

*А.Н. Байков, В.Е. Толпекин, М.А. Медведев, Э.К. Гасанов, И.В. Мелемука,
Г.Е. Дунаевский, А.М. Бубенчиков, С.Е. Корнелик, А.Н. Гришин,
Ю.А. Овсянников, И.П. Полякова, М.А. Чурбанова*

АДАПТИВНО-КОМПЕНСАТОРНЫЕ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕВОГО ИСКУССТВЕННОГО ЖЕЛУДОЧКА СЕРДЦА В УСЛОВИЯХ СТИМУЛЯЦИИ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ ПРИ НАРУШЕНИЯХ НАСОСНОЙ ФУНКЦИИ СЕРДЦА

Рассматриваются гемодинамические эффекты вспомогательного кровообращения с использованием левого искусственного желудочка сердца (ЛИЖС). Для обеспечения адекватного кровообращения организма с помощью ЛИЖС в эксперименте доказана целесообразность электростимуляции скелетных мышц в импульсном режиме.

Для обеспечения адекватного кровообращения организма при различных формах сердечной несостоятельности применяется вспомогательное кровообращение (ВК) [1]. Эффективность ВК с использованием искусственных желудочков сердца (ИЖС) прямо зависит от объема наполнения кровью искусственных желудочков. Вызывает большой интерес изучение адаптивно-компенсаторных физиологических реакций при интегративном взаимодействии комплекса «организм – искусственный орган», каковым является имплантированный искусственный левый желудочек сердца. Гемодинамическая эффективность левого ИЖС часто недостаточна для адекватного кровообращения организма [2], поэтому в ряде исследований используются дополнительные методы воздействия, повышающие эффективность ВК [3, 4].

Целью нашего исследования явилось изучение гемодинамических эффектов левожелудочкового шунтирования крови искусственным левым желудочком сердца у собак с одновременной электростимуляцией скелетных мышц.

Эксперименты проведены на 15 беспородных собаках массой от 15 до 23 кг. Использовали тиопенталовый внутривенный наркоз из расчета 0,25 мг на 1 кг массы. Искусственную вентиляцию легких проводили на аппарате РО-5. Адекватность вентиляции оценивали по показателям кислотно-щелочного равновесия и газового состава крови. Электростимуляцию скелетных мышц задних конечностей и живота проводили на аппарате TUR-RC 01 (ГДР). Использовали режим электроимпульсных воздействий, обеспечивающий сокращение скелетных мышц в режиме «гладкого тетануса» при частоте 80 Гц; длительность «пачки» импульсов – 400 мс с частотой следования 30 в минуту. Левожелудочковый обход (ЛЖО) проводили на аппарате «Синус-ВК». Применяли ИЖС «Модуль» объемом 80–100 мл по схеме левый желудочек – аорта. На полиграфе записывали гемодинамические показатели: артериальное давление (АД), центральное венозное давление (ЦВД), давление в легочной артерии (ДЛА), левопредсердное давление (ЛПД), периферическое АД (АДпер.) – ниже стимулируемой области. Объемный кровоток на легочной артерии определяли на аппарате РКЭ-3. В 5 экспериментах из 15 проводили прямое измерение оттока крови из бедренной вены в условиях стимуляции мышц конечности. Оценивали эффективность ВК по гемодинамическим показателям в условиях интактного сердца. Полученные результаты обработаны статистически с использованием критерия Фишера – Стьюдента.

Воздействия миостимуляции при частоте импульсов от 20 до 40 Гц в «пачке» в режиме надпороговой стимуляции вызывают сокращения мышц в виде «зубчатого тетануса», переходящие в «гладкий тетанус» при увеличении частоты в «пачке» выше 50 Гц. Нами использована скважность импульсов 80 Гц.

Отток крови по бедренной вене зависел от силы мышечных сокращений. Без стимуляции «в исходе» он был равен 58 ± 9 мл/мин. Стимуляция мышц в субмаксимальном режиме усиливала отток до 162 ± 7 мл/мин. Увеличение оттока по бедренной вене при стимуляции позволяло надеяться на возможность использования указанного усиления для увеличения эффективности ВК при недостаточном притоке крови к ИЖС.

При ЛЖО в условиях интактного сердца отмечено увеличение ЦВД на каждое мышечное сокращение от $1,6 \pm 0,8$ до $3,2 \pm 1,1$ мм рт. ст. В дальнейшем увеличивался приток крови к левому предсердию, но левопредсердное давление увеличивалось всего на $0,4 \pm 0,2$ мм рт. ст. при исходном его значении $2,8 \pm 1,1$ мм рт. ст., поскольку из левого предсердия проводили взятие крови в ИЖС. Производительность ИЖС увеличивалась, что проявлялось повышением систолического АД (АДсист.) и диастолического АД (АДдиаст.) на 4–8 мм рт. ст. при исходных значениях АДсист. 120 ± 8 мм рт. ст. и АДдиаст. 70 ± 7 мм рт. ст., увеличением минутного объема кровообращения по легочной артерии на 0,2 л в минуту. В начале воздействия в ряде экспериментов наблюдалось снижение АДсист. и АДдиаст. (на 3–5 мм рт. ст.), требующее корректировки работы ИЖС. Данное снижение мы объясняли тем, что сокращение скелетных мышц обладает не только выталкивающей, но и присасывающей силой. Значительного влияния на частоту сердечных сокращений (ЧСС) проводимые ВК и миостимуляция скелетных мышц не оказывали.

Отмечался провал между усиленным оттоком крови по бедренной вене, в ответ на стимуляцию при отсутствии увеличения притока крови к сердцу. Мы учли возможность депонирования крови в емкостных сосудах и органах системы кровообращения при острых сердечно-сосудистых патологиях. По данным D. Gregg и соавт. [5], печень может вмещать до 35% объема циркулирующей крови, а перипортальное сосудистое русло – еще до 30%. Для оказания воздействия на отделы и органы системы кровообращения с депонированной кровью мы использовали стимуляцию мышц живота. При стимуляции ВБД повышалось с 6 ± 3 до

56±7 мм рт. ст., что стимулировало улучшение притока крови к предсердиям и соответственно лучшее кровенаполнение ИЖС.

Проведенное исследование показало, что при использовании ИЖС необходимо учитывать выраженность депонирования крови в емкостных органах. Централизация кровообращения может привести к относительной гиповолемии, в результате чего возникает си-

туация недостаточного притока крови к сердцу [6], что не позволяет эффективно проводить ВК методом обходного шунтирования желудочков. Электростимуляция скелетных мышц в импульсном режиме может оказаться крайне необходимым средством, усиливающим приток крови к сердцу, что увеличивает приток крови к ИЖС и повышает эффективность вспомогательного кровообращения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шумаков В.И., Толтекин В.Е. Вспомогательное кровообращение. М., 1980. С. 231.
2. Miyamoto A.T., Matloff J.M. Effect of left heart assist on right ventricular function // *Artificial Organs*. 1989. Vol. 13, № 4. P. 336.
3. Внутримышечные периферические «сердца» и гипокинезия / Аринчин Н.И., Недвецкая Г.Д., Володько Я.Т. и др. Минск, 1983. С. 25.
4. Зимостян В.П. // *Физиол. журн. СССР*. 1976. Т. 62, № 1. С. 97–103.
5. Gregg D.E., Hawthorne E.W., Permutt S. et al. Физиология в космосе. М., 1972. P. 41–66.
6. Рамшер Р.Ф. Динамика сердечно-сосудистой системы: Пер. с англ. М., 1981. С. 89.

Статья поступила в редакцию журнала 25 октября 2006 г., принята к печати 5 декабря 2006 г.