

Левожелудочковые устройства вспомогательного кровообращения (ЛУВК)

Выполнила студентка 6 курса лечебного факультета 63 группы Греку
Анастасия Юрьевна

Что же определило необходимость разработки механических аналогов сердца?

- ▶ Проблемы отторжения
- ▶ Нехватка донорских органов
- ▶ Как помочь пациентам у которых имеются противопоказания к трансплантации сердца?



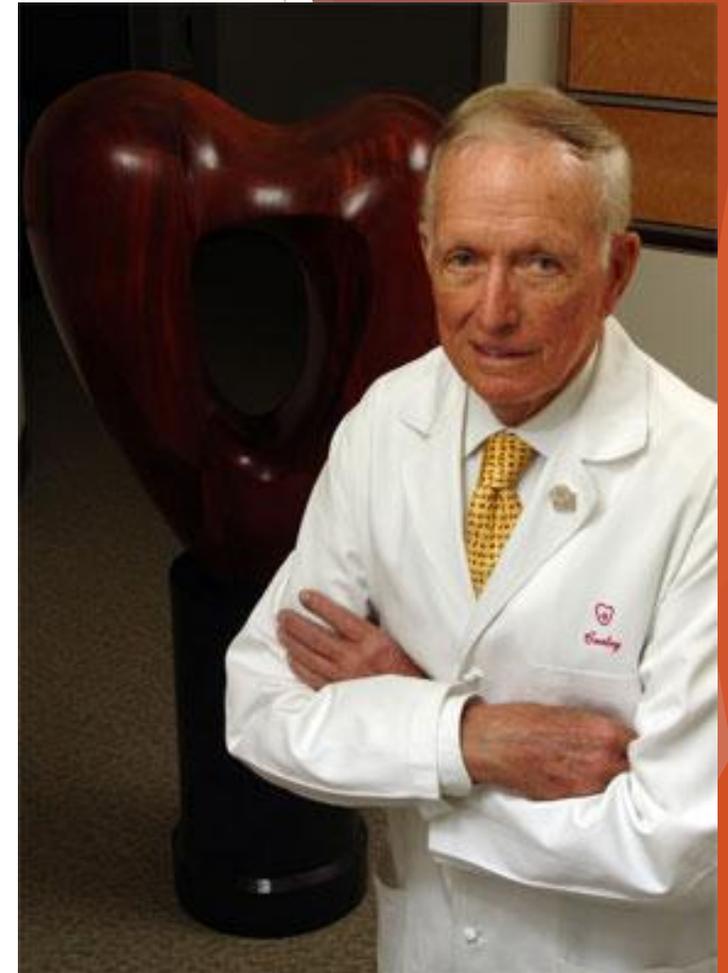
С чего все начиналось...

- ▶ В. П. Демихов 1937 году показал принципиальную возможность поддержания кровообращения в организме собаки с помощью пластикового насоса, приводимого в движение электродвигателем.
- ▶ Собака прожила 2,5 часа с этим механическим устройством, имплантированным на место удаленного собственного сердца.



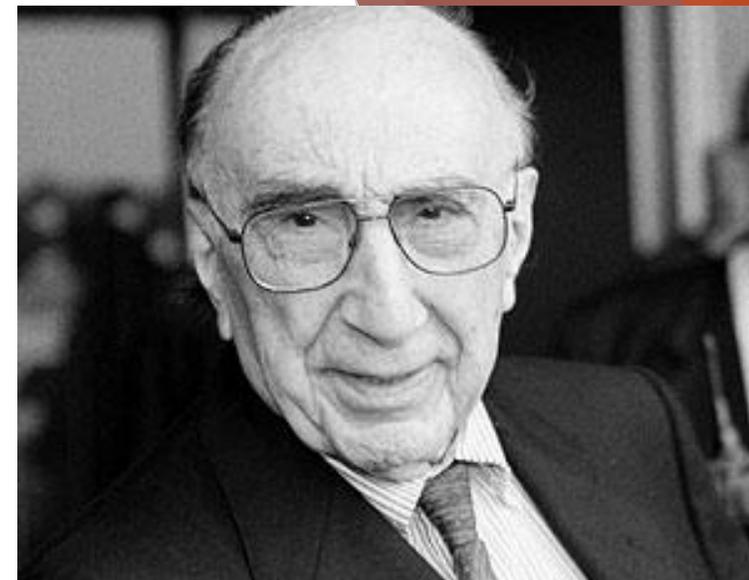
Первые шаги к двухэтапной трансплантации сердца...

- ▶ в конце 1960-х годов в ОКБ Сухого была создана группа по созданию пневмогидравлического насоса, способного временно заместить естественное сердце человека и поддержать его жизнедеятельность до того момента, когда появится возможность установить донорское сердце взамен искусственного
- ▶ в 1969 году американский хирург *Д. Кули* произвёл имплантацию искусственного сердца больному, которого после резекции обширной аневризмы левого желудочка не удавалось отключить от аппарата искусственного кровообращения. Через 64 часа работы искусственное сердце было заменено на аллотрансплантат, однако еще через 36 часов больной погиб от пневмонии.

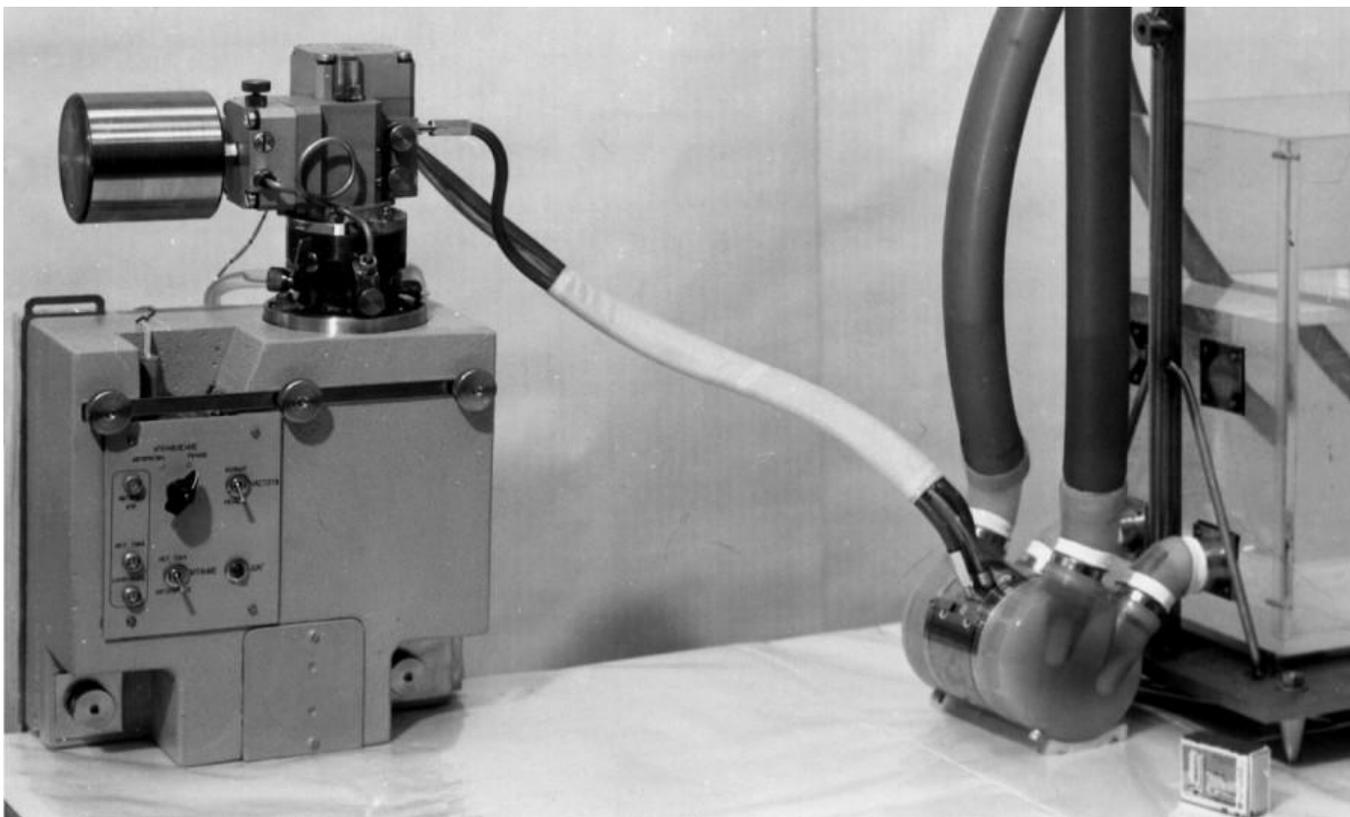


Это был первый случай двухэтапной операции трансплантации сердца.

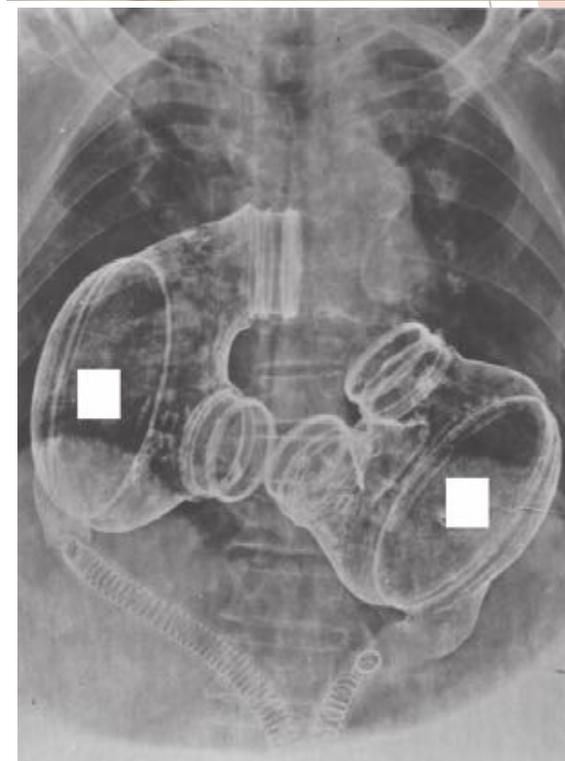
- ▶ В 70-е годы появилась совместная советско-американская межправительственная программа, направленная на создание искусственного сердца
- ▶ Координатором советско-американской программы сотрудничества в области создания искусственного сердца с советской стороны был проф. В.И. Шумаков, а с американской - известнейший кардиохирург д-р М. ДеБейки.



- ▶ В 1976 году создали опытный образец искусственного сердца «Герц-02» в ранцевом исполнении,
- ▶ и в 1985 году в НИИТиО были проведены его успешные испытания на животных – впервые в стране животное (телёнок) жило с искусственным сердцем более двух недель.



- ▶ В период с 1981-го по 1984 г. в НИИ трансплантологии и искусственных органов (НИИТиО) было проведено 45 имплантаций ИС «Поиск-10М» телятам. Выживаемость составляла от 10 до 102 дней, в среднем - 43 дня. В 1982 г. теленок Олимп прожил 102 дня
- ▶ В период с 1987-го по 1991 г. было проведено 17 имплантаций ИС «Поиск-10М» в клинике, из них 13 имплантаций в НИИТиО) и 4 имплантации в Польше .



Показания для имплантации аппаратов механической поддержки кровообращения.

- ▶ Гемодинамические нарушения: Систolicеское АД менее 75–80 мм рт. ст., сердечный индекс менее 1,5–1,8 л/мин/м², насыщение крови кислородом в смешанной венозной крови (SvO₂) менее 50%.
- ▶ Временные противопоказания к трансплантации сердца.

Психическая адекватность больного.

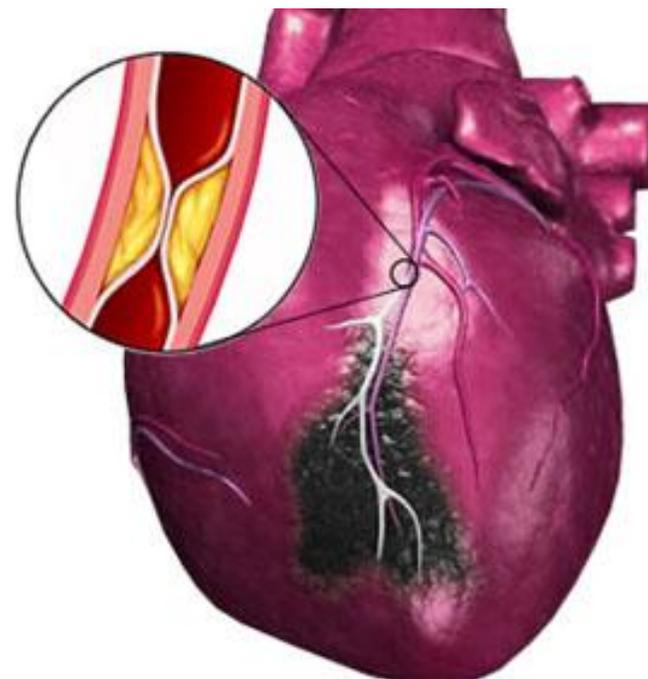
КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ МПК ПО МЕДИЦИНСКИМ ПОКАЗАНИЯМ

Первая группа.

- ▶ К первой группе относятся пациенты, которых после проведения операции на открытом сердце невозможно отключить от аппарата искусственного кровообращения (ИК) (2-8% пациентов).
- ▶ Длительность такой поддержки составляет от нескольких дней до нескольких недель.

Вторая группа.

- ▶ Ко второй группе относятся пациенты с острым поражением сердечной мышцы. В этом случае для преодоления периода возникшей критической сердечной недостаточности (СН) необходима временная гемодинамическая поддержка.
- ▶ Вероятность восстановления нормальной деятельности сердца через определенный период времени в сочетании с интенсивной медикаментозной терапией достаточно высока.



Методы и средства кратковременной МПК

Наименование метода	Преимущества	Недостатки
Внутриаортальная баллонная контрпульсация (ВАБК)	Простота хирургической операции. Увеличивает коронарный кровоток. Относительно низкая цена ВАБК (65 000 руб.)	Трудность использования при поражении артерий нижних конечностей. Относительно мало изменяет системный кровоток; длительность применения ограничена (до 7–10 дней).
Внутриаортальный левожелудочковый обход (ЛЖО) с помощью осевого насоса Impella	Простота хирургической операции. Увеличивает системный кровоток.	Трудность использования при поражении артерий нижних конечностей; длительность применения ограничена (до 5–7 дней). Относительно высокая цена (100 тыс. руб.)
Экстракорпоральная мембранная оксигенация крови (ЭКМО)	Увеличивает системный кровоток. Может использоваться при дыхательной недостаточности.	Длительность применения ограничена. Относительно высокая цена одноразовой части (100–150 тыс. руб.)
Экстракорпоральный ЛЖО* (Biopump, Rotoflow, Levitronix)	Увеличивает системный кровоток. Длительность использования модели Levitronix до одного месяца.	Относительно высокая цена модели Levitronix (от 150 тыс. до 1,2 млн руб.)

Примечание. * – в табл. не включены ИЖС с пневмоприводом.

Третья группа.

- ▶ К третьей группе относятся пациенты с хроническими тяжелыми формами сердечной недостаточности.
- ▶ Последняя группа предусматривает разные подходы при определении стратегии использования МПК.
 - двухэтапная трансплантация сердца (ДТС);
 - обратное ремоделирование сердца с восстановлением сократительной способности миокарда;
 - имплантация насосов на постоянной основе

Левожелудочковые устройства вспомогательного кровообращения.

Устройства для кратковременного
вспомогательного
кровообращения:

- ▶ насос Неторитр
- ▶ Пульсирующие насосы

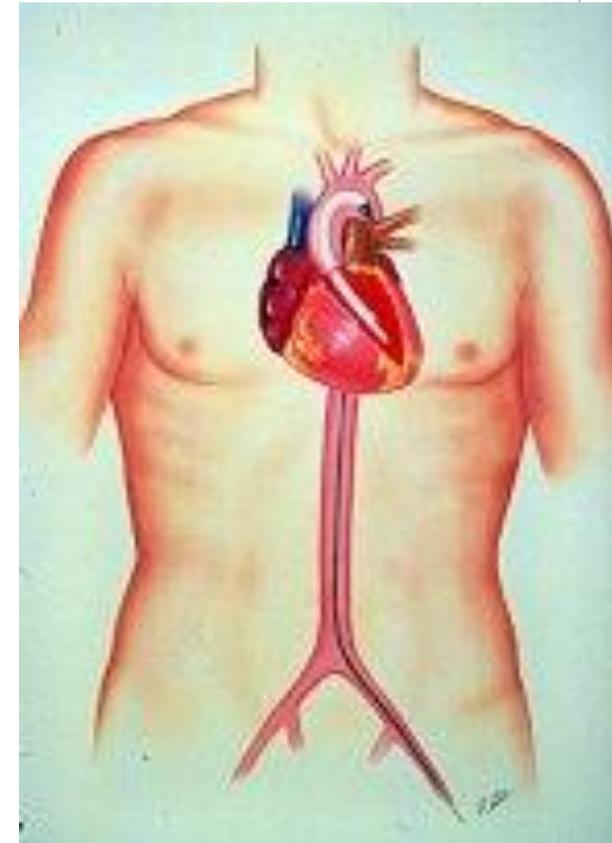
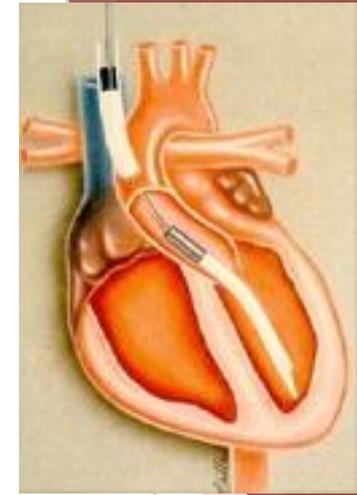
Устройства для длительного
вспомогательного
кровообращения:

- Имплантируемые насосы
Новакор (Novacor) и
Хартмейт (HeartMate).
- Осевые насосы
Джарвик 2000 (Jarvik 2000)

Устройства для кратковременного вспомогательного кровообращения ЛЖ.

Насос Неториптр.

- ▶ Катетерный насос Неториптр можно использовать лишь в течение нескольких дней.
- ▶ Полностью берет на себя работу ЛЖ.
- ▶ Его вводят через катетер в бедренной артерии.
- ▶ Катетер проводят через аортальный клапан в левый желудочек. В катетере диаметром 14, 21 или 24 F содержится постоянный насос, производительность которого достигает 3,5–5,7 л/мин.

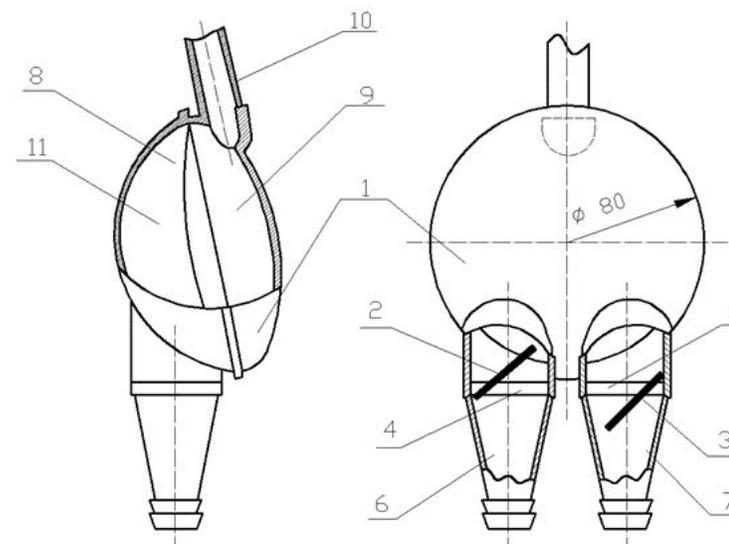


Сопутствующая терапия.

- ▶ Необходимы антикоагулянтная терапия, постоянное наблюдение и постельный режим.
- ▶ Кроме того, катетерный насос не разгружает правый желудочек, его нельзя использовать при поражении аорты и аортального клапана.
- ▶ Самые частые осложнения — гемолиз и желудочковые аритмии, вызванные контактом катетера с миокардом.

Пульсирующие насосы.

- ▶ Пульсирующие насосы – это экстракорпоральные асинхронные насосы, которые обычно используют в качестве искусственного правого, левого или обоих желудочков.
- ▶ Насос соединяется с кровеносной системой двумя катетерами – предсердным и артериальным. Предсердный катетер помещают в правое или левое предсердие, артериальный – в аорту.
- ▶ Насос состоит из верхней и нижней камер. Верхняя камера наполняется пассивно – непрерывным потоком крови из предсердия. Нижняя камера имеет два трехстворчатых полиуретановых клапана (входной и выходной). Ударный объем насоса – 70–89 мл.
- ▶ Обеспечивает пульсирующий поток до 4–5 л/мин.
- ▶ Для профилактики тромбоэмболии рекомендуется использовать гепарин, варфарин или дипиридамо́л.



Недостатки пульсирующий насосов.

- ▶ невозможность их амбулаторного использования
- ▶ низкая скорость потока по сравнению с имплантируемыми устройствами.
- ▶ После 5–7 сут, если уйти от вспомогательного кровообращения невозможно, пульсирующий насос отключают и имплантируют одно из устройств для длительного вспомогательного кровообращения.

Устройства для длительного вспомогательного кровообращения:

- ▶ Имплантируемые насосы
 - Новакор (Novacor) и
 - Хартмейт (HeartMate).

- ▶ Осевые насосы
 - Джарвик 2000 (Jarvik 2000)

Основные направления применения длительной МПК ЛЖ.

- ▶ двухэтапная трансплантация сердца (ДТС);
- ▶ обратное ремоделирование сердца с восстановлением сократительной способности миокарда;
- ▶ имплантация насосов на постоянной основе (DT - destination therapy) пациентам, которым по ряду причин ТС не показана (возраст, сопутствующие заболевания, предшествующая хирургия и др.)

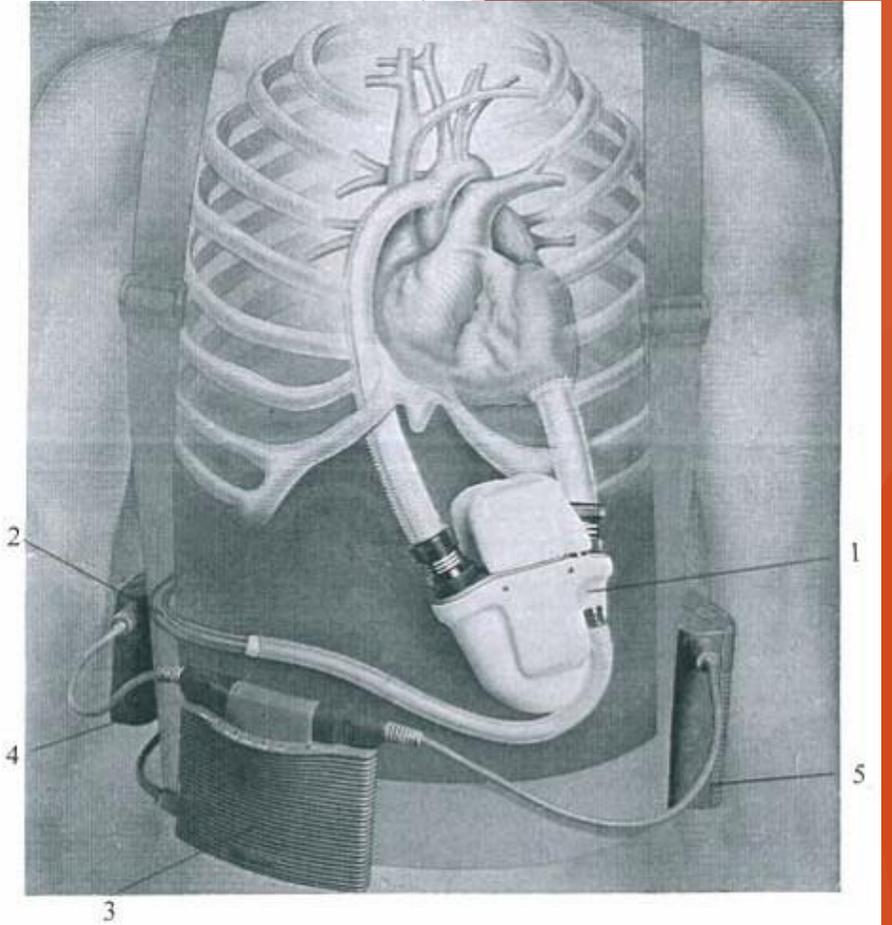
*при высоких рисках ПН производят, как правило, временное подключение системы правожелудочкового обхода (ПЖО) одновременно с имплантацией ЛЖО.

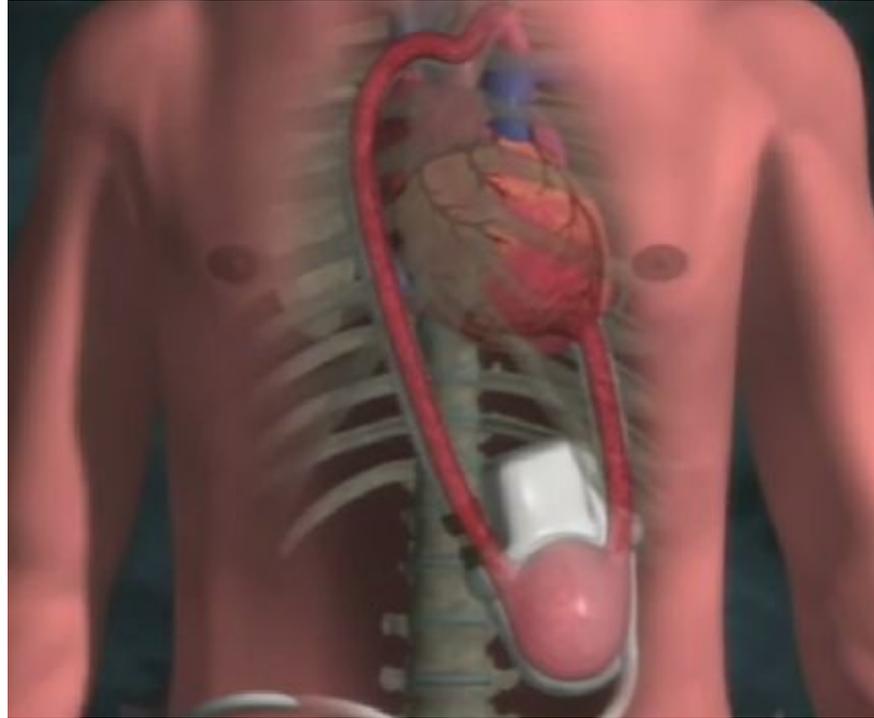
Преимущества систем ЛЖО.

- ▶ длительное подключение систем (от месяца до нескольких лет).
- ▶ возможность для пациента покинуть клинику и вести относительно активный образ жизни.
- ▶ При длительном ЛЖО в среднем в 5-10% случаев наблюдается восстановление сократительной способности миокарда.
- ▶ Недостаток - относительно высокая стоимость аппаратов.

Новакор (Novacor).

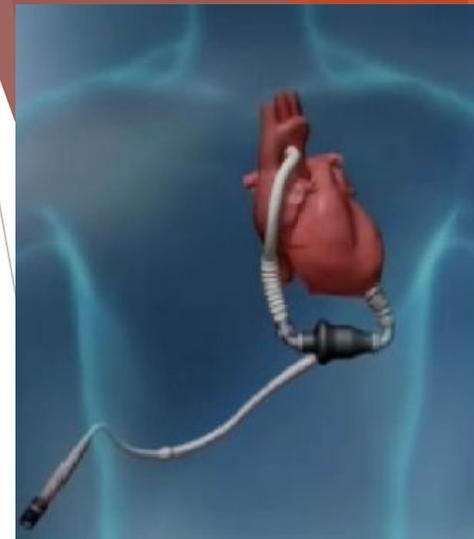
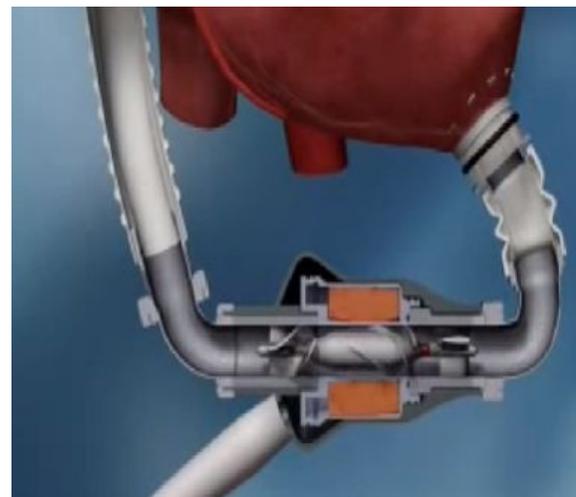
- ▶ Новакор имплантируется в брюшную стенку.
- ▶ Кровь забирают катетером через верхушку левого желудочка, возвращают ее в восходящую аорту.
- ▶ С помощью магнитов камера насоса сдавливается между двумя пластинами и выбрасывает кровь в аорту.
- ▶ Систола насоса совпадает с концом систолы желудочков.
- ▶ Максимальный ударный объем – 70 мл, производительность – 10 л/мин.
- ▶ Блок питания и блок управления подключаются отдельно через кабель, выходящий через брюшную стенку.
- ▶ У 10% больных происходят тромбоэмболии, после имплантации устройства необходима терапия гепарином или варфарином.





Хартмейт (HeartMate).

- ▶ Хартмейт — тоже имплантируемый насос, работающий на электрическом или пневматическом приводе.
- ▶ Забор и возврат крови осуществляют примерно так же, как у Новакора.
- ▶ Ударный объем может достигать 85 мл, а производительность — 11 л/мин.
- ▶ Внутренние поверхности этого насоса устроены так, что это снижает риск тромбоза.
- ▶ Теоретически насосы Хартмейт позволяют обходиться без антикоагулянтной терапии, однако в большинстве случаев назначают антиагреганты.

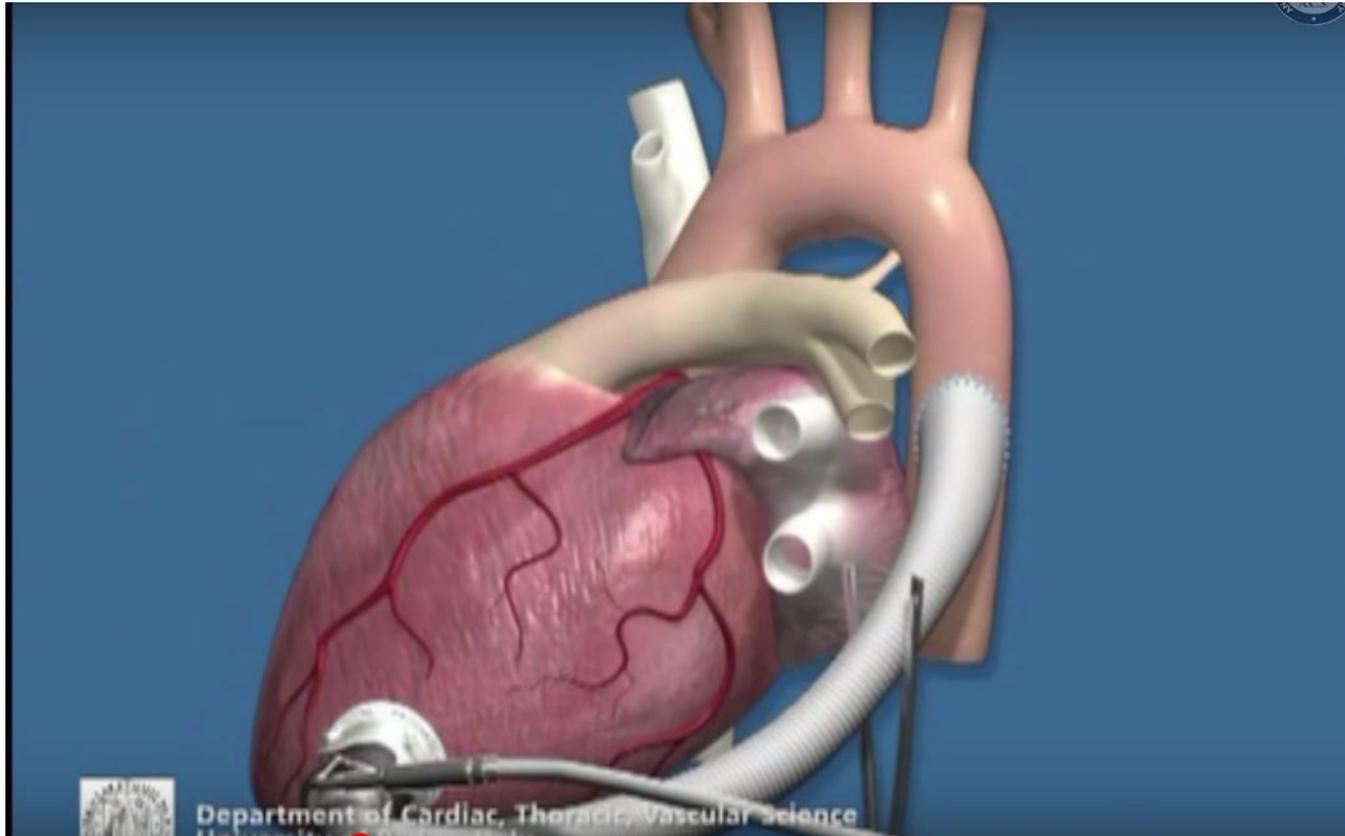


Джарвик 2000 (Jarvik 2000).

- ▶ Осевые насосы дают непрерывный неп пульсирующий поток.
- ▶ Джарвик 2000 — это небольшой насос с лопастным рабочим колесом, совершающим 10000–20 000 оборотов в минуту.
- ▶ Эти насосы очень малы, Джарвик 2000 помещается в желудочек, что позволяет обойтись без венозной канюли.
- ▶ Внутрижелудочковое расположение насоса позволяет избежать таких осложнений, как перекручивание и тромбоз канюли, зарастание ее соединительной тканью, а также обструкция стенкой левого желудочка или межжелудочковой перегородкой.
- ▶ Возврат крови осуществляется через нисходящую аорту.



- ▶ Небольшие размеры насоса позволяют имплантировать его через левый торакотомический доступ без искусственного кровообращения, его можно использовать у детей.
- ▶ При этом левый желудочек продолжает выбрасывать кровь в аорту через аортальный клапан, что придает системному кровотоку пульсирующий характер.
- ▶ Производительность насоса может достигать 6 л/мин.
- ▶ Главный недостаток – слабый кровоток в восходящей аорте, что может приводить к тромбозам и тромбоэмболиям. О первом опыте применения насоса Джарвик 2000 сообщили Frazier с соавт.: сердечный индекс возрастал на 43%, ДЗЛА снижалось на 52%, 80% больных переходили из IV функционального класса в I. О тромбозах насоса не сообщалось.



Основные насосы, применяемые для длительной МПК

Тип насоса	Преимущества	Недостатки
<p>Пульсирующий (пневматический, электромеханический, электромагнитный, электрогидравлический).</p> <p>ИС (CardioWest, AbioCor) ИЖС (IVAD, Heart Mate XVE, T Novacor, Lion Heart и др.)</p>	<p>Формирует физиологический поток.</p> <p>Снижает нагрузку на ЛЖ.</p> <p>Пациенты с пульсирующими насосами показывают лучшее восстановление миокарда, чем с неппульсирующим насосом.</p>	<p>Конструктивная сложность.</p> <p>Большие габариты и вес (0,8–1,2 кг).</p> <p>Имплантация ИЖС в брюшную полость.</p> <p>Большое потребление энергии.</p> <p>Невысокие надежность и ресурс (0,51 замены устройств/пациента в год).</p> <p>Высокая стоимость системы.</p>
<p>Непульсирующий ИЖС (центробежный, осевой, диагональный).</p> <p>Heart Ware, Terumo CP, HMIII, HMII, Jarvik 2000, Incor, отечественный осевой насос АВК-1 и др.</p>	<p>Малые габариты и вес (100–250 г).</p> <p>Возможность имплантации пациентам с небольшими размерами тела.</p> <p>Возможность имплантации в грудную полость.</p> <p>Низкое потребление энергии (<12 Вт).</p> <p>Высокие надежность и ресурс (0,06 замены устройств /пациента в год).</p> <p>Относительно невысокая цена (в 1,5 раза меньше, чем пульсирующего насоса).</p>	<p>Меньшая разгрузка ЛЖ.</p> <p>Проблемы с открытием аортального клапана.</p> <p>Проблемы с присасыванием входной канюли.</p> <p>Проблемы с регургитацией при остановке насоса и низких оборотах ротора.</p>

Относительные противопоказания.

- ▶ Не поддающийся лечению сепсис.
- ▶ Аортальная недостаточность может привести к попаданию крови из артериальной канюли обратно в левый желудочек.
- ▶ Механические протезы клапанов иногда приходится заменять на биопротезы, поскольку это позволяет избежать антикоагулянтной терапии перед имплантацией устройства.
- ▶ При повышенной свертываемости крови
- ▶ Аневризма и расслаивание аорты
- ▶ Геморрагические диатезы
- ▶ Открытое овальное окно и дефекты межпредсердной перегородки перед имплантацией насосов закрывают для профилактики сброса крови справа налево и парадоксальной эмболии, поскольку давление в левых отделах сердца после имплантации снижается.

Абсолютные противопоказания.

- ▶ Лёгочная гипертензия,
- ▶ Онкология,
- ▶ Тяжёлое ожирение,
- ▶ Терминальная почечная недостаточность (если трансплантация почки невозможна),

Неблагоприятный прогноз.

На неблагоприятный прогноз после имплантации искусственного левого желудочка указывают следующие факторы.

- ▶ Диурез менее 30 мл/ч
- ▶ ЦВД более 16 мм рт. ст
- ▶ Необходимость в ИВЛ
- ▶ Протромбиновое время более 16 с
- ▶ Необходимость повторной имплантации.

Осложнения.

- ▶ Периоперационная кровопотеря
- ▶ Аритмии
- ▶ Инфекции
- ▶ Тромбоэмболии

Эхокардиографическая оценка функции искусственного желудочка.

После имплантации искусственного левого желудочка проводят чреспищеводную ЭхоКГ. Оцениваются следующие показатели.

- ▶ Положение венозной канюли в области верхушки левого желудочка. Отклонение канюли в сторону межжелудочковой перегородки грозит ее обструкцией.
- ▶ Адекватность разгрузки левого желудочка.
- ▶ Функция аортального клапана. Если искусственный левый желудочек работает нормально, аортальный клапан открываться не должен (кроме осевого насоса). При выраженной аортальной недостаточности может потребоваться протезирование клапана.
- ▶ С помощью доплеровского исследования кровотока в венозной и артериальной канюлях оценивают функцию входного и выходного клапанов. При недостаточном открытии клапанов отмечается ускорение кровотока.
- ▶ ЭхоКГ периодически повторяют, чтобы исключить тромбоз, нарушение функции входного клапана, инфекционный эндокардит и оценить систолическую функцию левого желудочка.

Спасибо за внимание!