

ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф.Войно-Ясенецкого Минздрава России
Кафедра пропедевтики внутренних болезней и терапии с курсом ПО

Заведующий кафедрой: д.м.н.,
Шестерня Павел Анатольевич

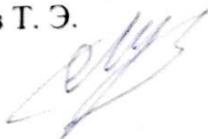


Проверил: к.м.н.,
Пелипецкая Елена Юрьевна



**Реферат по теме: «Электрокардиостимуляция: показания для
электрокардиостимуляции у пациентов, типы
электрокардиостимуляторов, режимы стимуляции»**

Выполнил: врач-ординатор
1 года обучения
специальности кардиология
Махмудов Т. Э.



Красноярск 2021

Введение

С тех пор как первый электрокардиостимулятор был запатентован в 1959 году Уилсоном Грейтбатчем и имплантирован в 1960, произошло быстрое продвижение в технологии и эффективности сердечных имплантируемых электронных аппаратов. В настоящий момент существуют 3 основных класса:

1. Постоянные электрокардиостимуляторы
2. Имплантируемые кардиовертеры-дефибрилляторы
3. Устройства сердечной ресинхронизирующей терапии

Кардиостимуляторы были созданы с целью установить жизнесохраняющий постоянный ритм сердца при брадиаритмиях. С момента создания первого имплантируемого постоянного кардиостимулятора, значительные технологические достижения привели к созданию электрокардиостимуляторов, которые могут имитировать физиологический автоматизм сердца и паттерны активации атриовентрикулярного узла. Кроме того, современные электрокардиостимуляторы имеют более длительный срок службы батареи и возможность увеличения частоты стимуляции в ответ на физическую деятельность.

В 1980 году Мишель Мировски и его коллеги имплантировали первый имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор пациенту который пережил внезапную остановку сердечной деятельности для вторичной профилактики последующей остановки сердца. В то время это было несколько спорным подходом, но с тех пор этот метод стал ведущим в первичной и вторичной профилактики внезапной остановки сердца.

В течение 1990-х годов как фундаментальные, так и клинические исследования выявили способность устройств сердечной ресинхронизирующей терапии (одновременная стимуляция правого и левого желудочков, т.е. двухжелудочковая стимуляция) производить благоприятное воздействие на процессы ремоделирования миокарда и снижать заболеваемость и смертность у отобранных пациентов с сердечной недостаточностью. Сердечные имплантируемые электронные устройства на сегодняшний день широко распространены из-за расширения показаний для имплантации и все больших доказательств их эффективности. Технологические достижения в сфере электрокардиостимуляции продолжают в настоящее время и привели к появлению небольших устройств с более длительным сроком службы батареи и улучшенными диагностическими возможностями.

Приблизительное число пациентов во всем мире, проходящих имплантацию электрокардиостимуляторов увеличилось до 1 миллиона пациентов ежегодно.

Постоянная электрокардиостимуляция

Показания для имплантации электрокардиостимуляторов

Показания для имплантации постоянной ЭКС, разработанные Американским колледжем кардиологии (American College of Cardiology — ACC) и Американской ассоциацией сердца (American Heart Association — АНА) (1) систематизированы по классам:

Класс I: состояния, для которых существуют доказательства и/или общепринятое мнение, что та или иная диагностическая процедура или метод лечения полезны и эффективны.

Класс II: состояния, в отношении которых имеются противоречивые данные и/или расхождение мнений по поводу пользы и эффективности диагностической процедуры или метода ментированные периоды асистолии, продолжения.

Класс IIa: доказательства или мнения в пользу эффективности диагностической процедуры или метода лечения.

Класс IIb: польза и эффективность диагностической процедуры или метода лечения менее обоснованы доказательствами и мнением экспертов.

Класс III: состояния, при которых существуют доказательства и/или имеется общепринятое мнение, что данная диагностическая процедура или метод лечения не является полезным и эффективным и в некоторых случаях может нанести вред.

В данной статье мы рассмотрим показания для имплантации, систематизированные в классы I, IIa, IIb

Показания для имплантации электрокардиостимуляторов при синдроме слабости синусового узла

Класс I.

1. Дисфункция синусового узла (СУ) с документированной симптомной брадикардией, включающей частые синусовые паузы, приводящие к клиническим симптомам. У некоторых пациентов брадикардия является ятрогенной, возникающей вследствие необходимой длительной медикаментозной терапии и/или ее передозировки.

2. Симптомная хронотропная недостаточность. Хронотропной недостаточностью называется неспособность СУ (или нижележащих водителей ритма) обеспечивать прирост ЧСС, адекватный потребностям пациента. Наиболее частыми проявлениями хронотропной недостаточности являются слабость, повышенная утомляемость, ограничение физических нагрузок, признаки ХСН.

Класс IIa.

1. Дисфункция синусового узла, возникающая спонтанно или в результате необходимой медикаментозной терапии, с ЧСС менее 40 уд/мин, когда четкая связь симптомов с фактическим наличием брадикардии не документирована.

2. Синкопальные состояния неясного происхождения со значительными нарушениями функции синусового узла, выявленные или индуцированные при проведении электрофизиологического исследования.

Класс IIb.

1. Наличие постоянной ЧСС менее 40 уд/мин в состоянии бодрствования у пациентов с минимальной клинической симптоматикой.

Показания для постоянной электрокардиостимуляции при приобретенных нарушениях АВ-проводимости

Класс I.

1. АВ-блокада III степени и далеко зашедшая АВ-блокада II степени на любом анатомическом уровне в сочетании с любыми из следующих условий:

а) симптомная брадикардия (включая сердечную недостаточность), предположительно обусловленную АВ блокадой;

б) аритмии или другие медицинские состояния, требующие назначения медикаментозной терапии, приводящие к симптоматической брадикардии;

в) документированные периоды асистолии, продолжительность которых равна или превышает 3,0 секунды, или любой выскальзывающий ритм с частотой менее 40 уд/мин у бодрствующих асимптоматичных пациентов;

г) АВ-блокада после катетерной радиочастотной аблации АВ-соединения;

д) АВ-блокада после кардиохирургических вмешательств при отсутствии надежды на ее исчезновение;

е) нейромышечные заболевания в сочетании с АВблокадой, такие как миотоническая мышечная дистрофия, синдром Kearns-Sayre, дистрофия Эрба (опоясывающая на уровне конечностей) и перонеальная мышечная атрофия, с наличием или отсутствием симптомов, в связи с возможным непрогнозируемым прогрессированием нарушений АВ-проводимости.

2. АВ-блокада II степени вне зависимости от ее типа и уровня локализации при сочетании с симптомной брадикардией.

Класс IIa.

1. Асимптомная АВ-блокада III степени на любом анатомическом уровне со средней частотой желудочкового ритма в состоянии бодрствования 40 уд/мин и более, особенно при наличии кардиомегалии или дисфункции левого желудочка.
2. Асимптомная АВ-блокада II степени типа Мобитц II с узким QRS-комплексом. В тех случаях, когда при АВ-блокаде II степени типа Мобитц II комплекс QRS широкий, рекомендации соответствуют первому классу.
3. Асимптомная АВ-блокада I степени, выявленная при электрофизиологическом исследовании, проведенном по другому поводу.

Класс IIb.

1. Выраженная АВ-блокада I степени (PQ более 0,30 с) у пациентов с дисфункцией левого желудочка и симптомами застойной сердечной недостаточности, у которых укороченная АВ-задержка приводит к улучшению гемодинамики, вероятно, за счет снижения давления наполнения левого предсердия.
2. Нейромышечные заболевания, такие как миотоническая мышечная дистрофия, синдром Kearns-Sayre, дистрофия Эрба (опоясывающая на уровне конечностей) и перонеальная мышечная атрофия, с любой степенью АВ-блокады (включая первую), с наличием или отсутствием симптомов, в связи с возможным непрогнозируемым прогрессированием нарушений АВ-проводимости.

Показания по постоянной электрокардиостимуляции при бифасцикулярной блокаде

Класс I.

1. Преходящая АВ-блокада III степени.
2. АВ-блокада II степени типа Мобитц II.
3. Альтернирующая блокада ножек пучка Гиса.

Класс IIa.

1. Синкопальные состояния при недоказанной их связи с АВ-блокадой, когда другие возможные причины обмороков, особенно желудочковая тахикардия, исключены.
2. Случайно выявленное при электрофизиологическом исследовании удлинение интервала HV (более 100 мс) у асимптомных пациентов.
3. Случайно выявленная при электрофизиологическом исследовании нефизиологическая блокада ниже уровня пучка Гиса, вызванная стимуляцией.

Класс IIb.

Нейромышечные заболевания, такие как миотоническая мышечная дистрофия, синдром Kearns-Sayre, дистрофия Эрба (опоясывающая на уровне конечностей) и перонеальная мышечная атрофия, с любой степенью фасцикулярной блокады, с наличием или отсутствием симптомов, в связи с возможным непрогнозируемым прогрессированием нарушений АВ-проводимости.

Показания по постоянной электрокардиостимуляции при приобретенных нарушениях АВ-проводимости после острого инфаркта миокарда

Класс I.

1. Персистирующая АВ-блокада II степени в системе Гиса-Пуркинье с билатеральной блокадой ножек пучка Гиса или дистальная АВ-блокада III степени после острого инфаркта миокарда.

2. Транзиторная далеко зашедшая инфранодальная АВ-блокада II или III степени в сочетании с блокадой ножек пучка Гиса. Если уровень АВ-блокады не определен, то показано проведение электрофизиологического исследования.

3. Персистирующая и симптомная АВ-блокада II или III степени.

Класс IIb.

1. Персистирующая АВ-блокада II или III степени на уровне АВ-узла.

Показания к имплантации постоянных электрокардиостимуляторов с функциями автоматической детекции и стимуляции с целью купирования тахикардий

Класс I.

1. Симптомная рецидивирующая суправентрикулярная тахикардия, купирующаяся электростимуляцией, в случаях, когда лекарственная терапия и/или катетерная абляция не в состоянии обеспечить контроль аритмии или приводят к непереносимым побочным эффектам.

2. Симптомная рецидивирующая устойчивая желудочковая тахикардия.

Класс IIb.

1. Рецидивирующая суправентрикулярная тахикардия или трепетание предсердий, которые воспроизводимо купируются посредством электрокардиостимуляции в качестве альтернативы лекарственной терапии или абляции.

Показания к постоянной электрокардиостимуляции для предотвращения тахикардии

Класс I.

1. Устойчивая желудочковая тахикардия, зависящая от пауз, с наличием или отсутствием удлиненного интервала QT, когда эффективность электрокардиостимуляции полностью документирована.

В некоторых случаях пароксизмальная ЖТ возникает на фоне синусовой брадикардии, после паузы той или иной продолжительности. Если в ходе динамического наблюдения удается заметить, что при временной ЭКС ЖТ не рецидивирует, показания к постоянной ЭКС являются абсолютными.

Класс IIa.

1. Пациенты с врожденным синдромом удлиненного интервала QT из группы высокого риска.

Класс IIb.

1. АВ-реципрокная или АВ-узловая реципрокная суправентрикулярная тахикардия, рефрактерная к медикаментозной терапии или лечению путем аблации.

2. Предотвращение симптомной пароксизмальной фибрилляции предсердий, рефрактерной к медикаментозной терапии, у пациентов с наличием дисфункции синусового узла.

Типы стимуляции

Существует три основных типа постоянных кардиостимуляторов, классифицируемых в зависимости от количества задействованных камер и их основного рабочего механизма:

1. Однокамерный кардиостимулятор.

В этом типе только один проводник для стимуляции помещается в камеру сердца, либо в предсердие, либо в желудочек.(2)

2. Двухкамерный кардиостимулятор.

Здесь провода помещены в две камеры сердца. Один проводник проходит через предсердие, а другой - через желудочек. Этот тип более близок к естественному ритму сердца, помогая сердцу координировать функции между предсердиями и желудочками.

3. Бивентрикулярный кардиостимулятор.

Этот кардиостимулятор имеет три провода, расположенных в трех камерах сердца. По одному в предсердии и по два в каждом желудочке. Его сложнее имплантировать.(3)

4. Кардиостимулятор, реагирующий на частоту сердечных сокращений.

Этот кардиостимулятор оснащен датчиками, которые обнаруживают изменения в физической активности пациента и автоматически регулируют частоту сердечных сокращений для удовлетворения метаболических потребностей организма.(4)

Относительно новым типом кардиостимуляторов являются безвыводные кардиостимуляторы - это устройства, которые достаточно малы, чтобы позволить разместить генератор внутри сердца, что позволяет избежать необходимости использования электродов для стимуляции. Поскольку электроды для кардиостимуляторов могут со временем выйти из строя, система кардиостимуляции, в которой отсутствуют эти компоненты, дает теоретические преимущества.

Основные режимы электростимуляции

1. Режим AAI - однокамерная стимуляция предсердий

В этом режиме стимулируемой и детектируемой камерой является правое предсердие. Обычно такая стимуляция используется при неспособности синусового узла поддерживать достаточную ЧСС, но при сохранной AV-проводимости. Это разные симптомные варианты СССУ: синус-арест, паузы, СА-блокады, выраженная синусовая брадикардия.(5)

Стимулятор, работающий в режиме AAI, отслеживает собственную активность предсердий и срабатывает в том случае, когда время после последнего QRS превышает 1 сек (или другой запрограммированный интервал).(6) Режим стимуляции AAI может быть как следствием работы однокамерного ЭКС с электродом в правом предсердии, так и следствием работы двухкамерного ЭКС в режиме DDD или AAI.

2. Режим VVI - однокамерная стимуляция

В этом режиме стимулируемой и детектируемой камерой является правый желудочек.(7) Чаще всего стимулятор в режиме VVI устанавливают пожилым пациентам с брадисистолической формой фибрилляции предсердий либо с СССУ для того, чтобы избежать длительных пауз между сердечными сокращениями.

Режим VVI предполагает срабатывание стимулятора в том случае, когда время после последнего QRS превышает 1 сек. Кардиостимулятор детектирует сокращения желудочков и отсчитывает 1000 мсек. после каждого из них - при отсутствии самостоятельного сокращения посылается импульс и происходит стимулированное сокращение.(8)

3. Режим VVIR - однокамерная стимуляция с адаптивной частотой

Режим, аналогичный режиму VVI, но с частотной адаптацией. Иногда стимулятор носит маркировку SSIR (S = single), что не меняет сути.

В кардиостимуляторы, поддерживающие этот режим, встроен акселерометр, который реагирует на движения пациента и при продолжительных движениях наращивает частоту стимуляции. (9) Это позволяет сделать работу кардиостимулятора более физиологичной и улучшает переносимость пациентом физических нагрузок.

4. Режим DDD

Наиболее частый режим двухкамерной стимуляции, при котором один электрод установлен в правом предсердии, а второй - в правом желудочке. (10)

При этом оба электрода способны детектировать самостоятельные сокращения своей камеры и посылать импульс только при их отсутствии.

То есть, если предсердия сокращаются самостоятельно (кардиостимулятор детектирует волну P), но нарушено АВ-проведение, то стимулироваться будут только желудочки. (11)

Имплантируемые кардиовертеры-дефибрилляторы

Показания для имплантации имплантируемых кардиовертеров-дефибрилляторов

Класс I.

1. Остановка сердца вследствие фибрилляции желудочков или желудочковой тахикардии, которые были обусловлены нетранзиторными и необратимыми причинами.

2. Спонтанная устойчивая желудочковая тахикардия, верифицированная на ЭКГ или при холтеровском мониторинге, связанная со структурными изменениями сердца. При пароксизмальной ЖТ у пациентов со структурными изменениями сердца (ИБС, гипертоническая болезнь, КМП и др.) ИКД является более эффективной, чем медикаментозная терапия или катетерная абляция аритмогенного субстрата.(12)

3. Синкопальные состояния неустановленной этиологии и с выявленной гемодинамически значимой устойчивой ЖТ или ФЖ, индуцированными во время эндо-ЭФИ, в случаях, когда лекарственная терапия неэффективна, непереносима или не является предпочтительной.

4. Неустойчивая ЖТ у пациентов с ИБС, ИМ в анамнезе, дисфункцией ЛЖ и ФЖ или устойчивой ЖТ, вызываемых во время эндо-ЭФИ, которая не подавляется лечением антиаритмическими препаратами Ia класса.

5. Спонтанная устойчивая желудочковая тахикардия, верифицированная на ЭКГ или при холтеровском мониторинге у пациентов без структурных изменений сердца, не поддающаяся другим методам лечения.(13)

Класс II.

1. Остановка сердца, предположительно связанная с ФЖ, когда ЭФИ исключено по другим медицинским показаниям. (14)

2. Устойчивая гемодинамически значимая ЖТ с тяжелой симптоматикой у пациентов в период ожидания трансплантации сердца.

3. Наследственные или приобретенные заболевания с высоким риском жизнеугрожающих желудочковых тахикардий, такие как синдром удлиненного интервала QT, гипертрофическая кардиомиопатия, синдром Бругада, аритмогенная дисплазия правого желудочка. (15)

4. Рецидивирующие синкопальные состояния неустановленной этиологии при наличии дисфункции желудочков и вызываемых при эндо-ЭФИ желудочковых аритмий, когда иные причины развития синкопальных состояний исключены.

5. Синкопальные состояния у пациентов с выраженными структурными изменениями сердца, у которых предыдущие инвазивные и неинвазивные методы обследования не позволили выявить причину обмороков. (16)

Механизм работы имплантируемого кардиовертера-дефибриллятора

ИКД постоянно отслеживает частоту и ритм сердечных сокращений и может проводить терапию с помощью электрического тока, когда частота сердечных сокращений превышает заданное значение. (17) Более современные устройства имеют программное обеспечение, разработанное для того, чтобы попытаться провести различие между фибрилляцией желудочков и желудочковой тахикардией (ЖТ), и могут попытаться ускорить частоту сокращения желудочков выше частоты сокращения желудочков при желудочковой тахикардии, чтобы попытаться остановить тахикардию до того, как она перейдет в фибрилляцию желудочков.(18) Это известно как стимуляция овердрайва, или стимуляция против тахикардии. Данный вид стимуляции

эффективен только в том случае, если основной ритм - желудочковая тахикардия, и никогда не эффективен, если ритм - фибрилляция желудочков. (19)

Многие современные ИКД используют комбинацию различных методов для определения того, является ли быстрый ритм нормальным, наджелудочковой тахикардией, желудочковой тахикардией или фибрилляцией желудочков. (20)

Кардиовертер-дефибриллятор оценивает частоту сердечных сокращений в нижних отделах сердца (желудочках) и сравнивает ее с частотой сердечных сокращений в верхних отделах сердца (предсердиях). Если частота в предсердиях выше или равна частоте в желудочках, то ритм, скорее всего, не желудочковый по происхождению и обычно более доброкачественный. Если это так, ИКД не предоставляет никакой терапии или приостанавливает ее на программируемый период времени. (22)

Распознавание ритма покажет, насколько регулярна желудочковая тахикардия. Как правило, желудочковая тахикардия является регулярной. Если ритм нерегулярный, это обычно происходит из-за проведения нерегулярного ритма, который возникает в предсердиях, например при фибрилляции предсердий. (25)

Морфологическое распознавание проверяет морфологию каждого желудочкового ритма и сравнивает его с тем, что знает ИКД о нормальной морфологии проводимого желудочкового импульса для пациента. Этот нормальный желудочковый импульс часто представляет собой среднее значение, кратное нормальным ударам пациента, полученным в недавнем прошлом и известен как шаблон.

Интеграция этих различных параметров очень сложна, и с клинической точки зрения все еще наблюдается возникновение неадекватных импульсаций, что является задачей с которой необходимо будет справляться новым ПО. (34)

Сердечная ресинхронизирующая терапия

Проблема лечения хронической сердечной недостаточности (ХСН) в Российской Федерации является одной из актуальных в современной медицине. В РФ насчитывается более 8 млн человек с признаками ХСН, из которых более 3 млн имеют выраженную ХСН III–IV ФК по NYHA. Декомпенсация ХСН становится причиной госпитализации в кардиологический стационар каждого второго.(39) Однолетняя смертность больных выраженной сердечной недостаточностью достигает 29%.

Известно, что приблизительно у 10% страдающих ХСН имеются блокады внутри- и межжелудочкового проведения. (41) Установлено, что нарушения внутривентрикулярного проведения являются независимым предиктором высокого риска смерти у больных ХСН. (42)

В последнее время все более очевидным становится тот факт, что блокады внутривентрикулярного проведения, в особенности ПБЛНПГ, вызывают сбои в ряде важнейших функций миокарда. Так, при этих нарушениях проводимости имеют место асинхронное сокращение желудочков (в наибольшей степени запаздывает систола

базолатерального сегмента ЛЖ), удлинение систолы ЛЖ, уменьшение времени его диастолического наполнения, происходит парадоксальное движение МЖП, а также усиление митральной и трикуспидальной регургитации. (43) Эти патологические изменения внутрисердечной гемодинамики доказаны с помощью показаний субэндокардиального акселерометра, а также при использовании совершенных ультразвуковых методов: трехмерной и цвето-кинетической эхокардиографии.

Для лечения ХСН путем нормализации времени межжелудочкового проведения был разработан метод бивентрикулярной ЭКС или ресинхронизации сердца. (45)

При бивентрикулярной или трехкамерной ЭКС помимо имплантации предсердного и правожелудочкового электродов проводится установка также третьего электрода — для стимуляции ЛЖ. (46)

Первоначально левожелудочковый электрод имплантировался эпикардиальным доступом, в том числе методом торакоскопии. (48)

Данный оперативный доступ сохранил свою актуальность и в настоящее время, ввиду возможности произвольного выбора точки фиксации электрода в стенке ЛЖ, большой вероятности успеха имплантации электрода, а также малого процента его дислокаций. Недостатком эпикардиального доступа является необходимость наркоза и торакотомии, тем не менее общее время операции зачастую оказывается меньшим, чем при эндокардиальном доступе. Позже был разработан транссептальный доступ для введения электрода в эндокард ЛЖ.

Однако широкое клиническое распространение метод бивентрикулярной ЭКС получил только после внедрения в практику предложенной в 1998 J. C. Daubert с соавторами K настоящему времени эффективность бивентрикулярной стимуляцииметодики имплантации левожелудочкового электрода через устье коронарного синуса в одну из вен сердца. (46)

Показания для сердечной ресинхронизирующей терапии

Показания к СРТ у пациентов с синусовым ритмом:

- Блокада ЛНПГ, QRS > 150 мс.

СРТ рекомендована у пациентов с ХСН II–IV ФК по NYHA, с фракцией выброса ЛЖ ≤ 35%.

- Блокада ЛНПГ, QRS 120–150 мс.

СРТ рекомендована у пациентов с ХСН II–IV ФК по NYHA, с фракцией выброса ЛЖ ≤ 35%.

- Блокада не ЛНПГ, QRS > 150 мс.

СРТ может быть рекомендована у пациентов с ХСН II–IV ФК по NYHA, с фракцией выброса ЛЖ ≤ 35%.

- Блокада не ЛНПГ, QRS 120–150 мс.

Применение СРТ возможно у пациентов с ХСН II–IV ФК по NYHA, с фракцией выброса ЛЖ ≤ 35%.

Имеются доказательства, основанные на небольших рандомизированных исследованиях, положительного результата применения СРТ у пациентов с постоянной формой фибрилляцией предсердий в виде уменьшения количества госпитализаций и улучшения качества жизни. Но качество доказательств среднее и нет единого мнения среди экспертов, поэтому необходимы рандомизированные контролируемые исследования. (49)

СРТ на сегодняшний день является новым методом лечения ХСН, и эффективность этого метода доказана многими крупномасштабными исследованиями. Показания для проведения СРТ присутствуют в рекомендациях кардиологических обществ большинства стран. (50) Этот метод получает всё большее распространение в мире, и возможность его применения необходимо рассматривать при лечении ХСН наряду с медикаментозной терапией.

Список используемой литературы:

1. Who needs a permanent pacemaker after transcatheter aortic valve implantation? P Bacik, P Poliacikova, G Kaliska. DOI: 10.4149/BLL_2018_101
2. Pacemaker Implantation After Mitral Valve Surgery With Atrial Fibrillation Ablation. Joseph J DeRose Jr, Donna M Mancini, Helena L Chang, Michael Argenziano, François Dagenais, Gorav Ailawadi, Louis P Perrault, Michael K Parides, Wendy C Taddei-Peters, Michael J Mack, Donald D Glower, Babatunde A Yerokun, Pavan Atluri, John C Mullen, John D Puskas, Karen O'Sullivan, Nancy M Sledz, Hugo Tremblay, Ellen Moquete, Bart S Ferket, Alan J Moskowitz, Alexander Iribarne, Annetine C Gelijns, Patrick T O'Gara, Eugene H Blackstone, A Marc Gillinov. doi: 10.1016/j.jacc.2019.02.062.
3. Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2020 Sep 1;31(3):398-404. doi: 10.1093/icvts/ivaa119.
4. Turk Kardiyol Dern Ars. 2017 Sep;45(Suppl 5):71-74. doi: 10.5543/tkda.2017.05315.[Bradyarrhythmias and pacemaker indications in elderly patients]
5. Braz J Cardiovasc Surg. May-Jun 2018;33(3):286-290. doi: 10.21470/1678-9741-2017-0206. Update in Heart Rhythm Abnormalities and Indications for Pacemaker After Transcatheter Aortic Valve Implantation
6. Circulation. 2017 Apr 11;135(15):1458-1470. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.025037. Permanent Leadless Cardiac Pacemaker Therapy: A Comprehensive Review
7. "Focus on Electrophysiology: His Bundle Pacing: A More Physiologic Alternative For Pacing". American College of Cardiology. April 26, 2019.
8. Ferreira, António M; Costa, Francisco; Tralhão, António; Marques, Hugo; Cardim, Nuno; Adragão, Pedro (7 May 2014). "MRI-conditional pacemakers: current

perspectives". *Medical Devices: Evidence and Research*. 7: 115–124.
doi:10.2147/MDER.S44063.

9. "Update on Cardiovascular Implantable Electronic Device Infections and Their Management". *Circulation*. 121 (3): 458–477. doi:10.1161/circulationaha.109.192665
10. "Intracardiac stimulation for complete heart block". *Acta Chirurgica Scandinavica*. 125: 562–566. PMID 13928055.
11. "How it happened: my recollection of early pacing". *Pacing Clin Electrophysiol*. 1 (1): 140–3. doi:10.1111/j.1540-8159.1978.tb03451.x. PMID 83610. S2CID 9118036.
12. "An intracardiac bipolar electrode for interim treatment of complete heart block". *Am. J. Cardiol*. 10 (2): 261–5. doi:10.1016/0002-9149(62)90305-3. PMID 14484083.
13. "An intracardiac pacemaker for Stokes-Adams seizures". *N. Engl. J. Med*. 261 (5): 943–8. doi:10.1056/NEJM195911052611904. PMID 13825713.
14. "Treatment of chronic heart block with the Lucas induction coil pacemaker". *Heart*. 33 (6): 938–942. doi:10.1136/hrt.33.6.938
15. "The treatment of complete heart block by the combined use of a myocardial electrode and an artificial pacemaker". *Surg Forum*. 8: 360–3.
16. "Reconstruction of Hyman's second pacemaker". *Pacing Clin Electrophysiol*. 28 (5): 446–53. doi:10.1111/j.1540-8159.2005.09542.x. PMID 15869680. S2CID 29138993.
17. "The first pacemaker". *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 5 (2): 278–82. doi:10.1111/j.1540-8159.1982.tb02226.x. PMID 6176970. S2CID 22049678.
18. "Electrical stimulation of the heart in man". *Br Med J*. 1 (1468): 348–50. doi:10.1136/bmj.1.1468.348. PMC 2154721
19. "North American Society of Pacing and Electrophysiology policy statement. NASPE/BPEG defibrillator code". *Pacing Clin Electrophysiol*. 16 (9): 1776–80. doi:10.1111/j.1540-8159.1993.tb01809.x. PMID 7692407. S2CID 72106633.
20. "Long-term survival after pacemaker implantation Prognostic importance of gender and baseline patient characteristics". *European Heart Journal*. 25 (1): 88–95. doi:10.1016/j.ehj.2003.10.022.
21. "An Unusual Cause of Transient Ischemic Attack in a Patient with Pacemaker". *Case Reports in Cardiology*. 2014: 265759. doi:10.1155/2014/265759. PMC 4008350. PMID 24826308.
22. "Termination of malignant ventricular arrhythmias with an implanted automatic defibrillator in human beings". *The New England Journal of Medicine*. 303 (6): 322–4. doi:10.1056/nejm198008073030607
23. "Annual rate of transvenous defibrillation lead defects in implantable cardioverter-defibrillators over a period of >10 years". *Circulation*. 115 (19): 2474–80. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.663807.
24. "2012 ACCF/AHA/HRS Focused Update Incorporated Into the ACCF/AHA/HRS 2008 Guidelines for Device-Based Therapy of Cardiac Rhythm Abnormalities". *Journal of the American College of Cardiology*. 61 (3): e6–e75. doi:10.1016/j.jacc.2012.11.007
25. "Causes of death in the Antiarrhythmics Versus Implantable Defibrillators (AVID) Trial". *Journal of the American College of Cardiology*. 34 (5): 1552–59. November 1999. doi:10.1016/s0735-1097(99)00376-9
26. "Use of implantable cardioverter defibrillators in Canadian and US survivors of out-of-hospital cardiac arrest". *Canadian Medical Association Journal*. 177 (1): 41–46. doi:10.1503/cmaj.060730

27. "Implantable cardioverter defibrillators work – so why aren't we using them?". Canadian Medical Association Journal. 177 (1): 49–51. doi:10.1503/cmaj.070470
28. "The implantable cardioverter defibrillator: its history, current psychological impact and future". Expert Review of Medical Devices. 6 (1): 43–50. doi:10.1586/17434440.6.1.43.
29. "Standby automatic defibrillator: An approach to prevention of sudden coronary death". Arch Intern Med. 126 (1): 158–61. doi:10.1001/archinte.1970.00310070160014.
30. "Implanted standby defibrillators". Circulation. 46 (4): 637–9. doi:10.1161/01.cir.46.4.637
31. "Measuring patient acceptance of implantable cardiac device therapy: Initial psychometric investigation of the Florida Patient Acceptance Survey". Journal of Cardiovascular Electrophysiology. 16 (4): 384–90. doi:10.1046/j.1540-8167.2005.40134.x
32. "Effective management of ICD patient psychosocial issues and patient critical events". J Cardiovasc Electrophysiol. 20 (11): 1297–304. doi:10.1111/j.1540-8167.2009.01526.
33. "Rare infection of implantable cardioverter-defibrillator lead with *Candida albicans*: case report and literature review". Ther Adv Cardiovasc Dis. 8 (5): 193–201. doi:10.1177/1753944714539406.
34. "Examining the psychosocial impact of implantable cardioverter defibrillators: a literature review". Clin Cardiol. 22 (7): 481–89. doi:10.1002/clc.4960220709.
35. "Clinical assessment and management of patients with implanted cardioverter-defibrillators presenting to nonelectrophysiologists". Circulation. 110 (25): 3866–69. doi:10.1161/01.CIR.0000149716.03295.7C.
36. "Cardiac Resynchronization Therapy and Implantable Cardioverter Defibrillator Therapy in Advanced Heart Failure". Heart Failure Clinics. 12 (3): 423–436. doi:10.1016/j.hfc.2016.03.010.
37. "Effective cardiac resynchronization therapy for an adolescent patient with dilated cardiomyopathy seven years after mitral valve replacement and septal anterior ventricular exclusion". Journal of Cardiothoracic Surgery. 5 (1): 47. doi:10.1186/1749-8090-5-47. ISSN 1749-8090. PMC 2898667.
38. "A Planning and Guidance Platform for Cardiac Resynchronization Therapy". IEEE Transactions on Medical Imaging. 36 (11): 2366–2375. doi:10.1109/TMI.2017.2720158
39. "3D fusion of LV venous anatomy on fluoroscopy venograms with epicardial surface on SPECT myocardial perfusion images for guiding CRT LV lead placement". JACC: Cardiovascular Imaging. 7 (12): 1239–1248. doi:10.1016/j.jcmg.2014.09.002
40. Cardiac Resynchronization Therapy for Heart Failure Interv Cardiol Clin. 2017 Jul;6(3):417-426. doi: 10.1016/j.iccl.2017.03.010.
41. Cardiac Implantable Electronic Device Therapy: Permanent Pacemakers, Implantable Cardioverter Defibrillators, and Cardiac Resynchronization Devices Med Clin North Am 2019 Sep;103(5):931-943. doi: 10.1016/j.mcna.2019.04.005.
42. Br J Hosp Med (Lond). 2013 May;74(5):265-70. doi:10.12968/hmed.2013.74.5.265.Cardiac resynchronization therapy
43. Curr Heart Fail Rep. 2018 Oct;15(5):315-321. doi: 10.1007/s11897-018-0407-7.

Non-response to Cardiac Resynchronization Therapy

44. Eur Heart J. 2018 Dec 1;39(45):3999-4008. doi: 10.1093/eurheartj/ehy555. A randomized controlled trial of atrioventricular junction ablation and cardiac resynchronization therapy in patients with permanent atrial fibrillation and narrow QRS
45. Ned Tijdschr Geneeskd. 2017;161:D1142.
[Cardiac resynchronization therapy: who is a candidate and who is not?]
46. Heart Fail Clin. 2017 Jan;13(1):165-178. doi: 10.1016/j.hfc.2016.07.013.
Cardiac Resynchronization Therapy in Women
47. Card Electrophysiol Clin. 2019 Mar;11(1):67-74. doi: 10.1016/j.ccep.2018.11.009.
How to Implant Cardiac Resynchronization Therapy in a Busy Clinical Practice
48. 2019 Apr;110(2):121-138. doi: 10.23736/S0026-4806.18.05861-5. Epub 2018 Oct 11. Cardiac resynchronization therapy: a comprehensive review
49. Br J Hosp Med (Lond). 2017 Jun 2;78(6):312-319. doi: 10.12968/hmed.2017.78.6.312. Cardiac resynchronization therapy and its role in the management of heart failure
50. Heart Fail Clin. 2017 Jan;13(1):233-240. doi: 10.1016/j.hfc.2016.07.019.
Cardiac Resynchronization Therapy: How to Decrease Nonresponders