

**Воробьев Л.В.**

# **Раскрывая тайны ЭКГ**



**МОНОГРАФИЯ**

**2016**

## Леонид Воробьев



Автор Воробьев Л.В.  
Врач высшей категории  
по функциональной  
диагностике, автор двух  
патентов Украины, одного  
патента России, четырех  
свидетельств о регистрации  
авторского права на  
компьютерные программы,  
двадцати пяти научных  
работ по диагностике  
организма человека.

**Раскрывая тайны ЭКГ:** монография / Воробьев Л.В. –  
Кременчуг, 2016 – 80с.

В монографии рассмотрены вопросы диагностики сердечной деятельности человека, направленные на выявление начальных форм развивающейся патологии, связанной с нарушением работы АВ соединения в здоровом сердце в виде относительного ускорения – замедления АВ проводимости.

Монография предназначена для широкого круга читателей, интересующихся вопросами укрепления здоровья своего сердца. Монография будет полезна также специалистам по физической культуре, врачам по спортивной медицине, врачам кабинетов функциональной диагностики, врачам общей практики для изучения, понимания и преподавания электрокардиографии.

© Воробьев Л.В., 2016

## 1. От автора

**Уважаемый читатель если ты в своей жизни придерживаешься заповедей – «Береженного Бог бережет» или «На Бога надейся, а сам не плошай» тогда эта книга, несмотря на научное изложение материала, для тебя и про твоё сердце.**

Со времени внедрения в практику элетрокардиографии, пожалуй, в ней практически не осталось не раскрытых сторон патологии сердечной деятельности. Однако сердце бьется не только в груди больного человека, но и в груди здорового, но в отношении своего «мотора жизни» мы почему-то довольствуемся простой фразой в ЭКГ заключении – нормальная ЭКГ. А ведь ЭКГ характеризует не только состояние, но и возможности здорового сердца, которые до сих пор оставались не востребованными, ни медициной, ни самим человеком.

Одной из важнейших функций нашего сердца является обеспечение организма кровотоком или «насосная» функция. Осуществляется она с помощью клеток сердца - кардиомиоцитов сократительного миокарда предсердий и желудочков сердца. Сердце по организации его работы представляет собой двухтактный насос. Сначала сокращаются предсердия, перегоняя кровь в желудочки сердца, затем сокращаются желудочки, перегоняя кровь в аорту и легочную артерию. При этом важным условием является строгая очередность сокращений с паузами между ними. Эти процессы сокращения сердца и находят свое отражение в виде электрокардиограммы. Графика ЭКГ представлена сокращением предсердий в виде зубца «Р» и сокращением желудочков в виде комплекса «QRS-T» и двумя паузами между ними в виде сегмента PQ и сегмента TP.

С точки зрения здорового сердца основной интерес для людей сосредоточен на двух сегментах «PQ», «TP», интервале «S-T<sub>1/2</sub>», общей длительности систолы сердца – интервале «P-T», электрической систолы сердца – интервале «Q-T».

Сегмент «PQ» отображает процесс разведения систол предсердий и желудочков сердца во времени, чтобы они не создавали между собой внутрисердечный, гемодинамический конфликт между собою. Сегмент «PQ» позволяет определить риск нарушения ритма при тахикардии, а его динамика при тахикардии позволяет определять индивидуальную пороговую ЧСС, за которой запускается такой конфликт.

Сегмент «TP» отображает фазу отдыха сердца между его сокращениями, и анализ его динамики позволяет определить ЧСС работы сердца без фазы отдыха (ЧСС hwr). Это важно, так как режим работы сердца без отдыха приводит к нарушению клеточного метаболизма кардиомиоцитов с выходящими из этого последствиями.

Анализ части электрической систолы желудочков, в виде интервала «S-T<sub>1/2</sub>» позволяет оценивать состояние сократительной функции миокарда и выявлять риск ее нарушения

Общая длительность систолы всего сердца (интервал P – T.) в покое, зная физиологическую его динамику при тахикардии, дает возможность определить какую максимальную синусовую ЧСС может развить каждое конкретное сердце.

Интервал Q-T отображая электрическую систолу желудочков, позволяет выявлять в математическом анализе ранние нарушения работы миокарда (кардиомиоцитов сократительного миокарда).

Кроме того, важным для здорового человека является определение начальных нарушений работы АВ соединения, не вышедших за пределы общей абсолютной нормы, но не отвечающей норме при конкретной ЧСС.

Здоровому человеку необходимо знать возможности его сердца, а именно:

- какова его возможная максимальная ЧСС, пороговая ЧСС, ЧСС работы сердца без фазы отдыха, ЧСС тренировочного режима.
- имеются ли у него факторы риска нарушения ритма при тахикардии, риска снижения сократительной способности миокарда, нарушения работы АВ соединения, нарушения состояния баланса ВНС. И на все эти вопросы ответы дает ЭКГ.

Анализу этих и других показателей ЭКГ отображающих состояние и возможности каждого конкретного здорового сердца и профилактике возникновения явной патологии сердца посвящена эта книга.

Здоровый человек должен знать 9 важных параметров здоровья своего сердца, а именно: Пять показателей ЧСС своего сердца (максимальная ЧСС, пороговая ЧСС, ЧСС работы сердца без фазы отдыха, ЧСС тренировочного режима, ЧСС покоя), состояние сократительной функции миокарда, состояние физиологичности систолы сердца, наличие рисков нарушения ритма при тахикардии, состояние работы АВ соединения и наличие начальных нарушений работы АВ соединения.

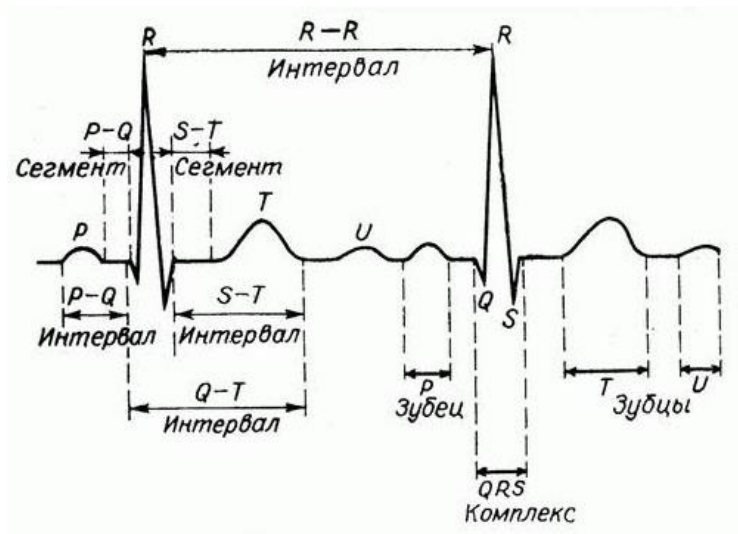
***Уважаемой Стуковой Наталии Юрьевне с пожеланием успехов в деле защиты здоровья сердца.***



***Воробьев Л.В.***

## ЭКГ анализ интервала P-Q.

Сердечная деятельность в человеческом организме может быть отображена в виде электрокардиограммы с определенной ЭКГ графикой. В анализе ЭКГ используются термины – зубцы, сегменты, интервалы.



Зубец – это отрезок сердечной деятельности с разной степенью электрической активности вызванной различными отделами сердца, отображаемый на ЭКГ в виде – зубцов P, Q, R, S, T, U.

Сегмент – это отрезок сердечной деятельности с минимальной электрической активностью, представленный на ЭКГ в виде изолинии – сегменты PQ, ST, TR.

Интервал – это отрезок сердечной деятельности, представленный на ЭКГ сочетанием зубцов и сегментов – интервалы P-Q, Q-T, S-T, P-T.

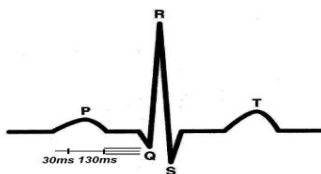
Все люди разные, но многие биологические процессы у

них одинаковые вне зависимости от возраста, пола, расы. К такому единому для всех явлению относится и механизм сокращения сердца. В процессе увеличения частоты сердечных сокращений у всех людей сокращается время всех компонентов ЭКГ (интервалы P-Q, Q-T, P-T, сегменты PQ, ST, TP), но у всех разные особенности акценты в сокращении сердца. При наличии одной особенности, а именно исходно укороченного времени паузы между систолой предсердий и желудочков сердца (сегмент PQ), и при увеличении ЧСС сердце таких людей легче может попасть в зону риска нарушения ритма вследствие гемодинамического конфликта между систолами предсердий и желудочков.

Эта особенность связана преимущественно с нарушением работы самого AV соединения и наиболее частой причиной такого нарушения являются функциональные причины, которые можно устранять. Для этого необходимо, как диагностировать ранние нарушения работы AV соединения, так и определенными действиями корректировать, профилактировать нарушения работы сердца.

Графически на ЭКГ интервал P-Q представлен двумя составляющими – зубцом P. (систола предсердий) и паузой между систолами предсердий и желудочков (сегмент PQ), которые в итоге и составляют интервал P-Q. И если зубец P. анализируется, то анализ сегмента PQ вообще не проводился. При этом необходимо помнить, что весь интервал P-Q (от начала P. до начала Q) формируется единым и неразрывным процессом - проведения импульса из синусового узла в желудочки сердца и сегмент PQ является его составной частью. Систола предсердий (зубец P) начинающаяся от начала выхода импульса из синусового узла скрывает, как процесс движения импульса из синусового узла к AV узлу, так и частично сам процесс работы AV соединения по задержке импульса в нем. При ЧСС 60 в 1 минуту общая продолжительность интервала P-Q составляет 160 мс. При этом

он складывается из времени проведения импульса из синусового узла в АВ узел равного 30 мс. и времени задержки импульса в нем самом равного 130 мс. Другими словами три четверти интервала P-Q несут в себе информацию о характере работы АВ соединения, и большая часть ее скрыта систолой предсердий - в графике зубца Р. Только часть ЭКГ в виде сегмента PQ дает возможность визуализировать работу АВ соединения.



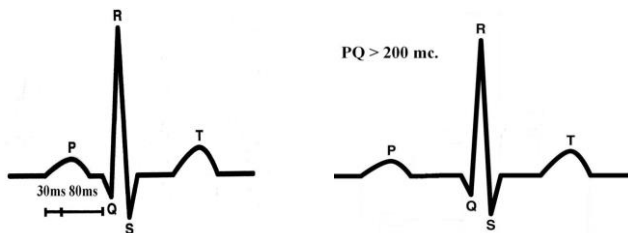
Основные физиологические задачи работы АВ соединения состоят в объединении разрозненных импульсов пришедших в него по разным проводящим путям правого предсердия и задержке проведения импульса в желудочки, с целью регуляции сокращения предсердий и желудочков, обеспечивая отсутствие между ними внутрисердечного гемодинамического конфликта.

Анализ интервала P-Q, как носителя информации о работе АВ соединения должен включать в себя ответы на три вопроса.

1. Есть ли признаки нарушения работы АВ соединения – ускорение- замедление АВ проводимости? (индекс P-Q/P-T)
2. Какова степень этих нарушений? (сравнение фактического P-Q с должным интервалом P-Q).
3. Есть ли риск нарушения ритма сердца при тахикардии? (индекс PQs)

Нарушения работы АВ соединения выглядят как в ускорении проведения импульса в желудочки (графически в виде укорочения интервала P-Q), так и замедлении проведения импульса (графически в виде удлинения интервала P-Q)





Электрокардиографическую картину укорочения интервала P-Q вследствие аномального проведения синусового импульса по дополнительным путям, при сохранении нормального комплекса QRS описали в 1938 году Clerc, Levy, Critesco. Несколько позже (в 1953 г.) Lown, Ganong, Levine выявили взаимосвязь между коротким интервалом P-Q и наджелудочковой аритмией.

Многие связывают укорочение интервала P-Q только с патологией проведения синусового импульса по дополнительным путям (атрионодальный тракт Джеймса и реже тракт Брешенмаше) и считают, что в этой анатомической проблеме терапевтический подход - малоэффективен. Поэтому с момента выявления связи укороченного интервала P-Q с пароксизмами предсердной тахикардии концепция лечебно-профилактических мероприятий при этой патологии не пересматривалась, и профилактические мероприятия отсутствовали вообще. И это притом, что укороченный интервал P-Q относится к факторам риска внезапной сердечной смерти.

К факторам риска внезапной сердечной смерти относятся следующие кардиальные причины

1. Врожденная патология сердечно - сосудистой системы;
2. Приобретенная патология сердечно - сосудистой системы;
3. Ишемические поражения миокарда;
4. Нарушение возбудимости и проводимости миокарда;

- а) WPW синдром с развитием жизнеугрожающих аритмий;
- б) синдром укороченного интервала P-Q;
- в) синдром удлинённого интервала Q-T;
- г) аритмии с наличием желудочковых экстрасистол;
- д) внутрижелудочковые блокады.

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 спровоцированная, в том числе и укороченным интервалом P-Q.

При этом в современных условиях ведущими причинами для взрослого населения являются ишемические поражения сердца, а для детского, молодого, среднего возраста нарушение возбудимости и проводимости миокарда, а среди них самой распространенной патологией является укорочение интервала P-Q.

Долгое время укорочение интервала P-Q связывали только с аномалией проведения импульса по дополнительным проводящим путям. Однако не время проведения импульса по добавочным путям приводит к укорочению интервала P-Q. Волокна основных и дополнительных проводящих путей структурно одинаковы. Скорость проведения импульса по основным или дополнительным путям практически одинакова и импульс, как по естественным, так и по дополнительным путям приходит в АВ соединение практически одинаково, через 30-35 мс.

Время интервала P-Q на три четверти формируется работой АВ соединения и на одну треть временем проведения импульса из синусового узла в атриовентрикулярный узел. Время следования импульса по дополнительным путям существенно не меняет это соотношение. Укорочение интервала P-Q в этом случае связано с аномальным входом

импульса в AV узел. Вместо проксимального отдела импульс входит в дистальный отдел, что и не дает возможности AV узлу, выполнить должную задержку импульса перед посылкой его в желудочки.

Укороченный интервал P-Q является свидетельством не столько нарушения проводимости импульса связанного с дополнительными путями его проведения в AV соединении, сколько функциональным нарушением работы AV соединения, по регуляции внутрисердечной гемодинамике.

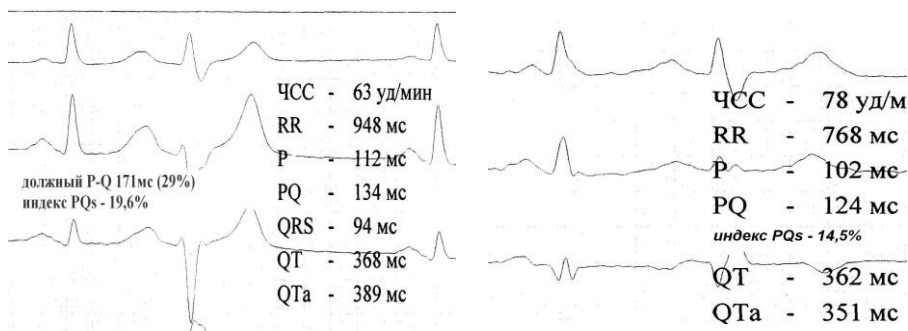
Анатомическая трактовка причины укорочения интервала P-Q долгие годы давала основание только для пассивного наблюдения за этой патологией, без активного вмешательства с целью нормализации работы AV соединения. Однако медицинская практика показала, что анатомическая причина не является главной и единственной причиной нарушающей работу AV соединения.

Показатели интервала P-Q и сегмента PQ не являются статическими величинами и, являясь частью природного механизма регуляции сердечного ритма, постоянно меняются, реагируя на изменения ЧСС. И этим механизмом является ускорение-замедление проведения импульса в AV соединении. Любое воздействие на организм, кардиомиоциты проводящей системы, приводящее к изменению их клеточного метаболизма может привести к изменению работы AV узла и повлиять на процессы торможения и проведения импульса.

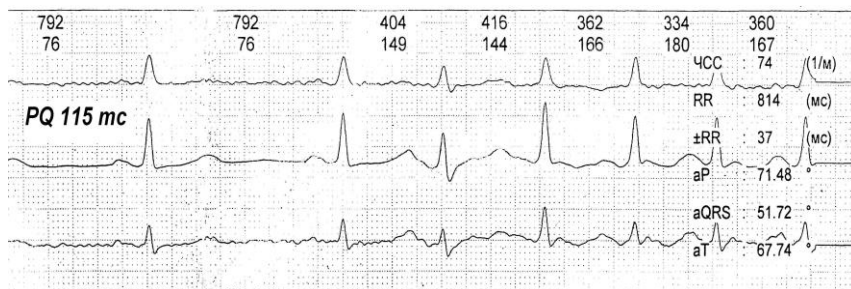
Ведущими причинами нарушения работы AV соединения являются различные функциональные влияния на работу кардиомиоцитов проводящей системы AV соединения. Эти нарушения подлежат активной коррекции и профилактике, так как они открывают путь к активизации аритмогенных механизмов, через возникновение внутрисердечного гемодинамического конфликта, приводящего к срыву ритма в

виде пароксизмальной предсердной тахикардии. Именно поэтому укороченный интервал P-Q относят к факторам риска внезапной сердечной смерти.

Однако данная патология приводит к срыву ритма сердца чаще при сочетании нескольких причин, включая экстрасистолию, нарушения внутрисердечной гемодинамики при тахикардии, запускающей аритмогенные механизмы и т.п. На представленных ниже ЭКГ продемонстрировано сочетание относительно укороченного интервала P-Q (134 и 124 мс.) с экстрасистолой и риском нарушения ритма при тахикардии (индекс PQs 19.6% и 14.5%).



Дальше на представленных ниже ЭКГ показан документированный синдром CLC с возникшим в покое пароксизмом предсердной тахикардии после экстрасистолы.





Однако документация срыва ритма в пароксизм предсердной тахикардии достаточно редкое явление. В случае отсутствия документального подтверждения срыва ритма сердца, ориентироваться только на ощущения пациента и диагностировать синдром CLC сложно. В оценке ощущений много субъективного, и не каждый человек может правильно оценить свои ощущения, как пароксизм предсердной тахикардии.

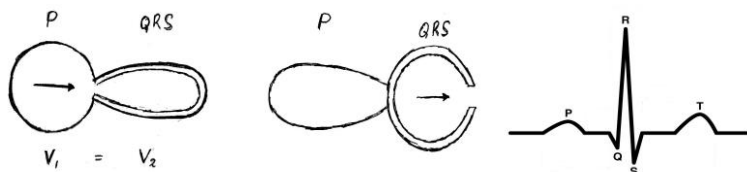
Актуальность этой патологии состоит в ее рисках для жизни и распространенности, которая была уточнена в 2013 году по итогам анализа 5000 кардиограмм, выполненных в режиме профосмотра, среди взрослых и подростков. Распространенность, абсолютно и относительно укороченного интервала P-Q составляет - 26,3%. Доля абсолютно укороченного интервала P-Q (менее 120 мс.) составила 5,2%, а доля относительно укороченного интервала P-Q составила – 21.1%. За последние 20-30 лет отмечен значительный рост случаев укорочения интервала P-Q, формирующего фактор риска внезапной сердечной смерти. Сама динамика интервала P-Q в процессе жизни и при изменении ЧСС указывает, что эта проблема связана не с увеличением распространенности аномальных путей проведения импульса, а с нарушением работы AV соединения. Внезапная сердечная смерть по кардиальным причинам среди детского населения в США регистрируется в 5000 - 7000 случаев в год. В 2012 году внезапная сердечная смерть среди детского возраста в Украине составила около 3000 человек.

Фактором риска является не сам факт укорочения времени интервала P-Q, а создаваемые нарушения работы сердца вследствие ускоренного проведения импульса в желудочки сердца. И ведущим фактором, приводящим к срыву ритма, является укорочение сегмента PQ, который и формирует фактор риска нарушения ритма при тахикардии.

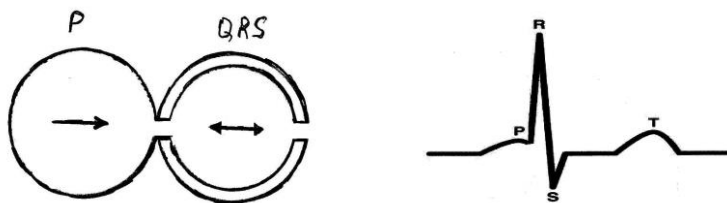
Если AV узел не выполняет должной задержки импульса и проводит его на желудочки раньше, чем завершилось сокращение предсердий, то это является основой для возникновения гемодинамического внутрисердечного конфликта.

### Гемодинамический конфликт с позиций гидродинамики

С точки зрения внутрисердечной гемодинамики сердце работает в двухтактном режиме, перемещая одинаковый объем крови из предсердий в желудочки и затем в аорту. Первый такт переводит кровь из предсердий в желудочки (зубец P). После этого следует пауза (сегмент PQ) и затем следует второй такт (комплекс QRS), который перемещает кровь из желудочков в сосудистое русло, что и находит свое отражение в графике ЭКГ. Увеличение частоты сокращений миокарда приводит к уменьшению времени паузы между сокращениями предсердий и желудочков (сегмента PQ). Ниже схематично представлена физиология сокращения камер сердца и соответствующая им ЭКГ графика. Сначала сокращаются предсердия, переводя определенный объем крови в желудочки. Затем закрывается митральный клапан, и сокращаются желудочки, переводя этот же объем крови в аорту.



Как только на ЭКГ исчезает сегмент PQ, возникают условия возникновения внутрисердечного гемодинамического конфликта. Ниже схематично представлена патофизиология сокращения камер сердца и соответствующая им ЭКГ графика. На фоне сокращения предсердий начинается преждевременное сокращение желудочков, что и находит свое отражение в графике ЭКГ в виде наложения зубца Р. на комплекс QRS, визуализируя гемодинамический конфликт между камерами сердца.



1. Гемодинамический конфликт, проявляясь противостоянием сокращения предсердий и желудочков, приводит к уменьшению, как ударного объема крови, так и перерастяжению стенок предсердий избыточным объемом крови (остаточный объем и вновь пришедший в предсердия объем крови).

2. Перерастяжение камер предсердий в свою очередь приводит к активизации эктопических очагов водителя ритма и соответственно к нарушению ритма сердца.

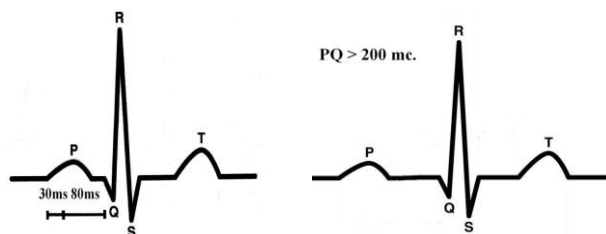
3. Снижение УО является основой недостаточного поступления крови и кислорода к тканям организма в условиях увеличения потребности в них. Гипоксия в свою очередь приводит к нарушению клеточного метаболизма, приводящего к нарушению работы АВ соединения, которая запускает аритмогенные механизмы, приводящие к нарушению ритма и проводимости.

Такое противостояние систолы предсердий и желудочков возможно при определенной ЧСС выходящей за рамки

физиологических возможностей работы сердца. Физиология учащения ЧСС сопровождается уменьшением паузы между сокращением предсердий и желудочков (сегмента PQ) с каждым добавочным сокращением сердца. При укороченном интервале P-Q и исходно уменьшенном сегменте PQ состояние внутрисердечного гемодинамического конфликта может возникнуть при гораздо меньшей ЧСС, чем при нормальных значениях сегмента PQ. Такая динамика сердечной деятельности при укороченном интервале P-Q обуславливает необходимость определять, как уровень риска нарушения ритма при тахикардии, так и ЧСС (пороговую ЧСС), при которой возможен такой гемодинамический конфликт.

В процессе жизни каждый организм испытывает различные нагрузки и по мере их возрастания увеличивается потребность в кислороде, которая удовлетворяется увеличением частоты сердечных сокращений. При определенной ЧСС (тахикардии) пауза между систолами сердца может исчезнуть и при дальнейшем увеличении ЧСС возникнет состояние гемодинамического конфликта между предсердиями и желудочками сердца, запускающего аритмогенные механизмы, которые в свою очередь могут сорвать ритм в том числе и в пароксизмальную предсердную тахикардию с неблагоприятным исходом.

Однако нарушения работы AV соединения не лежат только в плоскости ускорения проведения импульса в желудочки. Нарушение работы AV соединения может сопровождаться и замедлением AV проводимости.





Имеющиеся нормативные значения длительности интервала P-Q в границах от 120мс. до 200мс. не обеспечивают гарантии абсолютной нормы без анализа соответствия интервала P-Q к конкретной ЧСС. Функциональная патология работы AV соединения не возникает внезапно, как инфекционное заболевание, и зачастую имеет длительный период начальных нарушений его работы и которая «теряется» в рамках такого широкого абсолютного норматива. Истинный норматив времени работы AV соединения гораздо уже и зависит от ЧСС. Поэтому необходимо анализировать время интервала P-Q в привязке к ЧСС и выделять состояния относительного ускорения - замедления AV проводимости.

Учитывая длительный доклинический период необходимо выделять состояние относительного укорочения интервала PQ так, как он встречается у 21,1% населения и свидетельствует о начальных проявлениях патологии работы AV соединения и содержит в себе риск внезапного нарушения ритма сердца при тахикардии. К тому же анализ относительных величин давно используется в медицине для заключения о наличии патологии. К примеру, при ЧСС 90 и интервале P-Q равном 180 мс. последний считается замедлением AV проводимости. Оценка фактического и должного показателя интервала P-Q важна для всех, как свидетельство о наличии начавшихся патологических изменений в AV соединении.

Физиологические параметры интервала P-Q для ЧСС 60-80 лежат в границах. 169-148 мс и значения интервала P-Q ниже должного значения более 10-15% при этой частоте следует расценивать как относительно укороченный интервал P-Q.

Отклонение интервала P-Q более чем на 10-15% от должного значения для конкретной ЧСС свидетельствует о начальных нарушениях в работе AV соединения, способных вызвать появление риска нарушения ритма при тахикардии.

## **Метод определения должного интервала P-Q скоригированного под конкретную ЧСС - (P-Qc).**

Систола сердца представляет собой неразрывный, строго согласованный биологический процесс выполняющий функцию кровообращения в организме. Систола сердца на электрокардиограмме представлена двумя отрезками ЭКГ – интервалом P-Q и интервалом Q-T. Интервал P-Q визуально представлен систолой предсердий и процессом проведения импульса в желудочки, видимой частью которого является сегмент PQ. Систола желудочков представлена интервалом Q-T. Сердце в целом как орган состоит из клеток – кардиомиоцитов сократительного миокарда, проводящей системы и клеток соединительной ткани. Каждый отрезок ЭКГ представляет собой определенный участок сердечной деятельности и подлежит анализу на предмет выявления в нем нарушений.

В анализе ЭКГ анализируется систола желудочков сердца, путем сравнения фактического и должного интервала Q-T. В этом есть настоятельная потребность, так как именно миокард желудочков выполняет «насосную» функцию сердца. Однако систола всего сердца, отображаемая интервалом P-T, не анализируется. Вся систола сердца содержит в себе информацию не только о состоянии сократительной функции миокарда, но и о состоянии проводящей системы сердца, работы AV соединения (интервал P-Q).

Анализ интервала P-Q проводится только путем сравнения факта со среднестатистическим нормативом (120-200мс.) для всей популяции людей и пересечение границ 120 и 200 мс. свидетельствует об уже состоявшейся патологии работы AV соединения. Однако явная патология формируется через этап длительных начальных нарушений и такой подход анализа

работы АВ соединения через норму 120-200мс. не позволяет выявлять ранние этапы развития патологии.

Ранняя диагностика нарушения работы А V соединения возможна только через сравнение фактического и должного интервала Р-Q у каждого конкретного человека. Для этого необходимо определять показатель должного интервала Р-Q для каждого конкретного человека исходя из его показателей ЭКГ, а не из среднестатистического норматива.

Соматическая патология сердца в большинстве своем имеет длительный период доклинической стадии формирования патологии. При таком широком диапазоне общей нормы для интервала Р-Q становится невозможным диагностировать начальные этапы патологии. Находясь в зоне мнимой нормы, человек соответственно не может предпринимать меры профилактического порядка для предупреждения развития патологии АВ соединения. Поэтому актуальной является оценка интервала Р-Q не в широком диапазоне общей нормы, а в конкретной должной величине характерной для определенной ЧСС.

Исходя из физиологии сокращения сердца, где для отдельных этапов его сокращения применяется расчет конкретных показателей при конкретной ЧСС становится возможным и определение должного интервала Р-Q скорректированного под конкретную ЧСС.

Понимая, что под интервалом Р-Q скрывается работа АВ соединения и что нарушения его работы формируют риски нарушения ритма, и развития блокад сердца важным становится раннее обнаружение начальных форм нарушения работы АВ соединения. Именно для этого необходим анализ на соответствие фактического интервала Р-Q к должному значению интервала Р-Qс.

Длительность и динамика интервала P-Q всецело зависит от работы проводящей системы сердца и систола предсердий никак не влияет на время интервала P-Q, так как она если и происходит то внутри интервала P-Q, не раздвигая его границ.

С точки зрения физиологии сердце в организме человека работает как двухтактный насос. Сначала сокращаются предсердия, выталкивая кровь в желудочки сердца, затем сокращаются желудочки, выталкивая кровь в аорту. Этот процесс отображен в ЭКГ в виде электрической систолы сердца, занимающей отрезок ЭКГ от начала зубца P. до окончания зубца T.

В физиологии распределение общего времени систолы сердца выглядит следующим образом. Систола желудочков (QRS-T) занимает 70% от общей систолы сердца. Соответственно общее время сокращения предсердий с паузой (интервал P-Q) занимает 30%, что подтверждено анализом электрокардиограмм, как с нормальной ЭКГ, так и с нарушением работы AV соединения. Это позволило уточнить физиологическое соотношение интервала P-Q к общей систоле сердца, выраженное в процентах в виде индекса P-Q/P-T.

При нормальной работе AV соединения и сократительного миокарда, доля интервала P-Q в общей систоле сердца, в среднем составляет 30% (физиологическая константа) и сохраняется не зависимо от ЧСС.

| Индекс P-Q/P-T  | Среднее значение    | ЧСС < 60 | ЧСС 60-90 | ЧСС > 90 |
|-----------------|---------------------|----------|-----------|----------|
| Нормальная ЭКГ  | 30% (28,5 - 31,5%)  | 31,04%   | 30,9%     | 31,3%    |
| Укороченный P-Q | 26% (24,7 – 27,4%)  | 26,9%    | 25,9%     | 25,6%    |
| Удлинённый P-Q  | 36% (34,2% - 37,8%) |          |           |          |

Судить о физиологичности процессов сокращения сердца и работы АВ соединения позволяет индекс  $P-Q/P-T$ , лежащий в пределах 28-32%. При ускорении проведения импульса в желудочки сердца, доля интервала  $P-Q$  в общей систоле сердца, уменьшается ниже 28%, а при замедлении проводимости доля интервала  $P-Q$  повышается более 32% и выше. Если патология находит свое отражение в локальном воздействии на кардиомиоциты проводящей системы или сократительного миокарда, то в этом случае показатель  $P-Q/P-T$  является «чутким» инструментом диагностики патологии. Если патология имеет общее воздействие на все кардиомиоциты, то сохраняется должное соотношение между  $P-Q$  и  $P-T$ , вследствие чего диагностическая ценность индекса  $P-Q/P-T$  снижается. В этом случае для диагностики патологии используют показатели должного и фактического интервалов  $P-Q$  и  $Q-T$ .

Метод определения должного интервала  $P-Q$  ( $P-Q_c$ ) содержит в себе три математических действия.

1. Определение должной длительности систолы желудочков при конкретной ЧСС.
2. Определение должной длительности всей систолы сердца при этой же частоте сокращений.
5. Определение должной длительности интервала  $P-Q$  в общей систоле сердца при этой же частоте сокращений.

Отклонение должного интервала  $P-Q$  от фактического более чем на 10% свидетельствует о начале нарушения работы АВ соединения и требует назначения профилактики такого нарушения.

Для расчета должного значения интервала  $Q-T$  скорректированного под определенную ЧСС ( $Q-T_c$ ) используется формула Базетта и его модификации.

$$Q-Tc = 0,39 * \sqrt{R-R} \text{ или } Q-Tc = K * \sqrt{R-R}$$

Где К для женщин составляет 0,40, для мужчин и детей составляет 0,37.

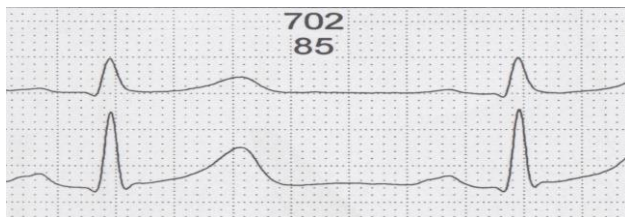
Все биологические объекты (кардиомиоциты) одинаково подчиняются законам обмена веществ. В равных условиях ожидается и равная динамика работы кардиомиоцитов сократительного миокарда желудочков, сократительного миокарда предсердий и кардиомиоцитов проводящей системы. Это позволяет при определении динамики одной части целого объекта, судить о динамике других его частей.

Зная должную величину времени систолы желудочков для конкретной ЧСС, можно определить должное время для всей систолы сердца, и должное время интервала Р-Q для этой же ЧСС.

Согласно физиологическому распределению времени всей систолы сердца, где систола желудочков занимает 70%, а интервал Р-Q занимает 30%. Должный интервал Р-Qс, для конкретной ЧСС определяется по формуле

$$P-Qc = [(Q-Tc * 100) / 70] * 0,3$$

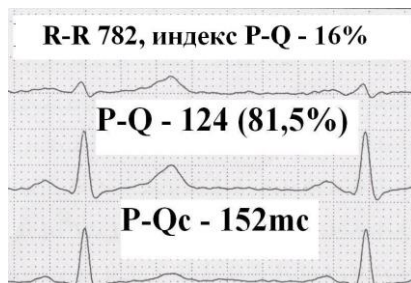
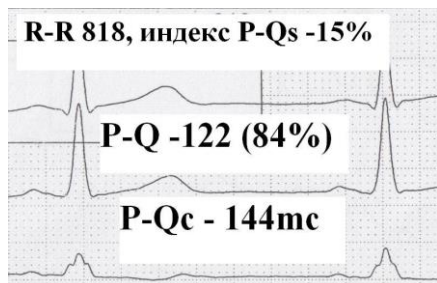
Где 0,3 физиологическая константа АВ проводимости в общей систоле сердца. Например: На представленной ЭКГ с ЧСС - 85, R-R - 702мс., P-Q - 149мс., Q-T - 342 мс. пол женский. Рассчитываем должную величину интервала Q-T .  $Q-Tc = 0,40 * 0,837 = 335$  мс. где 0,837 корень квадратный из величины R-R - 0,702 сек. Должный Q-T находится в нормативе с фактическим (103,2%) После этого рассчитываем должную величину интервала Р-Q.



$$P-Qc = [(335 * 100) / 70] * 0,3 = 144 \text{ мс.}$$

Расхождение между фактически и должным интервалом P-Q составило 3,4% (103,4%), что указывает на отсутствие нарушения в работе AV соединения. Отклонение фактического интервала P-Q от должного P-Qc более чем на 10% должно расцениваться, как относительное ускорение – замедление AV проводимости.

Важность выделения относительно укороченного интервала P-Q связана с наличием в нем риска нарушения ритма при тахикардии (индекс PQs 15% и 16%), что наглядно отображено на представленных ЭКГ.

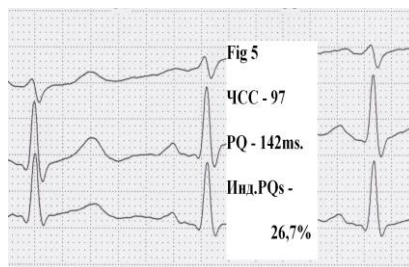
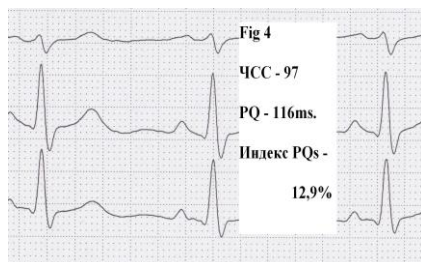


Индикатором риска нарушения ритма при тахикардии служит индекс PQs ниже 25%. Если в группе лиц с абсолютно укороченным интервалом P-Q риск нарушения ритма при тахикардии встречается в 78,9%, то в группе лиц с относительно укороченным интервалом P-Q он встречается

почти у половины - в 41,5%. Распределение риска нарушения ритма при тахикардии представлено ниже.

| Показатель индекса P-Qs в разных интервалах P-Q. |                              |                            |                               |
|--------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| показатель                                       | Интервал P-Q<br>менее 120мс. | Интервал P-Q<br>120-140мс. | Интервал P-Q<br>Более -140мс. |
| P-Qs более 25% - норма                           | 21.1%                        | 58.5%                      | 92.5%                         |
| Риска нарушения ритма – нет.                     |                              |                            |                               |
| P-Qs менее 25% - снижен                          | 78.9%                        | 41.5%                      | 7.5%                          |
| Риск нарушения ритма - есть                      |                              |                            |                               |

Профилактические мероприятия, приводя к нормализации AV проводимости, выводят человека из зоны риска внезапной сердечной смерти, что наглядно демонстрирует представленная ниже ЭКГ, в виде индекса PQs – 26,7%.



На ЭКГ слева зарегистрировано при ЧСС 97, укорочение интервала P-Q до 116 мс. и выраженный риск нарушения ритма при тахикардии в виде индекса PQs – 12,9%. После метаболической коррекции при той же ЧСС отмечается нормализации интервала P-Q и ликвидация риска нарушения ритма при тахикардии (нормализация индекса PQs).

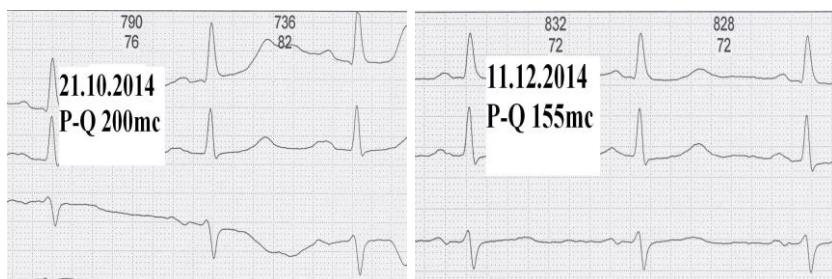
Другая форма патологии работы AV соединения проявляется замедлением проводимости импульса в желудочки сердца, и она на ЭКГ она представлена удлинением интервала P-Q. Замедление AV проводимости чаще связано с функциональными нарушениями, а не со структурной



патологией в проводящей системе сердца. Если не устранять функциональные причины, приводящие к замедлению АВ проводимости, то открывается путь к формированию АВ блокады с перспективой установки кардиостимулятора. Основной причиной функционального нарушения работы АВ соединения является нарушение клеточного метаболизма кардиомиоцитов проводящей системы вызванное патологическим влиянием различных факторов и адаптационными перестройками работы АВ соединения.

Актуальность выявления относительного замедления АВ проводимости резко возрастает у лиц, постоянно принимающих медикаменты, как для коррекции АД, так и при другой патологии, включая кардиологическую. Это связано с тем, что значительная часть медикаментов нарушает работу АВ соединения, замедляя проводимость. К примеру, около трети гипотензивных препаратов обладают способностью нарушать АВ проводимость. Увеличение интервала Р-Q более чем на 10% от должного показателя, для конкретной ЧСС, свидетельствует об относительном замедлении АВ проводимости. Перед назначением плановой медикаментозной терапии необходимо проверять показатель интервала Р-Q на предмет выявления относительного замедления АВ проводимости. Также необходимо подключение профилактики такого нарушения работы АВ соединения и не допускать приема медикаментов нарушающих его работу.

Ниже представлен практический результат коррекции клеточного метаболизма кардиомиоцитов приведший к нормализации АВ проводимости. На ЭКГ слева отображено замедление АВ проводимости на фоне приема гипотензивных и других медикаментов.

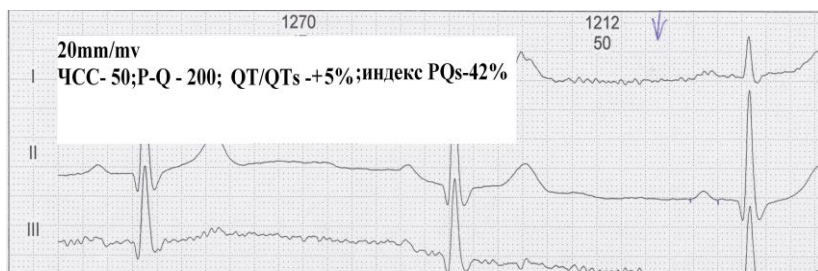


На ЭКГ справа отображен результат после коррекции клеточного метаболизма кардиомиоцитов.

Зачастую бытует мнение, что AV блокада для спортсмена это норма, физиология. Однако физиология, как гарант нормы, не раздвигает показатели за пределы истинной нормы. В работу AV соединения вмешиваются и продукты незавершенного метаболизма, образуемые вследствие высоких нагрузок и нарушения обменных процессов в организме. В таких случаях AV блокаду возможно и необходимо профилактировать, что подтверждают приведенные ниже ЭКГ. На исходной ЭКГ представлена AV блокада 1 степени проксимального типа, интервал P-Q - 240мс.



Результатом коррекции клеточного метаболизма явилась, нормализация AV проводимости даже на фоне повышения тонуса парасимпатического отдела ВНС.



Для быстрого определения должного интервала P-Q  
корректированного по ЧСС можно использовать табличные  
данные.

| интервал R-R мс. | ЧСС | интервал Q-T мс. | интервал P-Q<br>мс. |
|------------------|-----|------------------|---------------------|
| 1,50             | 40  | 0,45-0,46        | 195                 |
| 1,05             | 57  | 0,39-0,40        | 169                 |
| 1,00             | 60  | 0,39-0,40        | 169                 |
| 0,95             | 63  | 0,38-0,39        | 165                 |
| 0,90             | 66  | 0,37-0,38        | 161                 |
| 0,85             | 70  | 0,36-0,37        | 156                 |
| 0,80             | 75  | 0,35-0,36        | 152                 |
| 0,75             | 80  | 0,34-0,35        | 148                 |
| 0,70             | 86  | 0,33-0,34        | 144                 |
| 0,65             | 92  | 0,32-0,33        | 139                 |
| 0,60             | 100 | 0,31-0,32        | 135                 |
| 0,55             | 109 | 0,30-0,31        | 131                 |
| 0,50             | 120 | 0,28-0,29        | 120                 |
| 0,45             | 133 | 0,27-0,28        | 133                 |
| 0,40             | 155 | 0,25-0,26        | 109                 |

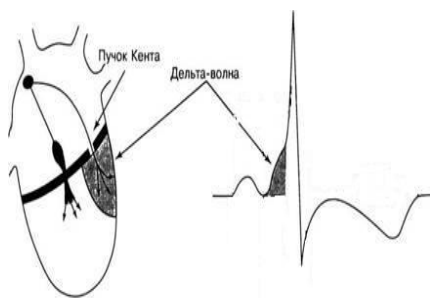
Понимая, что для определения должного интервала P-Q  
используются данные формулы Базетта, следует помнить, что  
при тахикардии (ЧСС более 100) и брадикардии (ЧСС менее 60)  
ФОРМУЛА Базетта дает некоторые искажения должного  
значения систолы желудочков, что отображается и на значении

должного значения интервала P-Q. Поэтому к определению должного интервала P-Q при состояниях брадикардии и тахикардии следует подходить взвешенно с учетом возможной погрешности.

В контексте «тайн» ЭКГ следует сделать акцент и на интервале P-Q при WPW синдроме. В литературных источниках указывая на укороченный интервал P-Q, как один из признаков WPW синдрома и на практике его ошибочно подменяют интервалом P-дельта.

Истинное укорочение интервала P-Q при WPW синдроме никак не связано с дополнительными путями проведения импульса из синусового узла в желудочки, а связано с нарушением работы AV соединения, которое является дополнительным фактором риска для нарушения ритма при этом синдроме.

В электрофизиологии сокращения сердца при WPW синдроме имеются особенности проведения импульса из синусового узла в желудочки. Импульс в желудочки проводится, как через AV соединение, так и через дополнительные проводящие пути (пучок Кента), переводя импульс сразу на базальные отделы желудочка (ов). Начало сокращения базальных отделов на ЭКГ выглядит в виде дельта волны, формирующей определенного вида комплекс QRS и интервалы.



В большинстве своем начало сокращения базальных отделов желудочка (ов) сердца начинается после завершения систолы предсердий и не может вызвать гемодинамического конфликта между предсердиями и желудочками.

В электрокардиографии интервал P-Q обозначает время проведения импульса из синусового узла в желудочки по основному пути через AV соединение. Интервал, измеренный от начала зубца P. до начала дельта волны не может называться интервалом P-Q, так как он в этом случае не отражает характер работы AV соединения. Данный интервал P-дельта отражает только время от начала сокращения предсердий до начала сокращения базальных отделов желудочка и не имеет самостоятельной диагностической ценности. У всех пациентов с WPW синдромом должен определяться истинный интервал P-Q для диагностики нарушения работы AV соединения и фактор риска нарушения ритма при тахикардии - индекс PQs.

Истинный интервал P-Q при синдроме WPW определяется ремоделированием его окончания, путем продолжения восходящего колена зубца R до изолинии.

На рис.1 интервал P-Q составляет -165мс. Индекс PQs составляет – 39%. Риска возникновения гемодинамического конфликта вследствие тахикардии нет.

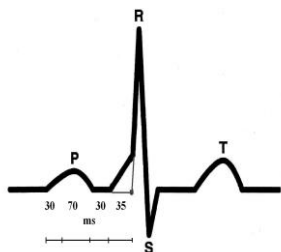


Рис. 1

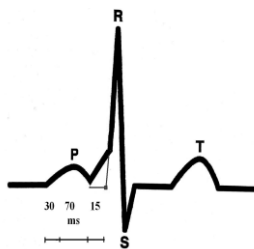


Рис.2

На рис. 2 интервал P-Q – 115 мс. и индекс PQs – 13%?, что свидетельствует о высоком риске срыва ритма по причине гемодинамического конфликта.

Как видно из схем ЭКГ определение основного интервала PQ проводится путем нахождения точки начала сокращения желудочков под воздействием основного потенциала из AV соединения.

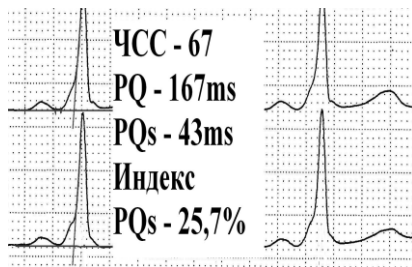
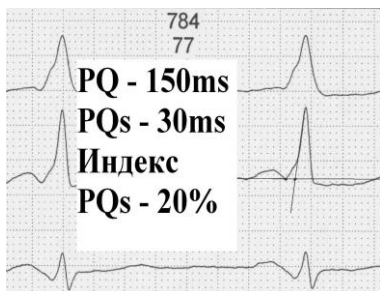
В большинстве своем дельта волна отстоит от зубца Р. на некотором расстоянии и в редких случаях на ЭКГ можно видеть начало дельта волны на конечном отрезке зубца Р. В этом случае создается впечатление, что систола предсердий противостоит систоле желудочков. Однако при такого вида ЭКГ гемодинамического конфликта от начала сокращения базальных отделов желудочков (а) не наступает, так как мощность систолы предсердий выше, чем мощность начальной фазы сокращения базальных отделов желудочков и кровь из предсердий беспрепятственно перетекает в желудочки.

Позже к начальному этапу преждевременной систолы присоединяется систола желудочков под воздействием импульса из AV соединения, формируя основную часть комплекса QRS.

Определение интервала P-Q, сегмента PQ, индекса PQs позволяет при синдроме WPW определять наличие дополнительного фактора риска нарушения ритма вследствие нарушения работы AV соединения.

Принципы измерения и определения необходимых показателей отображены на представленной графике ЭКГ. На первой ЭКГ при нормальном интервале P-Q имеется дополнительный риск нарушения ритма при тахикардии - (индекс PQs – 20%). На второй ЭКГ интервал P-Q и индекс PQs в норме, что указывает на нормальную работу AV

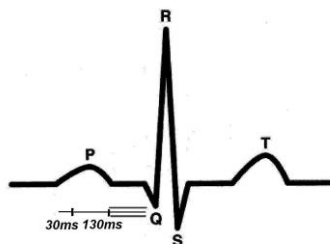
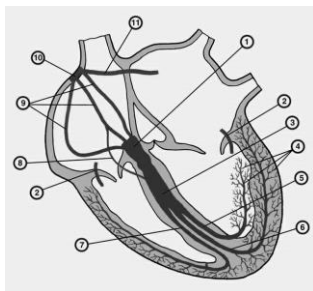
соединения и отсутствие дополнительного риска нарушения ритма при тахикардии и собственно отсутствие угрозы перехода феномена в синдром WPW.



Выявление истинного интервала P-Q, при синдроме WPW позволяет определить индекс PQs с целью выявления риска нарушения ритма при тахикардии. Анализ этих показателей помогает правильно спрогнозировать клиническое течение выявленной патологии, распределить контингент для простого диспансерного наблюдения или для активной профилактики срыва ритма сердца, сформировать объем и характер лечебно - профилактических мероприятий и контролировать их эффективность.

### 3. ЭКГ анализ сегмента PQ.

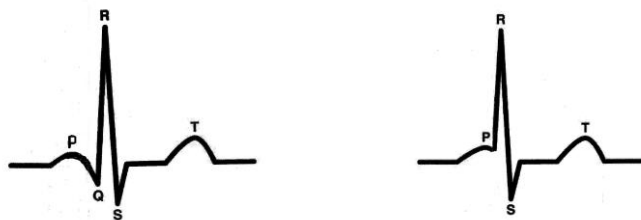
Сегмент PQ является видимой на ЭКГ частью работы AV соединения по задержке импульса перед проведением его в желудочки сердца и представлен отрезком ЭКГ кривой от конца зубца P. и до начала комплекса QRS.



Импульс, вышедший из синусового узла, идет тремя путями (пучки Бахмана, Венкебаха, Тореля) и достигает AV соединения уже через 30 мс, тогда когда предсердия сократились всего на одну треть и с этого момента начинается этап задержки импульса в AV соединении. Общая продолжительность задержки импульса в системе AV узла (AV соединения) составляет 130 мс. при ЧСС 60 в 1 минуту.

Общую задержку в 130 мс. можно условно разделить на две части. Первая начальная задержка импульса необходима, чтобы предсердия завершили свою систолу, и она скрыта под зубцом Р. на ЭКГ. Затем задержка проведения импульса продолжается и на ЭКГ она представлена сегментом PQ. Для чего AV соединение продолжает дальше задерживать проведение импульса на 50-60мс.?

Проведение импульса задерживается для того, чтобы дать возможность сердцу реагировать на потребности организма, изменением частоты сердечных сокращений, не создавая гемодинамического конфликта между систолами предсердий и желудочков. Другими словами разведение систол во времени необходимо, чтобы конфликт между ними не закончился аварийной ситуацией для жизни. Сегмент PQ по своей сути выполняет задание «подушки безопасности» нашей жизни. Если бы этого сегмента не было бы (ЭКГ слева), то сердце исходно работало бы сразу на пределе своих возможностей, не реагируя на потребности организма.

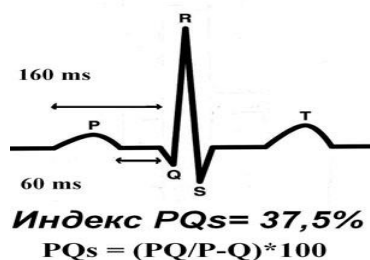




В этом состоянии систола предсердий и систола желудочков соприкасаются друг с другом, но еще не вступили в гемодинамический конфликт между собой. Другими словами ЧСС с такой ЭКГ графикой представляет собой пороговую ЧСС, порог которой не следует переходить. На рисунке справа отражена графика ЭКГ при попытке дальнейшего увеличения ЧСС с возникновением конфликта между систолами предсердий и желудочков, создавая риск внезапной сердечной смерти.

С позиции клиники и рисков развития сердечной патологии ведущим показателем является не само укорочение интервала P-Q, а укорочение - исчезновение сегмента PQ (менее 30мс или нарушение его процентного соотношения к интервалу P-Q менее 25%), что выступает показателем риска возможного внутрисердечного гемодинамического конфликта запускающего аритмогенные механизмы.

Вызвать срыв ритма могут различные патологические причины и механизмы и у каждого человека они свои. Однако единым для всех людей физиологическим механизмом возникновения риска нарушения ритма вследствие возникающего внутрисердечного гемодинамического конфликта при одновременной систоле предсердий и желудочков является исчезновение сегмента PQ. Оценка наличия или отсутствия риска нарушения ритма при тахикардии проводится с использованием индекса PQs. Индекс PQs отражает процентное отношение сегмента PQ ко всему интервалу P-Q. Сегмент PQ выполняет роль «подушки безопасности» нашей жизни, защищая сердце от нарушения синхронизации сокращений желудочков и предсердий сердца и позволяя ему изменять ЧСС не создавая гемодинамического конфликта между предсердиями и желудочками.



$$\text{Индекс PQs} = (\text{сегмент PQ} / \text{интервал P-Q}) \cdot 100$$

Индекс PQs по сути своей является критерием оценки правильности работы AV соединения и объективизации риска нарушения ритма сердца при тахикардии. К примеру. Если при наличии интервала P-Q равного 114мс. ширина P. составляет - 66мс, то на долю сегмента PQ приходится 48мс, индекс PQs составляет 44%. Такие показатели ЭКГ больше характеризуют индивидуальные величины нормальной ЭКГ, что актуально особенно в детской практике, где частота укорочения интервала P-Q высока и, не используя индекс PQs трудно отличить норму от патологии.

Средние показатели индекса PQs в зависимости от длительности интервала P-Q представлены в таблице.

| показатель                   | P-Q<br>менее120мс. | P-Q<br>120-140мс. | P-Q<br>более140мс. |
|------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Индекс PQs<br>(ср. значение) | 17.8%              | 18.5%             | 31.9%              |

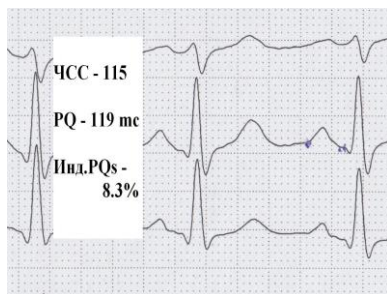
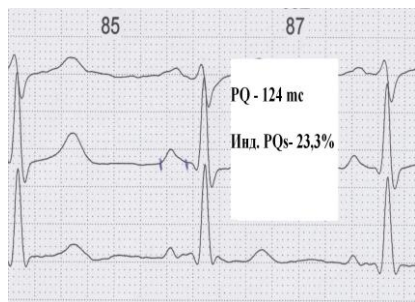
Как видно из приведенных данных индекс PQs, отражающий риск нарушения ритма при тахикардии, практически одинаков как для абсолютного, так и для относительного укорочения

интервала Р-Q. Это объединяет интервалы абсолютно и относительного укороченного Р-Q в одну группу риска развития нарушений ритма при тахикардии.

Низкий индекс PQs, как фактор риска внезапного нарушения ритма сердца при тахикардии встречается при всех показателях интервала Р-Q в убывающей прогрессии. Учитывая, что фактор риска нарушения ритма при тахикардии встречается при всех показателях интервала Р-Q необходимо обязательное определение индекса PQs при анализе всех ЭКГ..

Определение риска нарушения ритма при тахикардии предполагает оценку индекса PQs, как в покое, так и после любой нагрузки. Проверять индекс PQs в нагрузке необходимо при наличии низких его показателей в состоянии покоя.

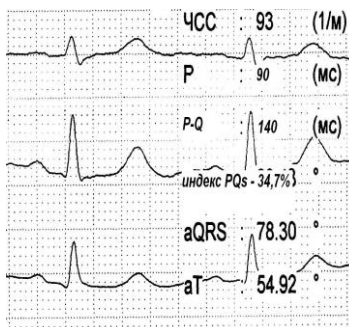
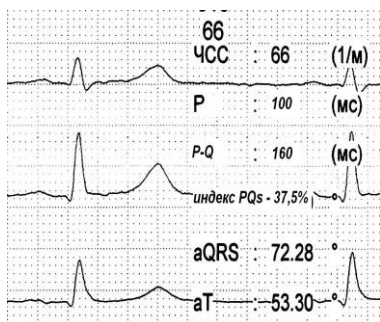
На ЭКГ слева представлен риск нарушения ритма у пациента в покое, и он у нижней границы норматива – 23,3%. Однако после выполненной нагрузки (10 приседаний) на ЭКГ справа видно резкое возрастание риска нарушения ритма – индекс PQs – 8,3%



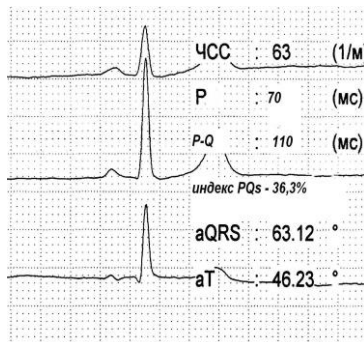
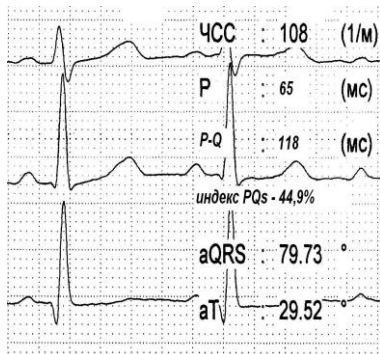
Физиологической нормой является индекс PQs выше 25% или сегмент PQ в абсолютных цифрах более 30 мс.

У здоровых людей с нормальным интервалом Р-Q динамика индекса PQs при физической нагрузке меняется, но остается в рамках норматива, не допуская появления фактора риска

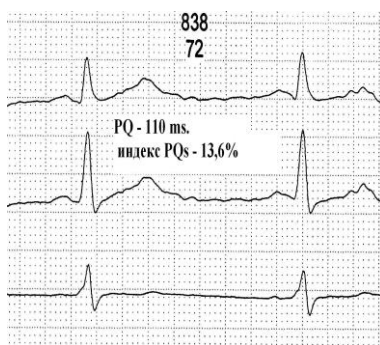
нарушения ритма при тахикардии (ЭКГ в покое 37,5% и ЭКГ в нагрузке - 34,7%). Риска развития нарушения ритма при тахикардии – нет.



На ЭКГ ниже представлены пациенты с абсолютно укороченным интервалом P-Q (110 и 118мс.), однако индекс PQs у них находится в границах нормы (36,3% - 44,9%). Риска развития внезапного нарушения ритма при тахикардии – нет.



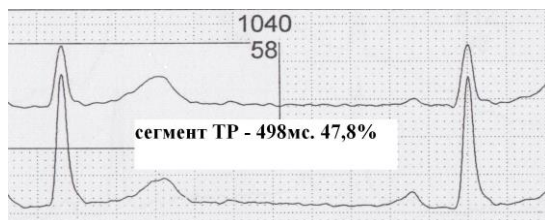
На представленных ниже ЭКГ отображены абсолютно укороченный интервал P-Q (97 и 110мс.) и выраженный риск внезапного нарушения ритма при тахикардии (индекс PQs 9,1% и 13,6%). Это лица угрожаемые по развитию синдрома CLC.



Понимая, что сердце должно обеспечивать организм должной гемодинамикой не только в состоянии покоя, но и в нагрузке, необходимо проверять динамику индекса PQs, при показателях в покое у нижней границы норматива, используя любой нагрузочный тест.

## ЭКГ анализ сегмента TP

Физиологичность сердечной деятельности должна оцениваться не только по элементам систолы миокарда, но и по соотношению фазы систолы с фазой отдыха миокарда.



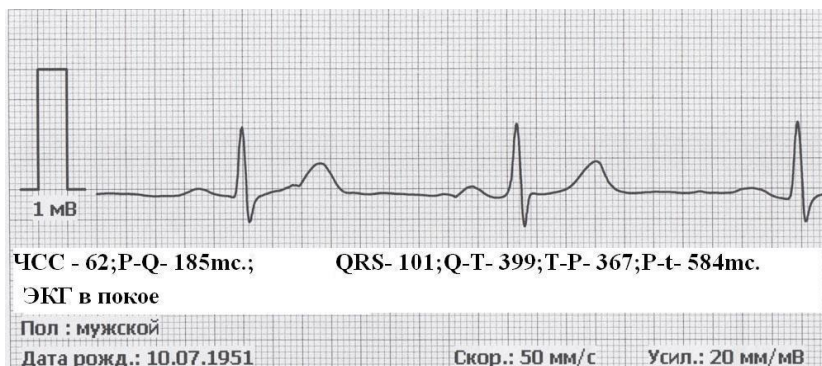
Так при ЧСС покоя 60 в 1 минуту в норме фаза систолы сердца (интервал P-T) составляет 566 мс. и фаза паузы (сегмент TP.) составляет 434 мс., что соответственно составляет от всего сердечного цикла (1000мс.) 56,6% для систолы и 43,4% для фазы отдыха миокарда.

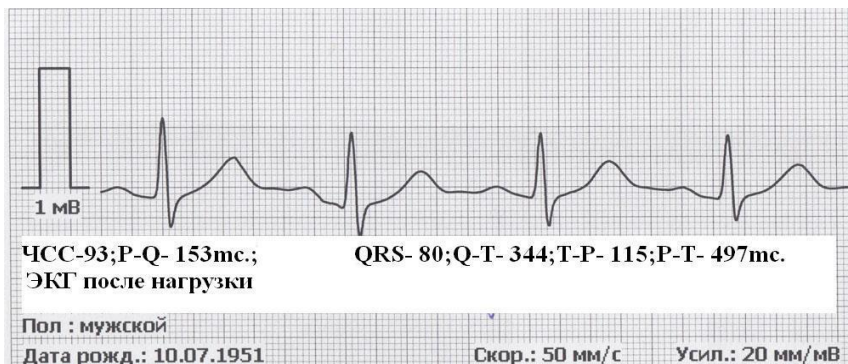
Нарушение этих пропорций в состоянии покоя свидетельствует о не физиологичности сердечной деятельности состоянию покоя и требует уточнения причин приведших к нарушению соотношения фазы систолы и отдыха сердца.

У лиц с тренированным сердцем фаза отдыха миокарда больше по сравнению с нетренированным сердцем. Это обеспечивает спортсменам большую величину ЧСС<sub>hwr</sub>, больший размах ЧСС от состояния покоя до ЧСС<sub>hwr</sub>.

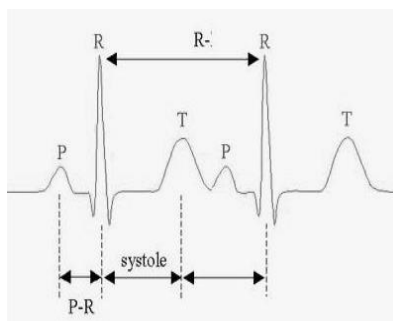
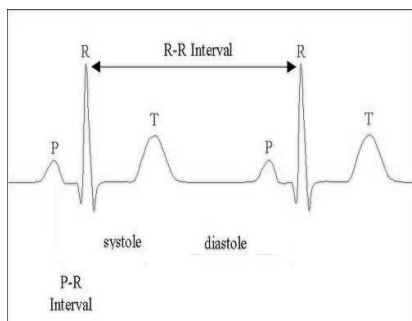
В физиологии сокращения сердца при увеличении ЧСС заложен механизм сокращения времени всех элементов ЭКГ – интервалов (P-Q, Q-T) и сегментов (PQ,TP) с опережающим сокращением фазы отдыха сердца – сегмента TP.

Представленный ниже пример ЭКГ в покое и после нагрузки наглядно демонстрируют, что время фазы отдыха миокарда (сегмент TP.) сократилось более чем в три раза, а время систолы сердца (интервал P-T) сократилось только на 15%.





Рабочий цикл сердца состоит из фазы сокращения (интервал P–T) и фазы отдыха (сегмент TP.). Увеличение ЧСС сопровождается сокращением времени всех зубцов, и интервалов ЭКГ вплоть до контакта систолы предсердий и желудочков (контакт зубцов T. и P.). При этой ЧСС сердце начинает работать без фазы отдыха и эта ЧСС называется ЧСС hwr (heart without rest).



Сердце не должно долго работать без отдыха, так как его работа без отдыха ведет к метаболическим нарушениям в кардиомиоцитах.

Для большинства населения, не испытывающих спортивных нагрузок, а ведущих образ жизни с обычными бытовыми нагрузками, важна не максимальная или пороговая ЧСС, а ЧСС

когда сердце начинает работать без фазы отдыха. (ЧСС heart without rest) Именно от нее следует определять ЧСС тренировочного режима, а не от максимальной или пороговой ЧСС, как у спортсменов. Все нагрузки и профилактические мероприятия, для нетренированного человека определяемые исходя из ЧСС hwt., обеспечивают укрепление сердечной мышцы, безопасность тренировочного процесса и увеличение выносливости сердца.

В процессе нагрузки при росте ЧСС в опережающем режиме над остальными компонентами ЭКГ (интервалы R-Q и Q-T) идет сокращение фазы отдыха (сегмент TP) поэтому ЧСС hwt ниже, чем максимальная ЧСС. У лиц с тренированным сердцем и у людей занимающихся физической культурой ЧСС hwt приближается к значениям максимальной, пороговой ЧСС и соответственно ЧСС тренировочного режима для них возрастает.

Определить ЧСС hwt можно как непосредственно доведя ЧСС под визуальным контролем до требуемого контакта зубцов Р. и Т. в процессе нагрузки или пробы с гипервентиляцией (рис 1 и 2), так и по динамике показателей ЭКГ (ЧСС и сегмента TP.) в покое и незначительной нагрузке или умеренной гипервентиляции (рис. 3 и 4).



Рис. 1



Рис. 2





Рис. 3

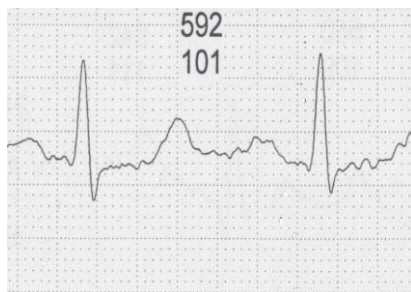


Рис. 4

Имея показатели ЧСС и сегмента TP. в покое ( $ЧСС_1$  - 80 и  $TP_1$  - 220мс.) (Рис.3) и при незначительной нагрузке ( $ЧСС_2$  - 101 и  $TP_2$  - 125мс.) (Рис.4) производим расчеты.

$$ЧСС_{hwr} = ЧСС_2 + \{TP_2 / [(TP_1 - TP_2) / (ЧСС_2 - ЧСС_1)]\}$$

Разница ЧСС составила 21 сокращение. Разница времени сегмента TP. составила 95мс. Время динамики сегмента TP. на одно сокращение составляет ( $95: 21 = 4,52$ мс.) Дополнительное число ЧСС в сегменте TP. нагрузки составляет ( $125 : 4,52 = 28$ ) Общая ЧСС или— ЧСС hwr при которой сердце начинает работать без фазы отдыха, составляет ( $101 + 28 = 129$ )

Исчезновение сегмента TP ведет к нарушению клеточного метаболизма кардиомиоцитов, а исчезновение сегмента PQ ведет к внутрисердечному гемодинамическому конфликту, влекущему за собой риск нарушения ритма и общей гемодинамики.

У лиц с укороченным интервалом P-Q при тахикардии фаза отдыха миокарда (сегмент TP) сокращается быстрее, в среднем на 10%, по сравнению с лицами с нормальным интервалом P-Q, что, в конечном счете, приводит к снижению показателя ЧСС hwr. Если величина ЧСС hwr у лиц с нормальным интервалом P-Q при тахикардии составляет в среднем около 130 в 1

минуту, то у лиц с укороченным интервалом P-Q она составляет в среднем 115 в 1 минуту.

Ускоренное уменьшение фазы отдыха миокарда у лиц с укороченным интервалом P-Q, по-видимому, объясняется дисбалансом в вегетативной регуляции сердечной деятельности и сердце легче откликается на симпатическую стимуляцию, что собственно объясняет склонность к тахикардии у лиц с укороченным интервалом P-Q. В фазу отдыха миокарда происходит восстановление клеточного метаболизма кардиомиоцитов (процесс доставки-удаления разных компонентов обмена веществ), которое регулируется ВНС.

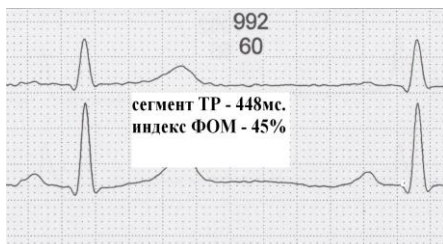
Индикатором соотношения фазы отдыха миокарда ко всему сердечному циклу может стать индекс фазы отдыха миокарда – ФОМ, выраженный в процентах. В состоянии физиологического покоя сердечной деятельности (спокойное бодрствование) и нормальной работы сердца индекс ФОМ составляет от 35% до 50%.

$$\text{Индекс ФОМ} = (\text{сегмент TP} / \text{интервал R - R}) * 100$$

Соотношение фазы отдыха миокарда (сегмент TP.) ко всему сердечному циклу (интервал R-R) несет в себе несколько информативных признаков.

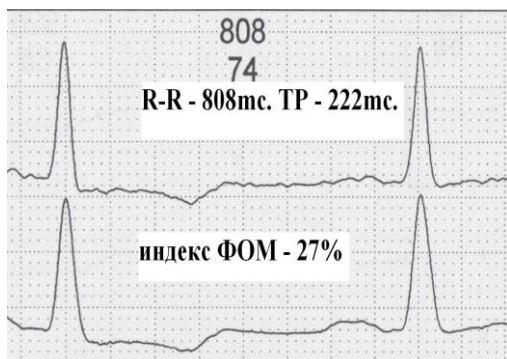
- При ЧСС в зоне спокойного бодрствования (ЧСС 80 и менее) уменьшение доли фазы отдыха миокарда в сердечном цикле свидетельствует об активизации сердечной деятельности (физиологической или патологической), нарушении в проводящей системе сердца (блокады), нарушении клеточного метаболизма кардиомиоцитов, меняющих сократительную способность миокарда.

Увеличение этого показателя может свидетельствовать о расслаблении, отдыхе организма или нарушениях работы синусового узла.



На представленной выше ЭКГ индекс ФОМ составляет 45%. Соотношение должных и фактических величин Р-Q и Q-T в нормативе. Фазы сердечной деятельности (сокращение – отдых) находятся в физиологическом равновесии.

Индекс ФОМ снижается менее 35% при структурной и функциональной патологии миокарда, активизации сердечной деятельности. На представленной ниже ЭКГ индекс ФОМ составляет 27% при ЧСС 74 в одну минуту. Фактические величины Р-Q и Q-T превышают должные на 17% и 20%, что указывает на начальные нарушения работы АВ соединения (относительное замедление) и нарушения обменных процессов в сократительном миокарде.

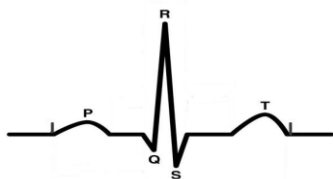


. Анализ сегмента Т-Р и его динамики при нагрузке позволяет оценивать физиологичность сердечной деятельности в состоянии физического покоя и определять показатель ЧСС без фазы отдыха миокарда

## 5. ЭКГ анализ интервала Р – Т.

Здорового человека испытывающего как обычные бытовые, так и спортивные нагрузки интересует ответ на вопрос. “Какие нагрузки его сердце способно выдержать?” Величина возможной максимальной нагрузки напрямую зависит от достигаемой ЧСС. Суммарное время систолы сердца состоит из систолы предсердий и систолы желудочков и оба процесса занимают в среднем при максимальной тахикардии от 330 мс. и более. Поэтому физиологический коридор максимально возможной синусовой ЧСС без гемодинамического конфликта между предсердиями и желудочками сердца лежит в границах от 150 до 180 сокращений в мин.

Интервал Р–Т на ЭКГ представляет всю систолу сердца (сокращение предсердий и желудочков).

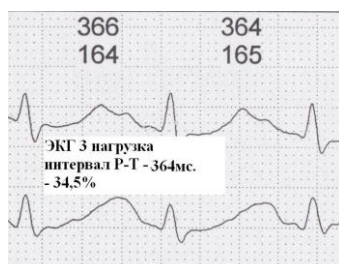
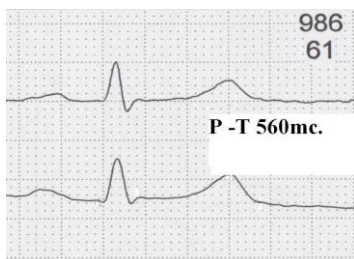


Традиционно определение максимальной ЧСС связано с проведением нагрузочного теста (ВЭМ) до субмаксимальных нагрузок. Проведение ВЭМ несет в себе организационные ограничения, ограничения по возрасту, состоянию организма, что в целом не дает возможности ответить всем на интересующий их вопрос, а на какие нагрузки готово их сердце?. Ответ на вопрос каковы физиологические возможности конкретного сердца и порог максимальной ЧСС

можно получить из анализа интервала Р-Т. Определить конкретную величину максимальной ЧСС для конкретного сердца можно используя интервал Р-Т ЭКГ покоя. В процессе максимального увеличения ЧСС происходит сокращение всех интервалов ЭКГ и интервал Р-Т сокращается в среднем на одну треть (27-35%), от состояния покоя. Это дает возможность определить, какую максимальную ЧСС может развить конкретное сердце.

$$\text{Максимально возможная ЧСС} = 60000 / [(P-T / 3) * 2]$$

На представленной ниже и слева ЭКГ в состоянии покоя при ЧСС 61 время систолы сердца составляет 560 мс. Время интервала Р-Т, при максимальной ЧСС, составит 373 мс, что позволяет для данного человека определить его максимально возможную ЧСС как 160 в 1 минуту.



Традиционный тест с физической нагрузкой для этого же человека определил его максимальную ЧСС в 161 в минуту. На ЭКГ справа у этого же человека на достигнутой ЧСС в 165 в 1 минуту проявилось наложение систолы предсердий на конечную фазу систолы желудочков (начало зубца Р на нисходящей части зубца Т), что указывает уже на не физиологичность такой нагрузки.. Корреляция между максимальной ЧСС определенной по интервалу Р-Т и нагрузочному тесту в данном примере составила 99,3%.

В скрининговой оценке возможностей здорового сердца, можно определять максимально возможную ЧСС, для конкретного человека, исходя из его фактического интервала Р-Т в покое.

В случаях нарушения работы АВ соединения (интервал Р-Q менее 120 мс. и более 200мс.), наличие блокад ножек проводящей системы (увеличении времени QRS более 110 мс.) и исходной тахикардии (ЧСС больше 90) рассчитывать максимально возможную ЧСС по интервалу Р-Т не корректно. При этих состояниях определение максимальной ЧСС проводится по результатам нагрузочного теста с определением пороговой ЧСС.

Кроме того интервал Р-Т содержит в себе две информационные величины. Первая - электрическая систола желудочков. Вторая - характер и состояние работы АВ соединения. Между ними имеется определенное соотношение определяемое индексом Р-Q/Р-Т. Диагностировать нарушения работы конкретных звеньев сердечной деятельности помогает показатель – индекс Р-Q/Р-Т, выраженный в процентах, где на долю интервала Р-Q приходится 30%, а на долю QRS-T 70%.

## **6. ЭКГ анализ интервала Q-T.**

Интервал Q-T отображает часть времени электрической систолы сердца, а конкретно электрическую систолу желудочков, которая зависит от состояния сократительного миокарда и состояния проводящей системы. Своевременное выявление патологии в этой части сердечной деятельности позволяет, аргументировано проводить профилактические мероприятия. Физиологический механизм сердечной деятельности сопровождается изменением времени всех элементов ЭКГ в сердечном цикле, в зависимости от ЧСС.

Время систолы сердца меняется в зависимости от ЧСС и поэтому в анализе ЭКГ важным элементом является приведение общего норматива к должному значению для конкретной ЧСС. Наиболее важным фактором, определяющим продолжительность интервала Q-T, является ЧСС. Зависимость носит нелинейный и обратно пропорциональный характер. Если блокады ножек пучка Гиса видны уже при визуальном анализе, то начальные нарушения функции сократительного миокарда доступны при помощи математического анализа.

Должный интервал Q-T скорректированный по ЧСС определяется по формулам, не содержащим фактический интервал Q-T, а используя эмпирически найденную константу, равную по **Bazett** для женщин  $K=0,40$ , для мужчин  $K=0,37$  и для детей  $K=0,37-0,38$ , а также в модификации **Hegglin**  $K=0,39$  для всех без учета возраста, пола.

**Bazett** -  $Q-T_c = K \cdot \sqrt{R-R}$  Где

**Hegglin, Holzmann** -  $Q-T_c = 0,39 \cdot \sqrt{R-R}$

Формула Базетта наиболее корректна при анализе ЭКГ с ЧСС от 60 до 110 ударов в 1 минуту. При тахикардии или брадикардии должные значения систолы желудочков могут быть не корректны. Также для определения должного интервала Q-T могут быть привлечены формулы

**Саги** - для случаев фибрилляции желудочков

$Q-T_c = 0,154 \cdot (1000 - R-R)$ .

**Framingham**

$Q-T_c = 0,156 + (1 - R-R)$ .

**Rautaharya**

$Q-T_c = 656 + [(1 + ЧСС) / 100]$ .

В литературе встречаются другие формулы для расчета Q-Tс с использованием фактического интервала Q-T и с одинаковой

аббревиатурой (Q-Tc), что вносит некую путаницу в анализе ЭКГ

### **Bazett в модификации Taran, Szilagyi**

$$Q-T_c = Q-T / \sqrt{R-R}.$$

### **Hodges**

$$Q-T_c = Q-T + 1,75 (60 - ЧСС)$$

### **Fredericia**

$$Q-T_c = Q-T / \sqrt[3]{R-R}.$$

Этими формулами определяется не должный (нормальный) интервал Q-T, а фактический интервал Q-T скоригированный (преобразованный) под конкретную ЧСС. Рациональность этих формул заключается в представлении каким будет имеющийся фактический интервал Q-T при других ЧСС (тахикардии).

Поэтому аббревиатуры должного интервала Q-T скоригированного по ЧСС и фактического Q-T скоригированного по ЧСС должны быть разными или с указанием автора формулы расчета, чтобы, встречая обозначение Q-Tc, знать о каком интервале идет речь. К примеру, должный Q-T может носить аббревиатуру Q-Td (due-должный).

Крайние значения интервала Q-T (мене 320мс. и более 430-450мс. для мужчин и 450-470 мс. для женщин) используются для диагностики патологических синдромов удлинённого и укороченного интервала Q-T.. Для ранней диагностики метаболического неблагополучия в сократительной функции миокарда следует обращать внимание не только на цифры интервала Q-T превышающие верхнюю и нижнюю границы нормы, но и на разность расхождения фактического и должного интервалов Q-T по отношению друг к другу.



Разница между фактической и должной величиной интервала Q-T более 10% служит информацией о возможном нарушении клеточного метаболизма кардиомиоцитов сократительного миокарда. Границы нормы колебания разницы между должным и фактическим Q-T в разных источниках разные. Одни считают патологией если разница больше 2% , другие (Master) больше 7%, третьи больше 15%, различая при этом умеренное удлинение интервала Q-T (15-25%) и значительное удлинение интервал Q-T ( более 25%).

Для оценки состояния и динамики электрической систолы желудочков (интервала Q-T) также используется систолический показатель (СП), выражающийся в процентном отношении интервала Q-T к интервалу R-R.

$$\text{СП} = (\text{Q-T}/\text{R-R}) * 100$$

Фактическое значение СП сравнивается с должным показателем СП для конкретной ЧСС. Должное значение СП в зависимости от ЧСС отображено в таблице.

| ЧСС  | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
|------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| Муж. | 30 | 33 | 37 | 40 | 43 | 45 | 47  | 50  | 52  |
| Жен. | 32 | 36 | 40 | 43 | 47 | 48 | 50  | 54  | 56  |

Разница между фактическим и должным СП в норме не должна превышать 5-7%.

Иногда СП ошибочно интерпретируют как показатель, характеризующий взаимоотношение времени работы и отдыха сердца, используя формулу  $\text{СП} = \text{Q-T}/\text{R-R} * 100$ . Однако сокращение сердца состоит из систолы желудочков и систолы предсердий и поэтому использовать СП для оценки характера работы и отдыха всего миокарда не корректно. Для оценки взаимоотношения работы и отдыха сердца необходимо

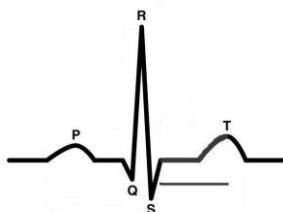
анализировать отношение интервала P-QRS-T к интервалу R-R, используя индекс ФОМ (фазы отдыха миокарда).

Состояние электрической систолы можно оценивать и по показателю, определяемому отношением  $Q-T/Q-T_c$  (Master). Показатель равный меньше 1,07 принимается за норму, а показатель превышающий 1,08 и более характеризуется как патологический.

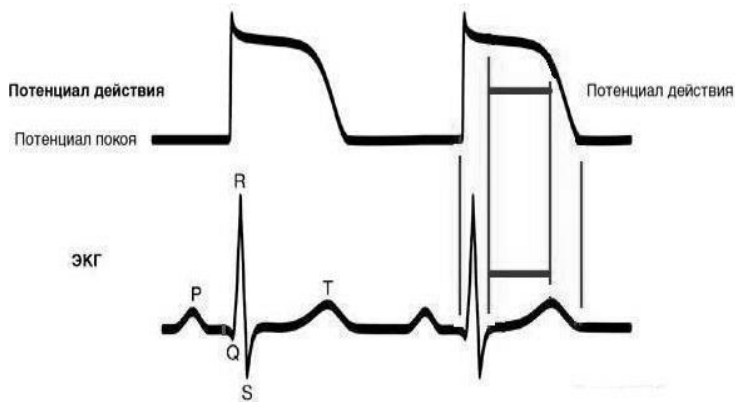
## 7. ЭКГ анализ интервала S-T<sub>1/2</sub>

Интервал S-T<sub>1/2</sub> является составной частью интервала Q-T и несет в себе необходимую информацию для анализа сердечной деятельности.

Основной задачей сердца в организме является осуществление кровотока, что напрямую зависит от сократительной функции миокарда. Традиционно сократительная функция миокарда оценивается с позиций анализа механической систолы сердца с использованием УЗИ сердца. Однако сокращение сердца также представлено и в электрической систоле, и сократительная способность может быть оценена и с помощью ЭКГ.



Интерес к этому участку ЭКГ (S-T<sub>1/2</sub>) вызван тем, что он связан с основной фазой реполяризации потенциала действия кардиомиоцита, фазой плато, обеспечивающей мощность и качество сокращения миокарда.



Фаза начальной быстрой реполяризации на ЭКГ представлена комплексом - "QRS"  
 Фаза медленной реполяризации – фаза «плато» на ЭКГ представлена отрезком - "S- вершинаT"  
 Фаза конечной быстрой реполяризации на ЭКГ представлена второй половиной зубца – "T"

Возбуждение кардиомиоцита отображается в виде потенциала действия образуемого потоком ионов различных микроэлементов. Различным фазам потенциала действия соответствует должная графика ЭКГ. Фазе плато соответствует интервал S-T<sub>1/2</sub>.

Все время реполяризации потенциала действия разделено на три участка – фаза начальной быстрой реполяризации, фаза медленной реполяризации – фаза плато и фаза конечной быстрой реполяризации. На всех этапах реполяризации потенциала действия в клетку кардиомиоцита входит кальций, но наибольшее его количество попадает именно в фазу плато.

Почему необходимо анализировать фазу плато? Потому, что она вносит основной вклад в сократительную способность миокарда. Чем больше в фазу плато сможет попасть ионов Ca в клетку, тем выше сократительная способность сердца. Без входа кальция в клетку будет только потенциал действия и не будет сокращение миокарда и соответственно не будет ЭКГ.

Провести оценку состояния сократительной функции миокарда можно с помощью индекса фазы плато. Индекс фазы плато (индекс ФП) определяется соотношением длительности фазы плато к длительности всей реполяции потенциала действия, выраженный в процентах. В норме индекс фазы плато составляет более 45%

$$\text{Индекс ФП} = (S - T_{1/2} / Q - T) * 100$$

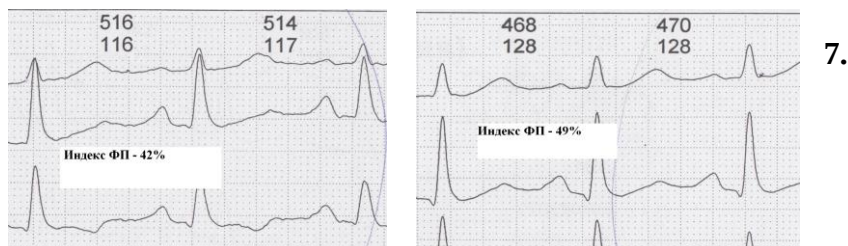
Важность стабильности показателя сократительной функции миокарда отображена в таблице и показатель удерживается в достаточно узком диапазоне норматива, независящем от степени тренированности сердца и ЧСС.

| ЧСС                                 | 61    | 97    | 128   | 165   |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Индекс ФП<br>нетренированное сердце | 55.1% | 55,2% | 51,8% | 52,8% |
| Индекс ФП<br>сердце спортсмена      | 54,9% | 50%   | 50%   | 54.1% |

Доля фазы плато в электрической систоле составляет более 50% и снижение индекса ФП менее 45% может указывать на появление нарушений в сократительности миокарда. Лицам с индексом ФП менее 45% необходимо уточнять сократительную функцию миокарда используя показатель фазы выброса левого желудочка при УЗИ сердца. Сократительная функция миокарда должна отслеживаться не только в состоянии покоя, но и в нагрузке с оценкой МОК и УО. Наибольшие требования к сократительной функции миокарда предъявляются не в покое, а в нагрузке. Поэтому необходимо проверять эту функцию, в том числе и в нагрузке.

На ЭКГ слева в нагрузке уже при ЧСС 116 отмечено снижение индекса ФП до 42%. После коррекции клеточного метаболизма кардиомиоцитов на ЭКГ справа при ЧСС 128

индекс фазы плато нормализовался и составляет 49%. Профилактические мероприятия привели к нормализации сократительной функции миокарда.

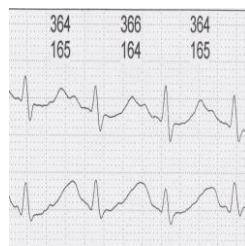
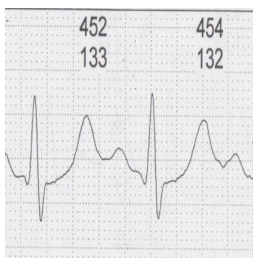
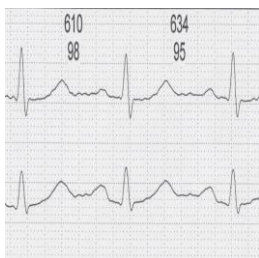


## 8. ЭКГ анализ динамики ЧСС и интервала P-Q при тахикардии.

Бытовые, эмоциональные, спортивные нагрузки в жизни человека требуют от сердца должного реагирования в виде увеличения ЧСС. У клинически здоровых людей, но имеющих ЭКГ особенность в виде ускорения проведения импульса из синусового узла в желудочки (укороченный интервал P-Q), имеется отличие в реакции сердечной деятельности на нагрузку по сравнению с реакцией людей с нормальным интервалом P-Q.

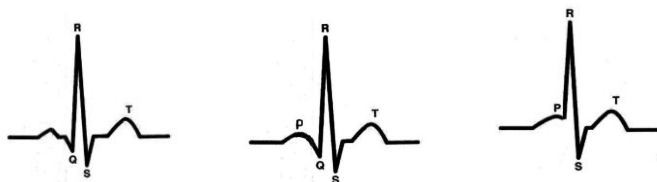
Динамика ЭКГ при тахикардии у лиц с нормальным интервалом P-Q выглядит в виде сокращения всех временных интервалов, с опережающим сокращением фазы отдыха миокарда.

ЭКГ графика ЭКГ при увеличении ЧСС до максимальных значений при исходно нормальном интервале P-Q выглядит следующим образом.



1. В первую очередь с опережающей динамикой сокращается сегмент ТР., вплоть до его исчезновения и последующего наслаивания начальной фазы систолы предсердий на конечную фазу систолы желудочков при превышении физиологической ЧСС.
2. Параллельно, но с меньшей скоростью сокращается интервал Р-Т с сокращением интервала Р-Q до минимальных значений. Однако при этом сохраняется минимальный разрыв между систолами предсердий и желудочков в виде сегмента RQ. Наличие сегмента RQ обеспечивает отсутствие внутрисердечного гемодинамического конфликта систол предсердий и желудочков. Поэтому для лиц с нормальным интервалом Р-Q максимальную ЧСС можно рассчитывать, как через нагрузочный тест, так и по интервалу Р-Т в покое.

ЭКГ графика увеличения ЧСС до максимальных значений при исходно укороченном интервале Р-Q выглядит следующим образом



1. Динамика ЭКГ при учащении ЧСС у лиц с укороченным интервалом P-Q. выглядит в виде сокращения всех временных интервалов, с опережающим сокращением сегмента PQ вплоть до его полного исчезновения, а при продолжении увеличения ЧСС происходит наложение заканчивающейся систолы предсердий на начало систолы желудочков.

Исчезновение сегмента PQ и наложение зубца P. на комплекс QRS свидетельствует о начале конфликта во внутрисердечной гемодинамике. Такое состояние обозначает риск внезапного нарушения ритма при тахикардии и, превышая пороговую ЧСС, закладывается риск внезапной сердечной смерти.

## **9. ЭКГ анализ ЧСС.**

В понятие ЧСС кроется несколько важных информационных параметров, которые необходимы для понимания состояния и возможностей сердечной деятельности человека.

### **Максимально возможная ЧСС.**

Максимально возможная ЧСС конкретного человека определяется состоянием электрической систолы сердца. В процессе максимального увеличения ЧСС в физиологических границах происходит сокращение всех временных интервалов, сегментов, зубцов ЭКГ и интервал P-T сокращается в среднем на одну треть, от состояния ЧСС покоя. Формула расчета максимально возможной ЧСС, исходя из электрической систолы сердца, изложена в главе – «ЭКГ анализ интервала P-T».

### **ЧСС покоя.**

ЧСС покоя это – ЧСС в границах которой организм человека находится в состоянии физиологического покоя. Такая ЧСС

покоя отражает сердечную деятельность, когда фаза работы и отдыха сердца находятся в состоянии физиологического равновесия. Не все ЧСС выполненные лежа – сидя отвечают критериям ЧСС покоя. Индикатором физиологичности фазы сокращения и отдыха миокарда выступает индекс фазы отдыха миокарда (ФОМ), выраженный в процентах. Показатель индекса ФОМ равный 35-50% характеризует ЧСС как ЧСС покоя. Формула расчета индекса ФОМ изложена в главе – «ЭКГ анализ сегмента ТР».

К определению ЧСС покоя можно подойти с позиций анализа соотношения фактической ЧСС с должной ЧСС покоя. Разница между ними не должна превышать 10%.

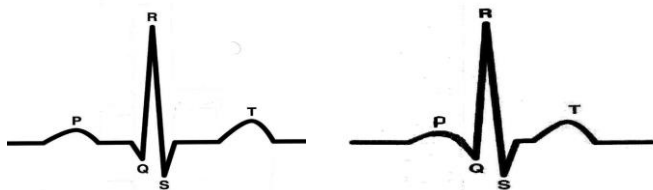
$$ДЧСС = 48 * \sqrt[3]{P(см)/B(кг)}$$

Выбор ЧСС покоя необходим повышения достоверности рассчитываемой максимально возможной ЧСС из интервала Р-Т соответствующей ЧСС покоя. Рассчитывать максимально возможную ЧСС из интервала Р-Т имеющего признаки нарушения проводимости в миокарде, нарушения работы АВ соединения, тахикардии не корректно,

### **Пороговая ЧСС.**

В физиологии учащения сокращений сердца лежит механизм уменьшения перерыва между сокращениями предсердий (Р) и желудочков (QRS) графически отображаемым сегментом PQ. Рисунок ЭКГ слева. При определенной ЧСС наступает момент соприкосновения зубцов Р и QRS. Эта ЧСС и будет, для конкретного человека его пороговой ЧСС. Рисунок ЭКГ справа.





Для определения возможностей своего сердца учащаться без гемодинамического конфликта необходимо определение пороговой ЧСС и это актуально для всех людей, а не только для лиц с укороченным PQ.

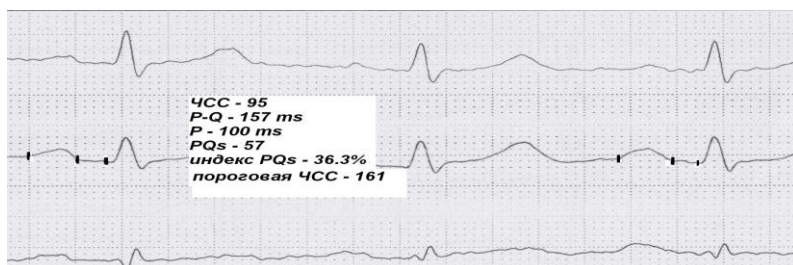
Пороговая ЧСС это - частота сердечных сокращений, за границами которой начинается внутрисердечный гемодинамический конфликт, запускающий аритмогенные механизмы. Понятно, что доводить людей нагрузочным тестом до такого вида ЭКГ картины не рационально и опасно.

Поэтому применяя законы физиологии, пороговую ЧСС можно определить по динамике ЭКГ в ответ на любую умеренную физическую нагрузку или гипервентиляцию, проводящих к увеличению ЧСС на 20-30 ударов сердца по сравнению с исходной ЧСС. Зная динамику ЧСС, динамику интервала P-Q между ЭКГ покоя и ЭКГ нагрузки можно рассчитать время, затрачиваемое на одно сокращение и соответственно определить количество возможных дополнительных сокращений в сегменте PQ ЭКГ нагрузки. Пороговая ЧСС определяется сложением ЧСС нагрузки и полученного количества дополнительных сокращений сердца.

К примеру, на ЭКГ покоя 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 -57мс. 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.

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.

**Формула расчета пороговой ЧСС при физиологической реакции P-Q на нагрузку.** (при условии, что интервал P-Q<sub>1</sub> больше интервала P-Q<sub>2</sub>)

$$\text{ЧСС пороговая} = \text{ЧСС}_2 + \text{ЧСС дополнительная}$$

$$\text{ЧСС дополнительная} = \frac{PQ_2}{t \text{ P-Q} / \text{ЧСС.}}$$

Где:

- $t_{P-Q/\text{ЧСС}}$  - время динамики АВ проводимости на одно сокращение сердца.
- $t_{P-Q/\text{ЧСС}} = (P-Q_1 - P-Q_2) : (\text{ЧСС}_2 - \text{ЧСС}_1)$ .
- $\text{ЧСС}_1$  - ЧСС покоя
- $\text{ЧСС}_2$  - ЧСС нагрузки
- $P-Q_1$  - интервал P-Q ЭКГ покоя
- $P-Q_2$  - интервал P-Q ЭКГ нагрузки
- $PQ_2$  - время сегмента PQ ЭКГ нагрузки

Окончательная цифра дополнительной ЧСС зависит от физического состояния сердца каждого человека и реакции сердца на выполненную нагрузку. При прочих равных условиях (возраст, пол, одинаковая нагрузка) у каждого человека имеются свои возможности сердца к выполнению нагрузки, своя реакция сердца на нагрузку. Знание пороговой ЧСС позволяет здоровым лицам определять ЧСС тренировочного режима исходя из нее. У лиц с нарушением работы АВ соединения, в виде замедления АВ проводимости ( $P-Q$  более 200мс.), проводить расчет пороговой ЧСС по данной формуле не корректно.

При физиологическом ответе сердечной деятельности на начальных этапах нагрузки, сердце увеличивает МОК за счет усиления мощности сокращения миокарда и увеличения объема выброса крови левым желудочком. При продолжающемся увеличении нагрузки сердце начинает увеличивать МОК за счет увеличения ЧСС.

По характеру ответа сердечной деятельности на нагрузку можно судить о характере тренированности организма, степени подготовленности сердца к выполнению предъявляемых нагрузок.

Учитывая показатели ударного объема, фракции выброса левого желудочка, достигаемой ЧСС возможно рационализировать процесс укрепления - усиления физического состояния сердца.

Для большинства населения, не испытывающего значительные физические нагрузки характерно состояние нетренированного сердца, быстро переводящее реакцию увеличения МОК за счет увеличения ЧСС.

| Динамика показателей сердечной деятельности на умеренную нагрузку от исходного уровня (20 приседаний за 30 секунд) по данным УЗИ сердца. |                   |                   |                     |                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|----------------------------------|
|                                                                                                                                          | ЧСС               | УО                | МОК                 | ФВ                               |
| Детренированное сердце                                                                                                                   | прирост более 71% | уменьшение        | прирост менее 30%   | уменьшение или прирост менее 10% |
| Нетренированное сердце                                                                                                                   | прирост 31-70%    | прирост менее 20% | прирост на 30 - 70% | прирост на 10-20%                |
| Тренированное сердце                                                                                                                     | прирост до 30%    | прирост более 20% | прирост более 70%   | прирост более 20%                |

### **ЧСС работы сердца без фазы отдыха – ЧСС hwr.**

При интенсификации сердечной деятельности и увеличения ЧСС происходит сокращение времени всех компонентов ЭКГ и быстрее сокращается фаза отдыха миокарда (сегмент TP). При определенной ЧСС этот сегмент исчезает и сердце при этом условии начинает работать без фазы отдыха, что ведет к метаболическим нарушениям в кардиомиоцитах. Знать эту ЧСС необходимо всем людям, чтобы в своих бытовых, спортивных нагрузках не заходить в зону метаболических нарушений миокарда. ЧСС hwr не является статической величиной и изменяется в зависимости от изменения состояния сердца. При повышении выносливости сердца она увеличивается. При уменьшении выносливости или патологии она уменьшается.

Формула расчета ЧСС hwr изложена в главе – «ЭКГ анализ сегмента TP».

### **ЧСС тренировочного режима.**

Если необходимо укрепить сердечнослудистую систему, повысить выносливость сердца к нагрузкам человек должен заниматься физическими нагрузками. Для основной части здорового населения ведущего обычный режим бытовых нагрузок ЧСС тренировочного режима должна определяться исходя из ЧССhwr.

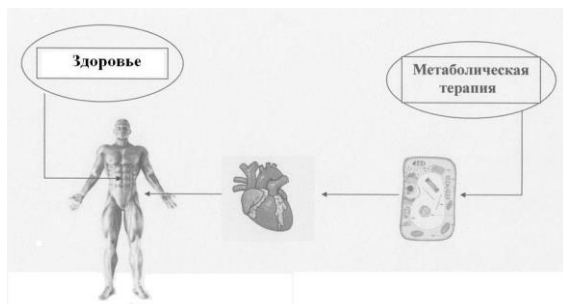
$$\text{ЧСС тр. режима} = \text{ЧССhwr} * (0,75) \text{ или } (0,85)$$

Для лиц занимающихся спортом или значительными физическими нагрузками ЧСС тренировочного режима рассчитывается исходя из пороговой ЧСС.

$$\text{ЧСС тр. режима} = \text{пороговая ЧСС} * (0,75) \text{ или } 0,85)$$

## **10. Метаболическая терапия в кардиологии.**

Аксиомами физиологии являются утверждения, что здоровье целостного организма зависит от здоровья органов его составляющих, а здоровье органов зависит от здоровья клеток составляющих орган и что здоровье клеток формируется правильным клеточным метаболизмом.

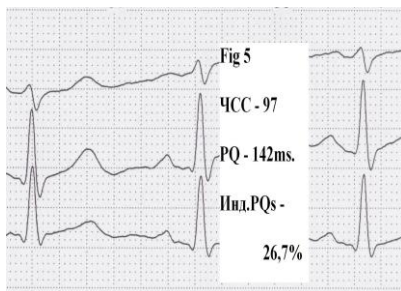
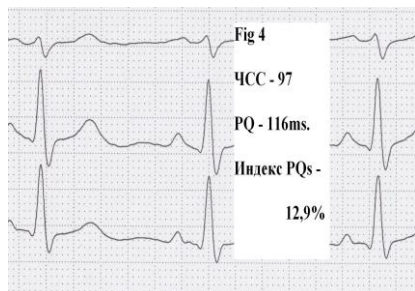


Сердце, как орган состоит из клеток проводящей системы, клеток сократительного миокарда, клеток соединительной ткани и для их жизнедеятельности необходим нормальный клеточный метаболизм. Основой нормализации нарушенного клеточного метаболизма является метаболическая терапия. Поэтому мишенями для метаболической терапии в кардиологии являются кардиомиоциты сократительного миокарда и кардиомиоциты проводящей системы, в том числе и АВ соединения. Метаболическая терапия не является инструментом лечения болезней, а является методом коррекции, восстановления нарушенных функций, методом поддержания и укрепления здоровья органа, организма.

Необходимо выделять состояние относительного ускорения-замедления АВ проводимости, так как коррекция-профилактика нарушения работы АВ соединения на этом этапе достигается минимальными усилиями, а за пределами нормы необходимы уже системные меры. Отказывая человеку в профилактике, коррекции ранних нарушений работы и функции сердца, АВ соединения открывается путь в зону риска внезапной сердечной смерти и в зону АВ блокад и установки кардиостимулятора.

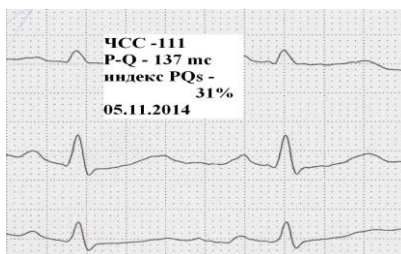
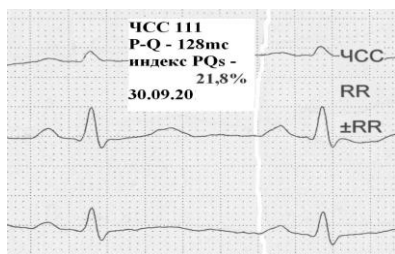
Алгоритм нормализации клеточного метаболизма предусматривает доставку клетке всех необходимых компонентов, удаление всех отработанных компонентов обмена веществ, организации – регуляции процесса доставки – удаления компонентов метаболизма, защиты клеточных мембран с использованием органопротекторов.

**Пример** результатов коррекции клеточного метаболизма кардиомиоцитов проводящей системы сердца при абсолютном укорочении интервала Р-Q с риском нарушения ритма при тахикардии представлен на ЭКГ.



**Комментарий:** На ЭКГ слева зарегистрировано при ЧСС 97, укорочение интервала P-Q до 116 мс. и выраженный риск нарушения ритма при тахикардии в виде индекса PQs – 12,9%. После метаболической коррекции при той же ЧСС отмечается нормализации интервала P-Q и ликвидация риска нарушения ритма при тахикардии (нормализация индекса PQs).

**Пример** результативности метаболической коррекции кардиомиоцитов в устранении нарушения работы AV соединения, у лиц с относительным укорочением интервала P-Q и риском нарушения ритма при тахикардии. Важность выделения относительно укороченного интервала P-Q связана с наличием в нем риска нарушения ритма при тахикардии. В группе лиц с относительно укороченным интервалом P-Q он

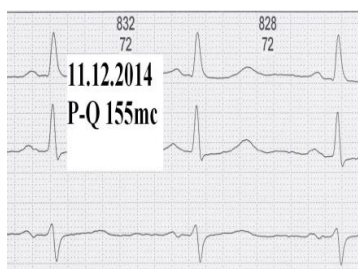
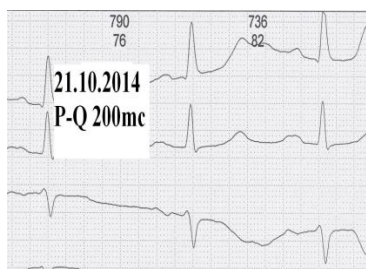


встречается в 41,5%.

**Комментарий.** На ЭКГ слева зарегистрирована ЭКГ с риском нарушения ритма (индекс PQa – 21.8%) На ЭКГ справа

после метаболической коррекции при той же ЧСС отмечается ликвидация риска нарушения ритма при тахикардии (нормализация индекса PQs). В целом результативность использования кардиопротекторов в терапии и профилактике укороченного интервала PQ показала возможность, как уменьшать, так и снимать риски внезапной сердечной смерти среди людей с данной патологией. Применение кардиопротекторов показано лицам с индексом PQs менее 25%. Профилактика начальных нарушений работы AV соединения в виде укорочения P-Q уводит людей из зоны риска внезапной сердечной смерти.

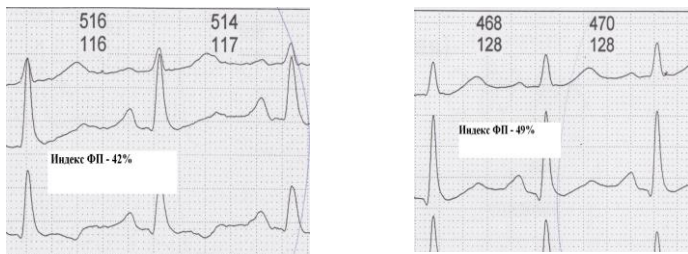
**Пример** результативности метаболической коррекции кардиомиоцитов в устранении нарушения работы AV соединения, у лиц с относительным замедлением AV проводимости в виде удлиненного интервала P-Q .



**Комментарий.** На ЭКГ слева зарегистрирована ЭКГ с относительным замедлением AV проводимости (интервал P-Q 200мс. при ЧСС 76) на фоне приема гипотензивной терапии. После коррекции клеточного метаболизма на ЭКГ справа на фоне продолжающейся медикаментозной терапии зарегистрирована нормализации AV проводимости (интервал P-Q 155мс. при ЧСС 72) Перед назначением медикаментозных средств необходимо проверять состояние AV проводимости и вовремя профилактировать выявленные нарушения.



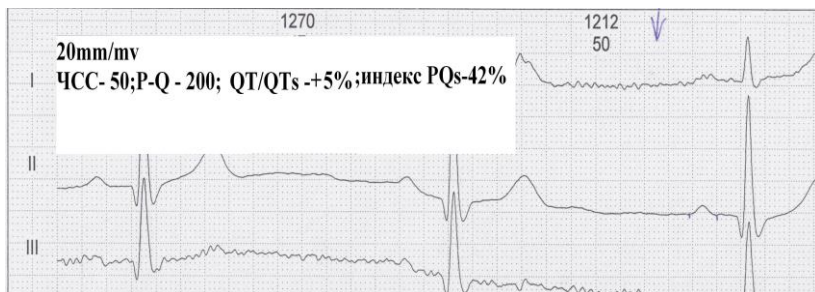
**Пример** результативности метаболической коррекции кардиомиоцитов в устранении нарушения сократительной функции миокарда. В качестве критерия контроля эффективности нормализации сократительной функции использован индекс фазы плато



**Комментарий.** На ЭКГ слева зарегистрирована ЭКГ со сниженным индексом ФП -42% при ЧСС 116. На ЭКГ справа после коррекции клеточного метаболизма при еще большей нагрузке на миокард (ЧСС 128) зарегистрирована нормализация индекса ФП – 49%. Профилактические мероприятия привели к нормализации сократительной функции миокарда.

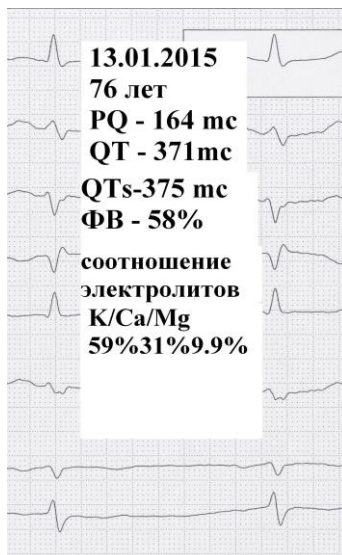
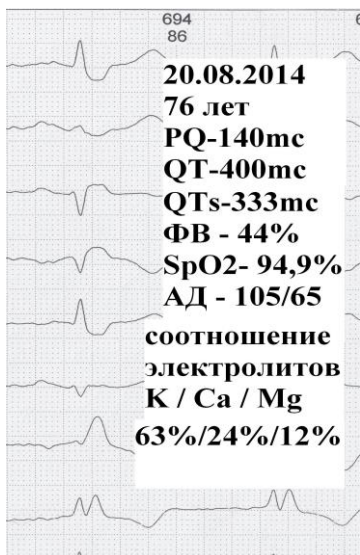
**Пример** результативности метаболической коррекции кардиомиоцитов в устранении нарушения работы AV соединения, у лиц с AV блокадой.





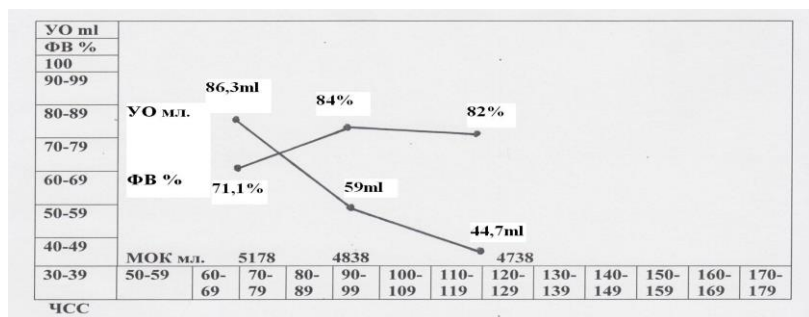
**Комментарий.** На ЭКГ сверху зарегистрирована ЭКГ с АВ блокадой 1 степени. (интервал P-Q 240мс) На ЭКГ снизу после коррекции клеточного метаболизма нормализация АВ проводимости даже на фоне увеличения парасимпатической активности ВНС (интервал P-Q 200мс при ЧСС 50)

**Пример** результативности метаболической коррекции кардиомиоцитов в устранении нарушения сократительной функции миокарда. В качестве критерия контроля эффективности нормализации сократительной функции использован показатель фракции выброса.



**Комментарий.** На ЭКГ слева зарегистрирована ЭКГ с нарушением обменных процессов в миокарде, сниженной фракции выброса до степени сердечной недостаточности, снижением сатурации кислорода, нарушением электролитного баланса, нарушением в проводящей системе в виде двухпучковой блокады (блокада передней ветви пучка Гиса и полная блокада правой ножки пучка Гиса). На ЭКГ справа после коррекции клеточного метаболизма кардиомиоцитов отмечена нормализация обменных процессов в миокарде, нормализация фракции выброса, нормализация электролитного баланса, улучшения в проводящей системе в виде ликвидации полной блокады правой ножки пучка Гиса. Метаболическая терапия с применением кардиопротектора и электролитов привела к положительной динамике сократительной функции миокарда, улучшению работы проводящей системы

**Пример** результативности метаболической коррекции кардиомиоцитов в устранении нарушения сократительной функции миокарда у спортсмена вызванной предварительной значительной спортивной перегрузкой.



При нагрузке сердце на фоне учащения ЧСС должно увеличивать МОК, мощность сокращения и незначительно снижать УО. У данного спортсмена при умеренной нагрузке выполненной после проведенного накануне соревнования зарегистрирована патологическая реакция сердечной

деятельности в виде снижения МОК, за счет резкого снижения УО.

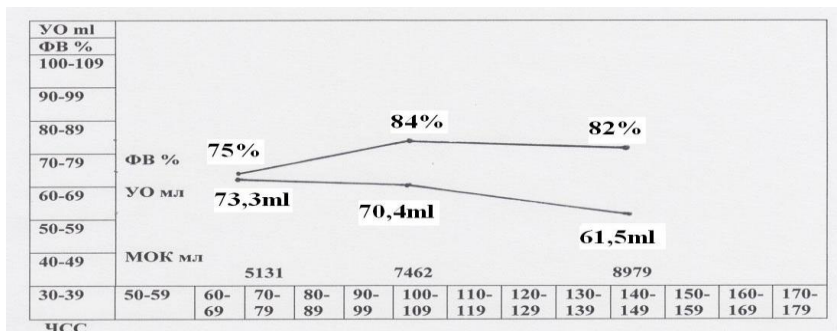
На представленной диаграмме снижение МОК при нагрузке и резкое снижение УО (до - 48,3%) от исходного уровня указывают на возможное нарушение сократительной функции миокарда и риск срыва адаптации к нагрузкам. Данная реакция сердечной деятельности на нагрузку свидетельствует о неготовности сердца к дальнейшему выполнению, как интенсивных, так и длительных нагрузок, угрозе развития сердечной патологии.

Восстановительный период дыхательной и сердечнососудистой систем после нагрузки занимает минуты – часы. Однако пульс, АД, ЧД восстановившись до нормы, создают ложное впечатление полного благополучия и не дают представления о клеточном метаболизме, нормализация которого, после физических нагрузок занимает дни. Поставив этого спортсмена с таким клинически молчаливым состоянием на следующий этап соревнования можно было бы ожидать сердечной катастрофы.

Чтобы не доводить сердце до кризиса необходимо проводить коротким курсом профилактику нарушения клеточного метаболизма кардиомиоцитов перед нагрузкой и после нагрузки.

Необходимые оздоровительные мероприятия по профилактике патологии сердечной деятельности, укрепление выносливости сердца находятся в русле метаболической терапии.

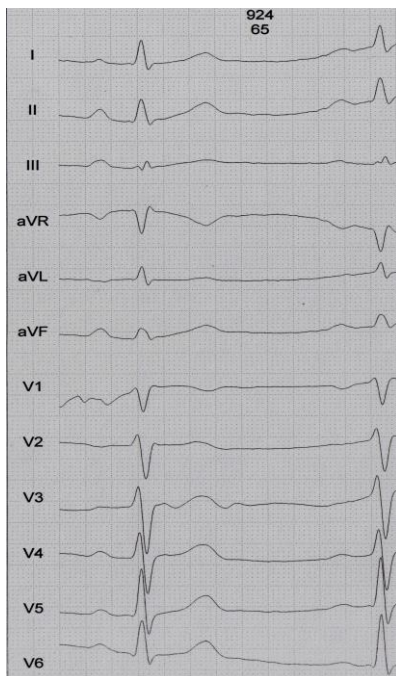
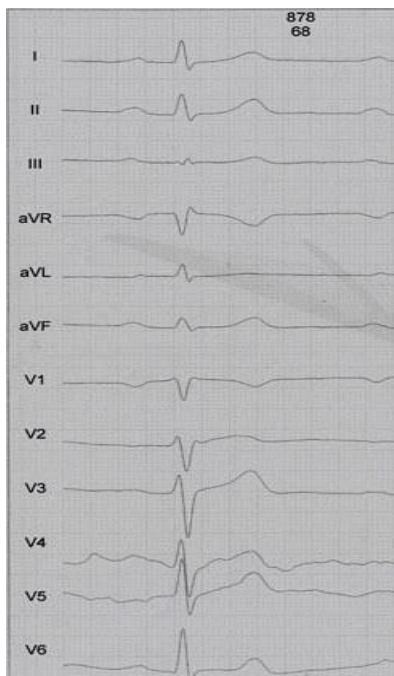
Реакция сердечной деятельности у этого же спортсмена после коррекции клеточного метаболизма представлена на диаграмме.



**Комментарий.** Коррекция клеточного метаболизма кардиомиоцитов привела к нормализации динамики МОК, УО и индекса ФП при нагрузке, что свидетельствует о восстановлении сократительной функции миокарда. Достигнуто полное восстановление сердечной деятельности до уровня тренированного сердца и возможность возврата к спортивным нагрузкам. Защита клеточных мембран, нормализация клеточного метаболизма приводят к восстановлению нарушенных функций сердца. Препаратами выбора во всех исследованиях сердечной деятельности, в профилактике нарушений сердечной деятельности и коррекции нарушенных функций выступали кардиопротектор Олеопрен Кардио, средства нормализации электролитного баланса Кальцимакс, Кардиогель, средства нормализации баланса ВНС – Нейростабил.

**Пример.** Пример результативности ранней диагностики нарушения работы сердца вследствие возникшего электролитного дисбаланса и эффективной его коррекции. Перед нами две кардиограммы. Визуально и по основным общепринятым показателям это – «братья близнецы» и не только между собою, но и с ЭКГ предыдущих годов. Однако первая ЭКГ (ЧСС 68) сделана при наличии жалоб кардиального характера. Вторая (ЧСС 65) сделана в качестве контроля и на

фоне отсутствия жалоб, с разницей в одну неделю. В чем же разница между ними?



**Комментарий.** После быстрой потери жидкости (до 2 литров) возникли постоянные ноющие боли в области сердца, державшиеся до 4 часов. Через 2 часа после начала болей был принят аспаркам. Несмотря на визуальную идентичность, данные ЭКГ отличаются по показателям, характеризующим работу АВ соединения и метаболические процессы в миокарде. Так на ЭКГ от 24.01.2016 отмечено замедление АВ проводимости (интервал P-Q) и расширение систолы желудочков (интервал Q-T) выявленные при сравнении с должными показателями и вернувшиеся в норму после коррекции электролитного баланса.

| показатель      | ЭКГ от 24.01.2016 | ЭКГ от 02.02.2016 |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| фактический P-Q | 194 (123%)        | 160 (105%)        |
| должный P-Q     | 148               | 152               |
| фактический Q-T | 384 (111%)        | 379 (107%)        |
| должный Q-Tс    | 346               | 355               |
| индекс P-Q/P-T  | 34.1%             | 30.9%             |
| индекс ФП       | 53%               | 52.3%             |
| R-R             | 878               | 924               |
| ЧСС             | 68                | 65                |

В результате анализа ЭКГ с учетом дополнительных показателей можно констатировать возникновение нарушения работы АВ соединения в виде относительного замедления АВ проводимости (интервал P-Q- 194 (123%) и нарушения метаболических процессов в виде увеличения продолжительности систолы желудочков (интервал Q-T- 384 (111%) Все эти ЭКГ изменения указывают на возникновение электролитного дисбаланса с возможным дефицитом магния, которые подтверждены показателями электролитов крови.

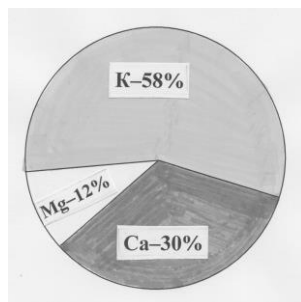
В практике доклинического выявления патологии и профилактике наиболее распространенным явлением является недостаток микроэлементов – магния и кальция в виде не абсолютного дефицита, а нарушения электролитного баланса между микроэлементами. Недостаток магния в первую очередь сказывается на работе кардиомиоцитов проводящей системы и проявляется нарушением работы АВ соединения – замедления АВ проводимости, увеличением интервала P-Q. Недостаток кальция ведет к нарушению работы кардиомиоцитов сократительного миокарда, вызывая в большей мере удлинение электрической систолы сердца, расширению интервала Q-T. Недостаток калия, магния активизирует аритмогенные механизмы, проявляющиеся в виде экстрасистол. Абсолютный недостаток микроэлементов встречается гораздо реже относительного недостатка того или иного компонента.

При регулировании электролитного баланса необходимо учитывать не столько абсолютные показатели электролитов, сколько их баланс между собою. Особенности регулирования электролитного баланса состоят в том, что все электролиты в организме человека находятся в жесткой взаимосвязи и взаимовлияния друг на друга. Здоровье это не просто набор нужных компонентов для метаболизма. Здоровье это – гомеостаз, баланс между ними. Поэтому необходимо проводить не только количественный анализ электролитов, но и анализ их соотношения (баланс) между собою при назначении средств содержащих электролиты.

Наиболее важными электролитами, влияющими на процессы возбудимости, проводимости, сократимости миокарда и дисбаланс которых находит свое отражение в изменениях электрокардиограммы (P,PQ,QRS,ST,T,QT,U) являются электролиты калия, кальция, магния (K, Ca, Mg) и соответственно баланс между ними.

Абсолютные значения нормы и норматив соотношения этих трех элементов друг к другу отображены в таблице и на диаграмме.

| Электролит | Границы колебания (ммоль/л) | Среднее значение (ммоль/л) | Процент в общем пуле   |
|------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|
| K          | 3,62 – 5,56                 | 4,59                       | 58,2%<br>(55,29-61,1%) |
| Ca         | 2,12 – 2,61                 | 2,36                       | 29,9%<br>(28,4-31,3%)  |
| Mg         | 0,72 – 1,17                 | 0,94                       | 11,9%<br>(11,3-12,4%)  |



К примеру: K -5,50 Ca -2,12 Mg -0.72  
 Соотношение: – ( 66% - 25% - 8,6%)  
 K -3,80 Ca -2,6 0 Mg -0.72  
 Соотношение: – ( 53% - 36% - 10%)



К -4,65 Са -2,53 Mg -0.77  
Соотношение: – ( 58% - 32% - 9,7%)

В трех представленных примерах абсолютные показатели электролитов в нормативе и не требуют коррекции. Однако анализ баланса между ними указывает на нарушение их соотношения между собою и требует конкретной коррекции. В медицинской практике наиболее часто встречается именно дисбаланс между электролитами, устранение которого ведет к нормализации функций миокарда.

Заподозрить электролитный дисбаланс позволяет выявление на ЭКГ относительного удлинения – укорочения интервалов P-Q и Q-T в сочетании с экстрасистолией. Подтвердить имеющееся нарушение электролитного баланса помогает анализ соотношения электролитов K/Ca/Mg между собою. Обращать внимание на электролитный дисбаланс необходимо не стадии уже сформированной патологии, а на стадии начальных нарушений, так как эти нарушения завершаются АВ блокадой и кардиостимулятором, внезапной сердечной смертью, сердечной недостаточностью. И эту раннюю информацию о начальных нарушениях позволяет получить простой анализ ЭКГ.

При профосмотре у мужчины без клинических проявлений на ЭКГ от 25.05.2016визуально зарегистрирована только одиночная экстрасистолия. Однако при математическом анализе выявлено нарушение работы АВ соединения (индекс PQ/PT- 34%) в виде замедления АВ проводимости (интервал P-Q- 184мс. или 133% от должного P-Q) и нарушение метаболизма сократительного миокарда (Q-T 113% от должного Q-T). Указанные изменения позволили заподозрить электролитный дисбаланс Mg, что и было подтверждено анализом соотношения электролитов крови (К-60,8% Са- 29,9% Mg- 9,3%).

**28.05.2016**

**R-R - 761, P-Q-184 (133%), Q-T- 366 (113%), P/R- 1/3,5  
P-T- 540, индекс PQ/PT - 34%, P-Qc-138, Q-Tc-323**

После назначения метаболической терапии виде одного магния 200мг на второй день на ЭКГ от 30.05.2016 отмечена нормализация работы AV соединения. Отсутствие динамики интервала Q-T указывает на неспецифический характер его изменения не связанного с дефицитом магния.

**30.05.2016**

**R-R - 768, P-Q- 156 (112%), Q-T-366 (113%), P/R-1/2,5  
P-T-527, индекс PQ/PT- 29,6%, P-Q- 139, Q-T- 324**

Риск нарушения электролитного дисбаланса возрастает у лиц ведущих активный образ жизни и быстро сбрасывающих вес (сауна, обильное потение, форсированный диурез и т.п.)

## **11. ЭКГ для здорового человека.**

За более чем столетнее использование электрокардиографии в медицине её основной акцент изучения был сосредоточен на ЭКГ патологии, что отвечало интересам больного сердца. За этот период практически не осталась не изученных сторон ЭКГ патологии. Интересы же здорового сердца оставались в тени и при отсутствии патологии, в ЭКГ заключении просто

указывается – нормальная ЭКГ. Достаточно ли для здорового человека этой простой фразы? К сожалению для большинства здорового населения этого оказывалось недостаточным. Такая формулировка позволяет населению не озадачиваться состоянием здоровья своего сердца и вспоминать о нем только, когда появится явная патология. Когда у человека возникли жалобы на сердце он идет и выполняет кардиограмму. Выполнив ее и зачастую получив ответ – нормальная ЭКГ, человек успокаивается. Общая информация в виде слов – нормальная ЭКГ позволяет погасить свои тревоги и воспринимается как гарантия благополучия для сердца на все случаи жизни, и надежды на пресловутое «Авось пронесет».

«Авось» действительно некоторый период выводит к мнимому благополучию, но в конце то концов приводит к явной состоявшейся патологии сердца. И об этом свидетельствует статистика заболеваемости сердечнососудистой системы.. Несмотря на все успехи и достижения медицины в кардиологии лидерство среди соматических заболеваний человека крепко удерживает сердечно-сосудистая патология. Больные люди не возникают из ниоткуда. Они появляются из среды здоровых людей доведших свое здоровье до болезни. И этому способствует в том числе и упрощенное заключение ЭКГ в виде фразы – нормальная ЭКГ, без её детализации всех сторон сердечной деятельности.

Регистрируя на ЭКГ патологию врач детально расписывает ее характер, локализацию, динамику. Такой же конкретики в описании требует и сердце здорового человека, чтобы он смог рационально и безопасно эксплуатировать свой «мотор жизни», вовремя профилактировать его поломки, укреплять его возможности.

Кроме того необходимо учитывать, что интересы больного человека и здорового человека в отношении электрокардиограммы – разные. Больного интересуют ответы

на вопросы – какая патология у него, где, почему и каков прогноз. Здорового человека, особенно спортсмена, физкультурника, интересуют возможности его сердца к выполнению различных нагрузок, наличие рисков развития сердечной патологии, рекомендации по их профилактике и укрепления выносливости своего сердца. И под эти разные интересы здорового и больного человека ЭКГ заключение предоставляет больному всю и подробную информацию, а здоровому человеку только в виде фразы- нормальная ЭКГ..

Классическая методика снятия информации с 12 отведений ЭКГ позволяет ответить не только на вопрос, а есть ли патология, но и определить ее локализацию. Анализ ЭКГ состоит из двух блоков информации – количественной и качественной.. В анализе электрокардиограммы важной является информация о времени, амплитуде, динамике интервалов, сегментов, зубцов ЭКГ, частоты и характере ритма, позволяющая определить наличие патологии. Визуальный анализ позволяет дополнить и локализовать патологию. Получить основную информацию о сердечной деятельности здорового сердца можно уже анализируя одно из стандартных отведений ЭКГ. Другими словами зарегистрировав одно отведение ЭКГ здоровый человек может получить ответы на все интересующие его вопросы.

Кроме того классическая ЭКГ требует определенных условий снятия электрокардиограммы, а именно:

1 Наличие электрокардиографа, расположенного в отдельном кабинете и как правило, чаще в медицинском учреждении, что порождает необходимость посещения медицинского учреждения для снятия ЭКГ со всеми организационными проблемами, чтобы попасть в этот кабинет.

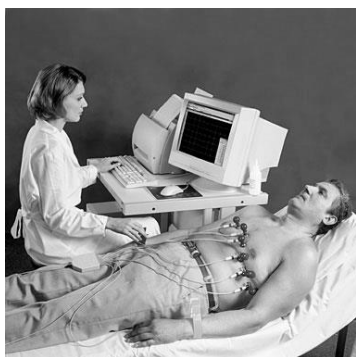
2. Соблюдение требований безопасности работы ЭКГ кабинета (заземление, техника безопасности, специализированная

медицинская кушетка и т.д.) требует специализированного персонала.

3. Временные затраты на 1 исследование формируют не только пропускную способность кабинета, но и порождают очередь, ожидание, ограничения по времени приема, отсроченное, от времени снятия ЭКГ, получение результата исследования и т.д.

4. Снятие ЭКГ только в покое и в положении лежа удовлетворяют потребности диагностики патологии, но здоровое сердце обязано справляться не только с «положением лежа», но и с различными нагрузками. Для отображения возможностей сердца справляться с ними необходима ЭКГ с нагрузочным тестом.

Все эти особенности классической постановки электрокардиографии не подвигают здорового человека делать по своему желанию, добровольное, профилактическое обследование своего сердца и активно культивируют мировоззрение – «авось пронесет». Кроме того особенности классического снятия ЭКГ не позволяют широко использовать ее для регистрации качественной ЭКГ у детей с которыми затруднен словесный контакт.



Научно технический-прогресс сегодня предоставляет широкий

выбор электрокардиографов, для классической методики съема ЭКГ от многоканальных компьютерных систем до портативных аппаратов.

Какие требования необходимо соблюсти, чтобы здоровый человек активно пользовался электрокардиографией?

1. Необходим простой прибор с простым алгоритмом снятия ЭКГ, с возможностью воспользоваться прибором в любом непригодном месте, дома, на работе, со свободным доступом к прибору, удобным временем работы кабинета где расположен прибор, технологией снятия ЭКГ не требующей специализированного медперсонала и получением результата сразу после снятия ЭКГ.

2. Чтобы съем ЭКГ производился в максимально упрощенном виде ( в любом положении, без снятия одежды, в максимально короткие сроки и чтобы заключение было с максимальной полной информацией о работе, возможностях своего сердца, с должными предостережениями и рекомендациями выполняемыми в том числе самостоятельно каждым человеком.

Какая детализация должна быть отображена в ЭКГ заключении для здорового человека, вместо слов нормальная ЭКГ и какой для этого необходим кардиограф? Для реализации оценки сердечной деятельности у здорового человека достаточно портативного электрокардиографа снимающего ЭКГ в одном из стандартных отведений (пальцевой съем сигнала ЭКГ).

Современный научно-технический прогресс привел к возможности исполнения этих требований получения необходимой для здорового человека информации в виде портативных аппаратов с одноканальным съемом ЭКГ, с возможностью регистрации ЭКГ в режиме просмотра, не раздевая человека, в любом возрасте, в любом положении, в

любом состоянии, в любом месте, без эмоционального напряжения, с выдачей ЭКГ заключения сразу после регистрации ЭКГ, с данными ЭКГ необходимыми для здорового человека.



Такой кардиограф позволяет получить всю необходимую информацию для здорового человека, а именно:

1. Частота ритма и его регулярность;
2. Цифровая конкретизация всех амплитудно временных элементов ЭКГ;
3. Наличие или отсутствие риска развития сердечнососудистой патологии;
4. Наличие или отсутствие риска нарушения ритма сердца при тахикардии;
5. Наличие или отсутствие риска нарушения сократительной функции миокарда.
6. Показатель максимально возможной ЧСС при нагрузке.
7. Показатель пороговой ЧСС, за которой реализуется риск нарушения ритма при тахикардии.
8. Показатель ЧСС  $hwg$  - частоты работы сердца без фазы отдыха;
9. Показатель ЧСС тренировочного режима.

10. Показатель индекса фазы отдыха миокарда.
11. Показатели характеризующие вмешательство вегетативной нервной системы в регуляцию сердечной деятельности.
12. Должных величин интервала Р-Q скоригированных по ЧСС.
13. Наличие начальных форм нарушения работы ФМ соединения.

Результат такого ЭКГ заключения содержащий всю необходимую информацию для здорового человека по состоянию сердечной деятельности и возможностям сердца к выполнению нагрузок отображен ниже.

### ЭКГ

#### (оценка сердечной деятельности)

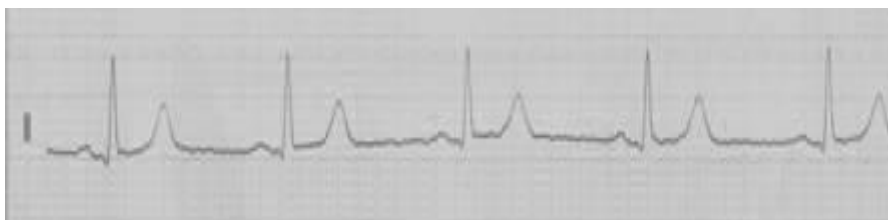
Ф.И.О. Данилина О.П.

Дата рождения: 1961

Дата обследования: 05.06.2015

Скорость – 50мм/с

Усиление – 10 мм/мВ



| Показатели              |           |
|-------------------------|-----------|
| ЧСС                     | 65        |
| Р-Q (мс)                | 153 (90%) |
| Р-Qс (мс)               | 170       |
| Р (мс)                  | 102       |
| РQ (мс)                 | 51        |
| Р-Т (мс)                | 571       |
| S-T <sub>1/2</sub> (мс) | 222       |
| ТР (мс)                 | 367       |
| R –R (мс.)              | 922       |
| Q-Tс (мс)               | 397       |



|                                             |            |
|---------------------------------------------|------------|
| Q-T (мс)                                    | 414 (104%) |
| QRS (мс)                                    | 104        |
| ± R-R (мс)                                  | 20         |
| D_Q-Tс (мс)                                 | 22         |
| СП (%)                                      | 43         |
| Индекс PQs (%) ( норма более 25%)           | 33%        |
| Индекс фазы плато ФП (%) ( норма более 45%) | 53,6%      |
| Индекс ФОМ ( норма более 40%)               | 40         |
| Индекс P-Q/P-T ( норма 30%)                 | 26,7%      |

### **Заключение**

- Ритм правильный с ЧСС:
  - 65 в 1 минуту.
- Риск внезапного нарушения ритма при тахикардии:
  - не выявлен
- Признак нарушения сократительной способности миокарда:
  - не выявлен.
- Признаки нарушения работы AV соединения:
  - незначительное ускорение AV проводимости.
- Соотношение фаз (сокращение – отдых сердца) в покое:
  - нарушено.
- Состояние сердечной деятельности:
  - требует коррекции.

### **ЭКГ скрининг**

**(оценка сердечной деятельности в покое и нагрузке)**

Ф.И.О. Гладышев А.А.

Дата рождения: 1980

Дата обследования: 29.04.2013

Скорость – 50мм/с

Усиление – 10 мм/мВ

ЭКГ в покое



ЭКГ в нагрузке – 25 приседаний за 30 секунд.



| Показатели                           | в покое   | в нагрузке |
|--------------------------------------|-----------|------------|
| ЧСС                                  | 58        | 123        |
| P-Q (мс)                             | 157 (91%) | 115 (104%) |
| P-Qc (мс)                            | 172       | 110        |
| PQ (мс)                              | 48        | 29         |
| P (мс)                               | 109       | 81         |
| P-T (мс)                             | 543       |            |
| S-T <sub>1/2</sub> (мс)              | 234       | 188        |
| TP (мс)                              | 493       | 44         |
| R –R (мс.)                           | 1035      | 486        |
| Q-Tc (мс)                            | 402       | 258        |
| Q-T (мс)                             | 395 (98%) | 331        |
| QRS(мс)                              | 94        | 84         |
| + R-R (мс)                           | 20        |            |
| D_Q-Tc (мс)                          |           |            |
| СП (%)                               |           |            |
| Индекс PQs (%)<br>( норма более 25%) | 30,5%     | 25%        |
| Индекс ФП (%)<br>( норма более 45%)  | 59%       | 56.7%      |
| Индекс ФОМ<br>( норма более 40%)     | 47,6%     |            |

|                                                          |      |               |
|----------------------------------------------------------|------|---------------|
| Индекс P-Q/P-T<br>( норма 30%)                           | 29%  | 24%           |
| SDNN (ms.)<br>(норма 55-90)                              | 64   |               |
| AMo (%)<br>( норма 31-40%)                               | 35   |               |
| RMSSD (ms.) (<br>( норма 20-50)                          | 56   |               |
| HRV (BCP)<br>( норма - 9,7 (6,9 – 12,5)                  | 8,7  |               |
| LF/HF<br>( норма LF/HF 1.5-2.0)                          | 1,48 |               |
| TP (мощность спектра $\text{мс}^2$<br>( норма 2300-2900) | 2795 |               |
| ИН ( норма 50-150)                                       | 98   |               |
| Вегетативный показатель                                  | 15   |               |
| Максимальная ЧСС                                         |      | 171           |
| Пороговая ЧСС<br>(по тесту с физнагрузкой)               |      | 166           |
| ЧСС hwr                                                  |      | 144           |
| ЧСС<br>тренировочного режима                             |      | от 125 до 140 |

### Заключение

- Вариабельность сердечного ритма
  - ритм правильный с ЧСС – 58 в 1 минуту.
- Риск развития острой сердечно - сосудистой патологии:
  - не выявлен
- Риск внезапного нарушения ритма при тахикардии:
  - не выявлен
- Признак нарушения сократительной способности миокарда:
  - не выявлен.
- Признаки нарушения работы AV соединения:
  - не выявлены.
- Соотношение фаз (сокращение – отдых сердца) в покое:
  - нижняя граница нормы.
- Состояние сердечной деятельности:
  - : – соответствует норме.

- Адаптационные возможности организма:
  - в норме.
- Индекс напряжения регуляторных систем организма:
  - нормотоничный характер вегетативного тонуса
- Активность парасимпатической регуляции:
  - в норме
- Баланс симпатического и парасимпатического отделов ВНС:
  - в пределах нормы
- Активность воздействия на ритм сердца вегетативной нервной системы:
  - в норме.
- Текущее функциональное состояние:
  - хорошее
- Реакция сердечной деятельности на нагрузку:
  - физиологическая.
- ЧСС тренировочного режима:
  - от 125 до 140
- Возможная максимальная физическая нагрузка на уровне:
  - пороговой ЧСС.

Концепция портативного электрокардиографа с полным перечнем необходимой информации для анализа сердечной деятельности подходит для человека имеющего постоянный доступ для консультации с доктором с возможностью зарегистрировать исследование в печатном виде.

Однако жизнь человека состоит не только из жизни «дома», но и жизни в «пути» и потребность в оценке сердечной деятельности может возникнуть в разных местах. Для этого нужен портативный электрокардиограф, который постоянно с человеком, не обременяет по весу и использованию и готов к работе в любую минуту. Научно технический прогресс человечества может решить и эту задачу. Современная жизнь человека не мыслима без контроля времени, в том числе через наручные часы, смартфон. Они всегда с собой, дают информацию в любую потребную минуту. Сегодня не представляет сложности дополнительно превратить их в

электрокардиограф для здорового человека с визуальным представлением информации о сердечной деятельности.

Основная необходимая информация о сердечной деятельности здорового человека сосредоточена на следующих показателях:

1. ЧСС - частота сердечных сокращений - (норма, тахикардия, брадикардия)
2. Ритм – (правильный/неправильный) (  $\pm$  R-R - сек)
3. Систола желудочков сердца – (в норме, расширена, сокращена) (Q-T/Q-Tс - %)
4. Время работы AV соединения – ( в норме, нарушено - ускорение – замедление AV проводимости) (индекс PQ/PT - %)
5. Риск нарушения ритма при тахикардии – (отсутствует, выявлен) (индекс P-Qs - %)
6. Нарушение сократительной функции миокарда – (не выявлено, выявлено) (индекс ФП - %)
7. Состояние сердечной деятельности – (спокойное, активизировано) (индекс ФОМ - %)
8. ЧСС работы сердца без фазы отдыха( ЧСС hwt) –
9. Пороговая ЧСС-
10. Максимально возможная ЧСС -
11. ЧСС тренировочного режима.-

Получение этой информации может быть реализовано в портативных устройствах находящихся в личном пользовании каждого человека.



## 12. Необходимые акценты.

Знание основ физиологии здоровья сердца, нормальной сердечной возможностях и особенностях сердечной деятельности своего сердца. Для этого используется дополнительная ЭКГ терминология.

- Максимально возможная ЧСС – ЧСС которую способно развить конкретное сердце. Определять максимально возможную ЧСС для каждого конкретного сердца можно не используя нагрузочного теста;

- Пороговая ЧСС – ЧСС за границами которой возникает риск нарушения ритма вследствие гемодинамического конфликта между предсердиями и желудочками сердца. Определять пороговую ЧСС позволяет нагрузочный тест с любой степенью нагрузки;

- ЧСС hwt – ЧСС при которой сердце начинает работать без фазы отдыха миокарда. Определить ЧСС hwt можно на основе теста с гипервентиляцией или нагрузочного теста;

- Должный интервал P-Q – показатель позволяющий регистрировать, в том числе начальные нарушения работы AV соединения;

- Индекс P-Qs – показатель для оценки наличия риска нарушения ритма при тахикардии;

- Индекс ФП (фазы плато) показатель позволяющий определять признаки нарушения сократительной функции сердца;

- Индекс ФОМ (фазы отдыха миокарда) – показатель для оценки физиологичности фаз сердечной деятельности – (сокращения – отдыха сердца);

- Индекс соотношения P-Q/P-T – показатель характеризующий состояние и работу AV соединения.

Полученная информация о состоянии сердечной деятельности позволяет проводить коррекцию начальных нарушений функции сердца, профилактировать такие нарушения, рационализировать, индивидуализировать, обезопасить режим нагрузок на сердце, повысить степень тренированности сердца, продлить спортивную жизнь спортсмена и здоровую жизнь сердца обычного человека.

Ведущими направлениями в профилактике сердечной патологии и коррекции нарушенных функций являются:

- нормализация клеточного метаболизма и защиты клеточных мембран кардиомиоцитов с использованием кардиопротекторов;
- регулирование электролитного баланса;
- нормализация вегетативного статуса;
- использования физических нагрузок, не превышающих физиологические возможности своего сердца;
- рациональные сроки и комплексность проведения лечебно-профилактических мероприятий.

Также необходимо иметь ввиду, что выборочное применение воздействия на патологию, не продуманность действий, ошибочный выбор средств (препаратов), не полноценность воздействия на патологические механизмы, не соблюдение сроков воздействия на патологию может не привести к должному результату. В выборе средств (кардиопротекторы, электролиты, церебропротекторы, регуляторы ВНС) необходимо ориентироваться на наличие в них требуемых компонентов с доказанной эффективностью и рациональностью доз в выбранном препарате. Также немаловажным является отсутствие побочных проявлений. Таким условиям соответствуют только природные комплексные препараты в

виде парафармацевтиков, БАДов, БАКов, функционального питания, обеспечивающих процесс метаболической терапии.

Проведение метаболической терапии не возможно медикаментозными средствами. Основная задача БАДов, БАКов лежит в сфере нормализации клеточного метаболизма, реабилитации нарушенных функций организма, профилактике патологии, а не быстрого лечебного эффекта, устранения симптомов болезни. Поэтому конечный эффект зависит, как от комплексного подхода нормализации клеточного метаболизма, так и требует определенного времени.

Метаболическая терапия в кардиологии занимает по существу ту нишу помощи, которая недоступна медикаментам, а именно в нормализации клеточного метаболизма, а через него нормализации функции и структуры сердца.

Метаболическая терапия это не столько метод лечения болезни, сколько метод восстановления нарушенных функций органа, организма. Поэтому она полностью подходит для коррекции, восстановления, поддержания, укрепления здоровья, что и является, зоной интересов физиологии. Физиология требует обоснованных решений, действий и времени для восстановления функции, закрепления достигнутого результата, длительного поддержания функции в должном состоянии. Для этого необходимо понимание, знание как укреплять, сохранять свое здоровье и активность в отстаивании интересов своего здоровья. Надеюсь, что данный материал окажется полезным для людей не желающих стать больными.



### 13. Список литературы

1. Воробьев Л.В. «Укороченный PQ, акценты ЭКГ диагностики» журнал “Современные наукоемкие технологии” № 11 2013
2. Воробьев Л.В. “Индекс PQs, как показатель риска внезапного нарушения ритма сердца при тахикардии” журнал “Успехи современного естествознания” №11 2013
3. Воробьев Л.В. “Способ определения пороговой ЧСС, как критерия безопасности физических нагрузок”. журнал “Успехи современного естествознания” № 2 2014
4. Воробьев Л.В. “Спосіб визначення граничного фізичного навантаження для функціонального стану серцево-судинної системи” Патент України № 83808 от 25.09.2013, Патент України № 105325 от 25.04.2014
5. Воробьев Л.В. “Лечебно – профилактические мероприятия в коррекции укороченного интервала PQ и нарушения работы AV соединения”. журнал “Успехи современного естествознания” № 12 2014
6. Воробьев Л.В. «Синдром WPW, акценты ЭКГ диагностики» журнал “Успехи современного естествознания” № 1 2015
7. Воробьев Л.В. «Функциональные нарушения работы AV соединения» журнал “Успехи современного естествознания” № 4 2015
8. Воробьев Л.В. “Акценты физиологии сердечной деятельности при физических нагрузках” журнал “Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований” №12 2015
9. Воробьев Л.В. “Метод определения должного интервала P-Q скорректированного по ЧСС” журнал “Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований” №5 часть 2 2016
10. Косицкий Г.И. Физиология человека М. Медицина 1985 8.
11. Краснокутский С.В. «Методика исследования продолжительности и дисперсии интервала Q-T» ХМАПО

12. Покровский В.М. Коротько Г.Ф. Физиология человека 2003
13. Ткаченко Б.И. Нормальная физиология человека 2005
14. Удельнов М.Г. Физиология сердца: руководство для врачей М., 1975
15. Шейх-Заде Ю.Р. Патент РФ №2187247 от 20.08.2002 «Способ определения должной частоты сердечных сокращений».

## Содержание

|                                                                      |         |
|----------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. От автора.....                                                    | стр. 3  |
| 2. ЭКГ анализ интервала «P-Q».....                                   | стр. 6  |
| 3. ЭКГ анализ сегмента «PQ».....                                     | стр. 31 |
| 4. ЭКГ анализ сегмента «TP».....                                     | стр. 37 |
| 5. ЭКГ анализ интервала «P-T».....                                   | стр. 44 |
| 6. ЭКГ анализ интервала « Q-T».....                                  | стр. 46 |
| 7. ЭКГ анализ интервала «S-T <sub>1/2</sub> ».....                   | стр. 50 |
| 8. ЭКГ анализ динамики ЧСС и<br>интервала «P-Q» при тахикардии ..... | стр. 53 |
| 9. ЭКГ анализ ЧСС .....                                              | стр. 55 |
| 10. Метаболическая терапия<br>в кардиологии. ....                    | стр. 61 |
| 11. ЭКГ для здорового человека.....                                  | стр. 74 |
| 12. Необходимые акценты.....                                         | стр.86  |
| 13. Литература.....                                                  | стр.89  |

Научное издание

ВОРОБЬЕВ Леонид Владимирович

Монография

**Воробьев Л.В.**  
**leonid.vorobiov@mail.ru**  
**lvvorob@sat.poltava.ua**  
**+0380503251848**