

The image shows a complex setup of medical equipment for membrane plasma exchange. It includes several long, clear plastic tubes with various colored connectors (purple, green, white, yellow). A central component is a vertical, purple, cylindrical membrane filter. To the right, there is a large, clear plastic reservoir. In the foreground, a blue control panel with three buttons (white, red, blue) is visible. A perforated metal tray with a red circular button is also present. The entire setup is on a light-colored surface.

# Одноигольный безаппаратный мембранный плазмаферез

Методические рекомендации

## **Введение.**

Плазмаферез-процедура экстракорпоральной детоксикации, заключающаяся в удалении части плазмы крови вместе со всеми растворенными в ней веществами (в т.ч. токсинами). В основе метода одноигольного безаппаратного мембранного плазмафереза лежит перфузия крови в замкнутом экстракорпоральном контуре, состоящим из кровопроводящих магистралей и плазмофильтра, в котором происходит разделение крови, жидкая часть - плазма отделяется от форменных элементов и удаляется через мембрану фильтра из контура крови. Форменные элементы остаются в контуре и возвращаются пациенту. Забор крови в специальный стерильный одноразовый пластиковый контейнер и возврат ее пациенту проводится в одну и ту же вену без использования каких-либо аппаратов под действием только силы гравитации столба крови в контуре земного тяготения. Плазмаферез относится к специализированным методам медицинской помощи и определяется как метод детоксикации и коррекции гомеостаза. Разработка и производство отечественных мембранных плазмофильтров (Рис.1.), позволило внедрить в медицинскую практику методику безаппаратного мембранного плазмафереза и сделать плазмаферез более простым в использовании, надежным и доступным для пациентов.

## **Показания и противопоказания к плазмаферезу**

Показания к плазмаферезу определяются характером заболевания (травмы) и тяжести состояния больного. Неотложными показаниями являются гемотрансфузионные реакции, гемолиз и рабдомиолиз (синдром длительного сдавления, позиционного сдавления). острые интоксикации (при отравлении веществами с высоким сродством к плазменному альбумину - например при отравлении грибами) в сроки циркуляции токсина в плазме (24-36 часов).

### **При лечении больных хирургического профиля показаниями являются:**

- гнойно-септические осложнения, сопровождающиеся выраженным эндотоксикозом при диагностированных и дренированных гнойных очагах;
- острые воспалительные заболевания органов брюшной и грудной полостей, сопровождающиеся выраженной интоксикацией;
- респираторный дистресс-синдром, массивные пневмонии.

### **При лечении больных терапевтического профиля показаниями являются следующие заболевания:**

Аутоиммунные процессы (бронхиальная астма, фиброзирующий альвеолит, аллергические дерматиты, гранулематоз, васкулиты, ревматоидный полиартрит, красная волчанка и др.);  
стойкие токсемии (печеночная и почечная недостаточность, токсикозы беременных, резус-конфликт);  
хронические интоксикации производственного и экологического характера;

медикаментозные интоксикации, наркомания, токсикомания, алкоголизм.

**В клинике инфекционных болезней применение мембранного плазмафереза показано в комплексном лечении:**

- при тяжелых и средней тяжести форм генерализованных бактериальных инфекций (тифопаратифозные заболевания, лептоспироз, менингококком анаэробная инфекция, сепсис), вирусных гепатитов;
- заболеваний, в патогенезе которых ведущую роль играют; экзотоксин (дифтерия, ботулизм).

**Противопоказания к плазмаферезу.**

**Абсолютные противопоказания:**

- необратимые повреждения головного мозга и других жизненно важных органов;
- терминальные состояния;
- продолжающееся кровотечение.

**Относительные противопоказания:**

- повышенная кровоточивость или высокий риск кровотечений (при язвенной болезни или эрозиях желудочно-кишечного тракта (при проведении процедуры мембранного плазмафереза
- недопустимо применение гепарина);
- нестабильность гемодинамики плазмаферез можно проводить с осторожностью, применяя кардиотоническую терапию);
- гипотеинемия (необходимо проводить возмещение удаляемого объема донорской плазмой, белковыми препаратами или коллоидными плазмозамещающими растворами);
- острые инфекционные заболевания (плановым больным следует сделать перерыв в процедурах на 2-3 недели после выздоровления);
- менструация;
- макроглобулинемия, криоглобулинемия, болезнь Вальденстрема, миеломная болезнь (целесообразнее проводить плазмаферез с помощью центрифуги).

**Для проведения плазмафереза необходимо:**

1. Плазмофильтр мембранный одноразовый ,стерильный и кронштейн для его крепления к трансфузионной стойке
2. Система магистралей к плазмофильтру для проведения безаппаратного мембранного плазмафереза

3. Трансфузионная стойка (H = 200-230 см)
4. Раствор Гемоконсерванта ЦФГ 250 мл. или 500 мл. (полимерный контейнер)
5. Раствор Натрия Хлорида 0.9% 250 мл. или 500 мл. (полимерный контейнер)
6. Итравенозная канюля с портом 16-18 G и фиксатор для неё
7. Лейкопластырь 5смх2м
8. Стерильная салфетка 70 x 100 см
9. Бинт 14х7 см
10. Салфетки одноразовые для инъекций с изопропиловым спиртом
11. Гепарин 25000 ЕД во флаконе 5 мл.
12. Спирт этиловый 70 % или любой антисептик в спрее
13. Салфетки-шарики марлевые стерильные по 50 шт. в пачке

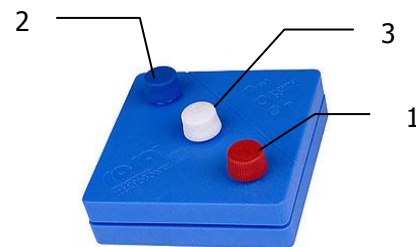
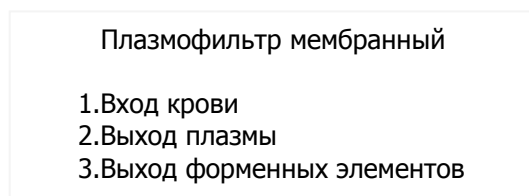


Рис. 1

### Антикоагулянтная тактика.

Для предотвращения коагуляции во время плазмафереза необходимо использование общей гепаринизации, и смешивание эксфузируемой крови с раствором Гемоконсерванта ЦФГ (цитрат-фосфат-глюкоза).

Гепарин, является "неполным" антикоагулянтом, и не влияет на процесс формирования тромбоцитарных микроагрегантов, которые, оседая на внутренних поверхностях плазмофильтра и магистралей, могут создавать дополнительное препятствие кровотоку. Для предотвращения этого процесса необходимо добавлять к проходящей через них крови раствор гемоконсерванта. Это вещество блокирует первую фазу коагуляции крови - возбуждение и агрегацию тромбоцитов и широко применяется для консервации и хранения донорской крови. Попадая в кровяное русло пациента, раствор гемоконсерванта почти мгновенно инактивируется, включаясь в цикл превращения трикарбонных кислот (цикл Кребса). Однако избыточное введение раствора гемоконсерванта может вызвать гипокальциемию, которая легко устраняется введением препаратов кальция.

При донорском плазмаферезе в полимерный контейнер для забора крови предварительно следует набрать 100 мл раствора Гемоконсерванта ЦФГ для получения его соотношения с кровью 1:4 - 20% в контейнере объемом 500 мл. Такое же соотношение применяют и для лечебного плазмафереза.

При использовании общей гепаринизации непосредственно перед процедурой плазмафереза (за 5-10 мин) больным внутривенно вводят гепарин из расчета 150 -250 ЕД/кг массы тела. При склонности к пиперкоагуляции (время свертываний менее 5 мин. протромбиновый индекс свыше 90-100%, фибриноген

свыше 4 г/л. число тромбоцитов свыше  $250 \times 10^6$  /л) дозу гепарина увеличивают до 300 ЕД/кг массы тела, а при гипокоагуляции (время свертывания более 15 мин. протромбиновый индекс менее 60%, фибриноген менее 1 г/л, число тромбоцитов менее  $100 \times 10^6$  /л) - дозу уменьшают до 100-150 ЕД/кг массы тела.

При проведении лечебного плазмафереза с предварительной гепаринизацией от 150 ЕД/кг массы тела, можно уменьшить количество добавляемого в полимерный контейнер, предназначенного для забора крови раствора Гемоконсерванта ЦФГ до 60 мл (соотношение 1:9-10%).

Соотношения объемов раствора Гемоконсерванта ЦФГ и крови, как и количество вводимого гепарина в каждом конкретном случае подбирается индивидуально.

### **Подготовка к проведению процедуры плазмафереза.**

1. Для проведения плазмафереза необходимо подготовить: полимерные контейнеры с раствором Натрия Хлорида 0,9 % и Гемоконсервантом ЦФГ (цитрат-фосфат-глюкоза), трансфузионную стойку (Рис.2), укладку с принадлежностями: стерильную подкладную салфетку, ножницы, пинцет, кровоостанавливающий зажим, флакон-спрей с антисептическим раствором, одноразовые салфетки с изопропиловым спиртом, марлевые салфетки-шарики, фиксатор для интравенозной канюли (катетера) ,бинт, лейкопластырь.

2. Подготовить рабочее место для сборки экстракорпорального контура системы.

3. Проверить срок годности системы магистралей и плазмофилтра, герметичность индивидуальной упаковки. Раскрыть пакеты, извлечь магистрали и разложить на рабочем месте (плазмофилтр и магистраль должны быть использованы сразу после вскрытия индивидуальной упаковки, при нарушении целостности индивидуальной упаковки изделие применять запрещается).

4. Подготовка к работе проводится с соблюдением правил асептики и антисептики. Плазмофилтр укрепить с помощью специального кронштейна на трансфузионной стойке на уровне туловища пациента.

5. Разместить систему магистралей на трансфузионной стойке.

### **Сборка экстракорпорального контура проводится согласно схеме, представленной на Рис.3.**

1. Капельницу-ловушку воздуха (12) вставить в специальный держатель (21) расположенный на кронштейне к плазмофилтру (22).

2. Закрывать все зажимы на магистрали;

3. На штуцер плазмофилтра с красным колпачком присоединяется красный коннектор ветви магистрали(30), на коннектор с синим колпачком, ветвь магистрали(31). К центральному коннектору плазмофилтра с белый колпачком



присоединяется отдельная магистраль для отвода плазмы(29) с белым коннектором.

4. Снять защитный колпачок с коннектора (28) полимерного контейнера предназначенного для сбора плазмы присоединить к коннектору магистрали (29).

5. Снять защитный колпачок с полимерной иглы капельной камеры (10) и ввести в порт полимерного контейнера (14) с раствором Натрия Хлорида. Разместить контейнер на трансфузионной стойке.

6. Снять защитный колпачок с полимерной иглы капельной камеры (11) и ввести в порт полимерного контейнера (15) с Гемоконсервантом. Разместить контейнер на трансфузионной стойке.

7. Заполнить капельную камеру (11) Гемоконсервантом до половины её объёма, лёгким нажатием пальцев на корпус капельницы. Открыть нерегулируемый зажим (5) и ослабив роликовый зажим(3) заполнить участок магистрали до тройника(17) Гемоконсервантом. Перекрыть роликовый зажим (3).

8. Заполнить капельную камеру(10) раствором Натрия Хлорида до половины её объёма, лёгким нажатием пальцев на корпус капельницы. Переместить ниже уровня плазмодифльтра полимерный контейнер (24), предназначенный для забора крови. Открыть нерегулируемый зажим (5) и ослабив роликовый зажим (2), набрать 100 мл раствора Натрия Хлорида в полимерный контейнер для сбора крови (24). Закрывать зажимы (5 и 2).

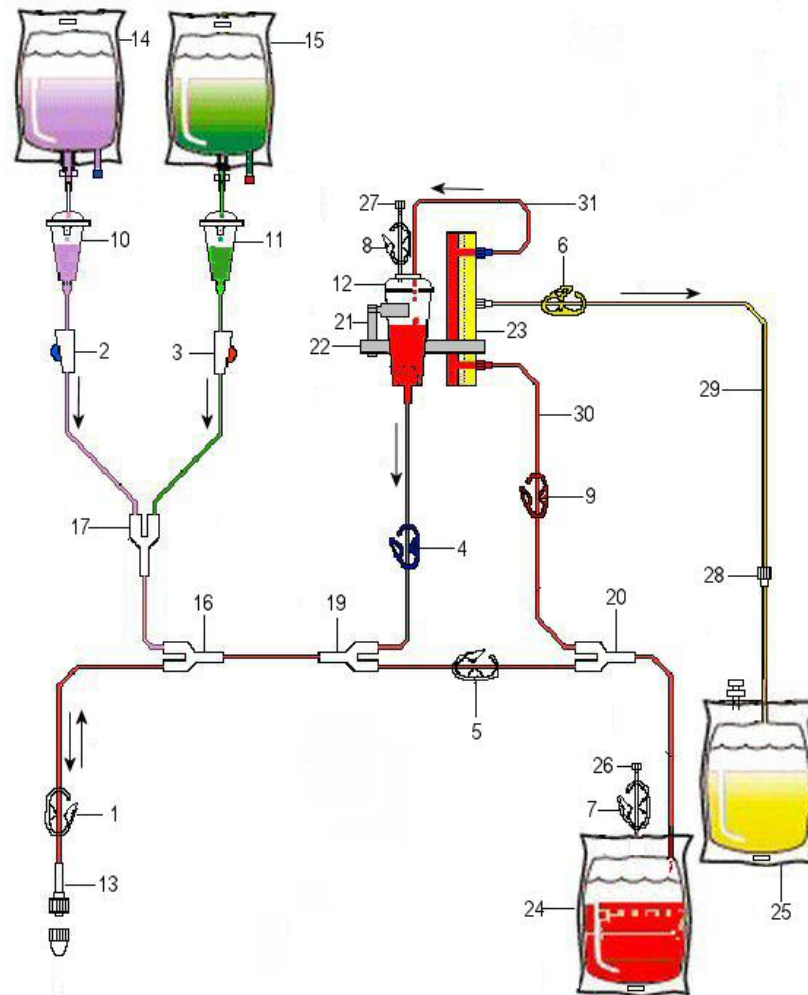
9. Взять в руки полимерный контейнер (24) воздуховодом вверх, снять защитный колпачок с коннектора воздуховода (26), открыть нерегулируемый зажим (7) и выдавить из него воздух, после чего зажим (7) закрыть. А полимерный контейнер (24) повернуть воздуховодом (26) вниз и подвесить в верхней части трансфузионной стойки .

10. Снять защитный колпачок с коннектора воздуховода (27) открыть нерегулируемый зажим (9) и открыв зажим (8) заполнить раствором Натрия Хлорида плазмодифiltr и ловушку воздуха (12) на 3/4 ее объема, закрыть зажимы (8 и 9);

11. Снять защитный колпачок с узла сосудистого доступа (13), открыть нерегулируемые зажимы зажимы (9, 4 и 1) и заполнить раствором Натрия Хлорида отделы магистрали до узла сосудистого доступа (13) . Закрывать зажимы 1, 4 и 9. Надеть защитный колпачок на узел сосудистого доступа.

12. Открыть нерегулируемые зажимы (9 , 6) и оставшийся объем раствора Натрия Хлорида из полимерного контейнера (24) использовать для заполнения плазменных камер плазмодифльтра и магистрали отвода плазмы (29). Закрывать зажимы (6 и 9).

13. Снять с трансфузионной стойки полимерный контейнер 24 и переместить его ниже уровня плазмофильтра. Открыть нерегулируемый зажим 5, ослабив роликовый зажим 3, набрать в него необходимое количество раствора Гемоконсерванта из контейнера 15 в объеме до 100 мл. Закрыть зажимы 3 и 5.



**Рис. 3**

Схема экстракорпорального контура безаппаратного мембранного плазмафереза

1 – 9 зажимы, 10 – 11- капельницы для подачи растворов, 12 – воздушная ловушка, 13 – узел сосудистого доступа, 14 – контейнер с раствором Натрия Хлорида, 15 - контейнер с раствором Гемоконсерванта ЦФГ, 16 – магистраль для забора крови, 17 – 20 – тройники, 21 – держатель ловушки воздуха, 22 – кронштейн плазмофильтра, 23 – плазмофильтр, 24 – контейнер для забора крови, 25 – контейнер для сбора плазмы, 26 – 27 – ветви магистралей для выпуска воздуха, 28 – коннектор магистралей для сбора плазмы, 29 – магистраль для сбора плазмы, 30 – приводящая магистраль крови, 31 – отводящая магистраль крови

Полимерный контейнер 24 оставить ниже уровня плазмофильтра. Система собрана и готова к проведению плазмафереза.

### **3. Проведение процедуры плазмафереза.**

1. Обеспечить сосудистый доступ у пациента путём установки интравенозной канюли (катетера) в периферическую или центральную вену. Снять защитный колпачок с узла сосудистого доступа 13 и подсоединить его к интравенозной канюле. Полимерный контейнер 24 (находится ниже уровня плазмофильтра), открыть нерегулируемые зажимы 1 и 5, приступить к забору крови в полимерный контейнер 24 периодически покачивая его в руках, и равномерно перемешивать кровь с раствором Гемоконсерванта ЦФГ.

2. После заполнения кровью полимерного контейнера 24 (объём 500 мл). Закрывать нерегулируемый зажим 5, открыть роликовый зажим 2 - промыть узел сосудистого доступа и интравенозную канюлю раствором Хлорида Натрия. Закрывать зажим 1. Открыть зажим 5 и заполнить раствором Натрия Хлорида участок магистрали до контейнера 24. Закрывать зажим 5 и роликовый зажим 2, наполненный полимерный контейнер 24 - укрепить в верхней части трансфузионной стойки за технологическое отверстие воздуховодом 26 вниз.

3. Открыть нерегулируемые зажимы 1,4 и 9, заполнить кровью плазмофильтр и ловушку воздуха 12, после чего открыть нерегулируемый зажим 6 на магистрали отвода плазмы 29 (при втором и последующих циклах зажимы 4,6 и 9 открывать одновременно). Скорость продвижения крови по камерам плазмофильтра контролируется по количеству капель в капельной камере ловушки воздуха 12. Во время возврата форменных элементов крови и сепарации плазмы для улучшения прохождения форменных элементов через мембрану плазмофильтра можно ослабить роликовый зажим 2 для добавления раствора Натрия Хлорида со скоростью, соответствующей скорости отделения плазмы.

4. После полного возврата форменных элементов крови пациенту из полимерного контейнера 24 закрыть нерегулируемые зажимы 6, затем зажимы 4 и 9. Ослабив роликовый зажим 2. промыть раствором Натрия Хлорида узел сосудистого доступа и интравенозную канюлю. Закрывать зажимы 1 и 2.

5. Вновь приступить к забору крови в полимерный контейнер (24): для этого полимерный контейнер (24) переместить ниже уровня плазмафильтра, открыть нерегулируемый зажим (5) и ослабив роликовый зажим (3) постепенно набрать в него необходимое количество Гемоконсерванта ЦФГ. Закрывать зажим (3). Открыть нерегулируемый зажим (1) - приступить к забору крови в полимерный контейнер (24) периодически покачивая его в руках;

**6. Далее чередовать циклы забора крови и возврата форменных элементов до получения необходимого количества плазмы по программе плазмафереза.**

7. Получаемая плазма поступает в полимерный контейнер (25) предназначенного для её сбора.



#### **4. Завершение процедуры плазмафереза.**

1. После получения запланированного объема плазмы пустой полимерный контейнер (24) переместить ниже уровня плазмодифльтра, открыть нерегулируемый зажим (5) и ослабить роликовый зажим (2), заполнить его необходимым объёмом раствора Натрия Хлорида до полной промывки участка магистрали на нём. Закрывать зажимы (5 и 2).
2. Повернуть полимерный контейнер (24) воздухопроводом (26) вниз и подвесить в верхней части трансфузионной стойки.
3. Открыть зажимы (1, 4 и 9) для возвращения пациенту форменных элементов крови, оставшихся в экстракорпоральном контуре. Закрывать нерегулируемые зажимы (4 и 1), извлечь интравенозную канюлю (катетер) из вены. Наложить асептическую повязку на место венепункции.
4. Процедура закончена.

#### **Контроль экстракорпоральной гемодинамики.**

При фильтрации давление перед мембраной плазмодифльтра (и камере крови) зависит от высоты подъема полимерного контейнера наполненного кровью над плазмодифльтром закрепленного на инфузионной стойке. Обычно достаточно разницы от 1 метра, что соответствует перепаду давления примерно 75 мм рт. ст.

Размещение контейнера для сбора плазмы на 1 м ниже уровня плазмодифльтра создает в плазменной камере отрицательное давление до 75 мм. рт. ст. Таким образом, суммарное трансмембранное давление при этом будет составлять до 150 мм рт. ст. и обеспечивать фильтрацию плазмы с постоянной скоростью.

При возрастании сопротивления потоку крови в плазмодифльтре или системе магистрали высоту расположения полимерного контейнера с кровью можно увеличить.

Сопротивление потоку крови увеличивается при изменении ее реологических свойств (увеличении вязкости). Основной причиной увеличения вязкости является возрастание объема клеточной массы эритроцитов в единице плазмы (повышение гематокрита свыше 45-50%). На вязкость влияют также нарушения агрегатного состояния крови акроглобулинемия, криоглобулинемия, макропротеинемия, гиперпротеинемия (миеломная болезнь, болезнь Вальденстрома).

Даже при нормальном уровне гематокрита (40%) к повышению вязкости крови может привести использование в качестве гемоконсерванта концентрированного раствора цитрата натрия 4%.

В случаях повышения вязкости необходимо дополнительно разбавить кровь пациента проведя предделуцию раствором Натрия Хлорида с гепарином (5000 ЕД на 400 мл раствора). Дозу так же следует подбирать индивидуально с тем, чтобы в плазмодифльтре гематокрит не превышал 35% (обычно 25-30%).

**Объем удаления плазмы и возмещение.**

Объем удаляемой плазмы определяется исходя из вида интоксикации. При острых отравлениях, гемолизе и рабдомиолизе он может быть равным или даже превышать объем циркулирующей плазмы. Возмещение при этом следует проводить адекватным объемом донорской свежемороженой и замороженной плазмы. У больных хирургического профиля объем удаляемой плазмы составляет 0.2 - 0.5ОЦП. При нормальном исходном уровне сывороточного белка возмещение плазмы. У больных хирургического профиля объем удаляемой плазмы составляет 0.2 - 0.5ОЦП. При нормальном исходном уровне сывороточного белка возмещение можно производить кристаллоидными растворами и коллоидами (желательно

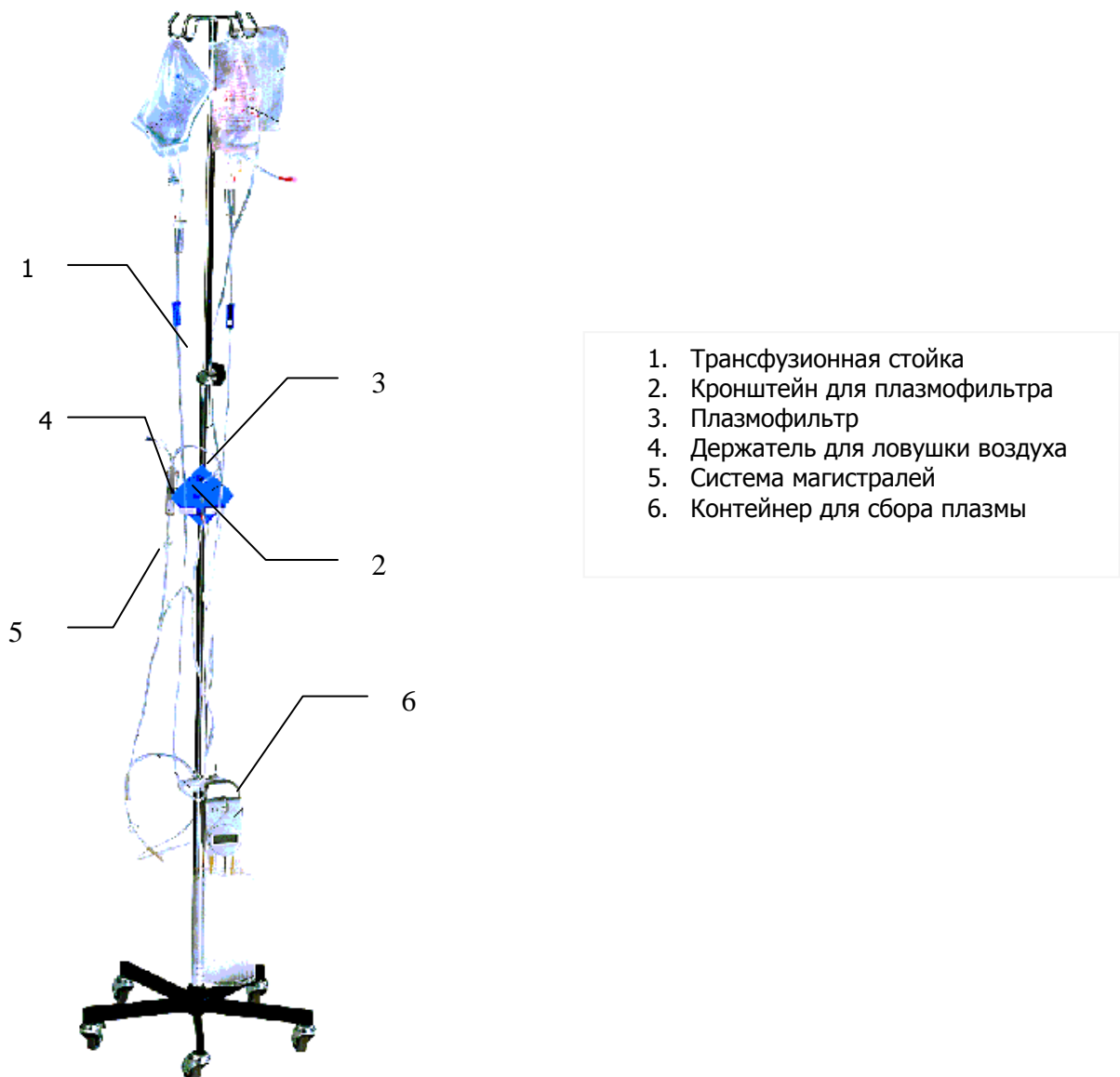


Рис. 2

альбумин или замороженная плазма) в соотношении 2:1. При проведении плазмафереза у больных терапевтического профиля не следует удалять более 0.2 ОЦП и возмещение целесообразно проводить кристаллоидными растворами.

**Заключение.**

Простота, доступность и надёжность метода одноигольного безаппаратного мембранного плазмафереза, а также возможность его проведения и использования без какой либо специальной дорогостоящей аппаратуры, открывают пути для его применения в различных лечебно-профилактических учреждениях, на этапах медицинской эвакуации (квалифицированной и специализированной медицинской помощи) как в экстренном, так и в плановом порядке.