

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Красноярский государственный медицинский  
университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра кардиологии, функциональной и клинико-лабораторной  
диагностики ИПО

Зав. кафедрой: ДМН, Профессор  
Матюшин Г. В.  
Ответственный за ординатуру:  
КМН, доцент Кузнецова О.О.

## РЕФЕРАТ

Тема «Физиология ЭКГ – изменений у спортсменов»

Выполнила:  
Ординатор первого  
года обучения  
Никулина А.С.  
Проверила: к.м.н., доцент  
Савченко Е.А.

Красноярск, 2023 г.

## Физиология ЭКГ-изменений у спортсменов

В основе изменений на ЭКГ у спортсменов лежат нижеописанные физиологические механизмы:

1. Резко выраженное превалирование функции парасимпатической нервной системы. Усиление тонуса блуждающего нерва в условиях занятий спортом может вести к обнаружению различных ЭКГ-феноменов, которые могут как маскировать серьезные нарушения, так и быть причиной излишне пристального внимания врача к спортсмену и необоснованного отстранения его от занятий спортом.

2. Морфологическое ремоделирование миокарда.

Вследствие занятий спортом, у спортсменов развиваются изменения объемов камер сердца и толщины стенок миокарда. Они трактуются, преимущественно, как эксцентрическая гипертрофия, которая более характерна для спортсменов, тренирующих качество выносливости. У спортсменов, тренирующих исключительно силу, могут формироваться элементы концентрической гипертрофии. Все эти изменения могут быть свойственны физиологическому спортивному сердцу. Следует отметить, что понятия о физиологическом и о патологическом спортивном сердце были впервые сформулированы в России Г.Ф. Лангом.

3. Электрофизиологическое ремоделирование миокарда.

Описанные выше физиологические механизмы формируют особенности электрической активности миокарда у спортсмена, которым трудно дать иное название, кроме как «электрофизиологическое ремоделирование». Эти изменения являются частью физиологического спортивного сердца и, как правило, не имеют отношения к патологическому электрофизиологическому ремоделированию, свойственному некоторым заболеваниям, затрагивающим миокард.

## Изменения на ЭКГ

1. Синусовая брадикардия

Среди самых частых находок на ЭКГ атлета - синусовая брадикардия, или частота сердечных сокращений (ЧСС) меньше 60 в минуту. Этот феномен является у атлета вариантом нормы, в то время как у физически неактивных лиц может указывать на патологию и быть предметом диагностического поиска. Синусовая брадикардия часто служит показателем хорошей тренированности спортсмена в отношении кардиореспираторной выносливости. Существуют работы, где показана значимая отрицательная корреляция между частотой сердечных сокращений (ЧСС) в покое и уровнем максимального потребления кислорода (МПК).

По данным некоторых зарубежных коллег, свыше 90% спортсменов имеют синусовую брадикардию в покое, в зависимости от вида спорта. О нижней границе нормальной ЧСС в покое у спортсменов единого мнения нет. Так, в одной из наиболее авторитетных работ по физиологии спорта Wilmore и Costill, указывается на ЧСС атлета от 30 до 50 уд./мин.. Однако существует наблюдение, в котором один из стайеров имел бессимптомную

брадикардию с ЧСС в покое 25 уд./мин. Также сообщается о бессимптомных синусовых паузах более 2 секунд у спортсмена. У бегунов, в одном из наблюдений, наблюдались паузы свыше 2,55 секунд в период бодрствования и до 2,8 секунд во время сна. В целом, бессимптомная синусовая пауза и остановка синусового узла, менее 3 секунд, согласно последним зарубежным рекомендациям, обычно являются незначимыми событиями.

Оценивать адекватность функции синусового узла у спортсменов при нагрузочном тестировании или с помощью холтеровского мониторирования ЭКГ (в том числе, в течение физической нагрузки), рекомендуется при наличии морфологической сердечной патологии, или без нее, в случае выраженной брадикардии, сопровождающейся клинической симптоматикой.

В отсутствие симптоматики (синкопальные, либо пресинкопальные состояния) при синусовой брадикардии, атлету не следует предписывать ограничение участия в спортивных состязаниях, если это не продиктовано наличием основной морфологической патологией сердца.

## 2. Синусовая аритмия.

Это состояние часто встречается у спортсмена, и считается вызванным зависимым от дыхания изменением ЧСС. Регистрация синусовой аритмии у атлетов, отчасти, считается связанной с тем, что среди них часто встречаются лица молодого возраста, которым свойственна подобная реакция сердечного ритма. По данным отечественных авторов, резкая синусовая аритмия с разницей между сердечными циклами от 0,31 до 0,60 секунд, встречается у 3,6 % спортсменов. Существует мнение, что выраженность синусовой аритмии растет параллельно с ростом тренированности спортсмена. Предположение, что частое сочетание синусовой аритмии с удлинением интервала PQ, наджелудочковыми экстрасистолами и другими изменениями, может указывать на ее патологическую природу, с нашей точки зрения несостоятельно, так как мы не располагаем доказательствами относительно влияния данного феномена на частоту неблагоприятных исходов у атлетов. Следует также отметить, что описанное состояние обычно разрешается на фоне физической нагрузки.

## 3. Миграция водителя ритма

Миграция водителя ритма может считаться нормой, и не требует дополнительного обследования, если не ведет к низкой ЧСС, сопровождающейся симптоматикой. Хотя, в России, до сих пор, этот феномен, при его обнаружении у атлета, вызывает беспокойство не только у врачей общей практики, но и у специалистов по спортивной медицине и часто служит поводом для отстранения спортсмена от занятий спортом.

## 4. Изменения атриовентрикулярной проводимости

### Атриовентрикулярная блокада I степени

По данным зарубежных исследователей, от 10% до 33% спортсменов на ЭКГ имеют нарушение АВ-проводимости, определяемое как АВ-блокада I степени (интервал PQ >0,20 с). Не исключается, что популяция, в которой регистрировалась данная статистика, включала в основном спортсменов, тренирующих кардиореспираторную выносливость (циклические виды спорта), так как данные отечественных специалистов говорят об удлинении интервала PQ свыше 0,21 с у 2,2% спортсменов. Последние данные, на наш взгляд, больше соответствует истине у смешанной популяции спортсменов, которая

включает, в том числе, атлетов в скоростно-силовых видах спорта и спортивных единоборствах. Действительно, один из зарубежных обзоров ЭКГ здоровых мужчин в воинских частях показал, что только 0,65 % из них имели первую степень АВ-блокады.

Атриовентрикулярная блокада II степени типа Мобитц 1, с периодами Самойлова-Венкебаха.

Исследования с проведением амбулаторного мониторинга ЭКГ продемонстрировали наличие у 40 % атлетов с первой степенью АВ-блокады, эпизодов АВ блокады II степени типа Mobitz 1. В общей популяции распространенность блокады типа Mobitz 1 составила 0,003 %. Это нарушение проводимости у атлетов исчезает при физической нагрузке и в условиях спортивных состязаний, и часто служит признаком высокой тренированности спортсмена.

Следует отметить, что АВ-блокада II степени типа Мобитц 2 не характерна для спортсмена и, как правило, является потенциальным маркером в отношении сердечной патологии, который требует дальнейшей оценки.

Атриовентрикулярная диссоциация с нерасширенными комплексами QRS также может чаще встречаться у спортсменов, в сравнении с физически неактивными лицами. В особенности, это относится к атлетам, тренирующим качество выносливости, и может являться следствием нарушения АВ-проводимости.

Все вышеперечисленные изменения АВ-проводимости у спортсмена чаще всего носят функциональный характер и обусловлены высоким тонусом блуждающего нерва. Для дифференциальной диагностики функционального и органического замедления проведения по АВ-соединению, в практике спортивной медицины, чаще всего используют пробы со специфическими субмаксимальными и максимальными физическими нагрузками и пробу с атропином. Все изменения АВ-проводимости у спортсмена, в типичных случаях, при этом нивелируются, так как вышеназванные факторы устраняют повышенный тонус блуждающего нерва.

Предположения относительно того, что АВ-блокады могут быть следствием избыточных физических нагрузок и тренировок, имеют право на существование. Однако следует помнить, что для синдрома перетренированности характерна повышенная активность симпатической системы, сопровождаемая высокой ЧСС и низкой вариабельностью сердечного ритма, в то время как АВ-блокады возникают на фоне низкой ЧСС.

Если же при проведении функциональных проб АВ-проводимость не восстанавливается до нормальных цифр, следует предполагать наличие органического поражения проводящей системы. Оно может встречаться у спортсменов, проводивших тренировки и состязания на фоне обострения очагов хронических инфекций, и служит поводом для особо тщательного врачебного контроля за атлетом, либо являются основанием для отстранения от участия в спортивных состязаниях.

В рекомендациях 36-ой Бетесдской конференции (США, Новый Орлеан, 2004 г.) указывается, что спортсмены с нарушением АВ-проводимости, морфологически нормальным сердцем и нормальной сердечной функцией, не имеющие в анамнезе синкопальных или пресинкопальных состояний, с узкими QRS-комплексами, частотой сокращения желудочков в покое выше 40-50 ударов в минуту, возрастающей соответственно уровню физического усилия, без наличия преждевременных желудочковых комплексов и при отсутствии желудочковой тахикардии в процессе

нагрузки, могут участвовать во всех видах спортивных состязаний. К сожалению, последние рекомендации отечественных авторов по допуску лиц до занятий спортом, куда наряду с сердечно-сосудистыми проблемами входят и разделы, включающие изменения со стороны других органов и систем (не посвященные, конкретно, спортсменам высокого уровня), датируются 70-ми и 80-ми годами прошлого столетия. Опубликованные позже Российские издания, посвященные спортивной медицине, по сути, лишь синтезируют ранее изданные рекомендации. Тем не менее, в отношении нарушений ритма и проводимости, обнаруживается близость к американским рекомендациям, и считается, что противопоказанием для занятий спортом служит лишь выявление органических нарушений со стороны проводящей системы.

## 5. Изменения внутрижелудочковой проводимости

Из нарушений внутрижелудочковой проводимости для спортсменов характерно замедление проведения электрического импульса по правой ножке пучка Гиса, которое проявляется наличием комплексов  $qRSr'$  в правых грудных отведениях ( $V_1$ ,  $V_2$  и, иногда, в  $V_3$ ); в ряде случаев встречается комплекс  $qrSR'$  в отведении  $V_1$  (иногда, и в  $V_2$ ) без значительного уширения желудочкового комплекса. Подобное нарушение проводимости чаще всего трактуется, как неполная блокада правой ножки пучка Гиса (НБПНПГ), которая является наиболее часто регистрируемым у атлетов феноменом, указывающим на замедление внутрижелудочковой проводимости. Здесь отечественная и зарубежная статистика не испытывает существенных расхождений и считает, что в видах спорта, требующих наличия качества выносливости, НБПНПГ имеется, примерно, у 50 % спортсменов. Иногда, при малой выраженности этого ЭКГ-феномена, специалисты по спортивной кардиологии даже не выносят его в заключение.

При уширении интервала QRS до 0,12 секунд, уровня полной БПНПГ, или при блокаде левой ножки пучка Гиса, требуется проведение дальнейших исследований, так эти изменения могут свидетельствовать о значимом органическом поражении миокарда.

Согласно рекомендациям 36-ой Бетесдской конференции, атлеты с полными блокадами ножек пучка Гиса, без желудочковых аритмий, у которых АВ-проводимость не нарушается при физической нагрузке, и которые не имеют симптомов, могут участвовать во всех конкурентных спортивных состязаниях, совместимых с их состоянием сердечно-сосудистой системы. Это также относится к атлетам с сопутствующим отклонением электрической оси сердца влево.

## 6. Гипертрофия желудочков

Спортивное сердце, вопреки расхожему мнению, представляет оптимальный адаптированный вариант соотношения толщины стенки желудочков и размеров их полостей, при котором в процессе типичных для спортсмена максимальных физических нагрузок, сердечный выброс способен достичь величин, обеспечивающих наибольшую работоспособность. При этом, нарастает абсолютная толщина как стенок правых, так и левых камер сердца, а также объем полостей. Вследствие этого, электрическая активность правого и левого отделов сердца часто нивелирует признаки изолированной гипертрофии каждого из них. Таким образом, указания на гипертрофию левого и правого желудочков при ЭКГ-исследовании встречаются не так часто, как можно было бы предполагать (исключая зубец  $r'$  конечной части желудочкового комплекса в правых грудных отведениях, как косвенный признак гипертрофии правого желудочка). Исследователи, считающие, что у спортсменов часто наблюдаются электрокардиографические критерии гипертрофии левого желудочка (ГЛЖ), либо гипертрофии правого (ГПЖ) желудочка,

пользуются, как правило, высокочувствительными и низкоспецифичными признаками этого состояния. Следует напомнить, что критерий Соколова-Лайона (RV1, либо RV2 + SV5, либо SV6) от 35 мм, имеет силу у лиц старше 35 лет; у людей же, не достигших этого возраста (какими и являются большинство спортсменов высокого уровня) для диагностики предложена величина вышеуказанного критерия 60 мм выше. Иногда высокая абсолютная величина толщины стенки левого желудочка и более тонкая грудная клетка у спортсменов в видах спорта на выносливость позволяет зарегистрировать критерии ГЛЖ на ЭКГ.

## 7. Изменения реполяризации

Синдром ранней реполяризации желудочков (СРРЖ). СРРЖ, проявляющийся элевацией точки J и сегмента ST, встречается у спортсменов с высокой частотой. Имеются данные отечественных специалистов, указывающие на то, что СРРЖ встречается у спортсменов в 8,9-9,4 % случаев, в то время как у обычных людей частота его обнаружения составляет 1,5-2,2%. Данные о том, что изменения, характерные для СРРЖ, являются проявлениями дистрофического процесса, не нашли подтверждения, так как спортсмены, имеющие данный феномен, хорошо переносят тренировочные и соревновательные нагрузки. Элевация точки J обычно (но не всегда) исчезает с физической нагрузкой. СРРЖ может быть трудноразличим от изменений, отмеченных на ЭКГ при остром перикардите, так как для него характерна элевация сегмента ST. Однако клинические данные и локализация точки J в отведениях от нижней и передней стенки, в отличие от глобального характера ЭКГ-изменений при перикардите, могут помочь в дифференциальной диагностике этих двух состояний.

Изменения сегмента ST и зубца Т. Нередко в спорте встречаются изменения конечной части желудочкового комплекса, не укладывающиеся в традиционные описания. Мы имеем в виду изменения, не являющиеся маркерами миокардиодистрофии вследствие физического перенапряжения (ДФМП) (стрессорной кардиомиопатии), гипертрофической кардиомиопатии (ГКМП), ишемии и других патологических состояний. Подобные изменения часто встречаются у людей с темным цветом кожи, так или иначе имеющих отношение к негроидной расе. Чаще всего они включают выраженную элевацию сегмента ST, сопровождаемую отрицательным зубцом Т, более выраженную в правых грудных отведениях; кроме того, у спортсменов негроидной расы выявляются и некоторые морфологические особенности со стороны сердечно-сосудистой системы. В спорте же картина ЭКГ у данных атлетов может носить весьма непредсказуемый характер, имитируя различные патологические процессы, вплоть до острой ишемии миокарда. Учитывая большое количество легионеров, имеющих отношение к негроидной расе и выступающих в Российских командах самых разных уровней, нам приходится сталкиваться с проблемами гипердиагностики патологических состояний у подобных лиц. Реже схожие изменения могут встречаться и у лиц со светлым цветом кожи.

Изменения сегмента ST и зубца Т могут выявляться у атлетов и в левых грудных отведениях, это касается также и возможной депрессии сегмента ST. Иногда они могут свидетельствовать о наличии ДМФП. Однако, в отличие от последней, при отсутствии значимой динамики в различные фазы тренировочного цикла, подобную ЭКГ-картину чаще всего следует признать для атлета вариантом нормы.

Зубцы Т у спортсменов бывают заостренными и высокими. Они могут нормализоваться при физической нагрузке или инфузии изопроterenола.

Принципы дифференциальной диагностики физиологических и патологических

изменений

Отличия вышеописанных изменений у спортсменов от патологических базируются на следующих признаках и данных доступных инструментальных методов исследований:

- 1) Отсутствие характерной клинической симптоматики, такой как болевой синдром, повышенная утомляемость, синкопальные и пресинкопальные состояния и др.
- 2) Отсутствие патологических изменений при эхокардиографии (ЭхоКГ), таких как гипокинезия стенок, гипертрофия межжелудочковой перегородки и др.
- 3) Отсутствие динамики, характерной для предполагаемой патологии, при использовании диагностических, в том числе нагрузочных, тестов (проба с атропином, стресс-ЭКГ, стресс-ЭхоКГ и др.). Следует отметить, что при нагрузочном тестировании важна регистрация параметров не только в процессе нагрузки, но и в ближайшем восстановительном периоде (желательно, не менее 10 минут после осуществления физической нагрузки).
- 4) Отсутствие видимой патологической динамики ЭКГ при длительном контроле за спортсменом в различные фазы тренировочного цикла.

#### Целесообразность ЭКГ-скрининга

Следует отметить, что картина ЭКГ у спортсмена переменчива и отличается от ЭКГ у неспортсменов настолько, что в США снятие электрокардиограммы в покое у атлета не рекомендуется в качестве скринингового теста из-за низкой специфичности данного метода. В ряде других стран, таких как Италия и Германия (также, как и в России), регистрация ЭКГ в покое у спортсмена традиционно применяется в качестве метода контроля за состоянием здоровья. Однако ученые этих стран отмечают те же проблемы: по их оценкам, чувствительность данной методики у атлетов составляет 40-50%, в то время как прогностическая ценность - 5-7%.

#### ЭКГ и малые аномалии развития сердца

В России существует тенденция привязывать изменения на ЭКГ у спортсмена к наличию так называемых малых аномалий развития сердца (МАРС), трактуемых в рамках синдрома соединительнотканной дисплазии. Сюда относятся изолированный пролапс митрального клапана и атипично расположенные хорды. При этом часто указывается на снижение работоспособности у атлетов с данными изменениями и их низкие спортивные результаты. Большинство подобных суждений, однако, чаще основано на непрямом определении работоспособности (тест РWC170 и др.), четко не подтверждено с позиций доказательной медицины, и не разделяется большинством зарубежных исследователей. Их рекомендации, в отличие от отечественных, не включают МАРС, как самостоятельную причину для ограничения занятий спортом.

#### Заключение

Таким образом, ЭКГ спортсмена характеризуется значительной полиморфностью, что требует пристального внимания врача перед вынесением вердикта.

Следует отметить, что вынесение заключения об отстранении спортсмена от тренировок и состязаний в период развития профессионального спорта, когда для атлета профессия становится источником дохода и при перспективе его карьерного роста, требует тщательного и продуманного подхода.

Консультация специалиста по спортивной кардиологии позволяет решить возникшие проблемы.

### Список литературы

1. Михайлова А.В. Фенотипические характеристики и структурно-морфологические особенности миокарда левого желудочка у спортсменов с синдромом дисплазии соединительной ткани сердца: Автореф. дис. канд. мед. наук. М.: 2018.
2. Смоленский А.В., Михайлова А.В. «Спортивное сердце - мифы и реальность // Медицина и спорт. 2019. №3. с.32-33.
3. Смоленский А.В., Михайлова А.В. Дисплазия соединительной ткани сердца (часть 1) // Медицина и спорт. 2019. №4. с.31-32.
4. Смоленский А.В., Михайлова А.В. Дисплазия соединительной ткани сердца (часть 1) // Медицина и спорт. 2019. №5-6. с.46-47.