БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

кафедра ЭТТ

**РЕФЕРАТ на тему:**

**«Механотерапия. Конструкция современных аппаратов «искусственная почка»»**

МИНСК, 2008

**Механотерапия**

Механотерапия (mechanotherapia; механо- + терапия) - метод лечебной физкультуры, основанный на выполнении дозированных движений (преимущественно для отдельных сегментов конечностей), осуществляемых с помощью механотерапевтических аппаратов, облегчающих движения или, наоборот, требующих дополнительных усилий для их выполнения.

Механотерапия предназначается для избирательного воздействия на определённые функции двигательной системы человека.

Выделены четыре основные группы аппаратов(тренажёров) механотерапии:

1. Диагностические аппараты – для учёта и точной оценки успеха двигательного восстановления;
2. Поддерживающие, фиксирующие аппараты – для восстановления отдельных фаз произвольных движений;
3. Тренировочные аппараты – для дозированной механической нагрузки при движении;
4. Комбинированные аппараты – они состоят из первых трёх групп.

В числе аппаратов первой диагностической группы: угломеры, динамометры, лесенки и др. Для фиксации различных частей конечностей служат разнообразные фиксаторы. К третий группе относятся параллельные брусья, аппараты для разработки движений, гимнастические тренажёры, опорные аппараты и др. В настоящее время, множество конструкций предложено для комбинированных аппаратов механотерапии, выпускаемых современной медицинской промышленностью в России и за рубежом.

Механотерапия успешно применяется при последствиях травм, заболеваниях нервной системы и опорно-двигательного аппарата с остаточными нарушениями функции (тугоподвижность, контрактуры, фиброзный анкилоз и др.)

Начинают процедуры с малых физических нагрузок, особенно при наличии активности процесса. Механотерапия может совмещаться с лечебной гимнастикой, но занятия чаще чем 2 раза в неделю не целесообразно из за снижения биопотенциала мышц в следствии утомления. Величина физической нагрузки и частота процедур обуславливаются в основном характером и течением патологических процессов. Механотерапевтической процедуре предшествуют различные виды физиолечения (парафин, лекарственный электрофорез, диадинамический ток, УВЧ, и др.) с последующим ручным или вибрационным сегментарным массажем.

Эффективность механотерапии может в значительной мере усиливаться сочетанием её как с физиотерапевтическими, так особенно и с природными (минеральные воды, лечебные грязи) факторами.

Механотерапия используется для развития силы мышц, улучшения координации движений и формирования правильного моторного стереотипа. Тренировка мышц нижних конечностей проводится при помощи аппаратов рычагового типа. Путем подбора длины рычага, массы тяжести и количества повторений обеспечивается оптимальный тренировочный режим.

Для развития силы и выносливости мышц верхних конечностей применяются аппараты блочного типа.

Для формирования правильного стереотипа движений и улучшения координации проводятся занятия на беговой дорожке и велотренажере. Используются также аппараты типа виброэкстензора, где дозируются и сочетаются действия тепла, вибрации и механического массажа паравертебральных зон.

Беговая дорожка создана специально для реабилитационных целей и может использоваться в ортопедии (детской и взрослой), спортивной медицине, при реабилитации кардиологических и неврологических больных, а также людей пожилого возраста.

Преимуществом данной беговой дорожки является старт со скоростью 0 км/ч и возможность плавного увеличения скорости кратное 0.16 км/ч. А также, в системе реализована возможность реверсивного движения ленты до 4.8 км/ч.

Тонусные столы - это тренажеры для "пассивных" занятий с электронным управлением, автоматически приводимые в действие бесшумными электромоторами.

Принцип действия тонусных столов основан на повторяющихся движениях части стола. При занятиях на тонусных столах отсутствует ненужная и вредная нагрузка на позвоночник и сердечно-сосудистую систему, нагрузка идет непосредственно на определенную группу мышц. Постоянно повторяющиеся плавные и целенаправленные движения сокращают целлюлит, способствуют выводу шлаков, сжиганию жира и укреплению мышц.

При работе на данном оборудовании производится равномерное целевое и изолированное воздействие на все части тела. Эту "моторизованную гимнастику" можно сравнить с движениями под водой. Возникает ощущение, что силы тяжести больше не существует. Вы чувствуете себя легко и расслабленно. Несмотря на то, что при работе на данном оборудовании практически не нагружается сердце, 1 час тренировки на тонусных столах сопоставим по эффекту с 7-ю часами обычных упражнений. Движения разных частей тела, вызываемые этими тренажерами, являются более равномерными и интенсивными, чем в случае активных упражнений.

Занятия на обычных тренажерах также повышают тонус мышц, но имеют один существенный недостаток - из-за высоких затрат энергии в тканях возникают токсины, которые, помимо общего утомления, вызывают боль и усталость в мышцах.

В отличие от обычных тренажеров - на тонусных столах не происходит перегрузки и переутомления мускулатуры и суставов. Повышается эластичность мышц, усиливается кровообращение и циркуляция лимфы, причем - без нагрузки на сердце и без повышения кровяного давления. В свою очередь, усиленное обращение жидкости в организме (кровь, лимфа) способствует выводу шлаков и токсинов.

Воздействие на тело лежащего на тренажере человека осуществляется профилированной опорной поверхностью, обеспечивающей дозированное растяжение при антомически правильной форме и степени кривизны позвоночника. Эта поверхность состоит из поперечных ребер, установленных упруго на продольных растянутых лентах и наклоненных в сторону головы (выше поясницы) и в сторону ног (ниже поясницы). Кроме этого, опорную поверхность образуют подголовник с шейным выступом и опорная площадка для голеней ног. Под действием веса тела человека опорные поверхности ребер, находящиеся во взаимодействии с телом, перемещаются в направлении от поясницы. Это перемещение через кожу, соединительные ткани и мышцы передается к позвоночнику, обеспечивая его продольное вытяжение.

Основные эффекты:

Растягивает позвоночник на 1,5-2 см при однократном вытяжении

Восстанавливает анатомически правильную форму позвоночника, осанку

Снимает боль, напряжение, усталость

Расслабляет мышцы спины, шейного отдела позвоночника

Обеспечивает высокую комфортность во время процедуры

Оздоровительный эффект значительно повышается в сочетании с вибрационным воздействием

**Искусственная почка.**

Число больных, получающих лечение на аппаратах «искусственная почка», постоянно увеличивается. Так в 1976 году оно уже превышало 40 000, в 1984 году составляло более 100 000, в настоящее время это число приближается к 500 000. Гемодиализ доказал свое право на существование как эффективный метод лечения больных с терминальной стадией ХПН. Методика гемодиализа непрерывно совершенствуется, непрерывно совершенствуются аппараты «искусственная почка» Это связано с внедрением таких принципиальных новшеств, как переход от рециркулярного тока диализирующей жидкости к однократному, применение концентрата для приготовления диализирующей жидкости, использование ацетата вместо бикарбоната натрия для регуляции рН раствора, создание специальных устройств для бикарбонатного диализа, создание различных моделей одноразовых диализаторов, в частности диализатора из полых волокон, так называемого каппилярного диализатора.

Большую роль в повышении надежности аппаратов «искусственная почка» при проведении гемодиализа сыграл перевод элементной базы аппарата на микропроцессоры. Это позволило не только повысить точность проведения гемодиализа и получить более высокие результаты лечения, но и повысить систему контроля безопасности пациента. Применение микропроцессоров позволило упростить калибровку аппаратов «искусственная почка», внедрить процедуру самотестирования аппарата перед диализом, а также упростило диагностику определения неисправностей на основе применения системы кодов ошибок.

Значительному усовершенствованию подверглись не только аппараты «искусственная почка», но и методика его клинического применения. Одним из существенных усовершенствований была разработка метода гемофильтрации и гемодиафильтрации.

**Конструкция современных аппаратов «искусственная почка».**

Конструктивно аппараты «искусственная почка» состоят из двух основных блоков -блока гидравлики и блока процессора. Блок гидравлики выполняет следующие задачи:

1. Приготовляет диализирующую жидкость из концентрата и поступающей очищенной воды путем смешивания одной части концентрата и 34 частей воды.
2. Производит деаэрацию приготовленной диализирующей жидкости для исключения попадания мельчайших пузырьков воздуха в диализатор.
3. Нагревает диализирующую жидкость до необходимой температуры. Обычно эта температура близка к температуре человеческого тела и устанавливается в пределах от 35.0 до 41.0 градусов Цельсия.
4. Осуществляет подачу диализирующей жидкости в диализатор со скоростью в пределах от 300 до 1000 мл в минуту. Стандартной является скорость 500 мл в минуту.
5. Проводит ультрафильтрацию, т.е. вытеснение из крови низкомолекулярных соединений (вода, мочевина) за счет создания разницы давления в диализаторе между поступающей с одной стороны диализатора крови и протекающей с другой стороны диализирующей жидкости. Такое давление называется трансмембральным и в дальнейшем обозначается-ТМР.
6. Осуществляет забор из диализатора диализирующей жидкости вместе с ультрафильтратом.
7. В необходимых случаях обеспечивает обход диализирующей жидкости мимо диализатора, так называемая система BYPASS.
8. Проводит внутреннюю дезинфекцию аппарата до и после гемодиализа.

В составе блока гидравлики имеются датчики проводимости и температуры, датчик ТМР, детектор утечки крови из диализатора, а также специфические датчики для каждой конкретной модели аппарата «искусственная почка», осуществляющие мониторинг работы системы гидравлики и входящих в нее насосов и помп.

В настоящее время существует 2 основных вида аппаратов «искусственная почка». К первому виду относятся аппараты с прямоточным прохождением диализирующей жидкости через диализатор. В аппаратах данной группы поток диализирующей жидкости осуществляется двумя насосами, один из которых стоит перед диализатором, а второй после диализатора. За счет подачи на насосы регулирующих напряжений поддерживается постоянный поток диализирующей жидкости, а также формируется отрицательное давление в диализаторе. Данное давление напрямую связано с величиной трансмембрального давления (ТМР), а поэтому ТМР является контролируемой величиной. В свою очередь ТМР влияет на объем ультрафильтрации, Таким образом, осуществляется контроль над объемом выводимой из крови пациента жидкости. Данный принцип построения гидравлики аппаратов «искусственная почка» существует довольно давно. Основное достоинство этого технического решения простота конструкции, главный недостаток- наличие неконтролируемой ультрафильтрации. Суть проблемы заключается в том, что для обеспечения безопасности проведения диализа при нулевой ультрафильтрации (часто применяется у детей и при некоторых видах острых отравлений у взрослых) необходимо обеспечить отрицательное давление ТМР. Однако при этом любой диализатор будет пропускать определенное количество ультрафильтрата, которое будет неучтенным. С другой стороны создать нулевое давление ТМР в диализаторе недопустимо, так как при этом будет наблюдаться процесс обратной фильтрации от диализирующей жидкости к крови. При этом проведение гемодиализа будет считаться небезопасным для пациента.

Несмотря на указанные выше недостатки, аппараты с прямоточным прохождением диализирующей жидкости через диализатор широко используются в медицинской практике. Яркими представителями таких аппаратов в нашей стране являются аппараты шведской фирмы GAMBRO, среди которых аппарат АК-10 выпуска начала 80-х годов (до сих пор эксплуатируется в некоторых отделениях гемодиализа РБ) и аппараты более поздних разработок фирмы - АК-90, АК-95, АК-100, АК-200.

Вторую группу аппаратов «искусственная почка» представляют аппараты с закрытым контуром диализирующей жидкости, в котором поток через диализатор формируется с помощью так называемого эквалайзера. Принцип действия эквалайзера будет рассматриваться далее; отметим же сейчас все преимущества, которые дает данное техническое решение. Благодаря тому, что поток диализирующей жидкости через диализатор проходит по замкнутому контуру, появляется возможность проводить гемодиализ с нулевой ультрафильтрацией при любых значениях ТМР при соблюдении условий безопасности пациента. Это связано с тем, что обратная фильтрация из замкнутого объема невозможна. С другой стороны, при необходимости проведения ультрафильтрации есть возможность откачивать из замкнутого объема необходимый объем жидкости с помощью обычной помпы. Объем одного качка помпы может быть откалиброван и обычно составляет 1 миллилитр. Таким образом, в отличие от аппаратов первой группы, где ТМР является основным фактором, по которому рассчитывается ультрафильтрация, в аппаратах второй группы (с замкнутым контуром) объем ультрафильтрации формируется напрямую по количеству качков помпы ультрафильтрации. Такой контроль за объемом ультрафильтрации называется волюметрическимjh обеспечивает более точные параметры проведения гемодиализа.

Аппараты «искусственная почка», построенные по принципу замкнутого контура в настоящее время получили наибольшее распространение и выпускаются ведущими фирмами-производителями гемодиализного оборудования. В нашей республике широко представлены аппараты «искусственная почка» немецкой фирмы Fresenius. В конце 80-х годов фирма выпускала аппараты Fresenius-2008, на смену им пришли аппараты Fresenius-4008, которые зарекомендовали себя с наилучшей стороны. Большое распространение нашли у нас в стране аппараты «искусственная почка» Althin System 1000 фирмы Baxter. Представлен также и ряд аппаратов других фирм.

Если по конструкции гидравлической части аппараты «искусственная почка» принципиально отличаются, то блок процессора у всех аппаратов сходен и выполняет следующие задачи:

I. Обеспечивает работу аппарата «искусственная почка» в режимах подготовки к диализу, проведение различных вариантов гемодиализа и режим дезинфекции аппарата после диализа.

2.Контроль за артериальным, венозным и трансмембральным (ТМР) давлением.

3.Контроль за электропроводностью диализирующей жидкости.

4.Контроль подогрева и поддержания постоянной температуры диализирующей жидкости.

5.Контроль за приготовлением диализирующей жидкости.

6.Расчет программы диализа по введенным параметрам времени и объема

ультрафильтации и контроль над поддержанием расчетных параметров во время диализа.

7.Контроль за деаэрацией жидкости в системе гидравлики.

8.Контроль детектора утечки крови из диализатора.

9.Контроль детектора попадания воздуха в кровь в экстракорпоральном контуре.

10.Обеспечивает циркуляцию крови по экстракорпоральному контуру через диализатор.

I1. Обеспечивает введение гепарина в кровь во время проведения гемодиализа.

12.Обеспечивает ввод необходимых данных диализа и возможность корректировки данных в процессе диализа.

13.Мониторинг всех контролируемых параметров с выводом основных данных на экран. 14.Электронная, световая и звуковая система тревоги включается при выходе какого-либо из контролируемых параметров за установленные пределы либо при неисправностях Аппарата и в ряде случаев автоматически прекращает диализ.

Основным требованием, предъявляемым к блоку процессора аппарата «искусственная почка», является обеспечение безопасности пациента во время проведения гемодиализа. Во всех современных аппаратах «искусственная почка» это требование обеспечивается применением венозного клапана, перекрывающее кровоток через экстракорпоральную систему в следующих случаях: -при утечке крови из диализатора, -при возможности попадания воздуха в кровь пациента,

-выход за установленные пределы значений венозного, артериального давления и ТМР, при наличии технических неисправностей аппарата.

Кроме этого, процессор прекращает подачу диализирующей жидкости в диализатор при выходе за установленные пределы величины электропроводности и температуры диализирующей жидкости, а также останавливает ультрафильтрацию при включении венозного клапана и при окончании времени гемодиализа.

К одним из средств, повышающих надежность проведения гемодиализа, относится наличие в современных аппаратах «искусственная почка» аккумуляторного блока. Он позволяет вернуть кровь пациенту при аварийном отключении электричества и таким образом избежать потери крови, а также позволяет запомнить аппарату все настройки и вернуться к продолжению гемодиализа после устранения аварии.

Необходимым компонентом аппарата «искусственная почка» является электронная система взвешивания, без которой невозможно проводить точный контроль за изменением массы тела пациента во время гемодиализа.

Одной из главных характеристик аппарата «искусственная почка» является точность поддержания таких параметров, как проводимость и температура диализирующей жидкости, скорость потока жидкости через диализатор, скорость кровотока, объем ультрафильтрации. Современные аппараты «искусственная почка» позволяют поддерживать температуру диализирующей жидкости в пределах 0,1 градуса, остальные параметры с точностью 1%.

Конструкция аппарата «искусственная почка» постоянно совершенствуется. Причиной этому служит все возрастающие требования к качеству проведения гемодиализа и повышению надежности системы безопасности пациента. С другой стороны постоянно совершенствуется элементная база блока процессора аппарата «искусственная почка». В начале 80-х годов в блоке процессора применяли микросхемы малой степени интеграции на КМОП-структуре. Логика работы аппарата была жестко запрограммирована, точность поддержания параметров была невысокой, а само количество контролируемых параметров было ограничено. Надежность работы таких аппаратов была относительно невысокой, кроме этого существовала проблема с диагностикой неисправностей аппаратной части.

Современные аппараты «искусственная почка» собраны на базе микропроцессоров и лишены вышеперечисленных недостатков. Для аппаратов, выпускаемых в настоящее время, обязательными являются наличие режима самотестирования перед диализом. Аппарат тестирует все свои системы и блоки и выдает код ошибки при наличии неисправности. Система кодов ошибок позволяет быстро провести диагностику неисправности и устранить ее оперативно.

Калибровка современных аппаратов «искусственная почка» выполняется автоматически в калибровочном режиме. Вход в калибровочный режим возможен только при введении сервисного кода и исключает возможность доступа посторонних лиц. [Калибровка возможна при наличии специальных калибровочных приборов, -таких как кондуктометр, электронные весы с большой точностью. Таким образом, достигается точность и надежность работы аппарата «искусственная почка».

Конструктивно аппараты «искусственная почка» выполнены по блочно-модульному принципу. Для примера рассмотрим конструктивное исполнение аппарата Fresenius-4008. Аппарат Fresenius-4008 состоит из двух основных блоков - блока гидравлики и блока процессора блок гидравлики включает в себя все насосы, помпы, клапаны и другие гидравлические элементы, а также датчики температуры, проводимости, датчик ТМР, датчики положения заборников концентрата. Подача управляющих напряжений и сигналы датчиков передаются по кабелям через разъемные соединения] Конструкция гидравлического блока предусматривает выдвигание блока из корпуса аппарата по направляющим для обеспечения свободного доступа к элементам гидравлики. Каждый элемент гидравлики имеет свой разъем, что позволяет отключить его для диагностики. На блоке гидравлики имеется 4 порта для подключения измерителя давления с целью регулировки или определения неисправности блока.

Блок процессора аппарата Fresenius-4008 также выдвигается из корпуса аппарата по направляющим. Конструктивно блок представляет собой плату с разъемами, на которых установлены модули процессора. Каждый модуль имеет свое функциональное назначение и может быть заменен на аналогичный в процессе ремонта. Кроме того, на плате модуля такие элементы, как микропроцессоры, микросхемы оперативной памяти и ППЗУ, установлены на колодках, что обеспечивает высокую ремонтопригодность и позволяет оперативно ввести новое программное обеспечение. На задней панели блока процессора имеется разъем для подключения компьютера. Это предоставляет возможность проводить диагностику неисправностей самого блока процессора, когда режим самотестирования аппарата невозможен. Кроме того, это дает возможность быстро ввести новое программное обеспечение без замены ППЗУ на блоке процессора.

Передняя панель аппарата Fresenius-4008 содержит кнопки для ввода информации в аппарат, управление его режимами, шкалы для отображения основных контролируемых параметров и дисплей для вывода информации о диализе, предупреждающих сигналах и режимах лечения. На шкале имеются трехцветные указатели о режимах работы аппарата. Зеленый цвет указателя показывает нормальное функционирование, желтый указывает на предупреждение о выходе соответствующего параметра за установленные пределы, красный цвет указывает на сработавшую систему безопасности пациента. Все это в совокупности с применением звуковой сигнализации позволяет облегчить контроль за проведением гемодиализа и функционированием аппарата «искусственная почка».

В аппарате имеется отдельный блок питания, система вентиляции блока процессора и аккумуляторный блок. Имеются конструктивно выполненные отдельные блоки:

1. блок перильстатического насоса, обеспечивающего подачу крови от больного к диализатору с регулируемой скоростью и датчиком измерения артериального давления,
2. блок гепаринового насоса, обеспечивающего непрерывную подачу гепарина в кровь для предотвращения ее свертываемости во время диализа,
3. блок венозного клапана с датчиком венозного давления.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Белова А.Н. Нейрореабилитация .-М. Антидор, 2000 г. – 568с.

2. Прикладная лазерная медицина. Под ред. Х.П. Берлиена, Г.И. Мюллера.- М.: Интерэкспорт, 2007г.

3. Александровский А.А. Компьютеризованная кардиология. Саранск; "Красный Октябрь" 2005: 197.

4. Разработка и постановка медицинских изделий на производство. Государственный стандарт Республики Беларусь СТБ 1019-2000.

5. Штарк М.Б., Скок А.Б. Применение электроэнцефалографического биоуправления в клинической практике. М. - 2004 г

6. Боголюбов В.М., Пономаренко Г.Н. Общая физиотерапия. М.,СПб.: СЛП, 2008.

7. Ультрафиолетовое излучение в профилактике инфекционных заболеваний./ А.Л. Вассерман, М.Г. Шандала, В. Г. Юзбашев. М. 2003г.