

УДК 615.47

К.Ю. Сенчик, В.В. Харламов
Санкт-Петербург, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ МИНИАТЮРНЫХ МЕХАТРОННЫХ АППАРАТОВ ПОДДЕРЖАНИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

K.Yu. Senchik, V.V. Kharlamov
St.-Petersburg, Russia

PROSPECTS OF CREATING MINIATURE MECHATRONIC DEVICES FOR SUPPORT OF BLOOD MOTION IN HUMAN BODY AT EXTREME SITUATIONS

Рассмотрены перспективы создания миниатюрных роботизированных систем поддержания кровообращения в организме человека при остановке сердечной деятельности или угнетении ее функции вследствие внешних или внутренних причин.

ПЕРФУЗИОННЫЕ СИСТЕМЫ. МЕХАТРОННЫЕ МОДУЛИ. ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ СИТУАЦИЯ. РЕАНИМАЦИЯ.

Creation of miniature robotic systems for support of blood motion in human body ensures medical help at heart activity break or suppression of its function due to exterior or interior reasons.

PERFUSION SYSTEMS. MECHATRONIC MODULES. EXTREME SITUATION. REANIMATION.

Достигнутый в настоящее время уровень развития мехатроники, материаловедения и теории систем управления обеспечивает предпосылки для создания миниатюрных роботизированных систем поддержания кровообращения в организме человека при остановке сердечной деятельности или угнетении ее функции вследствие внешних или внутренних причин (ранение, травма, отравление, острый инфаркт миокарда и т. п.) [1].

Наиболее востребованными такие системы оказываются в условиях чрезвычайных ситуаций или при воздействии на организм человека экстремальных факторов. При остановке кровообращения в тканях организма человека развиваются быстро прогрессирующие ишемические повреждения, которые могут стать необратимыми и привести к смерти или инвалидизации. Наиболее чувствительными к ишемии являются клетки мозга и сердца. Остановка кровообращения на время более 5 мин в условиях нормотермии (при температуре тела 36,6 °С) приводит к смерти коры головного мозга [2].

В этих условиях немедленное искусственное поддержание кровообращения в организме с помощью внешних или внутренних устройств является единственным возможным лечебным воздействием, позволяющим сохранить жизнь больному, раненому или пострадавшему.

Экстремальная ситуация – это обстоятельства, складывающиеся в результате стихийных бедствий, катастроф, аварий и т. п., которые влекут за собой трагические последствия: массовые человеческие жертвы, различного рода поражения, требующие экстренных, скоординированных действий со стороны медицинских служб различного подчинения. В полной мере данное положение подходит и к возникновению у человека заболевания или даже ранних симптомов его начала, когда организм оказывается в критическом состоянии.

В данной ситуации необходимо своевременно и в полном объеме получить информацию о состоянии жизненных систем, в автоматическом режиме ее обработать с применением компьютер-



ных экспертных систем и сформировать и направить управляющие команды на исполнительные устройства: перфузионные насосы, дыхательные аппараты и т. п. Эффективность мероприятий, направленных на коррекцию жизненно важных функций, определяется степенью комплексирования данных систем на основе современных методов кибернетики.

Одним из важнейших условий для эффективного и положительного результата действий медицинской службы в условиях экстремальных ситуаций, кроме квалификации персонала, является наличие медико-технического обеспечения со своим составом технических средств, предусматривающих различные принципы построения аппаратуры для проведения необходимых лечебно-профилактических мероприятий.

Данная задача на современном научном уровне с успехом может быть решена с применением средств телемедицины, организацией не только консультативно-диагностического канала связи и мониторинга жизненных показателей пострадавшего в реальном времени, но и с возможностью автоматического актуаторного воздействия (инфузия лекарственных препаратов, кровезаменителей и т. д.).

Тщательный анализ уже имеющихся медико-технических средств отечественного и зарубежного производства, изучение опыта ликвидации последствий катастроф выявил практически полное отсутствие в таблице оснащения медицинских служб современных отечественных аппаратов для обеспечения длительных инфузий лекарственных препаратов или организации экстракорпоральных (вне тела человека) процедур, таких, как гемодиализ, плазмаферез, гемосорбция, соответствующих требованиям применения в условиях экстремальных ситуаций.

Для медицины критических состояний наиболее характерны следующие клинические синдромокомплексы: сердечно-легочная недостаточность, острая кровопотеря, токсический и болевой шок, синдром длительного сдавления, лучевая болезнь.

Исход лечебных мероприятий у пострадавших при экстремальных ситуациях во многом зависит от своевременности и полноты оказания им квалифицированной медицинской помощи в полном объеме. Экстренная транспортировка в специализированные учреждения не решает данной задачи, т. к. в большинстве клинических си-

туаций значение имеют именно первые минуты после поражения.

Нам представляется целесообразным более широкое применение комплексного подхода, заключающегося в приближении этапа оказания квалифицированной медицинской помощи к очагу чрезвычайной ситуации за счет внедрения автоматических и телемедицинских аппаратов поддержания жизнедеятельности и, в частности, инфузионно-перфузионных систем, использующих современный мехатронный принцип организации движения биологических жидкостей и лекарственных препаратов, в т. ч. и экстракорпорально [3]. В данных обстоятельствах важнейшим требованием, предъявляемым к аппаратуре, является ее миниатюрность.

Несмотря на то что целый ряд перфузионных аппаратов, успешно используемых в «плановой» медицине, может применяться и в экстремальной, им для требуемых условий не хватает надежности, простоты и удобства в работе, приспособлений и устройств переноски, крепления и развертывания, широты функциональных возможностей. К тому же высокая стоимость специализированной аппаратуры не позволяет оснастить соответствующие структуры с учетом резервов развертывания, необходимых в экстремальной ситуации.

В настоящее время во всех промышленно-развитых странах ведутся активные работы по созданию малогабаритных автономных средств обеспечения жизнедеятельности пострадавших. С одной стороны, актуальность данной тематики обусловлена возрастающим количеством техногенных и природных катастроф, локальных военных конфликтов и ростом числа пострадавших, а с другой, совершенствованием медицинских методов лечения критических состояний организма человека и созданием новых технических средств, основанных на применении современных принципов робототехники и мехатроники.

Реализация принципов автономности и малогабаритности таких средств диктуется необходимостью приближения этапа оказания специализированной медицинской помощи к пострадавшим, тем самым обеспечивая своевременность, а значит, и большую эффективность лечебных мероприятий.

Важнейшей, пока еще не решенной задачей является автоматическая или дистанционно управляемая (с помощью средств телемедицины) установка на теле больного или пострадавшего

внешних устройств поддержания кровообращения, или подключение к сосудистой системе организма перфузионных аппаратов. Решение может быть реализовано на основе создания специализированных роботов и средств роботомедицины.

В настоящее время рядом предприятий на базе ЦНИИ РТК разрабатывается структура и технология изготовления комплексных систем жизнеобес-

печения пострадавших на основе мехатронных модулей перфузии «МАРС», подготовленных к серийному производству, а также систем мониторинга витальных функций организма человека «ТЕЛЕЦ», комплексирование данных систем с другими аппаратами и средствами программного обеспечения, например, «ГЕРКУЛЕС». Ведется разработка робота для автоматической установки внутрисосудистых катетеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Иванов, А.В.** Мини- и микроробототехника [Текст] / А.В. Иванов. –СПб., 2011. –С. 34–38.

2. **Reznik, O.** Mousyuk Extracorporeal normothermic abdominal perfusion «in situ» by leukocytes-free oxygenated blood as resuscitation practice for kidneys from uncontrolled donors with one-hour warm ischemic time [Text] / O. Reznik, A. Ananyev, I. Loginov, A. Skvortcov,

S. Vagnenko, Y. Mousyuk // Transplantation. –2010. –Vol. 90. –№ 2. –289 p.

3. **Сенчик, К.Ю.** Комплексирование систем кибернетического мониторинга и коррекции жизненных функций организма [Текст] / К.Ю. Сенчик, В.В. Кириченко, Н.А. Грязнов // Робототехника. Взгляд в будущее. –СПб., 2010. –С. 95–97.