

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель министра

_____ Д.Л. Пиневиц

05.12.2013

Регистрационный № 207-1213

**МЕТОД ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ТЕРМИНАЛЬНОЙ СТАДИЕЙ
ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМПЛАНТИРУЕМОГО ОДНО-
ИЛИ ДВУХЖЕЛУДОЧКОВОГО ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО СЕРДЦА**

инструкция по применению

УЧРЕЖДЕНИЕ-РАЗРАБОТЧИК: ГУ «Республиканский научно-практический центр
“Кардиология”»

АВТОРЫ: д-р мед. наук, проф., чл.-корр. НАН Беларуси Ю.П. Островский, канд.
мед. наук Н.Н. Мороз-Водолажская, д-р мед. наук Л.Г. Шестакова, Д.И. Крачак,
А.В. Валентюкевич, Ю.А. Селюн, канд. мед. наук М.Г. Колядко, И.И. Русских,
В.В. Шумовец, С.А. Курганович, О.Г. Черноокый, канд. мед. наук Л.В. Рачок

Минск 2013

В настоящей инструкции по применению (далее — инструкции) изложен метод лечения пациентов с терминальной стадией хронической сердечной недостаточности с использованием имплантируемого одножелудочкового или паракорпорального двухжелудочкового устройства вспомогательного кровообращения в качестве «моста к трансплантации» и «терапии предназначения» (destination therapy).

Инструкция предназначена для врачей-терапевтов, врачей-кардиологов, врачей-кардиохирургов, врачей-анестезиологов-реаниматологов, врачей-рентгенэндоваскулярных хирургов, врачей функциональной диагностики, врачей ультразвуковой диагностики.

Предназначена для использования в реанимационных, кардиохирургических, кардиологических отделениях учреждений здравоохранения.

ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ, РЕАКТИВОВ, СРЕДСТВ, ИЗДЕЛИЙ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ

1. Прикроватный монитор с функциями неинвазивного и инвазивного измерения артериального давления, расчета гемодинамического профиля термодилуционным методом, электрокардиографией, пульсоксиметрией.

2. Ультразвуковой аппарат высокого класса с программным обеспечением для проведения эхокардиографии, в том числе стресс-эхокардиографии с оценкой деформации миокарда и чреспищеводной эхокардиографии с чреспищеводным мультиплановым датчиком при возможности с функцией трехмерной реконструкции в реальном режиме времени.

3. Аппарат спировелоэргометрии.

4. Ангиографический комплекс с набором комплектующих и расходных материалов для проведения коронароангиографии.

5. Биохимический анализатор.

6. Газоанализатор.

7. Анализатор кислотно-основного состояния крови.

8. Автоматический коагулометр с возможностью оценки активированного времени свертывания крови (АВСК).

9. Тромбоэластограф.

10. Система менеджмента гемостаза Нерсон (HMS).

11. Автоматический агрегометр.

12. Иммуноферментный анализатор для определения BNP или proBNP, СРБ, прокальцитонина, пресепсина.

13. Аппаратный комплекс для проведения анестезиологического пособия с набором комплектующих, расходных материалов и медикаментов (в соответствии с протоколом трансплантации сердца).

14. Аппаратный комплекс для искусственного кровообращения с набором комплектующих, расходных материалов и медикаментов.

15. Аппарат для сохранения и возврата аутоэритроцитов (cell-saver) с набором комплектующих и расходных материалов.

16. Устройство механической поддержки кровообращения с набором расходных материалов и комплектующих.

17. Паракорпоральное и интракорпоральное для долгосрочной поддержки.

18. Катетеры:

- для измерения параметров внутрисердечной гемодинамики (катетер Swan-Ganz);

- инвазивного определения давления в левом предсердии.

19. Лекарства для проведения фармакологической пробы по оценке резистентности сосудов малого круга кровообращения (МКК): милринон 0,1% раствор по 10 мл в ампулах, 1 ампула.

ПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ

Сердечная недостаточность по NYHA III–IV ФК, резистентная к оптимальной медикаментозной терапии (не менее 45 дней за последние 2 мес., в т. ч. зависимость от ВАБК в течение 7 дней или зависимость от инотропной поддержки в течение 14 дней) с ФВ ЛЖ менее 25%.

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ

Противопоказания к катетеризации легочной артерии:

Абсолютные противопоказания:

- стеноз трехстворчатого клапана или клапана легочной артерии;
- тромбоз правых отделов сердца;
- тетрада Фалло.

Относительные противопоказания:

- пароксизмальные нарушения ритма;
- блокада левой ножки пучка Гиса;
- кардиостимулятор;
- коагулопатия.

Противопоказания к инвазивному измерению артериального давления

Абсолютные противопоказания:

- инфекционное поражение кожи в области имплантации катетера;
- проксимальный стеноз сосуда;
- синдром Рейно.

Относительные противопоказания:

- коагулопатия.

Противопоказания к имплантации ВЖС, связанные с клиническим состоянием пациента

Абсолютные противопоказания:

- наличие механического аортального клапана с невозможностью его замены на биологический перед имплантацией ВЖС;
- тромбоцитопения (менее 50000 в мл);
- психиатрические заболевания, необратимая когнитивная дисфункция или психосоциальная дисадаптация;
- активный инфекционный процесс;
- МНО >2,5, не связанное с антикоагулянтной терапией или терапия клопидогрелем в течение предшествующих 5 дней;

- невозможность соблюдения антикоагулянтной или антитромбоцитарной терапии пациентом;
- технические особенности оперативного вмешательства, связанные с неадекватно высоким риском операции;
- заболевание печени, сопровождающееся 5-кратным увеличением печеночных ферментов (АЛТ или АСТ или общего билирубина) или цирроз печени, доказанный ее биопсией;
- хроническое обструктивное заболевание легких или выраженное рестриктивное заболевание легких;
- постоянная легочная гипертензия с легочным сосудистым сопротивлением (ЛСС) более 8 единиц Вуда (Wood);
- инсульт в период 90 дней перед операцией или церебро-сосудистое заболевание с гемодинамически значимым (>80%) стенозом экстракраниальных сосудов;
- креатинин плазмы крови более 3,5 мг/дл или необходимость в почечной замещающей терапии (хроническом диализе);
- заболевание периферических сосудов, сопровождающееся болью или изъязвлением конечностей;
- недостаточность аортального клапана от умеренной до выраженной, которая не будет корригировать во время имплантации ВЖС;
- любое состояние, другое, чем сердечная недостаточность, которое может ограничить предел выживаемости менее 2 лет.

Относительные противопоказания:

- некорригированная выраженная аортальная регургитация и митральный стеноз;
- ХСН, связанная с некорригируемой патологией щитовидной железы, обструктивной КМП, заболеванием перикарда, амилоидозом, активным миокардитом или рестриктивной кардиомиопатией;
- индекс массы тела (ВМІ) > 40кг/м² или площадь поверхности тела менее 1,5 м²;
- кахексия;
- положительный тест на беременность при условии нахождения женщины в детородном периоде;
- некорригированная выраженная аортальная регургитация и митральный стеноз.

ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА

Этап 1. Клиническая оценка степени тяжести сердечной недостаточности по классификации NYHA с учетом получаемой медикаментозной терапии.

Этап 2. Оценка коронарного кровотока методом коронароангиографии (наличие гемодинамически значимых стенозов).

Этап 3. Оценка морфометрических показателей сердца и насосной функции левых и правых отделов сердца, наличие поражения клапанного аппарата сердца, наличие жизнеспособного миокарда, степень легочной гипертензии. Расчет неинвазивных показателей Tei индекс и индекс Вуда.

Этап 4. Оценка лабораторных показателей, характеризующих работу органов-мишеней (сердце, почки, печень), активность РААС системы, состояние гемостаза, КЩС, наличие инфекционного процесса.

Этап 5. Оценка функционального резерва кардиопульмонального комплекса.

Этап 6. Расчет гемодинамического профиля с помощью катетера Сван–Ганца с оценкой:

- сердечного выброса (минутный объем кровообращения);
- сердечного индекса;
- давления в правом предсердии;
- систолического, диастолического, среднего давления в легочной артерии;
- давления заклинивания легочной артерии (ДЗЛА);
- общего периферического сосудистого сопротивления (ОПСС);
- легочного сосудистого сопротивления (ЛСС);
- индекса ударной работы левого и правого желудочков;
- транспульмонального градиента;
- индекса Вуда.

Всем пациентам проводится проба с ингибитором фосфодиэстеразы — милринона — проводится в два этапа:

- 1-й этап — внутривенная инфузия в дозе 0,075 мг/кг за 15 мин, затем оценка гемодинамического профиля с использованием катетера Сван-Ганц;

- 2-й этап — внутривенное медленное введение милринона со скоростью 0,75 мкг/кг/мин в течение 2 ч. Затем вновь оценивается гемодинамический профиль.

Наличие функционального резерва легочного кровообращения определяется по снижению индекса Вуда до 4–6 единиц и является показанием для имплантации ВЖС. При индексе Вуда менее 4 и отсутствии донорского сердца или наличии противопоказаний к трансплантации сердца пациент также направляется на операцию по имплантации ВЖС.

Этап 7. Оценка психического состояния пациента и психологической адекватности ближайших его родственников.

Этап 8. Отбор пациента для операции имплантации ВЖС на основании комплексной оценки состояния сердечно-сосудистой системы (приложение 1) с учетом биохимических показателей и показателей внутрисердечной гемодинамики (инвазивных и неинвазивных) (приложение 2).

Технология имплантации ВЖС

Операция:

Операция по имплантации систем вспомогательного кровообращения, зарегистрированных в Республике Беларусь, проводится доступом из срединной стернотомии (или рестернотомии в случаях повторного вмешательства). Другие доступы для имплантации ВЖС не применяются.

После вскрытия полости перикарда (и выделения сердца из спаечного процесса при необходимости) пациенту подключается аппарат искусственного кровообращения (ИК) по стандартной схеме. При выполнении коррекции сопутствующей функциональной недостаточности трикуспидального клапана применяется бикавальная канюляция для обеспечения венозного возврата крови и

доступа к клапану, в других случаях — канюляция правого предсердия двухпросветной канюлей. Операция проводится в условиях нормотермического искусственного кровообращения, основной этап — на остановленном сердце после проведения кардиopleгии.

При наличии выраженной недостаточности аортального клапана выполняется его протезирование каркасным биопротезом по стандартной методике. У пациентов с ИБС при имплантации моноventрикулярного левожелудочкового обхода выполняется по показаниям прямая реваскуляризация миокарда (коронарное шунтирование ПМЖВ ЛКА и ветвей ПКА).

Непосредственно техника подключения системы вспомогательного кровообращения зависит от применяемого типа устройства и выполняется в соответствии с рекомендациями производителя. В случаях моноventрикулярного левожелудочкового обхода система подключается по схеме «левый желудочек — восходящая аорта». При подключении бивентрикулярного вспомогательного кровообращения обход ЛЖ подключается по схеме «левое предсердие-восходящая аорта», для обхода правого желудочка подключается система по схеме «правое предсердие — легочный ствол». При применении интракорпоральной системы ВК через кожу выводится только питающий кабель, предпочтительно с S-образным подкожным ходом последнего. При подключении паракорпоральной системы ВК через кожу приводящая и отводящая канюли соединяются с паракорпоральным желудочком, который подключается к пневматическому приводу с блоком управления.

Производится гемостаз и накладываются провизорные швы на грудину. На следующие сутки после имплантации ВЖС по показаниям проводится плановая операция санации средостения и ушивания грудины.

Интраоперационное ведение пациента

Анестезиологическое пособие

Для индукции анестезии и поддержания ее до ИК и после нее необходимо использовать комбинацию препаратов для анальгезии, гипноза и релаксации):

- для анальгезии — наркотические анальгетики (суфентанил или фентанил);
- для гипноза — ингаляционные анестетики с кардиопротективным действием (севофлуран) или внутривенные анестетики средней продолжительности действия (мидозолам или пропофол);
- для релаксации — недеполяризующие релаксанты средней длительности действия (рокурония бромид).

Во время ИК анестезия поддерживается внутривенными анестетиками (мидозолам или пропофол).

Контроль и изменение дозировок гипноза проводится на фоне мониторинга биспектрального индекса (БИС). Данный показатель поддерживается на уровне 40.

Инотропная терапия начинается с этапа восстановления сердечной деятельности.

При подключении ВЖС ЛЖ используется внутривенное введение сочетания инотропов, улучшающих функцию правого желудочка по 2 схемам:

- схема № 1 — во время ИК вводят левосимендан в дозе 0,7 мкг/кг/мин с последующим переходом на дозу 0,2 мкг/кг/мин (в течение 1 сут) либо после ИК

переходят на введение добутамина гидрохлорида в дозе 5 мкг/кг/мин и норадреналин в дозе 0,1 мкг/кг/мин;

- схема № 2 — во время ИК вводят милринон в дозе 0,5 мкг/кг/мин с последующим переходом на дозу 0,3 мкг/кг/мин либо после ИК переходят на введение добутамина гидрохлорида в дозе 5 мкг/кг/мин в сочетании с норадреналином в дозе 0,1 мкг/кг/мин и адреналином в дозе 0,1 мкг/кг/мин.

При подключении двухжелудочкового ВЖС в качестве инотропной поддержки на этапе восстановления сердечной деятельности используется только норадреналин в дозе до 0,2 мкг/кг/мин для нормализации сосудистого тонуса.

Интраоперационно адекватность работы ВЖС оценивается методом чреспищеводной эхокардиографии по изменению размеров камер сердца и положению межжелудочковой перегородки (МЖП) по отношению к желудочкам сердца: срединное расположение МЖП свидетельствует о правильно выбранной объемной скорости ВЖС.

Дополнительным критерием эффективности работы двухжелудочкового ВЖС является отсутствие смещения межпредсердной перегородки при двухжелудочковом ВЖС. Оценка позиции канюль проводится по сопоставлению оси канюли и оси желудочка (при левожелудочковом ВЖС) или по отсутствию признаков присасывания миокарда (деформации контура стенки желудочка или предсердия) в области стояния торцевого отверстия канюли (канюль при двухжелудочковом ВЖС).

Во время работы ВЖС необходимо контролировать работу нативного аортального клапана: неполное (мене 1/2 нормальной амплитуды) открытие створок аортального клапана реже, чем каждый сердечный цикл свидетельствует об эффективной работе ВЖС. Появление аортальной регургитации у пациента с исходно интактным аортальным клапаном свидетельствует о необходимости коррекции объемной скорости ВЖС.

Антикоагулянтная терапия

Гепаринизация с учетом определения индивидуальной чувствительности к гепарину, контроль гепаринизации и нейтрализации гепарина протамином осуществляется согласно результатам исследования на системе менеджмента гемостаза HMS Персон на всех этапах операции:

- перед ИК гепаринизация осуществляется из расчета 300 МЕ гепарина на 1 кг массы тела, контроль гепаринизации проводится по активированному времени свертывания крови (АВСК);

- после отключения ИК выполняется полная нейтрализация гепарина протамином, несмотря на работу ВЖС.

Оценка гемостаза

Всем пациентам для дифференциальной диагностики основной патологии гемостаза и оценки наличия хирургической причины кровотечения используют пять тестов тромбоэластографии (ТЭГ) (ROTEM анализа). Оцениваются главные параметры ТЭГ: 1) СТ (clotting time) — время от начала исследования до начала образования сгустка, выраженное в секундах, которое зависит от количества факторов и наличия ингибиторов свертывания крови; 2) CFT (clot formation time) — время от начала образования сгустка до плотности сгустка в 20 мм, выраженное в

секундах, которое отображает полимеризацию фибрина, а также стабилизацию сгустка тромбоцитами и фибрин-стабилизирующим фактором; 3) MCF (maximum clot firmness) — максимальная амплитуда плотности сгустка, выраженная в мм, которое зависит от наличия субстрата сгустка (фибриногена, тромбоцитов); 4) A_α — значение амплитуды (или плотности сгустка), полученное в разные моменты времени (например, на 10 мин); 5) ML (maximum lysis) — уменьшение плотности сгустка относительно его максимальной плотности, выраженное в процентах, зависящее от активности фибринолитической системы.

Интраоперационная оценка гемостаза проводится в три этапа:

- 1-й этап — до ИК (до полной гепаринизации организма оценка EXTEM, INTEM, FIBTEM, APTEM);

- 2-й этап — во время ИК; обычные клоттинговые методы не применяют из-за большого количества циркулирующего гепарина; используют тесты тромбоэластограммы (EXTEM, HEPTM, FIBTEM), которые показывают состояние внешнего и внутреннего пути гемостаза, а также уровень фибриногена и тромбоцитов в крови;

- 3-й этап — после ИК (после нейтрализации гепарина протамином или после проведенного лечения оценка EXTEM, INTEM, FIBTEM, HEPTM).

В течение первых суток нахождения в отделении реанимации до повторной плановой операции санации средостения и ушивания грудины пациентам проводится седация внутривенными анестетиками в сочетании с наркотическими анальгетиками.

Через 8–12 ч после операции или сразу после плановой рестернотомии начинают внутривенное введение гепарина под контролем АЧТВ и АВСК и уровня тромбоцитов периферической крови (не менее 50 тыс.). АЧТВ поддерживается в 1,5–2 раза выше исходного, АВСК — 180–220 с.

После удаления дренажей к лечению добавляют кишечную растворимую форму ацетилсалициловой кислоты (АСК) в дозе 75–375 мг/сут с учетом протокола производителей ВЖС. Контроль эффективности работы АСК осуществляется по агрегатограмме на автоматическом анализаторе с учетом скорости и степени агрегации без индуктора (спонтанная) и с индукторами (адреналин). При наличии аспиринорезистентности вместо АСК назначают клопидогрель в дозе 75 мг/сут под контролем агрегации тромбоцитов с АДФ.

Послеоперационное ведение пациентов с ВЖС

Коррекция свертывающей системы

При наличии показаний — использование свежезамороженной плазмы, концентрата тромбоцитов с трансфузией через лейкоцитарный фильтр, ЭМОЛТ, криопреципитата, концентрата тромбинового комплекса, препарата фактора VIIa свертывания крови.

При явлениях кровотечения (отделяемое по дренажам менее 200 мл/ч) — подключение системы cell-saver для сохранения и возврата эритроцитов из дренажной системы.

При явлениях массивного кровотечения (отделяемое по дренажам более 200 мл/ч в течение 2–3 ч, наличие признаков тампонады сердца, внезапное

прекращение поступления крови по дренажам) — реоперация и санация средостения.

В послеоперационном периоде продолжается гепаринотерапия в сочетании с кишечнорастворимой формой АСК в дозе 75–375 мг/сут. После удаления дренажей по рекомендациям отдельных производителей ВЖС добавляется клопидогрель в дозе 75 мг/сут и дипиридамол в дозе 75 мг/сут. На 3–5-й день после операции назначается варфарин в дозе для поддержания МНО 2–3 либо 2,5–3,5 по рекомендациям отдельных производителей ВЖС. После достижения целевых значений МНО гепарин отменяют.

Контроль функционирования ВЖС

Проводится согласно рекомендациям производителей с учетом объемной скорости, наличия тромбоемболических и инфекционных осложнений. Всем пациентам с 1-х сут после операции имплантации ВЖС проводится антибиотикопрофилактика двумя группами антибактериальных препаратов: гликопептиды (ванкомицин) и фторхинолоны (левофлоксацин или моксифлоксацин) в дозировках, обеспечивающих отсутствие роста культуры бактериальных посевов биологических сред пациента и положительной динамике уровня прокальцитонина, пресепсина, лейкоцитов и СРБ в плазме крови пациента в раннем послеоперационном периоде.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОЗМОЖНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ИЛИ ОШИБОК ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ И ПУТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Осложнения могут быть связаны:

1) с применением инвазивных методов диагностики:

- кровотечения и перфорации — удаление катетера, ушивание перфорации;
- формирование псевдоаневризмы — удаление катетера, хирургическое удаление псевдоаневризмы;
- полная поперечная блокада сердца — удаление катетера, кардиостимуляция;
- эндобронхиальное кровотечение — удаление катетера, остановка кровотечения;
- инфаркт легкого — удаление катетера, лечение инфаркта легкого;
- тромбоцитопения — симптоматическая терапия;
- повреждение структур, смежных с веной, которая выбрана для доступа;
- артериальная пункция с кровотечением и гематомой — компрессия артерии в течение 10 мин с последующим определением показаний к хирургическому лечению;
- гемо-/пневмо-/гидро-/хилоторакс — пункция и дренирование грудной полости с последующим определением показаний к хирургическому лечению;
- воздушная эмболия — симптоматическое лечение в зависимости от клинической картины;
- повреждение нерва — наблюдение и лечение у врача-невролога.

2) особенностями хирургической техники при имплантации VAD:

- кровотечение, связанное с длительным выделением сердца из спаек при повторной операции, длительным периодом искусственного кровообращения;

- оценка тромбоэластограммы и при нормальных её показателях — реоперация с устранением источника кровотечения или использование cell-saver;

- инфекционные осложнения, связанные с нарушением правил обработки раневого канала в месте выхода питающего кабеля или канюль — санация ран, антибиотикотерапия, при необходимости — эксплантация ВЖС.

3) с наличием имплантированного инородного тела и необходимости приема антикоагулянтов, антиагрегантов:

- нарушение коагуляции (кровотечение, тромбоз, тромбэмболия) — тромбо/эмболэктомия;

- тампонада полости перикарда при повреждении правого предсердия или желудочка — пункция и дренирование полости перикарда с последующим определением показаний к хирургическому лечению;

- повреждение клапанных структур — решение вопроса и клапанной коррекции по стандартным показаниям;

- инфекционные осложнения локальные (нагноение ложа, абсцесс ложа) и системные (сепсис) — санация ран, антибиотикотерапия, при необходимости — эксплантация ВЖС.

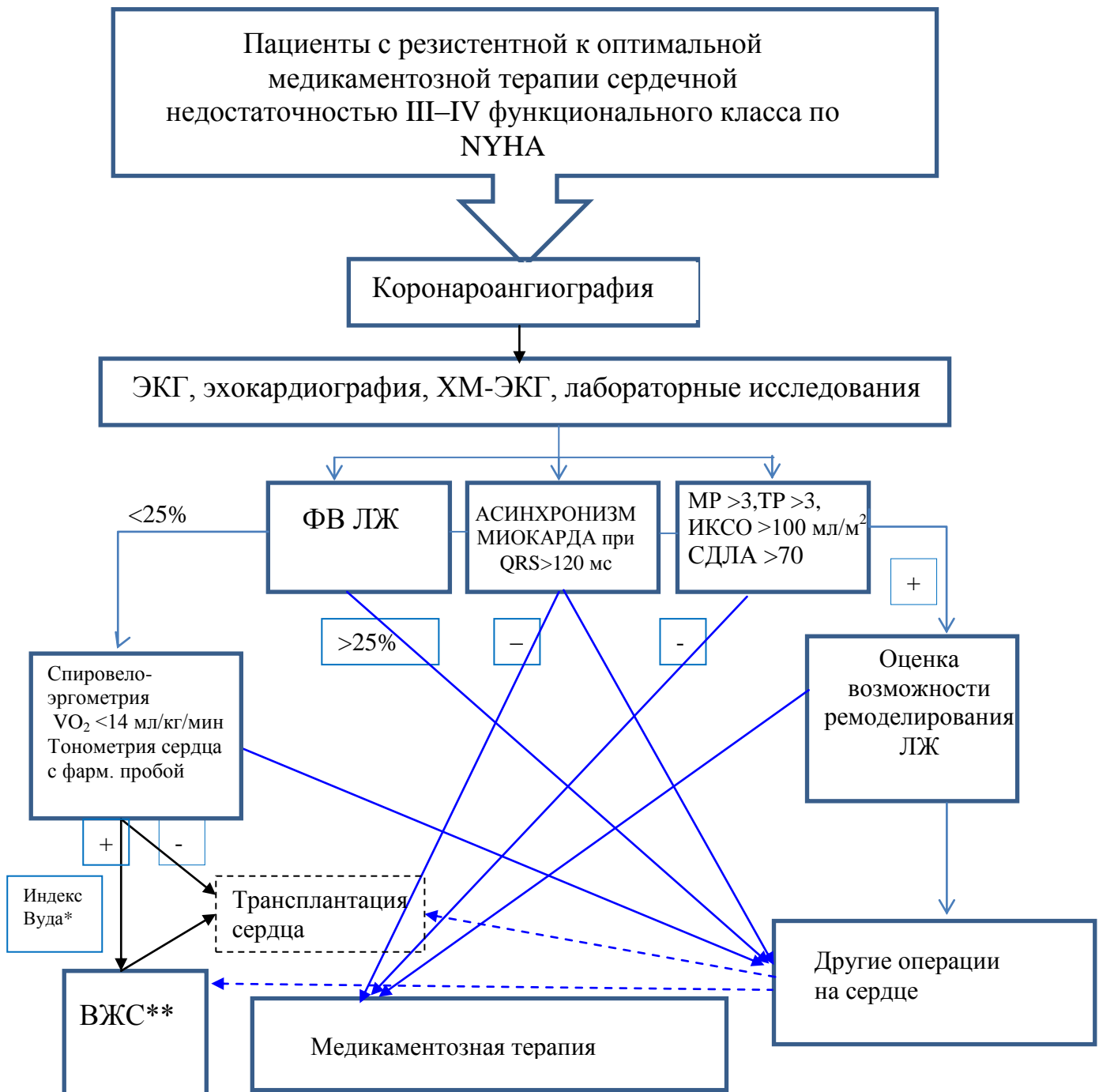
Возможные ошибки при выполнении инструментальных методов диагностики:

- недооценка степени систолической дисфункции миокарда в покое может быть связана с невозможностью визуализировать сердце при трансторакальной эхокардиографии — показано выполнение чреспищеводной эхокардиографии;

- невозможность оценить наличие жизнеспособного миокарда при проведении ультразвуковых методов - показано проведение МРТ сердца с парамагнетиками и оценкой отсроченного усиления (delayed enhancing) и других эффектов нежизнеспособного миокарда или однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда (SPECT) с технецием и добутамином в малых дозах;

- недооценка степени легочной гипертензии или недооценка функционального резерва легочного кровообращения во время пробы с ингибитором фосфодиэстеразы милриноном — правильная установка катетера Swan-Ganz и введение милринона в соответствии с дозировками, указанными в инструкции.

Алгоритм отбора пациентов



* — снижение индекса Вуда на пробе с милрином до 4–6 ед или индекс Вуда <4 при противопоказаниях к трансплантации сердца или при отсутствии донорского сердца;
 ** — имплантация бивентрикулярного ВЖС — при базальном поперечном диаметре ПЖ >55 мм и L/s соотношение ПЖ диаметров >0,65 при ФВ ПЖ (метод Симпсон) <25% и индексе ударной работы правого желудочка <5 г-м/м²

**ПЕРЕЧЕНЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
для отбора пациентов на операцию имплантации VAD**

Инвазивные методы:

- сердечный выброс (минутный объем кровообращения);
- сердечный индекс;
- давление в легочной артерии (систолическое, диастолическое, среднее);
- давление заклинивания легочной артерии;
- центральное венозное давление;
- транспульмональный градиент;
- индекс Вуда;
- общее периферическое сопротивление;
- легочно-сосудистое сопротивление;
- индекс работы левого желудочка;
- индекс работы правого желудочка.

Неинвазивные методы

1. Эхокардиография:

- размеры ЛЖ, ЛП, ПЖ, ПП;
- объемы ЛЖ (КДО, КСО);
- площади и объемы ЛП, ПП, ПЖ приточного отдела;
- ФВ ЛЖ (биплановый метод Симпсона);
- ФВ ПЖ или ФИП (фракция изменения площади приточного отдела);
- поперечный размер ПЖ на базальном уровне;
- длинник ПЖ в 4-камерной апикальной позиции;
- соотношение длинника ПЖ к его поперечному размеру на базальном уровне (L/s соотношение ПЖ диаметров);
- TAPSE;
- состояние МПП, наличие ООС;
- состояние аортального клапана, наличие регургитации;
- регургитация с трикуспидального клапана (количественный расчет методом PISA);
- регургитация с митрального клапана (количественный расчет методом PISA) ;
- наличие аневризм ЛЖ.

2. Спирометрия:

- VO_2 на пике нагрузки.

3. Лабораторные:

- биохимический анализ: креатинин, мочевины, общий белок, альбумин, билирубин прямой и непрямой, глюкоза, электролиты (калий, натрий, кальций, хлор), скорость клубочковой фильтрации;
- морфология крови;
- тромбоэластограмма;

- агрегация тромбоцитов (спонтанная и индуцированная);
- коагулограмма (АЧТВ, ТВ, фибриноген, антитромбин III, Д-димеры, МНО);
- иммуноферментный анализ: BNP, NT-proBNP, прокальцитонин, СРБ, пресепсин.