

УДК 612.13:615.47:616.12—008.64

И. И. Лановенко, Н. П. Адаменко

Аппарат искусственного кровообращения для лабораторных животных

Выпускаемые отечественной медицинской промышленностью аппараты искусственного кровообращения (типа АИК РП-64, АИК-5, Биопульс и др.) предназначены для полной или регионарной перфузии организма взрослого человека при проведении сердечно-сосудистых хирургических операций с исключением сердца и при некоторых заболеваниях. Они сложны в эксплуатации, имеют большой объем первичного заполнения (более 1 л) и большой ударный объем, что делает затруднительным или совсем исключает их применение для проведения перфузий экспериментальных животных (например, собак) массой менее 8 кг. Кроме того, эти аппараты работают от электрического привода, что делает опасным использование в искусственных легких системы АИК кислорода под повышенным давлением (гипербарической оксигенации) [4].

Для проведения экспериментальных исследований с перфузией собак массой 3—6 кг (остановка сердца и последующее оживление) нами был создан аппарат искусственного кровообращения, состоящий из двух мембранных пневматических адаптивных насосов диафрагмального типа и искусственных легких пленочного типа [1, 3]. Схема аппарата представлена на рисунке.

Адаптивный насос работает от пневмопривода (сжатый газ от 1 до 5 атм); в зависимости от вместимости рабочей камеры имеет производительность до 800 мл/мин. Регулируя скорость подачи газа в насос, объем крови в камере и другие управляемые параметры, можно получить заданный режим пульсирующего кровотока с ударным объемом от нуля до максимального, который определяется вместимостью рабочей камеры (до 30 мл) и широким диапазоном частоты пульсаций (30—600 мин⁻¹). Адаптация насоса к изменениям состояния перфузируемого объекта происходит за счет автоматической связи между режимом его работы и сопротивлением венозного и артериального русла. Например, если по каким-то причинам уменьшается поступление крови в магистральную вену, из которой ее берут, то благодаря очередному всасыванию крови в насос, резко снижается давление в венозном депо и происходит присасывание стенок вены к отверстиям канюли. Сопротивление отсосу в венозной магистрали возрастает, что автоматически изменяет соотношение в камере насоса всасывания и нагнетания: нагнетательная фаза начинается раньше и с уменьшенным ударным объемом. Таким образом, в этой ситуации частота пульсаций возрастает, а ударный объем уменьшается. Снижение ударного объема препятствует спаданию вены и присасыванию ее стенок к отверстиям канюли, т. е. позволяет осуществлять перфузию в соответствии с объемом циркулирующей крови. Аналогичная ситуация может быть прослежена при повышении сопротивления в артериальной магистрали. Если правильно выбрать соотношение между основными управляемыми параметрами, то насос автоматически обеспечит в условиях переменного притока

крови максимально перепадах давления

Оксигенатор (1) — каленый стеклянный, который в верхней В дне цилиндра им циальных трубок в отводящей трубке нозная кровь откач в оксигенатор. При по внутренним стен тепенному увеличен щим в оксигенатор служащим для нагн стему перфузируем также образованию шает оксигенацию. изводительность ис генации крови, при зиции пленки кров порций на стенке о может происходи ние кислородом. Дл ка используется шу мощностью насоса 2) ч но кровообращеник Это способствует и нию крови, что ув ность оксигенации ной пленки крови на поверхности сам (эритроцитов, плаз

Схема аппарата искусст
Обозначения: Н₁, Н₂ — 1-й магистраль («вена») и насо насос АИК; 3 — оксигенатор альная магистраль («артер») клапаном для выведения га дачи кислорода в оксигенат

ному насыщению ее ры (скорость пода тельность экспозици необходимую скорос

Порядок работы

1. Установить п 6, на давление 100—

2. Открыть кисл в оксигенаторе повы риальная и венозна ностью закрыты вин

3. Включить на ввар искусственных.

4. Открыть «арт ганизма. В дальней но осуществлять, ко

В соответствии с та система АИК ос аппаратурой: расход ментами для контро

крови максимально возможную производительность при минимальных перепадах давления.

Оксигенатор (искусственные легкие) представляет собой вертикальный стеклянный цилиндр высотой 50—60 см и диаметром 8—10 см, который в верхней части плавно суживается и переходит в конус. В дне цилиндра имеется отверстие для выхода крови; с помощью специальных трубок в резервуар подается кислород и отводится газ, на отводящей трубке устанавливается предохранительный клапан. Венозная кровь откачивается из организма насосом 1 и подается сверху в оксигенатор. При этом она равномерной тонкой пленкой растекается по внутренним стенкам цилиндра (благодаря их смачиваемости и постепенному увеличению диаметра) и насыщается кислородом, поступающим в оксигенатор под избыточным давлением (120—160 мм рт. ст.), служащим для нагнетания оксигенированной крови в артериальную систему перфузируемого организма. Избыточное давление способствует также образованию тонкой пленки на поверхности цилиндра, что улучшает оксигенацию. Увеличение режима перфузии, превышающее производительность искусственных легких по оксигенации крови, приводит к уменьшению экспозиции пленки крови с более частой сменой ее порций на стенке оксигенатора, вследствие чего может происходить недостаточное ее насыщение кислородом. Для устранения этого недостатка используется шунтирование кровотока (с помощью насоса 2) через оксигенатор параллельно кровообращению перфузируемого организма. Это способствует и более полному перемешиванию крови, что увеличивает минутную поверхность оксигенации не только за счет смены одной пленки крови другой, но и за счет смены на поверхности самих пленок компонентов крови (эритроцитов, плазмы), что способствует пол-

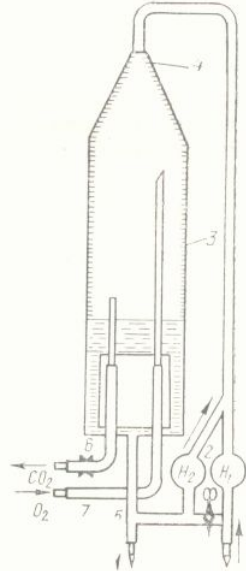


Схема аппарата искусственного кровообращения.

Обозначения: H_1 , H_2 — 1-й и 2-й адаптивные насосы; 1 — венозная магистраль («вена») и насос АИК; 2 — шунтирующая магистраль и насос АИК; 3 — оксигенатор; 4 — лейка оксигенатора; 5 — артериальная магистраль («артерия»); 6 — трубка с предохранительным клапаном для выведения газа из оксигенатора; 7 — трубка для подачи кислорода в оксигенатор.

ному насыщению ее кислородом. Регулируя контролируемые параметры (скорость подачи кислорода в оксигенатор, давление, продолжительность экспозиции пленки крови), экспериментатор устанавливает необходимую скорость оксигенации.

Порядок работы предложенного аппарата (см. рисунок).

1. Установить предохранительный клапан, соединенный с трубкой 6, на давление 100—160 мм рт. ст.

2. Открыть кислородный баллон и редуктор — давление кислорода в оксигенаторе повышается до 100—140 мм рт. ст. В этот период артериальная и венозная магистрали («артерия» и «вена») аппарата полностью закрыты винтовыми зажимами.

3. Включить насос 1. Открыть «вену» и заполнить кровью резервуар искусственных легких до необходимого уровня.

4. Открыть «артерию» и начать искусственное кровообращение организма. В дальнейшем, при установившемся режиме, перфузию можно осуществлять, контролируя только уровень крови в оксигенаторе.

В соответствии с требованиями современного научного эксперимента система АИК оснащается необходимой контрольно-измерительной аппаратурой: расходомерами объемов крови, манометрами, фотоэлементами для контроля уровня крови в оксигенаторе, окситензометром

и др. Описанная конструкция вызывает лишь незначительный гемолиз, менее выраженный, чем другие АИК.

С помощью созданного аппарата искусственного кровообращения удается поддерживать объемный кровоток до 800 мин⁻¹ в сочетании с эффективным экстракорпоральным газообменом в модельных экспериментах, в опытах с параллельной перфузией и в опытах с полной перфузией при оживлении организма после перенесенной клинической смерти, в том числе и длительной.

В качестве примера приводим некоторые данные одного из опытов по оживлению, проведенного на беспородной собаке среднего возраста массой 3,77 кг (самка). Модель клинической смерти: асфиксия (пережатие интубационной трубки); методика оживления: искусственное кровообращение по Брюхоненко [2]; продолжительность клинической смерти — 13 мин 30 с. Режимы реанимационной перфузии: объемная скорость кровотока — от 120 до 200 мл/(кг·мин); давление в артериальной магистрали — до 160 мм рт. ст.; давление в венозной магистрали — 30 — 40 мм рт. ст.; длительность — 26 мин 23 с. Динамика восстановления основных жизненно важных функций: эффективная сердечная деятельность — через 4 мин 00 с от начала оживления; самостоятельное дыхание — через 13 мин 57 с; роговичный рефлекс — через 31 мин. Через несколько часов после оживления собака реагирует на окружающее, пытается встать. На следующий и в последующие дни состояние собаки удовлетворительное; достигнута длительная выживаемость.

ARTIFICIAL CIRCULATION APPARATUS FOR LABORATORY ANIMALS

I. I. Lanovenko, N. P. Adamenko

An artificial circulation apparatus consisting of two membrane pneumatic adaptive diaphragmatic-type pumps and artificial film-type lungs and principle of its operation are described. The apparatus permits maintaining volume blood flow to 800 ml/min during organism resuscitation after endured clinical death including prolonged one as well.

A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаменко М. П., Дашевський О. Б., Дімант Д. Р. и др. Адаптивний насос для штучного кровообігу // Фізіол. журн. — 1974. — 20, № 2. — С. 257—260.
2. Брюхоненко С. С. Искусственное кровообращение. — М.: Наука, 1964. — 283 с.
3. Морозов О. П. Новий засіб збільшення швидкості насичення крові киснем у перфузійних апаратах // Фізіол. журн. — 1958. — 4, № 6. — С. 827—829.
4. Осипов В. П. Основы искусственного кровообращения. — М.: Медицина, 1976. — 320 с.

Ин-т физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Материал поступил
в редакцию 25.01.89

Обзоры

УДК 612.67—017.1

А. И. Харази, И. Н. Пишел

Роль производных а в системе иммунитета при старении

Как известно, функции изменяются при старении на экзогенные антигены аутоиммунных феноменов, роль в развитии этих функций, природа которого долгое время обсуждалась в иммуносупрессии, к тому же и гуморальной, так и клеточной, уделяется производным а (адреналин, норадреналин, дофамин) как возможным факторам. Несмотря на наличие большого количества работ по этой теме, до сих пор нет единого мнения о роли этих веществ в развитии иммунной системы.

В связи с этим обобщить некоторые факты о влиянии адреналина и дофамина на иммунную систему (эйкозаноиды, эйкозаноиды, также оценить роль этих веществ в развитии иммунной системы).

Изучение физиологических функций иммунной системы по двум направлениям: эйкозаноиды являются стимулирующим фактором, установлено, что эйкозаноиды являются модуляторами многих функций.

В связи с первым направлением исследования эйкозаноидов (эйкозаноидов) и тканей. Инициаторы, активирующие спонтанные факторы роста, митогены, кальций, цитохром P-450. Наряду с хорошо изученными сигналами внутриклеточными — связанными с мембранами вторичными при дальнейшей активации процессами, как в фосфолипидов арахидоновой кислоты эйкозаноидов [13, 14, 15] и их веществ и их значение в развитии иммунной системы малоизвестными.

Изучению роли эйкозаноидов посвящено много работ.