

ПРЕДОПЕРАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА ПАЦИЕНТА. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

К.А. Цыганков , А.В. Щёголев , Р.Е. Лахин 

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия

Статья посвящена значимой и активно обсуждаемой проблеме прогноза развития осложнений при некардиохирургических операциях. Несмотря на прогресс и все более широкое распространение интраоперационного мониторинга, совершенствование способов анестезии, успехи клинической фармакологии, сохраняется значимость хирургической, медикаментозной агрессии в проявлении механизмов хирургического стресса. В этих условиях еще более важной становится роль анестезиологов в обеспечении безопасности пациента по ходу оперативного вмешательства и анестезии, а также в ранний послеоперационный период. Следует отметить, что, несмотря на большое количество публикаций в рамках проблемы оценки функционального состояния пациентов и прогноза развития осложнений, сведения об информативных методах предоперационного прогнозирования осложнений в ходе операции и анестезии почти отсутствуют. В то же время применительно к современному уровню развития науки и практики анестезиологии и реаниматологии методики определения риска и прогнозирования осложнений должны быть максимально объективизированы. Все перечисленные обстоятельства обуславливают актуальность поиска возможностей повышения безопасности анестезии с помощью объективного прогнозирования развития осложнений.

- **Ключевые слова:** предоперационный осмотр, операционно-анестезиологический риск, сердечно-сосудистые осложнения, функциональные нагрузочные тесты, анаэробный порог, кардиореспираторное нагрузочное тестирование

Для корреспонденции: Цыганков Кирилл Алексеевич — адъюнкт кафедры анестезиологии и реаниматологии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: doctorcygankov@mail.ru

Для цитирования: Цыганков К.А., Щёголев А.В., Лахин Р.Е. Предоперационная оценка функционального статуса пациента. Современное состояние проблемы. Вестник интенсивной терапии. 2017;3:35–41. DOI: 10.21320/1818-474X-2017-3-35-41

Поступила: 28.06.2017

PREOPERATIVE ASSESSMENT OF A PATIENT'S FUNCTIONAL STATUS. CURRENT STATE OF THE PROBLEM

K.A. Tsygankov , A.V. Shchegolev , R.E. Lahin 

Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

The article is devoted to the significant and actively discussed problem of the prognosis of the complications development in non-cardiac surgery. Despite the progress and the increasing use of intraoperative monitoring, the improvement of the anesthesia methods and the success of clinical pharmacology, the importance of surgical and drug aggression in the manifestation of mechanisms of surgical stress remains. In these conditions, the role of anesthesiologists in providing patient safety during surgical intervention and anesthesia becomes even more important, as well as in the early postoperative period. It should be noted that, despite a large number of publications concerning patients' functional status assessment and the prognosis of complications, the data about informative methods of preoperative prediction of complications during surgery and anesthesia is almost absent. At the same time, at the current level of science and anesthesiology and resuscitation practice development, the methods for determining the risk and predicting complications should be maximally objectified. All of the circumstances above determine the urgency of searching for opportunities to improve anesthesia safety with the help of objective prediction of the complications development.

- **Keywords:** preoperative examination, operational-anesthesia risk, cardiovascular complications, functional exercise tests, anaerobic threshold, cardiorespiratory stress testing

For correspondence: Kirill A. Tsygankov — adjunct, the Department of Anesthesiology and Intensive Care, Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia; e-mail: doctorcygankov@mail.ru

For citation: Tsygankov KA, Shchegolev AV, Lahin RE. Preoperative Assessment of a Patient's Functional Status. Current State of the Problem. Intensive Care Herald. 2017;3:35–41. DOI: 10.21320/1818-474X-2017-3-35-41

Received: 28.06.2017



Несмотря на развитие анестезиологии и реаниматологии, фармакотерапии, появление малоинвазивных хирургических операций, внедрение роботизированных технологий, полностью избежать возникновения периперационных осложнений не удастся [1–4]. Именно поэтому одной из проблем, стоящей сегодня перед врачами анестезиологами-реаниматологами (далее — анестезиологами), является прогнозирование и предупреждение развития осложнений на этапах анестезии и в послеоперационный период [5, 6].

В Европе ежегодно около 100 млн взрослого населения подвергаются хирургическим операциям некардиохирургического профиля. При этом у 500–900 тыс. человек в периперационный период развиваются осложнения со стороны системы кровообращения [6–11]. Риск летальных исходов составляет от 0,8 % до 1,5 %. Кардиальные осложнения составляют до 42 % от всех возникающих осложнений [6, 8].

Наиболее опасным периперационным осложнением является инфаркт миокарда (ИМ). Существует прямая связь с различными факторами риска, одним из которых является возраст: чем старше пациент, тем больше вероятность развития осложнения [6, 9, 12–14]. По предварительным оценкам, число оперативных вмешательств, проводимых в странах Европы, к 2020 г. увеличится на 25 %. За тот же период времени численность пожилых людей также увеличится на 50 % [15–18].

Важной задачей для анестезиолога является повышение безопасности анестезии с помощью оценки риска развития осложнений. Для выполнения данной задачи в повседневной деятельности используют различные методики: функциональные тесты [6, 12, 19–22], фармакологические пробы [6, 23–25], интегральные индексы кардиальных осложнений [6, 12, 13, 71], опросники повседневной активности [6, 26], расчет метаболического эквивалента (MET) [6, 12, 20, 27, 54], регистрация критических инцидентов (КИ) [28–31]. Тем не менее необходимо отметить, что данные методики оценки рисков возникновения осложнений и функциональной операбельности не обладают достаточно высокой чувствительностью и специфичностью, позволяющей прогнозировать все осложнения, что ведет к позднему изменению тактики проводимой анестезии и началу интенсивной терапии. Более того, каждый из данных методов имеет как преимущества, так и недостатки и не может быть тестом выбора для прогнозирования развития критических инцидентов и осложнений.

W.D. Owens и соавт. (1978) провели исследование использования шкалы ASA в повседневной практике анестезиолога. В исследовании участвовали 255 специалистов. Им было предложено классифицировать десять гипотетических пациентов. При этом четыре пациента вызвали широкие диапазоны ответов по причине того, что возраст, ожирение, перенесенный ИМ в анамнезе, анемия вызвали разногласия. В итоге авторы приходят к выводу, что шкала ASA — необходимый компонент предоперационного осмотра, но она страдает от недостатка научной точности [32]. Схожие выводы были выявлены и в других публикациях, где авторы не рекомендуют использовать

шкалу ASA для оценки индивидуального риска, что в свою очередь не позволяет выработать анестезиологу необходимую тактику ведения анестезии [33].

Следующий метод прогнозирования кардиальных осложнений — оценка MET. 1 MET отражает потребление кислорода (3,5 мл/кг/мин у 40-летнего мужчины весом 70 кг, в покое) [6, 34]. Функциональная способность классифицируется как отличная (> 10 MET), хорошая (7–10 MET), умеренная (4–7 MET), низкая (< 4 MET) и неизвестная. С целью оценки функционального статуса пациенту в предоперационный период предлагается ответить на ряд вопросов или заполнить анкету. Преимущество данной методики заключается в простоте и доступности. Интерпретация результатов: неспособность подняться на два лестничных пролета или бежать на короткое расстояние (4 MET) указывает на плохую функциональную способность, и это приводит к увеличению числа послеоперационных кардиальных осложнений [33–35].

Помимо данного метода существует и другой скрининг оценки функционального состояния — использование опросников повседневной активности, которые пациенты заполняют накануне операции. Они позволяют рассчитать максимальное потребление кислорода (VO_{2max}). Положительными аспектами опросников являются быстрота заполнения, доступность и безопасность [35, 36]. В Европе и Соединенных Штатах Америки (США) наиболее часто используют индекс активности университета Дюка — Duke Activity Status Index (DASI), выражающийся в MET. Если пациент при ответе набирает больше 11,6 балла, то данный уровень повседневной активности приравнивается к VO_{2max} 14,5 мл/кг/мин, что соответствует MET = 4, т. е. функциональная способность классифицируется как удовлетворительная. При данных результатах функциональный статус пациента интерпретируется как умеренный, и дальнейшие мероприятия по определению функционального статуса не проводятся [6, 33].

Недостатком данных опросников является то, что это субъективная оценка функциональных резервов пациента, и то, что пациенты часто переоценивают свои возможности, осуществляя ложные предположения о своем собственном уровне толерантности к физической нагрузке. Таким образом, можно сделать вывод, что оценка функциональной способности пациентов, основанная на анкетах и опросниках, не может являться достоверной информацией, позволяющей оценить функциональный статус пациента и спрогнозировать возможные послеоперационные осложнения, по причине того, что он может сообщить завышенные или недооценить истинные результаты (в частности у пациентов с ожирением) [38]. Другой метод оценки функционального состояния и возможности прогнозирования послеоперационных осложнений — использование индексов Goldman (1977), Detsky (1986), Lee (1999) [6, 33]. Наибольшее значение в практике анестезиолога отдается индексу Lee [6], который является модифицированной версией индекса Goldman. Преимуществом использования данного индекса являются простота и доступность данного способа, что позволяет его отнести к скрининговым методам. При этом индекс Lee имеет и

недостатки — не учитывается возраст пациента. Напротив, индексы Goldman, Detsky, Eagle используют для уточнения возможности факта развития кардиальных осложнений, где одним из критериев является возраст старше 70 лет, что обладает большей достоверностью. Данный факт подтверждает исследование С.М. Ashton и соавт. (1993): одним из факторов, связанных с развитием ИМ, является возраст пациента старше 75 лет [14]. В других исследованиях, проведенных D.A. Story и соавт. (2008, 2011), отмечалось в 6 % летальность в течение 30 дней после плановых операций на органах брюшной полости у пациентов 70 лет, а в 19 % развивались осложнения [39, 40]. В то же время G. Prause и соавт. (1997) провели исследование, в котором сравнили ASA и индекс Goldman. Исследователи пришли к выводу, что класс по ASA в эксперименте обладал большей прогностической значимостью, чем индекс Goldman, предположив, что сочетание двух методик может повысить точность прогнозирования периоперационной смертности [41]. Общим недостатком использования интегральных индексов прогнозирования Lee, Goldman, Detsky является обобщенность прогноза. Они позволяют оценить вероятность кардиальных осложнений, но не позволяют прогнозировать их вид и выявить возможные механизмы развития с целью предотвращения [12, 13, 32, 42]. Отсюда следует, что объективные данные предоставляют более информативную оценку функционального состояния и прогноз возможных осложнений для анестезиолога в предоперационный период.

Таковыми альтернативными методами могут быть используемые в предоперационный период функциональные тесты с целью оценки толерантности к физической нагрузке и объективизации функционального статуса пациента с умеренно выраженными и тяжелыми заболеваниями сердца и легких. Данные функциональные пробы возможно объединить в группу — функциональные тесты с ходьбой, Functional Walk Tests (FWT) [19, 21, 43–46]. К этой группе относят:

- тесты с фиксированным временем исследования — проба с 2, 5, 6, 9, 12-минутной ходьбой [43, 47, 49, 50];
- тест с фиксированной дистанцией — 100 м, 2 км [19, 43, 50, 51];
- тест с заданной скоростью ходьбы — шаттл-тест с возрастающим темпом ходьбы [19, 52, 53].

В начале 1960-х гг. В. Balke (1963) разработал простой тест для оценки функционального состояния путем измерения пройденной дистанции в течение определенного периода времени [54]. В 1968 г. К.Н. Соорег (2002) провел исследование, в котором участвовали 115 военнослужащих, у которых определяли VO_{2max} в полевых условиях с помощью 12-минутного шагового теста (12-МШТ) и для сравнения в лабораторных условиях с помощью беговой дорожки [55]. В исследовании было выявлено, что результаты, полученные с помощью 12-МШТ, были схожи с результатами VO_{2max} , полученными на беговой дорожке. Данное исследование проводили на здоровых испытуемых. В то же время пациентам из-за основного заболевания или наличия сопутствующей патологии тяжело, а порой невозможно выполнить 12-МШТ. Так, R.J. Butland и со-

авт. (1982) провели исследование, в котором пациенты с ХОБЛ выполняли 2-МШТ, 6-МШТ, 12-МШТ. В результате выявлено, что 12-МШТ для пациентов утомительный, а значимой статистической разницы полученных результатов не было [21]. При этом 6-МШТ в большей степени отражает повседневную активность пациента [21, 47, 56]. Суть данного теста заключается в том, что пациенту необходимо ходить по коридору длиной 30 м в течение 6 мин. Пациенту разрешается останавливаться, отдыхать во время теста и возобновлять ходьбу, когда считает нужным. Во время и после теста фиксируются ЧСС, ЧД, одышка по шкале Borg [19, 43, 55, 57]. Использование 6-МШТ возможно и с целью диагностики функционального класса (ФК) пациента при хронической сердечной недостаточности (ХСН). Преимущество данного теста заключается в том, что он не требует специального оборудования и прост при проведении в предоперационный период. Недостатками является то, что больной самостоятельно устанавливает темп ходьбы, который зависит не только от физической работоспособности, но и от настроения. Любое, на первый взгляд, незначительное событие в его жизни накануне исследования может существенно повлиять на эмоциональное состояние и изменить результаты теста [19, 58]. Больному разрешается останавливаться и отдыхать во время теста. Также излишний энтузиазм при подбадривании больного со стороны врача может увеличить показатели теста до 30 % [19, 59].

Все эти недостатки диктуют необходимость внедрения в практику анестезиолога более эффективных способов оценки функционального состояния системы кровообращения пациента в предоперационный период, с целью оценки риска и достоверного прогноза осложнений и, возможно, КИ. Таким образом, субъективная оценка как со стороны анестезиолога, так и пациента обладает малой чувствительностью и специфичностью, что недостаточно для достоверного прогноза развития критических инцидентов и осложнений. Более информативным методом является объективное тестирование. Одним из таких методов оценки функционального резерва пациента является кардиореспираторное нагрузочное тестирование.

Данный тест предоставляет диагностическую и прогностическую информацию на основании анализа системы кровообращения и дыхания [60–62]. В научных исследованиях, посвященных оценке кардиореспираторной системы, можно встретить такие аббревиатуры, как CPET, CPX, CPX или CarPET — Cardiopulmonary Exercise Testing, что в переводе означает «кардиореспираторное нагрузочное тестирование» (КРНТ) [42, 54, 74, 76, 78]. Физическая нагрузка является доступным и в то же время физиологичным способом выявления компрометированных органов и систем, именно поэтому она составляет основу тестирования [13, 16, 32]. Данный тест используют в Европе и США [45, 74, 78, 79].

Оценку системы кровообращения и дыхания осуществляют через анализ газообмена в покое, во время выполнения теста и при восстановлении с одновременным мониторингом частоты сердечных сокращений (ЧСС), артериального давления (АД), электрокардиограммы

(ЭКГ), периферической венозной сатурации крови (SpO_2). В результате выполненного теста предоставляется комплексная оценка толерантности к физической нагрузке, позволяющая оценить функциональное состояние пациента. Тест можно выполнять как на беговой дорожке, так и на велоэргометре, при этом существуют определенные требования к проведению теста для каждого оборудования. Так, беговая дорожка должна выдерживать массу пациента до 157 кг. Ширина бегущей ленты должна быть не менее 40,64 см, а длина — не менее 127 см. Во время тестирования пациент не должен опираться на поручни по причине того, что получаемые при исследовании результаты будут занижены [45].

Велоэргометрия является альтернативой беговой дорожке с целью тестирования пациентов, имеющих ортопедические травмы и венозные заболевания нижних конечностей. Велоэргометр представляет собой стационарный велосипед для дозированной нагрузки в единицах мощности (ваттах (Вт) или килограммометрах в минуту) [1, 37, 45]. Данный тест менее дорогой, требует меньше места, чем беговая дорожка [1, 37]. Беговая дорожка является более предпочтительным способом оценки в США, а велоэргометрия — в большинстве стран Европы [61]. При этом VO_{2max} будет ниже на 10–20 % при использовании велоэргометра [1, 59, 61]. Низкие значения VO_{2max} были получены D. Proctor и соавт. (1998) как у молодых, так и у пожилых тренированных лиц. Величина VO_{2max} при проведении теста на беговой дорожке на 9–13 % выше, чем при велоэргометрии [37]. Кроме того, велоэргометрия требует поддержания скорости вращения педалей на необходимом уровне, обычно около 60 оборотов в минуту (об./мин). Тем не менее данный метод исследования более предпочтительный у пациентов при необходимости одновременной визуализации реакции на нагрузку со стороны системы кровообращения.

У пациентов с ограниченными возможностями, неспособных выполнять физические упражнения на беговой дорожке или велоэргометре, для оценки аэробной способности используется ручная велоэргометрия, но при этом значения АД, ЧСС, VO_{2max} будут значительно ниже, что приведет к неточной интерпретации получаемых результатов. В то же время это не означает, что данный метод не может быть использован у пациентов в предоперационном периоде [63]. Данное явление связано с меньшей мышечной массой, участвующей во время физической нагрузки [42, 45]. Как для велоэргометрии, так и для беговой дорожки используют различные протоколы нагрузки. Они отличаются величиной первой ступени и временем увеличения нагрузки. Как правило, протоколы подбираются для каждого пациента индивидуально, по решению врача. Например, для пациентов с ХСН используют более щадящие протоколы — Naughton, в то же время Ellestad и модифицированный Astrand используются крайне редко по причине сложности выполнения для пациентов [16]. Также было выявлено, что некоторые исследователи для пациентов старшего возраста отдают приоритет рамповым (непрерывно возрастающим) протоколам [19, 69]. В идеале

протокол физической нагрузки должен достигать максимального уровня нагрузки на 8–12-й минуте [16, 45].

Применение КРНТ имеет следующие направления [64]:

- оценка толерантности к физической нагрузке, когда известен диагноз и необходимо оценить функциональную способность пациента или динамику лечения [18, 64];
- оценка риска у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, диагностика ХСН [13, 16];
- предоперационная оценка развития осложнений в послеоперационный период [64];
- оценка респираторной системы, проведение легочной реабилитации [18];
- оценка легких и сердца при трансплантации этих органов [13, 64];
- в пульмонологической практике [24];
- в спортивной медицине [3, 18, 30].

Несмотря на многофункциональное применение системы, анестезиологи чаще используют КРНТ для предоперационной оценки развития осложнений в послеоперационном периоде.

Так, P. Older (1993, 1999, 2013), внедривший использование в предоперационный период КРНТ в анестезиологическую практику, в одной из своих работ ставит задачу разработать комплексный подход для выявления и последующего ведения пациентов высокого риска с целью снижения как заболеваемости, так и смертности [65–68]. У пациентов в предоперационном периоде определяли анаэробный порог (АП), признаки ишемии миокарда согласно изменениям ЭКГ. В результате исследования было получено, что общая смертность составила 3,9 % (21 пациент из 548). Анализируя результаты нагрузочного тестирования у пациентов с летальными исходами, было выявлено, что у 3,4 % (19 пациентов) АП был меньше 11 мл/мин/кг. При этом противопоказаний для выполнения оперативного вмешательства у данных пациентов не было [67].

Следующее исследование, проведенное тем же автором, было посвящено оценке сердечной недостаточности, вызванной инфарктом миокарда у пожилых пациентов с использованием КРНТ. Общий массив исследуемых составил 187 пациентов, которые были разделены на две группы: пациенты по результатам КРНТ с АП менее 11 мл/кг/мин и больше 11 мл/кг/мин. У пациентов первой группы частота летальности составила 18 % (10 пациентов), во второй группе — 0,8 % [66].

Согласно данным исследованиям, можно сделать вывод, что у анестезиологов появляется возможность благодаря КРНТ иметь дополнительную объективную информацию о функциональном состоянии пациента и прогнозе летальных исходов в послеоперационный период, критерием которого является АП.

Так, возвращаясь к функциональным методам тестирования, M. Guazzi и соавт. (2009) провели исследование, в котором сравнивали два прогностических теста — 6-МШТ и КРНТ у пациентов, в анамнезе которых диагностирована ХСН. Авторами был сделан вывод, что 6-МШТ является

простым и надежным тестом, первой линией для количественного определения физической непереносимости у больных с сердечной недостаточностью. Тем не менее нет доказательств использования его в качестве прогностического маркера как альтернативы или в сочетании с КРНТ, следовательно, применение данного метода для оценки прогноза осложнений не рекомендуется [69].

R. Struthers и соавт. (2008) провели исследование, в котором сравнили прогностическую ценность опросника DASI, шаттл-теста и КРНТ у пациентов, готовившихся к плановому оперативному лечению по поводу онкологического заболевания органов брюшной полости. Согласно полученным результатам, использование опросника DASI и шаттл-теста возможно при плановых оперативных вмешательствах у пациентов низкого риска. При этом использование КРНТ в предоперационный период позволяет более точно оценить систему кровообращения и дыхания, что дает возможность лучше прогнозировать вероятные осложнения [70].

Таким образом, несмотря на большое количество публикаций в рамках проблемы оценки функционального состояния пациентов и прогноза развития осложнений, сведения об информативных методах предоперационного прогнозирования конкретных критических инцидентов в ходе операции и анестезии почти отсутствуют. В то же время применительно к современному уровню развития науки и практики анестезиологии и реаниматологии методики определения риска и прогнозирования критических инцидентов и осложнений должны быть максимально объективизированы.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Вклад авторов. Цыганков К.А. — литературный поиск, сбор, анализ информации, написание статьи; Щёголев А.В. — планирование идеи статьи, редактирование; Лахин Р.Е. — организация литературного поиска.

ORCID авторов

Цыганков К.А. — 0000-0002-2357-0685

Щёголев А.В. — 0000-0001-6431-439X

Лахин Р.Е. — 0000-0001-6819-9691

Литература/References

1. Бебурешвили А.Г., Прудков М.И., Шулутко А.М. Концептуальная оценка применения лапароскопических и минилапаротомных вмешательств в неотложной абдоминальной хирургии. Хирургия. Журн. им. Н.И. Пирогова. 2013; 1: 53–57. [Bebureshvilii A.G., Prudkov M.I., Shulutko A.M. Kontseptualnaya otsenka primeneniya laparoskopicheskikh i minilaparotomnykh vmeshatelstv v neotlozhnoy abdominalnoy hirurgii. Hirurgiya. Zhurn. im. N.I. Pirogova. 2013; 1: 53–57. (In Russ)]
2. Мансуров Ю.В., Богданов А.В., Соловьев Д.П. Первый опыт применения роботизированной хирургии в лечении больных колоректальным раком. Колопроктология. 2008; 2: 4–14. [Mansurov Yu.V., Bogdanov A.V., Solovev D.P. Pervyy opyt primeneniya robotizirovannoy hirurgii v lechenii bolnykh kolorektalnym rakom. Koloproktologiya. 2008; 2: 4–14. (In Russ)]
3. Панин С.И. Неотложная малоинвазивная абдоминальная хирургия (классификационные, доказательные, клинические аспекты): Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Волгоград, 2013. [Panin S.I. Neotlozhnaya maloinvazivnaya abdominalnaya hirurgiya (klassifikatsionnyie, dokazatelnyie, klinicheskie aspekty) [dissertation]. Volgograd, 2013. (In Russ)]
4. Федоров А.В., Кригер А.Г., Берелавичус С.В. Робот-ассистированные операции в абдоминальной хирургии. Хирургия. Журн. им. Н.И. Пирогова. 2010; 1: 16–21. [Fedorov A.V., Kriger A.G., Berelavichus S.V. Robot-assistirovannyye operatsii v abdominalnoy hirurgii. Hirurgiya. Zhurn. im. N.I. Pirogova. 2010; 1: 16–21. (In Russ)]
5. Заболотских И.Б., Лебединский К.М., Григорьев Е.В. и др. Федерации анестезиологов и реаниматологов. Клинические рекомендации. Периоперационное ведение больных с сопутствующей ишемической болезнью сердца. Анестезиология и реаниматология. 2013; 6: 67–78. [Zabolotskih I.B., Lebedinskiy K.M., Grigorev E.V. et al. Federatsii anesteziologov i reanimatologov. Klinicheskie rekomendatsii. Perioperatsionnoe vedenie bolnykh s soputstvuyushey ishemicheskoy boleznью serdtsa. Anesteziologiya i reanimatologiya. 2013; 6: 67–78. (In Russ)]
6. Jose L., Maurizio S. 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: 2383–2431.
7. Добрушина О.Р. Кардиальные осложнения после общехирургических операций у больных пожилого и старческого возраста: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2009. [Dobrushina O.R. Kardialnyie oslozhneniya posle obschehirurgicheskikh operatsiy u bolnykh pozhilogo i starcheskogo vozrasta: [dissertation]. Moscow, 2009. (In Russ)]
8. Заболотских И.Б., Лебединский К.М., Григорьев Е.В. и др. Периоперационное ведение больных с артериальной гипертензией. Анестезиология и реаниматология. 2015; 2: 76–79. [Zabolotskih I.B., Lebedinskiy K.M., Grigorev E.V. et al. Perioperatsionnoe vedenie bolnykh s arterialnoy gipertenziei. Anesteziologiya i reanimatologiya. 2015; 2: 76–79. (In Russ)]
9. Лебединский К.М., Курापеев И.С. Ишемия и острый инфаркт миокарда в послеоперационном периоде. Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2010; 6: 36–40. [Lebedinskiy K.M., Kurapeev I.S. Ishemiya i ostriy infarkt miokarda v posleoperatsionnom periode. Vestnik anesteziologii i reanimatologii. 2010; 6: 36–40. (In Russ)]
10. Greenburg A.G., Saik R.P., Pridham D.W. Influence of age on surgical mortality: colon surgery. Am. J. Surg. 1985; 150: 65–70. doi: 10.1016/0002-9610(85)90011-X.
11. Roseano M., Eramo R., Tonello C. Evaluation of the surgical risk and preparation to major surgical intervention in geriatric surgery. Ann. Ital. Chir. 1997; 68(1): 67–72.
12. Заболотских И.Б. Периоперационное ведение больных с сопутствующими заболеваниями. М.: Практическая медицина, 2014. [Zabolotskih I.B. Perioperatsionnoe vedenie bolnykh s soputstvuyushchimi zabolevaniya. Moscow: Prakticheskaya medicina, 2014. (In Russ)]
13. Andersson C., Gislason G.H., Hlatky M.A. A risk score for predicting 30-day mortality in heart failure patients undergoing non-cardiac surgery. Eur. J. Heart Fail. 2014; 16(12): 1310–1316. doi: 10.1002/ejhf.182.
14. Ashton C.M., Petersen N.J. The incidence of perioperative myocardial infarction in men undergoing noncardiac surgery. Ann. Int. Med. 1993; 118(7): 504–510. doi: 10.7326/0003-4819-118-7-199304010-00004.
15. Кулагина Т.Ю., Стамов В.И., Никода В.В. Кардиореспираторные нагрузочные тесты в предоперационной оценке хирургического риска у больных старшего возраста. Анестезиология и реаниматология. 2013; 2: 25–29. [Kulagina T.Yu., Stamov V.I., Nikoda V.V. Kardiorespiratornyie nagruzochnyye testy v predoperatsionnoy ocenke hirurgicheskogo riska u bolnykh starshego vozrasta. Anesteziologiya i reanimatologiya. 2013; 2: 25–29. (In Russ)]

16. Barak M., Peted E. Anesthesia and peri-operative care of the elderly patient. *Harefuah*. 2011; 150(2): 154–157.
17. Silvey G., Castillo J.G., Chikwe J. Cardiac anesthesia and surgery in geriatric patients. *Semin. Cardiothorac. Vasc. Anesth*. 2008; 12(1): 18–28. doi: 10.1177/1089253208316446.
18. Tamdee D., Charuluxananan S., Punjasawadwong Y. Factors related to 24-hour perioperative cardiac arrest in geriatric patients in a Thai university hospital. *J. Med. Assoc. Thai*. 2009; 92(2): 198–207.
19. Гаврисюк В.К., Ячник А.И., Беренда Е.А. Анализ перспектив применения функциональных тестов с ходьбой у больных хроническими заболеваниями легких. *Укр. пульмонологич. журн*. 2004; 3: 46–50. [Gavrisyuk V.K., Yachnik A.I., Berenda E.A. Analiz perspektiv primeneniya funktsional'nyh testov s hod'boj u bol'nyh hronicheskimi zabojevaniyami legkih. *Ukr. pul'monologich. zhurn*. 2004; 3: 46–50. (In Russ)].
20. Мустафина М.Х., Черняк А.В. Кардиореспираторный нагрузочный тест. Атмосфера. Пульмонология и аллергология. 2013; 3: 56–62. [Mustafina M.H., Chernyak A.V. Kardiorespiratornyj nagruzochnyj test. *Atmosfera. Pul'monologiya i allergologiya*. 2013; 3: 56–62. (In Russ)].
21. Butland R.J., Pang J., Gross E.R. Two, six, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *Br. Med. J.* 1982; 284(6329): 1607–1608.
22. Morales F.J., Martinez A., Mendez M. A shuttle walk test for assessment of functional capacity in chronic heart failure. *Am. Heart J.* 1999; 138: 292–298.
23. Стадлер В.В. Интегральная реография в оценке периперационного риска развития гемодинамических осложнений. *Казан. мед. журн*. 2008; 89(5): 710–712. [Stadler V.V. Integral'naya reografiya v ocenke perioperacionogo riska razvitiya gemodinamicheskikh oslozhenij. *Kazan. med. zhurn*. 2008; 89(5): 710–712. (In Russ)].
24. Butland R.J., Pang J.A., Geddes D.M. Carbimazole and exercise tolerance in chronic airflow obstruction. *Thorax*. 1982; 37(1): 64–67.
25. Menkhaus P.G., Reves J.G., Kissin I. et al. Cardiovascular effects of esmolol in anesthetized humans. *Anesth. Analg.* 1985; 64(3): 327–334.
26. Chatterjee S., Saikat S. Cardiopulmonary Exercise Testing: A Review of Techniques and Applications. *J. Anesth. Clin. Res.* 2013; 4: 1–6.
27. Voersma E. Perioperative cardiovascular mortality in noncardiac surgery: validation of the Lee cardiac risk index. *Am. J. Med.* 2005; 118(10): 1134–1141.
28. Большедворов Р.В. Опыт анестезиолога и частота возникновения критических инцидентов в амбулаторной практике. Общая реаниматология. 2009; 6: 75–78. [Bol'shedvorov R.V. Opyt anesteziologa i chastota vozniknoveniya kriticheskikh incidentov v ambulatornoj praktike. *Obshchaya reanimatologiya*. 2009; 6: 75–78. (In Russ)].
29. Виноградов В.Л. Протоколы проведения общей анестезии и регулярный внутренний аудит как составные элементы безопасности анестезиологического обеспечения больных с термическими поражениями: Дис. ... д-ра мед. наук. М., 2002. [Vinogradov V.L. Protokoly provedeniya obshchej anestezii i reguljarnyj vnutrennij audit kak sostavnye ehlementy bezopasnosti anesteziologicheskogo obespecheniya bol'nyh s termicheskimi porazheniyami [dissertation]. Moscow, 2002. (In Russ)].
30. Субботин В.В., Ситников Н.Н., Терехова С.Ю. Регистрация и анализ критических инцидентов как способ оценки вариантов общей анестезии в амбулаторной хирургической практике. *Вестн. анестезиологии и реаниматологии*. 2009; 3: 51–57. [Subbotin V.V., Sitnikov N.N., Terekhova S.Yu. Registraciya i analiz kriticheskikh incidentov kak sposob ocenki variantov obshchej anestezii v ambulatornoj hirurgicheskoj praktike. *Vestnik anesteziologii i reanimatologii*. 2009; 3: 51–57. (In Russ)].
31. Субботин В.В., Терехова Н.Н., Погodin С.Ю. Сравнительная характеристика различных вариантов общей анестезии в условиях ИВЛ в амбулаторной хирургии на основе анализа критических инцидентов. Эффективная фармакотерапия. 2010; 39: 2–17. [Subbotin V.V., Terekhova N.N., Pogodin S.Yu. Sravnitel'naya harakteristika razlichnyh variantov obshchej anestezii v usloviyah IVL v ambulatornoj hirurgii na osnove analiza kriticheskikh incidentov. *Effektivnaya farmakoterapiya*. 2010; 39: 2–17. (In Russ)].
32. Owens W.D., Felts J.A., Spitznagel E.L. ASA physical status classifications: a study of consistency of ratings. *Anesthesiology*. 1978; 49(4): 239–243.
33. Pinaud M. Evaluation of the cardiac risks in non-cardiac surgery in patients with heart failure. *Arch. Mal. Coeur. Vaiss.* 2002; 95(4): 21–26.
34. Тауровская Т.В. Велоэргометрия: практическое руководство для врачей: под ред. Т.В. Тауровской. СПб.: Neo, 2007. [Tavrovskaya T.V. Veloehrgometriya. Prakticheskoe rukovodstvo dlya vrachej (Bicycle ergometry. A practical guide for doctors): ed. T.V. Tavrovskaya. St. Petersburg: Neo, 2007. (In Russ)].
35. Hlatky M.A., Boineau R.E., Higginbotham M.B. et al. A brief self-administered questionnaire to determine functional capacity (the Duke Activity Status Index). *Am. J. Cardiol.* 1989; 64(10): 651–654.
36. Rankin S.L., Briffa T.G., Morton A.R. A specific activity questionnaire to measure the functional capacity of cardiac patients. *Am. J. Cardiol.* 1996; 77(14): 1220–1223.
37. Struthers R., Erasmus P., Warman P. et al. Assessing fitness for surgery: a comparison of questionnaire, incremental shuttle walk, and cardiopulmonary exercise testing in general surgical patients. *Br. J. Anaesth.* 2008; 101(6): 774–780.
38. McCullough M.D., Michael J., Adam T. et al. Cardiorespiratory Fitness and Short-term Complications after Bariatric Surgery. *Chest*. 2006; 130(2): 517–525. doi: 10.1378/chest.130.2.517.
39. Story D.A. Postoperative complications in elderly patients and their significance for long-term prognosis. *Curr. Opin. Anaesthesiol.* 2008; 21(3): 375–379. doi: 10.1097/ACO.0b013e3282f889f8.
40. Story D.A. Postoperative mortality and complications. *Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol.* 2011; 25(3): 319–327. doi: 10.1016/j.bpa.2011.05.003.
41. Prause G., Ratzenhofer-Comenda B., Pierer G. et al. Can ASA grade or Goldman's cardiac risk index predict peri-operative mortality? A study of 16,227 patients. *Anaesthesia*. 1997; 52(3): 203–206.
42. Bauer S.M., Cayne N.S., Veith F.J. New developments in the preoperative evaluation and perioperative management of coronary artery disease in patients undergoing vascular surgery. *J. Vasc. Surg.* 2010; 51(1): 242–251.
43. ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2002; 166(1): 111–117. doi: 10.1164/ajrccm.166.1.at1102.
44. Junejo M.A., Mason J.M., Sheen A.J. et al. Cardiopulmonary exercise testing for preoperative risk assessment before hepatic resection. *Br. J. Surg.* 2012; 99(8): 1097–1104. doi: 10.1002/bjs.8773.
45. McGavin C.R., Gupta S.P., McHardy G.J. Twelve-minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. *Br. Med. J.* 1976; 6013: 822–823.
46. Morales F.J., Martinez A., Mendez M. A shuttle walk test for assessment of functional capacity in chronic heart failure. *Am. Heart J.* 1999; 138: 291–298.
47. Bittner V. Six-minute walk test in patients with cardiac dysfunction. *Cardiologia*. 1997; 42(9): 897–902.
48. Jankowska E.A., Pietruk-Kowalczyk J., Zymlinski R. The role of exercise ventilation in clinical evaluation and risk stratification in patients with chronic heart failure. *Kardiologia Pol.* 2003; 59(8): 126–127.
49. Kaddoura S., Patel D., Parameshwar J. Objective assessment of the response to treatment of severe heart failure using a 9-minute walk test on a patient-powered treadmill. *J. Card. Fail.* 1996; 2(2): 133–139.
50. Laukkanen R., Oja P., Pasanen M. et al. Validity of a two kilometre walking test for estimating maximal aerobic power in overweight adults. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 1992; 16(4): 263–268.

51. Oja P., Laukkanen R., Pasanen M. A 2-km walking test for assessing the cardiorespiratory fitness of healthy adults. *Int. J. Sports Med.* 1991; 12(4): 356–362. doi: 10.1055/s-2007-1024694.
52. Revall S.M., Morgan M.D., Singh S.J. The endurance shuttle walk: a new field test for the assessment of endurance capacity in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax.* 1999; 54(3): 213–222.
53. Singh S.J., Morgan M.D., Scott S. Development of a shuttle-walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax.* 1992; 47(12): 1019–1024.
54. Balke B. A simple field test for the assessment of physical fitness. *Rep. Civ. Aeromed. Res. Inst. US.* 1963; 6: 1–8.
55. Cooper K.H. A means of assessing maximal oxygen intake. Correlation between field and treadmill testing. *JAMA.* 1968; 203(3): 201–204.
56. Haass M., Zugck C., Kubler W. The 6-minute walking test: a cost-effective alternative to spiro-ergometry in patients with chronic heart failure? *Z. Kardiol.* 2000; 89(2): 72–80.
57. Borg G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1982; 14(5): 377–381.
58. Kaddoura S., Patel D., Parameshwar J. Objective assessment of the response to treatment of severe heart failure using a 9-minute walk test on a patient-powered treadmill. *J. Card. Fail.* 1996; 2(2): 133–139.
59. Peeters P., Mets T. The 6-minute walk as an appropriate exercise test in elderly patients with chronic heart failure. *J. Gerontol. Biol. Med. Sci.* 1996; 51(4): 147–151.
60. Иванов С.В., Изачик С.С., Иванов С.С. Кардиопульмональные нагрузочные тесты в оценке сердечно-сосудистой системы. *Функциональная диагностика.* 2008; 1: 3–10. [Ivanov S.V., Izachik S.S., Ivanov S.S. Kardiopul'monal'nye nagruzochnye testy v ocenke serdechno-sosudistoj sistemy. *Funkcional'naya diagnostika.* 2008; 1: 3–10. (In Russ)]
61. Кербиков О.Б., Аверьянов А.В., Борская Е.Н. Кардиопульмональное нагрузочное тестирование в клинической практике. *Клинич. практика.* 2012; 2: 58–70. [Kerbikov O.B., Aver'yanov A.V., Borskaya E.N. Kardiopul'monal'noe nagruzochnoe testirovanie v klinicheskoy praktike. *Klinich. praktika.* 2012; 2: 58–70. (In Russ)]
62. Hennis P. Cardiopulmonary exercise testing predicts postoperative outcome in patients undergoing gastric bypass surgery. *Br. J. Anaesth.* 2012; 109(4): 566–571.
63. Loughney L., West M., Pintus S. Comparison of oxygen uptake during arm or leg cardiopulmonary exercise testing in vascular surgery patients and control subjects. *Br. J. Anaesth.* 2014; 112(1): 57–65. doi: 10.1093/bja/aet370.
64. Chatterjee S., Saikat S. Cardiopulmonary Exercise Testing: A Review of Techniques and Applications. *J. Anesth. Clin. Res.* 2013; 4: 1–6.
65. Older P., Smith R. Experience with the preoperative invasive measurement of haemodynamic, respiratory and renal function in 100 elderly patients scheduled for major abdominal surgery. *Anaesth. Intensive Care.* 1988; 16(4): 389–395.
66. Older P., Smith R., Courtney P. Preoperative evaluation of cardiac failure and ischemia in elderly patients by cardiopulmonary exercise testing. *Chest.* 1993; 104(3): 701–704.
67. Older P., Hall A., Hader R. Cardiopulmonary exercise testing as a screening test for perioperative management of major surgery in the elderly. *Chest.* 1999; 166(2): 355–362.
68. Older P. Anaerobic threshold, is it a magic number to determine fitness for surgery? *Perioper. Med. (Lond).* 2013; 2(1): 2. doi: 10.1186/2047-0525-2-2.
69. Guazzi M., Dickstein K., Vicenzi M. Six-minute walk test and cardiopulmonary exercise testing in patients with chronic heart failure: a comparative analysis on clinical and prognostic insights. *Circ. Heart Fail.* 2009; 2(6): 549–555. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.109.881326.
70. Struthers R., Erasmus P., Warman P. Assessing fitness for surgery: a comparison of questionnaire, incremental shuttle walk, and cardiopulmonary exercise testing in general surgical patients. *Br. J. Anaesth.* 2008; 101(6): 774–780.
71. Хороненко В.Э., Осипова Н.А., Шеметова М.М., Лагутин М.Б. Диагностика и прогнозирование степени риска периоперационных сердечно-сосудистых осложнений у гериатрических пациентов в онкохирургии. *Анестезиология и реаниматология.* 2009; 4: 22–27. [Horonenko V.E., Osipova N.A., Shemetova M.M., Lagutin M.B. Diagnostika i prognozirovanie stepeni riska perioperatsionnykh serdechno-sosudistykh oslozhneniy u geriatricheskikh patsientov v onkohirurgii. *Anesteziologiya i reanimatologiya.* 2009; 4: 22–27. (In Russ)]