

СТРАТИФИКАЦИЯ, ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ И АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИКИ ВНЕЗАПНОЙ СЕРДЕЧНОЙ СМЕРТИ В ОБЩЕЙ ПОПУЛЯЦИИ У ЛИЦ МОЛОДОГО И СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА

Качнов В.А.*

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

DOI: 10.25881/BPNMSC.2020.80.13.022

Резюме. В структуре летальных исходов от болезней системы кровообращения внезапная сердечная смерть у лиц молодого и среднего возраста составляет 17,8%. До настоящего времени единой комплексной модели по оценке риска развития внезапной сердечной смерти не разработано, а заболевания, приводящие к ее развитию, часто протекают латентно и не диагностируются при жизни. Для проведения скрининга факторов риска развития внезапной сердечной смерти и дальнейшей стратификации в общей популяции среди лиц молодого и среднего возраста требуется относительно простая и дешевая модель оценки вероятности ее возникновения. Представлен алгоритм выявления факторов риска и стратификации риска развития внезапной сердечной смерти у лиц молодого и среднего возраста, который включает в себя анкетирование, электрокардиографию, объективное обследование, проведение углубленного медицинского обследования и генетическое тестирование.

Ключевые слова: внезапная сердечная смерть, факторы риска, алгоритм диагностики, стратификация факторов риска, лица молодого и среднего возраста.

Введение

По данным Федеральной службы государственной статистики по состоянию на 2019 г. население РФ составляет 146,781 млн. человек, в том числе лиц молодого возраста (20–44 лет) — 52,383 млн. человек (35,7%), среднего (45–59 лет) — 29,506 млн. человек. (20,1%). Смертность лиц трудоспособного возраста (16–59 лет) в 2018 г. от всех причин составила 379883 случая, а от болезней системы кровообращения — 114236 случаев [1]. В то же время официальных данных о количестве лиц, умерших по механизму внезапной сердечной смерти (ВСС) нет. Бойцов С.А. и соавт. на примере изучения причин и структуры развития ВСС в Брянской области установили, что частота ВСС среди трудоспособного населения составляет 24,8 на 100 тыс. населения такого же возраста [2]. Учитывая этот показатель, можно рассчитать, что в 2018 г. количество летальных исходов по механизму развития ВСС у лиц молодого возраста ориентировочно составляет 12991 случай, у лиц среднего возраста — 7317 случаев в год, а в структуре летальных исходов от болезней системы кровообращения ВСС у лиц трудоспособного возраста составляет 17,8%.

Учитывая достаточно высокий показатель летальности по причине ВСС в структуре летальных исходов

STRATIFICATION, RISK FACTORS AND DIAGNOSTIC ALGORITHM OF SUDDEN CARDIAC DEATH IN THE GENERAL POPULATION IN YOUNG AND MIDDLE-AGED PERSONS

Kachnov V.A.*

FGBVOU VO «Military medical Academy n.a. S.M. Kirov» MO RF, Saint-Petersburg

Abstract. In the structure of fatal outcomes from cardiovascular diseases, sudden cardiac death in young and middle-aged people compose 17.8%. A single comprehensive model for assessing the risk of sudden cardiac death has not yet been developed, and the diseases that lead to its development often occur latently and are not diagnosed during life. Screening for risk factors for sudden cardiac death and further stratification in the general population among young and middle-aged people requires a relatively simple and cheap model for estimating the likelihood of its occurrence. The article presents an algorithm for identifying risk factors and stratifying the risk of sudden cardiac death in young and middle-aged people, which includes questionnaires, electrocardiography, objective examination, medical examination and genetic testing.

Keywords: sudden cardiac death, risk factors, diagnostic algorithm, stratification of risk factors, young and middle-aged persons.

по причине болезней системы кровообращения требуется разработка модели стратификации риска развития ВСС и интенсификация проведения профилактических мероприятий, направленных на ее снижение.

Цель: разработать алгоритм выявления факторов риска и стратификации риска развития внезапной сердечной смерти у лиц молодого и среднего возраста

Материалы и методы

В исследовании использованы данные отечественных и зарубежных авторов по проблеме ВСС.

Результаты и их обсуждение

До настоящего времени единой комплексной модели по оценке риска ВСС не разработано. Имеются только прогностические модели оценки риска развития ВСС для некоторых уже диагностированных заболеваний, например, гипертрофическая кардиомиопатия (ГКМП). Однако достаточно часто заболевания приводящие к развитию ВСС протекают латентно и не диагностируются при жизни, а ВСС является первым дебютом этих заболеваний, особенно у лиц молодого и среднего возраста. Определение риска ВСС в общей популяции в настоящее время складывается из выявления отдельных факторов

* e-mail: kvasa@mail.ru

риска и определения их значимости у каждого конкретного человека. Наличие нескольких факторов риска позволяет отнести пациента к определенным клиническим подгруппам, определить риск развития ВСС по времени и, в конечном итоге, определяет оптимальную тактику профилактических мероприятий.

Принято выделять основные и второстепенные факторы риска ВСС. Под основными факторами риска подразумеваются клинические признаки, наличие которых предполагает отнесение больного к категории лиц с высоким или умеренным риском ВСС в течение календарного года (вероятностный риск может достигать 20–50% или 5–15% соответственно) [3]. К основным факторам риска принято относить следующие: эпизод сердечного ареста в анамнезе; гемодинамически значимая устойчивая желудочковая тахикардия в анамнезе; указание в анамнезе на перенесенный инфаркт миокарда; эпизоды синкопе; систолическая дисфункция, выявленная при инструментальном обследовании, сопровождающаяся снижением фракции выброса левого желудочка менее 40%; желудочковая экстрасистолия или эпизоды неустойчивой желудочковой тахикардии [3].

Под второстепенными же факторами риска подразумеваются клинические признаки, наличие которых может определять риск ВСС выше популяционного [3]. К второстепенным факторам риска относятся: возраст; гипертрофия миокарда левого желудочка; артериальная гипертензия; гиперлипидемия; сахарный диабет; избыточная масса тела и ожирение; увеличение частоты сердечных сокращений; гиперсимпатикотония; употребление алкоголя; курение; физическая активность [3].

J. Osman и соавт. предложили классификацию факторов риска развития ВСС [4], в которую вошли 3 блока: оценка факторов риска (возраст, пол, курение, артериальная гипертензия, ожирение, дислипидемия, сахарный диабет и отягощенная наследственность), инструментальные методы обследования (ЭКГ и оценка фракции выброса левого желудочка), молекулярные биомаркеры (генетические, белковые и другие). К генетическим биомаркерам авторы отнесли гены SCN5A, KCNH2, KCNQ1, RYR2, MYBPC3, ACE, PKP2 и DSP. Точечные мутации в перечисленных генах были ассоциированы с повышенным риском развития ВСС. К белковым биомаркерам были отнесены повышенные уровни цистеина, белков теплового шока 70 и сниженный уровень глутатиона, регулирующие оксидативный стресс; такие показатели активности воспалительного процесса, как повышенные уровни интерлейкинов 6, 8 и 12, липопротеин-ассоциированной фосфолипазы A2, миелопероксидазы, матриксных металлопротеиназ 1, 2, 8 и 9, пентраксина 3, рецепторов активатора плазминогена урокиназного типа; показатели нейрогуморальной регуляции — ренин, альдостерон, адреномедулин и копептин; уровень натриуретического пептида и сердечных тропонинов, остеопонтина и уровень ST2 рецепторов. К другим молекулярным биомаркерам отнесены неэстерифицированные свободные

жирные кислоты, простагландины и асимметричный диметиларгенин. Но в то же время авторы подчеркивают, что, несмотря на доказанность возможности использования данных маркеров в стратификации риска развития ВСС, их использование для выявления лиц с высоким риском ее развития до сих пор проблематично, так как зачастую данные маркеры не являются высокочувствительными и высокоспецифичными, и для достоверного использования каждого маркера в оценке риска развития ВСС требуется проведение крупных когортных исследований.

Как правило, в основе развития ВСС лежит возникновение жизнеугрожающих нарушений сердечного ритма — желудочковой тахикардии (ЖТ) и фибрилляции желудочков (ФЖ). В связи с этим, выявление факторов, способствующих развитию этих нарушений сердечного ритма и оценка их вклада, может являться одним из направлений стратификации риска развития ВСС. Данные факторы можно разделить на несколько групп: анатомический субстрат, аритмогенный субстрат, генетическая предрасположенность и другие факторы.

К анатомическому субстрату относится наличие очагов кардиосклероза, дополнительных путей проведения и изменение геометрии камер сердца, обуславливающие снижение фракции выброса левого желудочка. Оценка анатомического субстрата верифицируется следующими методами исследований: ЭХО-кардиография (ЭХО-КГ), магнитно-резонансная томография (МРТ) и компьютерная томография (КТ) сердца. Наличие аритмогенного субстрата оценивается по данным 12-канальной ЭКГ, оценки состояния нервной системы (вариабельности и турбулентность сердечного ритма), холтеровского мониторинга ЭКГ (ХМ ЭКГ), применения наружных регистраторов событий и электрофизиологического исследования. Генетическая предрасположенность оценивается на основе выявления наследственных заболеваний, обуславливающих возможность возникновения ВСС. К другим факторам традиционно относится оценка демографического риска по таким параметрам как общий сердечно-сосудистый риск, различные сывороточные биомаркеры, ЭКГ и визуализирующие методики [5].

Для проведения скрининга факторов риска развития ВСС и дальнейшей стратификации в общей популяции среди лиц молодого возраста требуется относительно простая и дешевая модель оценки вероятности возникновения ВСС. В связи с этим, целесообразно проводить оценку риска начиная с доступных, распространенных и мало затратных по времени методов обследования и заканчивая, в случае необходимости, дорогостоящими и сложными методами. Так, на наш взгляд целесообразно начинать стратификацию риска с проведения анкетирования и выполнения ЭКГ. На следующем этапе проводить объективное обследование для уточнения данных анкетирования, анализа ЭКГ и выявления патологии сердечно-сосудистой системы, который завершается определением показаний для дальнейшего углубленного медицинского



Рис. 1. Алгоритм выявления факторов риска и стратификации риска развития ВСС у лиц молодого и среднего возраста.

обследования. После проведения углубленного медицинского обследования лица могут быть стратифицированы в зависимости от риска развития ВСС на лиц с низким, умеренным и высоким риском. Лицам с умеренным и высоким риском целесообразно проводить генетическое тестирование и в случае выявления генов, ответственных за возможность развития ВСС, их стоит рассматривать как лиц с очень высоким риском развития ВСС (Рис. 1).

Анкетирование может быть условно распределено на 3 этапа (блока). На первом этапе проводится оценка общих факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний в целом и ВСС в частности — избыточная масса тела и ожирение [6], курение [7], употребление алкоголя [8], уровень повседневной физической активности [9], наличие хронических заболеваний (в частности, заболеваний сердечно-сосудистой системы — артериальная гипертензия, гиперлипидемия, сахарный диабет, ишемическая болезнь сердца) [3], прием лекарственных препаратов (с целью последующей оценки возможности влияния препаратов на длительность интервала QT и исключения синдрома приобретенного удлиненного интервала QT) [10]. Вторым блоком в анкетировании целесообразно оценить наличие в анамнезе необъяснимых эпизодов потери сознания, выраженной/необъяснимой одышки при физической нагрузке, боли/дискомфорта в грудной клетке при физической нагрузке, перебоев в работе сердца, приступов необоснованного учащенного сердцебиения при отсутствии физической и психической нагрузки. Наличие

эпизодов потери сознания в анамнезе требует проведения обследования по алгоритму диагностического поиска при синкопальных состояниях. Наличие выраженной/необъяснимой одышки при физической нагрузке и/или боли/дискомфорта в грудной клетке при физической нагрузке требует проведения диагностического поиска на наличие у пациента ишемической болезни сердца. Жалобы на наличие перебоев в работе сердца, приступов необоснованного учащенного сердцебиения при отсутствии физической и психической нагрузки требует исключения различного вида нарушений сердечного ритма и проводимости. Следующим блоком в анкете является оценка анамнестических данных по наследственности. Оценивается наличие у родственников 1-й и 2-й степени родства следующих заболеваний: каналопатий (синдром удлиненного или укороченного интервала QT (LQTS и SQTS), синдромы Бругада и катехоламинергической полиморфной ЖТ), кардиомиопатия (ГКМП, дилатационная кардиомиопатия (ДКМП), аритмогенная кардиомиопатия правого желудочка (АКПЖ)). Также оценивается наличие у родственников случаев смерти по механизму ВСС. В случае выявления у родственников перечисленных заболеваний или наличия у родственников случаев ВСС пациента сразу целесообразно направлять на углубленное медицинское обследование с последующим решением вопроса о необходимости проведения генетического тестирования.

Регистрация ЭКГ позволяет выявить ряд известных предикторов развития ЖТ и ФЖ — удлинение или укорочение интервала QT, синдрома Бругада, эpsilon-волны [3]. Признаки выраженной гипертрофии миокарда по данным ЭКГ могут свидетельствовать о наличии у пациента ГКМП. Помимо этого, в настоящее время разработана шкала оценки риска развития ВСС по данным ЭКГ. Так, A. Holkeri и соавт. [11] на основе анализа 6830 ЭКГ пациентов, принявших участие в исследовании Mini-Finland Health Survey, выявили взаимосвязи ряда ЭКГ-показателей с 10-летним риском развития ВСС. К таким показателям были отнесены частота сердечных сокращений выше 80 ударов в минуту, удлинение интервала PR более 220 мс, расширение комплекса QRS более 110 мс, признаки гипертрофии миокарда левого желудочка и инверсия зубца T. Лица с наличием 3 и более перечисленных ЭКГ показателей имели более высокую вероятность развития ВСС по сравнению с лицами без перечисленных изменений — ОШ 10.23 (95% ДИ 5.29 — 19.80).

Объективное обследование проводится для клинической оценки и подробного уточнения данных жалоб и анамнеза, полученных при проведении анкетирования и физикального осмотра. При проведении опроса уточняется степень выраженности влияния второстепенных факторов риска развития ВСС, уточняется наличие и характеристики специфических жалоб, в частности, характер и условия возникновения одышки, характеристика болевого синдрома в грудной клетке, характер возможных нарушений сердечного ритма и проводимости. Также в

ходе опроса уточняются подробные данные о возможности наличия наследственных заболеваний.

При проведении объективного обследования необходимо обращать пристальное внимание на наличие следующих признаков: показатели цифр артериального давления, признаки гипертрофии миокарда левого желудочка, наличие шумов при аускультации сердца, расширение границ сердца, признаки синдрома Марфана, признаки дисплазии соединительной ткани. После завершения данного этапа, проводится комплексная оценка данных анкетирования, электрокардиографии и объективного обследования с последующим принятием решения о необходимости проведения углубленного медицинского обследования и объеме диагностических исследований.

При наличии факторов риска развития ВСС, выявленных на предыдущих этапах, показано проведение углубленного медицинского обследования. На наш взгляд методики обследования условно можно разделить на обязательные и дополнительные методы обследования. К обязательным относятся ЭХО-КГ, ХМ ЭКГ и проведение нагрузочных проб, к дополнительным — биохимический анализ крови, применение наружных регистраторов событий, тилт-тест, МРТ или КТ сердца, эндокардиальное электрофизиологическое исследование (эндоЭФИ), коронароангиография (КАГ).

Эхокардиографию в рамках диагностики риска развития ВСС следует выполнять при наличии по данным анкетирования таких заболеваний у родственников, как ГКМП, ДКМП, АКПЖ, при подозрении на наличие структурной патологии сердца (расширение границ сердца, шумы в сердце, выявленные при проведении объективного обследования); выраженная гипертрофия миокарда левого желудочка по данным ЭКГ; наличие по данным ЭКГ маркеров риска развития ВСС.

Показанием к проведению ХМ ЭКГ и нагрузочных проб в рамках стратификации риска развития ВСС являются наличие по данным анкетирования необъяснимых эпизодов потери сознания, выраженной/необъяснимой одышки при физической нагрузке, боли/дискомфорта в грудной клетке при физической нагрузке, перебоев в работе сердца, приступов необоснованного учащенного сердцебиения при отсутствии физической и психической нагрузки, наличие у родственников 1-й и 2-й степени родства наличие следующих заболеваний: ГКМП, ДКМП, АКПЖ, SQTS или LQTS, синдрома Бругада, катехоламинергическая полиморфная ЖТ, жизнеугрожающих нарушений сердечного ритма; наличие в анамнезе случаев смерти родственников 1-й и 2-й степени родства по механизму ВСС в возрасте до 50 лет; наличие по данным ЭКГ маркеров риска развития ВСС; применение препаратов (по данным анкетирования), способных удлинять интервал QT.

Стоит отметить, что зачастую преходящие нарушения сердечного ритма и проводимости возникают не ежедневно и не всегда могут быть выявлены при про-

ведении 24-часового ХМ ЭКГ. Применение наружных регистраторов событий (ЭКГ) показано в случае наличия у обследуемого стойких жалоб, позволяющих заподозрить наличие аритмии и отсутствии значимых изменений нарушений сердечного ритма и проводимости по данным проведения «холтеровского» мониторинга ЭКГ. Наружные регистраторы событий могут служить доступной альтернативой имплантируемым записывающим устройствам [12].

Дополнительные методы обследования проводятся при наличии специфических показаний для уточнения диагноза [3].

В рамках проведения биохимического анализа крови могут определяться липидограмма с обязательным определением уровня липопротеидов низкой плотности (раннее выявление предрасположенности к развитию ИБС); глюкоза крови и уровень гликированного гемоглобина (верификация нарушений углеводного обмена); определение уровня мозгового натриуретического пептида у лиц со структурной патологией сердца. Тилт-тест проводится при наличии по данным анкетирования эпизода синкопального состояния. МРТ сердца в рамках стратификации риска ВСС показана при подозрении на наличие таких заболеваний, как АДПЖ и латентный миокардит. КТ сердца и коронарных артерий проводится для ранней диагностики ИБС, выявления неблагоприятных врожденных аномалий отхождений коронарных артерий от синусов Вальсальвы, диагностики мышечных мостиков. Проведение эндоЭФИ в рамках стратификации риска ВСС рассматривается при наличии следующих изменений: стабильные пароксизмы желудочковой тахикардии, длительность цикла ЖТ < 360 мс, ширина эктопического комплекса QRS > 160 мс при ЖТ, количество желудочковых экстрасистол по данным ХМ ЭКГ более 20 тысяч, выявление поздних потенциалов желудочков, транзитное изменение скорректированного интервала QT за пределы нормативных значений по данным ХМ ЭКГ, дисперсия интервала QT > 100 мс, наличие эпсилон волны на ЭКГ или ее наличие даже в транзитном виде по данным ХМ ЭКГ, выявление микровольтной альтернации зубца Т по данным ХМ ЭКГ, политопные желудочковые экстрасистолы в количестве более 10 тысяч за сутки по данным ХМ ЭКГ. КАГ проводится при подозрении на ИБС и угрожающие желудочковые нарушения сердечного ритма и лицам, пережившим сердечный арест [3].

После окончания проведения обследования все лица молодого возраста могут быть отнесены к одной из следующих групп риска развития ВСС:

1. Лица с низким риском развития внезапной сердечной смерти: отсутствует вероятность развития ВСС по данным анкетирования и отсутствуют ЭКГ-маркеры.
2. Лица с умеренным риском развития внезапной сердечной смерти: присутствует вероятность развития ВСС по данным анкетирования и/или присутствуют ЭКГ-маркеры.

3. Лица с высоким риском развития внезапной сердечной смерти: присутствует вероятность развития ВСС по данным анкетирования, присутствуют ЭКГ-маркеры и выявлена структурная патология по данным основных и дополнительных лабораторно-инструментальных методов обследования.

Генетический анализ для выявления генетических аномалий, ответственных за возможность развития ВСС показан лицам умеренного и высокого риска развития ВСС. В случае выявления таких генетических аномалий, лица могут быть отнесены к группе очень высокого риска развития ВСС.

Заключение

Таким образом, предложенный алгоритм выявления факторов риска и стратификации риска развития ВСС у лиц молодого и среднего возраста является достаточно простым и понятным, и позволяет по доступным неинвазивным методикам определить круг лиц, подлежащих дополнительному обследованию для выявления заболеваний сердечно-сосудистой системы и подлежащих проведению генетического анализа, для определения генов, ответственных за возможность развития ВСС. Использование алгоритма позволит избежать лишних экономических затрат на проведение исследований и в тоже время увеличить частоту выявления лиц с риском развития ВСС для проведения необходимых профилактических мероприятий.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов (The author declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Малков П.В., Баранов Э.Ф., Безбородова Т.С., и др. *Российский статистический ежегодник. 2019*: Статистический сборник. — М.: Росстат, 2019. — 708 с. [Malkov PV, Baranov EF, Bezborodova TS, et al. *Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik. 2019*: Statisticheskii sbornik. Moscow: Rosstat; 2019. 708 p. (In Russ).]
2. Бойцов С.А., Линчак Р.М., Недбайкин А.М., и др. Эпидемиология внезапной сердечной смерти: что мы знаем сегодня? // *Клиническая практика*. — 2014. — №4. — С. 13–18. [Boytsov SA, Linchak RM, Nedbaikin AM, et al. Epidemiology of sudden cardiac death: what do we know today? *Klinicheskaya praktika*. 2014;(4):13–18. (In Russ).]
3. Шляхто Е.В., Арутюнов Г.П., Беленков Ю.Н., и др. *Национальные рекомендации по определению риска и профилактике внезапной сердечной смерти*. 2-е изд. — М.: Медпрактика-М, 2018. — 247 с. [Shlyakhto EV, Arutyunov GP, Belenkov YuN, et al. *Natsional'nye rekomendatsii po opredeleniyu riska i profilaktike vnezapnoi serdechnoi smerti*. 2nd ed. Moscow: Medpraktika-M; 2018. 247 p. (In Russ).]
4. Osman J, Tan SC, Lee PY, et al. Sudden Cardiac Death (SCD) — risk stratification and prediction with molecular biomarkers. *J Biomed Sci*. 2019;26(1):39. doi: 10.1186/s12929-019-0535-8.
5. Liew R. Sudden cardiac death risk stratification — an update. *Eur Cardiol*. 2015;10(2):118–122. doi: 10.15420/ecr.2015.10.2.118.
6. 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.
7. 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.
8. Линчак Р.М., Недбайкин А.М., Семенова Е.В., и др. Роль алкоголя в развитии внезапной сердечной смерти по данным регистра Гермина (регистр внезапной сердечной смертности трудоспособного населения Брянской области) // *Российский кардиологический журнал*. — 2017. — Т.22. — №6. — С. 108–112. [Linchak RM, Nedbaikin AM, Sementsova EV, et al. The role of alcohol in the development of sudden cardiac death according to the Germin's register (register of sudden cardiac mortality in the working-age population of the Bryansk region). *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal*. 2017;22(6):108–112. (In Russ).] doi: 10.15829/1560-4071-2017-6-108-112.
9. Rao P, Hutter AM, Baggish AL. The limits of cardiac performance: can too much exercise damage the heart? *Am J Med*. 2018;131(11):1279–1284. doi: 10.1016/j.amjmed.2018.05.037.
10. Качнов В.А., Тыренко В.В., Колюбаева С.Н., и др. Синдром приобретенного удлиненного интервала QT: причины возникновения и возможности профилактики для снижения уровня внезапной сердечной смерти // *Русский медицинский журнал. Медицинское обозрение*. — 2019. — Т.3. — №10–1. — С. 18–22. [Kachnov VA, Tyrenko VV, Kolyubaeva SN, et al. Acquired prolonged QT interval syndrome: causes and prevention options to reduce sudden cardiac death. *Russkii meditsinskii zhurnal. Meditsinskoe obozrenie*. 2019;3(10–1):18–22. (In Russ).]
11. Holkeri A, Eranti A, Anette M, et al. Predicting sudden cardiac death in a general population using an electrocardiographic risk score. *Heart*. 2020;106(6):427–433. doi: 10.1136/heartjnl-2019-315437.
12. Steinberg S, Varma N, Cygankiewicz I, et al. 2017 ISHNE-HRS Expert Consensus Statement on Ambulatory ECG and External Cardiac Monitoring/Telemetry. *Heart Rhythm*. 2017;14(7):e55–e96. doi: 10.1016/j.hrthm.2017.03.038.