



© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2014
УДК 615.38.035:[617:355]

Критерии безопасности реинфузии крови в военно-полевой хирургии и хирургии повреждений

САМОХВАЛОВ И.М., заслуженный врач РФ, профессор,
полковник медицинской службы запаса
КАРЕВ Е.А., майор медицинской службы (karev-egor@mail.ru)
БАДАЛОВ В.И., доктор медицинских наук, доцент, полковник медицинской службы
НЕМЧЕНКО Н.С., кандидат биологических наук
ВАСИЛЬЕВ М.А., полковник медицинской службы запаса
ЖИРНОВА Н.А., кандидат биологических наук
МЕШАКОВ Д.П., кандидат медицинских наук
ЛИТВИНЕНКО С.Г.
ГОЛОВКО К.П., кандидат медицинских наук, подполковник медицинской службы
ДЕНИСОВ А.В., кандидат медицинских наук, майор медицинской службы
ДМИТРИЕВА Е.В.

Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова, Санкт-Петербург

Массивное внутриполостное кровотечение при тяжелой сочетанной травме — частая причина смерти пострадавших. Необходимость восполнения потери крови требует применения эффективных и безопасных методов, среди которых технически наименее сложным является метод реинфузии крови. В статье показаны преимущества применения аппаратного и фильтрационного способов забора крови и ее реинфузии, представлена шкала экспресс-диагностики уровня гемолиза аутокрови. Использование фильтрационного метода забора крови обеспечивает в 2 раза меньшее содержание свободного гемоглобина, чем при использовании аспиратора, а реинфузия крови с содержанием в ней свободного гемоглобина до 2,0 г/л предотвращает риск развития синдрома массивных гемотрансфузий и снижает частоту летальных исходов на 11%. У пострадавших с большим объемом внутриполостной кровопотери целесообразно использовать метод полуколичественного экспресс-анализа содержания свободного гемоглобина по цветовой шкале.

К л ю ч е в ы е с л о в а: массивное внутриполостное кровотечение, кровопотеря, реинфузия крови, определение свободного гемоглобина.

Samokhvalov I.M., Karev E.A., Badalov V.I., Nemchenko N.S., Vasilev M.A., Zhirnova N.A., Meshakov D.P., Litvinenko S.G., Golovko K.P., Denisov A.V., Dmitrieva E.V. — Safety criteria for blood refusion in military field surgery and trauma surgery. Massive intracavitary hemorrhage in case of severe concomitant injury is the most frequent cause of death. Necessity of blood loss replacement requires effective and safe methods. One of them is blood reinfusion — technically less complicated method. The article shows advantages of using the hardware and filtration methods of blood sampling and reinfusion, developed scale rapid diagnosis of the level of hemolysis of autologous blood. Using of the method of filtration blood sampling provides 2X minimal amount of free hemoglobin than using an aspirator and reinfusion of blood with the contents therein to free hemoglobin 2.0 g / L prevents the risk of developing the syndrome and massive blood transfusion reduces the incidence of deaths at 11%. In patients with massive intracavitary hemorrhage it is advisable to use the method of semi-quantitative rapid analysis of free hemoglobin color scale.

К е у w o r d s: massive intracavitary hemorrhage, blood loss, blood reinfusion, free hemoglobin



Эффективным противошоковым и патогенетически обоснованным методом лечения массивной кровопотери при повреждении крупных сосудов и паренхиматозных органов является реинфузия крови, излившейся в брюшную или/и плевральную полость. Реинфузия крови – наименее опасный и технически несложный способ компенсации острой кровопотери. Возвращение излившейся в полости крови не связано с несовместимостью, риском заражения инфекционными заболеваниями. Кровь всегда под рукой хирурга в количестве, близком к величине кровопотери. В ней не произошли неблагоприятные изменения, связанные с консервированием и хранением, ее использование весьма экономично.

Основными противопоказаниями к реинфузии крови являются гемолиз и массивное загрязнение ее содержимым полых органов. Гемолизированная кровь может вызвать ряд тяжелых осложнений, вплоть до острой почечной недостаточности. При этом гемолиз излившейся в полости крови неизбежен и обусловлен не только повреждением эритроцитов при аспирации и последующей фильтрации крови, но и гемолизирующим действием раневой поверхности и серозных оболочек. Гемолиз увеличивается также по мере удлинения срока между травмой и оперативным вмешательством [2].

Простейшим способом интраоперационной реинфузии крови является методика, предложенный в 1928 г. академиком А.Н.Филатовым [9]. Ее суть заключается в сборе излившейся в полости организма крови стерильным черпаком, добавление гепарина и процеживание крови через несколько слоев марли. Главный недостаток методики состоит в ненадежности фильтрации: в переливаемой крови могут оставаться мелкие частицы поврежденных тканей, микроагрегаты, строма лизированных клеток крови, биологически активные компоненты, вызывающие непосредственно после реинфузии или в последующем различные осложнения (от микротромбозомболии легочных артерий до тяжелого сепсиса). Учитывая это, данная методика реинфузии крови применялась в основном при угрожающих жизни массивных полост-

ных кровотечениях. Достоинство ее – быстрота и доступность, что особенно важно в военно-полевых условиях и при массовом поступлении в стационар пострадавших в мирное время [1, 3, 6, 7].

Кафедрой военно-полевой хирургии ВМедА им. С.М.Кирова накоплен значительный опыт применения метода реинфузии для восполнения кровопотери при тяжелой травме. Так, еще в 70-х годах прошлого века сотрудники кафедры Л.Ф.Рачинский и Ю.В.Коломиец на 475 наблюдениях показали, что возмещение кровопотери реинфузией крови при повреждении органов груди на 70% и органов живота – на 50–60% не вызывало связанных с этим осложнений, а смертельные исходы определялись тяжестью повреждений [7]. Подобные результаты получали и другие отечественные специалисты [1, 3, 6].

Для предупреждения осложнений, связанных с реинфузией крови по методике А.Н.Филатова, в последние десятилетия были предложены специальные аппараты селлсейверы (от английского «cell saver» – спасатель клеток). С помощью аппаратной реинфузии производится сбор крови, сепарация ее на эритроцитарную массу и плазму, отмывание эритроцитов большим объемом 0,9% раствора натрия хлорида. Конечным продуктом этого процесса является отмытая эритроцитарная взвесь с гематокритом около 60 об.%, а плазма крови вместе с промывным раствором уходит в отходы и безвозвратно утрачивается [10]. Аппаратная реинфузия крови с помощью классического селлсейвера направлена на восстановление кислородно-транспортной функции крови. При этом из-за удаления плазмы не решаются другие важнейшие задачи компенсации кровопотери – восстановление коллоидно-онкологического давления и коагуляционного потенциала. Аппаратный метод реинфузии крови широко используется в клинической практике кардиохирургами и трансплантологами, есть сообщения и о применении его у пострадавших с тяжелой травмой [5, 11].

Согласно Инструкции по применению компонентов крови, утвержденной приказом Минздрава РФ от 25 ноября 2002 г. № 363, интраоперационную реинфузию крови следует производить толь-



ко аппаратным методом с отмыванием эритроцитов в системе селлсейвера. Иными словами, при отсутствии селлсейвера (травмоцентры 3-го уровня, военно-полевые лечебные учреждения) или техническом сбое его работы (перебои с подачей электроэнергии, отсутствие расходных материалов) в момент поступления пострадавшего с угрожающим жизни массивным полостным кровотечением, большие количества аутокрови, независимо от уровня содержания в ней свободного гемоглобина по Инструкции необходимо отправлять в отходы.

Цель исследования

Определение критериев безопасности реинфузии цельной крови при массивном поступлении пострадавших с массивным полостным кровотечением, разработка метода полуколичественного экспресс-анализа свободного гемоглобина в плазме крови.

Материал и методы

Произведен ретроспективный анализ 194 историй болезни пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди и живота (ВПХ-П: $14,6 \pm 1,0$; ISS: $29,4 \pm 2,0$ балла), находившихся на лечении в клинике военно-полевой хирургии ВМедА им. С.М.Кирова в 1999–2002 гг.

Все пострадавшие с травмой живота имели повреждения паренхиматозных органов, в 20% случаев – в сочетании с повреждением полых органов. У 148 пострадавших, которым в остром (шоковом) периоде травматической болезни производилась реинфузия цельной крови с уровнем свободного гемоглобина $0,6–1,6$ г/л, кровопотеря составляла $1998,4 \pm 1200$ мл, объем реинфузии – 1220 ± 774 мл. Иными словами, кровопотеря была восполнена в среднем на 61% за счет реинфузии. 46 пострадавшим с кровопотерей 40% объема циркулирующей крови и более реинфузия излившейся в полости крови не выполнялась вследствие высокого содержания в ней свободного гемоглобина ($4,96 \pm 2,76$ г/л).

Содержание свободного гемоглобина в излившейся в полости крови определяли колориметрическим бензидиновым методом, разработанным для анали-

за малых концентраций гемоглобина [8]. Метод основан на цветной реакции, развивающейся в результате окисления бензидина свободным гемоглобином в присутствии перекиси водорода. Нижний предел чувствительности метода – $0,005$ г/л. Для построения калибровочного графика в качестве стандартного раствора гемоглобина использовали «Гемоконд» (Россия). Линейная функция на графике находилась в пределах измерений концентраций свободного гемоглобина, соответствующих $0,005–0,2$ г/л. В этой связи исследуемую плазму крови разводили физиологическим раствором до концентраций гемоглобина в ней не выше $0,2$ г/л. Полученный результат умножали на коэффициент разведения.

В статистическом анализе использовали программу STATISTICA 6.0 for MS Windows. Достоверность различий оценивали по *t*-критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Анализ содержания свободного гемоглобина в порциях крови, собранных аспиратором и черпаком показал, что при использовании аспиратора с разрежением $0,1, 0,15, 0,25$ и $0,3$ бара уровень свободного гемоглобина был в 2 раза выше (соответственно $1,76, 1,36, 1,6$ и $1,65$ г/л), чем после сбора крови черпаком ($0,78$ г/л). Следовательно, сбор крови только черпаком соответствовал основным требованиям к реинфузиям – быстрота сбора и минимальное содержание свободного гемоглобина. На этом основании сбор крови у 148 пострадавших, которым выполняли реинфузию, производили черпаком порционно. По методике А.Н.Филатова кровь фильтровали через шесть слоев марли, смоченной в 0,9% растворе натрия хлорида, в стерильную емкость, содержащую гепарин (500 ед. гепарина на каждые 500 мл крови). Путем осторожного покачивания кровь перемешивали с гепарином, отделяли 1–2 мл для исследования на содержание свободного гемоглобина. Если уровень свободного гемоглобина не превышал $1,6$ г/л, кровь реинфузировали через системы для внутривенного вливания, снабженные микрофильтрами. В среднем содержание свободного гемоглобина в порциях реинфузированной крови состав-



ляло $0,80 \pm 0,09$ г/л. При этом в 31,4% случаев свободный гемоглобин был в пределах 1,1–1,6 г/л, в 68,6% – не превышал 1 г/л, а в 40% случаев он составлял не более 0,3 г/л (норма – до 0,1 г/л).

Помимо реинфузии крови, этим пострадавшим было перелито $2,34 \pm 0,30$ дозы эритроцитарного концентрата и $0,60 \pm 0,09$ л свежзамороженной плазмы. Осложнений, вызванных реинфузией цельной крови, не наблюдалось. Летальные исходы в первые 48 ч (55 человек) были связаны с травмой, не совместимой с жизнью (тяжесть повреждений по шкале ВПХ-П $23,3 \pm 1,3$ или по ISS $47,5 \pm 2,6$ балла). Умершие в последующем (21 человек) также имели крайне тяжелую травму (ВПХ-П $15,8 \pm 1,6$ или ISS $36,6 \pm 3,7$ балла), предполагающую летальность свыше 50,0% [4]. У пострадавших, умерших в разные сроки травматической болезни, объем кровопотери был в 1,5 раза больше, чем у выживших пациентов (72 человека), при этом по уровню свободного гемоглобина в реинфузированной крови различий не наблюдалось (см. таблицу).

Анализ исходов лечения пострадавших с кровопотерей более 40% объема циркулирующей крови, восполнение которой производилось гемокомпонентами с использованием реинфузии (58 человек) и без нее (из-за высокого содержания свободного гемоглобина – $2,2$ – $7,72$ г/л; 46 человек) показал, что в группе лиц с реинфузией крови летальность была ниже на 11%. Следовательно, при

тяжелой сочетанной травме реинфузия цельной крови с уровнем свободного гемоглобина до 2,0 г/л не только безопасна, но и крайне необходима для достижения успеха в реанимации и улучшения исходов лечения. При высокой концентрации свободного гемоглобина в излитой в полости крови (более 2 г/л) показана реинфузия аутоэритроцитов, отмытых в аппарате селлсейвер.

Так как одним из критериев, влияющих на оценку пригодности крови для фильтрационной реинфузии, является концентрация свободного гемоглобина в ней, следует в каждой порции собранной крови проводить его определение любым из общепринятых методов – фотокolorиметрическим бензидиновым, сканирующей спектрофотометрией или аппаратом Plasma/Low Hb («HemoCue», Швеция).

В целях сокращения времени принятия решения о реинфузии крови мы разработали метод полуколичественного экспресс-анализа содержания свободного гемоглобина в плазме крови в виде цветовой шкалы, соответствующей различным его концентрациям. Для этого в бесцветные стеклянные пробирки одинакового диаметра и сечения стекла помещали по 5 мл раствора гемоглобина («Гемокод») следующих концентраций: 0,5; 1,0; 1,25; 2,0; 3,0; 3,5 г/л. Гемоглобин нужных концентраций растворяли в специально приготовленном пуле плазм. Излишки плазмы крови, оставшиеся после выполнений различных лабораторных

Клиническая характеристика пострадавших, которым выполнялась реинфузия крови

Показатель	Распределение пострадавших по исходам лечения и клиническим показателям ($M \pm m$)		
	Выжили, $n=72$	Умерли до 48 ч, $n=55$	Умерли после 48 ч, $n=21$
Возраст, лет	$34,0 \pm 1,4$	$41,2 \pm 2,4$	$39,8 \pm 3,2$
ВПХ-П/ISS, балл	$7,7 \pm 0,6/24,9 \pm 1,9$	$23,3 \pm 1,3/47,5 \pm 2,6^*$	$15,8 \pm 1,6/36,6 \pm 3,7^* **$
Кровопотеря, мл	$1587,0 \pm 94,1$	$2489,0 \pm 107,0^*$	$2123,8 \pm 109,7^* **$
Реинфузия, мл	$856,0 \pm 73,2$	$1741,0 \pm 134,9^*$	$1104,8 \pm 150,6^{**}$
Содержание свободного гемоглобина, г/л	$0,76 \pm 0,09$	$0,65 \pm 0,15$	$0,58 \pm 0,25$

Примечание: * различия достоверны по сравнению с группой выживших пострадавших ($p < 0,05$); ** различия достоверны между группами умерших пострадавших ($p < 0,05$).



анализов, центрифугировали в течение 15 мин при 3000 об/мин. Плазму отделяли от осадка и центрифугировали в тех же условиях. Затем снова отделяли плазму от осадка и исследовали в ней билирубин и свободный гемоглобин. Плазмы с низким содержанием билирубина и отсутствием свободного гемоглобина объединяли и на основе этого пула плазм готовили стандартные растворы гемоглобина. Пробирки с разными концентрациями гемоглобина в последовательности от минимальной к максимальной концентрации помещали в штатив для пробирок, фотографировали, фотографии распечатывали на цветном принтере. В результате этого была создана цветовая шкала концентрации свободного гемоглобина в плазме крови.

Апробацию разработанной шкалы произвели на 64 порциях излитой в полости крови. Результаты анализа показали отсутствие различий между величинами свободного гемоглобина, определяемого по цветовой шкале и количественным бензидиновым методом (коэффициент корреляции $r = 0,95$).

Таким образом, восполнение кровопотери методом реинфузии собранной из полостей черпаком крови с содержанием в ней свободного гемоглобина до 2 г/л способствует сохранению жизни пострадавшего с массивной внутриполостной кровопотерей благодаря восстановлению кислородно-транспортной функции, коллоидно-осмотического давления и коагуляционного потенциала крови.

Разработанный метод полуколичественного экспресс-анализа содержания свободного гемоглобина по цветовой шкале может быть использован при определении показаний к проведению интраоперационной реинфузии крови у пострадавших с массивной внутриполостной кровопотерей.

В случаях невозможности применения реинфузии крови из-за высокой концентрации свободного гемоглобина показана реинфузия аутоэритроцитов, отмытых в системе селлсейвера.

В Ы В О Д Ы

1. Сбор излившейся в полости крови черпаком обеспечивает содержание в ней свободного гемоглобина в 2 раза меньше, чем сбор крови аспиратором.

2. Реинфузия крови с содержанием свободного гемоглобина до 2,0 г/л у пострадавших с массивной кровопотерей предотвращает риск развития синдрома массивных гемотрансфузий и снижает частоту летальных исходов на 11%.

3. Метод полуколичественного экспресс-анализа содержания свободного гемоглобина по цветовой шкале может быть использован в военно-полевой хирургии и хирургии повреждений при решении вопроса о проведении интраоперационной реинфузии крови у пострадавших с массивной внутриполостной кровопотерей.

4. При уровнях свободного гемоглобина в излившейся в полости крови более 2,0 г/л показана реинфузия аутоэритроцитов, отмытых в системе селлсейвера.

Литература

1. Абакумов М.М., Комаров И.Б. Классификация сочетанных ранений груди и живота // Вестник хирургии. — 1985. — № 9. — С. 76–80.
2. Абакумов М.М., Хватов В.Б., Лебедев Н.В. Реинфузия при повреждениях груди и живота // Вестн. хирургии. — 1984. — № 4. — С. 78–81.
3. Вагнер Е.А., Тавровский В.М., Ортенберг Я.А. Реинфузия крови. — М., 1977. — 94 с.
4. Гуманенко Е.К., Боярищев В.В., Сутрун Т.Ю. и др. Объективная оценка тяжести травм. — СПб, 1999. — С. 105.
5. Ермолов А.С., Валетова В.В., Кобзева В.Н. и др. Аппаратная реинфузия крови при внутрибрюшных кровотечениях // Хирургия. — 2009. — № 9. — С. 24–28.
6. Журавлев В.А., Сведенцов Е.П., Сухо-руков В.П. Трансфузиологические операции. — 2-е изд. — М.: Медицина, 1985. — 160 с.

7. Колесников И.С., Лыткин М.И., Плешаков В.Т. Аутоотрансфузия крови и ее компонентов в хирургии. — Л.: Медицина, 1979. — С. 94–108.

8. Тодоров Й. Клинические лабораторные исследования в педиатрии / Пер. под ред. Г.Г.Газенко. — София: Гос. изд. «Медицина и физкультура», 1968. — С. 251.

9. Филатов А.Н. Об обратном переливании крови, излившейся в серьезные полости // Журн. соврем. хирургии. — 1928. — № 2. — С. 235–260.

10. Duffy C.M., Manninen P., Chung F. et al. Assessment of a new ultrafiltration blood processing system // Can. J. Anaesth. — 1997. — Vol. 44, N 11. — P. 1204–1207.

11. Shapiro M.J., Gettinger A, Corwin H.L. et al. Anemia and blood transfusion in trauma patients admitted to the intensive care unit // J. Trauma. — 2003. — Vol. 55. — P. 269–273.