

Ключевые слова:

почки,
хроническая почечная
недостаточность,
гемофильтрация

Keywords:

kidney,
chronic renal failure,
hemofiltration

DOI: 10.17709/2409-2231-2015-2-3-69-75



Для корреспонденции:

Юматов Евгений Антонович,
д. м. н., профессор, академик
Международной академии наук,
профессор кафедры нормальной физиологии
Первого МГМУ им. И. М. Сеченова,
профессор кафедры основ радиотехники
Национального исследовательского
университета «МЭИ»
Адрес: 123423, Российская Федерация,
Москва, ул. Салыма Адилья, д.2
E-mail: eayumatov@mail.ru;
Статья поступила 03.08.2015,
принята к печати 30.08.2015

For correspondence:

Yumatov Evgenii Antonovich
MD, professor, academician of the International
Academy of Science (Russian Section);
Department of Normal physiology, I. M. Sechenov
First Moscow State Medical University, Professor;
Department of Radio Engineering fundamentals,
National Research University «Moscow Power
Engineering Institute», Professor
Address: 123423, Russian Federation,
Moscow, ul. Salyama Adilya, 2
E-mail: eayumatov@mail.ru;
The article was received 03.08.2015,
accepted for publication 30.08.2015

«СИМБИОТИЧЕСКАЯ» ГЕМОФИЛЬТРАЦИЯ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ ХРОНИЧЕСКОЙ ПОЧЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

Юматов Е.А.¹, Глазачев О.С.¹, Дудник Е.Н.¹, Перцов С.С.², Раевский В.В.³

¹ ГБОУ ВПО Первый Московский Государственный Медицинский Университет им. И.М. Сеченова, Минздрава РФ России (Москва, Российская Федерация) 123423, Российская Федерация, Москва, ул. Салыма Адилья, д.2

² ФГБНУ Научно-исследовательский институт нормальной физиологии имени П.К. Анохина России (Москва, Российская Федерация) 125009, Российская Федерация, Москва, ул. Моховая, д.11

³ Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН России (Москва, Российская Федерация) 117485, Российская Федерация, Москва, ул. Бултерова, д.5а

Резюме:

Широко используемые в настоящее время гемодиализ и гемофильтрация не могут заменить выделительную функцию почек, которая осуществляют всю свою деятельность в условиях естественной физиологической регуляции. Целью данной работы является разработка и создание нового способа и устройства для «симбиотической» компенсации хронической почечной недостаточности больного на основе гемофильтрации и естественной физиологической функции почек здорового человека, исключающих смешивание крови партнёров.

Способ «Симбиотической» гемофильтрации основан на взаимном эквивалентном обмене ультрафильтратами крови здоровым и больным человеком с ХПН, нуждающимся в очищении крови от метаболитов. При этом циркуляция крови партнёров разделена гемофильтрами и поэтому отсутствует смешивание крови больного и здорового человека.

Во время очищения крови больных с ХПН от продуктов метаболизма, происходит равнообъёмная, отдельная гемофильтрация плазмы крови больного и здорового человека. При этом ультрафильтрат крови больного поступает в кровеносное русло здорового человека, и также ультрафильтрат крови от здорового человека в том же объёме поступает в кровеносное русло больного с ХПН. Одновременно возвращаются оставшиеся после фильтрации плазмы компоненты крови больного и здорового человека в их кровеносные русла.

Принципиально важными достоинствами «симбиотической» гемофильтрации является то, что очищение крови от уремических продуктов метаболизма у больных с ХПН происходит за счёт естественной физиологической функции почек здорового человека.

«Симбиотическая» гемофильтрация является высокоэффективным физиологическим методом очистки крови больных с ХПН от уремических веществ.

"SYMBIOTIC" HEMOFILTRATION FOR CHRONIC RENAL FAILURE COMPENSATION

Yumatov E.A.¹, Glazachev O.S.¹, Dudnik E.N.¹, Pertsov S.S.², Raevskiy V.V.³

¹ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russian Federation) 123423, Russian Federation, Moscow, ul. Salyama Adilya, 2

² P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology (Moscow, Russian Federation) 125009, Russian Federation, Moscow, ul. Mohovaya, 11

³ Research Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation) 117485, Russian Federation, Moscow, ul. Butlerova 5a

Abstract

Widely used nowadays hemodialysis and hemofiltration cannot replace completely the excretory function of human kidneys in the natural conditions of physiological regulation.

The aim of our study is to develop and create a new method and apparatus for CRF patients «symbiotic» compensation, based on hemofiltration and healthy humans kidneys natural physiological functions, excluding mixing of partners blood.

Method of «symbiotic» hemofiltration is based on mutual exchange of equivalent blood ultrafiltrate volumes between healthy person and CRF patient, needed to be cleansed from metabolites. During exchange procedure patient's and a healthy person's circulations are separated by hemofilters excluding blood mixing.

During CRF patient's blood cleansing from metabolic products separate hemofiltration of healthy donor and CRF patient in equal volumes is processed. Patient's blood ultrafiltrate enters the bloodstream of a healthy person, as a healthy person ultrafiltrate in the same extent enters the bloodstream of CRF patient. At the same time remaining after filtration blood components of donor and patient are returned in their bloodstream respectively.

Fundamentally important advantage of «symbiotic» hemofiltration is that CRF patient's blood is cleansed from uremic metabolites due to healthy human kidneys natural physiological functions. «Symbiotic» hemofiltration is a highly effective physiological method of CRP patient's blood purification from the uremic substances.

Введение

При хронической почечной недостаточности (ХПН) у больных наблюдается уремия, характеризующая азотемией, нарушением электролитного состава крови и пр. [1,2]. Поэтому основной целью является выведение продуктов метаболизма из крови больных с ХПН.

В медицине используются известные способы компенсации хронической почечной недостаточности, основанные на гемодиализе, гемофильтрации, пересадке донорской почки, при которых возможны различные нарушения водного и электролитного баланса [3,4].

Метод гемофильтрации впервые предложили Henderson L. W. с соавт. в 1975 году для терапии больных с терминальной почечной недостаточностью [5]. Метод требует применения специальных гемофильтров с высокопоточной (high-flux) мембраной [3,4]. При гемофильтрации необходима компенсация удалённой из организма жидкости, путём инфузии в большом объеме замещающего раствора, который может вводиться либо перед гемофильтром (преддилюционная гемофильтрация), либо после него (постдилюционная гемофильтрация) (рис. 1).

В целом, используемые в настоящее время гемодиализ и гемофильтрация не могут заменить выделительную функцию почек, которая осуществляют всю свою деятельность в условиях естественной физиологической регуляции. Почки здорового человека способны, несомненно, лучше очистить кровь больного человека от уремических веществ, чем любые искусственные устройства.

Ранее мы предложили «Способ «симбиотической» компенсации хронической почечной недостаточности (ХПН) у человека» [6,7], основанный на использовании естественной физиологической функции почек здорового человека для очищения крови больного от веществ, подлежащих выделению. При этом способе очищение крови от продуктов метаболизма у больных с ХПН осуществляется на основе временного периодического объединения кровеносных русел здорового человека и больного с ХПН.

Недостатком этого способа являются смешивание крови больного и здорового человека. Поэтому данный способ имеет определённые ограничения, связанные с необходимостью тщательного подбора партнёров с абсолютной совместимостью крови.

Цель

Разработка и создание нового способа и устройства для «симбиотической» компенсации хронической почечной недостаточности больного на основе гемофильтрации и естественной физиологической функции почек здорового человека, исключающих смешивание крови партнёров [8].

Описание «симбиотической» гемофильтрации у человека

Способ «Симбиотической» гемофильтрации основан на взаимном эквивалентном обмене ультрафильтрами крови здоровым и больным человеком с ХПН, нуждающимся в очищении крови от метаболитов. При этом циркуляция крови партнёров разделена гемофильтрами и поэтому отсутствует смешивание крови больного и здорового человека.

Во время очищения крови больных с ХПН от продуктов метаболизма, происходит равнообъёмная, отдельная гемофильтрация плазмы крови больного и здорового человека. При этом ультрафильтрат крови больного поступает в кровеносное русло здорового человека, и также ультрафильтрат крови от здорового человека в том же объёме поступает в кровеносное русло больного с ХПН. Одновременно возвращаются оставшиеся после фильтрации плазмы компоненты крови больного и здорового человека в их кровеносные русла.

Устройство для «симбиотической» гемофильтрации состоит из двух отдельных контуров циркуляции крови здорового и больного человека, включающих в себя (рис. 2):

- Постоянно установленные две пары катетеров (1), пластиковые трубки (2), соединённые с перфузионными насосами (3), при помощи которых осуществляется циркуляция крови и ультрафильтрата;
- Два одинаковых гемофильтра (4), в которых происходит равнообъёмная ультрафильтрация крови больного и здорового человека;
- Два одинаковых перфузионных насоса (3), осуществляющих перфузию крови больного и здорового человека через отдельные гемофильтры, и возвращение в кровоток компонентов крови, оставшихся после гемофильтрации;

- Два крана (8), с помощью которых регулируется давление крови в гемофильтрах;
- Датчики давления крови (7), расположенные во входящих и выходящих из гемофильтров пластиковых трубках и электрически соединенные с электронным блоком управления и контроля;
- Электронный блок (6), который запускает работу перфузионных насосов, контролирует давление на входе и выходе гемофильтра, выключает работу перфузионных насосов, в случае возникшей разности давления в гемофильтрах.

Для обеспечения движения крови при «симбиотической» гемофильтрации могут быть использованы перфузионные роликовые насосы, в частности, аппарат «Diapact», или насос крови перистальтического типа, модели JHBP-2000 A/V, которые применяются при гемодиализе [9].

В настоящее время множество известных фирм производят гемофильтры с различными характеристиками [10]. Существующие гемофильтры отличаются: фильтрующей способностью (объемом фильтрации за мин.), площадью мембраны, селективностью, материалом мембраны, устойчивостью к максимальному давлению, объемом заполнения, способом стерилизации.

Фильтрационные характеристики мембран гемофильтров, относящиеся к «high-flux», близки к показателям клубочковой фильтрации почек здорового человека. Эти гемодиализеры предназначены для высокообъемной

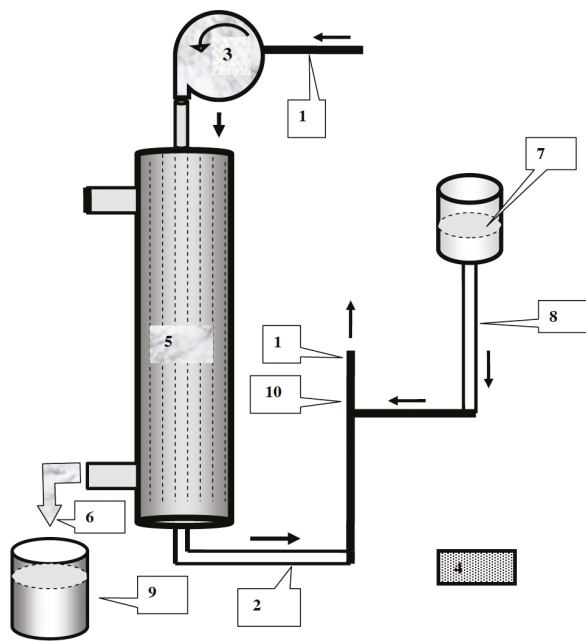


Рисунок 1. Схема устройства для гемофильтрации с постдильуцией (по Е.А. Стецюк, 2001). Обозначения: 1 - катетеры, 2 - пластиковые трубки, 3 - перфузионный насос, электрически подключённый к блоку управления и контроля (4), 5- гемофильтр, 6 - ультрафильтрат, 7 - субституат, 8 - постдильуция, 9 - сосуд для сбора фильтрата и последующего его удаления, 10 - катетер, через который проводится постдильуция.

гемодиализации (HDF) с максимально допустимым давлением 500 мм рт. ст. и объемом замещения более 15 литров за процедуру [10].

Врач, проводящий «симбиотическую» гемофильтрацию, по своему усмотрению, может выбрать оптимальный гемофильтр из существующих каталогов, в которых представлены таблицы с данными на каждый гемофильтр [9].

Во время «симбиотической» гемофильтрации кровь больного и здорового человека, не смешиваясь, циркулирует отдельно по двум кругам и разным гемофильтрам. Под давлением, создаваемым перфузионными насосами, кровь каждого партнёра поступает через пластиковые трубки во входной патрубке соответствующего гемофильтра. На другой стороне гемофильтра компоненты крови (клеточные элементы, высокомолекулярные вещества плазмы), оставшиеся после гемофильтрации, поступают через выходной патрубке в пластиковые трубки, а затем по ним через соответствующие катетеры возвращаются в венозный кровоток каждого партнёра.

За счёт остаточного давления, образовавшийся ультрафильтрат «перекрёстно» направляется через специальный выход гемофильтра, а далее по пластиковым трубкам и катетерам в кровотоки партнёров. Ультрафильтрат здорового человека поступает в венозное русло больного и наоборот, ультрафильтрат больного человека поступает в венозное русло здорового.

В выходной части циркуляции ультрафильтрата, с помощью кранов, установленных на выходах из гемофиль-

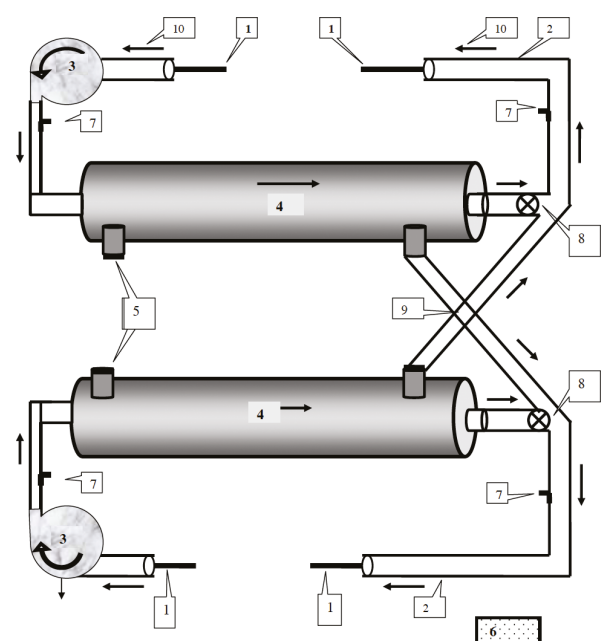


Рисунок 2. Схема устройства для «симбиотической» гемофильтрации, состоящего из двух отдельных контуров циркуляции крови здорового и больного человека. Обозначения: 1 - катетеры, 2 - пластиковые трубки, 3 - перфузионные насосы, 4 - гемофильтры, 5 - заглушки, 6 - электронный блок управления и контроля, 7 - датчики давления крови, 8 - краны, 9 - выход ультрафильтрата из гемофильтров, 10 - стрелки, указывающие направление движения крови, жидкости.

тров, создают необходимое соотношение давлений:

$$P_{\phi} > P_{кр} > P_{в},$$

где $P_{кр}$ — остаточное давление компонентов крови на выходе, $P_{в}$ — давление крови в венозном катетере, P_{ϕ} — давление ультрафильтрата. Это необходимо для того, чтобы обеспечить направленное движение ультрафильтрата в венозное русло человека и предотвратить обратный ток компонентов крови и ультрафильтрата в гемофильтр.

В результате обеспечивают равный «перекрёстный» обмен ультрафильтратами, при котором сохраняется неизменный объём циркулирующей крови в кровеносных системах партнёров.

Датчики давления непрерывно регистрируют кровяное давление на входе и выходе гемофильтров и в случае повышения или понижения давления от установленного значения блок контроля немедленно выключает перфузионные насосы с подачей определённого сигнала. Индикация скорости потока крови осуществляется по показаниям приборов перфузионных насосов.

В результате взаимообмена партнёров отфильтрованной плазмой, в кровь здорового человека поступают уремические вещества, которые будут удаляться из его организма нормально функционирующими почками.

Две почки здорового человека используют порядка 40–50% своих функциональных возможностей. Человек с одной здоровой почкой может быть абсолютно здоровым, т.к. одна нормально функционирующая почка полностью выполняет выделительную функцию.

Во время «симбиотической» гемофильтрации можно условно считать, что одна почка здорового человека удаляет метаболиты из его собственной крови, а другая почка при этом очищает кровь больного.

Расчётные данные «симбиотической» гемофильтрации

Способность мембран к ультрафильтрации характеризуется гидравлической проницаемостью, которая выражается в миллилитрах жидкости, пропускаемой мембраной за 1 ч при трансмембранном давлении 1 мм рт. ст. и площади мембраны 1 м². [3].

Фильтрация происходит из-за разности гидростатического давления снаружи и внутри капилляров гемофильтра, которая возникает из-за давления крови, создаваемого перфузионным насосом, и давления ультрафильтрата в венозной части сосудистого русла.

Опираясь на данные производителя можно определить функциональные возможности гемофильтров и выбрать оптимальный гемофильтр для процедуры «симбиотической» гемофильтрации.

Например, гемофильтр Ultraflux фирмы Fresenius, модели FX 80, который имеет площадь мембраны равной 1,8 м², объём заполнения 95 мл, коэффициент ультрафильтрации 59 мл/ч/мм рт. ст., при трансмембранном давлении 300 мм рт. ст. и скорости перфузии крови 500 мл/мин, позволяет получить объём фильтрации 17700 мл за 1 час, что соответствует возможному объёму фильтрации 295 мл/мин [9].

Гемофильтр фирмы «Nipro», серии Sureflux-УН, модель Sureflux-130УН имеет площадь мембраны равной 1,3 м², объём заполнения 75 мл, коэффициент ультрафильтрации 43,4 мл/ч/мм рт. ст. При трансмембранном

давлении 300 мм рт. ст. гемофильтр способен обеспечить объём фильтрации 13020 мл за 1 час, что соответствует возможному объёму ультрафильтрации 217 мл/мин [9].

При скорости перфузии крови через гемофильтр, равной 200 мл/мин, минимальный объём ультрафильтрата плазмы составляет порядка 100 мл/мин. В результате, уже в течение 1-го часа «симбиотической» гемофильтрации произойдёт взаимообмен отфильтрованной плазмы крови больного и здорового человека, что приведёт к разведению уремических продуктов метаболизма в крови больного.

Расчёт очищения крови от мочевины при «симбиотической» гемофильтрации.

В норме у здорового человека максимальный клиренс мочевины колеблется в пределах от 64 до 99 мл/мин, составляя в среднем 75 мл/мин. Стандартный клиренс мочевины находится в пределах от 40 до 68 мл/мин и в среднем соответствует 54 мл/мин.

Нормальная концентрация мочевины в крови у взрослых здоровых людей составляет от 2,5 до 6,4 ммоль/л или 20–40 мг%.

Общее количество мочевины, содержащейся в плазме крови здорового человека, равно 1 г (при её концентрации 40 мг%). Этот объём мочевины удаляется почками из крови здорового человека менее чем за 1 час, при среднем её клиренсе, равном 54 мл/мин. В норме общий объём мочевины, который выделяется за одни сутки с мочой, равен 20–25 г.

Как уже отмечалось, при указанной скорости перфузии крови 200 мл/мин через гемофильтр, объём ультрафильтрации плазмы составит не менее 100 мл/мин.

В 100 мл ультрафильтрата плазмы крови здорового человека, профильтровавшейся за 1 мин, содержится не более 40 мг мочевины.

Концентрация мочевины в крови больного с ХПН может достигать 28,0 ммоль/л или 180 мг%.

В 100 мл ультрафильтрата плазмы крови больного человека, профильтровавшегося за 1 мин, содержится порядка 180 мг мочевины.

Общее количество мочевины в крови у больного с ХПН при её концентрации в плазме крови, равной 180 мг%, составляет 4,5–5 г.

При исходном соотношении концентраций мочевины в плазме крови больного и здорового человека 180 мг% и 40 мг%, соответственно, в результате взаимной дифференциальной ультрафильтрации в течение одной минуты из крови больного удалится порядка 180–40=140 мг мочевины и такое же количество мочевины поступит в кровь здорового человека. Эти значения относятся только к первой минуте «симбиотической» гемофильтрации. В последующем, в процессе взаимной дифференциальной ультрафильтрации содержание мочевины у больного снизится, а у здорового человека повысится, в результате уменьшится разница в концентрациях мочевины в плазме партнёров.

При возрастании концентрации мочевины в крови почки здорового человека способны увеличить объём удаляемой с мочой мочевины. В конечном счёте, установится динамическое равновесие градиента концентраций мочевины в крови партнёров, зависящее от исходного содержания мочевины в крови больного и выделительной функции почек здорового человека.

Расчёт очищения крови от креатинина при «симбиотической» гемофильтрации.

Клиренс креатинина равен 70–130 мл/мин. Это означает, что здоровые почки очищают от креатинина в среднем 125 мл плазмы крови за каждую минуту.

В норме концентрация креатинина в крови здорового человека составляет от 0,04–0,11 ммоль/л или 55 до 115 мкмоль/л, что равно 1,13 мг%. В 1 л плазмы крови содержится порядка 10 мг креатинина.

Общее количество креатинина при её концентрации 1,13 мг%, содержащееся в плазме крови здорового человека, равно 30 мг. При клиренсе креатинина, равном 70–130 мл/мин, 30 мг креатинина удаляется из крови менее чем за 1 час.

В норме за сутки выделяется с мочой 1–1,5 г креатинина (у мужчин от 800 до 2000 мг за сутки, зависит от веса человека).

В 100 мл ультрафильтрата плазмы крови здорового человека, профильтровавшегося за 1 мин, содержится порядка 1,1 мг креатинина.

У больного человека с выраженной ХПН, концентрация креатинина в крови может достигать 2,5 мг% и выше, что составляет 25 мг/л.

В 100 мл ультрафильтрата плазмы крови больного человека, профильтровавшегося за 1 мин, содержится порядка 2,5 мг креатинина.

При взаимной дифференциальной ультрафильтрации в течение одной минуты из крови больного удалится порядка 2,5–1,1=1,4 мг креатинина и такое же количество креатинина поступит в кровь здорового человека. Эти значения относятся только к первой минуте «симбиотической» гемофильтрации.

В процессе взаимной дифференциальной ультрафильтрации содержание креатинина у больного снизится, а у здорового человека повысится, в результате уменьшится разница в концентрациях креатинина в плазме партнёров.

Почки здорового человека способны увеличить объём удаляемого креатинина при возрастании его концентрации в крови. В конечном счёте, установится динамическое равновесие градиента концентраций креатинина в крови партнёров, зависящее от исходного содержания креатинина в крови больного и выделительной функции почек здорового человека.

Современные, высокоэффективные гемофильтры: FX 80 Ultraflux, фирмы Fresenius и Sureflux-130UH, фирмы «Nipro» и др. в полной мере способны осуществить расчётный объём «симбиотической» гемофильтрации и обеспечить очистку крови больного человека с ХПН от уремических веществ.

В качестве примера представлена динамика изменения концентраций мочевины в крови больного и здорового человека во время «симбиотической» гемофильтрации (рис. 3).

В кровь здорового человека в течение первой минуты «симбиотической» гемофильтрации поступает 140 мг мочевины. Это приводит к общему увеличению концентрации мочевины в его плазме на 4,7 мг% и составит 44,7 мг%.

При этой концентрации мочевины — 44,7 мг% в плазме и её стандартном клиренсе от 40 до 68 мл/мин, почки здорового человека удаляют из плазмы крови порядка 17–30 мг мочевины в минуту. Это приводит к снижению

общей концентрации мочевины в его крови в среднем на 1 мг% и, таким образом, она составит 43,7 мг%.

В результате концентрация мочевины в крови здорового человека лишь незначительно повысится. При этом почки здорового человека способны существенно увеличить объём удаляемых веществ.

Из крови больного человека в течение первой минуты «симбиотической» гемофильтрации удаляется 140 мг мочевины. Это приводит к общему снижению концентрации мочевины в его плазме на 4,7 мг% и, таким образом, она составит 175,3 мг%.

При этих соотношениях концентраций мочевины в плазме крови больного и здорового человека, на второй минуте взаимной дифференциальной ультрафильтрации из крови больного удаляется порядка 175,3–43,7=131,6 мг мочевины и такое же количество мочевины поступает в кровь здорового человека, т.е. меньше, чем на первой минуте гемофильтрации.

Одновременно происходит разведение концентрации уремических веществ в плазме больного за счёт поступления в его кровяной ультрафильтрат плазмы здорового человека.

Во время процедуры «симбиотической» гемофильтрации поступление уремических веществ из крови больного в кровь здорового человека происходит постепенно в небольших концентрациях, и постоянно удаляются его почками. Поэтому не происходит заметного повышения концентрации мочевины, креатинина и пр. веществ в крови здорового человека.

Почки здорового человека очищают кровь от поступающих от больного человека метаболитов, и в кровеносное русло больного человека возвращается ультрафильтрат плазмы здорового человека.

В начальный период «симбиотической» гемофильтрации увеличивается концентрация уремических веществ в крови здорового человека, за счёт поступления их из крови больного. Почки здорового человека реагируют увеличением своих функциональных возможностей. При повышении содержания в крови здорового человека

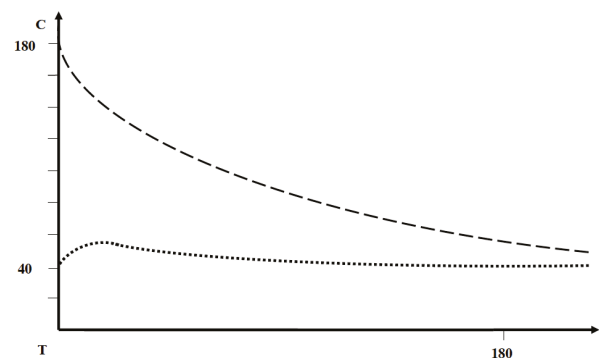


Рисунок 3. График изменения концентрации мочевины в крови здорового и больного человека во время «симбиотической» гемофильтрации.

Обозначения: ось ординат: C — концентрации мочевины в крови в мг%, одно деление 20 мг%; ось абсцисс: T — время (мин). Верхний график: концентрация мочевины в крови больного человека. Нижний график: концентрация мочевины в крови здорового человека.

уремических веществ повысится их концентрация в первичной моче и произойдёт увеличение их выделения с конечной мочой. С каждой последующей минутой в кровь здорового человека поступает всё меньшее количество уремических веществ, из-за понижения их концентрации в крови больного. Концентрации уремических веществ в крови здорового человека стабилизируются тогда, когда количество веществ, поступающих к нему из крови больного, станет равным количеству веществ, удаляемых почками здорового человека (рис. 3).

В результате «симбиотической» гемофильтрации и выделительной функции почек здорового человека, в конечном счёте, устанавливается динамическое равновесие между поступающими и удаляемыми уремическими веществами.

Различные низкомолекулярные вещества, содержащиеся в крови больного, приобретают близкие значения к нормальным и характерным для крови здорового человека после 3–4-х часовой «симбиотической» гемофильтрации.

Поступление в кровь здорового человека азотистых и других продуктов метаболизма не приведёт к повышению их содержания в его крови, и процедура взаимобмена партнёров отфильтрованной плазмы крови не вызовет никаких осложнений у здорового человека.

Практическим результатом «симбиотического» очищения крови является снижение уровня азотосодержащих продуктов метаболизма в крови у больного с ХПН, за счёт физиологической функции почек здорового партнёра.

Процедура «симбиотической» гемофильтрации

Для осуществления «симбиотической» гемофильтрации существуют все технические возможности: используют выше описанное устройство, состоящее из гемофильтров, перфузионных насосов, специальных биологически совместимых катетеров, пластиковых трубок, кранов, электронного блока; и материалы гепарин, физиологический раствор, дезинфицирующие и перевязочные средства, ленточные фиксаторы, пластиковые трубки, которые широко применяются в практической медицине.

Предварительно проводят у больного и здорового человека стандартную операцию, устанавливают постоянные катетеры аналогично тем, которые применяют в практике гемодиализа и гемофильтрации [3,4].

Во время процедуры, в частности во время ночного сна используют такие же приёмы, как и при стандартной гемофильтрации.

Устройство для «симбиотической» гемофильтрации перед использованием стерилизуют и заполняют стерильным физиологическим раствором.

С помощью хронических катетеров кровеносные системы больного и здорового человека подключают к перфузионным насосам

Используя электронный блок управления и контроля, включают перфузионные насосы. Регулируя работу перфузионных насосов и положение кранов, устанавливают равное давление крови в двух гемофильтрах, — в пределах 300 мм рт. ст., обеспечивающих одинаковую скорость потока крови больного и здорового человека через гемофильтр в диапазоне 200–300 мл/мин.

По окончании процедуры проводят все необходимые действия по сохранению катетеров, по предотвращению их тромбирования и каких-либо осложнений, связанных с наличием их в сосудах, аналогично тем, какие выполняют после гемодиализа.

Как и при гемодиализации, процедура «симбиотической» гемофильтрации может проходить в течение нескольких часов, с различной периодичностью, в зависимости от степени выраженности уремии и состояния физиологических показателей крови пациента.

При соблюдении всех медико-технических требований процедура «симбиотической» гемофильтрации абсолютно безопасна для здорового человека и не сопровождается осложнениями, возникающими при гемодиализации.

В настоящее время широко используется трансплантация одной почки от здорового человека к больному, при которой здоровый человек жертвует свою почку, и остаётся с одной, единственной почкой. При этом вполне возможно нахождение партнёра для безопасной процедуры «симбиотической» гемофильтрации.

Преимущества «симбиотической» гемофильтрации по сравнению с гемодиализом и гемофильтрацией

Принципиально важными достоинствами «симбиотической» гемофильтрации является то, что кровь партнёров во время процедуры не смешивается, т.к. их кровеносные системы разделены, и очищение крови от уремических продуктов метаболизма у больных с ХПН происходит за счёт естественной физиологической функции почек здорового человека.

1. Метод более физиологичен, чем гемодиализация. В результате непрерывной взаимной гемофильтрации почки здорового человека эффективно очищают кровь больного с ХПН от уремических веществ.
2. Метод менее затратный, не требует дорогостоящей аппаратуры и сложных схем гемофильтрации. Нет необходимости в приготовлении и получении специальной диализной жидкости, в проведении пре- или постдиализа.
3. В отличие от гемофильтрации, при которой трудно обеспечить эквивалентное замещение ультрафильтрата, способ «симбиотической» гемофильтрации обеспечивают равный «перекрёстный» обмен ультрафильтратами, при котором сохраняется неизменный объём циркулирующей крови в кровеносных системах партнёров.
4. Благодаря естественной физиологической функции почек, снижается возможность для развития осложнений, возникающих при гемодиализации, таких как нарушение кислотно-основного равновесия, обезвоживание и пр.
5. «Симбиотическая» гемофильтрация является высокоэффективным физиологическим методом очистки крови больных с ХПН от уремических веществ.

При всём этом у пациента и врача есть возможность выбора, что предпочесть в конкретных условиях: гемодиализацию или «симбиотическую» гемофильтрацию для очищения крови от продуктов метаболизма при ХПН.

Список литературы:

1. Handbook of Dialysis. Eds J. T. Daugirdas, T. S. Ing. — 2nd ed. — Little, Broun, 1994.
2. Фомин В. В., Пальцева Е. М., Козловская Л. В., Мухин Н. А. Нефрология. Неотложные состояния. Под редакцией Н. А. Мухина. М.: Изд. «Эксмо». 2010.
3. Стецюк Е. А. Основы гемодиализа. Под ред. проф. Е. Б. Мазо. М.: Геотар-Мед. 2001.
4. Смирнов А. В. Заместительная почечная терапия. Ж. Нефрология. 2011; 15 (1): 33–46.
5. Henderson L. W., Colton P. K., Ford C. Kinetics of hemodiafiltration. II Clinical characterization of a new blood cleansing modality. J. Lab. Clin. Med. 1975; 85: 372.
6. Юматов Е. А., Судаков К. В. Симбиотический способ компенсации хронической почечной недостаточности у человека. Ж. Клиническая нефрология. 2012; 5–6: 68–70.
7. Патент РФ № 2506956. 2014. Способ «симбиотической» компенсации хронической почечной недостаточности (хпн) у человека. Авторы: Юматов Е. А., Судаков К. В.
8. Приоритетная справка по заявке на патент РФ № 201510742\14 от 03.03.2015 г. «Способ и устройство «симбиотической» гемофильтрации для компенсации хронической почечной недостаточности. Авторы: Юматов Е. А., Глазачев О. С., Дудник Е. Н., Перцов С. С., Раевский В. В.
9. Насос роликовый, перфузионный, модель JHPB-2000 A/B. 15.07.2015), URL: <http://www.bbmed.ru/ji-hua/blood-pump.html>
10. Каталоги гемофильтров разных фирм (дата обращения 15.07.2015), URL:
11. <http://www.tehnomedservis.ru/katalog-tovarov/dializ.html>; <http://www.fresenius.ru/files/DialyserCatalog.pdf>; <http://www.tehnomedservis.ru/katalog-tovarov/dializ/26-sureflux-dializatori.html>

Информация об авторах:

1. Юматов Евгений Антонович – д.м.н., профессор, академик Международной академии наук, профессор кафедры нормальной физиологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, профессор кафедры основ радиотехники Национального исследовательского университета «МЭИ»
2. Глазачев Олег Станиславович – д.м.н., профессор, академик Международной академии наук, профессор кафедры нормальной физиологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова
3. Дудник Елена Николаевна – к.м.н., доцент кафедры нормальной физиологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова
4. Перцов Сергей Сергеевич – д.м.н., акад. РАЕН, заместитель директора по научной работе ФГБНУ «НИИНФ им. П.К. Анохина», заведующий кафедрой нормальной физиологии МГМСУ им. А.И. Евдокимова
5. Раевский Владимир Вячеславович – д.м.н., профессор, академик Международной академии наук, заведующий лаборатории Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН

Оформление ссылки для цитирования статьи:

Юматов Е.А., Глазачев О.С., Дудник Е.Н., Перцов С.С., Раевский В.В. «Симбиотическая» гемофильтрация для компенсации хронической почечной недостаточности. Исследования и практика в медицине. 2015; 2(3): 69-75. DOI: 10.17709/2409-2231-2015-2-3-69-75

Yumatov E.A., Glazachev O.S., Dudnik E.N., Pertsov S.S., Raevskiy V.V. "Symbiotic" hemofiltration for chronic renal failure compensation. Issled. prakt. Med. 2015; 2(3): 69-75. DOI: 10.17709/2409-2231-2015-2-3-69-75

Конфликт интересов. Все авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. All authors report no conflict of interest.

References:

1. Handbook of Dialysis. Eds J. T. Daugirdas, T. S. Ing. — 2nd ed. — Little, Broun, 1994.
2. Fomin V. V., Pal'tseva E. M., Kozlovskaya L. V., Mukhin N. A. Nefrologiya. Neotlozhnye sostoyaniya. Pod redaktsiei N. A. Mukhina. M.: Izd. «Eksmo». 2010. (Russian)
3. Stetsyuk E. A. Osnovy gemodializa. Pod red. prof. E. B. Mazo. M.: Geotar-Med. 2001. (Russian)
4. Smirnov A. V. Zamestitel'naya pochechnaya terapiya. Zh. Nefrologiya. 2011; 15 (1): 33–46. (Russian)
5. Henderson L. W., Colton P. K., Ford C. Kinetics of hemodiafiltration. II Clinical characterization of a new blood cleansing modality. J. Lab. Clin. Med. 1975; 85: 372.
6. Yumatov E. A., Sudakov K. V. Simbioticheskiy sposob kompensatsii khronicheskoi pochechnoi nedostatochnosti u cheloveka. Zh. Klinicheskaya nefrologiya. 2012; 5–6: 68–70. (Russian)
7. Patent RF № 2506956. 2014. Sposob «simbioticheskoi» kompensatsii khronicheskoi pochechnoi nedostatochnosti (khpn) u cheloveka. Avtory: Yumatov E. A., Sudakov K. V. (Russian)
8. Prioritetnaya spravka po zayavke na patent RF № 201510742\14 ot 03.03.2015 g. «Sposob i ustroystvo «simbioticheskoi» gemofil'tratsii dlya kompensatsii khronicheskoi pochechnoi nedostatochnosti. Avtory: Yumatov E. A., Glazachev O. S., Dudnik E. N., Pertsov S. S., Raevskii V. V. (Russian)
9. Nasos rolikovyi, perfuzionnyi, model' JHPB-2000 A/B. 15.07.2015), URL: <http://www.bbmed.ru/ji-hua/blood-pump.html>
10. Katalogi gemofil'trov raznykh firm (data obrashcheniya 15.07.2015), URL:
11. <http://www.tehnomedservis.ru/katalog-tovarov/dializ.html>; <http://www.fresenius.ru/files/DialyserCatalog.pdf>; <http://www.tehnomedservis.ru/katalog-tovarov/dializ/26-sureflux-dializatori.html>

Information about authors:

1. Yumatov Evgenii Antonovich – MD, professor, academician of the International Academy of Science (Russian Section); Department of Normal physiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Professor; Department of Radio Engineering fundamentals, National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Professor
2. Glazachev Oleg Stanislavovich – MD, professor, academician of the International Academy of Science (Russian Section); Department of Normal physiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University
3. Dudnik Elena Nikolaevna – PhD, Department of Normal physiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Associate Professor
4. Pertsov Sergei Sergeevich – MD, P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Deputy Director for Science; Head of the Department of Normal physiology, A.I. Evdokimov Moscow State Medical-Dentistry University
5. Raevskii Vladimir Vyacheslavovich – MD, professor, academician of the International Academy of Science (Russian Section), Head of the laboratory, Research Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology