

УДК 612.17

ПОРОГОВАЯ ЧСС, КАК КРИТЕРИЙ БЕЗОПАСНЫХ НАГРУЗОК НА СЕРДЦЕ

Воробьев Л.В.

Автозаводская поликлиника, Кременчуг, e-mail: leonid.vorobiov@mail.ru

Укрепление здоровья человека, в том числе и через физическое воспитание, является обязательным условием для формирования здорового организма. В современных условиях физического состояния человека эмпирический подход в оценке возможностей сердца к выполнению определенных нагрузок перестал соответствовать индивидуальному и безопасному выбору этих нагрузок. Другие методы оценки физического состояния либо недостаточно информативны, либо не доступны для массового применения при занятиях физкультурой. Органом, обеспечивающим выполнение заданной нагрузки, является сердце, через ЧСС. Основной клинической тревогой при физических нагрузках является появление, при определенной ЧСС, конфликта во внутрисердечной гемодинамике, запускающего механизмы нарушения ритма. Возникновение внутрисердечного гемодинамического конфликта, при определенной ЧСС, начинается с исчезновением на ЭКГ сегмента P-Q, в задачи которого входит разделение и координация фаз сокращения предсердий и желудочков сердца. Определить пороговую ЧСС, при которой возникают условия такого конфликта, позволяет анализ фоновой и нагрузочной ЭКГ. Знание пороговой ЧСС дает возможность индивидуализировать, рационализировать и обезопасить уроки физического воспитания человека.

Ключевые слова: интервал P-Q, сегмент P-Q, пороговая ЧСС

THE THRESHOLD HEART RATE AS A MEASURE OF SAFE LOADS IN THE HEART

Vorobejv L.V.

Avtozavodskaia clinic, Kremenchug, e-mail: leonid.vorobiov@mail.ru

Promoting human health, including through physical education is a prerequisite for the formation of a healthy body. In the present conditions of the physical condition of the person empirical approach in assessing the capabilities of the heart to the fulfillment of certain loads ceased to correspond to an individual and safe choice of these loads. Other methods for assessing physical condition or not informative enough, or are not available for mass use in physical education. Body ensuring execution of a given load, a heart, a heart rate. The main clinical concern during exercise is the appearance, at a certain heart rate, the conflict in intracardiac hemodynamics, the trigger mechanisms of cardiac arrhythmias. The emergence of intracardiac hemodynamic conflict at a certain heart rate begins with the disappearance of the ECG segment PQ, whose task is to coordinate the phase separation and contraction of the atria and ventricles of the heart. Identify a threshold heart rate, there are conditions under which such a conflict, allows the analysis of the background and load ECG. Knowing the threshold heart rate allows you to personalize, streamline and secure physical education rights.

Keywords: interval P-Q, segment P-Q, threshold heart rate

– Физическое воспитание является обязательным условием для формирования здорового организма.

– Процесс физического воспитания должен быть индивидуален и безопасен. Данное условие, возможно, соблюсти только, если учитываются индивидуальные критерии работы сердца конкретного человека.

Границы физического состояния современного человека заметно расширились и в основном в сторону его снижения. Обязательным условием физического воспитания является соответствие мощности и продолжительности физических нагрузок, функциональным возможностям организма. Несоблюдение этого положения является причиной отрицательного воздействия физических нагрузок на организм и развития серьезных осложнений. В связи с этим возникла необходимость в более доступном, надежном, индивидуальном критерии оценки переносимости физических нагрузок организмом.

В последние годы участились случаи внезапной смерти детей в школах на высоте физических, эмоциональных нагрузок. Объединяющим все эти случаи смерти, может быть внезапная сердечная смерть, связанная с укорочением P-Q. Основные медицинские тревоги по поводу укороченного P-Q состоят в том, что даже не интенсивными нагрузками можно вызвать конфликт во внутрисердечной гемодинамике, который открывает дорогу пароксизмальным тахикардиям, аритмиям, остановке сердца [4, 5]. Однако не у всех людей с укороченным PQ он реализуется в нарушения работы сердца. Если взять двух человек одинакового возраста, пола, с одинаковым интервалом PQ – 110 мс, отсутствием жалоб то с точки зрения феномена PQ они – одинаковы. Однако у первого длительность зубца P – 72 мс., а у второго – 94 мс. Соответственно у первого сегмент PQ будет 38 мс. и индекс PQs – 34,5%, а у второго 16 мс. и 14,5%. Это означает, что у первого нет риска внезапного

нарушения ритма сердца при тахикардии и он останется в границах феномена PQ, а у второго есть риск нарушения ритма и он должен контролировать свою ЧСС, зная свою пороговую ЧСС, чтобы избежать при нагрузках срыва внутрисердечной гемодинамики. На сегодня общая распространенность абсолютно и относительного укороченного интервала P-Q достигает 26,3% от всей популяции населения. Поэтому знание истинного порога возможностей своего сердца является важным с точки зрения безопасности нагрузок и оптимизации своих действий по укреплению своего физического здоровья. Пороговая ЧСС, показывает порог тахикардии, за которой может наступить внезапное нарушение ритма.

Между понятиями работоспособность, мощность нагрузки, поглощение кислорода и ЧСС имеется прямо пропорциональная зависимость. Величина поглощения кислорода напрямую зависит от минутного объема крови (МОК), а последнее обеспечивается в основном ЧСС [8].

Используемая сегодня в оздоровительной работе формула определения максимальной и субмаксимальной ЧСС (формула Карвонена) не отражает индивидуальных возможностей сердца конкретного человека, и не обеспечивает надежный уровень безопасности при достижении таких величин ЧСС. Проба ВЭМ дает необходимую информацию о пороговой ЧСС, физическом состоянии, но является трудоемкой и не обеспечивает массовую доступность к ней. Достоверность пробы Руфье напрямую зависит от достижения субмаксимальных показателей ЧСС, строгого соблюдения условий проведения теста. Использование её в оценке физического состояния простых школьников не рационально т.к. эти значения ЧСС для нетренированного детского организма могут оказаться запредельными и вызвать срыв гемодинамики и жизнеугрожающие нарушения ритма. Без знания пороговых значений ЧСС проводить детренированным лицам такую пробу небезопасно.

В сложившейся ситуации необходимость в надежном, индивидуальном критерии ЧСС с учетом конкретных показателей гемодинамики, конкретного человека и обеспечивающего должный уровень безопасности проведения физических нагрузок является актуальной.

Цель и задачи. Целью настоящей работы явилось определение пороговой ЧСС – максимальной ЧСС, за которой возникают условия возникновения конфликта во вну-

трисердечной гемодинамике, запускающей процессы нарушения ритма сердца. Этот показатель позволяет индивидуализировать и обезопасить режим физических нагрузок, как у здоровых лиц, так и у лиц имеющих факторы риска внезапного нарушения ритма и внезапной сердечной смерти.

Материалы и методы исследования

Материалом исследования явился анализ электрокардиограмм в покое и после нагрузки у лиц с нормальным и сниженным индексом PQs.

Методом объективизации риска нарушения ритма явилось определение индекса P-Qs. (процентное отношение сегмента P-Q к интервалу P-Q).

Методом определения возможности сердца выполнить определенную нагрузку без риска нарушения ритма связанного с конфликтом во внутрисердечной гемодинамике является определение пороговой ЧСС. Показатель пороговой ЧСС можно получить из анализа фоновой и нагрузочной электрокардиограмм с учетом анализа реакции ЧСС, интервала и сегмента P-Q на нагрузку [3].

В исследовании приняли участие 200 человек в возрасте 16-40 лет из числа проходящих профилактический осмотр. Всем лицам регистрировалась фоновая ЭКГ и ЭКГ после выполнения нагрузки (10 приседаний за 10 с).

Результаты исследования и их обсуждение

С позиций физиологии физическая нагрузка и её величина прямо пропорциональна числу сердечных сокращений и поэтому все тесты определения физического состояния привязаны к определению субмаксимальной ЧСС человека [8].

Физиологической задачей сердца при выполнении физических нагрузок является обеспечение организма всем необходимым. Выполнение этой задачи осуществляется путем увеличения – уменьшения ЧСС в зависимости от потребности организма. Каждое сердце имеет свой ресурс обеспечения должной гемодинамикой организма. При достижении определенных значений ЧСС возникает риск появления конфликта во внутрисердечной гемодинамике, который запускает патологические процессы, проявляющиеся нарушениями ритма, остановкой сердца [6].

Для выполнения возложенных на сердце функций необходима строго согласованная работа всех отделов сердца обеспечивающих должную циркуляцию крови в организме. Между сокращениями предсердий и желудочков не должно быть гемодинамического конфликта, для этого желудочки должны начинать свое сокращение только после сокращения предсердий. [7] Синхронизацию и строгую очередность сокраще-

ний обеспечивает АВ соединение, входящее в состав проводящей системы сердца. Оно обеспечивает между двумя сокращениями должный разрыв в виде определенного временного промежутка, за счет задержки проведения сердечного импульса к желудочкам. Отсутствие этого промежутка дает начало нарушению внутрисердечной гемодинамики, нарушениям ритма сердца. Таким временным интервалом, разделяющим сокращения предсердий и желудочков, обеспечивающим физиологическую реакцию ЧСС является сегмент P-Q на ЭКГ [6]. Если сегмента P-Q не было бы, то сердце не имело бы возможности увеличивать ЧСС, не входя в гемодинамический внутрисердечный конфликт. ЧСС, при которой сегмент P-Q исчезает можно охарактеризовать как пороговую ЧСС.

Анализ показателей интервала P-Q, зубца P, сегмента P-Q, ЧСС на исходной ЭКГ и их динамику в процессе последующей нагрузки позволяет рассчитать индивидуальную пороговую ЧСС. При ЧСС меньше пороговой не возникает условий конфликта во внутрисердечной гемодинамике и соответственно нагрузки в пределах этой частоты безопасны.

Перед вычислением пороговой ЧСС необходимо определить характер ответной реакции сердца на выполненную нагрузку. Она может быть физиологической, относительно физиологической и патологической. Физиологическая реакция сопровождается

равномерной динамикой изменения интервала P-Q и ЧСС и показатель $PQ / ЧСС$ равен 0,62–0,9. Относительно физиологическая реакция сердца на нагрузку проявляется несогласованной динамикой этих показателей в виде преобладания динамики интервала P-Q над динамикой ЧСС и наоборот, что отражается в изменении показателя их соотношения. При нетренированном сердце динамика ЧСС опережает динамику интервала P-Q и показатель $\Delta PQ / D ЧСС$ ниже 0,6. При тренированном сердце показатель этот показатель равен 1.0 и выше. Патологическая реакция сопровождается удлинением интервала P-Q при увеличении или ареактивности ЧСС.

Механизм расчета пороговой ЧСС предполагает вычисление ЧСС покоя и нагрузки, времени сегмента P-Q нагрузочной ЭКГ. Зная время сегмента P-Q и время его изменения на одно сердечное сокращение, можно рассчитать количество возможных сокращений сердца, прежде чем сегмент P-Q станет равным нулю или достигнет границ A-V блокады. Пороговая ЧСС является суммой ЧСС нагрузки и ЧСС рассчитанной из сегмента P-Q. Вычисление пороговой ЧСС по результатам разницы показателей ЭКГ покоя и нагрузки наиболее точно отображает индивидуальные возможности прироста ЧСС конкретного человека с его индивидуальной реакцией сердечной деятельности на нагрузку. Формулы расчетов указаны в патенте [3].

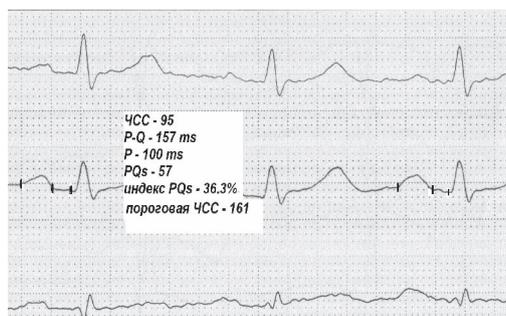


Рис. 1

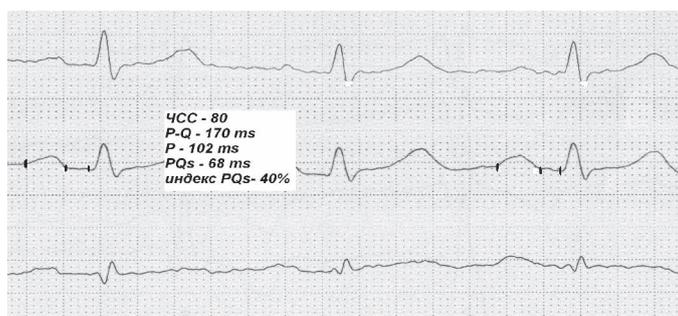


Рис. 2

На рис. 1 фоновая ЭКГ здорового мужчины 62 лет. ЧСС 80 в покое, интервал P-Q 170 ms, индекс PQs – 40%.

На рис. 2 ЭКГ после нагрузки 10 приседаний. ЧС 95, индекс PQs – 36.3%.

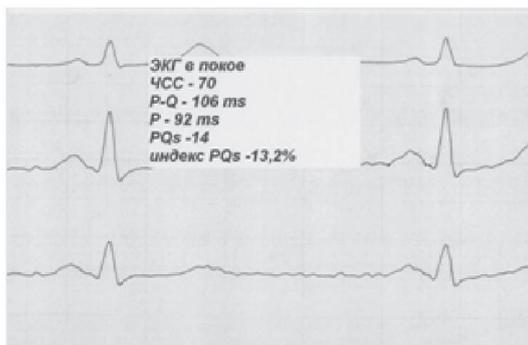


Рис. 3

Реакция на нагрузку физиологическая. Риска развития внезапного нарушения ритма при тахикардии нет. Пороговая ЧСС составляет – 161 в одну минуту.

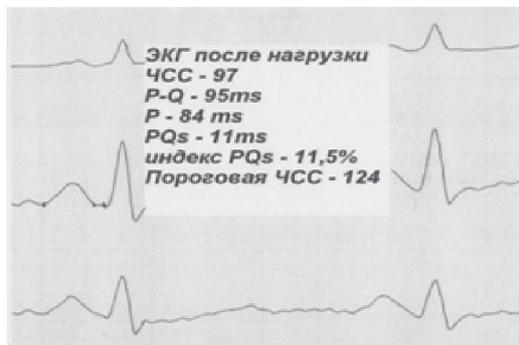


Рис. 4

На рис. 3 фоновая ЭКГ женщины 32 года. ЧСС 80 в покое, интервал PQ – 106 мс., индекс PQs – 13,2%. Укороченный PQ.

На рис. 4 ЭКГ после нагрузки 10 приседаний. ЧС 95, индекс PQs – 11,5%.

Реакция на нагрузку относительно физиологическая (преобладание динамики ЧСС над динамикой PQ). Выраженный риск развития внезапного нарушения ритма при тахикардии. Пороговая ЧСС составляет – 124 в одну минуту.

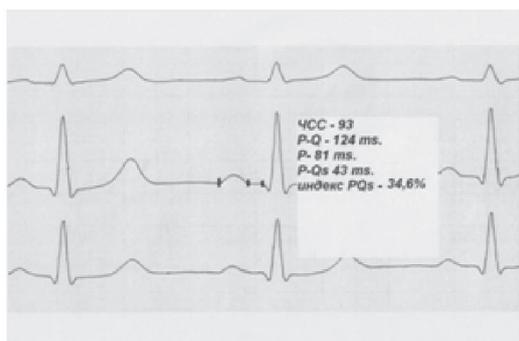


Рис. 5

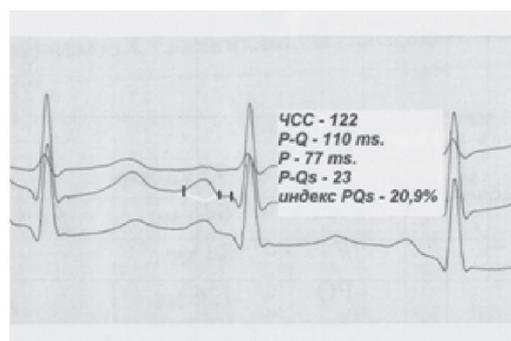


Рис. 6

На рис. 5 фоновая ЭКГ мужчины 19 лет. ЧСС 93 в покое, интервал PQ – 124 мс, индекс PQs – 34,62%.

На рис. 6 ЭКГ после нагрузки 10 приседаний. ЧС 122, интервал P-Q 110 ms, индекс PQs – 20,9%. Реакция на нагрузку относительно физиологическая (преобладание динамики ЧСС над динамикой PQ). Возник умеренный риск развития внезапного нарушения ритма при тахикардии. Пороговая ЧСС составляет – 169 в одну минуту.

На рис. 7 фоновая ЭКГ мужчины 26 лет. ЧСС 56 в покое, интервал PQ – 124 мс., индекс PQs – 28,2%. Относительно укороченный интервал P-Q.

На рис. 8 ЭКГ после нагрузки 10 приседаний. ЧС 73, интервал P-Q 117 ms., индекс PQs – 20,5%. Реакция на нагрузку относительно физиологическая (преобладание динамики ЧСС над динамикой PQ). Возник умеренный риск развития внезапного нарушения ритма при тахикардии. Пороговая ЧСС составляет – 131 в одну минуту.

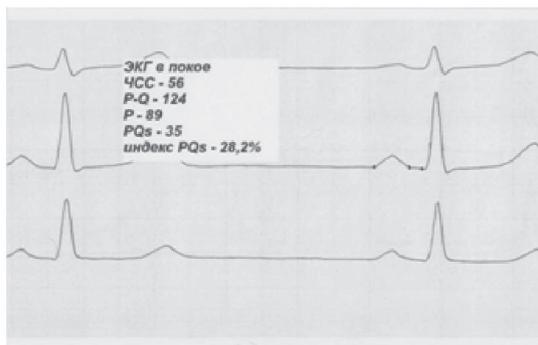


Рис. 7

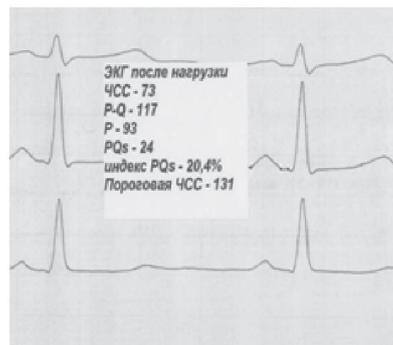


Рис. 8

На рис. 9 фоновая ЭКГ женщины 22 лет. ЧСС 88 в покое, интервал PQ – 144 мс, индекс PQs – 31,2%.

На рис. 10 ЭКГ после нагрузки 10 приседаний. ЧСС 124, интервал P-Q 114 мс,

индекс PQs – 22,8%. Реакция на нагрузку физиологическая. Возник умеренный риск развития внезапного нарушения ритма при тахикардии. Пороговая ЧСС составляет – 155 в одну минуту.

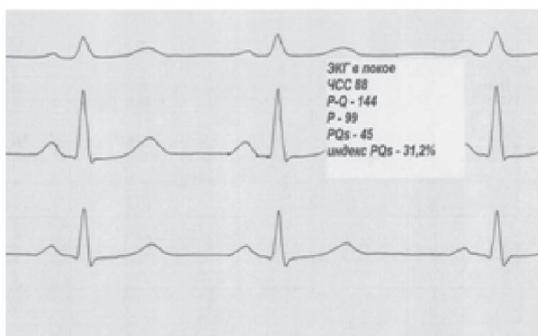


Рис. 9

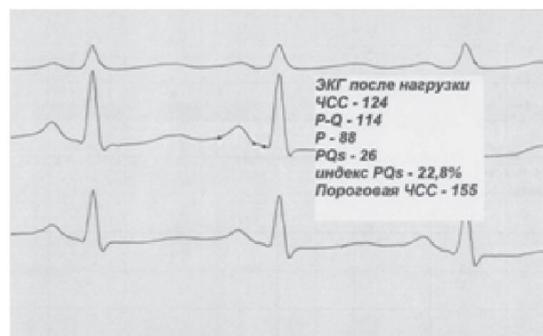


Рис. 10

Заключение

1. Лицам, имеющим риск внезапного нарушения ритма при тахикардии (сниженный индекс PQs) и занимающихся физической культурой необходимо определять пороговую ЧСС.

2. Пороговая ЧСС позволяет рационализировать, индивидуализировать и обезопасить физические нагрузки в процессе занятий физкультурой.

3. Пороговая ЧСС позволяет контролировать динамику физического состояния организма при занятиях физической культурой и других лечебно-оздоровительных мероприятиях.

4. При расчете пороговой ЧСС по данным ЭКГ необходимо учитывать реакцию сердца на нагрузку и линейность динамики сегмента P-Q.

5. Понимая важность пороговой ЧСС, как критерия безопасных нагрузок для

сердца она должна быть составной частью автоматизированного анализа ЭКГ в современных электрокардиографах, так же как и индекс PQs.

Список литературы

1. Воробьев Л.В. Укороченный PQ, акценты ЭКГ диагностики // Современные наукоемкие технологии. № 11. 2013. С. 152-157.
2. Воробьев Л.В. Индекс PQs, как показатель риска внезапного нарушения ритма сердца при тахикардии // Успехи современного естествознания. № 11. 2013. С. 8-13.
3. Воробьев Л.В. Способ определения пороговой ЧСС, как критерия безопасности физических нагрузок. Патент № 83808 от 25.09.2013.
4. Кубергер М.Б. Руководство по клинической электрокардиографии детского возраста. – М.: Медицина, 1983. – С. 36.
5. Кушаковский М.С. Аритмии сердца, 1992. – С. 13-17.
6. Орлов В.Н. Руководство по электрокардиографии. – М.: Медицина, 1983. – С.15-16.
7. Покровский В.М. Коротько Г.Ф. Физиология человека, 2003. – С. 235.
8. Ткаченко Б.И. Нормальная физиология человека, 2005. – С. 396 – 398.