

ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМА КРОВОПОТЕРИ НА КИСЛОРОДОТРАНСПОРТНУЮ ФУНКЦИЮ КРОВИ

И. Г. Бобринская, Ч. В. Парчина

Кафедра анестезиологии и реаниматологии,
Московский государственный медико-стоматологический университет

Impact of Varying Blood Loss on Blood Oxygen-Transporting Function

I. G. Bobrinskaya, Ch. V. Parchina

Department of Anesthesiology and Reanimatology, Moscow State Medical Stomatological University

Проведено исследование кислородотранспортной функции крови при различной степени кровопотери у больных двух групп с гипертонической болезнью и анемией. Больные без патологии составили контрольную группу. Показано, что у больных с анемией, в отличие от других групп, снижается кислородотранспортная функция крови даже при умеренной кровопотере (до 900 мл).

Blood oxygen-transporting function in varying blood loss was studied in two groups of patients with hypertensive disease or anemia. Healthy individuals formed a control group. Unlike other groups, patients with anemia had diminished blood oxygen-transporting function even in moderate blood loss (as high as 900 ml).

Хирургические вмешательства, несмотря на постоянное совершенствование методики оперативной техники и тщательный гемостаз, неизбежно вызывают кровопотерю [1], которая может сопровождаться нарушением кислородотранспортной функции (КТФ) крови. Доставка кислорода и потребление его тканями — важнейший показатель систем жизнеобеспечения, ее восстановление является главной задачей для сохранения гомеостаза организма [2].

По данным литературы, тактика ликвидации дефицита объема циркулирующей крови (ОЦК) при операциях, дозировка и выбор средств достаточно многообразны [3–7]. Среди многочисленных методов для лечения операционной кровопотери, оптимальным методом является инфузионная гемодилюция [8–13]. Она оказывает многофакторное воздействие на организм и систему кровообращения в виде улучшения реологии крови, стабилизации гемостаза, улучшения динамических свойств крови, улучшения микроциркуляции и увеличения экстракции кислорода [14, 15].

Между тем, вопрос о влиянии инфузионной терапии при восполнении кровопотери различной тяжести на кислородотранспортную функцию крови до настоящего времени остается дискуссионным, с этим же связано определение тактики переливания донорской крови [16].

Точными клинико-лабораторными параметрами нарушения кислородотранспортной

функции (наряду с клиническими признаками гипоксии) являются: доставка и потребление кислорода [17, 18].

Цель исследования. Оценка транспорта и потребления кислорода при различной степени кровопотери в условиях строгого поддержания нормоволемии при оперативных вмешательствах.

Материалы и методы

Мы изучили динамику показателей кислородного баланса у 93 больных (16 мужчин и 77 женщин), оперированных по поводу доброкачественных и злокачественных опухолей (матки и придатков, молочных желез, желудка, кишечника, забрюшинной опухоли, кожи). Возраст больных варьировал от 19 до 80 лет. Операции продолжались от 35 до 280 мин.

По сопутствующим соматическим заболеваниям больные были разделены на три группы:

I группа — больные с гипертонической болезнью (51 больной);

II группа — больные с анемией (14 больных);

III группа — больные без сопутствующей патологии (28 больных);

По объему операционной кровопотери каждая группа была разделена на:

- кровопотерю от 50 до 500 мл;
- кровопотерю от 500 до 900 мл.

Кровопотерю определяли гравиметрическим методом с использованием программированного комплекса, позволяющего в мониторинг режиме оценивать объем кровопотери и эффективность её восполнения кристаллоидными и коллоидными средами.

Состояние системы КТФ крови исследовали на основных этапах оперативного вмешательства:

- после интубации трахеи и перевода больного на ИВЛ;
- в конце операции.

Таблица 1

Динамика показателей кислородотранспортной функции у больных с гипертонической болезнью при различном объеме кровопотери

Показатели	Кровопотеря 50–500 мл		Кровопотеря 500–900 мл	
	Начало операции	Конец операции	Начало операции	Конец операции
CaO ₂ (мл/100мл)	17,43±0,41	17,41±0,41**	18,1±0,63**	17,93±0,61** (99%)
VO ₂ (мл/мин)	256,03±11,49**	255,25±22,13** (99,6%)	287,95±16,61**	299,54±17,02** (104%)
DO ₂ (мл/мин)	1072,2±35,89**	1053,42±98,9** (98,2%)	1139,17±41,4	1208,62±150,29** (106%)
ERO ₂	0,23±0,006	0,24±0,001 (104,3%)	0,25±0,01	0,24±0,002 (96%)
СИ (л/мин/м ²)	3,6±0,1	3,5±0,1 ** (97,2%)	3,89±0,34	3,9±0,34
ОПСС (дин/с/см ⁵)	1477,82±54,3**	1295,4±43,81** (87,6%)	1352,09±83,6**	1138,47±77,58* (84,2%)
ОЦК (л)	4,71±0,2**	4,7±0,2	5,39±0,42	5,22±0,38 (96,8%)
ОЦП (л)	2,86±0,11	2,95±0,11 (103,1%)	3,15±0,19	3,26±0,17** (103,4%)
Hb (г/л)	125,1±3,04	124,4±2,98 (99,4%)	129,1±4,57	127,7±19,15 (98,9%)
Ht (у.е)	0,38±0,007	0,36±0,007 (94,7%)	0,38±0,01	0,35±0,01 (92,1%)

Примечание. Здесь и в табл. 2 и 3: * — статистически достоверные различия по t-критерию Стьюдента ($p<0,05$) конца операции к началу (между этапами); ** — статистически достоверные различия ($p<0,05$) I группы по отношению к III группе (между группами).

Таблица 2

Динамика показателей кислородотранспортной функции у больных с анемией при различном объеме кровопотери

Показатели	Кровопотеря 50–500 мл		Кровопотеря 500–900 мл	
	Начало операции	Конец операции	Начало операции	Конец операции
CaO ₂ (мл/100мл)	15,21±0,72**	14,65±0,82 ** (95,4%)	13,29±2,8**	12,71±2,74** (95,6%)
VO ₂ (мл/мин)	243,14±23,32**	237,37±16,29** (97,6%)	273,95±24,64	215,58±28,1* (78,6%)
DO ₂ (мл/мин)	990,76±86,99**	985,42±67,42 (99,4%)	1123,96±93,32**	889,69±105,29** (79,1%)
ERO ₂	0,25±0,003	0,23±0,0006 (92%)	0,24±0,001	0,23±0,003 (95,8%)
СИ (л/мин/м ²)	4,0±0,23	4,15±0,18 (103,7%)	5,38±0,36**	4,39±0,16*, ** (81,5%)
ОПСС (дин/с/см ⁵)	1148,51±76,32**	1077,5±50,21* (93,8%)	813,43±39,83**	1005,87±46,1* (123,6%)
ОЦК (л)	4,23±0,26	3,89±0,23 (92,1%)	3,92±0,23**	3,63±0,23** (92%)
ОЦП (л)	2,76±0,16	2,67±0,15 (96,7%)	2,72±0,27	2,65±0,25** (97,4%)
Hb (г/л)	108,0±5,3**	104,8±5,95 (96,2%)	94,5±12,94**	90,25±12,9** (95,5%)
Ht (у.е)	0,35±0,02	0,31±0,01 (88,5%)	0,31±0,03	0,27±0,03 (85,2%)

Изучению подверглись следующие показатели: содержание кислорода в артериальной крови или кислородная емкость крови (CaO₂), доставка кислорода (DO₂), потребление кислорода (VO₂), коэффициент экстракции кислорода (ERO₂), артериовенозная разница по кислороду (ABP), а также напряжение кислорода в венозной крови и насыщение кислородом гемоглобина венозной крови. Показатели газов артериальной, смешанной венозной крови и КИЦС определяли на аппарате ABL-500. Параметры кислородного бюджета рассчитывали по стандартным формулам.

Центральную гемодинамику исследовали на приборе РПКА-2-01 с использованием компьютерной программы РЕ-ОДИН-504 (фирма Медасс, Москва). Мониторинг распределения жидкости в водных секторах осуществлялся на аппарате «АВС-01» с использованием компьютерной программы «Импекард» (фирмы Медасс, Москва).

Результаты исследования

У больных с гипертонической болезнью (табл. 1) с кровопотерей до 500 мл исходные величины содержания кислорода в артериальной крови, его транспорта и потребления не отличались от больных без сопутствующих заболеваний (табл. 3). Кислородный бюджет свидетельствовал о соответствии транспорта кислорода его потреблению, что подтверждалось коэффициентом утилизации кислорода, не выходящим за пределы нормальной величины. Показа-

тели кровообращения соответствовали нормоволевическому типу, но у больных I группы общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС) было достоверно выше, чем у больных III группы. К концу операции с кровопотерей до 500 мл у больных III группы изменение кислородотранспортной функции не наблюдалось. При кровопотере от 500 до 900 мл транспорт и потребление кислорода не изменялись в группе больных с гипертонической болезнью, но следует отметить, они были достоверно выше, чем в аналогичной группе у больных без сопутствующих заболеваний. У больных с гипертонической болезнью на фоне данной кровопотери отмечалось снижение ОПСС, в то время как показатели внутрисосудистого объема не изменились. В то же время по сравнению с III группой больных, сердечный индекс у этих больных оставался более высоким.

У больных с анемией при кровопотере до 500 мл существенных изменений кислородотранспортной функции крови не наблюдалось. Однако оставалось низким CaO₂, что, по-видимому, служило причиной более низкого транспорта и потребления кислорода, чем в группе больных без сопутствующих заболеваний.

Динамика показателей кислородотранспортной функции у больных без сопутствующих заболеваний при различном объеме кровопотери

Показатели	Кровопотеря 50–500 мл		Кровопотеря 500–900 мл	
	Начало операции	Конец операции	Начало операции	Конец операции
CaO ₂ (мл/100мл)	18,18±0,42	17,92±0,43 (98,5%)	16,78±0,88	16,4±0,88 (97,7%)
VO ₂ (мл/мин)	319,5±55,56	312,82±17,13 (97,9%)	257,07±8,75	257,27±13,62
DO ₂ (мл/мин)	1308,76±55,56	1267,6±65,07 (96%)	1075,29±36,02	1072,89±58,44
ERO ₂	0,24±0,003	0,24±0,0006	0,23±0,001	0,23±0,003
СИ (л/мин/м ²)	4,32±0,20	4,38±0,28	3,65±0,13	3,54±0,13 (96,9%)
ОПСС (дин/с/см ⁻⁵)	1066,63±44,70	1025,18±41,67 (96,1%)	1235,68±94,9	1126,29±64,8 (91,1%)
ОЦК (л)	4,04±0,21	4,21±0,21 (104,2%)	5,40±0,38	5,22±0,41 (96,6%)
ОЦП (л)	2,63±0,13	2,65±0,14	3,34±0,21	3,41±0,24 (102%)
Hb (г/л)	129,7±3,05	127,6±3,15 (98,3%)	120,14±6,29	117,2±6,29 (97,6%)
Ht (у.е)	0,40±0,008	0,36±0,008 (90%)	0,37±0,01	0,34±0,01 (91,2%)

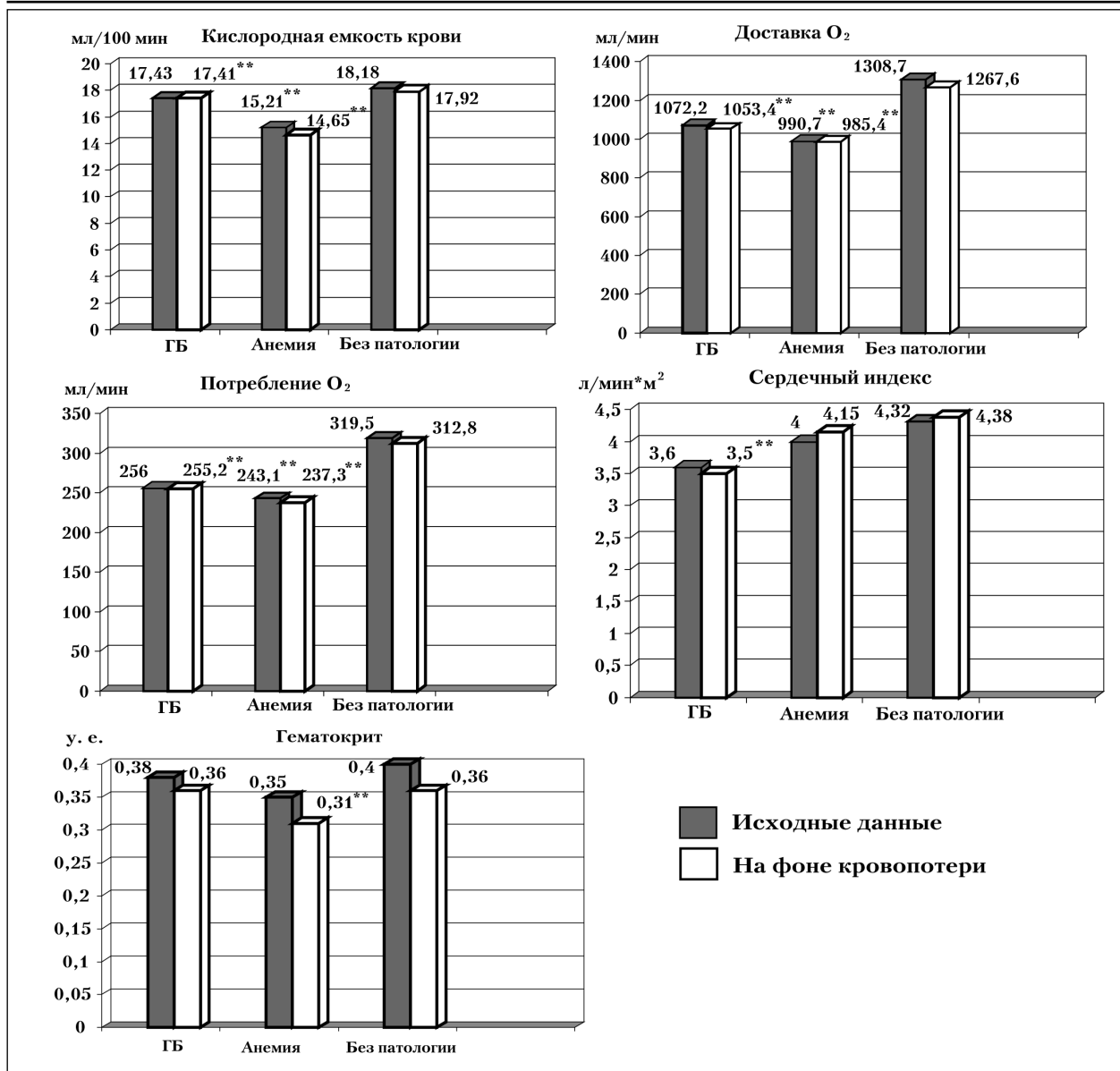


Рис. 1. Состояние гемодинамики и кислородотранспортной функции крови у больных с кровопотерей 50–500 мл.

** — статистически достоверные различия по t-критерию Стьюдента ($p < 0,05$) I, II групп по сравнению с III группой.

При кровопотере до 900 мл у больных с анемией имело место снижение DO_2 и VO_2 на фоне резко сниженной кислородной емкости крови и достоверного снижения сердечного индекса. Сле-

дует отметить, что изменение транспорта кислорода и потребления у больных с анемией протекали на фоне выраженной гемодилюции (Ht — 0,27 у. е.).

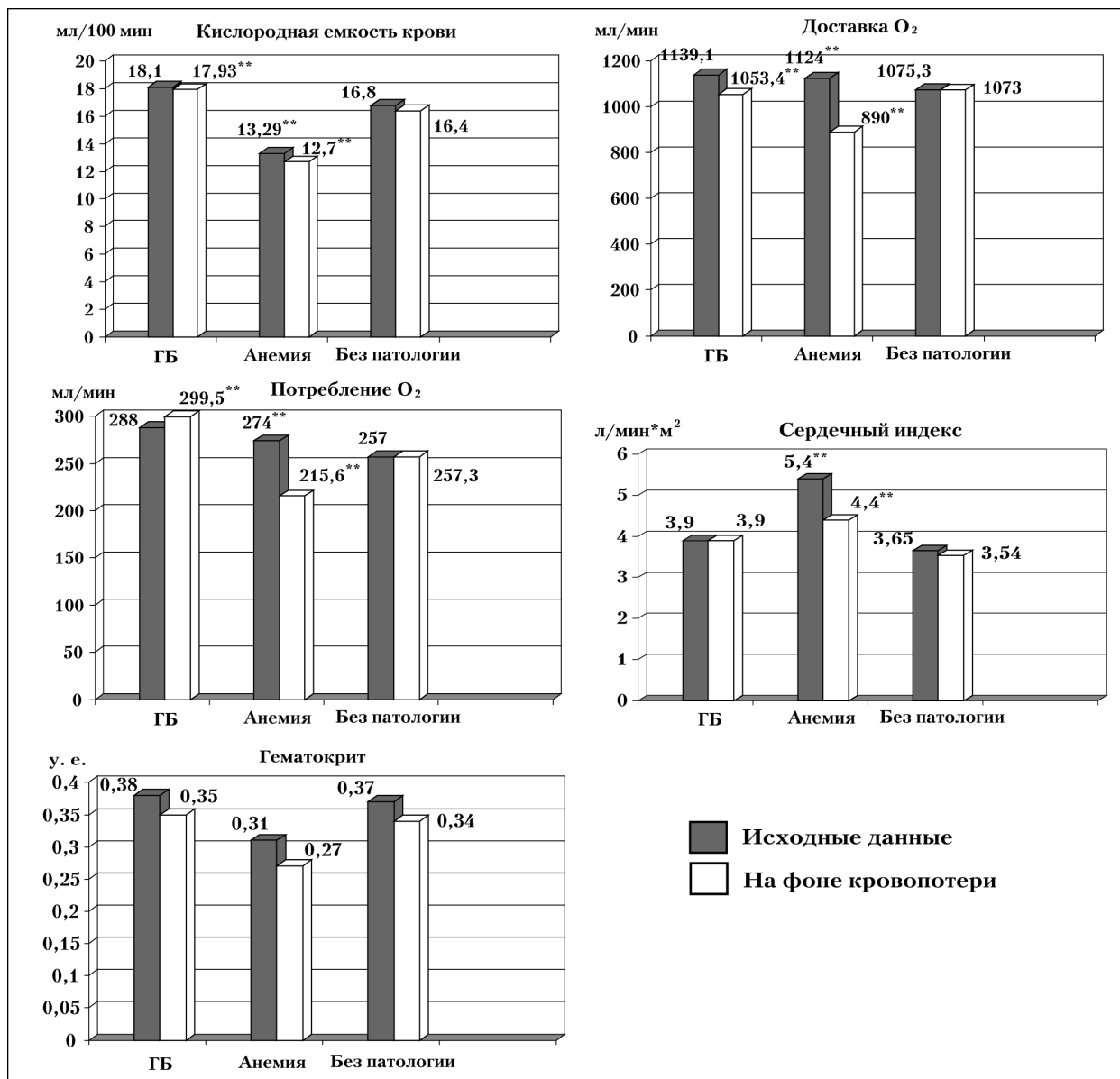


Рис. 2. Состояние гемодинамики и кислородотранспортной функции крови у больных с кровопотерей 500–900 мл.
** — статистически достоверные различия по t-критерию Стьюдента ($p < 0,05$) I, II групп по сравнению с III группой.

Таким образом, проведенные исследования показали, что при умеренной кровопотере (до 900 мл) и на фоне ее восполнения, поддерживалась нормоволемия. У больных с гипертонической болезнью при максимальной гемодилюции (снижение гематокрита на 8,6%) не происходило существенных нарушений DO_2 и VO_2 . То же самое касается больных без сопутствующих заболеваний.

У больных с анемией при кровопотере развивается более выраженный дефицит ОЦК в конце операции, при этом степень гемодилюции превышала таковую в двух остальных группах и составляла 13–15%. У этой же группы больных уже в дооперационном периоде была значительно снижена кислородная емкость крови, которая при кровопотере до 900 мл составляла всего $12,7 \pm 2,7$ мл/100 мл.

Сердечный индекс у этих больных снижался на 18,5% по сравнению с исходной величиной, что

превышало степень изменений этого показателя в I и II группах.

Таким образом, в отличие от больных без сопутствующих заболеваний и больных с гипертонической болезнью, у больных с анемией при умеренной кровопотере (500–900 мл) комплекс факторов: снижение кислородной емкости крови, гемодилюция — приводит к снижению транспорта и потребления кислорода на 26–27%. Компенсаторного увеличения сердечного выброса не происходит, что увеличивает риск тяжелых нарушений кислородного обеспечения организма, как во время операции, так и в послеоперационном периоде. У аналогичных больных с гипертонической болезнью и без сопутствующих заболеваний кровопотеря до 900 мл практически не сопровождается нарушением транспорта и потребления кислорода.

Выводы

1. У больных с сохраненной кислородной емкостью крови умеренная кровопотеря до 900 мл не сопровождается нарушением кислородотранспортной функции крови, несмотря на наличие умеренной гемодилюции.

2. У больных со сниженной кислородной емкостью крови (с анемией) при кровопотере от 500 до 900 мл развивается более выраженная ге-

модилюция. Снижение транспорта кислорода и потребления при указанной кровопотере является многофакторным процессом, включающим отсутствие компенсаторного увеличения сердечного выброса.

3. У больных с анемией в связи с риском нарушения кислородного обеспечения во время операции необходим тщательный контроль за изменением кислородной емкости, сердечного выброса, транспорта и потребления кислорода.

Литература

1. Точенов А. В. Программное трансфузионное лечение острой кровопотери и кислородно-транспортная функция крови. *Врач* 2000; 11: 26–28.
2. Савченко В. П., Савченко Т. В. *Терапия критических состояний. Стратегия и тактика.* М.: ИД Граница; 2004.
3. Афонин Н. И. Современные принципы инфузионно-трансфузионной терапии острой кровопотери. *Вестн. службы крови Рос.* 2000; 2:13–17.
4. Бьерн Л. Сравнительная оценка различных методов сбережения крови в хирургии. В кн.: *Альтернативы переливанию крови в хирургии: Международный сателлитный симпозиум в рамках 6 Всероссий. съезда анестезиологов и реаниматологов.* Ин-т хирургии им. А. В. Вишневского, 6 октября 1998. М.; 1999: 81–93.
5. Cox P. The end of the crystalloid era? *Anesthesia* 1986; 41: 335–336.
6. Petman. I. A., Lui K. J., Lawrence D. et al. Estimating the risks of transfusion-associated AIDS and human immunodeficiency virus infection. *Transfusion* 1987; 27: 271–274.
7. Rachow E. C., Fein I. A. Fluid resuscitation in circulatory shock. *Crit. Care Med.* 1983; 11: 839–850.
8. Лекманов А. У., Бецис О. М., Коноков Ю. А. Влияние инфузионной гемодилюции на показатели свертывающей системы крови у детей при проведении плановых оперативных вмешательств. *Гематология и трансфузиология* 1990; 5: 7–10.
9. Лекманов А. У., Бецис О. М., Мухидинов Ш. М. Влияние инфузионной гемодилюции на состояние гемодинамики и кислородного транспорта при урологических операциях у детей. *Анестезиология и реаниматология* 1995; 1: 45–48.
10. Лекманов А. У. Интраоперационная гемодилюция растворами на основе гидроксиэтилкрахмала (ИНФУКОЛ ГЭК) у детей. *Вестн. интенс. тер.* 1999; 2: 29–32.
11. Контакевич М. М., Живило Е. А., Горбачевский Ю. В., Гольдина О. А. Инфузионно — трансфузионная терапия при ортопедических операциях у детей. *Вестн. службы крови Рос.* 2000; 3: 21–25.
12. Lisander B., Engqvist A. The gain of red cell from preoperative haemodilution- evaluation of benefit using a mathematical model. *J. Theor. Surg.* 1994; 9: 142–147.
13. Lisander A. Preoperative haemodilution. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 1988; 32 (Suppl 89): 63–70.
14. D'Ambra M. N., Kaplan D. K. Alternatives to allogeneic blood use in surgery: acute normovolemic hemodilution and preoperative autologous donation. *Amer. J. Surg.* 1995; 170 (6A suppl.): 49–52.
15. Mccloughlin J. R., Fontana J. L., Alving A. et al. Profound normovolemic hemodilution: hemostatic effects in patients and in a porcine model. *Anesth. Analg.* 1996; 83: 459–465.
16. Бобринская И. Г., Левитэ Е. М. Динамика ОЦК при оперативной кровопотере и кровезамещение. В кн.: *Новые направления в клинической медицине: Всерос. конф. гос. научно-клинический центр охраны здоровья шахтеров, 15–16 июня 2000.* Ленинск-Кузнецкий; 2000. 58–59.
17. Воробьев А. И., Городецкий В. М. Острая массивная кровопотеря — патогенетические аспекты и трансфузионная тактика. В кн.: *Бескровная хирургия — итоги и перспективы: Сб. докл. Российский университет дружбы народов.* М.; 2002. 18–21.
18. Городецкий В. М. Пути снижения использования гомологичной крови и ее компонентов в клинической практике. *Гематология и трансфузиология* 1995; 1: 27–28.

Поступила 13. 04. 05