

График Пуанкаре

Вся информация ЭКГ одним взглядом

Мотивация

Анализ записи ЭКГ по Холтеру часто является большой проблемой в медицинской практике. Это происходит, главным образом, из-за существования технических артефактов и шума в сигнале. Для того чтобы ускорить и упростить эту проверку, BTL реализовал специальный инструмент в своей системе холтеровского мониторинга BTL CardioPoint — график Пуанкаре. Этот график может объединить полную холтеровскую запись (даже несколько дней) в одной картине! Кроме того, BTL сделал график Пуанкаре еще более полезным, сделав его интерактивным. Вместо того чтобы только просматривать график, можно выделить область, а затем анализировать выбранные события. С такой интерактивностью график Пуанкаре стал мощным инструментом не только в анализе ВСП пациентов, но также в выявлении нарушений ритма и потенциально технических артефактов.

ПРИЧИНЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФИКА ПУАНКАРЕ:

- Мгновенный анализ ВСП
- Детекция Мерцания/Трепетания предсердий
- Детекция преждевременных эктопических сокращений
- Детекция пауз
- Верификация автодиагностики
- Оценка качества записи ЭКГ сигналов

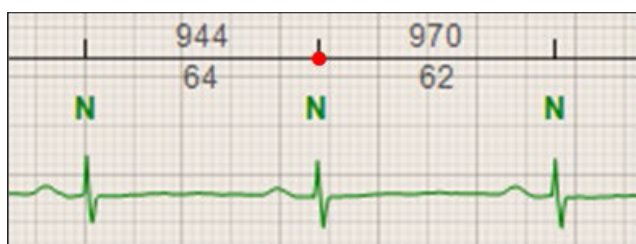


График Пуанкаре был разработан французским математиком Анри Пуанкаре в 1890 г. Помимо медицинской науки он нашел применение в физике, астрономии, геофизике, метеорологии, математической биологии. Синонимы для графика Пуанкаре — плот Лоренца, Корреляционная ритмография, Скатерограмма.

Построение графика Пуанкаре

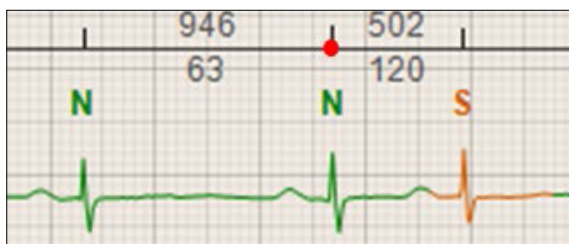
Сущность метода заключается в построении графического изображения точек, каждая из которых соответствует отношению двух последовательных R-R интервалов (актуального к предыдущему). Каждая пара интервалов RR будет отображаться в одной точке на графике. Чем продолжительнее мониторинг, тем больше точек появляются на графике. В результате образуется, как правило, одно главное облако точек. Форма, размер и положение главного «облака» являются основными характеристиками, которые используются для визуального анализа ритма и ВСП.

ПРИМЕР:

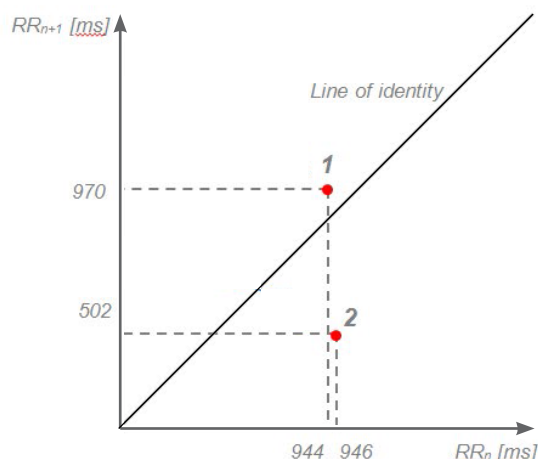


1

В ЭКГ 1: первый RR интервал составляет 970 мс. (62 уд/мин), второй RR — 944 мс. (64 уд/мин). Эта пара интервалов RR отображается как точка 1 на графике. В ЭКГ 2: первый RR составляет 502 мс. (120 уд/мин) из-за преждевременности сокращения, а второй RR — 946 мс. (63 уд/мин). Эта пара интервалов RR показана как точка 2 на графике.



2



Чтение графика Пуанкаре

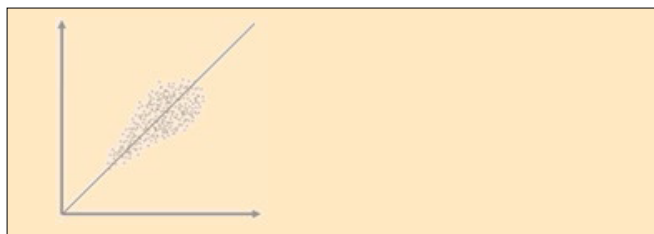
При анализе графика квалифицированный специалист должен четко представлять:

1. Знать принцип построения графика Пуанкаре.
2. Знать, как выглядит график Пуанкаре здорового человека.
3. Знать, как интерпретировать отклонения от нормального графика Пуанкаре.

Первый пункт уже обсуждался в предыдущем разделе, а два других будут описаны в последующем тексте.

ГРАФИК ПУАНКАРЕ ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА

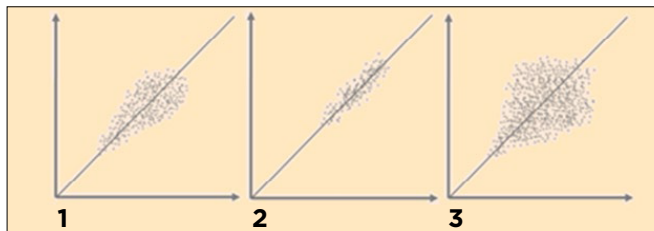
Типичный график здорового человека представлен одним главным «облаком», рядом с которым могут находиться равномерно разбросанные точки. Главное «облако» имеет форму эллипса или кометы (узкое внизу и постепенно расширяется в направлении к верхней части вдоль линии идентичности). В норме его длина существенно больше, чем его ширина.



Нормальный график

ДЛИНА И ШИРИНА ОСНОВНОГО «ОБЛАКА»

Имеются два основных показателя, характеризующих это облако: Длина основного «облака» представляет собой разброс точек вдоль биссектрисы — соответствует вариационному размаху (максимальной амплитуде колебаний RR) и отражает участие недыхательных компонентов в формировании общей ВСР. Ширина основного «облака» представляет собой разброс точек перпендикулярно биссектрисе — демонстрирует вклад дыхательной аритмии в общую ВСР.

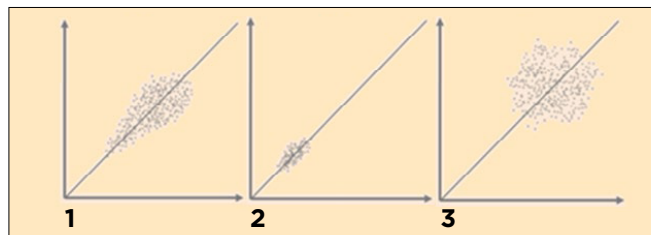


Длина и ширина

1. Норма.
2. Сжатое «облако»: превышение длины эллипса над шириной (преобладание симпат. отдела ВНС в формировании общей ВСР).
3. Большое «облако»: длина и ширина эллипса примерно равны (преобладание парасимпат. отдела ВНС).

РАСПОЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО «ОБЛАКА»

По позиции главного «облака» в графике можно предположить какой из отделов ВНС оказывает большее влияние на ЧСС пациента (симпатический / парасимпатический отдел). Расположение главного «облака» в нижнем левом углу графика указывает на преобладание симпатического отдела в регуляции ЧСС пациента. Как правило, «облако» имеет сжатый вид (за счет тахикардии снижается ВСР). Расположение главного «облака» в верхнем правом углу указывает на преобладание парасимпатического отдела в регуляции ЧСС пациента. Часто основное «облако», наоборот, довольно широкое (за счет влияния дыхательной аритмии на общую ВСР).

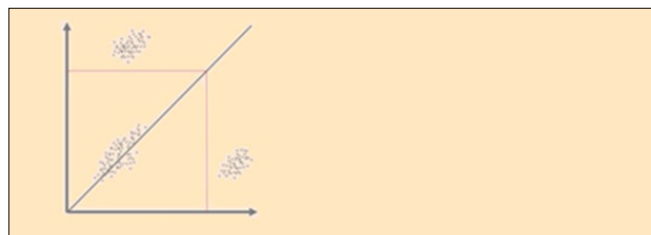


Позиция

1. Нормальное «облако» расположено в центре графика.
2. При симпатикотонии «облако» сдвигается к началу координат (нижний левый угол).
3. При ваготонии «облако» сдвигается вправо по биссектрисе (правый верхний угол).

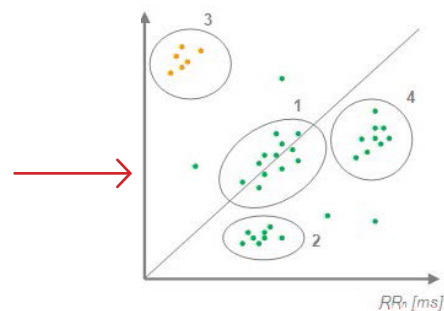
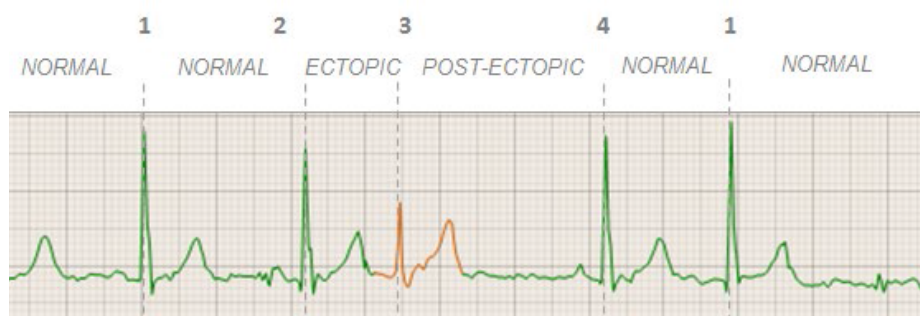
ЛОКАЛИЗАЦИЯ ТОЧЕК (СКОПЛЕНИЙ ТОЧЕК) И ИХ РАСПОЛОЖЕНИЕ:

При наличии в графе других скоплений (отдельных точек), которые существенно отделены от основного «облака», можно ожидать появление аритмии. Как правило, эти скопления (отдельные точки) свидетельствуют о наличии экстрасистол НадЖЭс, ЖЭс или пауз.



Точки (группы точек) вдали от основного «облака» в размахе более 2000 мс: возможны паузы.

ЭКТОПИЧЕСКИЕ РИТМЫ:



Эктопические ритмы в сигнале ЭКГ обычно создают несколько «Облаков» в графике Пуанкаре. Этот пример показывает, как эти кластеры могут быть интерпретированы.

1 Группа: «Основное облако» — располагается в центре графика (на биссектрисе) и характеризует отношение нормальных интервалов R-R: $NORMAL <1> NORMAL$.

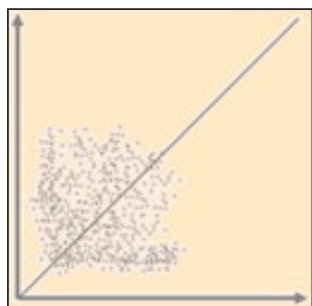
2 Группа: каждая точка в этой группе характеризует отношение экстрасистолического интервала R-R к нормальному: $NORMAL <2> ECTOPIC$. По оси Y (вертикальная ось) откладывается значение $ECTOPIC$ R-R — интервал, содержащий НЖЭ. По оси X (горизонтальная ось) откладывается значение $NORMAL$ R-R.

3 Группа: каждая точка в этой группе характеризует отношение пост-экстрасистолического интервала R-R к экстрасистолическому: $ECTOPIC <3> POST-ECTOPIC$. По оси Y (вертикальная ось) откладывается значение $POST-ECTOPIC$ R-R. По оси X (горизонтальная ось) откладывается значение $ECTOPIC$ R-R.

4 Группа: каждая точка в этой группе характеризует отношение нормального интервала R-R к пост-экстрасистолическому: $POST-ECTOPIC <4> NORMAL$. По оси Y (вертикальная ось) откладывается значение $NORMAL$ R-R. По оси X (горизонтальная ось) откладывается значение $POST-ECTOPIC$ R-R.

ХАОТИЧЕСКИЙ (РАЗРУШЕННЫЙ) УЗОР:

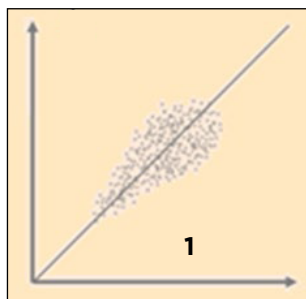
Большое количество точек, которые не стремятся создавать группы и имеют довольно случайное распределение в графе, является доказательством наличия фибрилляции предсердий, трепетания предсердий в сигнале ЭКГ, а также может быть только признаком технических артефактов. Выбор нужной области в графике позволяет мгновенно открыть нужный фрагмент сигнала, просмотреть его и сделать заключение.



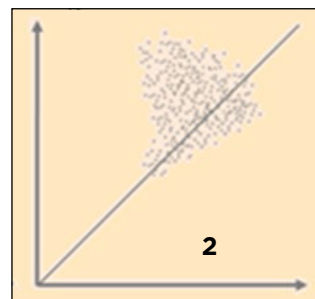
Мерцательная аритмия или трепетание проявляется как рассеянное изображение.

СИММЕТРИЧНОСТЬ:

Симметрия вдоль линии идентичности является следующим фактором, который следует учитывать при анализе графика. Симметричное (равномерное) «облако» свидетельствует о равновесном состоянии ВНС и об отсутствии нарушений ритма. Выраженная асимметричность «облака» с неравномерными «уплотнениями» и ли отдельно стоящими группами точек могут говорить о нарушениях ритма.



1 — симметричный

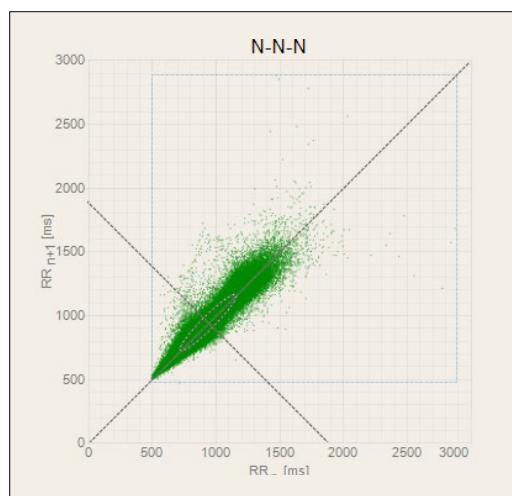


2 — асимметричный

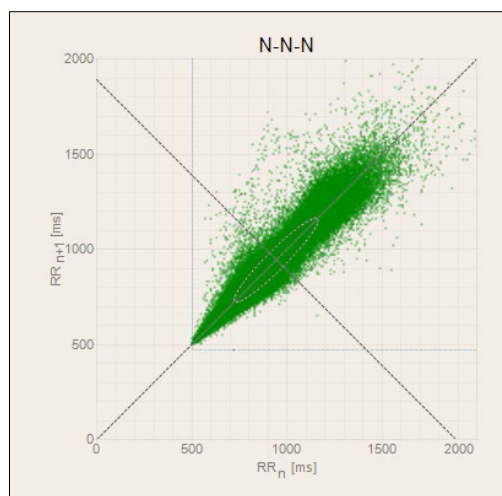
ВАЖНО

Очень важно обратить внимание на масштаб по обеим осям графика при проведении анализа. Изображение одних и тех же данных (одно исследование) будет отличаться (больше / меньше, также может быть смещен в сторону одного из концов линии идентичности) в зависимости от масштаба.

Пример: запись ЭКГ, визуализация графика Пуанкаре в разных масштабах.



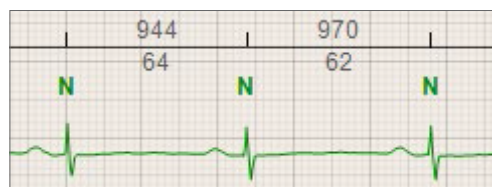
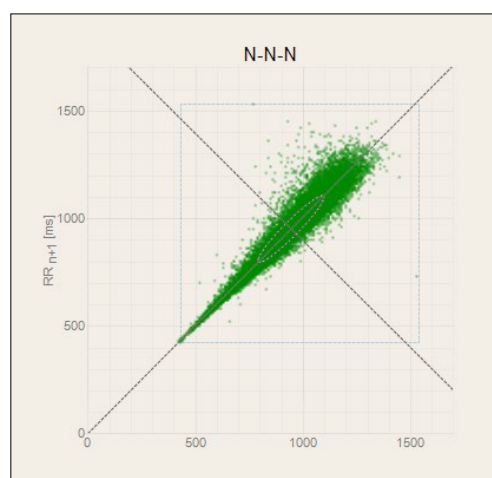
1 — 3000 мс



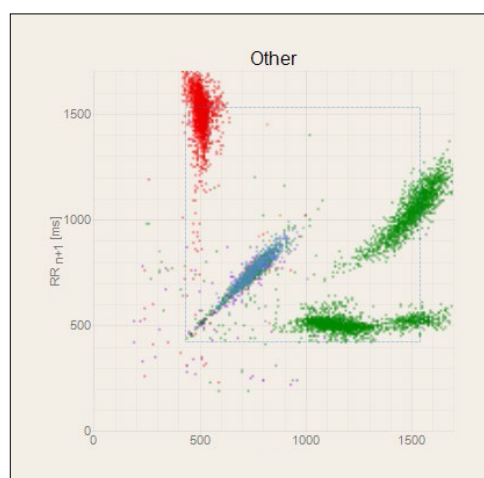
2 — 2000 мс

Типы графика Пуанкаре

BTL CardioPoint-Holter предлагает два типа графика: «**N-N-N**» и «**Прочие**». График «**N-N-N**» отображает распределение R-R интервалов нормальных кардиоциклов. Так как для диагностики ВСП, как правило, используются только нормальные кардиоциклы, «**N-N-N**» целесообразно использовать для проведения анализа общей ВСП. Кроме того, «**N-N-N**» может быть использован для обнаружения пауз. Эктопические сокращения, экстрасистолия, мерцание/трепетание предсердий также могут проявиться в этом графике, в случае, если они останутся незамеченными автоматической диагностикой. График «**Прочие**» отображает распределение R-R интервалов иных кардиоциклов (Экстрасистолы ЖЭс, НЖЭс.) и может быть использован для обнаружения эктопических сокращений, экстрасистол, фибрилляции предсердий и т. д. Точки на этом графике могут быть окрашены в зависимости от автоматической диагностики (красный — ЖЭс, желтые — НЖЭс, синий — Мерцание/трепетание предсердий).

ВИДЫ ГРАФИКА ПУАНКАРЕ:

N-N-N

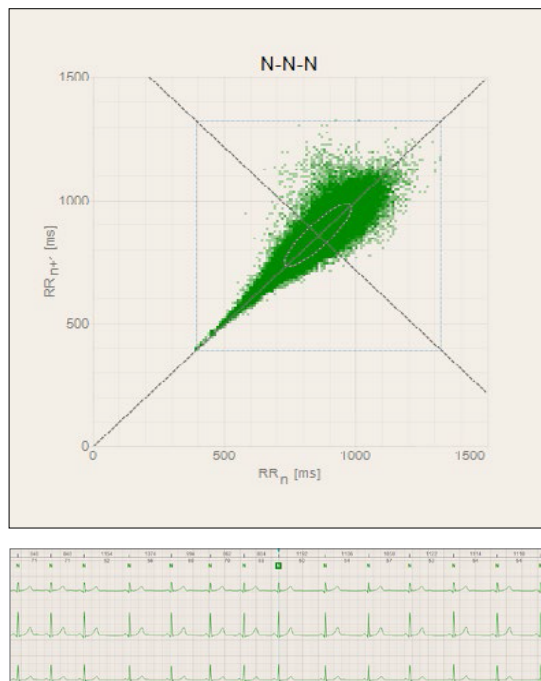


N-V-N последовательность («Прочие»)

Примеры

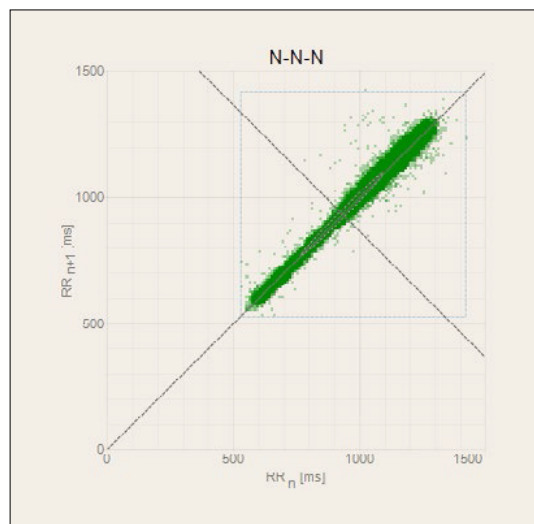
В этом разделе показаны несколько примеров реальных ЭКГ и их графики Пуанкаре, где наглядно продемонстрирована универсальность этого инструмента.

НОРМАЛЬНОЕ ЭКГ

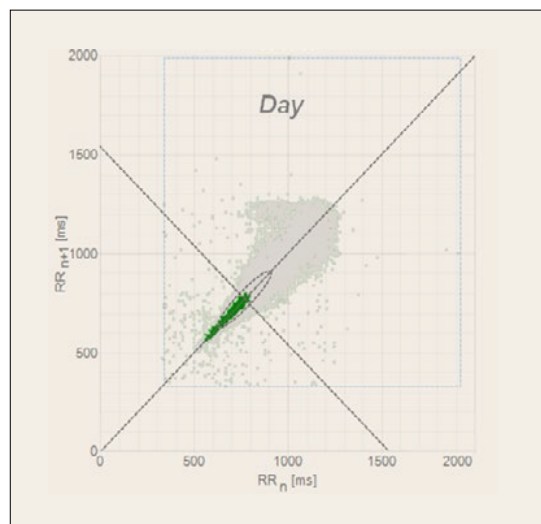


На картинке показано, как выглядит график нормотоника.

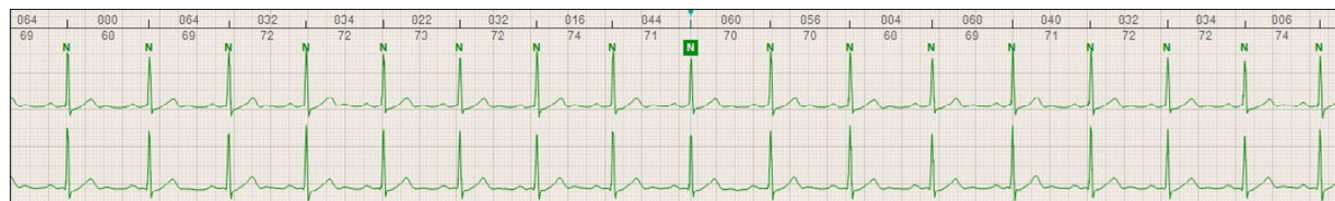
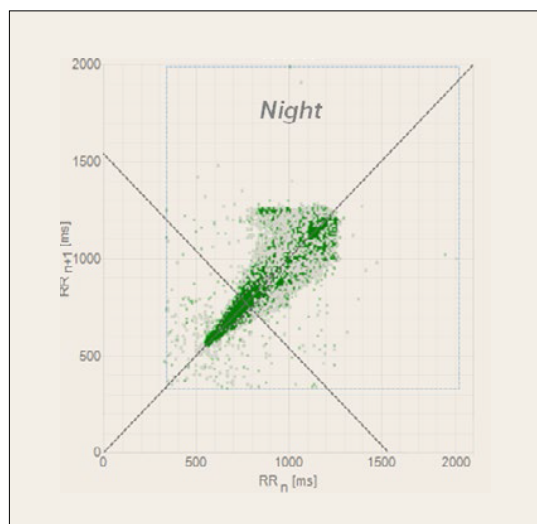
НИЗКАЯ ВСР



НИЗКАЯ ВСР В ТЕЧЕНИЕ ДНЯ



НОРМАЛЬНАЯ ВСР НОЧЬЮ



BTL CardioPoint показывает график не только как целый образ за весь период исследования. Также возможно просмотреть график за определенный промежуток времени (5 мин, 30 мин, 1 час, 6 часов и т. д.). Это дает возможность анализировать, как меняется ВСР в течение суток, начало аритмии и ее окончание. Картинки выше ясно показывают, что в течение дня ВСР снижена, в то время как ночью ВСР нормальная.

МЕРЦАТЕЛЬНАЯ АРИТМИЯ

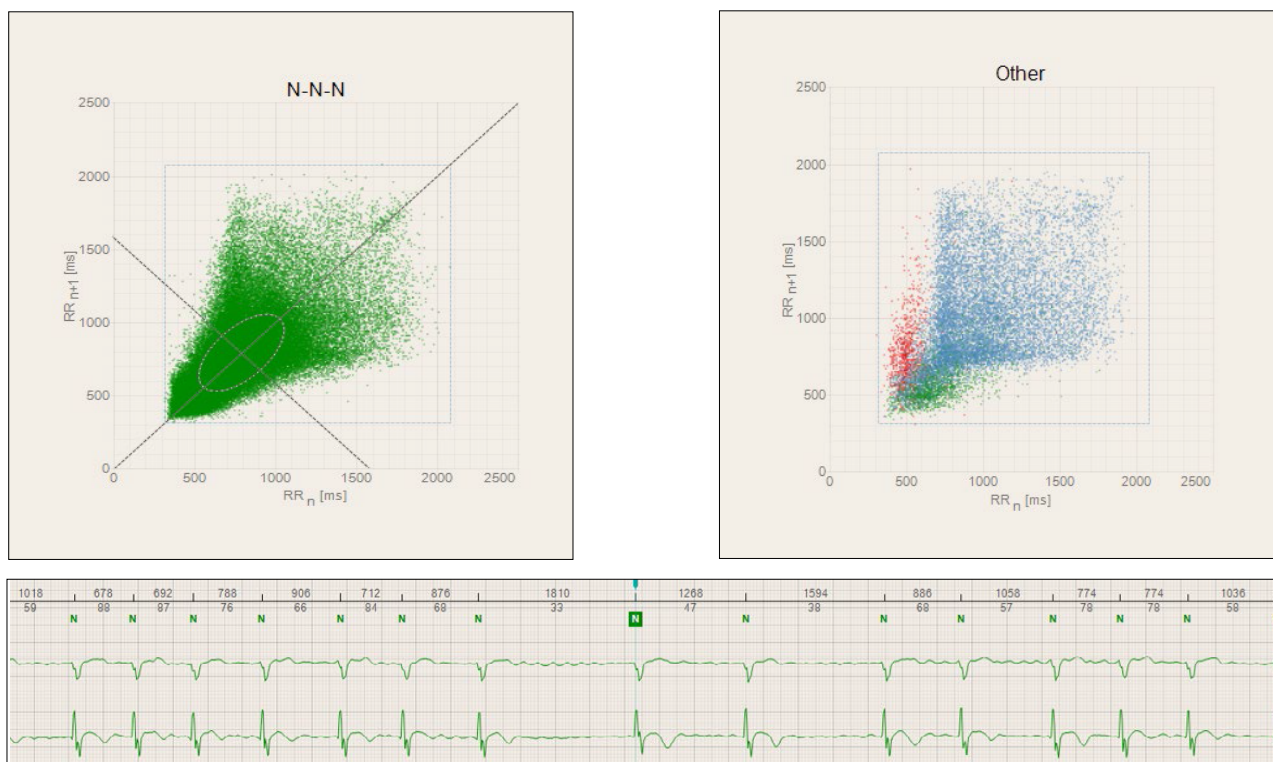
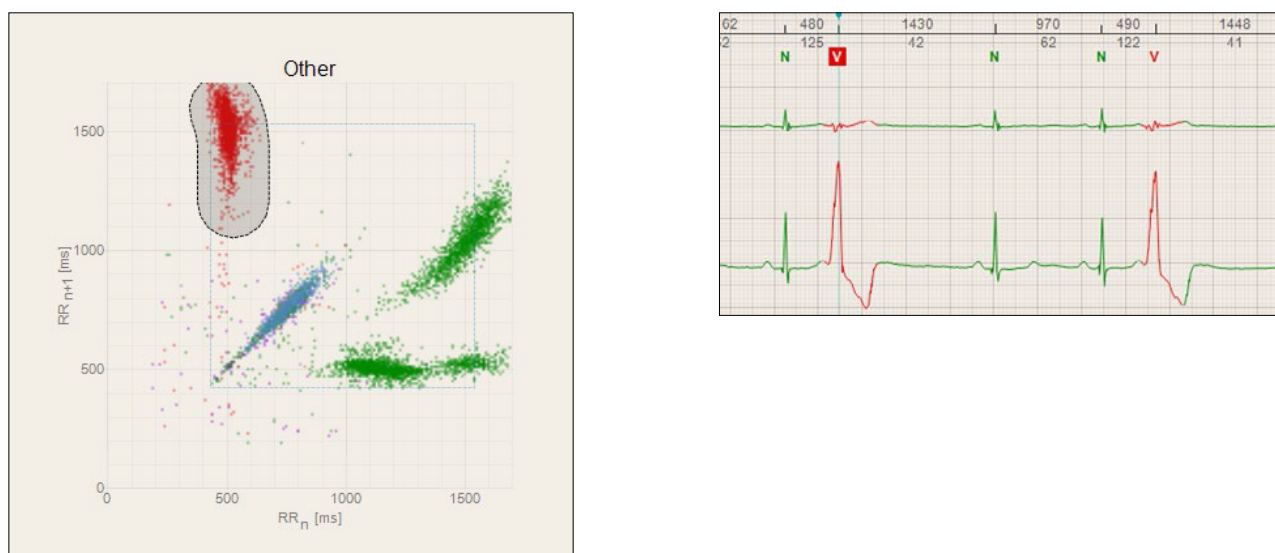


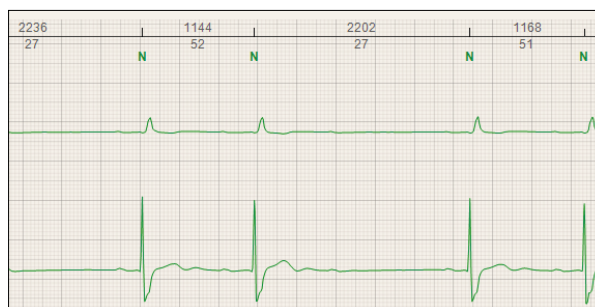
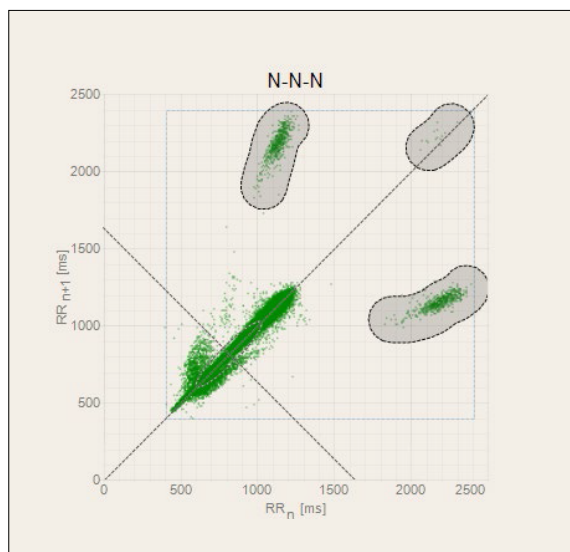
График Пуанкаре при Мерцательной аритмии имеет вид хаотичного изображения ввиду полного асинхронизма интервалов R-R. В ПО BTL CardioPoint этот образ может появиться в обоих графиках («N-N-N» и «Прочие») в зависимости от того, была ли Мерцательная аритмия автоматически распознана (если да, то синие точки появляются в графике «Прочие») или нет (хаотичное изображение в графике «N-N-N»).

ЖЕЛУДОЧКОВАЯ ЭКСТРАСИСТОЛИЯ



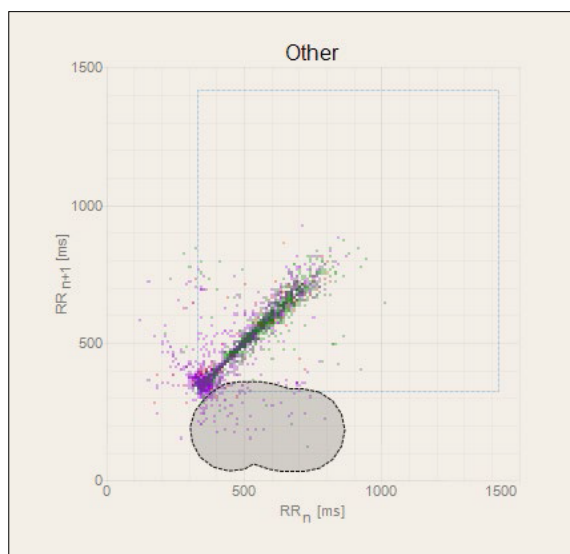
Все отмеченные красные точки на графике представляют пары RR интервалов перед / после желудочковой экстрасистолы. Поскольку существует только одно красное «облако» в данном примере, вся желудочковая экстрасистолия может быть определена как политопная (происходящая из той же точки). Однотипная экстрасистолия обычно проявляется в виде более одного «облака» на графике Пуанкаре.

ПАУЗЫ



Очень легко обнаружить паузы, используя график Пуанкаре. Все паузы проявляются в виде точек над линией 2000 мс. Картина показывает, что у этого пациента частые паузы и они короче, чем 2400 мс. Небольшое «облако» (в правом верхнем углу) представляет собой пересечение двух пауз.

ШУМ

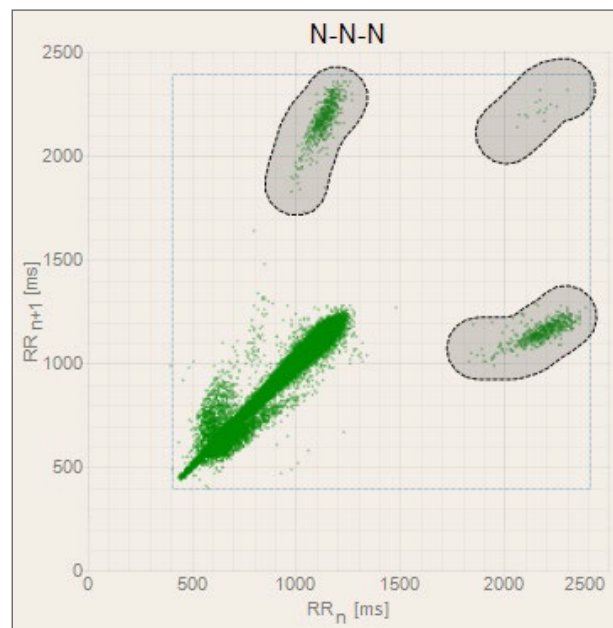
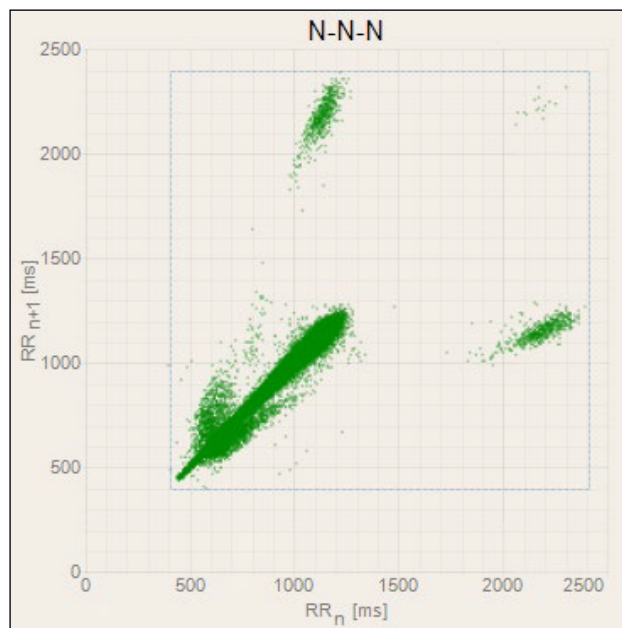


Эта картинка демонстрирует помехи в сигнале (т.е. интервалы RR неправильно истолкованы автодиагностикой). Выбранная область подозрительных точек и дальнейший просмотр ЭКГ фрагмента показывает, существует ли эктопия в сигнале или это помехи из-за плохого контакта электродов.

Особенности

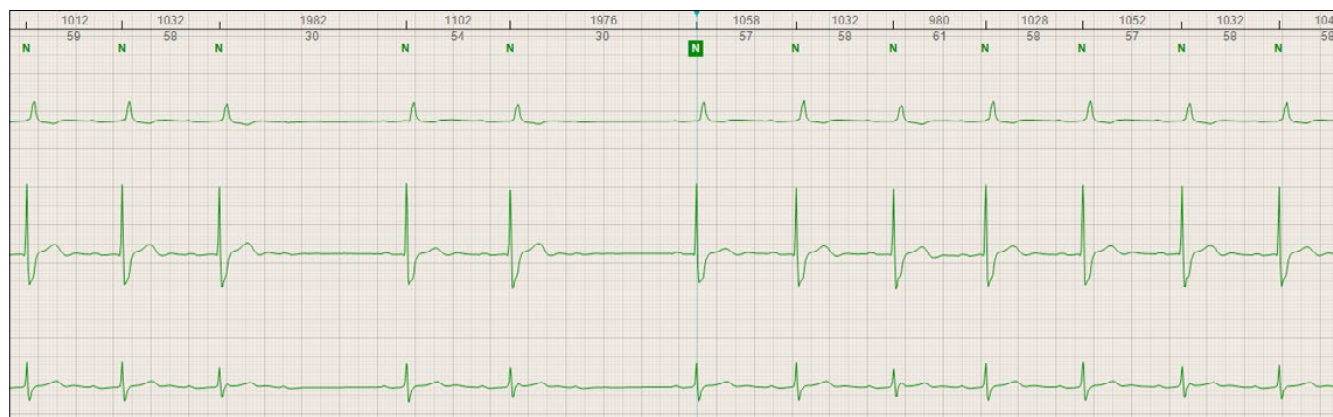
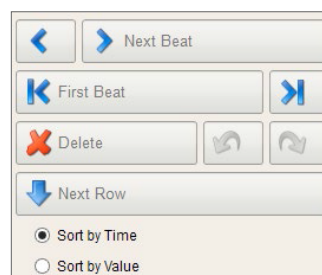
Хотя график Пуанкаре был реализован во многих системах холтеровского мониторинга, но только в BTL CardioPoint данный график полностью интерактивный. При выборе на графике любой интересующей области все события внутри выделенной области, а также соответствующий фрагмент ЭКГ мгновенно будут представлены к возможности для анализа. Это делает график Пуанкаре не только инструментом для анализа ВСР, но и инструментом для обнаружения нарушений ритма и потенциальных шумов.

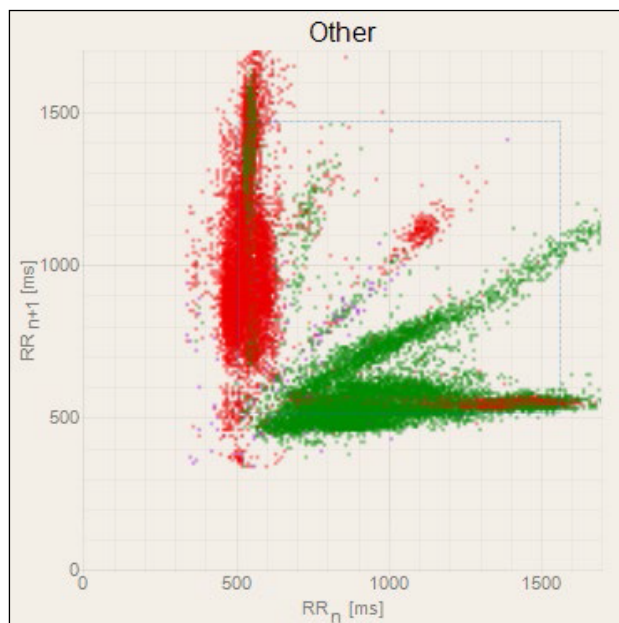
ПРИМЕР РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА 1:



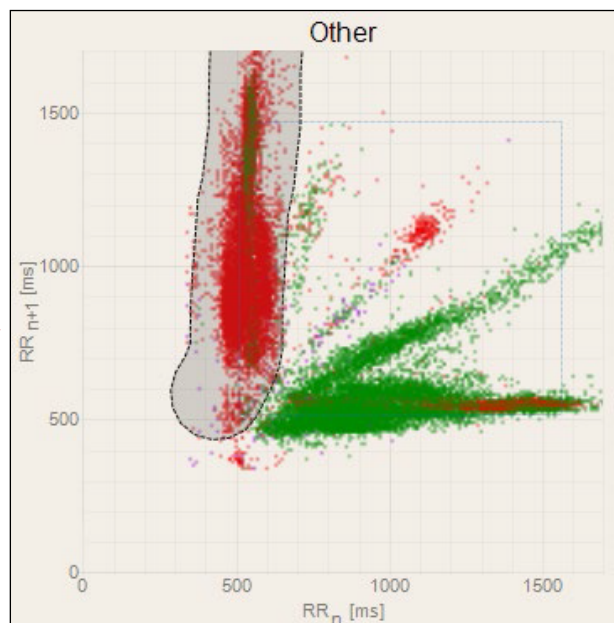
Одного взгляда на график достаточно для определения патологии. Хорошо видно одно крупное скопление точек — основное «облако», имеющее асимметрическую форму и наличие множества точек, расположенных рядом с ним. Также на графике имеются еще несколько небольших скоплений точек, которые находятся в отдалении от основного «облака». Данные скопления расположены в диапазоне 2000 мс. и между ними отсутствуют точки. Это свидетельствует о наличии пауз в сигнале, не только истинных, но и ложно диагностированных пауз (т.е. помехи). Поэтому рекомендуется пересмотреть ЭКГ фрагменты, соответствующие точкам внутри этих скоплений, и проконтролировать автоматическую диагностику.

Маркировка «облака» и навигационные кнопки (Следующее биение, Предыдущее биение, Первое биение, ...) теперь позволяют повторно просматривать и редактировать все события в окне ЭКГ. Любая ложно-диагностированная пауза может быть легко удалена из диагностики с помощью кнопки «Удалить».

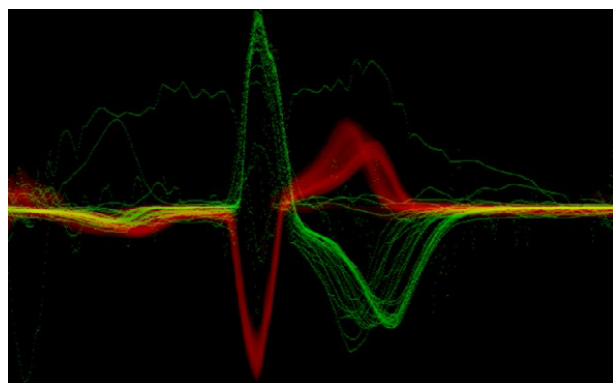


ПРИМЕР РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА 2:

У здорового человека график «Прочие» должен остаться пустым, так как любая точка на этом графике может соответствовать эктопии. В данном примере график «Прочие» полон точек, которые образуют рисунок, характерный для экстрасистол. Кроме того, красные точки в графике указывают, что в сигнале имеется значительное количество ЖЭс. Рекомендуется выбрать и изучить соответствующий участок сигнала ЭКГ.



Для быстрой и качественной диагностики экстрасистол рекомендуем использовать инструмент «Графический разделитель шаблона»: Первый шаг — маркировка площади интереса. Второй шаг — нажатием на клавишу «/» на клавиатуре откроется графический инструмент «Графический разделитель шаблона».



Инструмент «Графический разделитель шаблона» отображает все выбранные кардиоциклы таким образом, что мгновенно и ясно видно разнообразие форм ЖЭс. В данном примере можно видеть, что в сигнале присутствует политопная (имеющая различную форму) желудочковая экстрасистолия.



О программе BTL CardioPoint

BTL CardioPoint является универсальным программным обеспечением для интеграции модулей ЭКГ покоя, нагрузочного тестирования, суточного мониторингирования ЭКГ по Холтеру, суточного мониторингирования артериального давления и спирометрии на основе унифицированной платформы с единой базой данных пациентов и одинаковой логикой управления для каждого модуля. Программа имеет полностью настраиваемый интерфейс, ее макет и этапы работы легко адаптируются. Оператор может произвольно добавлять или перемещать таблицы, кривые ЭКГ и другие окна. Быстрота работы обеспечивается эргономичным, интуитивно понятным пользовательским интерфейсом с «горячими» клавишами и повышенной чувствительностью к движению «мыши». Цветовые схемы предназначены как для темных, так и для светлых помещений. BTL CardioPoint можно использовать и в качестве отдельной кардиологической системы, но она также может быть легко внедрена в существующую амбулаторную или больничную систему. BTL CardioPoint — это программное обеспечение, которое приспособливается к пользователю, а не заставляет пользователя приспособливаться к себе.