



# ВЛИЯНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ КОСТНОЙ И МЫШЕЧНОЙ ТКАНЕЙ НА ВЕЛИЧИНУ КРОВОПОТЕРИ В ХИРУРГИИ ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА

А.А. Иванова, А.М. Зайдман, М.Н. Лебедева, В.В. Новиков, А.С. Васюра

Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна

**Цель исследования.** Анализ морфологических особенностей тканевых структур (костной и мышечной тканей) и их корреляции с данными остеоденситометрии в качестве прогностического критерия объема интраоперационной кровопотери в хирургии идиопатического сколиоза.

**Материал и методы.** Исследованы суставные отростки позвонков и фрагменты мышечной ткани, полученные от 50 больных идиопатическим сколиозом. На предоперационном этапе проведено остеоденситометрическое исследование. Проанализированы данные о величине интраоперационной кровопотери.

**Результаты.** При морфологическом исследовании ( $n = 21$ ) выявлены значимые особенности: атрофия костных балок с нерегулярным расположением остеоцитов, расширение межбалочных промежутков, в костном мозге большое количество гемосидерофагов, процесс остеогенеза отсутствует, в мышцах атрофия мышечных волокон, тонкостенные расширенные сосуды. Интраоперационная кровопотеря — от 30 до 50 % ОЦК, по результатам остеоденситометрии выявлен остеопороз. Установлена слабая корреляционная связь между показателями плотности костной ткани и объемом интраоперационной кровопотери.

**Заключение.** Морфологические изменения костной и мышечной тканей у больных идиопатическим сколиозом являются факторами риска развития массивной кровопотери в хирургии сколиоза. Данные предоперационного остеоденситометрического исследования могут быть косвенным прогностическим критерием величины интраоперационной кровопотери.

**Ключевые слова:** идиопатический сколиоз, интраоперационная кровопотеря, костная ткань, морфология мышечной ткани, остеоденситометрия.

Для цитирования: Иванова А.А., Зайдман А.М., Лебедева М.Н., Новиков В.В., Васюра А.С. Влияние морфологических особенностей костной и мышечной тканей на величину кровопотери в хирургии идиопатического сколиоза // Хирургия позвоночника. 2014. № 3. С. 72–76.

THE INFLUENCE OF MORPHOLOGICAL FEATURES OF BONE AND MUSCLE TISSUE ON THE BLOOD LOSS VOLUME IN SURGERY FOR IDIOPATHIC SCOLIOSIS

A.A. Ivanova, A.M. Zaidman, M.N. Lebedeva, V.V. Novikov, A.S. Vasyura

**Objective.** To analyze morphological features of tissue structures (bone and muscle tissue) and their correlation with osteodensitometry data for predicting the volume of intraoperative blood loss in surgery for idiopathic scoliosis. **Material and Methods.** Articular processes of vertebrae and fragments of muscle tissue obtained from 50 patients undergoing surgery for idiopathic scoliosis were investigated. All patients underwent osteodensitometry before surgery. Data on the volume of intraoperative blood loss were analyzed.

**Results.** Morphologic study of specimens ( $n = 21$ ) revealed significant features: atrophy of bone trabeculae with irregular arrangement of osteocytes, widening of intertrabecular spaces, large number of hemosiderophages in the bone marrow, absence of the process of osteogenesis, atrophy of muscle fibers, and enlarged thin-walled vessels. Intraoperative blood loss in patients with these observations — from 30 to 50 % of total blood volume, and osteodensitometry revealed osteoporosis. The study found a weak correlation between indicators of bone density and volume of intraoperative blood loss.

**Conclusion.** Morphological changes in bone and muscle tissue in patients with idiopathic scoliosis are risk factors for massive blood loss in surgery for scoliosis. Findings of preoperative osteodensitometry may be an indirect predictor of the volume of intraoperative blood loss.

**Key Words:** idiopathic scoliosis, intraoperative blood loss, bone tissue, muscle tissue morphology, osteodensitometry.

Hir. Pozvonoc. 2014;(3):72–76.

Идиопатический сколиоз – это классическое ортопедическое заболевание, характеризующееся сложной деформацией позвоночного столба, травмирующее психику, приводящее к прогрессирующему нарушению функции жизненно важных органов и часто глубоко инвалидизирующее больного [7]. При неэффективности консервативного лечения методом выбора коррекции деформации позвоночника является хирургическое вмешательство [10]. Интраоперационная кровопотеря от минимальной до 100 % объема циркулирующей крови (ОЦК) и более является неизбежной при выполнении хирургической коррекции идиопатического сколиоза [6, 8, 9, 13, 15, 17, 19]. Основные известные причины интраоперационного кровотечения – объем вынужденно травмируемых мягких тканей и обширная декортикация дорсальных отделов позвоночника. При этом кровотечение из губчатой кости носит преимущественно венозный диффузный характер [16, 18].

Большинство исследований морфологии костной ткани больных идиопатическим сколиозом, выполненных на основе гистохимии, электронной микроскопии и биохимии, молекулярной биологии и генетики, посвящено изучению этиологических факторов и патогенетических механизмов развития сколиотической болезни [1–3].

Вместе с тем значительный интерес представляют исследования, которые дадут возможность ответить на следующие вопросы: существуют ли морфологические особенности архитектоники костной ткани больных идиопатическим сколиозом, обуславливающие повышенную интраоперационную кровопотерю, и могут ли являться показатели предоперационной оценки минеральной плотности костной ткани надежным критерием прогнозирования величины кровопотери в хирургии сколиоза?

Существующие рентгенографический и биохимический методы оценки минеральной плотности костной ткани не позволяют адекватно и своевременно определить начальные изменения и количественную оценку костных потерь. В настоящее время доступным и объективным методом количественной оценки минеральной плотности кости и диагностики метаболических заболеваний скелета является остеоденситометрия [4, 12]. Как сообщают В.С. Копылов с соавт. [5], у больных сколиозом с деформациями позвоночника III–IV ст. по данным остеоденситометрического исследования были выявлены нарушения минеральной плотности тел поясничных позвонков от состояния остеопении до состояния остеопороза. Имеются лишь единичные сведения о влиянии

низкой костной плотности, выявленной по данным остеоденситометрии у больных сколиозом, на объем зарегистрированной интраоперационной кровопотери [14]. При этом количественные показатели костной плотности в качестве возможных прогностических критериев интраоперационной кровопотери не рассматриваются.

Цель исследования – анализ морфологических особенностей тканевых структур (костной и мышечной тканей) и их корреляции с данными остеоденситометрии в качестве прогностического критерия объема интраоперационной кровопотери в хирургии идиопатического сколиоза.

## Материал и методы

Объектом исследования избраны суставные отростки позвонков и фрагменты мышечной ткани, полученные от 50 оперированных больных идиопатическим сколиозом. Все пациенты сопоставимы по изучаемой информации: диагнозу, величине деформации позвоночника, возрасту, массе тела, протяженности зоны дорсального спондилодеза, продолжительности операции, методу анестезиологического обеспечения, данным клинико-биохимического исследования, принципам инфузионно-трансфузионного обеспечения. Было выполнено хирургическое вмешательство в объеме проведения дорсальной коррекции деформации позвоночника с использованием гибридного хирургического инструментария двумя высококвалифицированными хирургами с равным долевым участием. Применяли общую анестезию (севофлуран, фентанил, кетамин, клофелин, тракриум). Больные с более редкими причинами деформаций позвоночника в исследование включены не были. Все исследуемые параметры в выделенных группах наблюдений отражены в табл.

Материал, подлежащий морфологическому исследованию, фиксировали в 10 % нейтральном формалине 48 ч. Выделенные и освобожденные от мягких тканей костные фрагменты подвергали декальцинации в 25 % три-

Таблица

Исследуемые параметры у пациентов I и II групп

Параметры	I (n = 21)	II (n = 29)	Достоверность различий между группами
Пол, м/ж	7/14	9/20	>0,05
Возраст, лет	18,3 ± 5,7	18,6 ± 7,0	>0,05
Масса тела, кг	53,1 ± 10,5	51,0 ± 10,6	>0,05
Величина деформации, град.	54,7 ± 16,3	61,5 ± 19,4	>0,05
Протяженность дорсального спондилодеза, сегмент	12,5 ± 1,1	12,8 ± 0,29	>0,05
Уровни транспедикулярной фиксации, n	4,1 ± 1,1	4,2 ± 1,8	>0,05
Продолжительность операции, мин	169,4 ± 30,3	159,0 ± 31,6	>0,05
Кровопотеря, мл	1344,5 ± 313,8	741,8 ± 235,0	<0,001
Кровопотеря, % ОЦК	35,0 ± 5,2	15,8 ± 6,1	<0,001

лоне Б. Тканевые образцы проводили через спирты возрастающих концентраций и заключали в парафин. Срезы готовили с помощью ротационного микротомы «Leica RM 2555» толщиной 6–7 микрон и окрашивали гематоксилином-эозином и пикрофуксином (по Ван-Гизону). Изучение гистопрепаратов и микрофото съемку производили в оптической цифровой системе «Аxioplan 2 imaging» (Германия). Для верификации и объективизации данных гистоморфологического исследования активности остеогенеза использовали морфометрическую полуколичественную оценку состояния тканевых структур с помощью стандартной тест-сетки. Подсчитывали численную плотность остеобластов, остеоцитов, остеокластов и сосудов. Подсчеты проводили в 30 полях зрения при увеличении в 400 раз.

По результатам морфологического исследования выделено две группы больных: I группа (n = 21) – со значимыми морфологическими изменениями костной и мышечной тканей; II группа (n = 29) – морфологических особенностей не установлено.

Всем больным на предоперационном этапе проводили остеоденситометрическое исследование. Минеральную плотность костной ткани оценивали методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DEXA) с использованием аксиального остеоденситометра «Hologic», серии DPX, модель «Discovery-A» (США) с применением детских программ и американской нормативно-возрастной базы данных. В аппарате «Discovery» используется технология «OnePass» – сканирование веерным лучом с 54-элементной линейкой работающих одновременно детекторов с геометрией веерного луча. Уровень минерализации оценивали по минеральной плотности костной ткани (BMD) и Z-индексу (в процентах и SD – стандартное отклонение) во всех исследованных регионах и скелета в целом. Z-индекс использовали для выявления пациентов с низкой костной массой (Z-score  $\leq -2,0$  SD).

Интраоперационная кровопотеря, которую определяли гравиметрическим методом и определением объема крови, аспирированной в градуированные емкости, учитывалась в абсолютных значениях и в процентах ОЦК.

Статистический анализ полученных результатов выполняли в «Excel» пакета «Microsoft Office 2010» для персональных компьютеров. Стандартная обработка вариационных рядов включала подсчет значений средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (m). Для определения корреляционной зависимости между исследуемыми показателями высчитывали коэффициент корреляции Пирсона (r).

### Результаты

По результатам морфологического исследования полученного в ходе операции материала у 21 больного I группы были выявлены следующие особенности: в суставных отростках атрофия костных балок с нерегулярным расположением остеоцитов, расширение межбалочных промежутков ( $235 \pm 18$  микрон), в костном мозге – большое количество гемосидерофагов, процесс остеогенеза отсутствует, в мышцах атрофия мышечных волокон, тонкостенные расширенные сосуды (рис. 1–3). Установленные особенности являются признаками остеопороза, нарушения кровообращения в костной и мышечной тканях и атрофии мышечной ткани. У 29 больных II группы каких-либо значимых особенностей морфологии костной и мышечной тканей не выявлено: наблюдался склероз костных балок, спазмированные мышечные волокна, сосудистая реакция не определяется или отсутствует (рис. 4, 5).

После получения результатов морфологического исследования был проведен ретроспективный анализ интраоперационной кровопотери и данных остеоденситометрии у всех больных, включенных в исследование. Результаты анализа показали, что во всех случаях с выявленными морфологическими особенностями

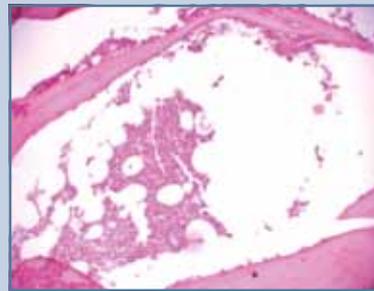


Рис. 1

Выраженная атрофия костных балок с нерегулярным расположением остеоцитов; костно-мозговые пространства расширены; сосуды дилатированы; окрашивание гематоксилином-эозином, ув. 200

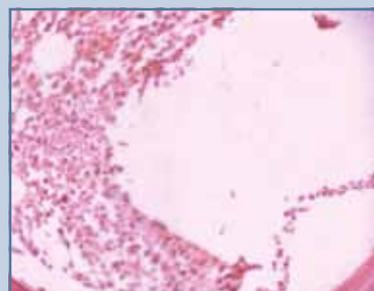


Рис. 2

В костном мозге большое количество гемосидерофагов; окрашивание гематоксилином-эозином, ув. 200



Рис. 3

Атрофия и дистрофические изменения мышечной ткани, дилатированные застойные артериальные и венозные сосуды в межмышечных прослойках; окрашивание гематоксилином-эозином, ув. 200

костной и мышечной тканей (I группа) интраоперационная кровопотеря соответствовала категории массивной – более 30 % ОЦК, а в восьми наблюдениях кровопотеря достигала



**Рис. 4**

Склероз костных балок с регулярным расположением остецитов; сосудистая реакция не определяется или отсутствует; окрашивание гематоксилином-эозином, ув. 400



**Рис. 5**

Спазмированные мышечные волокна, сосудистая реакция отсутствует

50 % ОЦК. По результатам денситометрии костной ткани, у этих пациентов выявлен остеопороз различной степени выраженности (значение Z-индекса от -2 SD и ниже). Однако при этом установлена лишь слабая корреляционная связь ( $r = 0,27$ ) между показателями плотности костной ткани и объемом интраоперационной кровопотери.

В тех клинических наблюдениях, где каких-либо значимых морфологических особенностей костной и мышечной тканей выявлено не было (II группа), интраоперационная кровопотеря была достоверно ниже и составила менее 30 % ОЦК. При этом у 18 больных с интраоперационной кровопотерей менее 30 % ОЦК, по данным остеоденситометрии, была зарегистрирована остеопения. Корреляционной связи между объемом интраоперационной кровопотери и показателями плотности костной ткани у больных с остеопенией не выявлено. Полученные результаты вполне согласуются с данными Ю.В. Храповой с соавт. [11], которые в своем исследовании пришли к заключению, что у детей минеральная плотность скелета в большей степени отражает костную массу и размер кости, чем ее качество. Исследователи обнаружили, что отсутствие тесной корреляционной связи между наличием компрессионных переломов тел позвонков и снижением минеральной плотности костной ткани у детей и подростков обусловлено не наруше-

нием минерализации костной ткани, а нарушением формирования органического матрикса, что в итоге сопровождается недостаточным накоплением костной плотности. Логично предположить, что именно измененный органический матрикс костной ткани способствует повышенной интраоперационной кровопотере у больных идиопатическим сколиозом.

### Заключение

Морфологические изменения костной и мышечной тканей у больных идиопатическим сколиозом в виде атрофии костных балок с нерегулярным расположением остецитов, расширения межбалочных промежутков, наличия тонкостенных расширенных сосудов и признаков атрофии мышечной ткани, большого количества гемосидерофагов в костном мозге, отсутствия процесса остеогенеза являются факторами риска развития массивной кровопотери в хирургии идиопатического сколиоза. Несмотря на то что значимых корреляционных связей между найденными морфологическими изменениями костной ткани с данными предоперационного остеоденситометрического исследования не установлено, показатели количественной оценки минеральной плотности кости могут являться косвенным прогностическим критерием ожидаемой величины интраоперационной кровопотери в хирургии сколиоза.

### Литература

1. **Автандилов Г.Г.** Медицинская морфометрия. М., 1990. С. 225. [Avtandilov GG. [Medical Morphometry]. Moscow, 1990:225. In Russian].
2. **Зайдман А.М., Корель А.В., Рыкова В.И. и др.** Этиология и патогенез идиопатического сколиоза // Хирургия позвоночника. 2006. № 4. С. 84–93. [Zaydman AM, Korel' AV, Rykova VI, et al. [Etiology and pathogenesis of idiopathic scoliosis]. Hir Pozvonoc. 2006;(4):84–93. In Russian].
3. **Зайдман А.М., Садовой М.А., Строкова Е.Л. и др.** Морфофункциональные закономерности регуляции хондрогенеза пластинок роста тел позвонков и подвздошной кости // Хирургия позвоночника. 2013. № 3. С. 68–80. [Zaydman AM, Sadovoy MA, Strokova EL, et al. [Morphofunctional laws regulating chondrogenesis in vertebral and iliac bone growth plates]. Hir Pozvonoc. 2013;(3):68–80. In Russian].
4. **Киселева А.Л., Килина О.Ю., Огородова Л.М.** Результаты исследования костной прочности у детей, страдающих бронхиальной астмой и принимающих ингаляционные глюкокортикоиды // Педиатрическая фармакология. 2010. Т. 7. № 1. С. 42–47. [Kiselyova AL, Kilina OYu, Ogorodova LM. [Results of bone density research in children with asthma treated by inhaled glucocorticosteroids]. Pediatric Pharmacology. 2010;7(1):42–47. In Russian].
5. **Копылов В.С., Сороковиков В.А., Потапов В.Э.** Нарушение минеральной плотности тел поясничных позвонков при выраженных формах сколиоза III–IV степени // Хирургия позвоночника – полный спектр: Материалы науч. конф., посвящ.

- 40-летию отделения патологии позвоночника ЦИТО. М., 2007. С. 195–196.  
[Kopylov VS, Sorokovikov VA, Potapov VE. [Bone mineral density disturbance in lumbar vertebrae in severe grade III–IV scoliosis]. Spine Surgery – Full Spectrum: Proceedings of Scientific Conference dedicated to the 40th Anniversary of CIOT Spine Pathology Department. Moscow, 2007:195–196. In Russian].
6. **Кулешов А.А., Ветрилэ С.Т., Захарьин 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.  
[Kuleshov AA, Vetrile ST, Zahar'in RG, et al. [Massive blood loss and coagulation hemostasis in surgical treatment of scoliosis in children and adolescents]. Vestn. traumatol. i ortoped. im. N.N. Priorova. 2003; (4):64–68. In Russian].
  7. **Михайловский М.В., Фомичев Н.Г.** Хирургия деформаций позвоночника. Новосибирск, 2011.  
[Mikhaylovsky MV, Fomichev NG. [Surgery of Spinal Deformities]. Novosibirsk, 2011. In Russian].
  8. **Ульрих Г.Э.** Способы кровосбережения при операциях на позвоночнике у детей // Хирургия позвоночника. 2005. № 1. С. 91–94.  
[Ulrikh GE. [Blood Saving in Pediatric Spinal Surgery: Literature Review]. Hir Pozvonoc. 2005; (1):91–94. In Russian].
  9. **Фищенко В.Я.** Сколиоз. Makeevka, 2005.  
[Fischenko VYa. [Scoliosis]. Makeevka, 2005. In Russian].
  10. Хирургия идиопатического сколиоза: ближайшие и отдаленные результаты / Под ред. М.В. Михайловского. Новосибирск, 2007.  
[Mikhaylovsky MV, ed. [Surgery for Idiopathic Scoliosis: Immediate and Long-Term Results]. Novosibirsk, 2007. In Russian].
  11. **Храпова Ю.В., Леонова О.Н., Ларионов П.М. и др.** Качество костной ткани как фактор риска компрессионных переломов тел позвонков у детей // Хирургические технологии лечения патологии позвоночника и суставов: М-лы Всерос. науч.-практ. конф. «Цивьяновские чтения». Новосибирск, 2011. С. 97–99.  
[Khrapova YuV, Leonova ON, Larionov PM, et al. [Bone tissue quality as risk factor for compression vertebral body fractures in children]. Materials of All-Russia Scientific and Practical Conference "Tsiyvan's Readings". Novosibirsk, 2011:97–99. In Russian].
  12. **Чернова Т.О., Игнатков В.Я.** Методы денситометрических исследований // Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. 2003. Т. 2. № 1. С. 71–77.  
[Chernova TO, Ignatkov VYa. [Methods of densitometric research]. Voprosy ginekologii, akusherstva i perinatologii. 2003;2(1):71–77. 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. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181bdf22a.
  14. **Modi HN, Suh SW, Hong JY, et al.** Intraoperative blood loss during different stages of scoliosis surgery: A prospective study. Scoliosis. 2010;5:16. doi: 10.1186/1748-7161-5-16.
  15. **Mooney JF, Barfield WR.** Validity of estimates of intraoperative blood loss in pediatric spinal deformity surgery. Spine Deformity. 2013;1:21–24. doi: 10.1016/j.jspd.2012.10.005.
  16. **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. doi: 10.1016/j.jspd.2013.03.002.
  17. **Verma K, Lonner B, Dean L, et al.** Reduction of mean arterial pressure at incision reduces blood loss in adolescent idiopathic scoliosis. Spine Deformity. 2013;1:115–122. doi: 10.1016/j.jspd.2013.01.001.
  18. **Yu X, Xiao H, Wang R, et al.** Prediction of massive blood loss in scoliosis surgery from preoperative variables. Spine. 2013;38:350–355. doi: 10.1097/BRS.0b013e31826c63cb.

**Адрес для переписки:**

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

Статья поступила в редакцию 25.04.2014

*Анастасия Александровна Иванова, аспирант; Алла Михайловна Зайдман, д-р мед. наук, проф.; Майя Николаевна Лебедева, д-р мед. наук; Вячеслав Викторович Новиков, канд. мед. наук; Александр Сергеевич Васюра, канд. мед. наук, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна.*

*Anastasia Aleksandrovna Ivanova, fellow; Alla Mikbailovna Zaidman, MD, DMSc, Prof.; Maya Nikolayevna Lebedeva, MD, DMSc; Vyacheslav Viktorovich Novikov, MD, PhD; Aleksandr Sergeyevich Vasyura, MD, PhD, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiyvan.*