

Закрытое акционерное общество
“ П Л А З М О Ф И Л Ь Т Р ”

198216, Санкт-Петербург, Ленинский пр., 140
тел./факс (812) 376-90-79, тел. (812) 376-90-70; +7 921 916 81 47;
E-mail: plasma02@mail.wplus.net
www.plasmafilter.spb.ru

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор
ЗАО «Плазмофильтр»

_____Басин Б.Я.

«05» апреля 2007 г.

М.П.

**УСТРОЙСТВО
БЕЗАППАРАТНОГО МЕМБРАННОГО ПЛАЗМАФЕРЕЗА
УБМ-01-«ПФ СПб»**

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
ФК 333.00.000 РЭ

Санкт-Петербург

ВВЕДЕНИЕ

В клинической практике используется много разнообразных методов плазмафереза, но все они требуют использования стационарных центрифуг или аппаратов. Многие лечебно-профилактические учреждения и в настоящее время не имеют такой аппаратуры; в труднодоступной местности, лишенной энергоснабжения, их применение вообще исключено. Только после организации промышленного выпуска первых отечественных мембранных плазмофильтров ПФМ-800 и создания устройства безаппаратного мембранного плазмафереза УБМ-01-«ПФ СПб» (разработчик и производитель ЗАО «Плазмофильтр», Санкт-Петербург, патент № 2113240 от 05.05.95) проведение плазмафереза стало доступным самым рядовым лечебным учреждениям, вплоть до районных больниц, медсанчастей, роддомов и даже поликлиник.

В предлагаемой “безаппаратной” методике не требуется источников питания и аппаратуры, используется только трансфузионная стойка, а эксфузия крови и реинфузия эритроцитной массы осуществляется под действием силы тяжести по одноигольной схеме.

Преимуществом метода является его простота и безопасность. Отсутствие необходимости “расстыковки” элементов системы во время процедуры делает невозможным ошибочное “перекрёстное переливание” крови, исключается возможность инфицирования больных и медперсонала.

Одна бригада (врач и медсестра) может проводить процедуры мембранного плазмафереза одновременно пяти больным, что не позволяет ни один из аппаратов, особенно в условиях массовых поражений при необходимости проведения экстренной детоксикации в очагах поражений в условиях “медицины катастроф”. Безаппаратный мембранный плазмаферез можно с успехом проводить амбулаторно и даже в urgentных условиях на выезде, в военно-полевых условиях.

НАЗНАЧЕНИЕ, СОСТАВ И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Устройство безаппаратного мембранного плазмафереза УБМ-01-«ПФ СПб» (далее устройство) предназначено для проведения процедуры плазмафереза в донорских целях для получения плазмы и аутоплазмы в учреждениях службы крови, а также в лечебных целях для детоксикации, иммуно- и реокоррекции в практическом здравоохранении на отделениях токсикологии, трансфузиологии, кардиологии, нефрологии, эндокринологии, аллергологии, пульмонологии, онкологии, дерматологии, наркологии, неврологии и др.; в акушерстве и гинекологии, педиатрии, реанимации, хирургии; в условиях клиник, больниц, в службе скорой помощи, в военно-полевой медицине, в urgentных случаях и в условиях медицины катастроф.

Устройство состоит из плазмофильтра мембранного ПФМ (ПФМ-500 или ПФМ-800) в сборе с трансфузионной системой магистралей

«безаппаратной» - СБ с контейнером для крови. Общий вид устройства представлен на *рис. 1*.

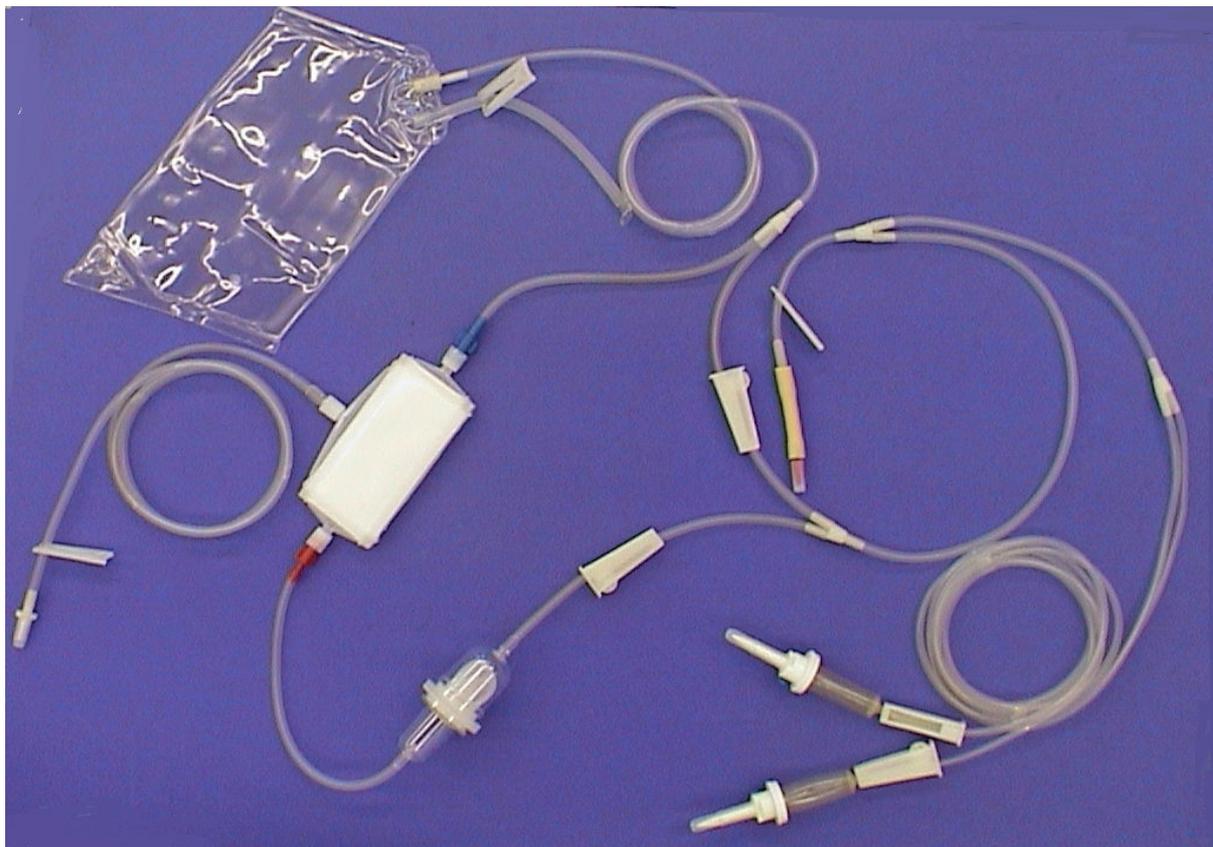


Рис.1. Устройство безаппаратного мембранного плазмафереза УБМ-01-«ПФ СПб»

Схема расположения устройства безаппаратного мембранного плазмафереза УБМ-01-«ПФ СПб» на инфузионной стойке представлена на *рис. 2*.

При проведении процедуры плазмафереза необходимо помещать плазмофильтр ПФМ-800 для его нормального функционирования в приспособление для крепления (в дальнейшем приспособление ПК-ПФМ)

Плазмофильтр ПФМ-500 помещать в приспособление ПК-ПФМ не требуется.

Приспособление ПК-ПФМ (*рис.3, рис.4*) служит для фиксации плазмофильтра ПФМ-800 на инфузионной стойке. Приспособление ПК-ПФМ не контактирует с кровью и является изделием многократного применения. Поставляется по отдельному требованию заказчика.

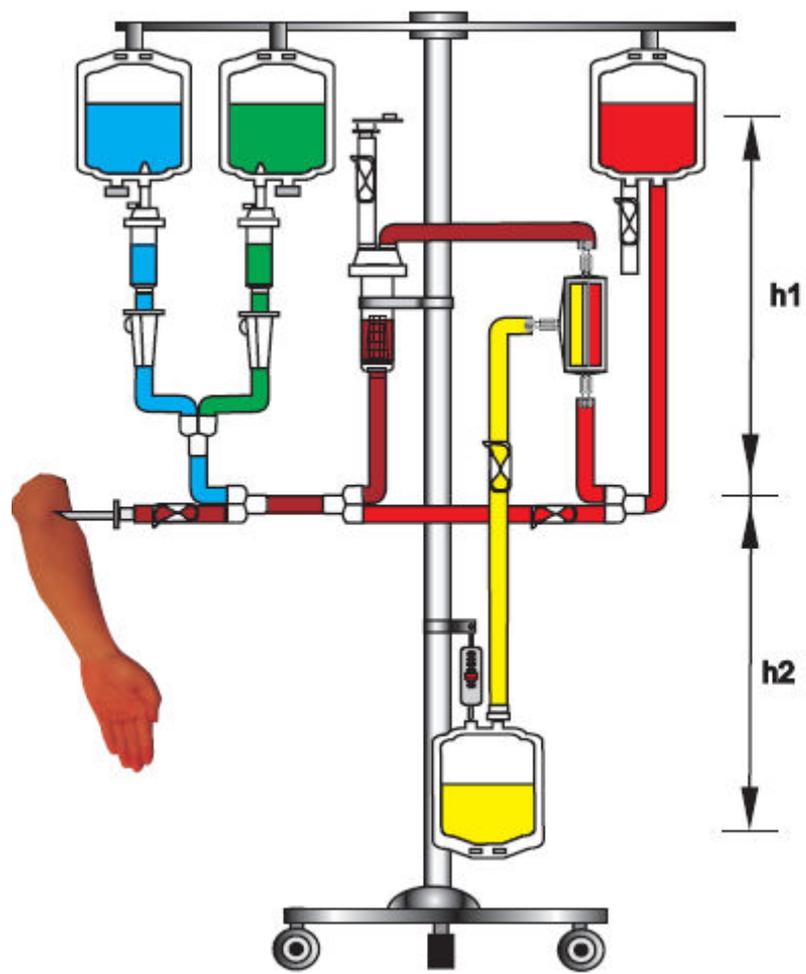


Рис.2. Схема расположения устройства безаппаратного мембранного плазмафереза УБМ-01-«ПФ СПб» на инфузионной стойке

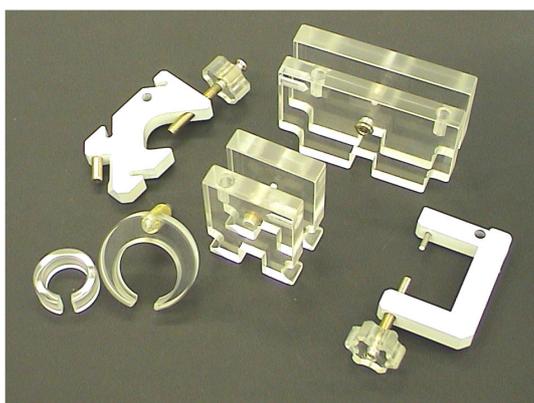


Рис.3. Детали приспособления ПК-ПФМ

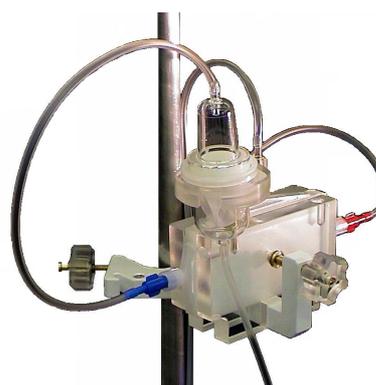


Рис.4. Общий вид плазмофильтра ПФМ-8000 в приспособлении ПК-ПФМ

Перед началом процедуры безаппаратного мембранного плазмафереза устройство должно быть полностью (без воздушных включений) заполнено физиологическим раствором.

Методика безаппаратного мембранного плазмафереза с использованием устройства УБМ-01-«ПФ СПб» основана на сифонном заборе крови, минуя плазмофильтр, в полимерный контейнер с раствором антикоагулянта аналогично донорской практике заготовки крови (фаза забора крови). После полного заполнения кровью контейнер перемещается в верхнюю позицию, и начинается фаза возврата крови. Кровь под действием силы тяжести возвращается в ту же вену, проходя через плазмофильтр, при этом происходит отделение плазмы (около 1/3 от объёма протекающей крови). После опорожнения контейнера его вновь перемещают в нижнюю позицию, заполняют необходимым объёмом антикоагулянта из соответствующего флакона и приступают к повторному забору крови. По мере необходимости в контейнер перемещают физиологический раствор или иной плазмозаменитель из второго флакона.

Рекомендуемое трансмембранное давление в плазмофильтре составляет 130-150 мм рт. ст. Оно складывается из положительного давления в кровяных камерах 70-80 мм рт. ст., создаваемого за счет подъема контейнера с кровью на 1 м выше уровня плазмофильтра (h_1 , *рис. 2*) и отрицательного - в камерах плазмы. Опуская контейнер на 1 м ниже уровня плазмофильтра (h_2 , *рис. 2*), можно создать разрежение в камерах плазмы до 70-80 мм рт. ст.

МЕМБРАННЫЙ ПЛАЗМАФЕРЕЗ С УСТРОЙСТВОМ УБМ-01-«ПФ СПб»

Аппаратура и инструменты

- Устройство безаппаратного мембранного плазмафереза УБМ-01-«ПФ СПб».
- Приспособление ПК-ПФМ.
- Инфузионная стойка.
- Серийно выпускаемые емкости с изотоническим раствором натрия хлорида, глюгициром или 4% раствором натрия цитрата, плазмозаменителями, гепарином; резервуар для сбора плазмы.
- Стерильная укладка с зажимом, ножницами, тампонами, шариками.

Подготовка к проведению процедуры

1. Для проведения плазмафереза необходимо подготовить контейнер с изотоническим раствором натрия хлорида (или иными плазмозаменителями), контейнер с антикоагулянтом (глюгициром или 4% раствором натрия цитрата), гепарин, укладку со стерильными принадлежностями (стерильная "подкладная", ножницы, три зажима Бильрота, флакон со спиртом, марлевые шарики, тампоны и бинт), лейкопластырь, резервуар для сбора плазмы, тонометр.

2. Подготовить рабочее место для монтажа системы, вскрыть укладку со стерильными принадлежностями.

Расположить плазмочелтер ПФМ-800 между крышками приспособления ПК-ПФМ. Закрутить винт приспособления, не прилагая усилий, так, чтобы плазмочелтер удерживался в крышках только за счет сил трения, без дополнительного прижатия. Укрепить крышки с фильтром ПФМ-800 с помощью кронштейна, входящего в состав приспособления, на трансфузионной стойке на высоте кровати с пациентом. Аналогично с помощью кронштейна крепится плазмочелтер ПФМ-500.

5. Закрепить капельницу 9 в соответствующем фиксаторе приспособления ПК-ПФМ.

6. Закреть все зажимы на магистрали.

7. Снять защитный колпачок и соединить иглу 11 с контейнером 19 с изотоническим раствором натрия хлорида. Поместить контейнер на инфузионную стойку.

8. Снять защитный колпачок и соединить иглу 12 с контейнером 20 с антикоагулянтот. Поместить контейнер на инфузионную стойку.

9. Заполнить антикоагулянтот фильтр-капельницу 8 до половины ее объема. Открыть зажим 5 и, ослабив зажим 3, заполнить участок магистрали до тройника 15 антикоагулянтот. Перекрыть зажим 3 (рис. 6).

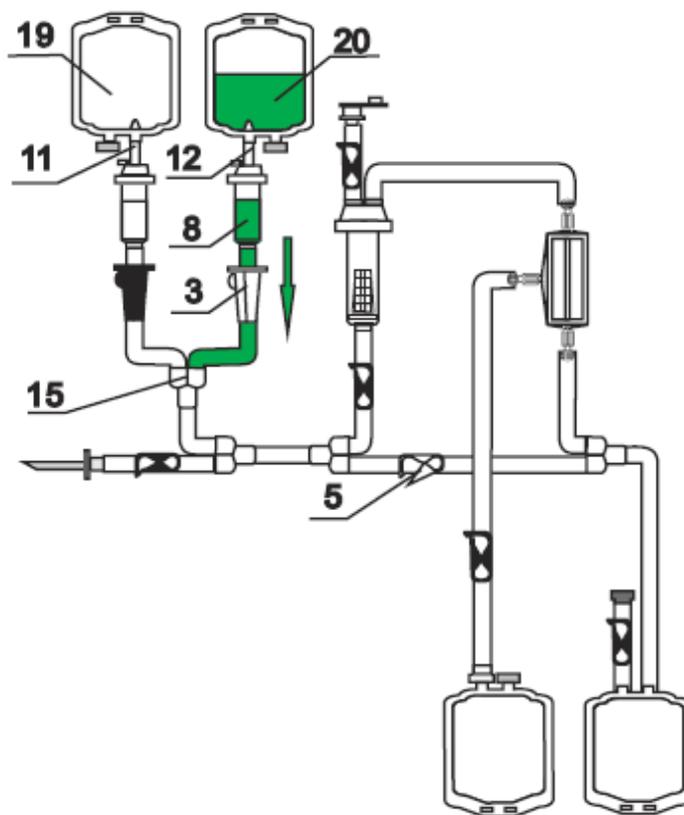


Рис.6. Схема заполнения устройства антикоагулянтот (п.9)

10. Заполнить изотоническим раствором натрия хлорида фильтр-капельницу 7 до половины ее объема. Ослабить зажим 2 и переместить 100 мл раствора в контейнер для забора крови 23. Закреть зажимы 2 и 5 (рис.7-Г).

11. Снять защитный колпачок с воздуховода **24** и ослабить зажим **25**. Взять в руку контейнер **23** воздуховодом вверх и сдавливать его до выхода воздуха из него, после чего перекрыть зажим **25** (рис. 7-II).

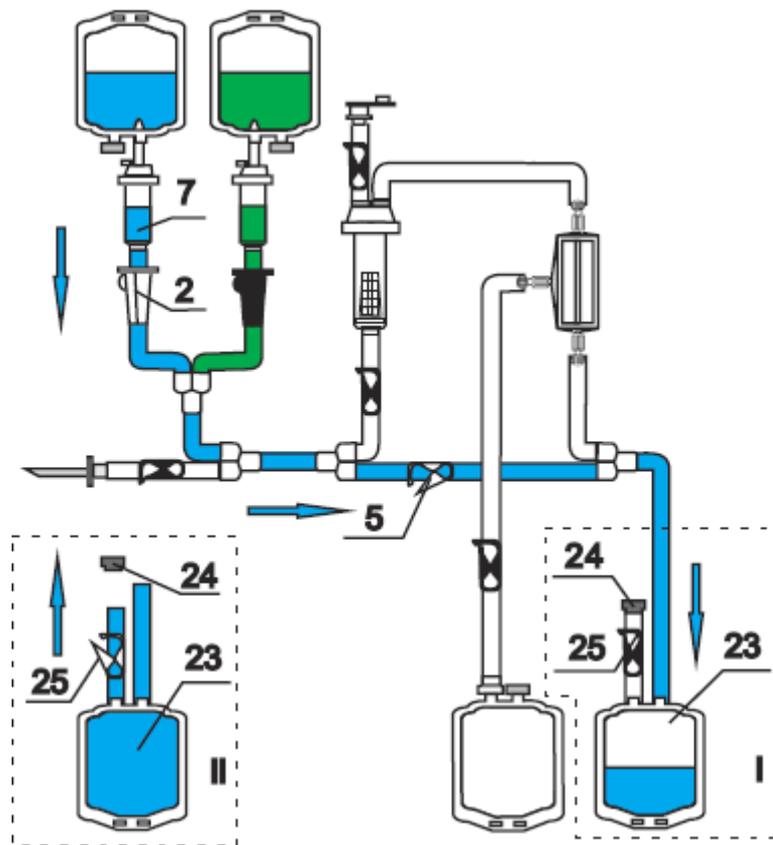


Рис.7. Схема заполнения контейнера для забора крови физиологическим раствором (п.п. 10, 11)

12. Укрепить контейнер **23** на верхней части инфузионной стойки.

13. Снять защитные колпачки с иглы **10** и с разъема **14** и разместить их над стерильным лотком.

14. Открыть зажим **26** воздуховода капельницы **9**. Изотонический раствор начнет заполнять камеры крови плазмочувствительного фильтра **21**. Заполнить капельницу **9** до половины ее объема, закрыть зажим **26** (рис. 8-I). Открыть зажимы **1** и **4**. Продолжить заполнение изотоническим раствором натрия хлорида остальных участков устройства до иглы **10**. Закрыть зажимы **1** и **4** (рис. 8).

15. Открыть зажим **6** и оставшийся объем раствора натрия хлорида из контейнера **23** использовать для заполнения плазменных камер ПФМ и магистрали отвода плазмы. Закрыть зажим **6**. Подсоединить разъем **14** с контейнером для сбора плазмы **22** (рис. 9).

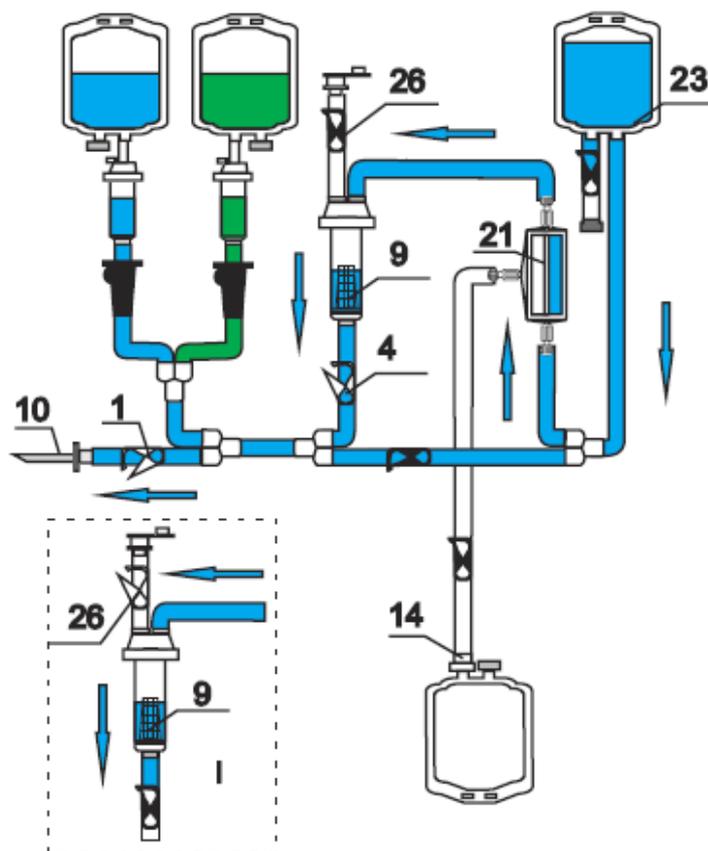


Рис.8. Схема заполнения камер крови плазмофилтра и соответствующих участков магистрали устройства (п.п. 12-14)

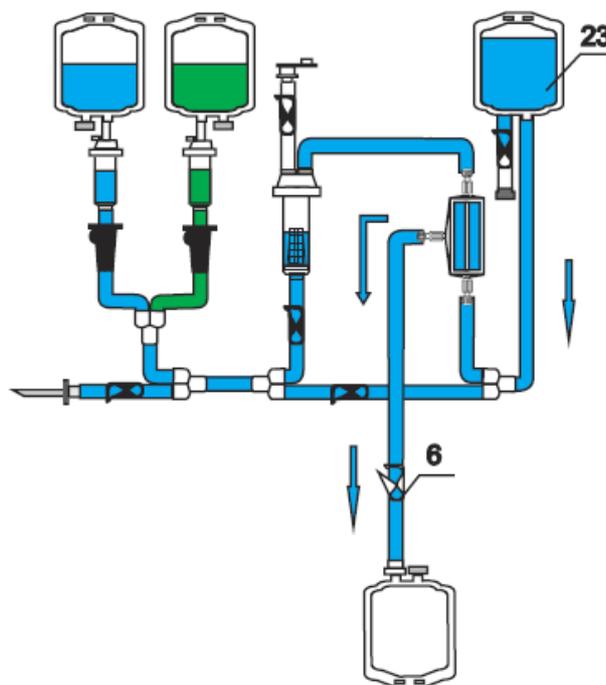


Рис.9. Схема заполнения камер плазмы плазмофилтра и соответствующих участков магистрали устройства (п. 15)

16. Переместить контейнер **23** в нижнюю позицию. Открыть зажим **5** и, ослабив зажим **3**, переместить раствор натрия цитрата (глюоцира) из контейнера **20** в контейнер **23** в дозе, необходимой для обеспечения антикоагулянтной тактики в соответствии с выбранной методикой. Закрывать зажим **3** (рис. 10).

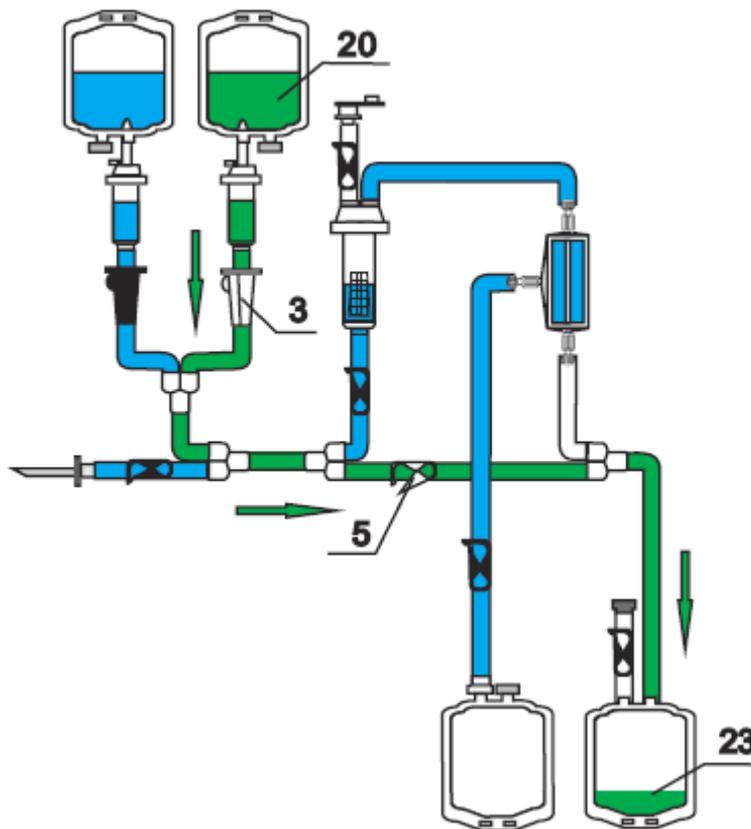


Рис.10. Схема перемещения антикоагулянта в контейнер для забора крови (п.16)

17. Ослабить зажим **2**, добавить в контейнер **23** изотонический раствор натрия хлорида в объеме, необходимом для обеспечения оптимальной вязкости крови в ПФМ. Закрывать зажимы **2** и **5** (рис. 11).

Проведение плазмафереза

18. Ввести иглу (катетер) **10** в одну из периферических вен пациента и, открыв зажим **1** и ослабив зажим **2**, убедиться в правильном расположении и проходимости иглы (катетера). Закрывать зажимы **1** и **2**.

Ввести через катетер необходимую дозу гепарина. Подождать 5-8 минут для равномерного распределения гепарина по сосудистой системе больного. На это время приоткрыть зажимы **1** и **2** и прокапать изотонический раствор для обеспечения проходимости катетера (рис. 12). Закрывать зажимы **1** и **2**.

Проверить, что все зажимы закрыты, а разъем **14** магистрали выхода плазмы соединен с контейнером **22** (или расположен над резервуаром для сбора плазмы). Система готова к работе.

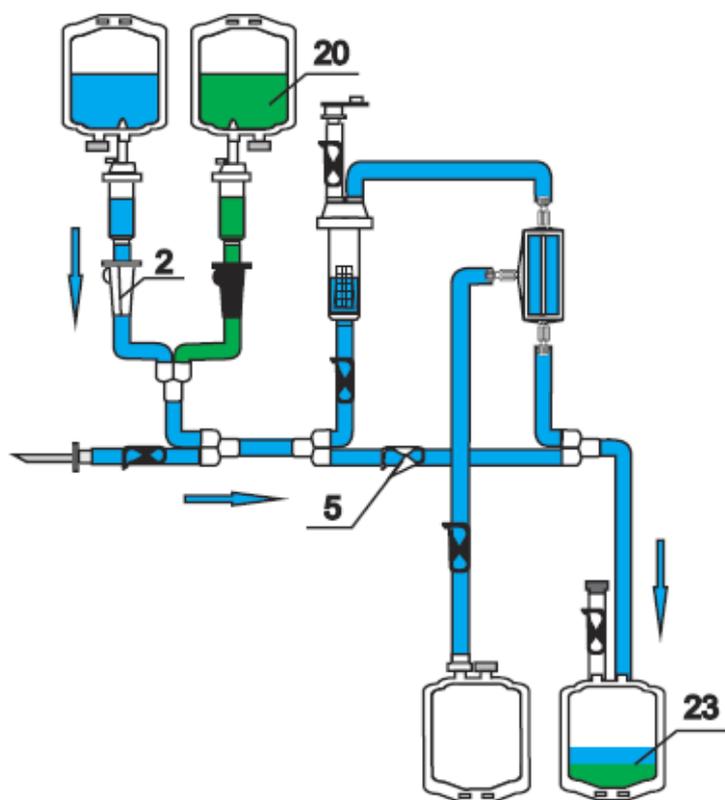


Рис.11. Схема перемещения физиологического раствора в контейнер для забора крови (п. 17)

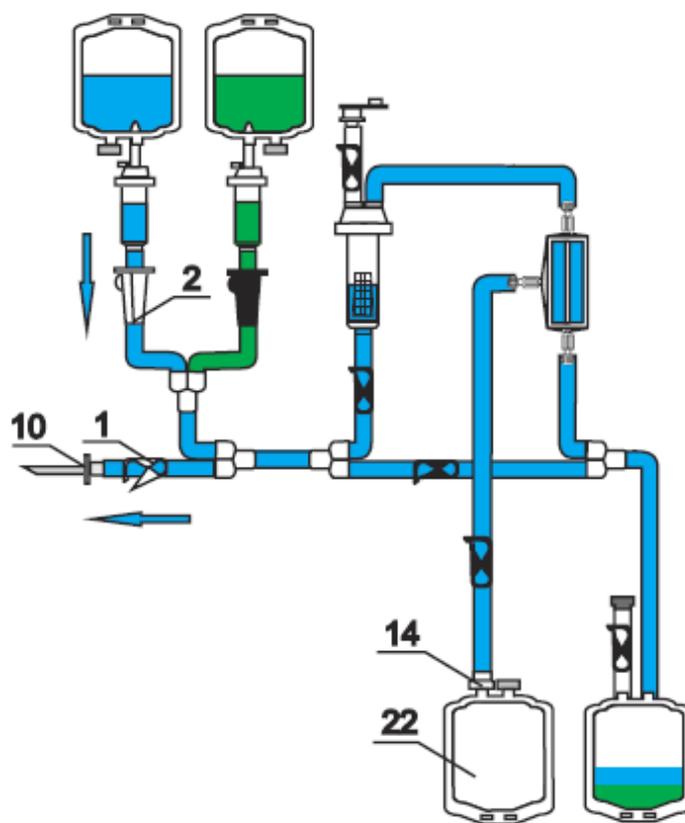


Рис.12. Схема промывки иглы (катетера) физиологическим раствором (п.18)

19. Наложить на соответствующее плечо жгут (или манжетку от тонометра, создав в ней давление 40-50 мм рт.ст.). Открыть зажимы **1** и **5** и приступить к забору крови в контейнер **23**. Периодически покачивать контейнер для равномерности перемешивания крови с антикоагулянтом (рис. 13).

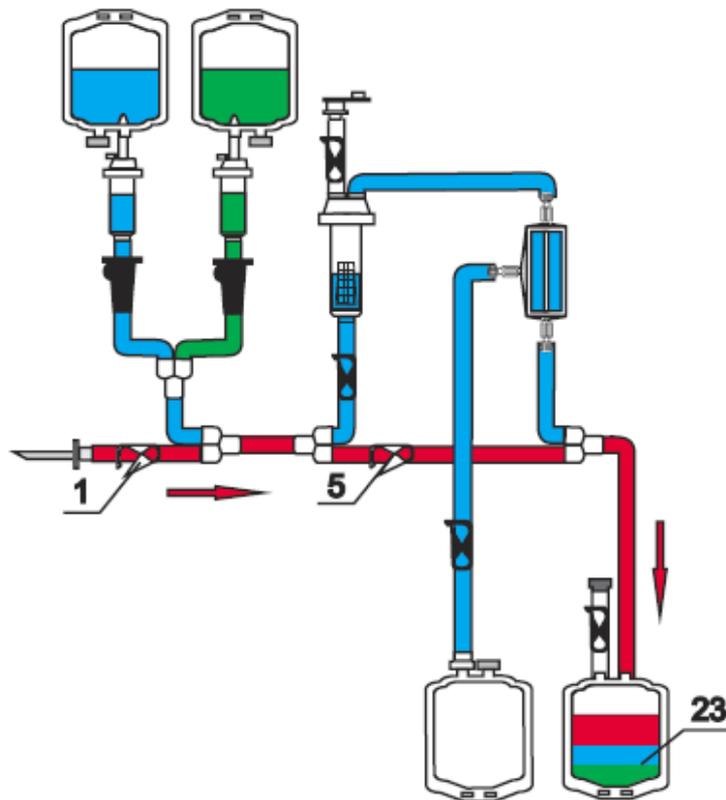


Рис.13. Фаза забора крови через участок магистрали, шунтирующий плазмодифильтр (п. 19)

20. После полного заполнения кровью контейнера **23** переместить его в верхнюю позицию на инфузионной стойке. При перемещении контейнера следить за тем, чтобы его выводящий штуцер был направлен вниз. Снять жгут и через 5-6 секунд закрыть зажим **5**. Это время необходимо для обратного движения крови с антикоагулянтом через шунт (участок магистрали, перекрываемый зажимом **5**) и вытеснения из него нестабилизированной крови (рис. 14).

21. Открыть зажимы **1** и **4** и заполнить кровью плазмодифильтр (рис. 15).

22. После заполнения кровью плазмодифильтра открыть зажим **6** на магистрали отвода плазмы (при втором и последующих циклах зажимы **4** и **6** открывать одновременно). Начинается продвижение крови по кровяным камерам плазмодифильтра и собственно плазмаферез (рис. 16).

Во время возврата крови и отделения плазмы можно ослабить зажим **2** для дозированного добавления изотонического раствора натрия хлорида или иного плазмозаменителя со скоростью, соответствующей скорости отделения плазмы.

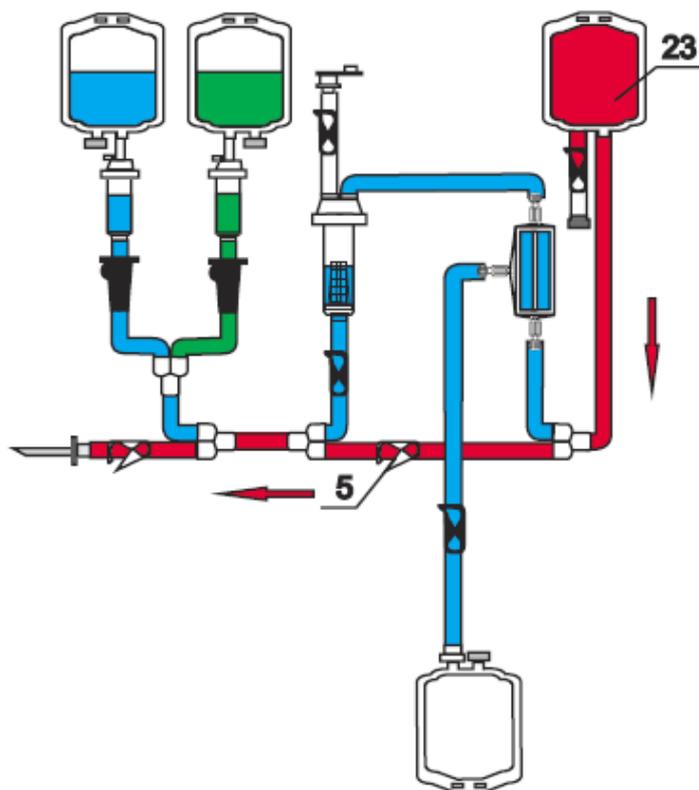


Рис.14. Схема вытеснения крови, нестабилизированной антикоагулянт, из участка магистрали, шунтирующего плазмодифильтр (п. 20)

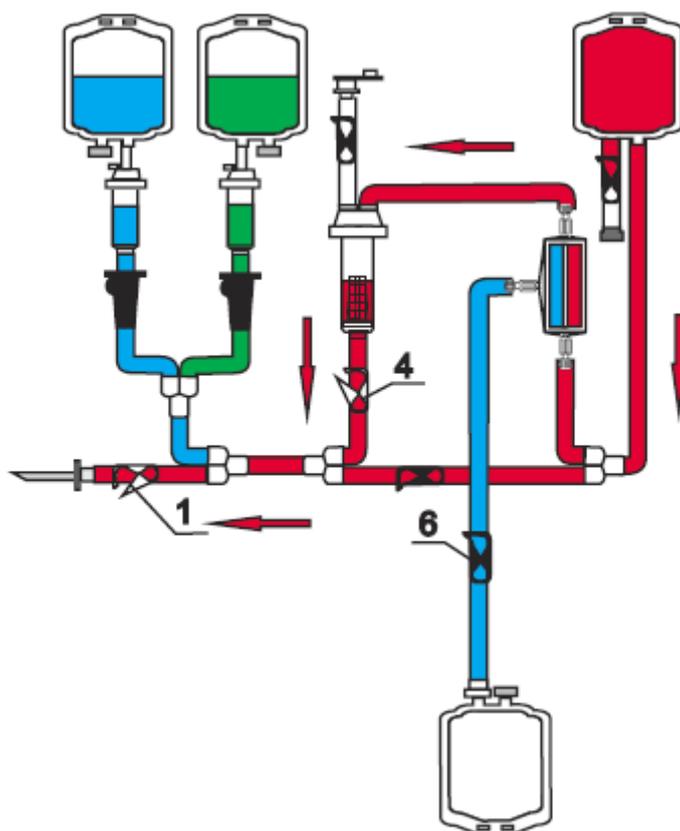


Рис. 15. Схема заполнения плазмодифильтра кровью (при первом цикле плазмафереза п. 21)

24. Контейнер **23** переместить в нижнюю позицию, открыть зажим **5** и, ослабив зажим **3**, дозированно переместить в него очередную порцию антикоагулянта. Закрывать зажим **3** (рис. 10). Открыть зажим **2** и также переместить в контейнер **23** необходимую порцию изотонического раствора натрия хлорида. Закрывать зажим **2** (рис. 11). Наложить жгут, открыть зажим **1** и вновь приступить к забору крови (рис. 13).

Чередовать фазы забора и возврата крови до завершения программы плазмафереза.

Завершение процедуры

25. После получения запланированного объема плазмы и опорожнения контейнера **23** переместить последний в нижнюю позицию, открыть зажимы **5** и **2** и заполнить его оставшимся объемом изотонического раствора натрия хлорида (или иного плазмозаменителя) с целью полного возврата крови из устройства и замещения удаленного объема плазмы (рис. 18).

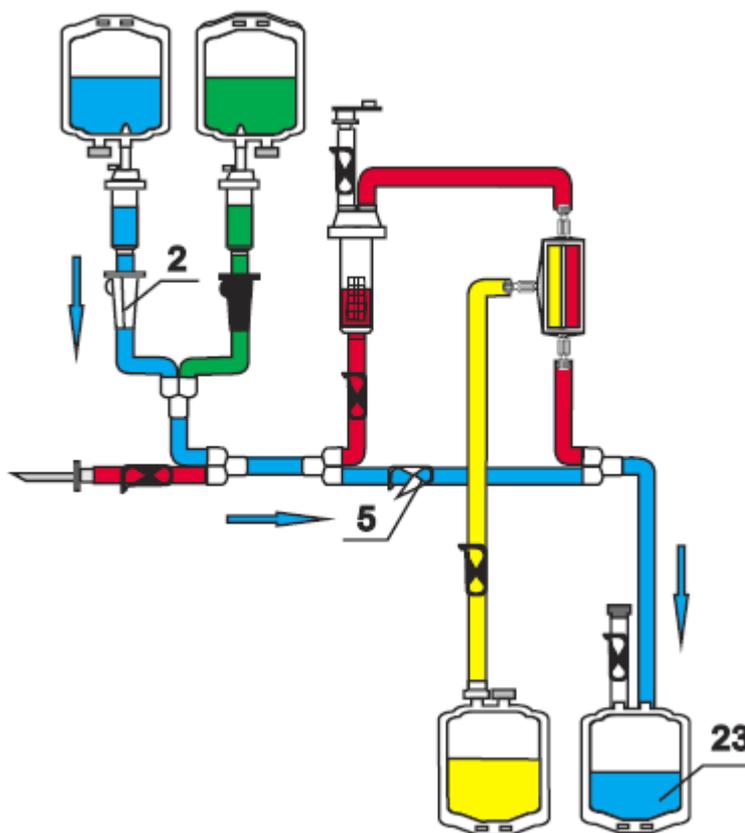


Рис.18. Схема перемещения физиологического раствора в контейнер для забора крови (п. 25)

26. Переместить контейнер **23** в верхнюю позицию, закрыть зажим **5** и открыть зажимы **1** и **4**. После необходимого восполнения закрыть зажимы **4** и **1** (рис. 19).

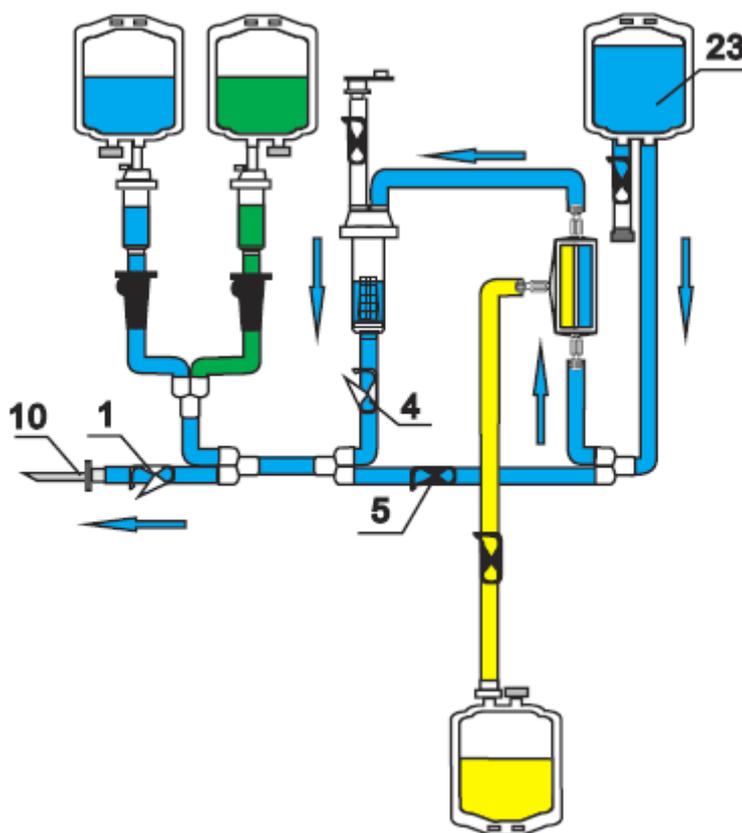


Рис.19. Схема вытеснения крови из устройства и восполнения пациента (п. 26)

27. Извлекать катетер **10** из вены. Наложить асептическую повязку на место венепункции.

Процедура закончена.

АНТИКОАГУЛЯНТНАЯ ТАКТИКА

Существует два вида антикоагулянтной тактики при безаппаратном мембранном плазмаферезе.

При донорском плазмаферезе, когда может быть использован исключительно глюгицир, последний предварительно вводится в контейнер **23** в таком же соотношении 1:4 (20%), как это принято в службе крови. Поскольку объем контейнера для забора крови **23** составляет 540-560 мл, то в него требуется добавить 110 мл глюгицира. Аналогичная тактика применяется и для лечебного плазмафереза в случаях высокого риска кровотечений (повышенная кровоточивость ран, язвы желудка и кишечника).

В остальных случаях лечебного плазмафереза, когда допустима системная гепаринизация в дозе 150 ед/кг массы тела, возможно вдвое снизить дозу глюгицира до соотношения 1:9 (10%) ≈ 60 мл, а при использовании более концентрированного 4% раствора натрия цитрата (как это принято в практике плазмафереза Европы и Америки), это соотношение можно довести до 1:18 (5%) ≈ 30 мл.

Если учесть, что примерно половина раствора натрия цитрата удаляется с плазмой, то оставшееся в организме его количество при удалении $1/3$ ОЦП соответствует введению до 1 л донорской крови, что может и не требовать обязательного введения растворов кальция хлорида или глюконата.

Тем не менее, выбор соотношения объемов цитрата и крови в каждом случае надо решать индивидуально. Так, при гиперкоагуляции (протромбиновый индекс свыше 90-100%, фибриноген свыше 40 г/л, число тромбоцитов свыше $250 \times 10^6/л$) дозу цитрата следует повысить; при гипокоагуляции (протромбиновый индекс менее 60%, фибриноген менее 10 г/л, число тромбоцитов менее $100 \times 10^6/л$) дозу цитрата можно уменьшить.

Большинство пациентов имеет нормальный гемокоагуляционный потенциал, и объем добавляемого раствора натрия цитрата является относительно постоянным. Уровни гематокрита в клинических условиях могут значительно отличаться (от 20 до 55%), что требует более гибкой тактики - от полного исключения до более высоких доз изотонического раствора натрия хлорида с тем, чтобы в плазмофилт্রে гематокрит не превышал бы 35%. Обычно для этого требуется добавление изотонического раствора натрия хлорида по 25-30 мл на каждую фазу забора крови.

Обычно фаза забора крови занимает 4-5 мин, а возврата - 12-17 мин. Таким образом, за один час можно провести 3-4 полных цикла и при этом получить 450-750 мл плазмы. При увеличении продолжительности фазы возврата (более 20 мин.), необходимо сокращать ее всеми доступными способами: за счет увеличения трансмембранного давления, изменения антикоагулянтной тактики, предварительного разведения изотоническим раствором натрия хлорида. Продолжительность фазы возврата менее 15 мин. также нежелательно, так как уменьшается объем отделяемой за цикл плазмы. Уменьшить скорость возврата крови можно, прикрыв зажим 4.

РАСЧЕТ СОДЕРЖАНИЯ ПЛАЗМЫ В ФИЛЬТРАТЕ

Учитывая такие разные подходы к выбору соотношений объемов антикоагулянта, изотонического раствора натрия хлорида и крови, которые, к тому же, могут и не раз изменяться по ходу перфузии, имеет большое значение всегда четко ориентироваться в количестве содержания собственно плазмы в фильтрате.

Рассмотрим структуру и соотношение объемов компонентов крови и антикоагулянта, проходящих через плазмофилтър (рис. 20), отдельно для вариантов лечебного и донорского плазмафереза, отличающихся лишь количеством добавляемых растворов натрия цитрата. Гематокрит в обоих случаях составляет 40%.

При донорском плазмаферезе, как и при обычной заготовке донорской крови, глюгицир (или 2% раствор натрия цитрата) добавляется к крови в соотношении 1:4, что составляет 20% от суммарного объема. Однако

глюгицир содержится только в плазме, и в общем объеме жидкой части крови, поступающей в плазмофильтр, его доля составит уже $\approx 30\%$.

Точно такое же соотношение удержится и в фильтрате, где доля натрия цитрата будет также $\approx 30\%$, а собственно плазмы будет лишь $\approx 70\%$. Следует иметь в виду, что и в стандартных пакетах донорской нативной плазмы имеется такая же концентрация натрия цитрата - $\approx 30\%$.

При лечебном же плазмаферезе, когда системная гепаринизация дает возможность снизить вдвое дозу глюгицира до соотношения **1:9**, или 10% к суммарному объему крови и антикоагулянта, концентрация глюгицира в жидкой части крови составит $\approx 15\%$. Такая же концентрация глюгицира останется и в фильтрате, где собственно плазмы будет $\approx 85\%$.

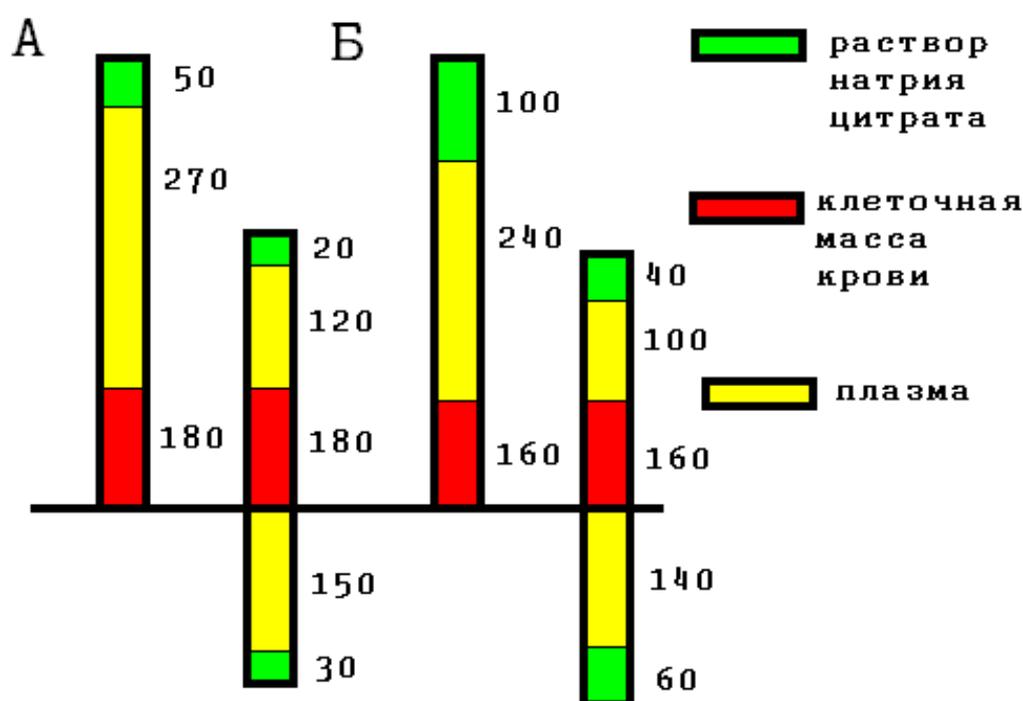


Рис.20. Соотношения объемов компонентов крови и антикоагулянта при безаппаратном мембранном плазмаферезе, А - лечебном, Б - донорском.

На левых столбиках показано соотношение объемов до плазмофильтра. На правых столбиках выше горизонтальной линии показано соотношение объемов после плазмофильтра. Ниже линии показано соотношение объемов в фильтрате. Цифры справа от столбиков - объемы в мл.

После выхода из плазмофильтра сгущенная кровь имеет гематокрит $\approx 56\%$ и $\approx 53\%$ для лечебного и донорского вариантов соответственно, что не является чрезмерным. Такая кровь может возвращаться пациентам даже без ее последующего разведения, хотя последнее и не исключается. В режиме обменного плазмафереза (плазмообмена) возможно и синхронное возмещение удаляемого объема донорской плазмой или иными плазмозаменителями.

Таким образом, зная исходный гематокрит пациента и дозы добавляемых растворов, всегда можно ориентироваться и в степени разведения фильтрата и содержания в нем собственно плазмы.

В тех случаях, когда донорская плазма или альбумин не использовались для восполнения удаляемого объема, рассчитать содержание собственно плазмы в фильтрате можно и с учетом концентрации общего белка в крови больного в начале и конце процедуры и в суммарном объеме фильтрата по формуле:

$$V_{пл} = \frac{P_{\phi} \times 2}{P_{нач} + P_{кон}} \times V_{\phi}$$

где:

$V_{пл}$ - объем плазмы в фильтрате;

V_{ϕ} - объем фильтрата;

$P_{нач}$ - содержание белка в крови в начале процедуры;

$P_{кон}$ - содержание белка в конце процедуры;

P_{ϕ} - содержание белка в фильтрате.

Так, к примеру, если содержание белка в начале процедуры составляло 70 г/л, а в конце - 57 г/л, и в фильтрате - 54 г/л при объеме последнего 1000 мл, то, подставив соответствующие значения в приведенную формулу, получим объем удаленной собственно плазмы пациента 850 мл.

Относительно безопасным объемом удаления плазмы следует считать примерно 30% от объема циркулирующей плазмы (ОЦП). Последний составляет для взрослого "средней массы" человека 2,0-2,5 л. Его достаточно легко высчитать, зная объем циркулирующей крови (ОЦК), составляющего обычно около 7% от массы тела, и гематокрит (Ht). Далее следует элементарный расчет:

$$ОЦП = ОЦК - \frac{Ht \times ОЦК}{100},$$

где гематокрит выражен в процентах, а объемы в мл.

В мировой практике службы крови обычной дозой для донора, впервые сдающего плазму, является 500 мл, а для повторно сдающих - 700 мл, после чего таких доноров спокойно отпускают домой.

При взятии плазмы от родственников допускается забор даже 1200 мл. Поэтому забор 700-900 мл плазмы в лечебных целях с возмещением только кристаллоидными растворами представляется также достаточно безопасным.

Исследования биохимического, иммунного и гормонального гомеостаза показывают восстановление или приближение к исходным показателям через 48 часов. Поэтому повторные сеансы плазмафереза можно допустить через 1-2 дня. Полный курс удаления плазмы состоит из 3-4 сеансов с забором 1-1,5 ОЦП. При этом достигается "баланс интересов" - максимально возможного удаления патологических продуктов при минимуме возможных осложнений, а продолжительность курса не превышает двух недель.

НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ОШИБКИ

Все вышеописанные рекомендации по выполнению методики безаппаратного мембранного плазмафереза с плазмофильтром ПФМ носят обязательный характер и требуют неукоснительного выполнения всех манипуляций в приведенных последовательностях. Даже незначительное, на первый взгляд, отступление от данных рекомендаций может привести к самым нежелательным последствиям.

Накопленный опыт клинического освоения безаппаратного плазмафереза позволяет привести описание наиболее распространенных ошибок и их последствий.

Этап перемещения физиологического раствора в контейнер для забора крови

Если после первого перемещения физиологического раствора в контейнер **23** не закрыть зажим **5** на шунте, то после канюляции при пробной проверке правильности введения в вену иглы **10** и при открывании зажимов **1** и **2**:

а) - изотонический раствор натрия хлорида может активно переместиться в контейнер **23**, что вызовет чрезмерное разведение крови в последнем;

б) - может быть создана иллюзия хорошей проходимости иглы **10** (в капельнице **7** видна хорошая струя раствора), в то время как она может быть непроходимой, либо введена мимо вены.

Фаза забора крови

Если при комбинированной антикоагулянтной тактике после внутривенного введения гепарина сразу приступить к забору крови, то первые порции последней еще не будут "гепаринизированными", и вдвое уменьшенной дозы натрия цитрата может оказаться недостаточной для предотвращения тромбообразования в камерах крови плазмофильтра и в системе магистралей. Поэтому **приступать к забору крови можно не ранее, чем через 5 минут после внутривенного введения гепарина.**

Если при заборе крови оставить незакрытым зажим **2** на линии изотонического раствора натрия хлорида (который "подкапывал" для обеспечения проходимости иглы в период 5-минутного ожидания после внутривенного введения гепарина), то в течение периода забора крови в контейнер **23** может переместиться до 40-50 мл этого раствора. Неконтролируемое перемещение раствора натрия хлорида вызовет чрезмерное разведение крови и создаст иллюзию большего количества собственно плазмы в фильтрате.

Если при заборе крови открыть зажим **4**, а не зажим **5** на шунте (они расположены близко друг от друга) на отрезке магистрали прохода через плазмофильтр, то кровь изменит направление потока, может вытеснить снизу-вверх воздух из капельницы **9**, заполнить плазмофильтр и даже дойти до контейнера **23**.

Это, в свою очередь, вызовет:

а) - тромбирование крови в плазмодифльтре (кровь не цитратная);

б) - "воздушную эмболию" камер крови плазмодифльтра в фазе возврата крови с возрастанием сопротивления потоку, снижению его скорости и блокаде фильтрации из-за уменьшения эффективной площади фильтрующей поверхности мембран. Следует иметь в виду, что при заполнении плазмодифльтра изотоническим раствором натрия хлорида воздух из его камер крови прекрасно вытесняется, но он может создать непреодолимое сопротивление из-за эффекта высокого поверхностного натяжения стенки пузырьков в потоке крови. Поэтому **необходимо всячески избегать попадания воздуха в камеры крови ПФМ**. Такая же ошибка и с такими же последствиями возможна и на этапе заполнения контейнера **23** антикоагулянтном.

Если при перемещении цитрата в контейнер **23** зажим **1** на инфузионном узле оставить открытым, то раствор натрия цитрата будет поступать не только в контейнер **23**, но и в вену. Больной при этом проявит внезапное беспокойство с чувством "дискомфорта", металлического привкуса и пощипывания на губах и языке. Большой опасности для больного нет (эффект равноценен быстрому внутривенному введению 250 мл консервированной крови), и через 2-3 минуты самочувствие нормализуется. Однако в контейнер **23** поступит меньше раствора натрия цитрата, и, если это вовремя не будет замечено, то возникнет тромбообразование в системе, контейнере **23** и плазмодифльтре.

Фаза возврата крови

Если после полного заполнения контейнера **23** кровью, его перемещать в верхнюю позицию в положении выводящим штуцером вверх, то часть воздуха, оставшаяся в контейнере **23** при первичном его заполнении, может поступить в магистраль **13**, далее попасть в плазмодифльтр и вызвать его "воздушную эмболию". Если не успеть закрыть зажим **5** на шунте, то воздух может переместиться в вену и вызвать воздушную эмболию легких.

Если не проводить адекватного восполнения удаленной плазмы (в объеме свыше 1/3 ОЦП) донорской плазмой или коллоидными плазмозаменителями, то происходит чрезмерное снижение содержания общего белка плазмы (иногда на 10-15 г/л) с нарастанием сгущения и вязкости крови на заключительных этапах плазмафереза. Гематокрит по ходу плазмафереза возрастает на 5-10%. Нарастание сопротивления в камерах крови плазмодифльтра замедляет продвижение крови, что вызывает еще большее сгущение вследствие потери жидкой ее части при фильтрации, вплоть до полной "закупорки" плазмодифльтра. Также уменьшается объем фильтрата.

При возникновении такой ситуации и необходимости продолжения плазмафереза требуется:

а) - ввести дополнительно донорскую плазму или реополиглокин; или

б) - увеличить степень разбавления забираемой в контейнер **23** изотоническим раствором натрия хлорида; или

в) - вместо очередного забора крови заполнить контейнер **23** только изотоническим раствором натрия хлорида из соответствующего флакона **19** (на его возврате оставить магистраль отвода плазмы закрытой), как это проводится на завершающем этапе плазмафереза.

Если при возврате крови и в условиях ее высокой СОЭ произойдет "оседание" эритроцитов в нижней части контейнера **23**, то при попадании чрезмерно сгущенной порции крови в плазмофильтр она еще больше "загустеет" в результате фильтрации ее жидкой части, и произойдет резкое замедление ее продвижения через плазмофильтр со все нарастающим сгущением вплоть до полного тромбирования камер крови. Поэтому требуется время от времени слегка перемешивать кровь в контейнере **23**, а при наступлении признаков сгущения (замедлится частота капель в капельнице **9**) допустимо кратковременное сдавливание контейнера **23** в ладонях и "насильственное" продвижение сгущенной порции крови через плазмофильтр до момента струйного движения крови в капельнице **9**. При появлении признаков проскока форменных элементов крови в фильтрате в результате такой манипуляции резервуар сбора плазмы **22** следует поднять до уровня плазмофильтра или даже выше. Восстановление нормального режима потока крови через плазмофильтр вновь сделает фильтрат чистым и прозрачным.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БЕЗАППАРАТНОГО МЕМБРАННОГО ПЛАЗМАФЕРЕЗА

Скорость фильтрации при безаппаратном мембранном плазмаферезе (400-500 *мл* плазмы в час) вдвое меньше, чем при плазмаферезе с постоянным потоком крови через плазмофильтр.

Однако такой "мягкий" режим безаппаратного мембранного плазмафереза является более благоприятным в случаях, когда удаляемая плазма замещается лишь изотоническим раствором натрия хлорида. При большей скорости фильтрации резервы интерстициального и клеточного водных пространств организма не в состоянии компенсировать наступающую гипопроотеинемию и гиповолемию, предотвратить ортостатические коллаптоидные осложнения. Поэтому безаппаратный плазмаферез предпочтителен у больных с низкими резервными возможностями гемодинамики, лучше переносится пациентами и вполне пригоден даже для амбулаторных условий, тем более что не требуется никакой дорогостоящей аппаратуры для обеспечения перфузии и мониторинга.

При сравнении безаппаратного мембранного плазмафереза с рутинным пакетным плазмаферезом с центрифугированием крови также выявляется ряд преимуществ, заключающихся:

- в возможности немедленного возврата крови сразу после наполнения контейнера **23** (при центрифугировании возврат возможен лишь через 15-20 минут);
- в исключении "расстыковок" системы магистралей;
- в исключении возможности ошибочного "перекрестного" возврата пациентам концентрата крови, взятой у другого больного. Это определяет и большую безопасность процедуры в целом.

ПОКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПЛАЗМАФЕРЕЗА

Показания и противопоказания к безаппаратному мембранному плазмаферезу практически те же, что и для других методов плазмафереза, однако его проведение предпочтительнее для плановых процедур в клинике внутренних болезней для лечения больных с аллергическими и аутоиммунными болезнями.

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

- **Абсолютными противопоказаниями** являются кровотечения и необратимые повреждения жизненно важных органов.

- **Относительные противопоказания** возникают в реаниматологии и интенсивной терапии, когда его применение менее целесообразно, поскольку в условиях гипопротеинемии и гиповолемии одномоментный забор 500 мл крови может дестабилизировать гемодинамику. Кроме того, при канюляции центральных вен (подключичных, бедренных) сифонный забор крови будет слишком медленным и сопровождаться тромбированием катетера и заборного участка магистрали, в то время как из локтевых вен под жгутом можно забрать 500 мл крови за 7-10 минут.

- Кроме того, проведение безаппаратного плазмафереза практически невозможно при криоглобулинемии, поскольку в контейнере **23** происходит быстрое охлаждение крови и практически мгновенная ее преципитация с оседанием форменных элементов в нижней части пакета.

Не меньшие трудности возникают и при макроглобулинемии, когда повышенная вязкость крови не компенсируется разведением изотоническим раствором натрия хлорида. Поэтому для таких пациентов предпочтительнее центрифужная сепарация крови.

- В педиатрической практике безаппаратный плазмаферез возможен у детей старше 12 лет и при заполнении контейнера **23** меньшим объемом крови (200-300 мл).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исключительная простота и безопасность метода безаппаратного мембранного плазмафереза, доступность его освоения процедурной сестрой, а также возможность его проведения без использования какой-либо специальной дорогостоящей аппаратуры, открывают пути для его применения в самой широкой сети лечебных учреждений, где подготовлены специалисты эфферентной терапии.