УДК 612.13

АНАЛИЗ И КОНТРОЛЬ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Воробьев Л.В.

Лечебно диагностический центр «Виком – мед», Кременчуг, e-mail: leonid.vorobiov@mail.ru

Одним из элементов укрепления, реабилитации сердечной деятельности служат физические нагрузки, требующие индивидуального, рационального, безопасного подхода к занятиям физической культуры. Для должного контроля за тренировочным, реабилитационным процессом необходимо использовать не просто среднестатистические показатели сердечной деятельности определяемые по эмпирическим формулам, а используя непосредственные показатели сердечной активности конкретного человека. В шкале динамики активизации сердечной деятельности необходимо учитывать не только максимальную ЧСС, но и пороговую ЧСС, ЧСС hwr, ЧСС покоя. Использование индивидуальных показателей сердечной деятельности конкретного человека позволяет обезопасить процесс физических нагрузок на организм от избыточных нагрузок на сердце и избежать негативного воздействия на сердце.

Ключевые слова: Максимальная ЧСС, пороговая, ЧССhwr, ЧСС тренировочного режима, ЧСС покоя

ANALYSIS AND CONTROL OF CARDIAC ACTIVITY AT PHYSICAL ACTIVITIES Vorobiov L.V.

Medical and Diagnostic Center «Vicom-med», Kremenchug, e-mail: leonid.vorobiov@mail.ru

One of elements of strengthening, physical activities requiring the individual, rational, safe going near employments of physical culture serve the rehabilitation of cardiac activity. For due control after a training, rehabilitation process it is necessary to use not simply average cardiac performance indicators determined on empiric formulas, and using the direct indexes of cardiac activity of concrete man. In the scale of dynamics of activation of cardiac activity it is necessary to take into account not only maximal 4 CC but also threshold 4 CC, 4 CC hwr, 4 CC of rest. The use of individual cardiac performance of concrete man indicators allows to secure the process of physical activities on an organism from the surplus loading on a heart and to avoid the negative affecting heart.

Keywords: The maximum heart rate threshold, HWR heart rate, heart rate training regime, resting heart rate

Сердце каждого человека испытывает различные бытовые, рабочие, спортивные нагрузки и чтобы не навредить ему избыточными нагрузками каждый человек должен знать возможности своего сердца и правильно использовать тренировочный, реабилитационный процесс по укреплению деятельности своего сердца. Физическое воспитание является обязательным условием для формирования здорового организма. Процесс физического воспитания должен быть индивидуален и безопасен.

Все большее число здоровых людей понимает, что заниматься здоровьем своего сердца необходимо пока оно еще здорово. И одним из оздоровительных направлений является физическая тренировка сердечнососудистой системы. При этом нередки случаи сердечных катастроф на высоте физической нагрузки даже среди лиц с тренированным сердцем. Для оценки возможностей своего сердца, определения рисков кардиопатологии необходимо понимание физиологии работы сердца в условиях изменяющихся нагрузок.

При занятиях физической культурой, бытовыми и трудовыми физическими нагрузками аксиомой является соответствие предъявляемых организму нагрузок, воз-

можностям их выполнения. Это влечет за собой необходимость оценки возможностей своего сердца, контроля реакции сердца на нагрузку. Аксиомой также является прямая зависимость мощности нагрузки от достигаемой ЧСС [7]. Систола сердца реализуется в пульсовую волну, поэтому ЧСС в процессе выполнения различных нагрузок контролируется по пульсу. Однако имеющаяся система оценки и контроля нагрузок по пульсу не обеспечивает безопасности и рациональности нагрузок на сердце.

Клиническая шкала оценки пульса предполагает разделение его на норму, брадикардию и тахикардию. Такой шкалой оценки пульса при физнагрузках пользоваться нельзя, так как не хватает нужных величин ЧСС.

Спортивная шкала оценки пульса предполагает определение максимальных значений пульса человека и исходя из него построение тренировочного процесса. Максимальная ЧСС при максимальной нагрузке призвана обеспечить максимальную потребность организма в кислороде. Знание максимальной ЧСС позволяет определить, какие нагрузки сердце способно перенести. Традиционно определение максимальной ЧСС связано с проведеним нагрузочного теста (ВЭМ) до субмаксимальных нагрузок,

однако клинически и технологически это исследование доступно не всем желающим. Использование эмпирической формулы расчета максимальной ЧСС по Карвонену (ЧССтах = 220 — Возраст) и (ЧСС субмак. = 220 — Возраст * К), где К — 0.85 для здоровых и тренированных, 0.75 — для не тренированных лиц и с заболеваниями не обеспечивает должный уровень достоверности, индивидуальности и безопасности использования полученных данных в повышении толерантности сердца к физическим нагрузкам..

Цель и задачи исследования

Целью исследования явилась необходимость поиска новых критериев оценки и контроля сердечной деятельности при физических нагрузках, способствующих индивидуализации, рационализации и безопасности физических нагрузок на сердце человека и обеспечивающих высокий уровень достоверности применяемых диагностических критериев.

Материалы и методы исследования

Материалом исследования явились результаты реакции сердечной деятельности человека на различные переносимые физические нагрузки. Анализ данных включал в себя регистрацию ЭКГ, как в состоянии покоя, так и после различных по мощности физических нагрузок, проб с гипервентиляцией, определением индивидуальных характеристик ЧСС, в том числе и с помощью дополнительных показателей. Полученная оценка сердечной деятельности базировалась на показателях реакции сердца самого испытуемого человека, что обеспечивало ее высокую индивидуализацию.

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе выполнения нагрузки сердце отвечает увеличением ЧСС-пульса, проходя различные этапы физиологического ответа на нагрузку. Для оценки максимальных возможностей сердца к увеличению ЧСС, составления индивидуальной, безопасной ЧСС тренировочного режима шкала оценки ЧСС должна включать в себя определение пяти показателей пульса-ЧСС.

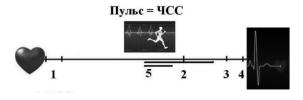
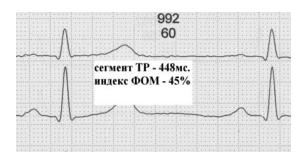


Рис. 1. 1. ЧСС покоя. 2. ЧСС hwr. 3. Пороговая ЧСС. 4. Максимальная ЧСС. 5. ЧСС тренировочного режима

ЧСС покоя. ЧСС покоя это не только цифра, но и состояние, состояние покоя при котором сердце находится в физиологическом равновесии между систолой и диастолой сердца. Это состояние характеризуется не одной цифрой пульса, а диапазоном ЧСС при котором сердце находится в состоянии покоя. Поэтому необходимо проверять имеющийся диапазон зарегистрированного пульса на предмет выявления верхней границы диапазона ЧСС покоя. Необходимость ее определения связана с использованием времени систолы сердца для расчета максимальной ЧСС. Физиологическим покоем можно считать состояние жизнедеятельности организма, когда между работой и отдыхом миокарда имеется определенный баланс. Оценить физиологичность фазы сокращения и отдыха миокарда, для каждой ЧСС, позволяет индекс фазы отдыха миокарда – ФОМ, выраженный в процентах к сердечному циклу.

Индекс Φ OM = (сегмент TP : R-R)*100



Puc. 2

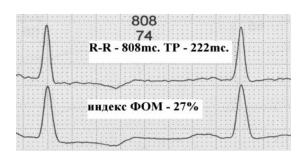
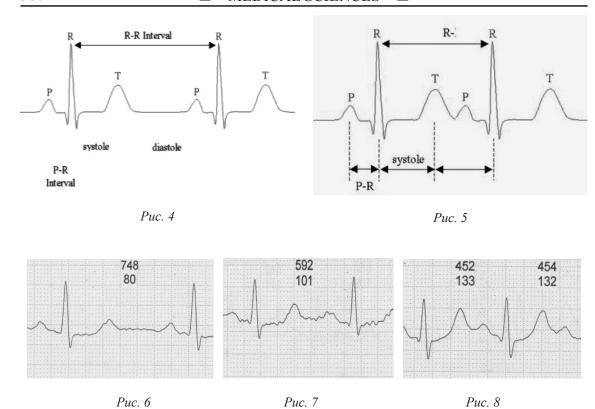


Рис. 3

В состоянии физиологического покоя сердечной деятельности индекс ФОМ составляет от 35% до 50%. При активизации сердечной деятельности фаза отдыха миокарда уменьшается. На ЭКГ (рис. 2) сердечная деятельность находится в состоянии покоя. На ЭКГ (рис. 3) несмотря на спокойные цифры пульса, индекс ФОМ указывает на активизацию сердечной деятельности.



Для расчета максимальной ЧСС используется время систолы сердца из верхней границы диапазона ЧСС покоя. Например: На ЭКГ имеются ЧСС с колебанием от 62 до 74 отвечающие критерию ЧСС покоя. В расчет максимальной ЧСС необходимо будет взять показатель систолы сердца с ЧСС – 74.

ЧСС работы сердца без фазы отдыха (ЧССhwr). Рабочий цикл сердца состоит из фазы сокращения (интервал P–T) и фазы отдыха (сегмент ТР.) (рис. 4). Увеличение ЧСС сопровождается сокращением времени всех зубцов, и интервалов ЭКГ вплоть до контакта систолы предсердий и желудочков (контакт зубцов Т. и Р.) (рис. 5). После этих значений ЧСС сердце начинает работать без фазы отдыха и эта ЧСС обозначается, как ЧСС hwr (heart without rest).

Сердце не должно долго работать без отдыха, так как его работа без отдыха ведет к метаболическим нарушениям в кардиомиоцитах. Определить ЧСС hwr можно непосредственно доведя ЧСС под визуальным контролем до требуемого контакта зубцов Р. и Т. используя пробу с нагрузкой или гипервентилляцией. На рис. 6 исходное состояние, на рис. 8 отсутствие сегмента ТР.

Также определить ЧСС hwr можно и по простой динамике показателей ЭКГ (ЧСС и сегмента ТР.) в покое и после любой произвольной нагрузки или гипервентиляции.

На ЭКГ того-же человека взяты начальная ЭКГ (рис. 6) и промежуточная ЧСС (рис. 7). Имея показатели ЧСС и сегмента ТР. в покое (ЧСС1 - 80 и ТР1 - 220 мс.) и их динамику при незначительной нагрузке (ЧСС2 - 101 и ТР2 - 125 мс.) производим расчет ЧССhwr.

Дополнительное число ЧСС составляет -28. ЧСС hwr данного человека, при которой сердце начинает работать без фазы отдыха, составляет (101 + 28 = 129), что достаточно точно соотносится с определенной ЧССhwr по прямому контакту зубцов Т. и Р.

Пороговая ЧСС это — частота сердечных сокращений, за границами которой возникает внутрисердечный гемодинамический конфликт, между систолами предсердий и желудочков, запускающий аритмогенные механизмы [6].

Применяя законы физиологии, пороговую ЧСС можно определить по динамике ЭКГ в ответ на любую доступную нагрузку или гипервентилляцию приводящую к увеличению ЧСС на 25-30-40 ударов сердца по сравнению с исходной ЧСС. Вычисление пороговой ЧСС по результатам разницы показателей ЭКГ между ЭКГ покоя и ЭКГ нагрузки, наиболее точно отображает индиви-

дуальные возможности сердца конкретного человека с его индивидуальной реакцией сердечной деятельности на нагрузку [1].

ЧСС пороговая = ЧСС2 + + ЧСС дополнительная [2]

На ЭКГ здорового мужчины 62 лет зарегистрированы ЧСС 80, интервал P-Q-170 мс, индекс PQs-40%.

После нагрузки в 10 приседаний зарегистрирована динамика ЭКГ в виде ЧСС 95 и интервала P-Q – 157 мс, сегмент PQ составляет – 57 мс индекс PQs – 36.3 %.

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

Максимально возможная ЧСС. Определить границу максимальной ЧСС для конкретного здорового человека можно используя интервал его систолы сердца (P-T) ЭКГ покоя. Метод доступен всем из ЭКГ покоя, кроме случаев патологии электрической систолы сердца и тахикардии.

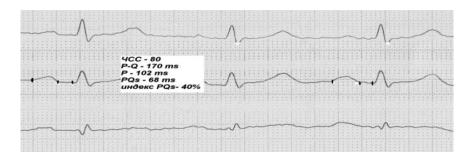
Реакция сердца на нагрузку отражается уменьшением электрической систолы сердца до определенных границ, что и по-

зволяет ее использовать в определении максимальной ЧСС.

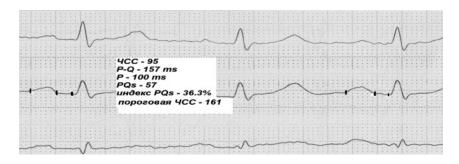
В процессе максимального физиологического увеличения ЧСС происходит сокращение всех интервалов, сегментов, зубцов ЭКГ и интервал Р-Т сокращается в среднем на одну треть (27-35%), от состояния покоя. [5] При максимально возможном синусовом ритме интервал Р-Т сокращается до 300-330 мс и максимальная ЧСС может достигать до 180-198 ударов в 1 минуту. Для вычисления максимально возможной ЧСС для конкретного человека используется формула

На представленной ЭКГ (рис. 11) в состоянии покоя при ЧСС 61 время систолы сердца (интервал P-T) составляет 560 мс. Время интервала P-T, при максимальной ЧСС составит 373 мс, что позволяет для данного человека определить его максимально возможную ЧСС как 160 в 1 минуту.

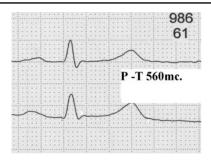
На ЭКГ (рис. 12) отображен традиционный тест с физической нагрузкой для этого же человека, который определил его максимальную ЧСС в 161 в минуту. Корреляция между максимальной ЧСС определенной по интервалу P-T и нагрузочному тесту в данном примере составила 99,3%.



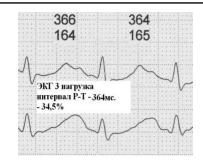
Puc. 9



Puc. 10



Puc. 11



Puc. 12

ЧСС тренировочного режима. Зная возможности своей сердечной деятельности при нагрузке, каждый человек может определить свои границы тренировочной ЧСС дающие укрепление выносливости сердца при физических упражнениях и обеспечивающей безопасность занятий физкультурой.

Для основной части здорового нетренированного населения ведущего обычный режим бытовых нагрузок ЧСС тренировочного режима определяется исходя из ЧССhwr.

1. ЧСС тр. режима = ЧССhwr * (0,75) или (0,85)

Для занимающихся спортом, тяжелым физическим трудом ЧСС тренировочного режима может быть расчитана исходя из пороговой ЧСС.

2. ЧСС тр. режима = пороговая ЧСС * 0,85 Физическая тренировка и реабилитация сердечной деятельности должна строго опираться на ЧСС тренировочного режима и чем тренированнее организм, тем шире полоса ЧСС тренировочного режима.

В анализе и контроле состояния сердечной деятельности при физических нагрузках необходимо делать акцент не столько на абсолютных цифрах пульса, сколько на местоположении пульса в системе оценки активности сердечной деятельности [4].

- ЧСС покоя это ЧСС находящаяся в границах физиологического покоя организма.
- ЧСС физиологической активации сердечной деятельности – ЧСС находящаяся в границах от верхнего показателя ЧСС покоя до ЧССhwr.
- ЧСС избыточной активации сердечной деятельности ЧСС находящаяся в границе от ЧССhwr до пороговой ЧСС.
- ЧСС тревожной активизации сердечной деятельности – ЧСС находящаяся в границе от пороговой ЧСС до максимальной ЧСС.

- ЧСС критической активации сердечной деятельности ЧСС превышающая максимальную ЧСС.
- ЧСС тренировочного режима показатели ЧСС безопасного режима тренировок.

Выводы

- 1. Для расчета ЧСС тренировочного режима, обеспечивающего рациональный, индивидуальный и безопасный уровень физических нагрузок для сердца не обходимо использовать показатели из ЭКГ конкретного человека, а именно ЧСС покоя, ЧССhwr, пороговая ЧСС, ЧССтах.
- 2. Показатели пороговой ЧСС, ЧССhwr и ЧСС тренировочного режима являются динамическими величинами и меняются в зависимости от состояния тренированности, выносливости, толерантности миокарда к нагрузкам. Повышение выносливости миокарда сдвигает эти показатели вправо. Величина максимальной ЧСС это физиологический предел и он в основном остается без изменений.

Список литературы

- 1. Воробьев Л.В. «Способ определения пороговой ЧСС, как критерия безопасности физических нагрузок». журнал «Успехи современного естествознания». -2014. -№ 2. C. 7-11.
- 2. Воробьев Л.В. «Спосіб визначення граничного фізичного навантаження для функціонального стану серцево-судинной системи» Патент Украины № 83808 от 25.09.2013, Патент Украины № 105325 от 25.04.2014.
- 3. Воробьев Л.В. «Акценты физиологии сердечной деятельности при физических нагрузках» журнал «Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований». -2015. -№ 12. -C. 62-67.
- 4. Воробьев Л.В. «Раскрывая тайны ЭКГ « монография. 2016
- 5. Кудря О.Н., Белова Л.Е. «Адаптация сердечнососудистой системы спортсмена к нагрузкам разной направленности» Педагогика и психология. -2012. -№ 1. -C. 162-165.
- 6. Покровский В.М. Коротько Г.Ф. Физиология человека. 2003. С. 235.
- 7. Ткаченко Б.И. Нормальная физиология человека. 2005. C. 396-398.