



УДК 616.12-008.311-085.844

С. С. Григоров

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТИМУЛЯЦИЯ СЕРДЦА ПРИ ТАХИСИСТОЛИЯХ

Всесоюзный кардиологический научный центр (генеральный директор — акад. Е. И. Чазов)
АМН СССР, Москва

К достижениям современной кардиологии за последние 20 лет следует отнести разработку и внедрение в клиническую практику электрической стимуляции сердца как метода лечения нарушений атриовентрикулярной проводимости и сердечного ритма.

Применение электрокардиостимуляции при различных типах нарушения атриовентрикулярной проводимости подробно обсуждается на протяжении последних лет в отечественной и зарубежной литературе. Временная и постоянная стимуляция сердца давно получила признание как по существу единственный надежный способ помощи больным в острых и хронических случаях атриовентрикулярной блокады. Вопрос о применении кардиостимуляции у больных с нарушениями ритма сердца (в частности, с различными формами тахисистолий) все еще требует дальнейшей серьезной разработки.

Мы располагаем опытом более 2000 случаев применения кардиостимуляции при лечении больных, страдающих атриовентрикулярной блокадой, синдромом слабости синусового узла, суправентрикулярной и желудочковой тахикардией, синдромом Вольфа — Паркинсона — Уайта (в отделении кардиохирургии Института кардиологии им. А. Л. Мясникова ВКНЦ АМН СССР, Институте сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева АМН СССР, лечебных учреждениях Москвы и других городов страны).

Многочисленными экспериментальными и клиническими исследованиями доказано, что электрическая стимуляция сердца в том или ином ее варианте может быть успешно использована для воздействия на любой вид аритмии, кроме фибрилляции. Механизмы такого воздействия на учащенный сердечный ритм схематически можно представить следующим образом: 1) прерывание циркуляции волны возбуждения; 2) подавление эктопического центра; 3) создание электромеханической диссоциации.

Рассмотрим подробнее каждый из перечисленных механизмов.

1. Тахикардия, в основе которой лежит механизм повторного входа волны возбуждения (ge-entry), в принципе может быть прервана одним электрическим импульсом, наносимым в определенную фазу сердечного цикла.

Условия, необходимые для циркуляции

возбуждения, предопределяют последовательное и своевременное высвобождение участков цепи ge-entry от состояния рефрактерности на пути распространения возбуждения.

Искусственно вызываемая деполяризация какого-либо участка цепи ge-entry увеличивает продолжительность рефрактерного состояния его к моменту поступления сюда циркулирующей волны возбуждения, задерживает дальнейшее распространение ее и купирует тахикардию. Импульс кардиостимулятора может прервать возвратное возбуждение только в том случае, если он попадает в точно ограниченную «критическую» фазу цикла. Под «критической» фазой цикла понимают ту зону тахикардии, нанесение импульса в которую вызывает наиболее продолжительную рефрактерность участка круга ge-entry к моменту поступления возбуждения. Импульс, наносимый раньше этой фазы, застает миокард в рефрактерном состоянии от предыдущего возбуждения и оказывается неэффективным. Импульс, наносимый позже, проникает в круг ge-entry, но недостаточно изменяет его электрофизиологические свойства и не прерывает циркуляции возбуждения.

Одиночный импульс может купировать тахикардию лишь с небольшим числом сердечных сокращений, когда рефрактерность различных участков круга ge-entry достаточно продолжительна. Однако при большой частоте тахикардии необходимо нанесение двух (а иногда и более) импульсов для создания необходимой длительности рефрактерного блока на пути распространения волны возбуждения.

Прерывание тахикардии, в основе которой лежит феномен ge-entry, может быть достигнуто во время программированной и конкурентной стимуляции, а также при частой стимуляции предсердий.

В различных вариантах программированной стимуляции производится сканирование сердечного цикла одиночными (или двойными) импульсами по заранее устанавливаемой программе, например, система стимуляции может автоматически включаться в тот момент, когда продолжительность цикла становится меньше определенного предела. Первый импульс наносится с интервалом сцепления, длительность которого больше рефрактерного периода предсердий или желудочков. В дальнейшем импульсы наносятся с умень-

дающимся интервалом сцепления; это происходит до тех пор, пока один из них не войдет в пределы относительно рефрактерного периода — он вызывает экстрасистолу, прерывающую тахикардию. Такой способ нанесения «решающего» импульса обеспечивает надежность стимуляции и безопасность ее.

Разработка различных систем программированной стимуляции проводится весьма интенсивно, широкое применение их в клинической практике следует считать перспективным. В настоящее время чаще используется конкурентная стимуляция, при которой импульсы (с меньшей частотой, чем частота тахикардии) беспорядочно сканируют цикл; один из них рано или поздно попадает в критическую фазу и прерывает циркуляцию возбуждения.

Частая стимуляция предсердия, помимо описанного механизма прерывания круга *ge-entr*, может воздействовать на тахикардию посредством искусственно вызванной мерцательной аритмии.

Фибриллирующее предсердие охвачено огромным числом разрозненных деполяризаций отдельных его волокон. В этом случае оно воспринимается как единый рефрактерный участок круга *ge-entr*, препятствующий возврату волны возбуждения от желудочков к предсердиям при суправентрикулярных тахикардиях.

Фибрилляция предсердий может наступить при стимуляции предсердия с любой частотой, но обычно это происходит при частоте стимуляции от 300 до 1200 имп/мин. Появление фибрилляции можно объяснить попаданием стимулов в «уязвимый» период предсердного цикла (в интервале 180—280 мс после начала волны *P*); вероятность этого повышается при увеличении частоты и продолжительности стимуляции.

Подобная трансформация одной формы аритмии (суправентрикулярной тахикардии) в другую (мерцательную аритмию) во время стимуляции предсердия расценивается как положительный эффект стимуляции. Во-первых, на фоне появляющейся фибрилляции предсердий обычно отмечается улучшение гемодинамики (увеличение минутного объема сердца, улучшение коронарного кровотока), поскольку частота желудочковых сокращений становится меньше, чем при исходной тахикардии, за счет повышения степени физиологической атриовентрикулярной блокады. Рациональное использование сердечных гликозидов и блокаторов β -рецепторов позволяет закрепить лечебный эффект. Во-вторых, фибрилляция в этих случаях является не стабильным ритмом: она сохраняется лишь на протяжении нескольких часов (реже дней), сменяясь, как правило, синусовым ритмом.

2. Тахикардия, которую нельзя купировать описанными выше способами прерывания циркуляции волны возбуждения, может быть «подавлена» стимуляцией с частотой, превышающей частоту сердечных сокращений (стимуляцией типа *overdrive pacing*).

Этот феномен «подавления» аритмии повышенной частоты (получивший в зарубежной литературе наименование *overdrive suppression*) имеет в основе сложные физиологические механизмы, к которым относится угнетение гемодинамики, приводящее к

уменьшению ишемии миокарда, изменения концентрации электролитов, локальное выделение ацетилхолина и др.

Стимуляция с повышенной частотой подавляет очаг автоматии, поддерживающий тахикардию посредством продолжительности своего воздействия.

Навязав сердцу ритм, более частый, чем спонтанный, можно также предупредить развитие приступа тахикардии. Такая направленность действия электрической стимуляции иллюстрируется примером, когда на фоне синусового ритма с частотой 70 в минуту возникают желудочковые экстрасистолы, иногда переходящие в желудочковую тахикардию, стимуляция с частотой 80—90 имп/мин подавляет экстрасистолию, предупреждая тем самым появление тахикардии.

Частая стимуляция предсердия может купировать тахикардию посредством каждого из перечисленных механизмов — прерывания пути *ge-entr* и подавления суправентрикулярного эктопического очага. Кроме того, поскольку повышение частоты стимуляции предсердия увеличивает степень атриовентрикулярной блокады, с помощью частой стимуляции можно добиться урежения желудочковых сокращений.

3. Создание электромеханической диссоциации достигается различными видами урежающей стимуляции — парной, сочетанной и парной сочетанной.

Известно, что электрический импульс, наносимый в относительно рефрактерный период, вызывает электрическую деполяризацию, не сопровождающуюся эффективным сокращением сердечной мышцы ввиду большей инертности механических структур миокарда.

Искусственно вызываемая электромеханическая диссоциация лежит в основе механизмов урежения числа сердечных сокращений при тахикардиях.

При парной стимуляции кардиостимулятор генерирует парные (двойные) импульсы. Изменяя частоту следования пар и длительность интервала между импульсами в каждой паре, можно подобрать такой режим стимуляции, при котором второй импульс пары будет попадать в относительно рефрактерный период, вызванный первым импульсом. Таким образом, каждой паре импульсов будет соответствовать только одно гемодинамически эффективное сокращение (электромеханическая диссоциация 2:1). Степень урежения частоты сердечных сокращений может быть различной, но не более половины частоты исходного ритма.

Более физиологичной является сочетанная стимуляция, при которой импульсы наносятся с задержкой относительно желудочкового (или предсердного) сигнала. Изменяя величину этой задержки, можно подобрать такой режим стимуляции, при котором каждый импульс будет попадать в относительный рефрактерный период спонтанного цикла. При сочетанной стимуляции сохраняется водитель спонтанного ритма, но частота эффективных сокращений уменьшается наполовину.

Группой сотрудников Всесоюзного института медицинской техники (А. И. Васильев, В. А. Михайлов, В. А. Беззубчиков) совместно с ВКНЦ АМН СССР разработан способ

парной сочетанной стимуляции, принцип которой заключается в том, что «урежающий» импульс наносится с задержкой либо от первого импульса (как при парной стимуляции), либо от спонтанного комплекса (как при сочетанной стимуляции). Таким образом, при относительно небольшой частоте тахикардии (когда частота проводимой стимуляции превышает половину частоты спонтанного ритма) стимуляция не отличается от асинхронной парной. Если же вслед за парой импульсов возникает спонтанный комплекс *QRS* (при учащении спонтанного ритма), кардиостимулятор блокирует первый импульс с очередной пары, который мог бы попасть в «уязвимую» фазу возникшего спонтанного цикла. Второй импульс пары наносится с задержкой относительно спонтанного комплекса. Другими словами, если частота спонтанного ритма увеличивается (частота проводимой стимуляции оказывается меньше половины частоты спонтанного ритма), стимуляция автоматически переходит в режим сочетанной.

Все перечисленные виды урежающей стимуляции необходимо проводить под контролем частоты эффективных сердечных сокращений. Хотя единственно достоверным критерием истинного урежения сокращений является кривая давления в желудочках сердца, на практике можно ограничиться параллельной регистрацией электрокардио- и фонограммы.

Электрическая стимуляция сердца при аритмиях может проводиться как *временная* процедура (в экстренных ситуациях, с использованием наружного кардиостимулятора) или быть *постоянной* (с имплантацией кардиостимулятора).

При определении показаний к *временной* кардиостимуляции всегда следует учитывать возможности других методов лечения — медикаментозной антиаритмической терапии и кардиоверсии.

В случаях, когда нарушения ритма не создают прямой угрозы для жизни больного и хорошо поддаются воздействию антиаритмических препаратов, медикаментозная терапия является основным методом лечения. В случаях, когда возникающая аритмия угрожает жизни больного в связи либо с реальной возможностью фибрилляции желудочков, либо с развитием серьезных гемодинамических нарушений, показано безотлагательное выполнение кардиоверсии.

Показания к временной электрической стимуляции сердца можно сформулировать следующим образом: часто рецидивирующие на протяжении нескольких часов или дней аритмии, не поддающиеся медикаментозному воздействию; опасные желудочковые аритмии, обусловленные интоксикацией сердечными гликозидами (в этих случаях стимуляция сердца является более безопасной, чем кардиоверсия); приступы тахикардии у больных с синдромом слабости синусового узла (в этих случаях опасность резкой брадикардии или асистолии, возникающей после купирования приступа, можно предотвратить учащающей стимуляцией).

Показания к стимуляции сердца могут быть расширены при правильной оценке врачом конкретной ситуации в целом. Например, если предупреждение рецидива тахикардии или купирование ее достигается лишь ценой

введения больших доз антиаритмических препаратов, что само по себе может вызвать неблагоприятные, а подчас и опасные последствия, более рациональным является выполнение временной кардиостимуляции. В такой же мере это относится к лечению больных с индивидуальной непереносимостью лекарств, беременных, детей и т. д.

Аналогичным образом, если часто рецидивирующая тахикардия требует многократного выполнения кардиоверсии, целесообразнее начать временную стимуляцию сердца для предупреждения очередного рецидива и купирования тахикардии, если она возникает. При этом следует учитывать, что временная стимуляция сердца как метод экстренной терапии при тахисистолических нарушениях ритма имеет определенные преимущества перед электрической дефибрилляцией: выполнение стимуляции не требует общего обезболивания — она сравнительно легко переносится больным, не вызывая у него неприятных ощущений; стимуляцию можно проводить на фоне лечения сердечными гликозидами и даже на фоне дигиталисной интоксикации; после купирования приступа тахикардии можно продолжить стимуляцию типа *overdrive pacing* для предупреждения рецидива; при необходимости стимуляцию можно выполнить многократно без извлечения электрода; эндокардиальный электрод можно использовать для регистрации внутриполостных электрограмм, что бывает необходимо при диагностике сложных аритмий; в тех случаях, когда восстановить синусовый ритм с помощью стимуляции не удается, ее можно продолжить для уменьшения частоты желудочковых сокращений в виде частой стимуляции предсердия для достижения эффекта, подобного эффекту мерцательной аритмии (при этом возможно применение сердечных гликозидов), или урежающей (парной, сочетанной или парной сочетанной) стимуляции желудочка (или предсердия); если купирование тахикардии происходит через период брадикардии или асистолии, то, изменяя частоту стимуляции, можно обеспечить необходимую частоту ритма желудочков.

Показанием к *постоянной* кардиостимуляции в общем виде следует считать такие тахисистолические нарушения ритма, которые часто рецидивируют, успешно купируются или предупреждаются временной стимуляцией и при которых медикаментозная терапия либо неэффективна, либо по указанным выше причинам нерациональна.

Каждый случай постоянной кардиостимуляции при тахисистолиях требует предварительного электрофизиологического обследования больного, в ходе которого необходимо уточнить характер нарушений ритма и состояние атриовентрикулярной проводимости, установить возможность использования стимуляции того или иного отдела сердца для купирования или предупреждения тахисистолии, определить необходимые для этого режимы и параметры стимуляции.

Целью постоянной кардиостимуляции может быть и предупреждение, и купирование приступов тахикардии.

Стимуляция, *предупреждающая* развитие приступа, проводится в режиме «деманд» с точно подобранной для данного больного

частотой фиксированного ритма имплантированного аппарата.

Конструкция имплантируемых аппаратов, предназначенных для стимуляции, купирующей приступ (конкурентной или частой), предусматривает возможность включения их наружным магнитом во время возникновения тахикардии. В тех случаях, когда предоперационное обследование дает основание предполагать изменение параметров стимуляции, необходимых для купирования приступа, используется радиоуправляемая система стимуляции. Стимулирующий электрод соединяется с имплантируемым радиоприемным устройством, которое может принимать сигналы наружного стимулятора (радиопередатчика) с антенной.

В последнее время проводятся исследования по созданию имплантируемых систем программированной стимуляции.

Электрическую стимуляцию можно выполнять в виде стимуляции либо желудочка, либо предсердия, в других случаях стимулируют обе камеры сердца. Выбор места стимуляции определяется характером аритмии; условием для проведения стимуляции предсердия является нормальная атриовентрикулярная проводимость.

Стимуляция предсердия более физиологична и потенциально более безопасна, чем стимуляция желудочка. Однако установка эндокардиального электрода в предсердии (как при временной, так и при постоянной стимуляции) более сложна: не всегда удается добиться устойчивого контакта между концом электрода и эндокардом предсердия.

Коротко остановимся на особенностях применения электрической стимуляции сердца при некоторых нарушениях ритма.

Синдром слабости синусового узла. Тактика лечения больных с этим синдромом определяется характером имеющихся в каждом случае нарушений сердечного ритма. При изолированной брадикардии применяется обычная учащающая стимуляция в режиме «деманд». Решение вопроса о том, какую камеру сердца стимулировать — предсердие или желудочек, зависит от состояния атриовентрикулярной проводимости.

Постоянная стимуляция желудочка в режиме «деманд» может быть оправдана и у больных с синдромом «бради-тахикардии», поскольку она даст возможность проводить более активную медикаментозную терапию, направленную на профилактику тахисистолии, без опасения урежения ритма. Кроме того, учащающая стимуляция сама по себе в таких случаях может предупреждать развитие приступов тахикардии.

Если в ходе предоперационного обследования выявляется устойчивость тахикардии к медикаментозным средствам, мы считаем показанным в этих случаях имплантацию двух кардиостимуляторов: для стимуляции желудочка и для частой стимуляции предсердия. Частая стимуляция предсердия подавляет активность синусового узла; если он интактный, то после окончания стимуляции сразу становится водителем ритма. Если имеется дисфункция синусового узла, то после прекращения стимуляции возникает временная асистолия, переходящая в синусовую брадикардию. Использование двух имплантированных кардиостимуляторов позволяет купи-

ровать тахикардию без опасения асистолии. Применяя такую методику, мы усовершенствовали ее, смонтировав оба аппарата в одном корпусе (В. Е. Бельгов, А. В. Барковский).

Суправентрикулярная тахикардия. Суправентрикулярная тахикардия почти всегда может быть купирована посредством предсердной стимуляции. В экстренных ситуациях стимуляцию целесообразно начинать с коротких (по 3—5 с) периодов конкурентной стимуляции предсердия при частоте 100—150 имп/мин. Если одиночные импульсы не прерывают тахикардию, следует продолжить конкурентную стимуляцию двойными импульсами. При отсутствии эффекта выполняют частую стимуляцию предсердий.

Частая стимуляция предсердий — высокоэффективный способ купирования суправентрикулярных тахикардий. Неудачи при ее использовании в большинстве случаев связаны либо с неустойчивым положением стимулирующего электрода, либо с отдаленностью точки стимуляции от круга *re-entry*. Последствием неустойчивого положения электрода могут быть перемежающаяся стимуляция и случайное смещение его в желудочек, при этом возникает опасность фибрилляции желудочков. Таким образом, временную частую стимуляцию предсердия необходимо проводить под постоянным контролем положения электродов. Если электрод стоит устойчиво, но тахикардия не прерывается, следует провести стимуляцию последовательно из разных точек предсердия.

Постоянная кардиостимуляция у больных, страдающих суправентрикулярной тахикардией, выполняется обычно в виде частой стимуляции предсердия. Как правило, тахикардию удается купировать стимуляцией правого предсердия, однако в этом необходимо убедиться в ходе предоперационного обследования; иногда прерывание тахикардии наступает только при стимуляции левого предсердия (через коронарный синус).

Желудочковая тахикардия. Рациональное применение кардиостимуляции при частых приступах желудочковой тахикардии позволяет избежать многочисленных дефибрилляций, которые у больных с хроническими заболеваниями сердца обеспечивают лишь временный эффект.

Купирование приступа желудочковой тахикардии можно начинать со стимуляции предсердия при частоте, превышающей частоту желудочковых сокращений. Тахикардия может закончиться либо в результате прерывания цепи *re-entry* проведенным импульсом, либо за счет феномена *overdrive suppression*. Навязав предсердиям частоту, равную частоте желудочковых сокращений, можно добиться синхронизации их сокращений, как бы трансформировав желудочковую тахикардию в гемодинамически более выгодную суправентрикулярную.

Если стимуляция предсердий неэффективна, следует начинать стимуляцию желудочка с меньшей частотой, чем частота тахикардии (конкурентная стимуляция). При отсутствии положительного эффекта частоту стимуляции можно увеличить (несколько больше частоты тахикардии) с последующим отключением кардиостимулятора или плавным уменьшением частоты навязанного ритма.

Мы систематически применяем этот способ купирования желудочковой тахикардии. Используя его, необходимо помнить о потенциальной опасности фибрилляции желудочков. Важно подчеркнуть следующее: а) частота стимуляции желудочка не должна превышать 250 в минуту (обоснованные исключения допустимы только в условиях специализированного стационара); б) стимуляцию с частотой, превышающей спонтанный ритм желудочков, можно продолжать не более 10—15 с; в) стимуляция желудочка (как и любой другой вид временной стимуляции при тахисистолиях) должна проводиться при полной готовности к электрической дефибрилляции.

Если тахикардия не прекращается, следует использовать различные виды урежающей стимуляции. Необходимо подчеркнуть, что парную асинхронную стимуляцию желудочка в руках врача, не обладающего достаточным опытом ее применения, всегда надо рассматривать как потенциально опасную из-за угрозы фибрилляции; успешное и безопасное ее проведение является своего рода искусством. В связи с этим мы не можем рекомендовать парную стимуляцию желудочка для широкого использования в клинике экстренной кардиологии. В таких случаях лучше применять сочетанную или парную сочетанную стимуляцию.

Вопрос о постоянной кардиостимуляции при лечении больных с частыми приступами желудочковой тахикардии сложен. В одних случаях целесообразна имплантация стимулятора, купирующего приступ тахикардии, в других — предупреждающего развитие приступа или применение двух стимуляторов, выполняющих эти функции. Во время предоперационного обследования следует выяснить вопрос о возможности предупреждения тахикардии посредством стимуляции предсердия (типа *overdrive pacing*). Купирование приступов тахикардии обычно осуществляется посредством кратковременных «залпов» стимуляции желудочка с частотой 200—220 имп/мин.

Синдром Вольфа — Паркинсона — Уайта. Поскольку тахикардия при этом синдроме обусловлена механизмом *re-entry*, она может

быть прервана одиночным экстрастимулом (предсердным или желудочковым). С этой целью обычно используют конкурентную стимуляцию. Стимулирующий электрод должен располагаться как можно ближе к пути циркуляции возбуждения, например, если у больного функционирует левосторонний пучок Кента, попытки купировать тахикардию стимуляцией правых отделов могут оказаться безуспешными; в этом случае тахикардия может быть прервана только стимуляцией левого предсердия (через коронарный синус) либо только стимуляцией левого желудочка (при трансэсортальном введении эндокардиального электрода).

Частую стимуляцию предсердия при синдромах Вольфа — Паркинсона — Уайта следует применять с осторожностью. Необходимо учитывать возможность возникновения фибрилляции предсердий, которая при коротком антеградном эффективном рефрактерном периоде аномального пути, определяемого во время электрофизиологического исследования, может привести к фибрилляции желудочков. Поэтому частоту стимуляции надо повышать постепенно под постоянным электрокардиографическим контролем; появление мерцательной аритмии с большой частотой желудочковых сокращений требует немедленного прекращения стимуляции и выполнения кардиоверсии.

Для прерывания тахикардии при постоянной кардиостимуляции используются аппараты, работающие во время приступа в асинхронном режиме; частота стимуляции, необходимая для прерывания приступа, может не превышать частоты тахикардии (конкурентная стимуляция) или быть выше ее.

В заключение следует подчеркнуть, что применение электрической стимуляции при тахисистолиях является трудной и далеко не решенной проблемой — она может быть успешно решена при сотрудничестве кардиохирургов, кардиологов, электрофизиологов и инженеров. Важная роль в этом деле принадлежит организационным мероприятиям в системе здравоохранения и упорядочению работы промышленных предприятий, занимающихся разработкой и производством электрокардиостимуляторов, контролирующей аппаратуры и электродов.

ОПЕЧАТКА

В № 5 журнала на с. 109 автором статьи «Применение гемодиализа при остром крупноочаговом инфаркте миокарда» является Н. В. Маршутина.