



ПРОФИЛАКТИКА ПОВЫШЕНИЯ ВНУТРИБРЮШНОГО ДАВЛЕНИЯ КАК ЗНАЧИМЫЙ ФАКТОР УМЕНЬШЕНИЯ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ КРОВОПОТЕРИ В ХИРУРГИИ СКОЛИОЗА

М.Н. Лебедева, А.А. Иванова, Д.С. Лукьянов, В.В. Новиков, А.С. Васюра
Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна

Цель исследования. Количественная оценка объемов интраоперационной кровопотери при хирургической коррекции идиопатического сколиоза в условиях применения укладки пациента с полной декомпрессией передней брюшной стенки.

Материал и методы. Проанализированы результаты лечения идиопатического сколиоза у 122 больных, которым выполнено вмешательство в объеме скелетного вытяжения и дорсальной коррекции с использованием гибридного инструментария в положении лежа на животе. Дорсальную коррекцию у 60 больных I группы выполняли на стандартном ортопедическом столе, у 62 больных II группы — на модульном операционном столе для спинальной хирургии, обеспечивающем полную декомпрессию передней брюшной стенки.

Результаты. Исследуемые показатели в группах: величина деформации $54,7^\circ \pm 16,3^\circ$ (I), $61,5^\circ \pm 19,4^\circ$ (II); протяженность дорсального спондилодеза $12,5 \pm 1,1$ сегмента (I), $12,8 \pm 0,9$ сегмента (II); количество уровней транспедикулярной фиксации $4,1 \pm 1,1$ (I), $4,2 \pm 1,8$ (II); продолжительность операции $169,4 \pm 30,3$ мин (I), $159,0 \pm 31,6$ мин (II). Величина интраоперационной кровопотери в группах имела существенное различие: $1024,9 \pm 409,2$ мл ($28,6 \pm 12,3$ % ОЦК; I), $595,2 \pm 208,6$ мл ($16,7 \pm 6,2$ % ОЦК; II).

Заключение. Обеспечение полной декомпрессии передней брюшной стенки в хирургии идиопатического сколиоза позволило уменьшить (на 41,6 %) объем интраоперационной кровопотери и обеспечить отсутствие показаний к проведению гемотрансфузий у 48,4 % оперированных.

Ключевые слова: идиопатический сколиоз, задний спондилодез, интраоперационная кровопотеря, внутрибрюшное давление, нижняя полая вена.

Для цитирования: Лебедева М.Н., Иванова А.А., Лукьянов Д.С., Новиков В.В., Васюра А.С. Профилактика повышения внутрибрюшного давления как значимый фактор уменьшения интраоперационной кровопотери в хирургии сколиоза // Хирургия позвоночника. 2014. №1. С. 94–99.

PREVENTION OF INTRA-ABDOMINAL PRESSURE INCREASE AS A SIGNIFICANT FACTOR IN REDUCING INTRAOPERATIVE BLOOD LOSS IN SCOLIOSIS SURGERY

M.N. Lebedeva, A.A. Ivanova, D.S. Lukjanov, V.V. Novikov, A.S. Vasyura

Objective. Quantitative estimation of intraoperative blood loss volume in surgical correction of idiopathic scoliosis with patient's positioning ensuring complete decompression of the anterior abdominal wall.

Material and Methods. Results of surgical correction of idiopathic scoliosis in 122 patients who underwent surgery involving skeletal traction and posterior correction with hybrid instrumentation in the prone position were analyzed. Posterior correction in 60 patients from Group I was performed on a standard orthopedic table, and in 62 patients from Group II — on a modular operating table for spinal surgery providing complete decompression of the anterior abdominal wall.

Results. The studied parameters in groups were as follows: deformity magnitude — $54.7^\circ \pm 16.3^\circ$ in Group I vs $61.5^\circ \pm 19.4^\circ$ in Group II, the length of the posterior spinal fusion — 12.5 ± 1.1 vs 12.8 ± 0.9 segments, the number of levels in transpedicular fixation — 4.1 ± 1.1 vs 4.2 ± 1.8 , and surgery duration — 169.4 ± 30.3 min vs 159.0 ± 31.6 min, respectively. The volume of intraoperative blood loss showed significant difference between groups: 1024.9 ± 409.2 ml (28.6 ± 12.3 % of circulating blood) in Group I, and 595.2 ± 208.6 ml (16.7 ± 6.2 % of circulating blood) in Group II.

Conclusion. Complete decompression of the anterior abdominal wall during surgical correction of idiopathic scoliosis allowed reducing intraoperative blood loss by 41.6 % and ensuring the absence of indications for blood transfusion in 48.4 % of operated patients.

Key Words: idiopathic scoliosis, posterior fusion, intraoperative blood loss, intra-abdominal pressure, inferior vena cava.

Hir. Pozvonoc. 2014;(1):94–99.

Интраоперационная кровопотеря в хирургии сколиоза, несмотря на совершенствование хирургической техники и применение современных специальных средств для осуществления местного хирургического гемостаза, чаще всего относится к категории значительной или массивной [2, 3, 5, 12, 13, 16, 19, 20, 22, 24, 31]. Основными известными причинами интраоперационного кровотечения при выполнении хирургической коррекции сколиотических деформаций позвоночника являются объем вынужденно травмируемых мягких тканей, обширная декорткация дорсальных отделов позвоночника, технологические особенности операций, длительность хирургического вмешательства [9–11, 26, 27, 34]. Однако не меньшее значение имеет то обстоятельство, что операции по поводу сколиоза выполняются в нефизиологичном положении больного на операционном столе – лежа на животе лицом вниз (prone position) в условиях сдавления передней брюшной стенки, что закономерно приводит к повышению внутрибрюшного давления. Так как брюшная полость представляет собой пространство, ограниченное мышцами, позвоночником, диафрагмой и костями таза, то рост давления в замкнутом пространстве в соответствии с законом Паскаля [14, 29] оказывает равномерное действие во всех направлениях, из которых наиболее существенным признается давление на заднюю стенку брюшной полости, где расположена нижняя полая вена. Это приводит к нарушению кровотока по нижней полой вене, следствием чего становится повышенная интраоперационная кровоточивость тканей, достигающая максимума на этапах скелетирования задних структур позвонков и других манипуляциях на позвоночнике. При этом кровотечение из губчатой кости носит преимущественно венозный диффузный характер. Эта особенность обусловлена анатомическими характеристиками венозной системы позвоночника, в частности хорошо развитых наружного и внутреннего венозных сплетений,

анастомозирующих между собой и через сегментарные вены с полыми венами. При сдавлении нижней полой вены в окольное кровообращение включается вертебральная система для оттока крови к правому сердцу [4, 6, 8, 18]. Одним из существующих приемов для снижения интраоперационной кровопотери в хирургии сколиоза является профилактика повышения внутрибрюшного давления. Для реализации ограничения давления на переднюю брюшную стенку предложены различные укладки больного на операционном столе [7, 17, 21, 25]. Однако большинство исследователей конкретных данных об эффективности их применения в качестве значимого фактора снижения интраоперационной кровопотери не приводят. А утверждение о значимости реализации приемов декомпрессии передней брюшной стенки при выполнении вертебрологических операций рассматривается как аксиома.

Цель исследования – количественная оценка объемов интраоперационной кровопотери при хирургической коррекции идиопатического сколиоза в условиях применения укладки пациента с полной декомпрессией передней брюшной стенки.

Материал и методы

Проанализированы результаты хирургической коррекции идиопатического сколиоза у 122 больных, оперированных в плановом порядке в отделении детской и подростковой вертебрологии Новосибирского НИИТО. Выделены две группы наблюдений, сопоставимых по изучаемой информации: диагнозу, величине деформации позвоночника, возрасту больных, массе тела, протяженности зоны дорсального спондилодеза, продолжительности операции, типу использованного хирургического инструментария, методу анестезиологического обеспечения, данным клинико-биохимического исследования. Критерии исключения из исследования: больные, оперированные многоэтапно, клинические случаи выполнения вертебро-

томии позвоночника и тотальной транспедикулярной фиксации.

Всем больным выполнили хирургическое вмешательство в объеме скелетного вытяжения и дорсальной коррекции с использованием гибридного инструментария (крюков, транспедикулярной фиксации). Основным этапом операции выполняли в положении пациента лежа на животе. Обязательным условием для всех оперируемых являлась разгрузка передней брюшной стенки. Задний спондилодез у 60 больных I группы выполнялся на стандартном ортопедическом столе. Разгрузка передней брюшной стенки путем ее провисания достигалась использованием резинового надувного круга. У 62 больных II группы для создания оптимального интраоперационного положения использовали модульный операционный стол «Mizuho OSI» с платформой «Jackson» для спинальной хирургии. Средний возраст больных $18,3 \pm 5,7$ года (I), $18,6 \pm 7,0$ лет (II); средняя масса тела $53,1 \pm 10,5$ кг (I), $51,0 \pm 10,6$ кг (II). Все операции выполнены в условиях ингаляционной многокомпонентной анестезии (севофлуран, фентанил, клофелин, кетамин, тракриум) двумя высококвалифицированными хирургами с равным долевым участием.

Поворот больного на стандартном ортопедическом столе (I) выполняли после установки катетеров, индукции анестезии, тщательной фиксации эндотрахеальной трубки, скелетного вытяжения за кости свода черепа и нижние конечности. Поворот осуществляли одним движением при участии нескольких человек, анестезиолог при этом обеспечивал правильное положение и перемещение головы и шеи. Особое внимание при повороте уделялось тому, чтобы голова и шея все время находились в нейтральном положении. После переворота больного на живот голову укладывали лицом вниз на мягкий держатель и фиксировали с помощью приспособления для тракции, под живот подкладывали резиновый надувной круг (рис. 1).

Технология использования специализированного модульного стола



Рис. 1
Укладка пациента из I группы на стандартном ортопедическом столе



Рис. 2
Укладка пациента из II группы на специализированном модульном столе для спинальной хирургии

для спинальной хирургии (II) с системой вращения на 360° в условиях полной фиксации пациента позволяла свободно одним врачом без дополнительной помощи обеспечить безопасный поворот больного и значительно уменьшить риск осложнений, связанных с перепозиционированием больного. Модульная конструкция стола обеспечивала полную декомпрессию передней брюшной стенки, а специальное устройство для фиксации головы позволяло предотвратить осложнения, развивающиеся вследствие недостаточной защиты глазных яблок (рис. 2).

Интраоперационную кровопотерю определяли гравиметрическим

методом и определением объема крови, аспирированной в градуированные емкости. Для определения объема циркулирующей крови (ОЦК) использовали следующую формулу: $ОЦК = \text{масса тела} \times \text{коэффициент}$ (дети в возрасте 6–12 лет 80 мл/кг, старше 12 лет и взрослые 70 мл/кг; ГОСТ Р 53470–2009). С целью восполнения интраоперационной кровопотери при отсутствии противопоказаний проводили предоперационную заготовку компонентов аутокрови.

Внутрибрюшное давление контролировали непрямым методом по Collee et al. [15]: после интубации трахеи в желудок вводили зонд, внутрижелудочное расположение зон-

да подтверждали получением желудочного сока при аспирации, а также подъемом внутрибрюшного давления при надавливании на область эпигастрия. Далее измеряли высоту столба жидкости в прозрачной трубке, подсоединенной к зонду. За нулевую отметку принимали уровень передней подмышечной линии. Контроль внутрибрюшного давления осуществляли на следующих этапах: после установки желудочного зонда в положении больного на спине, после поворота больного в prone position, после скелетирования позвоночника, монтажа инструментария.

Во время хирургического вмешательства поддерживали режим умеренной гемодилюции. При кровопотере до 15 % ОЦК восполнение крови проводили растворами кристаллоидов. При кровопотере 15,0–30,0 % ОЦК эффективный уровень волемии поддерживали использованием кристаллоидов и коллоидных плазмозаместителей, обладающих минимальным негативным влиянием на коагуляционный и сосудисто-тромбоцитарный гемостаз. Значения гемоглобина менее 80,0 г/л и гематокрита менее 25,0 л/л являлись критериями для обязательной трансфузии эритроцитной массы.

Статистический анализ полученных результатов выполнили с использованием стандартного пакета программ «Microsoft Office 2003» для персональных компьютеров и «Statistica». Стандартная обработка вариационных рядов включала подсчет значений средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (m). Сравнение вариационных рядов осуществляли с помощью двухвыборочного критерия Стьюдента (t). Для определения корреляционной зависимости между исследуемыми показателями высчитывали коэффициент корреляции Пирсона (r).

Результаты

Величина основной дуги деформации позвоночника находилась в пределах 36–106° (I) и 38–123° (II), в среднем составила $54,7^\circ \pm 16,3^\circ$ и $61,5^\circ \pm 19,4^\circ$

($p > 0,05$). Протяженность зоны дорсального спондилодеза включала от 10 до 16 позвоночных сегментов, в среднем $12,5 \pm 1,1$ сегмента (I), $12,8 \pm 0,9$ сегмента (II; $p > 0,05$). Количество включенных в зону дорсального спондилодеза уровней транспедикулярной фиксации: $4,1 \pm 1,1$ (I), $4,2 \pm 1,8$ (II; $p > 0,05$). Продолжительность выполнения хирургических операций в объеме скелетного вытяжения и дорсальной коррекции с применением гибридного инструментария в группах достоверных отличий не имела и составила $169,4 \pm 30,3$ мин (I) и $159,0 \pm 31,6$ мин (II; $p > 0,05$).

Показатели средних значений величины интраоперационной кровопотери в группах, напротив, имели существенное статистически значимое различие: $1024,9 \pm 409,2$ мл ($28,6 \pm 12,3$ % ОЦК; I), $595,2 \pm 208,6$ мл ($16,7 \pm 6,2$ % ОЦК; II; $p < 0,001$). При этом индивидуальные колебания интраоперационной кровопотери определялись пределами от 500 до 3000 мл (I) и от 200 до 1250 мл (II). Следует отметить, что значимых нарушений в системе коагуляции на этапе предоперационного обследования и интраоперационно не наблюдалось.

С целью контроля внутрибрюшного давления в общехирургической практике применяются специальные методы. Методы прямого измерения внутрибрюшного давления не нашли широкого применения из-за технической сложности и возможных осложнений. При этом ранее выполненные исследования обнаружили сильную положительную корреляцию между внутрибрюшным давлением, давлением в мочевом пузыре и в желудке. Мы предпочли для контроля внутрибрюшного давления использовать метод измерения давления в желудке, как простой, безопасный и не ограничивающий свободу действий хирургической бригады [15, 30]. По данным Tons et al. [32], в норме внутрибрюшное давление составляет 0–7 см вод. ст. В силу объективных обстоятельств измерение внутрибрюшного давления у больных в I группе не проводи-

ли. Тогда как контроль динамики внутрижелудочного давления у больных во II группе показал, что ни у одного из оперированных в условиях полной декомпрессии передней брюшной стенки повышения показателей внутрибрюшного давления свыше нормальных значений не наблюдалось. Среднее значение внутрибрюшного давления составило $3,0 \pm 2,0$ см вод. ст.

Таким образом, полученные результаты оценки интраоперационной кровопотери свидетельствуют, что использование резинового надувного круга не является достаточно эффективной мерой профилактики повышения внутрибрюшного давления, что согласуется с данными Park [25], который 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. При этом потеря крови была достоверно выше на фоне увеличения внутрибрюшного давления при укладке на узкой раме Вилсона.

С целью возмещения интраоперационной кровопотери у 26 (43,3 %) пациентов I группы были использованы компоненты аутокрови (1 доза эритроцитной массы и 1 доза свежемороженой плазмы), у 15 (25,0 %) потребовалось переливание компонентов донорской крови, 19 (31,7 %) гемотрансфузия не потребовалась. Несколько иная картина прослеживается у больных, оперированных в условиях полной декомпрессии передней брюшной стенки. У 30 (48,4 %) пациентов показаний к проведению гемотрансфузии не было, у 23 (37,1 %) были использованы компоненты аутокрови (1 доза эритроцитной массы и 1 доза свежемороженой плазмы), у 9 (14,5 %) были показаны для использования компонентов донорской крови.

Целью нашей работы явилась попытка дать оценку только одного

из существующих факторов, определяющих степень интраоперационного кровотечения в хирургии сколиоза, а именно полной декомпрессии передней брюшной стенки. Вместе с тем есть сведения, что объем интраоперационной кровопотери тесно связан с этиологией сколиоза, с величиной деформации позвоночника, с обширностью операции и ее продолжительностью, с особенностями этапов хирургического вмешательства, состоянием минеральной плотности кости, уровнем среднего артериального давления (АДср) и характером используемых анестетиков [1, 23, 28]. Естественно, что в выполненном исследовании мы не могли не оценить влияние и других определяющих величину интраоперационной кровопотери факторов.

В частности, как сообщают Verma et al. [33], поддержание интраоперационно уровня АДср менее 65 мм рт. ст. уменьшает величину кровопотери на 33 %. В нашем исследовании показатели АДср в группах сравнения находились в диапазоне от 62,6 до 77,0 мм рт. ст. (I) и от 63,9 до 78,5 мм рт. ст. (II) и достоверных различий не имели ($p > 0,05$). Также не выявлены корреляционные связи между уровнем АДср с объемами интраоперационной кровопотери.

При выяснении возможных корреляционных связей между тяжестью деформации позвоночника, степенью поддерживаемого режима гемодилюции и объемами интраоперационной кровопотери значимых взаимосвязей также не установлено. Однако в обеих группах установлена средняя корреляционная зависимость объемов кровопотери от количества уровней транспедикулярной фиксации и от продолжительности операций: $r = 0,52$ (I), $r = 0,5$ (II); $r = 0,35$ (I), $r = 0,48$ (II) соответственно, что согласуется с данными других исследователей [34].

Заключение

Выполненное исследование продемонстрировало, что профилактика повышения внутрибрюшного дав-

ления является значимым фактором, снижающим существующие риски при хирургической коррекции сколиоза. Использование интраоперационной укладки пациента в prone position с возможностью обеспечения полной декомпрессии передней

брюшной стенки позволило минимизировать выраженность интраоперационного венозного кровотечения, существенно (на 41,6 %) уменьшить объем интраоперационной кровопотери, не проводить гемотрансфузию у 48,4 % оперированных, уменьшить

риск гемотрансфузионных осложнений, а также осложнений, связанных с укладкой больного в требуемое операционное положение. Кроме того, полученные результаты позволяют оптимизировать программы аутодонорства в хирургии сколиоза.

Литература

1. **Айзенберг В.Л., Уколов К.Ю., Диордиев А.В.** Методы анестезии при оперативном лечении сколиоза у детей // *Анестезиология и реаниматология*. 2010. № 1. С. 57–60.
2. **Ветрилэ С.Т., Захарин Р.Г., Бернакевич А.И. 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.
3. **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, посвящ. 20-летию центра патологии позвоночника: Тез. докл. Новосибирск, 2008. С. 45–46.
4. **Лазорг Г., Гаузе А., Джинджиани Р.** Васкуляризация и гемодинамика спинного мозга. М., 1977.
5. **Михайловский М.В., Фомичев Н.Г.** Хирургия деформаций позвоночника. Новосибирск, 2011.
6. **Морган-мл. Д.Э., Михаил М.С.** *Анестезиология*. М.; СПб, 2000.
7. **Омигова М.К.** Изучение давления в нижней полой вене как фактора, определяющего кровопотерю при операциях на позвоночнике: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск, 1974.
8. **Соловьев Г.М., Радзивил Г.Г.** Кровопотеря и регуляция кровообращения в хирургии. М., 1973.
9. **Ульрих Г.Э.** Анестезиологическое обеспечение операций на позвоночнике у детей: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб, 2005.
10. **Ульрих Э.В., Мушкин А.Ю.** Хирургическое лечение пороков развития позвоночника у детей. СПб, 2007.
11. **Фищенко В.Я.** Сколиоз. Макеевка, 2005.
12. Хирургия идиопатического сколиоза: ближайшие и отдаленные результаты / Под ред. М.В. Михайловского. Новосибирск, 2007.
13. **Bowen RE, Gardner S, Scaduto AA, et al.** Efficacy of intraoperative cell salvage systems in pediatric idiopathic scoliosis patients undergoing posterior spinal fusion with segmental spinal instrumentation. *Spine*. 2010;35:246–251.
14. **Bradley SE, Bradley GP.** The effect of increased intra-abdominal pressure on renal function in man. *J Clin Invest*. 1947;26:1010–1022.
15. **Collee GG, Lomax DM, Ferguson C, et al.** Bedside measurement of intra-abdominal pressure (IAP) via an indwelling naso-gastric tube: clinical validation of the technique. *Intensive Care Med*. 1993;19:478–480.
16. **Dhawale AA, Shah SA, Sponseller PD, et al.** Are antifibrinolytics helpful in decreasing blood loss and transfusions during spinal fusion surgery in children with cerebral palsy scoliosis? *Spine*. 2012;37: E549–E555.
17. **Dubos J, Mercier C.** [Anesthetic problems and postoperative care in the surgery for scoliosis]. *Agressologia*. 1994;34:27–32. In French.
18. **Graf H, Mouillesseaux B, Roche JP, et al.** Vena cava blood flow. Proceedings of the 4th International Congress on Cotrel – Dubousset Instrumentation. Sauramps Medical Publishers, 1987:38–39.
19. **Hassan N, Halanski M, Wincek J, et al.** Blood management in pediatric spinal deformity surgery: review of a 2-year experience. *Transfusion*. 2011;51: 2133–2141.
20. **Larsson C, Saltvedt S, Wiklund I, et al.** Estimation of blood loss after cesarean section and vaginal delivery has a low validity with a tendency to exaggeration. *Acta Obst Gynecol*. 2006;85:1448–1452.
21. **Lenke LG.** Posterior and posterolateral approaches to the spine. In: Bridwell KH, DeWald RL, eds. *The Textbook of Spinal Surgery*, 2nd ed. Philadelphia, 1997: 193–215.
22. **Mankin KP, Moore CA, Miller LE, et al.** Hemostasis with a bipolar sealer during surgical correction of adolescent idiopathic scoliosis. *J Spinal Disord Tech*. 2012;25:259–263.
23. **Modi HN, Suh SW, Hong JY, et al.** Intraoperative blood loss during different stages of scoliosis surgery: a prospective study. *Scoliosis*. 2010;5:16.
24. **Mooney JF, Barfield WR.** Validity of estimates of intraoperative blood loss in pediatric spinal deformity surgery. *Spine Deformity*. 2013;1:21–24.
25. **Park CK.** The effect of patient positioning on intra-abdominal pressure and blood loss in spinal surgery. *Anaesth Analg*. 2000;91:552–557.
26. **Raw DA, Beattie JK, Hunter JM.** Anesthesia for spinal surgery in adults. *Br J Anaesth*. 2003;91:886–904.
27. **Shah SA, Dhawale AA, Oda JE, et al.** Ponte osteotomies with pedicle screw instrumentation in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deformity*. 2013;1:196–204.
28. **Spiteri M, Spina A, Paris S, et al.** Evaluation of the effect of muscle relaxants on blood loss in corrective surgery for scoliosis. *Eur Spine J*. 2011;20:426.
29. **Stassen NA, Lukan JK, Dixon MS, et al.** Abdominal compartment syndrome. *Scand J Surg*. 2002;91: 104–108.
30. **Sugrue M, Buist MD, Lee A, et al.** Intra-abdominal pressure measurement using a modified nasogastric tube: description and validation of a new technique. *Intensive Care Med*. 1994;20:588–590.
31. **Toledo P, McCarthy RJ, Hewlett BJ, et al.** The accuracy of blood loss estimation after simulated vaginal delivery. *Anesth Analg*. 2007;105:1736–1740.
32. **Tons C, Schachtrupp A, Ran M, et al.** [Abdominal compartment syndrome: prevention and treatment]. *Chirurg*. 2000;71:918–926. In German.
33. **Verma K, Lonner B, Dean L, et al.** Reduction of mean arterial pressure at incision reduces operative blood loss in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deformity*. 2013;1:115–122.
34. **Yu X, Xiao H, Wang R, et al.** Prediction of massive blood loss in scoliosis surgery from preoperative variables. *Spine*. 2013;38:350–355.

References

1. Aizenberg VL, Ukolov KYu, Diordiev AV. [Methods of anesthesia during surgical treatment for scoliosis in children]. *Anesteziol Reanimatol*. 2010;(1):57–60. In Russian.
2. Vetrile ST, Zakharin RG, Bernakevich AI, et al. [Coagulation hemostasis in surgical treatment of scoliosis]. *Vestnik Travmatologii i Ortopedii im. N.N. Priorova*. 2003;(4):64–68. In Russian.
3. Ezhevskaya AA, Perlmutter OA, Sosnin AG. [Integrated approach to the support of surgical scoliosis correction]. Proceedings of 2nd International Scientific and Practical Conference of Young Scientists on Vertebro-

- ogy and Related Disciplines, Novosibirsk, 2008:45–46. In Russian.
4. Lazort G, Gauze A, Dzhindzhiani R. [Vascularization and Hemodynamics of The Spinal Cord]. Moscow, 1977. In Russian.
 5. Mikhailovsky MV, Fomichev NG. [Surgery of Spinal Deformities]. Novosibirsk, 2011. In Russian.
 6. Morgan GE Jr, Mikhail MS. [Clinical Anesthesiology]. Moscow; St. Petersburg, 2000. In Russian.
 7. Omigova MK. [The study of the inferior vena cava pressure as a factor determining blood loss during spine surgery]. Candidate of Medicine Thesis. Novosibirsk, 1974. In Russian.
 8. Solov'ev GM, Radzivil GG. [Blood Loss and Regulation of the Circulation in Surgery]. Moscow, 1973. In Russian.
 9. Ulrikh GE. [Anesthetic management of spine surgery in children]. Doctor of Medicine Thesis. St. Petersburg, 2005. In Russian.
 10. Ulrikh EV, Mushkin AYU. [Surgical Treatment of Malformations of the Spine in Children]. St. Petersburg, 2007. In Russian.
 11. Mikhailovsky MV, ed. [Surgery for Idiopathic Scoliosis: Immediate and Long-Term Results]. Novosibirsk, 2007. In Russian.
 12. Fischenko VYa. [Scoliosis]. Makeevka, 2005. In Russian.
 13. Bowen RE, Gardner S, Scaduto AA, et al. Efficacy of intraoperative cell salvage systems in pediatric idiopathic scoliosis patients undergoing posterior spinal fusion with segmental spinal instrumentation. *Spine*. 2010;35:246–251.
 14. Bradley SE, Bradley GP. The effect of increased intra-abdominal pressure on renal function in man. *J Clin Invest*. 1947;26:1010–1022.
 15. Collee GG, Lomax DM, Ferguson C, et al. Bedside measurement of intra-abdominal pressure (IAP) via an indwelling naso-gastric tube: clinical validation of the technique. *Intensive Care Med*. 1993;19:478–480.
 16. Dhawale AA, Shah SA, Sponseller PD, et al. Are antifibrinolytics helpful in decreasing blood loss and transfusions during spinal fusion surgery in children with cerebral palsy scoliosis? *Spine*. 2012;37:E549–E555.
 17. Dubos J, Mercier C. [Anesthetic problems and postoperative care in the surgery for scoliosis]. *Agressologie*. 1994;34:27–32. In French.
 18. Graf H, Mouillesseaux B, Roche JP, et al. Vena cava blood flow. Proceedings of the 4th International Congress on Cotrel – Dubouset Instrumentation. *Sau-ramps Medical Publishers*, 1987:38–39.
 19. Hassan N, Halanski M, Wincek J, et al. Blood management in pediatric spinal deformity surgery: review of a 2-year experience. *Transfusion*. 2011;51:2133–2141.
 20. Larsson C, Saltvedt S, Wiklund I, et al. Estimation of blood loss after cesarean section and vaginal delivery has a low validity with a tendency to exaggeration. *Acta Obst Gynecol*. 2006;85:1448–1452.
 21. Lenke LG. Posterior and posterolateral approaches to the spine. In: Bridwell KH, DeWald RL, eds. *The Textbook of Spinal Surgery*, 2nd ed. Philadelphia, 1997: 193–215.
 22. Mankin KP, Moore CA, Miller LE, et al. Hemostasis with a bipolar sealer during surgical correction of adolescent idiopathic scoliosis. *J Spinal Disord Tech*. 2012; 25:259–263.
 23. Modi HN, Suh SW, Hong JY, et al. Intraoperative blood loss during different stages of scoliosis surgery: a prospective study. *Scoliosis*. 2010;5:16.
 24. Mooney JF, Barfield WR. Validity of estimates of intraoperative blood loss in pediatric spinal deformity surgery. *Spine Deformity*. 2013;1:21–24.
 25. Park CK. The effect of patient positioning on intra-abdominal pressure and blood loss in spinal surgery. *Anaesth Analg*. 2000;91:552–557.
 26. Raw DA, Beattie JK, Hunter JM. Anesthesia for spinal surgery in adults. *Br J Anaesth*. 2003;91:886–904.
 27. Shah SA, Dhawale AA, Oda JE, et al. Ponte osteotomies with pedicle screw instrumentation in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deformity*. 2013;1:196–204.
 28. Spiteri M, Spina A, Paris S, et al. Evaluation of the effect of muscle relaxants on blood loss in corrective surgery for scoliosis. *Eur Spine J*. 2011;20:426.
 29. Stassen NA, Lukan JK, Dixon MS, et al. Abdominal compartment syndrome. *Scand J Surg*. 2002;91:104–108.
 30. Sugrue M, Buist MD, Lee A, et al. Intra-abdominal pressure measurement using a modified nasogastric tube: description and validation of a new technique. *Intensive Care Med*. 1994;20:588–590.
 31. Toledo P, McCarthy RJ, Hewlett BJ, et al. The accuracy of blood loss estimation after simulated vaginal delivery. *Anesth Analg*. 2007;105:1736–1740.
 32. Tons C, Schachtrupp A, Ran M, et al. [Abdominal compartment syndrome: prevention and treatment]. *Chirurg*. 2000;71:918–926. In German.
 33. Verma K, Lonner B, Dean L, et al. Reduction of mean arterial pressure at incision reduces operative blood loss in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deformity*. 2013;1:115–122.
 34. Yu X, Xiao H, Wang R, et al. Prediction of massive blood loss in scoliosis surgery from preoperative variables. *Spine*. 2013;38:350–355.

Адрес для переписки:

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

Статья поступила в редакцию 12.09.2013

Майя Николаевна Лебедева, д-р мед. наук; Анастасия Александровна Иванова, аспирант; Денис Сергеевич Лукьянов, канд. мед. наук; Вячеслав Викторович Новиков, канд. мед. наук; Александр Сергеевич Васюра, канд. мед. наук, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна. Maya Nikolayevna Lebedeva, MD, DMSc; Anastasia Aleksandrovna Ivanova, fellow; Denis Sergeyevich Lukjanov, MD, PhD; Vyacheslav Viktorovich Novikov, MD, PhD; Aleksandr Sergeyevich Vasyura, MD, PhD, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiyuan.