



МАССИВНАЯ КРОВОПОТЕРЯ КАК ФАКТОР РИСКА В ХИРУРГИИ СКОЛИОЗА: ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

М.Н. Лебедева

Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии

Статья является попыткой систематизации и анализа данных литературы о современном состоянии проблемы интенсивной терапии массивной кровопотери. Патофизиологические особенности кровопотери при хирургической коррекции сколиотических деформаций позвоночника, особенности используемых хирургических технологий, фармакологические характеристики анестетиков, респираторная поддержка, закономерные сдвиги в системе гомеостаза являются главными факторами вынужденной хирургической агрессии, которые должны учитываться в поиске наиболее эффективных и безопасных путей в определении объема и качества инфузионно-трансфузионного обеспечения при выполнении подобных операций.

Ключевые слова: сколиоз, кровопотеря, заготовка компонентов аутокрови, гемодилюция.

MASSIVE BLOOD LOSS AS A RISK FACTOR IN SCOLIOSIS SURGERY AND WAYS FOR THE PROBLEM SOLUTION

M.N. Lebedeva

The paper is an attempt of systematization and analysis of literature data on current state of the problem of massive blood loss intensive care. Pathophysiologic features of blood loss in surgical correction of scoliotic spinal deformities, specific surgical techniques, pharmacological characteristics of anesthetics, respiratory support, and typical shifts in homeostatic system are main factors of the forced surgical aggression that should be accounted in seeking most effective and safe ways to identify the amount and quality of infusion-transfusion maintenance during such operations.

Key Words: scoliosis, blood loss, procurement of autoblood components, hemodilution.

Hir. Pozvonoc. 2009;(4):70–79.

Известно, что кровопотеря — неизбежное отрицательное явление при хирургической коррекции сколиотических деформаций позвоночника. Несмотря на совершенствование хирургической техники, объем интраоперационной кровопотери и ее причины при операциях на позвоночнике за последние 25 лет существенно не изменились. Это зависит от объема вынужденно травмируемых тканей, длительности операции, нарушения целостности губчатой костной ткани, постурально обусловленного увеличения давления в сосудах нижней полой вены [86, 117].

Объем кровопотери при операциях по поводу сколиотических деформаций позвоночника, по классификации П.Г. Брюсова [5] и Е.А. Дамир

[12], относится к категории значительной — от 20 до 40% объема циркулирующей крови (ОЦК) или массивной — более 40% ОЦК. Одним из наиболее травматичных и кровоточивых моментов является этап отделения мышечных массивов от задних структур позвоночника. При этом формируется обширное ложе, образованное отслоенными паравerteбральными мышцами и задними элементами позвонков. Вмешательства на задних структурах позвоночника являются значимыми по массе удаляемой надкостницы. Во время декортикации задних элементов позвоночника активно обнажается костный мозг, следствием чего является продолжающееся венозное кровотечение, которое носит диффузный

характер [64–66, 104]. Хирургический доступ к передним отделам позвоночника характеризуется возможностью травматического повреждения магистральных сосудов с развитием массивной кровопотери [13, 43].

Большинство операций по поводу сколиоза выполняют в условиях сдавления нижней полой вены, обусловленного как нефизиологичным положением больного (на животе, на боку), так и особенностями используемых хирургических технологий. Затруднение кровотока по нижней полой вене сопровождается увеличением притока крови к венам позвонков и, соответственно, усилению кровотока во время хирургического вмешательства. Преимущественно венозный характер кровотечения обус-

ловлен особенностями венозной системы позвоночника, в частности хорошо развитых наружного и внутреннего венозных сплетений, анастомозирующих между собой и через сегментарные вены с полыми венами. При сдавлении или окклюзии нижней полой вены в окольное кровообращение включается вертебральная система, являющаяся одним из путей оттока крови к правому сердцу [28]. Исследованиями установлено, что давление в нижней полой вене начинает повышаться уже на этапе укладки больного в необходимое операционное положение (на живот), сохраняется постоянно повышенным, достигая максимума на этапах скелетирования задних структур позвоночника и манипуляциях на телах позвонков.

Park [112] сравнивал объем кровопотери и величину внутрибрюшного давления при операциях на позвоночнике в положении лежа на животе в группах больных с укладкой на узкую или широкую раму Вилсона. Внутрибрюшное давление измерялось с помощью баллона, установленного в прямой кишке. Автором отмечена высокая степень корреляции между кровопотерей и давлением в прямой кишке. Потеря крови была достоверно выше на фоне увеличения внутрибрюшного давления при укладке на узкой раме Вилсона.

Минимальные колебания давления в полостях организма также могут быть причиной увеличения притока крови к венам позвонков. В частности, при вмешательствах на передних отделах позвоночника гипертензия в нижней полой вене связана с ухудшением циркуляции крови в связи с состоянием открытого пневмоторакса, смещением органов средостения, коллапсированием легкого и смещением диафрагмы [44, 53].

По данным литературы, продолжительность вертебрологических операций находится в пределах от 60 до 360 мин и более, величина общей кровопотери колеблется в широком диапазоне и может достигать $104,2 \pm 30,6\%$ ОЦК. При этом объем интраоперационной кровопотери составляет от 33

до 75% ОЦК [15, 17, 24, 25, 27, 35–37, 47, 60, 65, 76, 82, 88, 94]. Однако окончание операции не означает прекращения кровопотери, так как применяется дренажная система ведения послеоперационных ран. Кровотечение из поврежденной костной ткани активно продолжается еще в течение 8 ч. Объем кровопотери после операции в среднем составляет $43,1 \pm 11,7\%$ ОЦК [2, 49, 52, 63, 85, 107, 108, 116, 121].

Следует отметить, что профессионализм хирурга позволяет существенно снизить объем кровопотери. Brodsky et al. [77] установили, что хирургическая тактика и продолжительность хирургического вмешательства более значимо влияют на уменьшение кровопотери, чем уровень артериального давления. При этом имеют существенное значение применение электрокоагулятора и электроножа, перевязка крупных сосудов, тампонада воском при кровотечении из костной ткани, использование гемостатических губок, пленок и другие специальные приемы для осуществления хирургического гемостаза.

По данным Carson et al. [81], имеется прямая зависимость частоты осложнений при хирургическом лечении сколиоза от величины интраоперационной кровопотери. Так, при кровопотере до 500 мл осложнения возникали в 8,0% случаев и возрастали до 42,9% при кровопотере до 2000 мл.

Искусственная вентиляция легких (ИВЛ) неоднозначно влияет на объем кровопотери. Повышая внутригрудное давление, ИВЛ уменьшает венозный возврат к сердцу и тем самым усиливает венозное кровотечение. При использовании режима гипервентиляции снижается уровень pCO_2 крови и, следовательно, активизируется симпатическая нервная система, что приводит к повышению венозного давления и усилению венозного кровотечения [18, 53].

Выбор метода анестезии влияет на объем операционной кровопотери. Установлено, что при более глубокой анестезии величина кровопотери уменьшается, что связано с эффектом используемых анестетиков, а имен-

но влиянием анестетика на центральную и вегетативную нервную систему, что изменяет сосудистый тонус, вызывая вазоконстрикцию либо вазодилатацию; с прямым влиянием анестетиков на проницаемость капилляров; с непрямым влиянием анестетиков на проницаемость капиллярной стенки за счет изменения pH , pCO_2 и pO_2 крови; с прямым влиянием анестетиков на миокард [9, 18, 53].

Таким образом, фактор повышенной кровопотери при хирургическом лечении сколиоза закономерно подчиняется причинно-следственным особенностям, выделенным Г.М. Соловьевым и Г.Г. Радзивилов [53] при обширных хирургических вмешательствах: кровопотеря может достигать значительно больших объемов от учтенной; средние данные по кровопотере не отражают истинной ее величины, поэтому не должны служить проводником при осуществлении заместительной терапии; окончание операции не означает прекращения кровопотери, так как применяется дренажная система ведения послеоперационных ран; послеоперационная кровопотеря, состоящая из наружной и скрытой, приводит к повышению объема общей кровопотери, размеры которой могут достигать 75% и более от исходного ОЦК за сутки.

При сопоставлении длительности операции, тяжести деформации позвоночника, характера гемодинамики, метода анестезиологического обеспечения и объема кровопотери исследователями выявлена достаточно тесная взаимосвязь указанных факторов [60]. Однако ряд авторов не установили зависимости объемов кровопотери от угла деформации, уровней среднего артериального и центрального венозного давления, характера используемых анестетиков, обнаружили лишь прямую связь объема интраоперационной кровопотери с обширностью операции и ее продолжительностью [92, 107].

Выбор методики возмещения кровопотери компонентами крови — одна из основных задач, которая приобретает решающее значение при бла-

гоприятном исходе хирургического лечения тяжелых деформаций позвоночника. Гемотрансфузия необходима для восстановления кислородной емкости крови, ОЦК и свертывающей активности. Дефицит любой из этих функций может служить показанием для переливания крови. В настоящее время к гемотрансфузии существуют очень строгие показания. Переливание компонентов донорской крови считается операцией трансплантации чужеродной ткани, не являющейся абсолютно безопасной для реципиента в иммунологическом отношении и в плане обеспечения вирусной безопасности. Главными проблемами, связанными с переливанием компонентов донорской крови, являются гемолитические и негемолитические реакции в результате продукции антител в 3–5 % случаев (тяжесть колеблется от субклинической до фатальной); депрессия иммунной функции; передача вирусных и паразитарных заболеваний (вирус иммунодефицита, простого герпеса, цитомегаловирус, возбудитель гепатита, токсоплазмоз, паразиты, сифилис, иерсиниоз и др.); проблема массивной гемотрансфузии (нарушение системы коагуляции, гипотермия, острый респираторный дистресс-синдром, нарушение транспорта кислорода, электролитный дисбаланс) [7, 8, 21, 48, 56, 69, 78, 79].

Кроме того, все чаще приходится сталкиваться с этическими и юридическими проблемами, связанными с отказом пациентов от переливания компонентов донорской крови по религиозным убеждениям или в связи с сомнениями в безопасности их применения [19, 56]. Все указанные факторы диктуют необходимость резко ограничить использование донорской крови у детей, подростков и больных молодого возраста, в частности при хирургической коррекции сколиотических деформаций позвоночника. Для этого необходим целый комплекс хирургических, трансфузиологических и анестезиологических методик, которые в настоящее

время объединены в понятие «бескровная хирургия».

Чрезвычайно важными являются постоянный и точный мониторинг кровопотери путем взвешивания материала, измерения потери крови в банке для вакуумной аспирации раневого содержимого, визуальной оценки кровопотери в ране и на одежде хирургов, а также тщательная оценка объема допустимой кровопотери. Известно, что массивная кровопотеря сопровождается поражением органного и тканевого кровотоков, что ведет к нарушению обмена, который из-за недостатка кислорода становится анаэробным. Возникающий при этом метаболический ацидоз отрицательно влияет на систему кровообращения — угнетает миокард, снижает его реактивность на симпатическую стимуляцию, что способствует нарастанию гиповолемии, которая, в свою очередь, усугубляет нарушения в системе микроциркуляции. Ацидоз смещает кривую диссоциации оксигемоглобина вниз и вправо, из-за чего легочная капиллярная кровь получает меньше кислорода, что может привести к тяжелой артериальной и венозной гипоксемии. Кроме того, ацидоз увеличивает проницаемость мембран, транссудация жидкости из сосудистого русла возрастает, вследствие этого ОЦК сокращается еще больше. По той же причине меняется уровень электролитов, гемодинамика страдает из-за дополнительного нарушения сократимости миокарда [19].

Поддержание адекватной гемодинамики в интраоперационном периоде, особенно преднагрузки и сердечного выброса, абсолютно необходимо для профилактики тяжелых сердечно-сосудистых осложнений и сохранения нормальной тканевой перфузии. Главными задачами инфузионно-трансфузионного обеспечения являются поддержание волемии, центральной гемодинамики, кислородно-транспортной функции крови, микроциркуляции, транкапиллярного обмена и гемостатического потенциала крови [30, 38, 71]. В большинстве случаев кровопотери, в том числе массив-

ной, кислородное голодание тканей происходит не столько из-за гемической гипоксии, сколько из-за циркуляторной, поэтому первостепенной задачей является нормализация объема, а затем уже и качества крови [19].

Рациональная инфузионная терапия — самый важный аспект, связанный с уменьшением летальности и частоты осложнений. Среди имеющихся в настоящее время подходов к составу инфузионной терапии следует выделить две доктрины: европейскую, сторонники которой считают главной задачей восполнение внутрисосудистого объема за счет преимущественного применения коллоидных растворов [23, 34, 113], и американскую, которая предусматривает устранение интерстициальной дегидратации путем преимущественного применения кристаллоидных растворов [93, 100]. Значимость споров вокруг применения коллоидных и кристаллоидных растворов сохраняется, поскольку практика их применения весомерно отличается в разных странах в зависимости от доминирующей точки зрения [46].

Следует отметить, что все плазмозамещающие растворы имеют положительные и отрицательные свойства. Так, основными преимуществами кристаллоидных растворов являются их низкая реактогенность, отсутствие влияния на функцию почек и иммунную систему, отсутствие значимого влияния на систему гемостаза. Кроме того, сбалансированные солевые растворы корректируют электролитный состав плазмы крови. Главным недостатком кристаллоидов является их быстрое перераспределение из сосудистого русла в межклеточное пространство, а отсутствие продолжительного волемического эффекта требует введения большого объема кристаллоидов, что чревато риском гипervолемии и развитием отеочного синдрома.

Современные синтетические коллоидные плазмозамещающие растворы — модифицированный раствор желатина (гелофузин), растворы гидроксипропилированного крахмала (ГЭК) обладают рядом немаловажных

характеристик. В частности, в противоположность растворам кристаллоидов, растворы ГЭК обладают выраженным гемодинамическим эффектом, могут уменьшить капиллярную утечку и отек тканей. В условиях ишемически-реперфузионного повреждения растворы ГЭК снижают степень повреждения легких и внутренних органов, уменьшают степень повреждения эндотелия, инактивируют свободные радикалы и снижают выброс цитокинов [74, 110, 125]. Растворы ГЭК считаются лучшими плазмозамещающими средствами при проведении нормоволемической гемодилюции и являются препаратами выбора при возмещении массивных кровопотерь у детей при операциях на позвоночнике и спинном мозге [3, 39, 45]. Основным достоинством модифицированного желатина является отсутствие у препарата значимых воздействий на коагуляцию крови. Sumpelmann et al. [122] в эксперименте выявили у модифицированного желатина выраженные протекторные свойства по отношению к эритроцитам, которые обусловлены тем, что модифицированный желатин, будучи отрицательно заряженным полипептидом, способен присоединяться к мембранам эритроцитов, предохраняя их от механического повреждения, подобно белкам плазмы. Исследованиями установлено, что больным с заведомо повышенной проницаемостью капилляров назначение коллоидов может быть опасным, во всех остальных случаях оно эффективно. Однако на большом количестве экспериментальных моделей и в клинических исследованиях не была получена четкая связь между коллоидно-онкотическим давлением, видом вводимого раствора и количеством внесосудистой воды в легких [123].

Восполнение недостаточности транспорта кислорода и системы свертывания требует трансфузии компонентов крови. В настоящее время получила широкое развитие концепция индивидуального подхода к определению показаний для трансфузии эритроцитар-

ных сред, учитывающая комплекс клинических данных. Практически все исследователи единодушны во мнении, что главными при назначении трансфузий являются общее состояние больного и клиническая симптоматика [22].

Особого внимания заслуживают принципы возмещения операционной кровопотери у больных детского и подросткового возраста. Так, в детской хирургии лечение острой кровопотери объемом до 30 % ОЦК осуществляется инфузией только кристаллоидных и коллоидных растворов [10]. По мнению К.К. Де Souza [50], кровопотеря у детей в объеме от 20 % ОЦК должна обязательно восполняться компонентами крови с индивидуальным подходом в выборе программ инфузионно-трансфузионной терапии.

Существуют рекомендации Международной согласительной конференции по периоперационной трансфузии эритроцитосодержащих сред: при падении гемоглобина ниже 70 г/л и гематокрита ниже 20 % гемотрансфузия оказывается абсолютно необходимой с проведением соответствующего мониторинга безопасности [10, 70].

Поискам путей снижения интраоперационной кровопотери в различных областях хирургии посвящено значительное количество публикаций. В существующих рекомендациях по снижению объема интраоперационной кровопотери при хирургическом лечении сколиоза особое внимание уделяется профилактике гипертензии в системе нижней полой вены, использованию управляемой артериальной гипотонии, предоперационной заготовке компонентов аутокрови, реализации нормоволемической гемодилюции и использованию реинфузии крови. Для профилактики повышения давления в нижней полой вене предложены различные укладки и улучшенные положения больного на операционном столе. Использование специальных рамочных устройств и других конструкций позволяет ограничить давление на переднюю брюшную стенку за счет ее провисания, что помогает

заметно уменьшить венозное кровотечение [44, 86, 87, 94, 112].

К методам, позволяющим значительно сократить объем кровопотери, относятся артериальная управляемая гипотония (УГ). Согласно имеющейся информации, способ УГ позволяет снизить объем интраоперационной кровопотери на 35–50 %. Однако нет единого мнения об использовании данной методики при операциях на позвоночнике. Одни авторы находят этот метод эффективным [25, 33, 60, 63, 88, 105], другие считают его бесполезным при попытке уменьшить венозное кровотечение [101, 102]. Риск применения УГ связан, главным образом, со снижением перфузии жизненно важных органов. При вероятности нарушения венозного возврата к сердцу использование УГ является опасным для жизни больного и требует своевременной компенсации кровопотери во избежание тяжелых гемодинамических нарушений. В большинстве сообщений авторы не рекомендуют для достижения ганглионарного блока использование арфонада и пентамин в связи с малой управляемостью процесса. Для реализации УГ они предлагают применять такие препараты, как нитроглицерин, нитропруссид натрия, ингаляционные анестетики, клофелин, не допуская при этом снижения систолического артериального давления ниже 70–75 мм рт. ст. и среднего артериального давления ниже 65 мм рт. ст. [60, 87, 115]. Выделены определенные противопоказания к применению УГ, которые заслуживают внимания в связи с исходными кардиопульмональными нарушениями у больных с тяжелыми формами сколиоза, к которым относятся любые состояния, сопровождающиеся хронической гипоксемией, острые нарушения функции печени, почек, сердечно-сосудистая недостаточность и хронические заболевания центральной нервной системы [105].

Заслуживают серьезного внимания сообщения ряда исследователей, что УГ вызывает значительное повышение внутрилегочного шун-

тирования с развитием неэффективного газообмена [75, 80]. Существует мнение, что при вмешательствах на позвоночнике, сопровождающихся значительной травмой скелетных мышц и костных структур, использование методики УТ связано с риском для функции почек [84, 118]. Применение УТ является также опасным в связи с вероятностью развития ишемии спинного мозга, особенно у больных тяжелыми деформациями позвоночника с возможным неполноценным спинальным кровотоком. Анатомическими предпосылками к этому могут быть особенности спинального кровообращения. Наиболее скудно васкуляризирован грудной отдел спинного мозга, так как он кровоснабжается одной-тремя корешковыми артериями и находится в крайне неблагоприятных условиях в деформированном позвоночном канале [67, 97, 124]. Другими словами, при использовании метода УТ высока опасность возникновения послеоперационных неврологических осложнений в связи с повышением чувствительности нервной ткани к гипоксии. Таким образом, возможные выгоды индуцируемой артериальной гипотонии должны быть строго взвешены из-за потенциального риска развития ятрогенных тяжелых осложнений [91, 114].

Некоторые авторы считают наиболее эффективным способом кровосбережения включение в программу анестезиологического обеспечения спинальной блокады. Однако специфика этого метода дает возможность применять его только в хирургии поясничного отдела позвоночника [60]. Kakiuchi [95] сообщает о снижении кровопотери при применении общей анестезии в сочетании с эпидуральной блокадой. Однако использование эпидуральной блокады при тяжелых формах деформаций позвоночника сопряжено с техническими трудностями. Кроме того, при использовании многоопорных конструкций характерно наличие многочисленных сообщений эпидурального пространства с окружающими позвоночник тканями, что при-

водит к быстрому выходу анестетика из места введения [61].

В настоящее время приняты следующие протоколы трансфузии аутокрови: предоперационная заготовка крови больного с последующим ее переливанием во время или непосредственно после операции; предоперационная нормоволемическая гемодилюция; интра- или послеоперационная реинфузия излившейся крови; использование лекарственных средств, стимулирующих эритропоэз до и во время пребывания больного в клинике.

Достаточно широко стала применяться современная технология реинфузии крови, излившейся в рану, с помощью аппаратуры «Cell Saver», о чем свидетельствуют многочисленные публикации [6, 11, 15, 16, 57, 72, 108, 111, 121]. Применение реинфузии крови считается наиболее физиологичным способом для больного, при этом достигаются следующие преимущества: переливание свежей аутокрови, минимальное отрицательное воздействие на гемостаз и кислородотранспортную функцию крови, уменьшение использования донорской крови, максимальная защита иммунного статуса больного. Однако раневая кровь при ортопедических операциях качественно отличается от крови, излившейся при операциях в полостной и сосудистой хирургии. Она содержит массу мелких костных и кровяных фрагментов, а также продукты аутолиза клеток, что требует высококачественного режима отмывания эритроцитов с применением аппаратов, имеющих специальный ортопедический режим отмывки. Недостатком реинфузии раневой крови является и тот факт, что больному можно возратить только отмывые эритроциты, в то время как отделяемый плазменный компонент теряется, что сопровождается не только потерей тромбоцитов, но и белков, факторов свертывания крови и требует трансфузии донорской плазмы [58]. Проведенные Е.Е. Бирюковой с соавт. [2, 3] исследования не подтвердили преимуществ инфузионной методики с использованием аппара-

тной реинфузии крови перед методом дооперационной нормоволемической гемодилюции. Более того, исследование показали, что влияние аппаратной сепарации крови проявлялось в замедленном восстановлении числа тромбоцитов и содержания общего белка плазмы крови в течение первых трех суток после операции. Другим ограничением для применения метода реинфузии крови является высокая стоимость аппаратуры и расходных материалов, что делает процедуру экономически нецелесообразной при кровопотере менее 35 % ОЦК.

К числу кровосберегающих методов относится и предоперационная или интраоперационная нормоволемическая гемодилюция (НВГД). По уровню гематокрита выделяют умеренную (гематокрит 28%), критическую (гематокрит 20%) и глубокую (гематокрит 15% и менее) степень гемодилюции [73]. Положительными эффектами НВГД являются снижение вязкости крови, уменьшение общего периферического сопротивления, возрастание ударного объема, улучшение микроциркуляции, увеличение оксигенации тканей. Оптимальным считается уровень гематокрита крови 30%, при этом максимально возрастает доставка кислорода к тканям. Минимальным и безопасным уровнем гематокрита во время операции на фоне НВГД считается 20–25%, при котором еще не страдает кислородотранспортная функция крови [103]. Было показано, что применение НВГД уменьшало объем интраоперационной кровопотери, снижало риск инфекционных осложнений, связанных с переливанием донорской крови, риск посттрансфузионных реакций, уменьшало потребность в использовании донорской крови на 75–90% [2, 26, 29, 51, 57]. Эта методика применялась и в детской хирургии, в частности при ортопедических операциях по поводу сколиоза [4, 32, 60, 62, 99]. Ряд исследователей при хирургических вмешательствах на позвоночнике у детей предлагают использовать гипervолемическую гемодилюцию на основе растворов ГЭК, считая этот метод

эффективным, безопасным и экономически выгодным методом профилактики и коррекции операционной кровопотери [23]. Исследованиями показано, что НВГД не вызывает нарушений в системе гемостаза. Отмечено лишь кратковременное изменение всех параметров свертывающей системы в сторону гипокоагуляции, которые быстро восстанавливаются после ретрансфузии [17, 32, 54].

Однако исследованиями установлены и негативные эффекты НВГД. Выделены три фактора риска, способных нарушить нормальную реакцию организма на НВГД: развитие относительной гиповолемии; кардиодепрессивный эффект фармакологических препаратов, в частности высоких доз фентанила; заболевания сердца. Ускорение кровотока по малому кругу кровообращения при гемодилюции может приводить к функциональному шунтированию и нарушению оксигенации крови, особенно у больных с анатомо-функциональными изменениями дыхательной системы [98]. Экспериментальные данные Naga et al. [109] показали, что гемодилюция может изменить соматосенсорные вызванные потенциалы, а также снизить порог толерантности спинного мозга к гипоксии. Были установлены критерии отбора больных для проведения НВГД. Анемия, повреждение миокарда, обструктивные и рестриктивные заболевания легких, нарушение функции почек и коагулопатия являются, по мнению некоторых авторов [26, 42], абсолютными противопоказаниями к использованию данной методики.

Все большее применение находят способы предоперационной заготовки компонентов аутокрови или аутоплазмы, в частности в хирургии позвоночника у детей, которые позволяют создать максимально эффективную и безопасную для пациента программу инфузионно-трансфузионного обеспечения при выполнении хирургических операций, сопровождающихся массивной кровопотерей [59, 61, 62, 89, 119]. Эксфузию аутокрови осуществляют из крупной

периферической вены в количестве 10–15 % ОЦК. Замещение эксфузированного объема крови восполняют эквивалентным количеством физиологического раствора. Заготовленную аутокровь хранят цельной или разделяют на фракции: эритроциты, плазму, тромбомассу. Данные способы позволяют заготавливать необходимое количество аутокрови (с учетом предполагаемой операционной кровопотери при плановых хирургических операциях) у взрослых в течение 2–5 недель и предполагают проведение мероприятий, направленных на восстановление показателей красной крови путем назначения эритропоэтина в сочетании с препаратами железа. Эритропоэтин стимулирует эритропоэз, позволяет заготовить большее количество аутокрови даже у больных с низким уровнем гематокрита. Эффективность лечения эритропоэтином при этом напрямую зависит от одновременного назначения препаратов железа. В ряде случаев на этапах заготовки аутокрови рекомендуется применение витаминотерапии [1, 4, 15, 31, 68, 90].

Однако данные способы предоперационной заготовки компонентов аутокрови предполагают длительный временной период, что приводит к задержке хирургического вмешательства, значительному увеличению сроков пребывания пациента в стационаре и развитию необратимых изменений в процессе консервации и хранения эритроцитарной массы. Кроме того, в ряде случаев осложнением заготовки аутокрови является развитие предоперационной анемии [55, 90]. Следует учитывать и тот факт, что у 24–63 % детей, проживающих в России, выявляется латентный дефицит железа [20]. О большей эффективности заготовки компонентов аутокрови в сочетании с проведением НВГД в хирургии позвоночника у подростков, чем аппаратного сбора крови, говорит Copley et al. [83]. Сочетание терапии эритропоэтином и проведение НВГД, по мнению Meneghini et al. [106], существенно расширяет возможности последней у детей.

Весьма актуальным в настоящее время является использование искусственных кровозаменителей — переносчиков кислорода, в частности перфторана, который в 1996 г. рекомендован к медицинскому применению. Доказано, что включение перфторана в программу комплексного лечения массивной кровопотери устраняет спазм периферических сосудов, обеспечивает адекватный газообмен, повышает кислородную емкость крови и не изменяет состояния системы гемостаза. Появляются сообщения о включении перфторана в схему инфузионной терапии при проведении НВГД. Использование перфторана делает возможным проведение нормоволемической гемодилюции даже у больных с заболеваниями легких и ишемической болезнью сердца [40, 41, 120]. Однако сообщений об эффективности применения перфторана в хирургии сколиоза при анализе данных литературы мы не встретили.

Таким образом, в настоящее время отмечается тенденция к значительному сокращению использования компонентов донорской крови во всех областях хирургии, вплоть до полного отказа от аллогенных трансфузий. Понятно, что решение этой проблемы возможно только путем сочетания нескольких кровосберегающих методик и создания комплексных программ в реализации этого направления [14, 96].

Анализ современных сведений, касающихся новых представлений об интенсивной терапии массивной кровопотери, в частности при хирургическом лечении сколиоза, убеждает в том, что весьма актуальной остается проблема предупреждения осложнений и возможных критических состояний, связанных с необходимостью ее возмещения. Патологические особенности кровопотери при хирургической коррекции тяжелых деформаций позвоночника, исходный соматический статус больного, особенности используемых хирургических технологий, степень травматизации тканей, многостадийность и продолжи-

тельность операций, фармакологические характеристики анестетиков, респираторная поддержка, закономерные сдвиги в системе гомеостаза являются главными факторами вынужденной хирургической агрессии на организм больного, которые должны учитываться в поиске наиболее эффективных и безопасных путей при определении объема и качества инфузионно-трансфузионного обес-

печения на этапах периоперационного периода при выполнении подобных операций.

В настоящей работе мы преследовали цель систематизировать современные сведения, касающиеся новых представлений об интенсивной терапии массивной кровопотери. Основой информационного исследования послужили статьи в периодических отечественных и зарубежных изда-

ниях, материалы монографий, конференций, съездов и других источников научно-медицинской информации. Надеемся, что представленные в обзоре современные сведения помогут в решении проблемы предупреждения осложнений и возможных критических состояний, связанных с необходимостью крововозмещения, в частности при хирургической коррекции сколиоза.

Литература

1. Барон Ж.Ф. Фармакологические методы стимуляции эритропоэза — эритропоэтин в сочетании с методиками сбережения крови // Альтернативы переливанию крови в хирургии: Прил. к журн. «Анестезиология и реаниматология». М., 1999. С. 68–80.
2. Бирюкова Е.Е., Плетнев И.Н., Ветрилэ С.Т. и др. Острая нормоволемическая гемодилюция как альтернатива кровосберегающим методикам при операциях коррекции деформаций позвоночника у больных сколиозом III–IV степени // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. 2001. № 4. С. 25–28.
3. Бирюкова Е.Е., Базанов Э.Б., Плетнев И.Н. и др. Особенности инфузионно-трансфузионной терапии при операциях по коррекции деформации позвоночника у больных со сколиозом III–IV степени // Вестн. интенсивной терапии. 2001. № 3. С. 21–26.
4. Белебзев Г.И., Левицкий А.Ф., Водяницкий С.Л. и др. Комплексный подход к сокращению аллогенных трансфузий во время оперативного лечения сколиозов у подростков // Хирургия позвоночника — полный спектр: Тез. докл. науч. конф., посв. 40-летию отделения патологии позвоночника ЦИТО. М., 2007. С. 157–158.
5. Брюсов П.Г. Гемотрансфузионная терапия при кровопотере // Клиническая трансфузиология. М., 1997. С. 197–213.
6. Бубнов В.А. Протокол восполнения интраоперационной кровопотери компонентами аутокрови с использованием системы «REDAX DRENTECH SURGICAL» // Вопр. трансфузиологии и гемостазиологии. 2007. № 5. С. 159–160.
7. Виньон Д. Риск, связанный с переливанием крови // Альтернативы переливанию крови в хирургии: Прил. к журн. «Анестезиология и реаниматология». М., 1999. С. 27–42.
8. Воробьев А.И. Нерешенные проблемы трансфузиологии // Проблемы бескровной хирургии: Тез. докл. междунар. симпозиума. М., 2001. С. 16–20.
9. Грегори Д.А. Анестезия в педиатрии. М., 2003.
10. Гордеев В.И., Александрович Ю.С. ABC инфузионной терапии и парентерального питания в педиатрии. СПб., 2006.
11. Горбеев Е.С., Громова В.В., Буйденко Ю.В. и др. Интраоперационная аппаратная реинфузия эритроцитарной массы как метод кровосбережения // Рос. журн. анест. и интенсив. терап. 1999. № 2. С. 73–79.
12. Дамир Е.А. Инфузионно-трансфузионная терапия во время анестезии и операции. М., 1994.
13. Долнина О.А. Операции на легких, трахее, бронхах // Справочник по анестезиологии и реаниматологии. М., 1982. С. 197–200.
14. Домрачев С.А., Чиников М.А., Хватов В.Б. Методы бескровной хирургии при выполнении операций на органах пищеварительной системы // Вестн. службы крови России. 2004. № 4. С. 31–39.
15. Ежевская А.А., Перльмуттер О.А., Соснин А.Г. Комплексный подход к обеспечению операций хирургической коррекции сколиоза // II междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых по вертебрологии и смежным дисциплинам: Тез. докл. Новосибирск, 2008. С. 45–46.
16. Жукова Ю.В., Каллберз В.К., Каллберза М.В. Интраоперационная аутогемотрансфузия с использованием современной техники // Вестн. травм. и ортоп. им. Н.Н. Приорова. 1999. № 2. С. 65–68.
17. Захарин Р.Г., Бернакевич А.И., Кулешов А.А. и др. Массивная кровопотеря при хирургии сколиоза // Адаптация различных систем организма при сколиотической деформации позвоночника. Методы лечения: Тез. докл. междунар. симпозиума. М., 2003. С. 28–30.
18. Зильбер А.П. Клиническая физиология в анестезиологии и реаниматологии. М., 1984.
19. Зильбер А.П. Этические и юридические проблемы гемотрансфузии // Бескровная хирургия. М., 2003. С. 11–14.
20. Казначеева Л.Ф. Дефицит железа у детей. Новосибирск, 1997.
21. Колосков А.В. Иммуные негемолитические реакции и осложнения гемотрансфузий // Гематология и трансфузиология. 2004. Т. 49. № 3. С. 35–42.
22. Колосков А.В. Современное представление о показаниях для трансфузии эритроцитарных компонентов крови // Гематология и трансфузиология. 2004. Т. 49. № 6. С. 38–42.
23. Контакевич М.М., Живило В.Ф., Казиахмедов Е.А. и др. Инфузионно-трансфузионная терапия при ортопедических операциях у детей // Вестн. службы крови России. 2000. № 3. С. 21–25.
24. Кралин А.Б., Ветрилэ С.Т., Аржакова Н.И. Анестезиологическое обеспечение корригирующих операций на позвоночнике с применением инструментария Котреля — Дюбюссе при тяжелых формах сколиоза. М., 2002.
25. Кудимов С.А., Орлов Г.С., Мезенцев А.А. и др. Некоторые аспекты предупреждения и восполнения кровопотери при оперативном лечении сколиозов у детей // Адаптация различных систем организма при сколиотической деформации позвоночника. Методы лечения: Тез. докл. междунар. симпозиума. М., 2003. С. 147–149.
26. Кузнецов Н.А., Александрова Н.П., Богданов А.Е. и др. Реологические эффекты нормоволемической гемодилюции // Анестезиология и реаниматология. 1990. № 2. С. 18–22.
27. Кулешов А.А., Ветрилэ С.Т., Захарин Р.Г. и др. Массивная кровопотеря и коагуляционный гемостаз при хирургическом лечении сколиоза у детей и подростков // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. 2003. № 4. С. 64–68.
28. Лазорт Г., Гаузе А., Джинджиани Р. Вазкуляризация и гемодинамика спинного мозга. М., 1977.
29. Лазоринице В.В., Лоскутов О.А., Дружина А.Н. Основные принципы проведения кардиохирургических операций с использованием кровосберегающих методик. Киев, 2006.

30. Лекманов А.У., Михельсон В.А., Гольдина О.А. Базовая профилактика и терапия кровопотери при операциях у детей // Вестн. интенсивной терапии. 2000. № 3. С. 41–47.
31. Лисандер Б. Сравнительная оценка различных методов сбережения крови в хирургии // Альтернативы переливанию крови в хирургии: Прил. к журн. «Анестезиология и реаниматология». М., 1999. С. 81–93.
32. Лубнин А.Ю., Тома Г.И. Изоволевическая гемодилюция // Анестезиология и реаниматология. 1994. № 3. С. 60–67.
33. Масрова Н.Д. Изучение центрального и органо-го кровообращения как факторов жизнеобеспечения при операциях на позвоночнике: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск, 1978.
34. Марютин П.В., Левченко Л.Б., Учвашкин В.Г. и др. Кровопотеря, гиповолемия, подходы к инфузионно-трансфузионной коррекции // Анестезиология и реаниматология. 1999. № 3. С. 35–41.
35. Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., Новиков В.В. и др. Инструментарий Cotel – Dubousset в хирургии идиопатического сколиоза // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. 1999. № 2. С. 3–7.
36. Михайловский М.В., Фомичев Н.Г. Хирургия деформаций позвоночника. Новосибирск, 2002.
37. Михайловский М.В. Хирургия идиопатического сколиоза: ближайшие и отдаленные результаты. Новосибирск, 2007.
38. Михельсон В.А., Попова Т.Г., Кажарская Е.Ю. Водно-электролитный баланс и основные принципы инфузионной терапии у детей // Детская больница. 2003. № 1. С. 39–45.
39. Молчанов И.В., Гольдина О.А., Горбачевский Ю.В. Растворы гидроксипропилированного крахмала — современные и эффективные плазмозамещающие средства инфузионной терапии. М., 1998.
40. Мороз В.В., Крылов Н.Л., Иваницкий Г.Р. и др. Применение перфторана в клинической медицине // Альтернативы переливанию крови в хирургии: Прил. к журн. «Анестезиология и реаниматология». М., 1999. С. 126–135.
41. Мороз В.В., Афонин А.Н. Современное состояние проблемы создания кровезаменителя — переносчика кислорода // Вестн. службы крови. 2000. № 1. С. 17–20.
42. Николов К., Хугасян А., Лазаров С. Изменения гемодинамики при дооперационной нормоволевической гемодилюции (проспективное, рандомизированное и сравнительное исследование) // Анестезиология и реаниматология. 1990. № 1. С. 30–31.
43. Новиков А.Ф., Воловик В.Е. Особенности анестезиологического обеспечения при вмешательствах на вентральном отделе позвоночника трансторакальным доступом // Проблемы хирургии позвоночника и спинного мозга: Тез. докл. Всерос. науч.-практ. конф. Новосибирск, 1996. С. 123–124.
44. Омигова М.К. Изучение давления в нижней полой вене как фактора, определяющего кровопотерю при операциях на позвоночнике: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск, 1974.
45. Острейков И.Ф., Ильин А.В., Контакевич М.М. Общая анестезия и инфузионно-трансфузионная терапия при оперативных вмешательствах в позднем периоде травматической болезни спинного мозга у детей // Детская хирургия. 2000. № 5. С. 42–45.
46. Парк Г., Роу П. Инфузионная терапия. М., 2005.
47. Перльмуттер О.А., Соснин А.Г., Млявых С.Г. и др. Ближайшие результаты хирургической коррекции тяжелых форм сколиотических и кифосколиотических деформаций позвоночника // Хирургия позвоночника — полный спектр: Тез. докл. науч. конф., посв. 40-летию отделения патологии позвоночника ЦИТО. М., 2007. С. 228–229.
48. Петровский Б.В. Ни минуты боли, ни лишней капли крови у пациента // Бескровная хирургия на пороге XXI в.: Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. М., 2000. С. 13–16.
49. Рослик И.Л., Халецкий В.В., Коршиков О.Б. и др. Кровосберегающие технологии в хирургии диспластического (идиопатического) сколиоза // Науч.-практ. конф. травматологов-ортопедов Республики Беларусь: Тез. докл. Минск, 2000. С. 248–253.
50. Де Souza К.К. Периоперационная инфузионная терапия в педиатрии // Рос. журн. анестезиологии и интенсивной терапии. 1999. № 2. С. 60–63.
51. Сергеев С.В., Загородний Н.В., Джоджуа А.В. и др. Интраоперационный забор и послеоперационная аутоотрансфузия крови как способ ее сохранения при операциях у травматолого-ортопедических больных // Вестн. службы крови России. 1999. № 4. С. 28–30.
52. Сергеев С.В., Джоджуа А.В., Абдулхабирова М.А. и др. Реинфузия дренажной крови // Бескровная хирургия: Новые направления в хирургии, анестезиологии, трансфузиологии. М., 2003. С. 145–146.
53. Соловьев Г.М., Радзивил Г.Г. Кровопотеря и регуляция кровообращения в хирургии. М., 1973.
54. Стефанов С.Г., Гришин В.В., Черкасов И.Ю. Состояние свертывающей системы крови при операциях на сердце с искусственным кровообращением в условиях острой нормоволевической гемодилюции // Бескровная хирургия (новые направления в хирургии, анестезиологии, трансфузиологии). М., 2003. С. 70–73.
55. Суханов Ю.С., Аграненко В.А. Аутогемотрансфузии. М., 1999.
56. Таричко Ю.В. Проблема развития и внедрения методов бескровной хирургии в мировой практике // Бескровная хирургия: Новые направления в хирургии, анестезиологии, трансфузиологии. М., 2003. С. 3–6.
57. Тихилов Р.М., Казарин В.С., Кустов В.М. Стратегия сбережения крови в травматологии и ортопедии // Эфферентная терапия. 2004. Т. 10. № 3. С. 93–101.
58. Трекова Н.А., Кузнецов Р.В., Иванов А.С. и др. Методы сбережения крови у детей, оперированных в условиях искусственного кровообращения // Бескровная хирургия: Новые направления в хирургии, анестезиологии, трансфузиологии. М., 2003. С. 59–61.
59. Ульрих Г.Э., Ушаков А.В. Нормоволевическая гемодилюция аутологичной свежемороженой плазмой в хирургии позвоночника у детей // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2002. Т. 161. № 5. С. 48–50.
60. Ульрих Г.Э. Анестезиологическое обеспечение операций на позвоночнике у детей: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2005.
61. Ульрих Э.В., Мушкин А.Ю. Хирургическое лечение пороков развития позвоночника у детей. СПб., 2007.
62. Ушаков А.В., Ульрих Г.Э., Гордеев В.И. и др. Острая нормоволевическая гемодилюция свежемороженой аутоплазмой в плановой хирургии у детей // Бескровная хирургия. М., 2003. С. 118–120.
63. Фищенко В.Я. Кровопотеря, ее профилактика и компенсация при операциях на позвоночнике при сколиозе // Ортопед, травматол. и протезир. 1982. № 2. С. 5–7.
64. Фищенко В.Я. Результаты патогенетического хирургического лечения больных сколиозом // Актуальные вопросы профилактики и лечения сколиоза у детей. М., 1984. С. 127–132.
65. Фищенко В.Я. Сколиоз. Макеевка, 2005.
66. Цивьян Я.Л. Сколиотическая болезнь и ее лечение. Ташкент, 1972.
67. Цивьян Я.Л., Лившиц Д.Н. Профилактика спинно-мозговых осложнений при операциях дистракции позвоночника по поводу сколиотической болезни // Актуальные вопросы вертебрологии. Л., 1988. С. 82–84.
68. Шандер А. Анестезиологическая тактика и фармакологические средства для ограничения периоперационной кровопотери // Альтернативы переливанию крови в хирургии: Прил. к журн. «Анестезиология и реаниматология». М., 1999. С. 68–80.

69. **Шандер А.** Бескровные методы лечения. Альтернативы переливанию крови // Проблемы бескровной хирургии: Тез. докл. междунар. симпозиумов. М., 2001. С. 30–43.
70. **Шандер А.** Толерантность к анемии. Стратегия бескровной хирургии — роль анестезиолога // Бескровная хирургия на пороге XXI века: Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. М., 2000. С. 115–123.
71. **Яицкий Н.А., Афанасьев Б.В., Барышев А.Б. и др.** Достижения трансфузиологии в коррекции нарушений гомеостаза // Эфферентная терапия. 2004. Т. 10. № 3. С. 19–25.
72. **Albert T.J., Desai D., McIntosh T., et al.** Early versus late replacement of autotransfused blood in elective spinal surgery. A prospective randomized study // *Spine*. 1993. Vol. 18. P. 1071–1078.
73. **Axon R.N., Baird M.S., Lang J.D., et al.** PentaLyte decreases lung injury after aortic occlusion-reperfusion // *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.* 1998. Vol. 157. P. 1982–1990.
74. **Bernard J.M., Le Penven-Henninger C., Passuti N.** Sudden decreases in mixed venous oxygen saturation during posterior spinal fusion // *Anesth. Analg.* 1995. Vol. 80. P. 1038–1041.
75. **Blumberg N.** Allogeneic transfusion and infection: economic and clinical implications // *Semin. Hematol.* 1997. Vol. 34. Suppl. 2. P. 34–40.
76. **Brodsky J.W., Dickson J.H., Erwin W.D., et al.** Hypotensive anesthesia for scoliosis surgery in Jehovah's Witnesses // *Spine*. 1991. Vol. 16. P. 304–306.
77. **Brunson M.E., Alexander J.W.** Mechanisms of transfusion-induced immunosuppression // *Transfusion*. 1990. Vol. 30. P. 651–658.
78. **Byrd J.A.3rd, Scoles P.V., Winter R.B., et al.** Adult idiopathic scoliosis treated by anterior and posterior spinal fusion // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1987. Vol. 69. P. 843–850.
79. **Carson J.L., Poses R.M., Spence R.K., et al.** Severity anaemia and operative mortality and morbidity // *Lancet*. 1988. Vol. 1. P. 727–729.
80. **Casthely P.A., Lear S., Cottrell J.E., et al.** Intrapulmonary shunting during induced hypotension // *Anesth. Analg.* 1982. Vol. 61. P. 231–235.
81. **Christodoulou A.G., Prince H.G., Webb J.K., et al.** Adolescent idiopathic thoracic scoliosis. A prospective trial with and without bracing during postoperative care // *J. Bone Joint Surg. Br.* 1987. Vol. 69. P. 13–16.
82. **Copley L.A., Richards B.S., Safavi F.Z., et al.** Hemodilution as a method to reduce transfusion requirements in adolescent spine fusion surgery // *Spine*. 1999. Vol. 24. P. 219–224.
83. **D'Ambra M.N., Kaplan D.K.** Alternatives to allogeneic blood use in surgery: acute normovolemic hemodilution and preoperative autologous donation // *Am. J. Surg.* 1995. Vol. 170. P. 498–528.
84. **Dastyh M., Cundrie I., Vlach O.** [The effect of controlled hypotension on kidney function in spinal surgery] // *Cas. Lek. Cesk.* 1990. Vol. 129. P. 1198–1201. Czech.
85. **Dickson J.H., Erwin W.D., Rossi D.** Harrington instrumentation and arthrodesis for idiopathic scoliosis. A twenty-one-year follow-up // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1990. Vol. 72. P. 678–683.
86. **Dubos J., Mercier C.** [Anesthetic problems and postoperative care in the surgery for scoliosis] // *Agressologie*. 1994. Vol. 34. P. 27–32. French.
87. **Fievez E., Schultze-Balin C., Herbaux B., et al.** [A study of blood loss during surgery for scoliosis. Posterior approach in 319 adolescents] // *Cah. Anesthesiol.* 1995. Vol. 43. P. 425–433. French.
88. **Fox H.J., Thomas C.H., Thompson A.G.** Spinal instrumentation for Duchenne's muscular dystrophy: experience of hypotensive anaesthesia to minimize blood loss // *J. Pediatr. Orthop.* 1997. Vol. 17. P. 750–753. Изменился первый автор
89. **Garcia-Erce J.A., Munoz M., Bisbe E., et al.** Predeposit autologous donation in spinal surgery: a multicentre study // *Eur. Spine. J.* 2004. Vol. 13. Suppl. 1. P. S34–39.
90. **Goodnough L.T.** Autologous blood procurement in surgery // *TATM*. 2000. Vol. 2. Suppl. 1. P. 22–26.
91. **Grundy B.L., Nash C.L. Jr., Brown R.H.** Arterial pressure manipulation alters spinal cord function during correction of scoliosis // *Anesthesiology*. 1981. Vol. 54. P. 249–253.
92. **Guay J., Haig M., Lortie L., et al.** Predicting blood loss in surgery for idiopathic scoliosis // *Can. J. Anaesth.* 1994. Vol. 41. P. 775–781.
93. **Hankeln K., Senker R., Beez M., et al.** [A comparative study of the effectiveness of 5 % human albumin and 10 % hydroxyethyl starch (HAES-steril) for correcting hemodynamics and O2 transport in surgical interventions] // *Anesthesiol. Reanimatol.* 1997. N 1. P. 23–26.
94. **Hopf C., Matthias H.H., Heine J.** [Initial results of the surgical treatment of scoliosis with the Cotrel and Dubousset CD instruments] // *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* 1987. Vol. 125. P. 347–354. German.
95. **Kakiuchi M.** Reduction of blood loss during spinal surgery by epidural blockade under normotensive general anesthesia // *Spine*. 1997. Vol. 22. P. 889–894.
96. **Katz E., Gaitini L., Samri M., et al.** The use of technologies to decrease peri-operative allogenic blood transfusion: results of practice variation in Israel // *Isr. Med. Assoc. J.* 2001. Vol. 3. P. 809–812.
97. **Kling T.F., Wilton N., Hensinger R.N., et al.** The influence of trimethaphan (Arfonad)-induced hypotension with and without spine distraction on canine spinal cord blood flow // *Spine*. 1986. Vol. 11. P. 219–224.
98. **Laks J., Pilon R.N., Klovekorn W.P., et al.** Acute hemodilution: its effect on hemodynamics and oxygen transport in anesthetized man // *Ann. Surg.* 1974. Vol. 180. P. 103–109.
99. **Lisander B., Jonsson R., Nordwall A.** Combination of blood-saving methods decreases homologous blood requirements in scoliosis surgery // *Anaesth. Intensive Care*. 1996. Vol. 24. P. 555–558.
100. **Lundsgaard-Hansen P.** Treatment of acute blood loss // *Vox Sang.* 1992. Vol. 63. P. 241–246.
101. **Malcolm-Smith N.A., McMaster M.J.** The use of induced hypotension to control bleeding during posterior fusion for scoliosis // *J. Bone Joint Surg. Br.* 1983. Vol. 65. P. 255–258.
102. **Mandel R.J., Brown M.D., McCollough N.C., et al.** Hypotensive anesthesia and autotransfusion in spinal surgery // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1981. N 154. P. 27–33.
103. **Matot I., Scheinin O., Jurim O., et al.** Effectiveness of acute normovolemic hemodilution to minimize allogeneic blood transfusion in major liver resections // *Anesthesiology*. 2002. Vol. 97. P. 794–800.
104. **Mayer P.J., Gehlsen J.A.** Coagulopathies associated with major spinal surgery // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1989. N 275. P. 83–88.
105. **McNeill T.W., DeWald R.L., Kuo K.N., et al.** Controlled hypotensive anesthesia in scoliosis surgery // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1974. Vol. 56. P. 1167–1172.
106. **Meneghini L., Zadra N., Aneloni V., et al.** Erythropoietin therapy and acute preoperative normovolaemic haemodilution in infants undergoing cranioclystosis surgery // *Paediatr. Anaesth.* 2003. Vol. 13. P. 392–396.
107. **Mielke C.H., Lonstein J.E., Denis F., et al.** Surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. A comparative analysis // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1989. Vol. 71. P. 1170–1177.
108. **Murray D.J., Forbes R.B., Titone M.B., et al.** Transfusion management in pediatric and adolescent scoliosis surgery. Efficacy of autologous blood // *Spine*. 1997. Vol. 22. P. 2735–2740.
109. **Nagao S., Roccaforte P., Moody R.A.** The effects of isovolemic haemodilution and reinfusion of packed erythrocytes on somatosensory and visual evoked potential // *J. Surg. Res.* 1978. Vol. 25. P. 530–537.
110. **Nielsen V.G., Tan S., Brix A.E., et al.** Hextend (hetastarch solution) decreases multiple organ injury and xanthine oxidase release after hepatoenteric ischemia-reperfusion in rabbits // *Crit. Care Med.* 1997. Vol. 25. P. 1565–1574.
111. **Oga M., Ikuta H., Sugioka Y.** The use of autologous blood in the surgical treatment of spinal disorders // *Spine*. 1992. Vol. 17. P. 1381–1385.

112. **Park C.K.** The effect of patient positioning on intra-abdominal pressure and blood loss in spinal surgery // *Anesth. Analg.* 2000. Vol. 91. P. 552–557.
113. **Penner M., Fingerhut D., Tacke A.** [Effect of a new 10 % hydroxyethyl starch solution HES/270/0.5 on blood coagulation, blood loss and hemodynamics in comparison with 3.5 % PPL] // *Infusionstherapie.* 1990. Vol. 17. P. 314–318. German.
114. **Phillips W.A., Hensinger R.N.** Control of blood loss during scoliosis surgery // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1988. N 229. P. 88–93.
115. **Porter S.S., Asher M., Fox D.K.** Comparison of intravenous nitroprusside, nitroprusside-captopril, and nitroglycerin for deliberate hypotension during posterior spine fusion in adults // *J. Clin. Anesth.* 1988. Vol. 1. P. 87–95.
116. **Powell E.T. 4th, Krengel W.F. 3rd, King H.A., et al.** Comparison of same-day sequential anterior and posterior spinal fusion with delayed two-stage anterior and posterior spinal fusion // *Spine.* 1994. Vol. 19. P. 1256–1259.
117. **Raw D.A., Beattie J.K., Hunter J.M.** // *Anaesthesia for spinal surgery in adults* // *Br. J. Anaesth.* 2003. Vol. 91. P. 886–904.
118. **Rylance P.B., Carli F., McArthur S.E., et al.** The effect of induced hypotension and tissue trauma on renal function in scoliosis surgery // *J. Bone Joint Surg. Br.* 1988. Vol. 70. P. 127–129.
119. **Sonzogni V., Crupi G., Poma R., et al.** Erythropoietin therapy and preoperative autologous blood donation in children undergoing open heart surgery // *Br. J. Anaesth.* 2001. Vol. 87. P. 429–434.
120. **Spahn D.R., Waschke K.F., Standl T., et al.** Use of perflubron emulsion to decrease allogeneic blood transfusion in high-blood-loss non-cardiac surgery: results of a European phase 3 study // *Anesthesiology.* 2002. Vol. 97. P. 1338–1349.
121. **Steinke N.M., Bunge C.E.** [Intraoperative autologous transfusion (erythrocyte saving) in surgery for scoliosis. A case-controlled study] // *Ugeskr. Laeger.* 1991. Vol. 153. P. 2420–2423.
122. **Sumpelmann R., Schurholz T., Marx G., et al.** Protective effects of plasma replacement fluids on erythrocytes exposed to mechanical stress // *Anaesthesia.* 2000. Vol. 55. P. 976–979.
123. **Velanovich V.** Crystalloid versus colloid fluid resuscitation: a meta-analysis of mortality // *Surgery.* 1989. Vol. 105. P. 65–71.
124. **Yeoman P.M., Gibson M.J., Hutchinson A., et al.** Influence of induced hypotension and spinal distraction on feline spinal somatosensory evoked potentials // *Br. J. Anaesth.* 1989. Vol. 63. P. 315–320.
125. **Zikria B.A., King T.C., Stanford J., et al.** A biophysical approach to capillary permeability // *Surgery.* 1989. Vol. 105. P. 625–631.

Адрес для переписки:

Лебедева Майя Николаевна
630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,
НИИТО,
niito@niito.ru

Статья поступила в редакцию 14.07.2009