



# ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНЕКСАМОВОЙ КИСЛОТЫ В ХИРУРГИИ СКОЛИОЗА

**М.Н. Лебедева, А.А. Иванова, А.В. Пальмаш, И.А. Стаценко, А.С. Васюра**  
Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия

**Цель исследования.** Анализ эффективности применения транексамовой кислоты при хирургической коррекции идиопатического сколиоза.

**Материал и методы.** Проведен ретроспективный анализ интраоперационной и послеоперационной кровопотери в процессе хирургической коррекции идиопатического сколиоза у 198 пациентов. У 70 больных операции выполняли без введения транексамовой кислоты, у 58 — транексамовую кислоту вводили в дозе 10 мг/кг за 15 мин до кожного разреза, далее ее введение продолжали непрерывно в дозе 1 мг/кг/ч, у 70 — вводили в ходе операции непрерывно в дозе 10 мг/кг. Интраоперационная укладка — положение на животе с обеспечением полной декомпрессии передней брюшной стенки.

**Результаты.** Зарегистрированная интраоперационная кровопотеря в большинстве случаев соответствовала I (<750 мл / <15 % ОЦК) и II (>750–1500 мл / >15–30 % ОЦК) степени тяжести по классификации ВОЗ. При этом объем интраоперационной кровопотери в группах статистически не различался. Достоверные различия были установлены только при оценке показателей послеоперационной кровопотери.

**Заключение.** Применение транексамовой кислоты при хирургической коррекции сколиоза не влияет на степень кровотока тканей в зоне операции и итоговую величину интраоперационной кровопотери. Использование транексамовой кислоты при операциях на позвоночнике является технологическим приемом, позволяющим значимо уменьшить величину послеоперационной кровопотери.

**Ключевые слова:** идиопатический сколиоз, кровопотеря, транексамовая кислота.

## USE OF TRANEXAMIC ACID IN SCOLIOSIS SURGERY

M.N. Lebedeva, A.A. Ivanova, A.V. Palmash, I.A. Statsenko, A.S. Vasyura

Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Russia

**Objective.** To assess the effectiveness of tranexamic acid in the surgical correction of idiopathic scoliosis.

**Material and Methods.** The study included a retrospective analysis of intraoperative and postoperative blood loss during surgical correction of idiopathic scoliosis in 198 patients. In 70 patients, the operation was performed without administration of tranexamic acid. In 58 patients, tranexamic acid was administered 15 minutes before the skin incision at a dose of 10 mg/kg, and continued uninterruptedly at a dose of 1 mg/kg/h. In 70 patients, tranexamic acid was administered continuously during the operation at a dose of 10 mg/kg. Patients underwent surgery in a prone position with full decompression of the anterior abdominal wall.

**Results.** The registered intraoperative blood loss in most cases corresponded to Class I (no more than 750 ml or 15 % of blood volume) and Class II (no more than 750–1500 ml or 15–30 % of blood volume) according to the WHO classification of severity. The volume of intraoperative blood loss was not statistically different between groups. Significant differences were detected only in assessing parameters of postoperative blood loss.

**Conclusion.** The use of tranexamic acid in surgical correction of scoliosis does not affect the bleeding index of tissues at the surgical site and the total intraoperative blood loss. Using tranexamic acid in spine surgery is a technological procedure allowing for significant reduction in postoperative blood loss.

**Key Words:** idiopathic scoliosis, blood loss, tranexamic acid.

Для цитирования: Лебедева М.Н., Иванова А.А., Пальмаш А.В., Стаценко И.А., Васюра А.С. Применение транексамовой кислоты в хирургии сколиоза // Хирургия позвоночника. 2016. Т. 13. № 4. С. 84–89.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.4.84-89>.

Please cite this paper as: Lebedeva MN, Ivanova AA, Palmash AV, Statsenko IA, Vasyura AS. Use of tranexamic acid in scoliosis surgery. Hir. Pozvonoc. 2016;13(4):84–89. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.4.84-89>.

Хирургическая коррекция сколиотических деформаций позвоночника сопровождается значительной интраоперационной кровопотерей, в ряде случаев требующей использования компонентов донорской крови [5, 29]. Основными причинами интраопе-

рационного кровотечения являются обширная травма костных структур позвоночника, технологические особенности применяемого инструментария (техника транспедикулярной фиксации), длительность хирургического вмешательства, выполняемого

в условиях повышения внутрибрюшного давления [11, 32]. Окончание операции не означает прекращения кровопотери, так как проводится дренирование области хирургической операции. Послеоперационная потеря крови, по данным литературы [1, 9,

15], может превышать учтенную интраоперационную кровопотерю.

Эти обстоятельства требуют четкой организации трансфузиологического обеспечения выполняемых операций. Однако до сегодняшнего времени существуют реальные риски, связанные с проведением аллогенных трансфузий: трансфузионное повреждение легких, гемолитические трансфузионные реакции. Кроме того, несмотря на совершенствование методов тестирования компонентов донорской крови, компенсация кровопотери с их использованием сопряжена с риском инфекционных осложнений [6, 7, 12]. Необходимо учитывать и иммунодепрессивное действие аллогенных гемокомпонентов, что в условиях имплантации в организм инородного материала (эндокорректора) может увеличить риск инфекционных осложнений [13, 24]. Кроме того, в последнее время в России отмечается дефицит донорской крови в связи с резким уменьшением количества доноров [4].

Таким образом, с одной стороны, для предотвращения тканевой гипоперфузии, связанной с кровопотерей, гемотрансфузионная терапия является неотъемлемым компонентом обеспечения периоперационного периода в хирургии сколиоза, с другой – она сопряжена с реальными рисками развития осложнений, связанных с переливанием донорской крови, что определяет необходимость развития альтернативных методов, позволяющих уменьшить кровопотерю [8, 14, 25, 26, 28]. К таким методам, в частности, относится использование транексамовой кислоты (ТК), которая в настоящее время является самым популярным ингибитором фибринолиза в кардиохирургии, акушерстве, абдоминальной хирургии и при протезировании крупных суставов [2]. Однако существуют разноречивые данные по эффективности и безопасности использования ТК при операциях на позвоночнике, в частности, при хирургической коррекции сколиоза [3, 35–37].

Цель исследования – анализ эффективности применения ТК при

хирургической коррекции идиопатического сколиоза.

### Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ течения интраоперационного и послеоперационного периодов у 198 больных, оперированных в клинике детской вертебрологии Новосибирского НИИТО в 2012–2015 гг. В исследование были включены пациенты с идиопатическим сколиозом без выявленных на предоперационном этапе значимых нарушений в системе гемостаза. Собрана информация, включающая возраст, массу тела, величину деформации позвоночника, данные клинко-биохимических исследований, тип использованного инструментария, продолжительность операции, количество уровней транспедикулярной фиксации, объем интраоперационной и послеоперационной кровопотери.

Выделено две группы наблюдений: I – 70 пациентов, которым хирургическая коррекция деформаций позвоночника выполнялась в условиях общей анестезии на основе севофлурана с ИВЛ без введения ТК; II – 128 пациентов, оперированных в условиях аналогичного варианта общей анестезии с введением ТК. Во II группе выделено две подгруппы: в подгруппе А – 58 больных, которым ТК вводили в дозе 10 мг/кг за 15 мин до кожного разреза, далее ее введение продолжали непрерывно в дозе 1 мг/кг/ч. В подгруппе Б – 70 больных, которым ТК вводили в ходе операции непрерывно в дозе 10 мг/кг через инфузомат. Интраоперационная укладка в положении на животе у всех пациентов выполнялась с использованием модульного операционного стола для спинальной хирургии, позволяющего избежать даже минимального компримирующего воздействия на переднюю брюшную стенку. Все операции были выполнены двумя высококвалифицированными хирургами примерно с равным долевым участием. Для проведения дорсально-

го спондилодеза у всех больных применяли гибридный инструментарий с техникой транспедикулярной фиксации (ТПФ). Интраоперационную кровопотерю определяли гравиметрическим методом и подсчетом объема крови, аспирированной в градуированные емкости. Для определения объема циркулирующей крови (ОЦК) использовали 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. Для оценки степени тяжести зарегистрированной кровопотери применяли классификацию ВОЗ (2001), учитывающую объем дефицита ОЦК (в мл и % ОЦК). Тактика выбора объема и качества инфузионно-трансфузионного обеспечения в группах принципиальных отличий не имела. Применяли одинаковую тактику ведения раневых дренажей: после завершения операции раневой дренаж, установленный в ложе эндокорректора, оставляли закрытым на 4 ч с целью обеспечения возможности спонтанного гемостаза в ране. Удаление дренажных систем производили на 2-е сут послеоперационного периода, в среднем через  $45 \pm 3$  ч.

Средний возраст пациентов в группах: 18,3  $\pm$  5,7 года (I), 18,6  $\pm$  7,0 года (IIА), 19,1  $\pm$  7,8 года (IIБ);  $p > 0,05$ . Средняя масса тела: 51,0  $\pm$  10,5 кг (I), 53,1  $\pm$  9,5 кг (IIА), 51,7  $\pm$  10,6 кг (IIБ);  $p > 0,05$ . Величина основной дуги деформации позвоночника в группе IIА была наименьшей и имела достоверные отличия от аналогичных показателей у больных групп I и IIБ: 67,1°  $\pm$  22,4° (I), 54,7°  $\pm$  16,3° (IIА), 63,6°  $\pm$  21,4° (IIБ).

Статистический анализ полученных результатов выполнили с использованием стандартного пакета программ «Microsoft Office 2003» для персональных компьютеров. Стандартная обработка вариационных рядов включала подсчет значений средних арифметических величин ( $M$ ), стандартных отклонений ( $m$ ) и ошибки средней ( $\sigma$ ). Сравнение вариационных рядов осу-

ществляли с помощью двухвыборочного критерия Стьюдента (t).

## Результаты и их обсуждение

При анализе литературных источников за последние 10 лет становится очевидным, что не угасает интерес к использованию препаратов, ингибирующих процесс фибринолиза, с целью уменьшения периоперационной кровопотери в различных областях хирургии [21, 22, 39, 42]. В частности, как сообщают Brown et al. [18], использование ТК в сердечно-сосудистой хирургии позволило снизить объем кровопотери в среднем на 250 мл и сократить число трансфузий донорских эритроцитов на 25 %. Авторы публикаций сообщают об эффективности применения как низких, так и высоких дозировок ТК и различных способов введения препарата [33, 41]. Некоторые авторы [16, 31] указывают на то обстоятельство, что фибринолиз имеет дополнительные механизмы активации, присущие ортопедическим операциям.

Ранее нашими исследованиями продемонстрировано, что использование интраоперационной укладки пациента в prone position с обеспечением полной декомпрессии передней брюшной стенки является наиболее значимым фактором, позволяющим минимизировать выраженность интраоперационного венозного кровотечения и существенно (на 41,6 %) уменьшить объем интраоперационной кровопотери [10]. В настоящем исследовании специализированный хирургический стол обеспечил отсут-

ствие даже минимального компрессирующего воздействия на переднюю брюшную стенку у всех оперируемых. Это позволило более объективно оценить эффективность действия ТК в условиях применения двух схем введения препарата.

Значения исследованных показателей представлены в табл. Как видно из данных, продолжительность выполнения хирургической коррекции деформаций позвоночника с применением гибридного инструментария в группе ПБ имела достоверное отличие от продолжительности хирургического вмешательства в группах I и ПА ( $p = 0,0016$ ). Количество выполненных уровней ТПФ, включенных в зону дорсального спондилодеза, в группах также имело статистически значимое различие и было максимальным в группе ПБ ( $p = 0,008$ ). Зарегистрированная интраоперационная кровопотеря в большинстве наблюдений соответствовала I ст. тяжести ( $<750$  мл /  $<15$  % ОЦК). Интраоперационная кровопотеря II ст. тяжести ( $>750$ – $1500$  мл /  $>15$ – $30$  % ОЦК) была зарегистрирована в группе I в 21,2 % случаев, в группе ПА – в 18,4 %, в группе ПБ – в 16,9 %. При этом объем интраоперационной кровопотери в группах статистически не различался. Послеоперационная кровопотеря во всех группах не превышала объема интраоперационной кровопотери и в большинстве случаев относилась к I ст. тяжести. Послеоперационная кровопотеря II ст. тяжести ( $>750$ – $500$  мл /  $>15$ – $30$  % ОЦК) наблюдалась в группе I в 11,3 % случаев, в группе ПА – в 8,5 %, в группе ПБ – в 7,0 %. Достоверные различия в объе-

мах зарегистрированной кровопотери были установлены только при оценке показателей дренажных потерь крови.

В этой связи представляются интересными данные литературы об эффективности применения ТК при хирургической коррекции сколиотических деформаций позвоночника. Установлено, что использование ТК в хирургии идиопатического сколиоза позволяет снизить объем интраоперационной кровопотери до 30 % по сравнению с операциями, в ходе которых ТК не применяли [19, 40]. Есть сообщения, что при операциях на позвоночнике у детей ТК уменьшает потребность в трансфузии донорских эритроцитов [30]. В то же время в других исследованиях не получено достоверных данных о снижении объема кровопотери при использовании ТК в хирургии позвоночника [23]. Есть публикации, которые показывают более значимую эффективность кровосберегающего эффекта аминокапроновой кислоты по сравнению с ТК [39].

Полученные нами данные совпадают с мнением Endres et al. [22], которые, проводя аналогичное исследование, сделали заключение об отсутствии клинической разницы между исследуемой и контрольной группами при операциях на позвоночнике с низкой вероятностью кровотечений.

Результаты, полученные при оценке послеоперационной кровопотери, полностью согласуются с выводами исследователей, которые сообщали о том, что прослеживается более значимое влияние антифибринолитиков именно на объем послеоперационной

Таблица

Сравнение исследованных показателей в группах пациентов,  $M \pm m$

Показатель	I группа (n = 70)	II группа (n = 128)	
		A (n=58)	B (n=70)
Время операции, мин	168,0 $\pm$ 30,0	169,0 $\pm$ 30,0	149,0 $\pm$ 40,0
Уровни транспедикулярной фиксации, n	4,0 $\pm$ 1,2	3,8 $\pm$ 1,0	4,7 $\pm$ 2,5
Кровопотеря интраоперационная, мл (% ОЦК)	628,0 $\pm$ 236,0 (18,2 $\pm$ 7,5)	595,0 $\pm$ 200,0 (16,7 $\pm$ 6,2)	572,0 $\pm$ 192,0 (16,1 $\pm$ 6,0)
Кровопотеря послеоперационная, мл (% ОЦК)	655,5 $\pm$ 130,7 (18,5 $\pm$ 6,7)	508,5 $\pm$ 160,0 (13,9 $\pm$ 6,4)	518,0 $\pm$ 152,0 (14,6 $\pm$ 5,4)

кровопотери [17, 20, 34, 38]. При этом схемы введения ТК значимого влияния на показатели периоперационной кровопотери не имели. Каких-либо осложнений, связанных с введением ТК, не отмечено.

### Заключение

Выполненное исследование продемонстрировало, что применение ТК во время хирургической коррекции сколиотических деформаций позвоночника не влияет на степень кровотока тканей в зоне операции

и итоговую величину интраоперационной кровопотери. В то же время получены достоверные данные, свидетельствующие об уменьшении кровопотери по дренажным системам в послеоперационном периоде. Указанные обстоятельства позволяют сделать заключение, что своевременное (до операции, в процессе выполнения операции) начало введения ТК является технологическим приемом, значимо влияющим на величину послеоперационной кровопотери.

Вместе с тем требует уточнения вопрос, связанный с безопасностью

использования ТК при операциях на позвоночнике. Большинство публикаций, посвященных применению ТК в различных отраслях хирургии, свидетельствует о безопасности применения препарата. Однако в последнее время появились сообщения, в которых отмечена необходимость учета в практической деятельности риска развития тромботических осложнений [27], что требует проведения дальнейших исследований с использованием современных методов диагностики возможных гемостазиологических нарушений.

### Литература/References

- Белебеев 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. [Belebezev GI, Levitsky AF, Vodyanitsky SL, et al. Complex approach to reduce allogenic transfusions during surgical treatment of scoliosis in adolescents. Proceedings of the Scientific Conference «Spine Surgery: Full Spectrum», CITO, Moscow, 2007: 157–158. In Russian].
- Борисов Д.Б., Юдин С.В., Крылов А.В., Марков Б.Б., Истомина Н.А. Снижение периоперационной кровопотери при эндопротезировании крупных суставов // Общ. реаниматол. 2011. Т. 7. № 4. С. 34–37. [Borisov DB, Yudin SV, Krylov OV, Markov BB, Istomina NA. Reduction of perioperative blood loss during endoprosthetic replacement of large joints. General Reanimatology. 2011;7(4):34–37. In Russian].
- Волошин Н.И., Петренко Д.Е., Мезенцев А.А. Сравнительный анализ применения транексамовой и аминкапроновой кислот при хирургическом лечении сколиоза // Ортопедия, травматология и протезирование. 2011. № 2. С. 87–89. [Voloshin NI, Petrenko DE, Mezentsev AA. Comparative analysis of using tranexamic acid or aminocaproic acid in surgical treatment of scoliosis. Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics. 2011;(2):87–89. In Russian].
- Гришина О.В. Опыт и перспективы государственного регулирования проблем донорства крови // Трансфузиология. СПб., 2009. Т. 10. № 3–4. С. 4–10. [Grishina OV. Experience and prospects of state regulation of blood donation problems. Transfuziologiya. 2009;10(3–4):4–10. In Russian].
- Ежевская А.А., Перлмуттер 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, посв. 20-летию центра патологии позвоночника: Тез. докл. Новосибирск, 2008. С. 45–46. [Ezhevskaya AA, Perlmutter OA, Sosnin AG. Integrated approach to the support of surgical scoliosis correction. In: Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference of Young Scientists on Vertebrology and Allied Subjects dedicated to 20th Anniversary of the Centre for Spine Pathology. Novosibirsk, 2008:45–46. In Russian].
- Жибурт Е.Б., Шестаков Е.А., Коденев А.Т., Ключева Е.А., Караваев АВ., Губанова М.Н. Новое в трансфузиологии (на XIX региональном конгрессе международного общества переливания крови) // Трансфузиология. 2009. Т. 10. № 3–4. С. 64–91. [Zhiburt EB, Shestakov EA, Kodenev AT, Klueva EA, Karavaev AV, Gubanova MN. What's new in transfusiology (at the 19th Regional Congress of International Society of Blood Transfusion). Transfuziologiya. 2009;10(3–4):64–91. In Russian].
- Касьянова А.Д., Рыжкова Т.В. Частота выявления герпесвирусной инфекции у кадровых доноров гемокомпонентов // Трансфузиология. 2007. Т. 8. № 1–2. С. 22. [Kasjanova AD, Ryzhkova TV. The incidence of herpes infection in regular donors of blood components. Transfuziologiya. 2007;8(1–2):22. In Russian].
- Кузьмин М.А., Шевченко А.А., Агзамов Д.С., Сампиев М.Т., Лака А.А., Цветков Д.С., Шин А.Р., Балашов С.П., Каримов Р.Ф. Кровосберегающие технологии в хирургии деформаций позвоночника. 2015. URL: [http://vestnik-mcrr.ru/vestnik/v15/papers/kukoleva\\_v15.htm](http://vestnik-mcrr.ru/vestnik/v15/papers/kukoleva_v15.htm). [Kuzmin MA, Shevchenko AA, Agzamov DS, Sampiev MT, Laka AA, Tsvetkov DS, Shin AR, Balashov SP, Karimov RF. Blood saving technologies in surgery of spinal deformities. 2015. Electronic Resource. URL: [http://vestnik-mcrr.ru/vestnik/v15/papers/kukoleva\\_v15.htm](http://vestnik-mcrr.ru/vestnik/v15/papers/kukoleva_v15.htm). In Russian].
- Ветрилэ С.Т., Захарин Р.Г., Васильев С.А., Бернакевич А.И., Кулешов А.А. 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. [Vetrile ST, Zakharin RG, Bernakevich AI, Vasil'ev SA, Kuleshov AA. Coagulation hemostasis in surgical treatment of scoliosis. Journal of Traumatology and Orthopedics. Priorov. 2003;(4):64–68. In Russian].
- 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. [Lebedeva MN, Ivanova AA, Lukjanov DS, Novikov VV, Vasyura AS. Prevention of intra-abdominal pressure increase as a significant factor in reducing intraoperative blood loss in scoliosis surgery. Hir Pozvonoc. 2014;(1):94–99. In Russian]. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2014.1.94-99>.
- Михайловский М.В., Фомичев Н.Г. Хирургия деформаций позвоночника. Новосибирск. 2011. [Mikhailovsky MV, Fomichev NG. Surgery of Spinal Deformities. Novosibirsk, 2011. In Russian].
- Селиванов Е.А., Данилова Т.Н., Богданова В.В., Дегтерева И.Н., Григорьян М.Ш. Служба крови России – новые рубежи // Трансфузиология. 2009. Т. 10. № 3–4. С. 11–35. [Selivanov EA, Danilova TN, Bogdanova VV, Degtyaryova IN, Grigorjan MSh. Blood Service of Russia: new frontiers. Transfuziologiya. 2009;10(3–4):11–35. In Russian].
- Таричко Ю.В. Проблема развития и внедрения методов бескровной хирургии в мировой практике // Бескровная хирургия. М., 2003. С. 3–6. [Tarichko YuV. The



- problem of the development and implementation of bloodless surgery methods in the world. In: *Bloodless Surgery*. Moscow, 2003;3–6. In Russian].
14. **Ульрих Г.Э., Ульрих Э.В., Качалова Е.Г., Ушаков А.В.** Эффективность новых способов кровосбережения при операциях на позвоночнике у детей // *Хирургия позвоночника*. 2005. № 1. С. 95–99. [Ulrikh GE. Blood saving in pediatric spinal surgery: literature review. *Hir Pozvonoc*. 2005;(1):91–94. In Russian].
  15. **Фищенко В.Я.** Сколиоз. Макеевка, 2005. [Fishchenko VYa. Scoliosis. Makeevka, 2005. In Russian].
  16. **Bosch PP, Cassara A, Yang CI, Waters J, Kenkre TS, Londino JA.** Coagulation profile of adolescent idiopathic scoliosis (AIS) patients undergoing posterior spinal fusion (PSF). IMAST 2015. 22-nd International Meeting on Advanced Spine Techniques. Kuala-Lumpur, Malaysia, July 8–11, 2015. P. 104.
  17. **Brown RS, Thwaites BK, Mongan PD.** Tranexamic acid is effective in decreasing postoperative bleeding and transfusions in primary coronary artery bypass operations: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Anesth Analg*. 1997;85:963–970.
  18. **Brown JR, Birkmeyer NJ, O'Connor GT.** Meta-analysis comparing the effectiveness and adverse outcomes of antifibrinolytic agents in cardiac surgery. *Circulation*. 2007;115:2801–2813. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.671222.
  19. **Butler EK, Polly DW, Garber T, Ledonio C, Cohn CS.** Tranexamic acid administration in AIS surgery reduces % total blood volume loss. IMAST 2015. 22-nd International Meeting on Advanced Spine Techniques. Kuala-Lumpur, Malaysia, July 8–11, 2015. P. 102 103.
  20. **Casati V, Sandrelli L, Speziali G, Calori G, Grasso MA, Spagnolo S.** Hemostatic effects of tranexamic acid in elective thoracic aortic surgery: a prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2002;123:1084–1091. DOI: 10.1067/mtc.2002.120717.
  21. **Elgafy H, Bransford RJ, McGuire RA, Dettori JR, Fischer D.** Blood loss in major spine surgery: are there effective measures to decrease massive hemorrhage in major spine surgery? *Spine*. 2010;35(9 Suppl):47–56. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181d833f6.
  22. **Endres S, Heinz M, Wilke A.** Efficacy of tranexamic acid in reducing blood loss in posterior lumbar spine surgery for degenerative spinal stenosis with instability: a retrospective case control study. *BMC Surg*. 2011;11:29. DOI: 10.1186/1471-2482-11-29.
  23. **Farrokhi MR, Kazemi AP, Eftekharian HR, Akbari K.** Efficacy of prophylactic low dose of tranexamic acid in spinal fixation surgery: a randomized clinical trial. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2011;23:290–296. DOI: 10.1097/ANA.0b013e31822914a1.
  24. **Godshall CJ, Scott MJ, Burch PT, Peyton JC, Cheadle WG.** Natural killer cells participate in bacterial clearance during septic peritonitis interactions with macrophages. *Shock*. 2003;9:144–149.
  25. **Gurgel ST, do Nascimento P Jr.** Maintaining tissue perfusion in high-risk surgical patients: a systematic review of randomized clinical trials. *Anesth Analg*. 2011;112:1384–1391. DOI: 10.1213/ANE.0b013e3182055384.
  26. **Hamilton MA, Cecconi M, Rhodes A.** A systematic review and meta-analysis on the use of preemptive hemodynamic intervention to improve postoperative outcomes in moderate and high-risk surgical patients. *Anesth Analg*. 2011;112:1392–1402. DOI: 10.1213/ANE.0b013e3181eeae5.
  27. **Kozek-Langenecker SA, Afshari A, Albaladejo P, Santullano CA, De Robertis E, Filipescu DC, Fries D, Gorlinger K, Haas T, Imberger G, Jacob M, Lance M, Llau J, Mallett S, Meier J, Rahe-Meyer N, Samama CM, Smith A, Solomon C, Van der Linden P, Wikkelso AJ, Wouters P, Wyffels P.** Management of severe perioperative bleeding: guidelines from the European Society of Anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol*. 2013;30:270–382. DOI: 10.1097/EJA.0b013e3182835f4d5b.
  28. **Matot I, Scheinin O, Jurim O, Eid A.** Effectiveness of acute normovolemic hemodilution to minimize allogeneic blood transfusion in major liver resections. *Anesthesiology*. 2002;97:794–800.
  29. **Minhas SV, Chow I, Borso J, Otsuka NY.** Assessing the rates, predictors, and complications of blood transfusion volume in posterior arthrodesis for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2015;40:1422–1430. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001019.
  30. **Neilipovitz DT, Murto K, Hall L, Barrowman NJ, Splinter WM.** A randomized trial of tranexamic acid to reduce blood transfusion for scoliosis surgery. *Anesth Analg*. 2001;93:82–87. DOI: 10.1097/00000539-200107000-00018.
  31. **Yamasaki S, Masuhara K, Fuji T.** Tranexamic acid reduces blood loss after cementless total hip arthroplasty – prospective randomized study in 40 cases. *Int Orthop*. 2004;28:69–73. DOI: 10.1007/s00264-003-0511-4.
  32. **Park CK.** The effect of patient positioning on intraabdominal pressure and blood loss in spinal surgery. *Anesth Analg*. 2000;91:552–557. DOI: 10.1213/00000539-200009000-00009.
  33. **Pleym H, Stenseth R, Wahba A, Bjella L, Karevold A, Dale O.** Single-dose tranexamic acid reduces postoperative bleeding after coronary surgery in patients treated with aspirin until surgery. *Anesth Analg*. 2003;96:923–928. DOI: 10.1213/01.ANE.0000054001.37346.03.
  34. **Sarwahi V, Wendolowski SF, Wang D, Lo Y, Pawar A, Lebwohl NH, Thompson GH, Akbarnia BA.** Blood loss, transfusion, and conservation trends in scoliosis surgery over the past 10 years. Meta-analysis of srs meeting abstract by the historical committee. IMAST 2015. 22-nd International Meeting on Advanced Spine Techniques. Kuala-Lumpur, Malaysia, July 8–11, 2015. P. 162–163.
  35. **Shapiro F, Zurakowski D, Sethna NF.** Tranexamic acid diminishes intraoperative blood loss and transfusion in spinal fusions for Duchenne muscular dystrophy scoliosis. *Spine*. 2007;32:278–2283. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31814cf139.
  36. **Sethna NF, Zurakowski D, Brustowicz RM, Bacsik J, Sullivan LJ, Shapiro F.** Tranexamic acid reduces intraoperative blood loss in pediatric patients undergoing scoliosis surgery. *Anesthesiology*. 2005;102:727–732. DOI: 10.1097/00000542-200504000-00006.
  37. **Thompson GH, Florentino-Pineda I, Poe-Kochert C.** The role of amicar in decreasing perioperative blood loss in idiopathic scoliosis. *Spine*. 2005;30(17 Suppl):S94–S99. DOI: 10.1097/01.brs.0000175188.05542.a9.
  38. **Vanek T, Jares M, Fajt R, Straka Z, Jirasek K, Kolesar M, Brucek P, Maly M.** Fibrinolytic inhibitors in off-pump coronary surgery: a prospective, randomized, double-blind TAP study (tranexamic acid, aprotinin, placebo). *Eur J Cardiothorac Surg*. 2005;28:563–568. DOI: 10.1016/j.ejcts.2005.06.027.
  39. **Verstraete M.** Clinical application of inhibitors of fibrinolysis. *Drugs*. 1985;29:236–261. DOI: 10.2165/00003495-198529030-00003.
  40. **Verma K, Errico TJ, Vaz KM, Lonner BS.** A prospective, randomized, double-blinded single-site control study comparing blood loss prevention of tranexamic acid (TXA) to epsilon aminocaproic acid (EACA) for corrective spinal surgery. *BMC Surg*. 2010;10:13. DOI: 10.1186/1471-2482-10-13.
  41. **Xie J, Lenke LG, Li T, Si Y, Zhao Z, Wang Y, Zhang Y, Xiao J.** Preliminary investigation of high-dose tranexamic acid for controlling intraoperative blood loss in patients undergoing spine correction surgery. *Spine J*. 2015;15:647–654. DOI: 10.1016/j.spinee.2014.11.023.
  42. **Zabeeda D, Medalion B, Sverdlov M, Ezra S, Schachner A, Ezri T, Cohen AJ.** Tranexamic acid reduces bleeding and the need for blood transfusion in primary myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg*. 2002;74:733–738. DOI: 10.1016/S0003-4975(02)03784-0.
  43. **Zufferey P, Merquiol F, Laporte S, Decousus H, Mismetti P, Auboyer C, Samama CM, Molliex S.** Do antifibrinolytics reduce allogeneic blood transfusion in orthopedic surgery? *Anesthesiology*. 2006;105:1034–1046.

**Адрес для переписки:**

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

Статья поступила в редакцию 09.06.2016

Рецензирование пройдено 21.06.2016

Подписана в печать 10.07.2016

**Address correspondence to:**

Lebedeva Maya Nikolayevna  
NNIITO, Frunze str., 17,  
Novosibirsk, 630091, Russia,  
MLebedeva@niito.ru

Received 09.06.2016

Review completed 21.06.2016

Passed for printing 10.07.2016

Майя Николаевна Лебедева, д-р мед. наук, главный научный сотрудник отдела анестезиологии и реаниматологии, Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна, Россия, MLebedeva@niito.ru;

Анастасия Александровна Иванова, аспирант отдела анестезиологии и реаниматологии, анестезиолог-реаниматолог, Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна, Россия, niito@niito.ru;

Алексей Викторович Пальмаш, анестезиолог-реаниматолог, Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна, Россия, niito@niito.ru;

Иван Анатольевич Стаценко, анестезиолог-реаниматолог, Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна, Россия, niito@niito.ru;

Александр Сергеевич Васюра, канд. мед. наук, травматолог-ортопед, Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна, Россия, niito@niito.ru.

Maya Nikolayevna Lebedeva, DMSc, chief researcher, Department of anesthesiology and intensive care, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia, MLebedeva@niito.ru;

Anastasia Aleksandrovna Ivanova, post-graduate student in the Department of anesthesiology and intensive care, anesthesiologist-intensivist, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia, niito@niito.ru;

Aleksey Viktorovich Palmash, anesthesiologist-intensivist, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia, niito@niito.ru;

Ivan Anatlyevich Statsenko, anesthesiologist-intensivist, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia, niito@niito.ru;

Aleksandr Sergeyevich Vasyura, MD, PhD, traumatologist-orthopedist, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia, niito@niito.ru.