

Прогнозирование сердечно-сосудистых событий: расширение показаний к применению высокочувствительного теста на тропонин I

В.В. Фомин✉

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Аннотация

Представлены данные клинических и популяционных исследований, демонстрирующих значение высокочувствительного теста на тропонин I в прогнозировании сердечно-сосудистых заболеваний в общей популяции и у пациентов, не имеющих признаков острого коронарного синдрома/острого инфаркта миокарда. Обсуждаются новые показания к применению высокочувствительного теста на тропонин I.

Ключевые слова: сердечно-сосудистый риск, прогноз, общая популяция, тропонин I

Для цитирования: Фомин В.В. Прогнозирование сердечно-сосудистых событий: расширение показаний к применению высокочувствительного теста на тропонин I. Consilium Medicum. 2024;26(10):674–678. DOI: 10.26442/20751753.2024.10.202986

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2024 г.

REVIEW

Prediction of cardiovascular events: extension of indications for the use of a highly sensitive troponin I test. A review

Victor V. Fomin✉

Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

Abstract

Data from clinical and population studies demonstrating the value of a highly sensitive troponin I test in predicting cardiovascular disease in the general population and patients without signs of acute coronary syndrome/acute myocardial infarction are presented. New indications for using a highly sensitive troponin I test are discussed.

Keywords: cardiovascular risk, prognosis, general population, troponin I

For citation: Fomin VV. Prediction of cardiovascular events: extension of indications for the use of a highly sensitive troponin I test. A review. Consilium Medicum. 2024;26(10):674–678. DOI: 10.26442/20751753.2024.10.202986

В течение последних нескольких лет диагностическое значение тропонинов – белков, с наибольшей специфичностью демонстрирующих повреждение кардиомиоцитов, подверглось значительному переосмыслению. Ранее рассматривавшийся только как маркер острого коронарного синдрома, динамика величины которого также позволяла оценить риск неблагоприятного исхода, в настоящее время высокочувствительный тест на тропонин I (hsTnI) занял заметные позиции как показатель сердечно-сосудистого риска (ССР) в общей популяции [1].

Тропонин I (TnI) – представитель белков семейства тропонинов, считающихся относительно кардиоспецифичными, обладающий способностью ингибировать стимулируемую кальцием магний-аденозинтрифосфатазу актомиозина кардиомиоцита [2]. NH2-участок TnI непосредственно взаимодействует с поверхностью N-домена TnI C, формируя один из основных локусов, связывающих ион кальция, и таким образом модулируя процесс сокращения кардиомиоцитов [3]. Именно поэтому высвобождение TnI является одним из надежных признаков миокардиального повреждения, в том числе минимального [4, 5]. Крупные мультицентровые исследования [6] четко показали, что даже однократное определение hsTnI достоверно характеризует прогноз пациентов с острым инфарктом миокарда (ОИМ): величина данного показателя, составляющая <5 нг/мл, регистрируется

более чем у 1/2 пациентов, в течение последующих 30 дней не демонстрирующих признаки ОИМ и не погибающих от коронарных событий. Таким образом, hsTnI – надежный маркер вероятности ОИМ у пациентов с предполагаемым острым коронарным синдромом [7]. Также установлено, что рост уровня TnI сопряжен с нарастанием частоты неблагоприятных исходов в период пребывания в стационаре и смертности от любых причин у нормотензивных пациентов с тромбоэмболией легочной артерии [8].

Со второй половины 2010-х годов накоплен достаточный массив данных – прежде всего результатов популяционных исследований, свидетельствующих о том, что определение TnI высокочувствительным методом может быть с успехом применено для прогнозирования сердечно-сосудистых событий как у стабильных пациентов с высоким ССР (атеротромбозом, сахарным диабетом – СД), так и в общей популяции. Соответственно, это может существенно расширить показания к использованию данного диагностического теста. Вместе с тем в общей популяции hsTnI может использоваться не только для более четкой стратификации риска сердечно-сосудистых осложнений, но и для описания его динамики, поскольку отвечает на мероприятия по изменению образа жизни и применение лекарственных средств, воздействующих на соответствующие факторы риска [9].

Информация об авторе / Information about the author

✉Фомин Виктор Викторович – чл.-кор. РАН, д-р мед. наук, проф., зав. каф. факультетской терапии №1 Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет).
E-mail: fomin_v_v_1@staff.sechenov.ru

✉Victor V. Fomin – D. Sci. (Med.), Prof., Corr. Memb. RAS, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).
E-mail: fomin_v_v_1@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0002-2682-4417

Так, в одном из анализов популяции широко известного исследования HOPE [10], обосновавшего многие составляющие современной профилактической стратегии в кардиологии, у 2572 пациентов высокого ССР определен TnI высокочувствительным методом. Установлено, что у тех из них, у кого уровень TnI был >6 нг/л, на 38% оказалась выше вероятность достижения первичной конечной точки (инфаркт миокарда – ИМ, мозговой инсульт и сердечно-сосудистая смерть). Более того, при уровне TnI >10 нг/л риск сердечно-сосудистой смерти возрастал в 2,15 раза, риск ИМ – в 1,49 раза. В исследовании HIMS [11], включавшем 1151 мужчину в возрасте от 70 до 89 лет – жителей Западной Австралии, не имевших исходно документированных болезней системы кровообращения, при 10-летнем наблюдении у 252 (22%) зарегистрированы сердечно-сосудистые осложнения. В сравнении с применением только Фремингемской шкалы риска дополнительное определение TnI высокочувствительным методом привело к тому, что в группе без сердечно-сосудистых осложнений доля лиц, отнесенных к категории высокого риска, уменьшилась на 7%, в то время как в группе с сердечно-сосудистыми осложнениями доля указанных лиц, напротив, увеличилась. Эти данные четко свидетельствуют о том, что hsTnI эффективно работает как достоверный маркер риска в популяционных группах, характеризующихся наиболее неблагоприятным прогнозом. Результаты исследования HIMS в этом отношении тем более интересны, поскольку демонстрируют прогностическое значение hsTnI в популяции пожилых мужчин, при прочих равных характеризующихся наибольшим риском сердечно-сосудистых осложнений.

Другим примером, демонстрирующим прогностическое значение hsTnI, является популяция лиц с СД 2-го типа. К. Yü и соавт. (2014) г. показали, что более чем у 99% пациентов с СД 2-го типа уровень TnI удается определить высокочувствительным методом, в том числе у 21% пациентов его величина оказывается повышенной: у мужчин $>8,5$ нг/л, у женщин – $>7,6$ нг/л (Abbott, Architect) [12]. В течение как минимум 4 лет наблюдения установлено, что рост концентрации TnI, определенной высокочувствительным методом, сопряжен с достоверным нарастанием частоты основных сердечно-сосудистых осложнений (сердечная недостаточность, ИМ и сердечно-сосудистая смерть).

Значение hsTnI как маркера высокого риска сердечно-сосудистых осложнений в определенной степени подтверждается установленными корреляциями между данным показателем и распространенностью атеросклероза коронарных артерий. А. Tahhan и соавт. (2018 г.) обследовали 3087 пациентов (возраст от 49 до 75 лет; 64% мужчины), у которых при коронароангиографии не выявлено признаков ОИМ [13]. Выраженность атеросклероза коронарных артерий оценена по шкале Gensini и числу крупных коронарных артерий, стеноз которых составлял $\geq 50\%$. Повышенный уровень TnI, определенный высокочувствительным методом, ассоциирован с большей выраженностью атеросклеротического поражения коронарных артерий по шкале Gensini и его прогрессированием. Кроме того, концентрация TnI оказалась независимым предиктором смерти, в том числе сердечно-сосудистой, ИМ, реваскуляризации и госпитализаций, обусловленных болезнями системы кровообращения. Предиктивная роль TnI не зависела от расы, пола, возраста, курения, индекса массы тела, функции почек, а также наличия у пациента артериальной гипертензии и СД. По результатам анализа популяции исследования PEACE [14], включавшего более 3500 пациентов со стабильной стенокардией (98,5% из них демонстрировали повышенный уровень TnI), величины концентрации TnI, относившиеся к верхнему квартилю значений, ассоциированы с ростом числа случаев сердечной недостаточности и сердечно-сосудистой смерти в 1,88 раза в сравнении с 3 другими квартилями значений.

В исследовании TRA 2oP TIMI более чем у 15 800 пациентов со стабильным атеросклерозом (перенесенные ранее ИМ, мозговой инсульт или наличие доказанного атеросклеротического поражения артерий нижних конечностей) определен уровень TnI высокочувствительным методом [15]. Повышенная величина данного показателя ассоциирована с более старшим возрастом, большей выраженностью атеросклероза, а также с мужским полом. Рост уровня TnI оказался связан с ростом риска сердечно-сосудистой смерти, ИМ и мозгового инсульта в течение 3 лет на 5,0–18,6%; данная зависимость сохраняла свою достоверность независимо от уровней С-реактивного белка, натрийуретического пептида В-типа, а также клинических показателей, характеризующих ССР. Исследование SCOT-Heart Trial [16], в котором у пациентов с предполагаемой стабильной стенокардией выраженность атеросклероза коронарных артерий определена с помощью компьютерной томографии (КТ), показало, что рост концентрации TnI в разбивке по квинтилям ассоциирован с 5-кратным увеличением вероятности наличия обструктивного поражения коронарных артерий. Аналогичные данные, подтверждающие связь между уровнем TnI и выраженностью коронарного кальциноза, определенной с помощью КТ, получены также в исследовании PROMISE [17]. Взаимосвязь между величиной концентрации TnI, определенной высокочувствительным методом, и тяжестью атеросклеротического поражения коронарных артерий подтверждена также и в более специфических популяциях, например у женщин, страдающих ревматоидным артритом [18].

Фармакоэкономическое обоснование внедрения скрининга hsTnI в реальную практику

Скрининг hsTnI может рассматриваться как один из показателей эффективности фармакологических стратегий, направленных на снижение ССР. Так, в исследовании WOSCOPS [19] показано, что верхний квартиль значений уровня TnI в сравнении с нижним ассоциирован с ростом частоты ИМ и смерти от ишемической болезни сердца в 2,3 раза. В свою очередь применение статинов обуславливало достоверное снижение уровня TnI на 13% и в 2 раза увеличивало число мужчин, у которых величина данного показателя снизилась более чем на 1/4. Таким образом, лекарственные средства, у которых способность уменьшать ССР доказана, одновременно оказывают влияние и на величину концентрации TnI, определенной высокочувствительным методом, что дополнительно подтверждает их положительное влияние на долгосрочный прогноз.

В крупном исследовании JUPITER [20], в котором оценивали возможности статинов в первичной профилактике сердечно-сосудистых осложнений, до рандомизации почти у 13 тыс. участников оценен уровень TnI, оказавшийся соответственно у 2,9% мужчин и 4,1% женщин выше референтных значений (99 гендерспецифического перцентиля). Величина концентрации TnI, относящаяся к верхнему тертилю значений, оказалась ассоциированной с ростом вероятности «большого» сердечно-сосудистого осложнения в 2,19 раза, смерти от любой причины – в 2,61 раза. Эти данные, безусловно, могут рассматриваться как обоснование использования hsTnI для оценки ССР в общей популяции.

Данные исследования JUPITER стали I этапом формирования доказательной базы, свидетельствующей в пользу роли TnI как общепопуляционного прогностического маркера, по объему соответствующей требованиям медицины больших данных (big data). Крупный проект BiomarCaRe [21], объединивший данные 10 крупных исследований (почти 75 тыс. пациентов, в том числе пациенты, включенные в исследование JUPITER), показал, что рост уровня TnI, определенного высокочувствительным методом, сопряжен с увеличением риска сердечно-сосудистой смерти в 1,37 раза, болезней системы кровообращения – в

1,23 раза, смерти от любой причины – в 1,24 раза. Эти данные стали во многом основанием для рассмотрения TnI как самостоятельного маркера риска в общей популяции.

По итогам крупного исследования Nord-Trøndelag Health (HUNT) Study [22], у 9005 участников которого измерен уровень TnI, в течение в среднем 13,9 года показано, что повышение этого показателя >12 нг/л у мужчин и >10 нг/л у женщин определяло увеличение частоты госпитализаций, обусловленных ИМ, сердечной недостаточностью и сердечно-сосудистой смертью (первичная конечная точка), в 3,61 раза. В зависимости от уровней TnI исследователи предложили следующую классификацию ССР (табл. 1).

Позже в данном исследовании [23] установлено, что надежным маркером риска может служить как абсолютный, так и относительный прирост TnI.

В общей популяции (а не только у пациентов со стабильной стенокардией) при скрининге с помощью КТ удалось продемонстрировать связь между концентрацией TnI и кальцинозом коронарных артерий [24]. Надежность TnI как маркера риска сердечно-сосудистых осложнений убедительно подтверждена в популяции пациентов с СД 2-го типа [25]. Следует еще раз подчеркнуть, что уровень TnI отвечает на фармакологические стратегии, реально снижающие риск сердечно-сосудистых осложнений, например на антигипертензивную терапию [26].

Р. Jülicher и соавт. (2022 г.) исследовали экономическую эффективность использования hsTnI для оценки риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) в общей популяции в целях первичной профилактики [27]. Анализ проведен в стране с низким риском ССЗ (Германия) и высоким (Казахстан). В своей работе авторы сравнили стратегию скрининга (использование hsTnI) и профилактики среди населения трудоспособного возраста со стратегией бездействия. Профилактическое лечение на основе повышенных значений hsTnI привело к снижению риска ССЗ на 9%, снижению смертности от ССЗ на 8,8% (Германия) или 9,8% (Казахстан) и увеличению периода здоровой жизни (без ССЗ) на 27 лет (Германия) и 28 лет (Казахстан) до наступления пенсионного возраста на 1 тыс. человек. В обеих странах <200 человек должны были бы пройти скрининг, чтобы предотвратить одно ССЗ.

Позднее Р. Jülicher и соавт. (2024 г.) провели анализ сравнения применения шкалы Systematic COronary Risk Evaluation (SCORE) и скрининга hsTnI в сочетании со шкалой SCORE (S-SCORE) [28]. В группе SCORE лишь 9,4% человек получали профилактическое лечение, тогда как в S-SCORE – 14,5%. При этом 7,5% людей, не получавших лечение в SCORE, отнесены к группе более высокого риска и получали профилактическое лечение в S-SCORE; у 2,5% людей, получавших лечение в SCORE, категория риска была понижена в S-SCORE. Частота сердечно-сосудистых событий в группе SCORE составила 5,38% по сравнению с 4,85% в S-SCORE ($p<0,001$). Статистически значимое снижение наблюдалось для всех клинических конечных точек. Стратегия S-SCORE привела к относительному снижению риска для событий ССЗ на 9,9% (95% доверительный интервал 7,3–13,5%).

Возможности расширения области применения hsTnI

Показания к применению hsTnI в ближайшие годы, очевидно, будут расширяться, в том числе за счет так называемых некоронарогенных поражений миокарда, например тиреотоксической кардиомиопатии [29]. Определенные перспективы данный тест имеет в диагностике поражения сердца, ассоциированного с новой коронавирусной инфекцией (COVID-19) [30], нередко являющегося неблагоприятным прогностически и, как ясно уже сейчас, далеко не всегда своевременно выявляемого. Кроме того, TnI можно рассматривать в качестве потенциального маркера для оценки ССР у пациентов, перенесших COVID-19. Недавно

Таблица 1. Классификация ССР

ССР	Уровень hsTnI (Abbott), нг/л	
	мужчины	женщины
Низкий	<6	<4
Средний	6–12	4–10
Высокий	>12	>10

проведенные исследования показывают степень вовлеченности сердца в фазу выздоровления после перенесенного COVID-19: активное воспаление миокарда и формирование рубца. TnI может играть ключевую роль в выявлении пациентов с высоким риском повреждения миокарда на стадии восстановления [31].

В 2022 г. Европейская ассоциация кардиологов опубликовала руководство по ведению онкологических пациентов [32], где рекомендована оценка уровня cTn I или натрийуретических пептидов (В-типа или N-концевого пропептида) для стратификации риска ССЗ у пациентов, получающих химиотерапию. Данный скрининг позволит выявить пациентов, нуждающихся в кардиопротективной терапии, и снизить кардиотоксичность во время проведения терапии онкологического заболевания.

Также в руководстве по ведению пациентов, перенесших некардиохирургические операции [33], рекомендована оценка уровня hsTnI T/I у пациентов с известными ССЗ, факторами риска ССЗ (включая возраст ≥65 лет) или симптомами, указывающими на ССЗ, через 24 и 48 ч после хирургического вмешательства среднего и высокого уровня риска. Повышение концентрации hs-cTn выше верхней границы нормы на 1 или 2-й день после операции в сравнении с предоперационным уровнем определяется как периперационный ИМ. При отсутствии данных об уровне hs-cTn T/I до операции высокая его концентрация в первые сутки после операции (например, более чем 5-кратное повышение) или динамический рост в течение 2 сут также достоверно свидетельствуют о периперационном ИМ.

Перспективы применения hsTnI

В связи с высокой надежностью наиболее определенная перспектива применения hsTnI – это четкое выявление лиц с высоким ССР в общей популяции. D. Farmakis и соавт. на основе анализа имеющихся данных о hsTnI пришли к выводу, что добавление оценки уровня hsTnI к стандартной стратификации риска по SCORE позволит уделить особое внимание пациентам категории среднего риска (SCORE ≥1% и <5%) [9]. Такой подход может способствовать модификации терапии, что в конечном итоге будет удерживать пациентов от перехода в группу высокого риска.

Полученные результаты легли в основу работы по определению прогностической значимости hsTnI в оценке ССР в российской популяции [34]. В качестве материала для анализа использованы результаты российских наблюдательных многоцентровых исследований ЭССЕ-РФ1 и ЭССЕ-РФ2, в которых изучалась распространенность основных поведенческих и биологических факторов риска в российской популяции. Анализ данных 13 976 мужчин и женщин в возрасте 25–64 лет показал, что повышенная концентрация hsTnI статистически значимо ассоциируется с более высокой частотой любых сердечно-сосудистых событий у людей 35–64 лет без ИМ и острого нарушения мозгового кровообращения в анамнезе. Отмечено, что у мужчин индекс реклассификации риска для жесткой конечной точки выше, чем у женщин. Добавление оценки уровня hs-cTnI к модели риска SCORE достоверно повышает точность определения ССР. Так, после добавления к модели риска уровня hs-cTnI 201 (7%) человек перешел в группу высокого риска.

Безусловно, диагностическое значение hsTnI нуждается в дальнейшей отработке на различных категориях пред-

ставителей российской общей популяции – в том числе у пациентов с СД, пожилых, имеющих хроническую болезнь почек, а также перенесших COVID-19. Однако результаты подобных проектов могут обосновывать расширение показаний к назначению hsTnI, прежде всего в амбулаторных условиях – при проведении диспансеризации, предварительных и периодических медицинских осмотров у отдельных категорий населения.

Раскрытие интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure of interest. The author declares that he has no competing interests.

Вклад автора. Автор декларирует соответствие своего авторства международным критериям ICMJE.

Author's contribution. The author declares the compliance of his authorship according to the international ICMJE criteria.

Источник финансирования. Автор декларирует отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

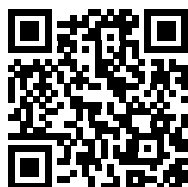
Funding source. The author declares that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Литература/References

- Passimo C, Almo A, Masotti S, et al. Cardiac troponins as biomarkers for cardiac disease. *Biomark Med.* 2019;13(5):325-30.
- Perry SV. Troponin I: inhibitor or facilitator. *Moll Cell Biochem.* 1999;190(1-2):9-32.
- Kachoei E, Cordina NM, Potluri PR, et al. Phosphorylation of troponin I finely controls the positioning of troponin for the optimal regulation of cardiac muscle contraction. *J Moll Cell Cardiol.* 2021;150:44-53.
- Ni CY. Cardiac troponin I: a biomarker for detection and risk stratification of minor myocardial damage. *Clin Lab.* 2001;47(9-10):483-92.
- Katrakha IA, Katrukha AG. Myocardial injury and the release of troponin I and in blood of patients. *Clin Chem.* 2021;67(1):124-30.
- Sandoval Y, Nowak R, deFilippi CR, et al. Myocardial infarction risk stratification with a single management of high-sensitivity troponin I. *J Am Coll Cardiol.* 2019;74(3):271-82.
- Chapman AR, Lee KK, McAllister DA, et al. Association of high-sensitivity cardiac troponin I concentration with cardiac outcomes in patients with suspected acute coronary syndrome. *JAMA.* 2017;318(19):1913-24.
- Ebner M, Guddat N, Keller K, et al. High-sensitivity troponin I in risk stratification in normotensive pulmonary embolism. *ERJ Open Res.* 2020;6(4):00625-2020.
- Farmakis D, Mueller C, Apple FS. High sensitivity cardiac troponin I assays for cardiovascular risk stratification in the general population. *Eur Heart J.* 2020;40(41):4050-6.
- Kavsak PA, Xu L, Yusuf S, McQueen MJ. High-sensitivity cardiac troponin I management for risk stratification in stable high-risk population. *Clin Chem.* 2011;57(8):1146-53.
- Ran NSR, Bell DA, McCaul KA, et al. High sensitivity cardiac troponin I improves cardiovascular risk prediction in older men: HIMS (The Health In Men Study). *J Am Heart Assoc.* 2019;8(5):e011818.
- Yiu KH, Lau KK, Zhao CT, et al. Predictive value of high-sensitivity troponin-I for future adverse events cardiovascular outcomes in stable patients with type 2 diabetes mellitus. *Cardiovascular Dabetol.* 2014;13:63.
- Tahhan AS, Sandesara P, Hayek SS, et al. High-sensitivity troponin I levels and coronary arteries disease severity, progression, and long-term outcomes. *J Am Heart Assoc.* 2018;7(5):e007914.
- Omland T, Pfeffer MA, Solomon SD, for PEACE Investigators. Prognostic value of cardiac troponin I measured with a highly sensitive assay in patients with stable coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol.* 2013;61:1240-9.
- Eisen A, Bonaca MP, Jarolim P, et al. High-sensitivity troponin I in stable patients with atherosclerotic disease in TRA 2oP TIMI trial. *Clin Chem.* 2017;63(1):307-15.
- Adamson PD, Hunter A, Madsen DM, et al. High sensitivity cardiac troponin I and the diagnosis of coronary artery disease in patients with suspected angina pectoris. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes.* 2018;11:e004227.
- Januzzi JL, Suchindran S, Coles A, et al. on behalf of PROMISE Investigators. High sensitivity troponin I and coronary computed tomography in symptomatic patients with suspected CAD. Insights from the PROMISE Trial. *JACC Cardiovasc Imag.* 2019;12(6):1047-55.
- Hromadka M, Seidlerova J, Baxa J, et al. Relationship between hsTnI and coronary stenosis in asymptomatic women with rheumatoid arthritis. *BMC Cardiovasc Disord.* 2016;16(1):184.
- Ford I, Shah ASV, Zhang R, et al. High sensitivity cardiac troponin, statin therapy and risk of coronary heart disease. *J Am Coll Cardiol.* 2016;68(25):2719-28.
- Everett BM, Zeller T, Glynn RJ, et al. High sensitivity cardiac troponin I and B-type natriuretic peptide as predictors of vascular events in primary prevention. Impact of statin therapy. *Circulation.* 2015;131:1851-60.
- Blankenberg S, Salomaa V, Makarova N, et al. for BiomarCaRe Investigators. Troponin I and cardiovascular risk prediction in the general population: the BiomarCaRe consortium. *Eur Heart J.* 2016;37(30):2428-37.
- Sigurdardottir FD, Lyngbakken MN, Holmen OL, et al. Reactive prognostic value of cardiac troponin I and C-reactive protein in the general population (from the Nord-Trøndelag Health (HUNT) Study). *Am J Cardiol.* 2018;121:949-51.
- Lyngbakken ML, Rosjo H, Holmen OL, et al. Events in the general population: Nord-Trøndelag Health Study. *Clin Chem.* 2019;65(7):871-81.
- Olson F, Engborg J, Gronhøj MH, et al. Association between high-sensitive troponin I and coronary artery calcification in Danish general population. *Atherosclerosis.* 2016;245:88-93.
- Tang O, Matsushita K, Coresh J, et al. High-sensitivity cardiac troponin I and T for cardiovascular risk stratification in adults with diabetes. *Diabetes Care.* 2020;43:e144-6.
- Jagodzinski A, Neumann JT, Ojeda F, et al. Cardiovascular biomarkers in hypertensive patients with medical treatment – results from the randomized TEAMSTA Protect I Trial. *Clin Chem.* 2017;63(12):1877-85.
- Jülicher P, Varounis C. Estimating the cost-effectiveness of screening a general population for cardiovascular risk with high-sensitivity troponin-I. *Eur Heart J.* 2022;8(3):342-51. DOI:10.1093/ehjqqo/qcab005
- Jülicher P, Makarova N, Ojeda F, et al. Costeffectiveness of applying high-sensitivity troponin I to a score for cardiovascular risk prediction in asymptomatic population. *PLoS ONE.* 2024;19(7):e0307468. DOI:10.1371/journal
- Watanabe N, Noh JY, Hattori N, et al. Cardiac troponin is elevated in patients with thyrotoxicosis and decreases as thyroid function improves and brain natriuretic peptide levels decrease. *Eur Thyroid J.* 2020;10(6):468-75.
- Wu X, Deng KQ, Li C, et al. Cardiac involvement in recovered patients from COVID-19: a preliminary 6-month follow-up study. *Front Cardiovasc Med.* 2021;13(8):654405.
- Maino A, Di Stasio E, Grimaldi MC, et al. Prevalence and characteristics of myocardial injury during COVID-19 pandemic: A new role for high-sensitive troponin. *Int J Cardiol.* 2021;338(4):278-85. DOI:10.1016/j.ijcard.2021.06.028
- 2022 ESC Guidelines on cardio-oncology developed in collaboration with the European Hematology Association (EHA), the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO) and the International Cardio-Oncology Society (IC-OS) Developed by the task force on cardio-oncology of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J Cardiovasc Imag.* 2022;10:e333-465.
- Halvorsen S, Mehili J, Cassese S, et al. 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery: Developed by the task force for cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care (ESAIC). *Eur Heart J.* 2022;43(39):3826-924.
- Драпкина О.М., Шальнова С.А., Концевая А.В., и др. Прогностическая значимость тропонина I в оценке сердечно-сосудистого риска в российской популяции. По результатам многоцентровых исследований ЭССЕ-РФ1 и ЭССЕ-РФ2. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2023;22(5):3548 [Drapkina OM, Shalnova SA, Kontsevaya AV, et al. Prognostic significance of troponin I in assessing cardiovascular risk in the Russian population. Data from ESSE-RF1 and ESSE-RF2 multicenter studies. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2023;22(5):3548 (in Russian)]. DOI:10.15829/1728-8800-2023-3548

Статья поступила в редакцию / The article received: 23.09.2024

Статья принята к печати / The article approved for publication: 28.10.2024



OMNIDOCTOR.RU