



УДК 616.1

DOI 10.17802/2306-1278-2024-13-4S-159-167

ВНЕЗАПНАЯ СЕРДЕЧНАЯ СМЕРТЬ: ЭПИДЕМИОЛОГИЯ, ЭТИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ И ФАКТОРЫ РИСКА

А.А. Иванова¹, А.М. Нестерец¹, В.Н. Максимов^{1,2}

¹ Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», ул. Б. Богаткова 175/1, Новосибирск, Российская Федерация, 630089; ² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Красный пр., 52, Новосибирск, Российская Федерация, 630091

Основные положения

- В обзоре представлены актуальные российские и зарубежные данные об эпидемиологии, этиологии, патогенезе и факторах риска внезапной сердечной смерти.

Резюме

Россия продолжает оставаться в списке стран, лидирующих по смертности населения от сердечно-сосудистых заболеваний. Внезапная сердечная смерть является актуальной и значимой проблемой современной медицины, что связано с высокой распространенностью сердечно-сосудистых заболеваний и высокой долей внезапной сердечной смерти в структуре смертности населения от сердечно-сосудистой патологии. В зоне риска находятся преимущественно мужчины среднего (работоспособного) возраста, что делает внезапную сердечную смерть еще и социально-экономической проблемой. При этом вопрос диагностики предрасположенности к внезапной сердечной смерти остается нерешенным и важным, так как большое количество лиц, умерших внезапной сердечной смертью, не имели диагностированного сердечно-сосудистого заболевания. Обзор посвящен современным исследованиям и актуальным представлениям об эпидемиологии, этиологии, патогенезе и факторах риска внезапной сердечной смерти.

Ключевые слова

Внезапная сердечная смерть • Эпидемиология • Этиология • Патогенез • Фактор риска

Поступила в редакцию: 13.09.2024; поступила после доработки: 19.10.2024; принята к печати: 05.11.2024

SUDDEN CARDIAC DEATH: EPIDEMIOLOGY, ETIOLOGY, PATHOGENESIS AND RISK FACTORS

A.A. Ivanova¹, A.M. Nesterec¹, V.N. Maksimov^{1,2}

¹ Research Institute of Internal and Preventive Medicine – Branch of the Federal State Budgetary Institution “Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences”, 175/1, B.Bogatkova St., Novosibirsk, Russian Federation, 630089; ² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Novosibirsk State Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 52, Krasnyj prospekt, Novosibirsk, Russian Federation, 630091

Highlights

- The review presents modern available data on the epidemiology, etiology, pathogenesis, and risk factors for sudden cardiac death.

Abstract

Russia remains one of the leading countries regarding high mortality from cardiovascular diseases. Sudden cardiac death is an urgent and significant issue in modern medicine, it is associated with a high prevalence of cardiovascular diseases and a large number of sudden cardiac deaths in the overall mortality rate

Для корреспонденции: Анастасия Андреевна Иванова, ivanova_a_a@mail.ru; адрес: ул. Б. Богаткова 175/1, Новосибирск, Российская Федерация, 630089

Corresponding author: Anastasia A. Ivanova, ivanova_a_a@mail.ru; address: 175/1, B.Bogatkova St., Novosibirsk, Russian Federation, 630089

from cardiovascular pathologies. Middle-aged (working-age) men are predominately at risk, thus making sudden cardiac death a socio-economic issue as well. At the same time, the issue of detecting predisposition to sudden cardiac death remains unresolved and urgent, since a large number of people who passed away due to sudden cardiac death were not diagnosed with cardiovascular disease. The review is devoted to modern research and current ideas about the epidemiology, etiology, pathogenesis and risk factors for sudden cardiac death.

Keywords

Sudden cardiac death • Epidemiology • Etiology • Pathogenesis • Risk factor

Received: 13.09.2024; received in revised form: 19.10.2024; accepted: 05.11.2024

Список сокращений

ВСС – внезапная сердечная смерть	ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания
ИБС – ишемическая болезнь сердца	ХС-ЛПВП – холестерин липопротеинов высокой плотности
СД – сахарный диабет	ХС-ЛПНП – холестерин липопротеинов низкой плотности

Эпидемиология внезапной сердечной смерти

Внезапная сердечная смерть (ВСС) – неожиданная, нетравматическая смерть, наступившая в течение часа с момента появления симптомов (24 ч при отсутствии свидетелей смерти), причиной которой является потенциально смертельное врожденное, диагностированное при жизни или посмертно заболевание сердца или нарушение ритма [1].

По некоторым данным, ВСС составляет 13–20% всех смертей в мире и до 40% всех смертей по причине сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [2, 3]. Считается, что ежегодно в мире около 4–5 млн человек умирают внезапной сердечной смертью (ВСС), в США – более 400 тыс. человек, а в Европе – 350–700 тыс. человек [4–6]. В 2010 г. из 54 028 смертей в Дании 6 867 (13%) были категоризованы как ВСС (9% определенная ВСС, 23% вероятная ВСС, 68% возможная ВСС). Коэффициент смертности для определенной ВСС составил 11 случаев на 100 тыс. населения в год [7].

В Российской Федерации в официальных источниках статистической информации данные о частоте ВСС отсутствуют [2]. Согласно регистру «ГЕРМИНА» (417 740 человек в возрасте 25–64 лет из пяти крупных районов Брянской области и г. Брянска за 2012 г.), частота ВСС среди трудоспособного населения Брянской области составляет 25,4 на 100 тыс. человек [8]. В 2015 г. были проанализированы данные Росстата по смертности населения регионов РФ с целью оценить вклад ВСС (код I46.1) в структуру смертности. Нестандартизованный показатель смерти для ВСС в РФ составил 1,4 на 100 тыс. человек, максимальные показатели зарегистрированы в Чукотском автономном округе (19,63), Рязанской области (10,2) и Алтайском крае (9,95), минимальные – в Республике Крым (0,04), Санкт-Петербурге (0,05) и Красноярском крае (0,06). Подобные различия в показателях смертности по регионам, по мнению авторов, связаны с отсутствием четких критериев для использования

кода I46.1, ошибками медицинской документации, гипердиагностированностью или недостаточной диагностированностью ВСС [9]. В Забайкальском крае проанализированы данные регистра внезапной сердечной смертности населения («ЗОДИАК»). Ретроспективное исследование проведено на базе бюро судебно-медицинской экспертизы, проанализированы протоколы вскрытия трупов за 2017–2019 г. Так как данные катамнеза были ограничены, то к ВСС отнесли все случаи смерти по причине ССЗ. Проанализировано 2 211 протоколов, которые, по мнению исследователей, соответствуют критериям ВСС. Среди всех умерших ненасильственной смертью, включенных в анализ (7 612 человек за 3 года), 1,89% зарегистрированы как умершие ВСС (код I46.1 по МКБ-10). Авторы указывают, что в целом по Забайкальскому краю за трехлетний период зарегистрировано 914 случаев ВСС (I46.1), что практически в 23 раза превышает аналогичный показатель по городу Чита (40 случаев за 3 года) [10]. По данным исследования «РЕ-ЗОНАНС» (Рязань, Воронеж, Ханты-Мансийск), частота ВСС среди мужчин составила 156 случаев на 100 тыс. населения в год и 72 случая на 100 тыс. населения в год среди женщин [2]. По данным пятилетнего исследования, проведенного в Москве (2005–2009 гг.), частота внегоспитальной ВСС среди пациентов в возрасте от 1 до 45 лет составила 22,3 на 100 тыс. жителей [11]. Таким образом, данные о частоте ВСС в регионах Российской Федерации значительно варьируют: от 0,04 на 100 тыс. населения в Республике Крым до 19,63 на 100 тыс. населения в Чукотском автономном округе, по данным Росстата, и 25,4 на 100 тыс. населения в Брянской области, по данным регистра «ГЕРМИНА». Данные исследования «РЕЗОНАНС» и регистра «ЗОДИАК» сложно сравнить с официальными данными Росстата и регистра «ГЕРМИНА», поскольку в регистре «ЗОДИАК» данные представлены за три года в абсолютных цифрах без пересчета на пока-

затель смертности населения на 100 тыс. человек, а данные исследования «РЕЗОНАНС» представляют собой показатели, превышающие данные Росстата и регистра «ГЕРМИНА» в десятки раз. Возможно, отличие данных исследования «РЕЗОНАНС» связано с тем, что к ВСС относили случаи естественной смерти вследствие сердечной патологии, которой предшествовала внезапная потеря сознания в течение одного часа после манифестации острых симптомов, при этом время и вид смерти являлись неожиданными, в том числе случаи непредвиденной смерти в течение 12 ч от момента, когда пациента последний раз видели живым и в удовлетворительном состоянии здоровья [12]. Тогда как в исследовании Росстата к ВСС относили только случаи, закодированные как I46.1 по МКБ-10. По данным зарубежных источников средняя выживаемость лиц с ВСС составляет около 6,4% [13].

Согласно регистру «ЗОДИАК», наибольшее количество лиц, умерших ВСС (код I46.1 по МКБ-10), регистрировалось в возрасте 31–40 лет (средний возраст $35,8 \pm 8,4$ года, средний возраст мужчин $36,0 \pm 9,5$ года, женщин – $35,7 \pm 5,0$ года) [10]. Считается, что с возрастом частота ВСС увеличивается независимо от пола, достигая пика после 40 лет [14, 15]. Согласно данным проекта FinGesture (the Finnish Genetic Study of Arrhythmic Events, Финляндия), средний возраст умерших ВСС составляет 65 ± 12 лет, для ишемической ВСС – 67 ± 11 лет, для неишемической ВСС – 59 ± 12 лет [16].

Мужчины умирают ВСС в 2–5 раз чаще, чем женщины [8, 14, 15]. В исследовании FinGesture в структуре умерших ВСС как ишемической, так и не ишемической этиологии около 80% мужчин, при этом женщины, умершие ВСС, были старше мужчин ($70,1 \pm 13,1$ и $63,5 \pm 11,8$ года соответственно) [16, 17]. В исследовании, выполненном в Москве, в структуре внегоспитальной ВСС в возрасте от 1 до 45 лет мужчин было в 4 раза больше, чем женщин (81 и 19% соответственно) [11].

Этиология и патогенез внезапной сердечной смерти

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) является основным предрасполагающим к ВСС заболеванием у взрослого населения и встречается в 75% всех случаев ВСС. Кардиомиопатии (гипертрофическая, дилатационная, аритмогенная правожелудочковая), инфильтративные заболевания миокарда (саркоидоз, амилоидоз) диагностируются в 10–15% ВСС, врожденные каналопатии (синдром Бругада, синдром удлиненного интервала QT, катехоламинергическая желудочковая тахикардия) – в 5–10% случаев [4, 5].

Непосредственной причиной развития внезапного летального исхода служат желудочковая тахикардия, фибрилляция желудочков, брадиаритмия,

электрохимическая диссоциация, которые приводят к циркуляторному коллапсу. Также в некоторых случаях причиной ВСС является безимпульсная электрическая активность. Ишемия, вызванная окклюзией коронарной артерии или повреждением атеросклеротической бляшки, может привести к полиморфной желудочковой тахикардии, постинфарктная ишемическая кардиомиопатия или дисфункция левого желудочка – к мономорфной желудочковой тахикардии. Без терапии тахикардия с большой долей вероятности перерастет в фибрилляцию и, как следствие, ВСС. Риск ВСС возрастает в 2–4 раза при наличии ИБС, в 6–10 раз в случае структурного заболевания сердца [18].

По данным исследования FinGesture, в 75% случаев ВСС развилась на фоне ИБС, 12,6% жертв ВСС имели гипертензию или ожирение, связанное с заболеванием миокарда, что и стало причиной ВСС, в 4,9% случаев причиной ВСС стала алкогольная дилатационная кардиомиопатия [19]. В этом же исследовании зарегистрировано, что встречаемость необструктивных причин ВСС была выше среди женщин по сравнению с мужчинами (28,3 и 24,3% соответственно). У женщин чаще была записана при жизни нормальная ЭКГ [17]. ВСС стала первым сердечно-сосудистым событием для 66% лиц с неишемической ВСС и 55% лиц с ишемической ВСС. При сравнении причин ВСС по четвертилетиям (1998–2002, 2003–2007, 2008–2012 гг.) выявлено, что доля ВСС, связанной с ИБС при отсутствии в анамнезе болезней сердца, снизилась, тогда как доля, связанная с гипертонической болезнью и идиопатическим фиброзом, увеличилась за последние 15 лет [20].

Среди случаев ВСС в исследовании в Турции у 65,6% больных причиной стала ИБС, у 10,9% – ИБС с тампонадой сердца, у 7,8% – гипертрофическая кардиомиопатия, а 8,6% случаев остались необъясненными. У 71,2% жертв ВСС наблюдался стеноз коронарных артерий более 75%, 92,9% имели атеросклеротическое поражение левой передней нисходящей артерии, у 91,7% была зафиксирована кардиомегалия [3].

По данным регистра «ГЕРМИНА», 24% случаев ВСС госпитальные, 76% случаев – внегоспитальные [8]. Большая часть случаев ВСС в исследовании FinGesture произошла дома, для неишемической ВСС – в 81,6% случаев, для ишемической ВСС – в 71%. Среди неишемических случаев ВСС 60,3% произошли в 12-часовой период между полуночью и полуднем в сравнении с 51,5% случаев для ишемических случаев ВСС. В наименьшем проценте случаев ВСС в обеих группах развивалась между 18:00 и 00:00 [16]. В небольшом ретроспективном исследовании 128 случаев ВСС в Турции показано, что в 41,4% случаев ВСС наступила дома [3].

Наиболее распространенными причинами ВСС

среди лиц в возрасте до 40 лет являются наследственные заболевания (кардиомиопатии и каналопатии) [21]. В исследовании FinGesture проведен анализ ВСС у молодых лиц в возрасте до 50 лет. В 43,6% случаев причиной ВСС стала ИБС, среди пациентов возрасте старше 35 лет ИБС встречалась чаще, чем среди лиц до 35 лет. В 90,2% случаев умершие ишемической ВСС не имели клинического диагноза ИБС, в 33,8% на аутопсии были обнаружены признаки бессимптомного инфаркта миокарда [22].

При изучении обстоятельств, непосредственно предшествующих ВСС у молодых людей, определено, что примерно в половине случаев ВСС возникает в состоянии покоя или во сне [23]. В 26 (14%) из изученных 186 случаев внезапной остановки сердца у молодых людей (5–34 года) в США триггером для ее развития стал спорт (организованный групповой спорт или индивидуальная атлетическая активность, остановка сердца развилась в момент занятия спортом или в течение часа после). Реанимационные мероприятия были предприняты в 82% случаев, общая выживаемость составила 14% [24].

Факторы риска внезапной сердечной смерти

В группу основных факторов риска ВСС, согласно рекомендациям по определению риска и профилактике ВСС в Российской Федерации, включены эпизод сердечного ареста в анамнезе и/или гемодинамически значимая устойчивая желудочковая тахикардия, перенесенный инфаркт миокарда в анамнезе, эпизоды синкопе, систолическая дисфункция, сопровождающаяся снижением фракции выброса левого желудочка менее 40%, желудочковые экстрасистолы и/или эпизоды неустойчивой желудочковой тахикардии. К группе второстепенных факторов риска относят гипертрофию миокарда левого желудочка, артериальную гипертензию, гиперлипидемию, сахарный диабет (СД), курение, избыточный вес, увеличение частоты сердечных сокращений, гиперсимпатикотонию [2].

Кроме того, к факторам риска ВСС также относятся возраст старше 35 лет (при этом в возрасте старше 75 лет риск снижается), мужской пол, злоупотребление алкоголем, хроническая болезнь почек, депрессия, негроидная раса [18, 25–27].

В исследовании на базе когорты проекта ARIC (Atherosclerosis Risk in Communities) (1987–2012 гг.) показано, что для лиц с метаболическим синдромом характерен повышенный риск ВСС независимо от пола и расы. Риск ВСС при этом зависит от количества компонентов метаболического синдрома. Из всех компонентов метаболического синдрома повышенное артериальное давление, нарушение толерантности к глюкозе и низкая концентрация холестерина липопротеинов высокой плотности (ХС-ЛПВП) были независимо ассоциированы с риском ВСС [28].

В одном из метаанализов показано, что риск ВСС увеличивается на 28% при росте систолического артериального давления на 20 мм рт. ст., при этом не было установлено связи изменения диастолического артериального давления с риском ВСС [29].

К важным изменениям показателей липидного обмена в отношении ВСС относятся повышенный уровень общего холестерина, триглицеридов, холестерина липопротеинов низкой плотности (ХС-ЛПНП), пониженный уровень ХС-ЛПВП [30, 31]. Например, в проспективном исследовании, выполненном в Финляндии, не найдено ассоциации уровня ХС-ЛПВП и ХС-ЛПНП с риском ВСС, однако показано почти двукратное увеличение риска ВСС для лиц с более высоким (4,22) по сравнению с лицами с более низким (менее 2,3) отношением ХС-ЛПНП к ХС-ЛПВП [32]. Согласно данным когортного исследования в Иране, уровень триглицеридов более 150 мг/дл и низкий уровень ХС-ЛПВП значимо ассоциированы с риском ВСС [33]. В исследовании, проведенном в США, показано, что на риск ВСС у мужчин влияет отношение общего холестерина к ХС-ЛПВП [34].

В Дании по результатам 10-летнего национального исследования показано, что в возрастной группе 1–35 лет риск ВСС на фоне СД составил 21,9 на 100 тыс. человек в год (риск ВСС без СД – 2,6 на 100 тыс. человек в год). В возрастной группе 36–49 лет риск ВСС на фоне СД – 119,8 на 100 тыс. человек в год, риск ВСС без СД – 19,7 на 100 тыс. человек в год. Проведенное исследование подчеркивает необходимость профилактики ВСС у лиц с СД, особенно в молодом возрасте [35]. В исследовании в Китае продемонстрировано, что у пациентов с СД, получающих инсулинотерапию, на риск ВСС влияет уровень гликированного гемоглобина, общего холестерина, ХС-ЛПНП, триглицеридов, что показывает значимость правильно подобранной сахароснижающей и гиполипидемической терапии в отношении профилактики развития ВСС при СД [36].

В метаанализе Н. Chen и коллег (2019) ожирение и избыточный вес имели положительную связь с риском ВСС [26]. В метаанализе D. Aune и коллег (2018) суммарный относительный риск ВСС составил 1,16 на 5 единиц прироста индекса массы тела и 1,82 на 0,1 единицы увеличения соотношения талии к бедрам и 1,03 на 10 см увеличения окружности талии [37].

Показано, что увеличение частоты сердечных сокращений на 10 ударов в минуту повышает риск сердечно-сосудистой смерти на 10–20%, что более значимо для мужчин, чем для женщин. Установлено, что у лиц с частотой сердечных сокращений более 80 ударов в минуту по сравнению с теми, у кого данный показатель менее 65 ударов в минуту, риск сердечно-сосудистой смерти увеличивается на

44% [38]. В исследовании 2005 г. проведено наблюдение средней продолжительностью 14,7 года за 24 913 пациентами с ИБС: пациенты с базовой частотой сердечных сокращений более 83 ударов в минуту имели повышенный риск сердечно-сосудистой смерти [39].

Данные некоторых исследований указывают на то, что физическая активность у взрослых снижает риск ВСС, тогда как результаты других исследований противоречат данному утверждению. В 6–17% случаев ВСС у мужчин была связана с острым физическим напряжением, у женщин риск ВСС на фоне физической нагрузки ниже [40]. В метаанализе 2020 г., впервые объединившем популяционные проспективные исследования физической активности и риска ВСС, обнаружено, что участники, сообщавшие о наиболее высоком уровне физической активности, имели примерно в половину сниженный риск ВСС по сравнению с теми, у кого был самый низкий уровень активности [41]. В исследовании FinGesture также оценена связь ВСС с физической активностью. Среди лиц, смерть которых произошла при свидетелях, в 27% случаев смерть наступила во время или сразу после физической нагрузки. Мужчин в этой группе было больше, чем женщин, по сравнению с теми, чья смерть произошла во время отдыха, без связи с физической нагрузкой (94% мужчин в группе ВСС на фоне физической нагрузки, 77% мужчин в группе ВСС в покое). ИБС была более распространена в группе ВСС на фоне физической активности, чем в группе ВСС в покое (91 и 75% соответственно). Наиболее частым видом физической активности, приводящей к ВСС, стали занятия лыжным и велосипедным спортом, уборка снега [42]. В возрасте до 50 лет, по данным того же исследования, ВСС развивалась во время физической активности в 24,1% случаев [22]. По данным анализа прижизненной ЭКГ у лиц, ВСС которых произошла на фоне физической нагрузки, чаще наблюдались фрагментированный комплекс QRS как минимум в двух грудных отведениях (V1–V3), патологический зубец Q в грудных отведениях [43]. Фрагментированный комплекс QRS включает различные паттерны изменения RSR, без типичной блокады ножек пучка Гиса, является маркером измененной желудочковой деполяризации. Средняя продолжительность QRS была выше в группе ВСС на фоне физической активности по сравнению с ВСС в покое (100 и 94 мс соответственно) [20]. У профессиональных атлетов преобладающим субстратом для развития ВСС становятся гипертрофические кардиомиопатии (в одной трети случаев), идиопатическая левожелудочковая гипертрофия и аномалии коронарных артерий [44].

На базе исследования ARIC (The Atherosclerosis Risk in Communities) была предпринята попытка создания рискосчета ВСС с учетом ряда факторов

риска. Модель вычисления 10-летнего риска ВСС представляет собой сложную математическую формулу, в которую включены такие параметры, как пол, возраст, уровень общего холестерина, использование антигипертензивных и гиполипидемических препаратов, артериальное давление, курение, диабет, индекс массы тела. Полученный рискосчет прошел успешную валидацию на когорте (5 626 человек) Фрамингемского исследования (Framingham Heart Study) [45]. В предыдущем рискосчете ВСС для лиц старше 65 лет, созданном также на базе проекта ARIC, были использованы 12 факторов риска (мужской пол, возраст, использование антигипертензивных препаратов, артериальное давление, курение, диабет, раса (негроидная), уровень калия плазмы, уровень альбумина в плазме крови, ХС-ЛПВП, скорость клубочковой фильтрации, длина QT-интервала) [46]. Целью обоих исследований было создание инструмента определения риска ВСС в первую очередь для лиц без диагностированного ССЗ, поскольку около половины всех случаев ВСС происходят у лиц, не имеющих кардиальных жалоб и диагноза.

Заключение

ВСС остается актуальной проблемой современного здравоохранения, значительно сокращая численность лиц трудоспособного возраста. В мировых исследованиях показана целесообразность применения для стратификации риска ВСС разнообразных критериев, среди которых наличие ИБС и генетических заболеваний, фракция выброса левого желудочка менее 30–35%, критерии ЭКГ, вариабельность сердечного ритма, хронические заболевания почек, особенности диеты, биохимические маркеры – интерлейкин 6, фибриноген, С-реактивный белок, альдостерон, ренин, витамин Д, паратгормон, мозговой натрийуретический пептид [18]. Также для определения риска ВСС возможно применение классических доказанных факторов риска: эпизод сердечного ареста в анамнезе и/или гемодинамически значимая устойчивая желудочковая тахикардия, перенесенный инфаркт миокарда в анамнезе, эпизоды синкопе, желудочковые экстрасистолы и/или эпизоды неустойчивой желудочковой тахикардии, гипертрофия миокарда левого желудочка, артериальная гипертензия, гиперлипидемия, СД, курение, избыточный вес, увеличение частоты сердечных сокращений, гиперсимпатикотония, возраст старше 35 лет, мужской пол, злоупотребление алкоголем, депрессия, негроидная раса [2, 18, 25–27].

Однако значительное число умерших ВСС не имеют диагностированного ССЗ и не предъявляют каких-либо кардиальных жалоб [14], что делает изучение новых маркеров ВСС, эффективных в первую очередь для диагностики предрасположен-

ности к ВСС у лиц без выявленной сердечно-сосудистой патологии, перспективным и актуальным направлением современных исследований.

Конфликт интересов

А.А. Иванова заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.М. Нестерец заявляет об отсутствии

конфликта интересов. В.Н. Максимов заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследование выполнено в рамках ГЗ № FWNR-2024-0004.

Информация об авторах

Иванова Анастасия Андреевна, кандидат медицинских наук старший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований терапевтических заболеваний Научно-исследовательского института терапии и профилактической медицины – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-9460-6294

Нестерец Алина Михайловна, аспирант Научно-исследовательского института терапии и профилактической медицины – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-1432-0473

Максимов Владимир Николаевич, доктор медицинских наук, профессор заведующий лабораторией молекулярно-генетических исследований терапевтических заболеваний Научно-исследовательского института терапии и профилактической медицины – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», Новосибирск, Российская Федерация; профессор кафедры медицинской генетики и биологии медико-профилактического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-7165-4496

Author Information Form

Ivanova Anastasia A., PhD, Senior Researcher at the Laboratory of Molecular Genetic Research of Therapeutic Diseases, Research Institute of Internal and Preventive Medicine – Branch of the Federal State Budgetary Institution “Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences”, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-9460-6294

Nesterec Alina M., Postgraduate Student, Research Institute of Internal and Preventive Medicine – Branch of the Federal State Budgetary Institution “Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences”, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-1432-0473

Maksimov Vladimir N., PhD, Professor, Head of the Laboratory of Molecular Genetic Research of Therapeutic Diseases, Research Institute of Internal and Preventive Medicine – Branch of the Federal State Budgetary Institution “Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences”, Novosibirsk, Russian Federation; Professor at the Department of Medical Genetics and Biology, Faculty of Medicine and Prevention, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Novosibirsk State Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-7165-4496

Вклад авторов в статью

ИАА – интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

НАМ – интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

МВН – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Contribution Statement

IAA – data interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

NAM – data interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

MVN – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Priori S.G., Blomström-Lundqvist C., Mazzanti A., Blom N., Borggrefe M., Camm J., Elliott P.M., Fitzsimons D., Hatala R., Hindricks G., Kirchhof P., Kjeldsen S., Kuck K.H., Hernandez-Madrid A., Nikolaou N., Norekvål T.M., Spaulding C., Van Veldhuisen D.J. Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC). 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: The

Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC). *Europace*. 2015;17(11):1601-87. doi:10.1093/europace/euv319.

2. Шляхто Е.В., Арутюнов Г.П., Беленков Ю.Н., Ардашев А.В. Национальные Рекомендации по определению риска и профилактике внезапной сердечной смерти. Архив внутренней медицины. 2013;(4):5-15. doi: 10.20514/2226-6704-2013-0-4-5-15

3. Yildiz A., Gürpınar S.S., Yağci F.E., Çaylı E., Baydar Ç.L. Retrospective Analysis of Sudden Cardiac Deaths in a 10-Year Autopsy Series in the City of Isparta in Turkey. *Am J Forensic Med Pathol.* 2020;41(4):263-268. doi:10.1097/PAF.0000000000000593.
4. Mizusawa Y. Recent advances in genetic testing and counseling for inherited arrhythmias. *J Arrhythm.* 2016;32(5):389-397. doi:10.1016/j.joa.2015.12.009.
5. Puckelwartz M., McNally E.M. Emery-Dreifuss muscular dystrophy. *Handb Clin Neurol.* 2011; 101: 155-166.
6. Zhang S. Sudden cardiac death in China: current status and future perspectives. *Europace.* 2015;17 (Suppl 2):ii14-8. doi:10.1093/europace/euv143.
7. Lynge T.H., Risgaard B., Banner J., Nielsen J.L., Jespersen T., Stampe N.K., Albert C.M., Winkel B.G., Tfelt-Hansen J. Nationwide burden of sudden cardiac death: A study of 54,028 deaths in Denmark. *Heart Rhythm.* 2021;18(10):1657-1665. doi:10.1016/j.hrthm.2021.05.005.
8. Линчак Р.М., Недбайкин А.М., Семенцова Е.В., Юсова И.А., Струкова В.В. Частота и структура внезапной сердечной смертности (регистр внезапной сердечной смертности трудоспособного населения Брянской области). *Рациональная фармакотерапия в кардиологии.* 2016; 12(1):45-50.
9. Баглай Ю.С., Старинская М.А., Самородская И.В. Внезапная сердечная смерть: показатели смертности в регионах РФ в 2015 году. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2017;16(S):5a-5b.
10. Зайцев Д.Н., Василенко П.В., Говорин А.В., Василенко Е.А., Муха Н.В., Филёв А.П., Брижко А.Н., Петрова Н.Г., Сазонова Е.А. Результаты регистра внезапной сердечной смертности населения Забайкальского края (ЗОДИАК) 2017-2019гг. *Российский кардиологический журнал.* 2020;25(11):3997. doi:10.15829/291560-4071-2020-3997
11. Макаров Л.М., Комолятова В.Н., Киселева И.И., Солохин Ю.А. Распространенность внезапной сердечной смерти у лиц молодого возраста в крупном мегаполисе. *Медицинский алфавит.* 2014;1(3):35-40.
12. Бойцов С.А., Никулина Н.Н., Якушин С.С., Акинина С.А., Фурменко Г.И. Внезапная сердечная смерть у больных ишемической болезнью сердца по результатам Российского многоцентрового эпидемиологического исследования заболеваемости, смертности, качества диагностики и лечения острых форм ИБС (РЕЗОНАНС). *Российский кардиологический журнал.* 2011;(2):59-64.
13. Garg A. Primary prevention of sudden cardiac death - Challenge the guidelines. *Indian Heart J.* 2015;67(3):203-6. doi:10.1016/j.ihj.2015.04.016.
14. Faragli A., Underwood K., Priori S.G., Mazzanti A. Is There a Role for Genetics in the Prevention of Sudden Cardiac Death? *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2016;27(9):1124-32. doi:10.1111/jce.13028.
15. Winkel B.G., Jabbari R., Tfelt-Hansen J. How to prevent SCD in the young? *Int J Cardiol.* 2017;237:6-9. doi:10.1016/j.ijcard.2017.03.083.
16. Hookana E., Junttila M.J., Puurunen V.P., Tikkanen J.T., Kaikkonen K.S., Kortelainen M.L., Myerburg R.J., Huikuri H.V. Causes of nonischemic sudden cardiac death in the current era. *Heart Rhythm.* 2011;8(10):1570-5. doi:10.1016/j.hrthm.2011.06.031
17. Haukilahti M.A.E., Holmström L., Vähätalo J., Kenttä T., Tikkanen J., Pakanen L., Kortelainen M.L., Perkiömäki J., Huikuri H., Myerburg R.J., Junttila M.J. Sudden Cardiac Death in Women. *Circulation.* 2019;139(8):1012-1021. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.118.037702.
18. Rai V., Agrawal D.K. Role of risk stratification and genetics in sudden cardiac death. *Can J Physiol Pharmacol.* 2017;95(3):225-238. doi:10.1139/cjpp-2016-0457.
19. Holmström L., Pyrkäs K., Tervasmäki A., Vähätalo J., Porvari K., Pakanen L., Kaikkonen K.S., Perkiömäki J.S., Kiviniemi A.M., Kerkelä R., Ukkola O., Myerburg R.J., Huikuri H.V., Junttila J. Genetic contributions to the expression of acquired causes of cardiac hypertrophy in non-ischemic sudden cardiac death victims. *Sci Rep.* 2021;11(1):11171. doi:10.1038/s41598-021-90693-7.
20. Junttila M.J., Hookana E., Kaikkonen K.S., Kortelainen M.L., Myerburg R.J., Huikuri H.V. Temporal Trends in the Clinical and Pathological Characteristics of Victims of Sudden Cardiac Death in the Absence of Previously Identified Heart Disease. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2016;9(6):e003723. doi:10.1161/CIRCEP.115.003723.
21. Priori S.G. Genetic testing to predict sudden cardiac death: current perspectives and future goals. *Indian Heart J.* 2014;66(Suppl 1):S58-60. doi:10.1016/j.ihj.2013.11.004.
22. Vähätalo J., Holmström L., Pakanen L., Kaikkonen K., Perkiömäki J., Huikuri H., Junttila J. Coronary Artery Disease as the Cause of Sudden Cardiac Death Among Victims < 50 Years of Age. *Am J Cardiol.* 2021;147:33-38. doi:10.1016/j.amjcard.2021.02.012.
23. Bagnall R.D., Singer E.S., Tfelt-Hansen J. Sudden Cardiac Death in the Young. *Heart Lung Circ.* 2020;29(4):498-504. doi:10.1016/j.hlc.2019.11.007.
24. Jayaraman R., Reinier K., Nair S., Aro A.L., Uy-Evanado A., Rusinaru C., Stecker E.C., Gunson K., Jui J., Chugh S.S. Risk Factors of Sudden Cardiac Death in the Young: Multiple-Year Community-Wide Assessment. *Circulation.* 2018;137(15):1561-1570. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.117.031262.
25. Al-Khatib S.M., Stevenson W.G., Ackerman M.J., Bryant W.J., Callans D.J., Curtis A.B., Deal B.J., Dickfeld T., Field M.E., Fonarow G.C., Gillis A.M., Granger C.B., Hammill S.C., Hlatky M.A., Joglar J.A., Kay G.N., Matlock D.D., Myerburg R.J., Page R.L. 2017 AHA/ACC/HRS Guideline for Management of Patients With Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *Heart Rhythm.* 2018;15(10):e73-e189. doi:10.1016/j.hrthm.2017.10.036.
26. Chen H., Deng Y., Li S. Relation of Body Mass Index Categories with Risk of Sudden Cardiac Death. *Int Heart J.* 2019;60(3):624-630. doi:10.1536/ihj.18-155.
27. Reinier K., Nichols G.A., Huertas-Vazquez A., Uy-Evanado A., Teodorescu C., Stecker E.C., Gunson K., Jui J., Chugh S.S. Distinctive Clinical Profile of Blacks Versus Whites Presenting With Sudden Cardiac Arrest. *Circulation.* 2015;132(5):380-7. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.115.015673.
28. Hess P.L., Al-Khalidi H.R., Friedman D.J., Mulder H., Kucharska-Newton A., Rosamond W.R., Lopes R.D., Gersh B.J., Mark D.B., Curtis L.H., Post W.S., Prineas R.J., Sotoodehnia N., Al-Khatib S.M. The Metabolic Syndrome and Risk of Sudden Cardiac Death: The Atherosclerosis Risk in Communities Study. *J Am Heart Assoc.* 2017;6(8):e006103. doi:10.1161/JAHA.117.006103.
29. Pan H., Hibino M., Kobeissi E., Aune D. Blood pressure, hypertension and the risk of sudden cardiac death: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Eur J Epidemiol.* 2020;35(5):443-454. doi:10.1007/s10654-019-00593-4.
30. Kirchhof P., Fabritz L. High-density lipoprotein shortens the ventricular action potential. A novel explanation for how statins prevent sudden arrhythmic death? *J Am Coll Cardiol.* 2011;58(1):45-7. doi:10.1016/j.jacc.2010.12.048.
31. Olson K.A., Patel R.B., Ahmad F.S., Ning H., Bogle B.M., Goldberger J.J., Lloyd-Jones D.M. Sudden Cardiac Death Risk Distribution in the United States Population (from NHANES, 2005 to 2012). *Am J Cardiol.* 2019;123(8):1249-1254. doi:10.1016/j.amjcard.2019.01.020.
32. Kunutsor S.K., Zaccardi F., Karppi J., Kurl S., Laukkanen J.A. Is High Serum LDL/HDL Cholesterol Ratio an Emerging Risk Factor for Sudden Cardiac Death? Findings from the KIID Study. *J Atheroscler Thromb.* 2017;24(6):600-608. doi:10.5551/jat.37184.
33. Sadeghi M., Golshahi J., Talaei M., Sheikhbahaee E., Ghodjani E., Mansouri M., Mansouri P., Sarrafzadegan N., Roohafza H. 15-Year lipid profile effects on cardiovascular events adjusted for cardiovascular risk factors: a cohort study from Middle-East. *Acta Cardiol.* 2021;76(2):194-199. doi:10.1080/00015385.2020.1717096.
34. Everett B.M., Moorthy M.V., Tikkanen J.T., Cook N.R., Albert C.M. Markers of Myocardial Stress, Myocardial Injury, and Subclinical Inflammation and the Risk of Sudden Death. *Circulation.* 2020;142(12):1148-1158. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.120.046947.
35. Lynge T.H., Svane J., Pedersen-Bjergaard U., Gislason G., Torp-Pedersen C., Banner J., Risgaard B., Winkel B.G., Tfelt-Hansen J. Sudden cardiac death among persons with diabetes aged 1-49 years: a 10-year nationwide study of 14 294 deaths in Denmark. *Eur Heart J.* 2020;41(28):2699-2706. doi:10.1093/eurheartj/ehz891.

36. Lee S., Jeevaratnam K., Liu T., Chang D., Chang C., Wong W.T., Wong I.C.K., Lip G.Y.H., Tse G. Risk stratification of cardiac arrhythmias and sudden cardiac death in type 2 diabetes mellitus patients receiving insulin therapy: A population-based cohort study. *Clin Cardiol.* 2021;44(11):1602-1612. doi:10.1002/clc.23728.

37. Aune D., Schlesinger S., Norat T., Riboli E. Tobacco smoking and the risk of sudden cardiac death: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Eur J Epidemiol.* 2018;33(6):509-521. doi:10.1007/s10654-017-0351-y.

38. Tadic M., Cuspidi C., Grassi G. Heart rate as a predictor of cardiovascular risk. *Eur J Clin Invest.* 2018;48(3). doi:10.1111/eci.12892.

39. Diaz A., Bourassa M.G., Guertin M.C., Tardif J.C. Long-term prognostic value of resting heart rate in patients with suspected or proven coronary artery disease. *Eur Heart J.* 2005;26(10):967-74. doi:10.1093/eurheartj/ehi190.

40. Wu Q., Li F., Jia Y., Liu Y., Zeng R. Physical activity and risk of sudden cardiac death in individuals at high risk for cardiovascular disease: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2021;100(19):e25890. doi:10.1097/MD.00000000000025890.

41. Aune D., Schlesinger S., Hamer M., Norat T., Riboli E. Physical activity and the risk of sudden cardiac death: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *BMC Cardiovasc Disord.* 2020;20(1):318. doi:10.1186/s12872-020-01531-z.

42. Toukola T., Hookana E., Junttila J., Kaikkonen K., Tikkanen

J., Perkiömäki J., Kortelainen M.L., Huikuri H.V. Sudden cardiac death during physical exercise: Characteristics of victims and autopsy findings. *Ann Med.* 2015;47(3):263-8. doi:10.3109/07853890.2015.1025824

43. Toukola T., Junttila M.J., Holmström L.T., et al. Fragmented QRS complex as a predictor of exercise-related sudden cardiac death. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2018;29(1):55-60. doi:10.1111/jce.13341.

44. Peterson D.F., Kucera K., Thomas L.C., Haukilahti M.A., Tikkanen J.T., Terho H., Kenttä T.V., Aro A.L., Anttonen O., Kerola T., Pakanen L., Kortelainen M.L., Kiviniemi A., Huikuri H.V. Aetiology and incidence of sudden cardiac arrest and death in young competitive athletes in the USA: a 4-year prospective study. *Br J Sports Med.* 2021;55(21):1196-1203. doi:10.1136/bjsports-2020-102666.

45. Bogle B.M., Ning H., Goldberger J.J., Mehrotra S., Lloyd-Jones D.M. A Simple Community-Based Risk-Prediction Score for Sudden Cardiac Death. *Am J Med.* 2018;131(5):532-539.e5. doi:10.1016/j.amjmed.2017.12.002.

46. Deo R., Norby F.L., Katz R., Sotoodehnia N., Adabag S., DeFilippi C.R., Kestenbaum B., Chen L.Y., Heckbert S.R., Folsom A.R., Kronmal R.A., Konety S., Patton K.K., Siscovick D., Shlipak M.G., Alonso A. Development and Validation of a Sudden Cardiac Death Prediction Model for the General Population. *Circulation.* 2016;134(11):806-16. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.116.023042.

REFERENCES

1. Priori S.G., Blomström-Lundqvist C., Mazzanti A., Blom N., Borggrefe M., Camm J., Elliott P.M., Fitzsimons D., Hatala R., Hindricks G., Kirchhof P., Kjeldsen K., Kuck K.H., Hernandez-Madrid A., Nikolaou N., Norekvål T.M., Spaulding C., Van Veldhuisen D.J. Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC). 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: The Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC). *Europace.* 2015;17(11):1601-87. doi:10.1093/eurpace/euv319.

2. Shljahot E.V., Arutjunov G.P., Belenkov Ju.N., Ardashev A.V. National Guidelines for risk assessment and prevention of sudden cardiac death. *Arhiv vnutrennej mediciny - The Russian Archives of Internal Medicine.* 2013;(4):5-15. doi: 10.20514/2226-6704-2013-0-4-5-15 (In Russian)

3. Yildiz A., Gürpınar S.S., Yağci F.E., Çaylı E., Baydar Ç.L. Retrospective Analysis of Sudden Cardiac Deaths in a 10-Year Autopsy Series in the City of Isparta in Turkey. *Am J Forensic Med Pathol.* 2020;41(4):263-268. doi:10.1097/PAF.0000000000000593.

4. Mizusawa Y. Recent advances in genetic testing and counseling for inherited arrhythmias. *J Arrhythm.* 2016;32(5):389-397. doi:10.1016/j.joa.2015.12.009.

5. Puckelwartz M., McNally E.M. Emery-Dreifuss muscular dystrophy. *Handb Clin Neurol.* 2011; 101: 155-166.

6. Zhang S. Sudden cardiac death in China: current status and future perspectives. *Europace.* 2015;17 (Suppl 2):ii14-8. doi:10.1093/eurpace/euv143.

7. Lynge T.H., Risgaard B., Banner J., Nielsen J.L., Jespersen T., Stampe N.K., Albert C.M., Winkel B.G., Tfelt-Hansen J. Nationwide burden of sudden cardiac death: A study of 54,028 deaths in Denmark. *Heart Rhythm.* 2021;18(10):1657-1665. doi:10.1016/j.hrthm.2021.05.005.

8. Linchak R.M., Nedbajkin A.M., Semencova E.V., Jusova I.A., Strukova V.V. Frequency and structure of sudden cardiac death (register of sudden cardiac death of the able-bodied population of the Bryansk region). *Racional'naja farmakoterapija v kardiologii - Rational pharmacotherapy in cardiology.* 2016; 12(1):45-50. (In Russian)

9. Baglaj Ju.S., Starinskaja M.A., Samorodskaja I.V. Sudden cardiac death: mortality rates in the regions of the Russian Federation in 2015. *Kardiovaskuljarnaja terapija i profilaktika*

- Cardiovascular therapy and prevention. 2017;16(S):5a-5b. (In Russian)

10. Zaitsev D.N., Vasilenko P.V., Govorin A.V., Vasilenko E.A., Muha N.V., Filjov A.P., Brizhko A.N., Petrova N.G., Sazonova E.A. 2017-2019 Sudden cardiac death registry of the Zabaykalsky Krai population (ZODIAC). *Rossijskij kardiologicheskij zhurnal - Russian Journal of Cardiology.* 2020;25(11):3997. doi: 10.15829/291560-4071-2020-3997 (In Russian)

11. Makarov L.M., Komoljatova V.N., Kiseleva I.I., Solohin Ju.A. The prevalence of sudden cardiac death in young people in a large metropolis. *Medicinskij alfavit - Medical alphabet.* 2014;1(3):35-40. (In Russian)

12. Boytsov S.A., Nikulina N.N., Yakushin S.S., Akinina S.A., Furmenko G.I. Sudden cardiac death in patients with coronary heart disease: results of the Russian multi-centre epidemiological study of mortality, morbidity, and diagnostics and treatment quality in acute chd (resonance). *Rossijskij kardiologicheskij zhurnal - Russian Journal of Cardiology.* 2011;(2):59-64. (In Russian)

13. Garg A. Primary prevention of sudden cardiac death - Challenge the guidelines. *Indian Heart J.* 2015;67(3):203-6. doi:10.1016/j.ihj.2015.04.016.

14. Faragli A., Underwood K., Priori S.G., Mazzanti A. Is There a Role for Genetics in the Prevention of Sudden Cardiac Death? *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2016;27(9):1124-32. doi:10.1111/jce.13028.

15. Winkel B.G., Jabbari R., Tfelt-Hansen J. How to prevent SCD in the young? *Int J Cardiol.* 2017;237:6-9. doi:10.1016/j.ijcard.2017.03.083.

16. Hookana E., Junttila M.J., Puurunen V.P., Tikkanen J.T., Kaikkonen K.S., Kortelainen M.L., Myerburg R.J., Huikuri H.V. Causes of nonischemic sudden cardiac death in the current era. *Heart Rhythm.* 2011;8(10):1570-5. doi:10.1016/j.hrthm.2011.06.031

17. Haukilahti M.A.E., Holmström L., Vähätalo J., Kenttä T., Tikkanen J., Pakanen L., Kortelainen M.L., Perkiömäki J., Huikuri H., Myerburg R.J., Junttila M.J. Sudden Cardiac Death in Women. *Circulation.* 2019;139(8):1012-1021. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.118.037702.

18. Rai V., Agrawal D.K. Role of risk stratification and genetics in sudden cardiac death. *Can J Physiol Pharmacol.* 2017;95(3):225-238. doi:10.1139/cjpp-2016-0457.

19. Holmström L., Pykäs K., Tervasmäki A., Vähätalo J., Porvari K., Pakanen L., Kaikkonen K.S., Perkiömäki J.S., Kiviniemi A.M., Kerkelä R., Ukkola O., Myerburg R.J., Huikuri H.V., Junttila J. Genetic contributions to the expression of acquired causes of cardiac hypertrophy in non-ischemic sudden

cardiac death victims. *Sci Rep.* 2021;11(1):11171. doi:10.1038/s41598-021-90693-7.

20. Junttila M.J., Hookana E., Kaikkonen K.S., Kortelainen M.L., Myerburg R.J., Huikuri H.V. Temporal Trends in the Clinical and Pathological Characteristics of Victims of Sudden Cardiac Death in the Absence of Previously Identified Heart Disease. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2016;9(6):e003723. doi:10.1161/CIRCEP.115.003723.

21. Priori S.G. Genetic testing to predict sudden cardiac death: current perspectives and future goals. *Indian Heart J.* 2014;66(Suppl 1):S58-60. doi: 10.1016/j.ihj.2013.11.004.

22. Vähätalo J., Holmström L., Pakanen L., Kaikkonen K., Perkiömäki J., Huikuri H., Junttila J. Coronary Artery Disease as the Cause of Sudden Cardiac Death Among Victims < 50 Years of Age. *Am J Cardiol.* 2021;147:33-38. doi:10.1016/j.amjcard.2021.02.012.

23. Bagnall R.D., Singer E.S., Tfelt-Hansen J. Sudden Cardiac Death in the Young. *Heart Lung Circ.* 2020;29(4):498-504. doi:10.1016/j.hlc.2019.11.007.

24. Jayaraman R., Reinier K., Nair S., Aro A.L., Uy-Evanado A., Rusinaru C., Stecker E.C., Gunson K., Jui J., Chugh S.S. Risk Factors of Sudden Cardiac Death in the Young: Multiple-Year Community-Wide Assessment. *Circulation.* 2018;137(15):1561-1570. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.117.031262.

25. Al-Khatib S.M., Stevenson W.G., Ackerman M.J., Bryant W.J., Callans D.J., Curtis A.B., Deal B.J., Dickfeld T., Field M.E., Fonarow G.C., Gillis A.M., Granger C.B., Hammill S.C., Hlatky M.A., Joglar J.A., Kay G.N., Matlock D.D., Myerburg R.J., Page R.L. 2017 AHA/ACC/HRS Guideline for Management of Patients With Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *Heart Rhythm.* 2018;15(10):e73-e189. doi:10.1016/j.hrthm.2017.10.036.

26. Chen H., Deng Y., Li S. Relation of Body Mass Index Categories with Risk of Sudden Cardiac Death. *Int Heart J.* 2019;60(3):624-630. doi:10.1536/ihj.18-155.

27. Reinier K., Nichols G.A., Huertas-Vazquez A., Uy-Evanado A., Teodorescu C., Stecker E.C., Gunson K., Jui J., Chugh S.S. Distinctive Clinical Profile of Blacks Versus Whites Presenting With Sudden Cardiac Arrest. *Circulation.* 2015;132(5):380-7. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.115.015673.

28. Hess P.L., Al-Khalidi H.R., Friedman D.J., Mulder H., Kucharska-Newton A., Rosamond W.R., Lopes R.D., Gersh B.J., Mark D.B., Curtis L.H., Post W.S., Prineas R.J., Sotoodehnia N., Al-Khatib S.M. The Metabolic Syndrome and Risk of Sudden Cardiac Death: The Atherosclerosis Risk in Communities Study. *J Am Heart Assoc.* 2017;6(8):e006103. doi:10.1161/JAHA.117.006103.

29. Pan H., Hibino M., Kobeissi E., Aune D. Blood pressure, hypertension and the risk of sudden cardiac death: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Eur J Epidemiol.* 2020;35(5):443-454. doi:10.1007/s10654-019-00593-4.

30. Kirchhof P., Fabritz L. High-density lipoprotein shortens the ventricular action potential. A novel explanation for how statins prevent sudden arrhythmic death? *J Am Coll Cardiol.* 2011;58(1):45-7. doi:10.1016/j.jacc.2010.12.048.

31. Olson K.A., Patel R.B., Ahmad F.S., Ning H., Bogle B.M., Goldberger J.J., Lloyd-Jones D.M. Sudden Cardiac Death Risk Distribution in the United States Population (from NHANES, 2005 to 2012). *Am J Cardiol.* 2019;123(8):1249-1254. doi:10.1016/j.amjcard.2019.01.020.

32. Kunutsor S.K., Zaccardi F., Karppi J., Kurl S., Laukkanen J.A. Is High Serum LDL/HDL Cholesterol Ratio an Emerging Risk Factor for Sudden Cardiac Death? Findings from the KIID Study. *J Atheroscler Thromb.* 2017;24(6):600-608. doi:10.5551/jat.37184.

33. Sadeghi M., Golshahi J., Talaei M., Sheikhbahaei E., Ghodjani E., Mansouri M., Mansouri P., Sarrafzadegan N.,

Roohafza H. 15-Year lipid profile effects on cardiovascular events adjusted for cardiovascular risk factors: a cohort study from Middle-East. *Acta Cardiol.* 2021;76(2):194-199. doi:10.1080/00015385.2020.1717096.

34. Everett B.M., Moorthy M.V., Tikkanen J.T., Cook N.R., Albert C.M. Markers of Myocardial Stress, Myocardial Injury, and Subclinical Inflammation and the Risk of Sudden Death. *Circulation.* 2020;142(12):1148-1158. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.120.046947.

35. Lyngø T.H., Svane J., Pedersen-Bjergaard U., Gislason G., Torp-Pedersen C., Banner J., Risgaard B., Winkel B.G., Tfelt-Hansen J. Sudden cardiac death among persons with diabetes aged 1-49 years: a 10-year nationwide study of 14294 deaths in Denmark. *Eur Heart J.* 2020;41(28):2699-2706. doi:10.1093/eurheartj/ehz891.

36. Lee S., Jeevaratnam K., Liu T., Chang D., Chang C., Wong W.T., Wong I.C.K., Lip G.Y.H., Tse G. Risk stratification of cardiac arrhythmias and sudden cardiac death in type 2 diabetes mellitus patients receiving insulin therapy: A population-based cohort study. *Clin Cardiol.* 2021;44(11):1602-1612. doi:10.1002/clc.23728.

37. Aune D., Schlesinger S., Norat T., Riboli E. Tobacco smoking and the risk of sudden cardiac death: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Eur J Epidemiol.* 2018;33(6):509-521. doi:10.1007/s10654-017-0351-y.

38. Tadic M., Cuspidi C., Grassi G. Heart rate as a predictor of cardiovascular risk. *Eur J Clin Invest.* 2018;48(3). doi:10.1111/eci.12892.

39. Diaz A., Bourassa M.G., Guertin M.C., Tardif J.C. Long-term prognostic value of resting heart rate in patients with suspected or proven coronary artery disease. *Eur Heart J.* 2005;26(10):967-74. doi:10.1093/eurheartj/ehi190.

40. Wu Q., Li F., Jia Y., Liu Y., Zeng R. Physical activity and risk of sudden cardiac death in individuals at high risk for cardiovascular disease: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2021;100(19):e25890. doi:10.1097/MD.00000000000025890.

41. Aune D., Schlesinger S., Hamer M., Norat T., Riboli E. Physical activity and the risk of sudden cardiac death: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *BMC Cardiovasc Disord.* 2020;20(1):318. doi:10.1186/s12872-020-01531-z.

42. Toukola T., Hookana E., Junttila J., Kaikkonen K., Tikkanen J., Perkiömäki J., Kortelainen M.L., Huikuri H.V. Sudden cardiac death during physical exercise: Characteristics of victims and autopsy findings. *Ann Med.* 2015;47(3):263-8. doi:10.3109/07853890.2015.1025824

43. Toukola T., Junttila MJ, Holmström LTA, et al. Fragmented QRS complex as a predictor of exercise-related sudden cardiac death. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2018;29(1):55-60. doi:10.1111/jce.13341.

44. Peterson D.F., Kucera K., Thomas L.C., Haukilahti M.A., Tikkanen J.T., Terho H., Kenttä T.V., Aro A.L., Anttonen O., Kerola T., Pakanen L., Kortelainen M.L., Kiviniemi A., Huikuri H.V. Aetiology and incidence of sudden cardiac arrest and death in young competitive athletes in the USA: a 4-year prospective study. *Br J Sports Med.* 2021;55(21):1196-1203. doi:10.1136/bjsports-2020-102666.

45. Bogle B.M., Ning H., Goldberger J.J., Mehrotra S., Lloyd-Jones D.M. A Simple Community-Based Risk-Prediction Score for Sudden Cardiac Death. *Am J Med.* 2018;131(5):532-539.e5. doi:10.1016/j.amjmed.2017.12.002.

46. Deo R., Norby F.L., Katz R., Sotoodehnia N., Adabag S., DeFilippi C.R., Kestenbaum B., Chen L.Y., Heckbert S.R., Folsom A.R., Kronmal R.A., Konety S., Patton K.K., Siscovick D., Shlipak M.G., Alonso A. Development and Validation of a Sudden Cardiac Death Prediction Model for the General Population. *Circulation.* 2016;134(11):806-16. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.116.023042.

Для цитирования: Иванова А.А., Нестерец А.М., Максимов В.Н. Внезапная сердечная смерть: эпидемиология, этиология, патогенез и факторы риска. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2024;13(4S): 159-167. DOI: 10.17802/2306-1278-2024-13-4S-159-167

To cite: Ivanova A.A., Nesterec A.M., Maksimov V.N. Sudden cardiac death: epidemiology, etiology, pathogenesis and risk factors. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2024;13(4S): 159-167. DOI: 10.17802/2306-1278-2024-13-4S-159-167