

Современные проблемы искусственного сердца и обхода желудочков сердца насосами объемного типа

В.Е. Толпекин, Н.Б. Киласев, Н.В. Игнатова
ФГБУ «ФНЦТИО им. акад. В.И. Шумакова»
Минздравсоцразвития РФ

Обсуждаются современные представления о месте насосов крови объемного (мембранного) типа в комплексе лечения рефрактерной сердечной недостаточности. Рассматриваются физиологические механизмы функционального и морфологического восстановления миокарда под влиянием ОЛЖ. Показано, что на современном этапе развития устройств механической поддержки разработка полностью имплантируемого ИС возможна только на основе насосов объемного типа.

Ключевые слова: насосы крови мембранного типа, роторные насосы, обход желудочков сердца, искусственное сердце.

Current issues of artificial heart and ventricular bypass using blood pumps of membrane type

V.E. Tolpekin, N.B. Kilasev, N.V. Ignatova
FGBU (Federal State Budget Institution) Academician V.I. Shumakov Federal Research Center
of Transplantology and Artificial Organs in the RF Healthcare Ministry

The paper presents the up-to-date considerations on the role and place of the blood pumps of membrane type in the complex treatment of refractory heart failure. Physiological mechanisms involved in the myocardium morphological and functional recovery while using left ventricular bypass have been discussed. The paper shows that the development of a completely implantable artificial heart (AH) at the current stage of designing mechanical circulatory support devices is possible on the basis of membrane type blood pumps only.

Key words: blood pumps of membrane type, rotary pumps, cardiac ventricular bypass, artificial heart.

Введение

В настоящее время в США и Германии, являющихся мировыми лидерами в разработке систем вспомогательного кровообращения (ВК) и искусственного сердца (ИС), интересы исследователей смещаются в сторону создания более дешевых, но менее физиологичных имплантируемых устройств роторного типа. Хотя в качестве средства борьбы с посткардиотомной сердечной недостаточности (СН), в качестве «моста» к трансплантации сердца (ТС) и для восстановления (bridg for recovery), предпочтение отдается насосам объемного типа, имеющим на выходе из насоса пульсирующий кровоток.

В России в настоящее время нет клинических образцов устройств поддержки ни роторного, ни объемного типа. В практике отдельных

отечественных кардиоцентров используются импортные системы роторного типа, такие как «Биопамп» (США), «Инкор» (Германия), а также аппараты объемного типа «Торатек» (США) и «БерлинХарт» (Германия) [1].

Современная коммерческая цена зарубежных образцов систем ВК и ИС заведомо высока, что не позволяет их широкую закупку и использование в необходимых количествах Минздравсоцразвитием РФ. Это определяет необходимость разработки и организации производства отечественных систем ВК и ИС.

В настоящее время наметились следующие направления использования механических устройств поддержки или замены функции сердца [2]:

– у больных с рефрактерной посткардиотомной сердечной недостаточностью. В таких усло-

виях в подавляющем большинстве используются системы с насосами объемного (мембранного) типа;

- в качестве «моста» к трансплантации сердца. В таких случаях показано применение устройств ВК и ИС с насосами пульсирующего типа и имплантируемых устройств на основе осевых насосов;

- в последнее время большие надежды связываются с применением механических устройств поддержки сердца у больных с дилатационной кардиомиопатией с целью восстановления морфологии миокарда и сократительной способности до уровня, исключающего необходимость в ТС;

- и, наконец, продолжаются научные и клинические исследования по применению механических систем в качестве средства «окончательной» терапии. В таких случаях преимуществом обладают устройства поддержки устройств объемного типа.

Искусственные желудочки сердца

Впервые ИЖС «мембранного» типа успешно применил в 1971 г. М. DeVakey у больной с СН, развившейся после многоклапанного протезирования. Входная магистраль насоса была введена в левое предсердие через его ушко, отводящая соединялась через сосудистый протез с правой подмышечной артерией. В ИЖС М. DeVakey использовались клапаны шарикового типа, поверхность ИЖС, контактирующая с кровью была текстурирована (покрыта) пластиковыми миофибриллами. ИЖС работал в течение 10 суток. За это время функция сердца восстанавливалась, что позволило прекратить вспомогательную перфузию. Больная полностью восстанавливалась соматически и вернулась к нормальной жизни. Отдаленный результат операции, прослеженный в течение шести лет, оценивался как хороший [3].

Это клиническое наблюдение показало перспективность использования обхода левого желудочка сердца (ОЛЖ) с целью восстановления насосной функции у пациентов с посткардиотомной СН. В настоящее время мировой опыт применения ОЛЖ насосами объемного типа у больных с посткардиотомной СН составляет более 6000 наблюдений с максимальными сроками работы ИЖС свыше 5 лет [1].

Столь значительный опыт позволил сделать определенные выводы относительно физиологических механизмов, обеспечивающих восстанов-

ление сократительной функции ишемизированного миокарда. Известно, что у больных с застойной СН сердце, и прежде всего левый желудочек, находится под воздействием повышенного внутриполостного давления и увеличенного диастолического объема, т.е. в состоянии ремоделирования [2, 3]. В условиях механического обхода – разгрузки сердца по объему – происходит обратное структурное ремоделирование за счет нормализации внутрижелудочкового повышения соотношения давление/объем, повышения экспрессии генов, участвующих в метаболизме Ca^{++} , улучшения сократительной способности кардиомиоцитов (КМЦ) и уменьшения патологических свойств коллагена. Эти изменения способствуют функциональному восстановлению и повышению пластичности миокарда желудочков сердца [4, 5]. Подтверждают эти данные морфологические и морфометрические исследования, проведенные в нашем институте, показавшие, что на фоне ОЛЖ в сроки свыше 50 суток достоверно увеличивалось количество гипертрофированных кардиомиоцитов и уменьшалось количество атрофированных (рис. 1), тогда как средние поперечные размеры кардиомиоцитов увеличивались [2].

В текущей мировой практике применяются две системы паракорпорального ОЛЖ: «Торатек» (США) и «БерлинХарт» (Германия). В клиниках Японии применяется система ОЛЖ на основе мембранного насоса «Nippon-Zeon».

В СССР до 1990-х гг. в клинической практике с успехом применяли ИЖС «Ясень-19», разработанный в НИИ трансплантологии и искусственных органов МЗ СССР и ОКБ им. П.О. Сухого

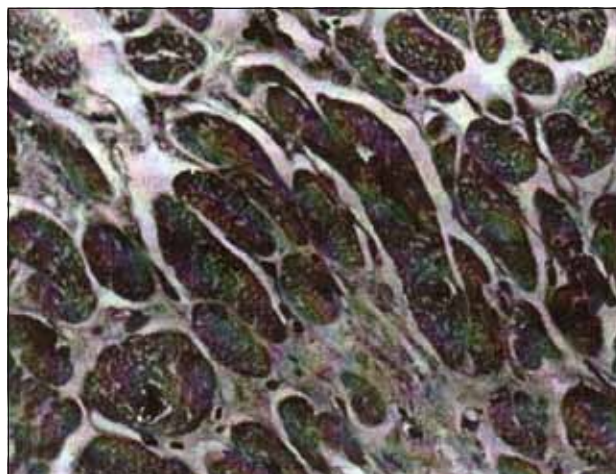


Рис. 1. Морфология миокарда больного К. на 55-е сут ОЛЖ, атрофированные КМЦ отсутствуют



Рис. 2. Насос крови мембранного типа «Ясень-19» (а) и его привод «Синус-2» (б)

(рис. 2а). По разным причинам производство этого ИЖС было прекращено и в настоящее время улучшенная конструкция ИЖС мембранного типа разрабатывается нашим центром совместно с ВлГУ им. А.Г. и Н.Г. Столетовых.

Среди осложнений, которые резко ухудшают результаты клинического применения этого метода механической поддержки, наиболее часто встречаются кровотечения, тромбоэмболии, раз-



Рис. 3. Опытный образец электромеханической имплантируемой системы ОЛЖ, разработанный в МАИ и НИИ ТиИО, во время её испытаний на гидродинамическом стенде

1 – насос крови, совмещенный с электромеханическим приводом; 2 – электрическая батарея; 3 – монитор; 4 – нагрузочный контур, имитирующий систему большого кровообращения

витие правожелудочковой недостаточности, но на сегодня на первый план выходят инфекционные осложнения. Последние, по данным многоцентрового исследования REMATCH (США), являются наиболее частой причиной смерти больных, особенно при длительных сроках обхода.

Основной причиной инфицирования служат соединительные магистрали и электрофидеры, через которые инфекция проникает в грудную клетку больного. Поэтому главной задачей, которую необходимо решить, чтобы радикально улучшить результаты этого высокоэффективного метода ВК, является разработка полностью имплантируемых систем обхода, в которых исключена возможность проникновения инфекционных агентов снаружи во внутренние полости пациента.

Последнее направление интенсивно разрабатывается на Западе и в Японии. В РФ эту проблему решает коллектив ученых и инженеров ФГБУ «ФНЦТИО им. акад. В.И. Шумакова», Владимирского государственного университета и МАИ (рис. 3).

Искусственное сердце

Впервые ИС с внешним приводом, разработанное аргентинским ученым Д. Лиотта, было применено Д. Кули в 1968 г. у больного после резекции гигантской аневризмы ЛЖ. Вскоре операция

была повторена, но уже с использованием более совершенного протеза Т. Акутсу. Основываясь на этом опыте, FDA, США, в 1982 г. было дано разрешение на клиническое применение ИС «Джарвик-7», разработанного в университете Солт-Лейк Сити под руководством В. Кольфа в качестве перманентного устройства у больных, которые имели противопоказания к ТС.

Окончательные результаты применения ИС «Джарвик-7» оказались неудовлетворительными – все пятеро оперированных больных погибли от инфекционных осложнений. Тем не менее, эти операции показали не только техническую возможность клинического применения ИС, но и хорошую физиологическую совместимость ИС с организмом больного. При этом были выявлены адекватные реакции на изменения положения тела, физическую нагрузку, введение катехоламинов и т.д. Несмотря на это, дальнейшее применение протеза «Джарвик-7» с целью перманентной имплантации было прекращено и лишь в 1993 г. Усовершенствованная модель ИС Джарвика – «Кардиовест» с внешним приводом была разрешена FDA к широкому клиническому применению в качестве «моста» к 2-этапной ТС. В протезе «Кардиовест» были практически исключены осложнения, связанные с внутривенным тромбозом, и снижена опасность развития инфекций. К 2010 г. ИС «Кардиовест» применено в различных странах мира более чем у 1500 больных [1].

В СССР клинические исследования по полной замене сердца искусственным были начаты в НИИ ТиИО в 1986 г. Всего за три года было выполнено 17 имплантаций отечественного ИС «Поиск -10М» (рис. 4) больным ДКМП и ИКМП, а также после операций на проводящих путях с синдромом WPW.

Основной проблемой, встающей при клиническом применении ИС с внешним приводом, таких как «Кардиовест» и «Поиск-10М», является инфекция и ограничение подвижности пациентов, что затрудняет использование их в домашних условиях. Поэтому дальнейшее развитие направления полной замены сердца механическим протезом связано с разработкой полностью имплантируемых автономных систем ИС.

Исследования по разработке полностью имплантируемого ИС проводились в США в Техасском институте сердца и в университете штата Пенсильвания.

За период 1995–2000 гг. в Техасском институте сердца была разработана полностью имплан-



Рис. 4. ИС «Поиск-10М», разработанный в НИИ ТиИО



Рис. 5. «Абиокор-2»

тируемая система электрогидравлического ИС «Абиокор-1».

К 2001 г. начатые клинические испытания ИС «Абиокор-1» были завершены. Выполнено 14 имплантаций больным в терминальной стадии сердечной недостаточности. Максимальная длительность работы этой конструкции ИС составила 17 мес. В настоящее время разработана следующая версия ИС – «Абиокор-2» (рис. 5). По мнению разработчиков, в новой конструкции ИС проблема тромбоза и тромбоэмболии разрешена.

Кроме того, улучшены весогабаритные характеристики, а гарантийный срок работы продлен с 18 мес до 5 лет.

Параллельно с этой системой в Пеннсильванском университете продолжаются исследовательские разработки системы имплантируемого

ИС BeneCor на основе элетромеханического привода. Проводятся медико-биологические испытания этой системы на животных.

В заключение хотелось бы отметить, что большое количество коммерчески доступных и находящихся на стадии разработки механических устройств поддержки сердца позволяет

индивидуализировать способ разгрузки миокарда и поддерживать адекватную гемодинамику пациента с учетом особенностей и характера проявлений у каждого конкретного пациента. Это способствует улучшению результатов лечения и расширению клинических показаний к применению ВК и ИС.

Литература

1. Трансплантация органов и тканей в многопрофильном научном центре / под ред. М.Ш. Хубутия. – М. : АирАрт, 2011. – С. 253–269.
2. Шумаков, В.И. Искусственное сердце и вспомогательное кровообращение / В.И. Шумаков, В.Е. Толпекин, Д.В. Шумаков. – М. : Янус-К, 2003. – 376 с.
3. Шумаков, Д.В. Механическая поддержка кровообращения в клинике / Д.В. Шумаков : дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2000.
4. Improved ventricular function after chronic left ventricular unloading / O. Frazier [et al.] // Ann. Thorac. Surg. – 1996. – 62. – P. 675–676.
5. Joffs, C. Cardiopulmonary bypass induces the synthesis and release of matrix metalloproteinases / C. Joffs, H. Gunasindhe, M. Multani // Ann. Thorac. Surg. – 2011. – 71. – P. 1518–1521.