1736. DOI: 10.1001/archinte.164.16.1729. PMID: 15364665
  69. Mangano D.T., Browner W.S., Hollenberg M., London M.J., Tubau J.F., Tateo I.M. Association of perioperative myocardial ischemia with cardiac morbidity and mortality in men undergoing noncardiac surgery. The Study of Perioperative Ischemia Research Group. *N. Engl. J. Med.* 1990; 323 (26): 1781–1788. DOI: 10.1056/NEJM199012273232601. PMID: 2247116
  70. Williams F.M., Bergin J.D. Cardiac screening before noncardiac surgery. *Surg. Clin. North Am.* 2009; 89 (4): 747–762, vii. DOI: 10.1016/j.suc.2009.05.001. PMID: 19782835
  71. Boersma E., Kertai M.D., Schouten O., Bax J.J., Noordzij P., Steyerberg E.W., Schinkel A.F., van Santen M., Simoons M.L., Thomson I.R., Klein J., van Urk H., Poldermans D. Perioperative cardiovascular mortality in noncardiac surgery: validation of the Lee cardiac risk index. *Am. J. Med.* 2005; 118 (10): 1134–1141. DOI: 10.1016/j.amjmed.2005.01.064. PMID: 16194645
  72. Zabolotskikh I.B., Lebedinsky K.M., Grigoryev E.V., Grigoryev S.V., Gritsan A.I., Danilyuk P.I., Kirov M.Yu., Kozlov I.A., Kurapeyev I.S., Likhvantsev V.V., Mizikov V.M., Potievskaya V.I., Subbotin V.V. Perioperative management of patients with concomitant coronary artery disease. Clinical guidelines. 54–89. In: Zabolotskikh I.B., Shifman E.N. (ed.). Clinical guidelines. Anestesiologiya-Reanimatologiya. Moscow: GEOTAR-Media; 2016: 960. ISBN 978-5-9704-4036-0. [In Russ.]
  73. Gilbert-Kawai E., Montgomery H. Cardiovascular assessment for non-cardiac surgery: European guidelines. *Br. J. Hosp. Med. (Lond.)*. 2017; 78 (6): 327–332. DOI: 10.12968/hmed.2017.78.6.327. PMID: 28614020
  74. Mureddu G.F. Current multivariate risk scores in patients undergoing non-cardiac surgery. *Monaldi Arch. Chest Dis.* 2017; 87 (2): 848. DOI: 10.4081/monaldi.2017.848. PMID: 28967720
  75. Tarsky N.A., Dmitriev V.S., Mukhin E.P., Verkin A.K., Solov'yev E.Sh. Evaluation of health and determination of metabolic equivalent by the results of treadmill test. *Kardiologiya*. 1998; 38 (7): 47–50. [In Russ.]
  76. Goldman L., Caldera D.L., Nussbaum S.R., Southwick F.S., Krogstad D., Murray B., Burke D.S., O'Malley T.A., Goroll A.H., Caplan C.H., Nolan J., Carabell B., Slater E.E. Multifactorial index of cardiac risk in noncardiac surgical procedures. *N. Engl. J. Med.* 1977; 297 (16): 845–850. DOI: 10.1056/NEJM197710202971601. PMID: 904659
  77. Detsky A.S., Abrams H.B., Forbath N., Scott J.G., Hilliard J.R. Cardiac assessment for patients undergoing noncardiac surgery. A multifactorial clinical risk index. *Arch. Intern. Med.* 1986; 146 (11): 2131–2134. DOI: 10.1001/archinte.1986.00360230047007. PMID: 3778043
  78. Detsky A.S., Abrams H.B., McLaughlin J.R., Drucker D.J., Sisson Z., Johnston N., Scott J.G., Forbath N., Hilliard J.R. Predicting cardiac complications in patients undergoing non-cardiac surgery. *J. Gen. Intern. Med.* 1986; 1 (4): 211–219. DOI: 10.1007/BF02596184. PMID: 3772593
  79. Lee T.H., Marcantonio E.R., Mangione C.M., Thomas E.J., Polanczyk C.A., Cook E.F., Sugarbaker D.J., Donaldson M.C., Poss R., Ho K.K., Ludwig L.E., Pedan A., Goldman L. Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major noncardiac surgery. *Circulation*. 1999; 100 (10): 1043–1049. DOI: 10.1161/01.CIR.100.10.1043. PMID: 10477528
  80. Davis C., Tait G., Carroll J., Wijeysundera D.N., Beattie W.S. The Revised Cardiac Risk Index in the newmillennium: a single-centre prospective cohort re-evaluation of the original variables in 9,519 consecutive elective surgical patients. *Can. J. Anaesth.* 2013; 60 (9): 855–863. DOI: 10.1007/s12630-013-9988-5. PMID: 23813289
  81. Gupta P.K., Gupta H., Sundaram A., Kaushik M., Fang X., Miller W.J., Estebrooks D.J., Hunter C.B., Pipinos I.I., Johanning J.M., Lynch T.G., Forse R.A., Mohiuddin S.M., Mooss A.N. Development and validation of a risk calculator for prediction of cardiac risk after surgery. *Circulation*. 2011; 124 (4): 381–387. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.015701. PMID: 21730309
  82. Kozlov I.A., Kharlamova I.E. Natriuretic peptides: biochemistry, physiology, clinical implication. *Obozr. Reanimatologiya = General Reanimatology*. 2009; 5 (1): 89–97. DOI: 10.15360/1813-9779-2009-1-89. [In Russ., In Engl.]
  83. Thygesen K., Mair J., Mueller C., Huber K., Weber M., Plebani M., Hasin Y., Biasucci L.M., Giannitsis E., Lindahl B., Koenig W., Tubaro M., Collinson P., Katus H., Galvani M., Venge P., Alpert J.S., Hamm C., Jaffe A.S.; Study Group on Biomarkers in Cardiology of the ESC Working Group on Acute Cardiac Care. Recommendations for the use of natriuretic peptides in acute cardiac care: a position statement from the Study Group on Biomarkers in Cardiology of the ESC Working Group on Acute Cardiac Care. *Eur. Heart J.* 2012; 33 (16): 2001–2006. DOI: 10.1093/euroheartj/ehq509. PMID: 21292681
  84. Mezzasoma L., Peirce M.J., Minelli A., Bellezza I. Natriuretic peptides: the case of prostate cancer. *Molecules*. 2017; 22 (10): pii: E1680. DOI: 10.3390/molecules22101680. PMID: 28994721

66. Santhekadur P.K., Kumar D.P., Seneshaw M., Mirshahi F., Sanyal A.J. The multifaceted role of natriuretic peptides in metabolic syndrome. *Biomed. Pharmacother.* 2017; 92: 826–835. DOI: 10.1016/j.bioph.2017.05.136. PMID: 28599248
67. Roberts E., Ludman A.J., Dworzynski K., Al-Mohammad A., Cowie M.R., McMurray J.J., Mant J.; NICE Guideline Development Group for Acute Heart Failure. The diagnostic accuracy of the natriuretic peptides in heart failure: systematic review and diagnostic meta-analysis in the acute care setting. *BMJ.* 2015; 350: h910. DOI: 10.1136/bmj.h910. PMID: 25740799
68. Yancy C.W., Jessup M., Bozkurt B., Butler J., Casey D.E.Jr., Colvin M.M., Drazner M.H., Filippatos G.S., Fonarow G.C., Givertz M.M., Hollenberg S.M., Lindenfeld J., Masoudi F.A., McBride P.E., Peterson P.N., Stevenson L.W., Westlake C. 2017 ACC/AHA/HFSA Focused Update of the 2013ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Failure Society of America. *J. Card. Fail.* 2017; 23 (8): 628–651. DOI: 10.1016/j.cardfail.2017.04.014. PMID: 28461259
69. Сумин А.Н., Барбараши О.Л., Барбараши Л.С. Кардиологические осложнения при некардиальных хирургических операциях. Кемерово: Кузбассвузиздат; 2013: 175. ISBN 978-5-202-01205-1

**Поступила 22.01.18**

66. Santhekadur P.K., Kumar D.P., Seneshaw M., Mirshahi F., Sanyal A.J. The multifaceted role of natriuretic peptides in metabolic syndrome. *Biomed. Pharmacother.* 2017; 92: 826–835. DOI: 10.1016/j.bioph.2017.05.136. PMID: 28599248

67. Roberts E., Ludman A.J., Dworzynski K., Al-Mohammad A., Cowie M.R., McMurray J.J., Mant J.; NICE Guideline Development Group for Acute Heart Failure. The diagnostic accuracy of the natriuretic peptides in heart failure: systematic review and diagnostic meta-analysis in the acute care setting. *BMJ.* 2015; 350: h910. DOI: 10.1136/bmj.h910. PMID: 25740799

68. Yancy C.W., Jessup M., Bozkurt B., Butler J., Casey D.E.Jr., Colvin M.M., Drazner M.H., Filippatos G.S., Fonarow G.C., Givertz M.M., Hollenberg S.M., Lindenfeld J., Masoudi F.A., McBride P.E., Peterson P.N., Stevenson L.W., Westlake C. 2017 ACC/AHA/HFSA Focused Update of the 2013ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Failure Society of America. *J. Card. Fail.* 2017; 23 (8): 628–651. DOI: 10.1016/j.cardfail.2017.04.014. PMID: 28461259

69. Sumin A.N., Barbarash O.L., Barbarash L.S. Cardiac complications in non-cardiac surgery. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat; 2013: 175. ISBN 978-5-202-01205-1. [In Russ.]

**Received 22.01.18**

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ КАЛЕНДАРЬ КОНФЕРЕНЦИЙ АНЕСТЕЗИОЛОГОВ-РЕАНИМАТОЛОГОВ 2019

**13–17 мая**

Anesthesiology Update 2019  
Бостон, США • [anesthesiology.hmscme.com](http://anesthesiology.hmscme.com)

**17–19 мая**

XVI Всероссийская научно-образовательная конференция  
«Рекомендации и индивидуальные подходы в анестезиологии и реаниматологии»  
Геленджик, Россия • [www.conf-airkuban.ru](http://www.conf-airkuban.ru)

**1–3 июня**

ЕВРОАНЕСТЕЗИЯ 2019 – Euroanaesthesia 2019 (Европейский анестезиологический конгресс)  
Вена, Австрия • [www.esahq.org](http://www.esahq.org)

**22–23 июня**

Беломорский симпозиум VIII Всероссийская конференция с международным участием  
Архангельск, Россия • [www.anesth.ru](http://www.anesth.ru)