

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto112134>

# Особенности выполнения резекции позвоночного столба по поводу ригидных кифотических и кифосколиотических деформаций грудопоясничного отдела позвоночника различного генеза: мультицентровое ретроспективное наблюдательное когортное исследование

Д.С. Горбатюк<sup>1</sup>, С.В. Колесов<sup>1</sup>, В.В. Швец<sup>1</sup>, Н.С. Морозова<sup>1</sup>, Д.А. Пташников<sup>2</sup>,  
С.Г. Млявых<sup>3</sup>, И.С. Братцев<sup>3</sup>

<sup>1</sup> НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация;

<sup>2</sup> НМИЦ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Российская Федерация;

<sup>3</sup> Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Резекция позвоночного столба (vertebral column resection, VCR) как вид остеотомии позвоночника характеризуется максимальными возможностями трёхмерной коррекции различного генеза: врождённого, посттуберкулёзного, ятрогенного (после иных вмешательств на позвоночнике), дегенеративного, а также при спондилоптозе позвонка, обусловленном болезнью Кюммеля, и при первичных и метастатических опухолевых поражениях позвоночника. К настоящему моменту применение VCR вышло далеко за рамки своего первоначального предназначения.

**Цель.** Сравнить особенности выполнения VCR по поводу ригидных деформаций различной этиологии, а также менеджмента эритроцитарных препаратов крови в периоперационном периоде.

**Материалы и методы.** Мультицентровое ретроспективное наблюдательное когортное исследование проведено на основе данных 53 взрослых ( $\geq 18$  лет) пациентов с кифотическими и кифосколиотическими деформациями грудного и поясничного отдела позвоночника, разделённых на 4 группы сравнения по генезу деформации: аномалии развития позвоночника, травматический генез, дегенеративный либо идиопатический кифосколиоз, новообразования тел позвонков.

**Результаты.** При выполнении VCR по поводу новообразований позвоночника длительность операции оказалась выше, чем при VCR по поводу высокоэнергетических «взрывных» компрессионных переломов тел позвонков и сколиотических деформаций IV степени ( $p < 0,05$ ). Дополнительно эта группа характеризуется в среднем наиболее краниальным значением уровня остеотомии среди групп пациентов, участвовавших в исследовании. VCR по поводу идиопатических сколиотических деформаций отличается большим объёмом интраоперационной кровопотери, чем иные рассмотренные в исследовании нозологии (различия также носят статистически значимый характер). Кроме того, у пациентов-мужчин этой группы уровень гемоглобина на 1-е сут после вмешательства статистически значимо ниже, чем у пациентов, которым VCR выполняли по поводу компрессионных переломов тел позвонков, либо деформации, вызванной аномалией развития позвонка. При VCR по поводу «взрывных» компрессионных переломов тел позвонков протяжённость фиксации меньше, чем при аналогичном вмешательстве по поводу аномалий развития и деформаций постоперационного генеза, а также идиопатического сколиоза IV степени ( $p < 0,05$ ). При выполнении VCR по поводу идиопатического сколиоза IV степени требуется больший ( $p < 0,05$ ) объём реинфузированной аутокрови, чем при вмешательстве по поводу острой травматической патологии («взрывных» компрессионных переломах тел позвонков).

**Заключение.** Универсальность клинических задач, при которых может быть выполнена резекция позвоночного столба по методике VCR, обуславливает и значительную гетерогенность групп пациентов, которым проводится такое лечение. Знание особенностей выполнения вмешательств по поводу ригидных кифотических и кифосколиотических деформаций различного генеза имеет ценность в вертебрологической практике.

**Ключевые слова:** резекция позвоночного столба; интраоперационная потеря крови; гемоглобин; хирургия позвоночника; травма позвоночного столба; новообразования позвоночного столба; компрессионный перелом; кифосколиотическая деформация; кифотическая деформация.

## Как цитировать:

Горбатюк Д.С., Колесов С.В., Швец В.В., Морозова Н.С., Пташников Д.А., Млявых С.Г., Братцев И.С. Особенности выполнения резекции позвоночного столба по поводу ригидных кифотических и кифосколиотических деформаций грудопоясничного отдела позвоночника различного генеза: мультицентровое ретроспективное наблюдательное когортное исследование // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 3. С. 237–248. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto112134>

Рукопись получена: 27.10.2022

Рукопись одобрена: 06.12.2022

Опубликована: 24.01.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto112134>

# Aspects of vertebral column resection in patients with rigid kyphotic and kyphoscoliotic deformities of different genesis of the thoracolumbar spine: multicenter retrospective observational cohort study

Dmitry S. Gorbatyuk<sup>1</sup>, Sergey V. Kolesov<sup>1</sup>, Vladimir V. Shvets<sup>1</sup>, Nataliya S. Morozova<sup>1</sup>, Dmitry A. Ptashnikov<sup>2</sup>, Sergey G. Mlyavykh<sup>3</sup>, Ivan S. Bratsev<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Priorov National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> Vreden National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Saint Petersburg, Russia;

<sup>3</sup> Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Vertebral column resection (VCR) as a type of spinal osteotomy is characterized by maximum possibilities of three-dimensional correction of various etiologies: congenital, post-tuberculous, iatrogenic (after other interventions on the spine), degenerative, and vertebral spondyloptosis caused by Kümmel's disease, and primary, and metastatic tumor lesions of the spine. Nowadays, the use of single-level VCR is far beyond its initial purpose.

**OBJECTIVE:** The study aimed to compare features of VCR for rigid deformities of various etiologies and management of erythrocyte blood products in the perioperative period.

**MATERIALS AND METHODS:** A multicenter retrospective observational cohort study analyzed data from 53 adult (aged  $\geq 18$  years) patients with kyphotic and kyphoscoliotic deformities of the thoracic and lumbar spine, distributed into four comparison groups according to the deformity genesis, namely, impaired spinal development, traumatic genesis, degenerative or idiopathic, and neoplasms of the vertebral bodies. The characteristics of VCR in these patients were compared.

**RESULTS:** The surgery duration was longer in VCR for spinal neoplasms ( $p < 0.05$ ) than for high-energy burst compression fractures of vertebral bodies and scoliotic deformities (grade IV). On average, this group also had the most cranial osteotomy level among the study groups. VCR for idiopathic scoliotic deformities is characterized by a larger intraoperative blood loss volume than other nosologies, and the differences were statistically significant. In male patients of this group, the hemoglobin level on day 1 after surgery was statistically significantly lower than in those who underwent VCR for compression fractures of the vertebral bodies or impaired vertebral development. During resection of the vertebral column for burst compression fractures of the vertebral bodies, the fixation length was less ( $p < 0.05$ ), with a similar intervention for developmental anomalies, deformities of postoperative genesis, and grade IV idiopathic scoliosis. VCR for grade IV idiopathic scoliosis requires a larger ( $p < 0.05$ ) volume of the reinfused autologous blood than for intervention for acute traumatic pathologies (burst compression fractures of the vertebral bodies).

**CONCLUSION:** The versatility of clinical tasks for which resection of the spinal column can be performed using the VCR technique also determines the significant heterogeneity of the patients who undergo such treatment. Knowledge of the interventions in various nosologies is very useful in vertebrological practice.

**Keywords:** vertebral column resection; intraoperational blood loss; hemoglobin; spine surgery; spine trauma; spine neoplasm; compression fracture; kyphoscoliotic deformity; kyphotic deformity.

## To cite this article:

Gorbatyuk DS, Kolesov SV, Shvets VV, Morozova NS, Ptashnikov DA, Mlyavykh SG, Bratsev IS. Aspects of vertebral column resection in patients with rigid kyphotic and kyphoscoliotic deformities of different genesis of the thoracolumbar spine: multicenter retrospective observational cohort study. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(3):237–248. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto112134>

Received: 27.10.2022

Accepted: 06.12.2022

Published: 24.01.2023

## ОБОСНОВАНИЕ

Резекция позвоночного столба (vertebral column resection, VCR) — вариант трёхколонной остеотомии позвоночника, сопровождающийся тотальным удалением одного или нескольких позвонков на вершине деформации с последующей пространственно-анатомической реконструкцией позвоночного столба, характеризующийся максимальными возможностями трёхмерной коррекции. Со времён предложения метода MacLennan в 1922 году [1] предпринимались попытки для лечения деформаций различного генеза: врождённого, посттуберкулёзного [2–7], ятрогенного (после иных вмешательств на позвоночнике), дегенеративного [8, 9], а также при спондилоптозе позвонка  $L_v$  [10], обусловленном болезнью Кюммеля [11, 12], и при первичных и метастатических опухолевых поражениях позвоночника [13–15]. Таким образом, к настоящему моменту применение VCR вышло далеко за рамки своего первоначального предназначения. Имеющиеся в литературе работы многочисленны, однако посвящены узкой тематике, а именно вопросам использования VCR при определённых нозологиях. Обзоры литературы составляют на основе имеющихся статей, как правило, не следующих единой методологии сбора данных вплоть до различий в единицах измерения. Сопоставление подобных результатов затруднительно как для клиницистов, так и для врачей, занимающихся научной деятельностью.

Наша работа является одной из первых попыток обобщить опыт проведения VCR у взрослых пациентов на основе результатов различных вертебрологических центров Российской Федерации, что позволит сформировать междисциплинарный взгляд на метод, а также в перспективе способствовать уточнению показаний и противопоказаний к его применению. В качестве первого шага в этом направлении мы считаем целесообразным сравнение особенностей оперативных вмешательств по поводу сколиотических, кифотических и кифосколиотических деформаций с углом  $>40^\circ$  по Cobb («целевая группа» пациентов для данного метода) для разных нозологических групп, которые могут встретиться в практике вертебролога, а также требуемого количества эритроцитарных препаратов крови в периоперационном периоде таких вмешательств.

**Цель исследования** — сравнить особенности выполнения резекции позвоночного столба по поводу ригидных деформаций различной этиологии, а также менеджмента эритроцитарных препаратов крови в периоперационном периоде.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено мультицентровое ретроспективное наблюдательное когортное исследование.

## Критерии соответствия

### Критерии включения:

- наличие ригидной кифотической или кифосколиотической деформации позвоночника грудного или поясничного отдела с углом в кифотической плоскости  $>50^\circ$  по Cobb;
- выполнение оперативного вмешательства по методике VCR с транспедикулярной фиксацией из 1 дорсального доступа;
- врождённые аномалии позвоночника, обуславливающие описанную деформацию, либо вертебрологическое вмешательство на задней колонне позвоночника, повлёкшее её формирование (для включения пациента в 1-ю группу);
- высокоэнергетический (травматический) компрессионный перелом тела позвонка вне острого периода травмы давностью не менее 6 мес (для включения пациента во 2-ю группу);
- госпитализация и хирургическое лечение проводились вне периодов химио- и лучевой терапии, по согласованию с ведущим пациента онкологом (для пациентов 4-й группы).

### Критерии исключения:

- выполнение VCR из вентрального доступа либо из 2 доступов;
- проведение VCR более чем на 1 уровне;
- симультантное выполнение вертебротомий меньшего объёма (PSO, SPO и иные);
- использование задней фиксации, отличной от транспедикулярной, включая гибридную.

## Условия проведения

Исследование проведено на основе данных 53 взрослых ( $\geq 18$  лет) пациентов с кифотическими и кифосколиотическими деформациями грудного и поясничного отдела позвоночника, получавших оперативное лечение по методике VCR в период с 2008 по 2020 год, в условиях следующих медицинских организаций: ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» (Москва), ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.П. Вредена» (Санкт-Петербург), ФГБОУ ВО «ПИМУ» (Нижний Новгород).

## Продолжительность исследования

Исследование проведено в течение 2021–2022 гг. с ретроспективным анализом данных пациентов, получивших хирургическое лечение кифотических и кифосколиотических деформаций грудного и поясничного отдела позвоночника по методике VCR в 2008–2020 гг. Период наблюдения был ограничен продолжительностью госпитализации; учитывая ретроспективный характер исследования, в качестве суррогатной («мягкой») конечной точки был принят факт регистрации данных, собираемых в рамках данного исследования.

## Описание медицинского вмешательства

Всем вошедшим в исследование пациентам проводилась одноуровневая резекция позвоночного столба по общепринятой методике, включавшая создание оперативного доступа, установку транспедикулярных винтов и временных стержней, резекцию элементов задней опорной колонны позвонка, резекцию элементов средней и передней опорных колонн позвонка, сопоставление краниального и каудального фрагмента позвоночника, замену стержней на постоянные, окончательную фиксацию и закрытие операционной раны. Операцию производили под комбинированным эндотрахеальным наркозом, под контролем интраоперационного нейромониторинга. Использовали интраоперационную реинфузию аутокрови при помощи аппарата cell-saver.

## Исходы исследования

В качестве исхода исследования, учитывая его ретроспективный характер, принята суррогатная конечная точка, соответствующая определению концентрации гемоглобина на 1-е сут после вмешательства. Сведения о прочих показателях, используемых в данном исследовании, на момент наступления конечной точки уже были доступны.

## Методы регистрации исходов

Проводили измерение и анализ следующих параметров:

- демографические показатели — распределение по полу и возрасту;
- длительность вмешательства;
- интраоперационная потеря крови;
- количество реинфузированной в ходе вмешательства крови;
- уровень проведения остеотомии (в расчётах учитывали следующим образом: 1–12 — позвонки грудного отдела с Th<sub>I</sub> по Th<sub>XII</sub> соответственно, 13–17 — позвонки поясничного отдела с L<sub>I</sub> по L<sub>V</sub> соответственно);
- протяжённость фиксации (измеренная в числе фиксированных позвоночно-двигательных сегментов);
- концентрация гемоглобина (в г/л) отдельно у мужчин и женщин до операции (дооперационный уровень) и на 1-е сут после неё (послеоперационный уровень).

## Анализ в подгруппах

Пациенты были разделены на 4 основные группы согласно характеру основного заболевания или травмы, повлёкшей возникновение и нарастание кифотической/кифосколиотической деформации. Особенности групп, послужившие основанием для разделения, представлены в табл. 1.

Распределение типов новообразований тел позвонков в 4-й группе было следующим:

- опухоль, гистологически не уточнённое поражение тела позвонка (на момент сбора данных биопсийный материал находился в работе) —  $n=3$ ; уровни поражения — Th<sub>III</sub>, Th<sub>XII</sub>, L<sub>I</sub>;
- хондросаркома Th<sub>VI</sub> —  $n=1$ ;
- хондросаркома, код 9250/1 по классификации ICD-O, 2-я степень, grade 2 —  $n=1$ ;
- гигантоклеточная опухоль (остеобластокластома) Th<sub>X</sub> —  $n=1$ ;
- гигантоклеточная опухоль (остеобластокластома) Th<sub>III</sub> (агрессивный вариант), код 9250/1 по классификации ICD-O —  $n=1$ ;
- карцинома молочной железы L<sub>I</sub> (метастаз, люминальный подтип A) —  $n=1$ ;
- светлоклеточная почечно-клеточная карцинома Th<sub>VII</sub> (метастаз) —  $n=1$ .

## Статистический анализ

Статистический анализ проводили на программном обеспечении SPSS Statistics v. 26 (IBM Corp., США). Использовали следующие методы и критерии:

- для общего представления данных — методы описательной статистики (рассчитывали среднее значение параметра, стандартное отклонение, минимальное и максимальное значение);
- для определения различий в параметрах между каждыми 2 группами —  $U$ -критерий Манна-Уитни; характер различий (высокое или низкое значение параметра в сравниваемой группе пациентов) определяли только при подтверждённой ( $p < 0,05$ ) статистической значимости.

Выбор указанного непараметрического критерия обусловлен различиями в числе пациентов в рассматриваемых группах, а также недостаточным размером выборок (в наиболее многочисленной группе —  $n=21$ ) для применения параметрических тестов.

Таблица 1. Обоснование распределения пациентов по 4 группам в соответствии с основной нозологией

Table 1. Distribution of patients into 4 groups in accordance with the main nosology

Условное название группы в тексте	Число пациентов, $n$	Генез деформации
1-я	8	Врождённый (аномалии развития)
2-я	21	Травматический (высокоэнергетические компрессионные переломы тел позвонков)
3-я	15	Дегенеративный либо идиопатический кифосколиоз взрослых
4-я	9	Онкологический (новообразования тел позвонков, метастазы и компрессионные переломы на их фоне)

В качестве порогового уровня асимптотической значимости был принят  $p=0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Участники исследования

В исследовании приняли участие 53 пациента, из них 22 (41,5%) мужчины и 31 (58,5%) женщина. Средний возраст пациентов составил  $49,17 \pm 15,82$  года. В табл. 2 представлены данные описательной статистики по основным изучаемым параметрам.

### Основные результаты исследования

При поиске различий между группами при попарном сравнении с помощью  $U$ -критерия Манна–Уитни были получены результаты, представленные в табл. 3 (А–Д).

Приведённые в табл. 2 и 3 результаты свидетельствуют о следующем.

- Длительность операции в 4-й группе (VCR по поводу новообразований тел позвонков) статистически значимо отличается от таковой во 2-й ( $p=0,035$ ) и 3-й ( $p=0,039$ ) группе (VCR по поводу травм и ригидных сколиотических деформаций позвоночника соответственно) в сторону увеличения.
- Интраоперационная потеря крови в 3-й группе (VCR по поводу дегенеративного /идиопатического сколиоза) статистически значимо отличается от всех прочих групп в сторону увеличения ( $p=0,014$  в сравнении с 1-й,  $p < 0,001$  — со 2-й,  $p=0,039$  — с 4-й).
- Показатели концентрации гемоглобина на 1-е сут у мужчин после вмешательства для 3-й группы статистически значимо отличаются в сторону уменьшения от таковых в 1-й ( $p=0,016$ ) и 2-й ( $p=0,036$ ) группе, при этом до вмешательства указанные различия не обнаруживаются (см. табл. 3, В).
- У женщин различия в уровне гемоглобина между группами не выявляются ни до, ни на 1-е сут после вмешательства ( $p > 0,05$ ; см. табл. 3, Г).
- Протяжённость фиксации металлоконструкцией у пациентов 2-й группы (VCR по поводу высокоэнергетического травматического компрессионного перелома тела позвонка) статистически значимо меньше, чем у больных в 1-й ( $p=0,016$ ) и 3-й ( $p=0,013$ ) группе (VCR по поводу аномалий развития и деформаций постоперационного генеза, а также идиопатического сколиоза соответственно).
- Уровни остеотомии статистически значимо различаются между 2-й и 3-й ( $p=0,001$ ), а также между 2-й и 4-й ( $p=0,026$ ), 3-й и 4-й ( $p=0,001$ ) группой. Различия между 4-й и 1-й группой на текущий момент нельзя рассматривать как статистически значимые ( $p=0,066$ ), однако они могут быть потенциально доказаны в дальнейшем при увеличении размера выборки. Группа 4 (VCR по поводу новообразований тел позвонков) характеризуется в среднем наи-

меньшим значением уровня остеотомии среди всех изучаемых групп, что соответствует наиболее краинальному расположению изменённых позвонков в пределах грудного и поясничного отдела.

- Объём проводимой реинфузии статистически значимо различался во 2-й и 3-й группе (VCR по поводу травм и дегенеративного /идиопатического сколиоза соответственно;  $p=0,001$ ), при этом в 3-й группе объём затребованной аутокрови оказался максимальным.

В целом результаты VCR в 1-й группе (деформации, вызванные аномалиями развития и послеоперационными деформациями) не имеют статистически значимых различий в сравнении с другими группами по всем исследуемым параметрам.

2-я группа (пациенты с высокоэнергетическим компрессионным переломом груднопоясничного отдела позвоночника вне острой фазы) характеризуется наименьшей протяжённостью фиксации (в среднем 5,76 уровней), что может быть обусловлено отсутствием либо минимальным нарушением сагиттального баланса у таких пациентов, коррекция которого не требует значительной протяжённости металлоконструкции.

3-я группа (пациенты со сколиотическими деформациями дегенеративно-дистрофического и идиопатического генеза) характеризуется наибольшей /максимальной интраоперационной потерей крови (в среднем 2900,60 мл, что в 2–3 раза превышает этот показатель для остальных рассматриваемых групп пациентов). Высокая интраоперационная кровопотеря обуславливает и повышенные требования к объёму реинфузии (в среднем 732,13 мл для данной группы), и низкую концентрацию гемоглобина на 1-е сут после вмешательства (в среднем 95,75 г/л у мужчин и 99,80 г/л у женщин). Протяжённость фиксации у пациентов 3-й группы (в среднем 8,87 уровней позвоночника) превышает аналогичный показатель всех прочих групп, что объясняется необходимостью коррекции деформации одновременно в 2 плоскостях (фронтальной и сагиттальной), увеличивающей объём оперативного вмешательства и, следовательно, потерю крови в его ходе. Закономерно возрастает и потребность в реинфузии.

В 4-й группе (применение VCR для коррекции деформаций, вызванных опухолевым поражением позвонков) вмешательства чаще всего выполняли в среднегрудном отделе на уровне  $Th_{VII}-Th_{VIII}$ . Подобная ситуация может быть обусловлена непрогнозируемым (на данном этапе) развитием (расположением) метастатических очагов и иных новообразований в телах позвонков. В то же время большая «каудальность» средних уровней в других группах (1-я — позвонки  $Th_{XI}-Th_{XII}$ , 2-я —  $Th_{X}-Th_{XI}$ , 3-я —  $L_1-L_{II}$ ) может быть связана:

- для 1-й группы — с составом пациентов (с точки зрения расположения изменённых позвонков) в выборке исследования;



Таблица 2. Данные описательной статистики по основным изучаемым параметрам

Table 2. Descriptive statistics data on the main studied parameters

Группа	Число, n	Минимум	Максимум	Среднее	Стандартное отклонение
<i>Длительность вмешательства, мин</i>					
1-я	8	210	660	360,00	155,47
2-я	21	210	580	303,33	90,35
3-я	15	165	420	299,33	70,93
4-я	9	155	600	400,00	137,55
<i>Интраоперационная потеря крови, мл</i>					
1-я	8	400	2500	1131,25	763,89
2-я	21	300	2900	840,48	602,62
3-я	15	700	8100	2900,60	2200,38
4-я	9	200	2320	946,67	732,87
<i>Объём реинфузированной интраоперационно крови, мл</i>					
1-я	8	0	900	307,25	332,83
2-я	21	0	744	109,19	207,15
3-я	15	0	2226	732,13	667,26
4-я	9	0	0	0	–
<i>Уровень проведения остеотомии</i>					
1-я	8	6	16	11,25	4,43
2-я	21	3	15	10,81	3,40
3-я	15	6	16	13,87	3,93
4-я	9	1	13	7,11	4,40
<i>Протяжённость фиксации (в позвоночно-двигательных сегментах)</i>					
1-я	8	3	14	8,25	3,69
2-я	21	5	10	5,76	1,51
3-я	15	2	17	8,87	4,58
4-я	9	5	9	6,33	1,32
<i>Гемоглобин периферической крови до операции, г/л</i>					
Мужчины					
1-я	5	117	167	139,80	19,15
2-я	11	112	150	131,55	13,83
3-я	4	119	136	127,50	6,95
4-я	2	128	140	134,00	8,49
Женщины					
1-я	3	125	166	145,67	20,50
2-я	10	103	156	129,00	18,74
3-я	11	100	150	129,55	13,74
4-я	7	113	155	127,57	15,15
<i>Гемоглобин периферической крови на 1-е сут после операции, г/л</i>					
Мужчины					
1-я	5	104	139	118,40	12,90
2-я	11	92	129	109,18	12,46
3-я	4	88	102	95,75	7,32
4-я	2	97	126	111,50	20,51
Женщины					
1-я	3	105	126	116,00	10,54
2-я	10	74	126	99,80	14,99
3-я	11	88	140	111,18	18,87
4-я	7	87	143	110,71	18,59

Примечание. Средние значения и стандартные отклонения округлены до 2-го знака после запятой.

Note. Means and standard deviations are rounded to 2 decimal places.

Таблица 3. Асимптотическая значимость различий ( $p$ ) между группами при сравнении по  $U$ -критерию Манна–УитниTable 3. Asymptotic significance of differences ( $p$ ) between groups when compared using the Mann–Whitney  $U$ -test

А						
	Группа	1	2	3	4	
Длительность операции →	1	–	0,340	<b>0,014</b>	0,592	Интраоперационная потеря крови ←
	2	0,509	–	<b>&lt;0,001</b>	0,982	
	3	0,456	0,680	–	<b>0,003</b>	
	4	0,531	<b>0,035</b>	<b>0,039</b>	–	
Б						
	Группа	1	2	3	4	
Протяжённость фиксации →	1	–	0,554	0,106	0,066	Уровень остеотомии ←
	2	<b>0,016</b>	–	<b>0,001</b>	<b>0,026</b>	
	3	0,770	<b>0,013</b>	–	0,001	
	4	0,238	0,093	0,182	–	
В						
	Группа	1	2	3	4	
Гемоглобин до операции, мужчины →	1	–	0,192	<b>0,016</b>	0,857	Гемоглобин на 1-е сут после операции, мужчины ←
	2	0,461	–	<b>0,036</b>	0,843	
	3	0,268	0,695	–	0,348	
	4	0,845	0,921	0,240	–	
Г						
	Группа	1	2	3	4	
Гемоглобин до операции, женщины →	1	–	0,107	0,697	0,419	Гемоглобин на 1-е сут после операции, женщины ←
	2	0,176	–	0,192	0,282	
	3	0,243	0,860	–	0,964	
	4	0,137	0,883	0,717	–	
Д						
	Группа	1	2	3		
Объём реинфузии →	1	–				
	2	0,073	–			
	3	0,111	<b>0,001</b>	–		

*Примечание.* Статистически значимые ( $p < 0,05$ ) различия выделены полужирным шрифтом. Сравнение объёма реинфузии с 4-й группой (табл. 3, Д) не проводилось, поскольку реинфузия в указанной группе не использовалась. Значения округлены до 3-го знака после запятой.

*Note.* Statistically significant ( $p < 0.05$ ) differences are shown in bold. Reinfusion volume comparison with the 4th group (Table 3, Д) was not carried out, since reinfusion was not used in this group. Values are rounded to 3 decimal places.

- для 2-й группы — с характерностью груднопоясничного переходного отдела как зоны повреждений [вероятность компрессионного перелома верхне- и среднегрудных позвонков при травме несколько ниже, чем нижележащих (нижнегрудных и поясничных)];
- для 3-й группы — с выбором уровня остеотомии в соответствии с фактическим характером деформаций у пациентов, вошедших в исследование.

При сравнении между группами статистически значимые различия в уровне остеотомии обнаружены между группами 4 и 2 (кифотические деформации по поводу застарелых компрессионных переломов позвонков;  $p=0,035$ ) и группой 3 (VCR по поводу ригидных сколиотических деформаций;  $p=0,039$ ).

Длительность «онкоортопедического» вмешательства в среднем оказалась наивысшей в группе 4 в сравнении

с остальными исследуемыми группами, что можно объяснить повышенными требованиями к технике выполнения за счёт следования принципам абластики.

### Нежелательные явления

В ходе проведения исследования не зарегистрировано информации о нежелательных явлениях.

## ОБСУЖДЕНИЕ

### Резюме основного результата исследования

При выполнении VCR по поводу новообразований позвоночника длительность операции статистически значимо выше, чем при VCR по поводу высокоэнергетических «взрывных» компрессионных переломов тел позвонков и сколиотических деформаций IV степени. Дополнительно

эта группа характеризуется в среднем наиболее краниальным значением уровня остеотомии среди групп пациентов, участвовавших в исследовании.

VCR по поводу идиопатических сколиотических деформаций характеризуется большим объёмом интраоперационной кровопотери, чем иные рассмотренные в исследовании нозологии, различия носят статистически значимый характер. Также у пациентов-мужчин этой группы уровень гемоглобина на 1-е сут после вмешательства статистически значимо ниже, чем у пациентов, которым VCR выполняли по поводу компрессионных переломов тел позвонков либо деформации, вызванной аномалией развития позвонка.

В ходе резекции позвоночного столба по поводу «взрывных» компрессионных переломов тел позвонков протяжённость фиксации статистически значимо меньше, чем при аналогичном вмешательстве по поводу аномалий развития и деформаций постоперационного генеза, а также идиопатического сколиоза IV степени.

При выполнении VCR по поводу идиопатического сколиоза IV степени требуется статистически значимо больший объём реинфузированной аутокрови, чем при вмешательстве по поводу острой травматической патологии («взрывных» компрессионных переломах тел позвонков).

## Обсуждение основного результата исследования

Следует отметить, что даже базовые сведения о менеджменте крови при VCR в настоящее время освещены крайне скудно. В рамках подготовки этого раздела статьи в литературе нами не обнаружено ни одной публикации, в которой бы описывалось содержание гемоглобина периферической крови до и после (на 1-е сут) VCR, а сведения о прочих рассматриваемых параметрах, за исключением длительности вмешательства и интраоперационной потери крови, даны не во всех работах. Популярно всестороннее освещение достигнутой коррекции с рентгенологической и неврологической точки зрения, в то время как менеджмент крови, а также сравнение периоперационных особенностей VCR по различным группам нозологий остаются вне основного фокуса вертебрологической мысли, несмотря на их очевидную актуальность для клиницистов.

### *Аномалии развития (1-я группа пациентов)*

Анализ показателей лечения методом VCR пациентов с аномалиями развития позвоночника концептуально сложен по причине разнообразия самих аномалий и, соответственно, требуемого объёма хирургического вмешательства. В рамках данного обсуждения мы считаем целесообразным ограничиться анализом работ, посвящённых аномалиям развития, при которых поражается только 1 позвонок, который и должен быть резецирован.

Абсолютное число публикаций, описывающих применение VCR по поводу аномалий развития позвоночного столба (результатом которых являлась кифотическая, кифосколиотическая или сколиотическая деформация), посвящено лечению детей и подростков (0–17 лет). Материалы по лечению взрослых (18 лет и старше) крайне ограничены. Примером качественной работы, связанной с результатами выполнения VCR по поводу врождённого сколиоза, вызванного аномалиями развития, является публикация Liu и соавт. [16]. Несмотря на акцент на рентгенологических аспектах, помимо основных авторы приводят также некоторые «нетипичные», редко встречающиеся в публикациях данные. Так, интраоперационная потеря крови среди 24 пациентов составила  $1754 \pm 657,3$  мл, что несколько выше полученных в нашем исследовании данных ( $1131,25 \pm 763,89$  мл), а число транспедикулярных винтов —  $14,3 \pm 1,6$  (от 12 до 16). Недостатком для полноценного сравнения является невозможность определить число фиксированных уровней по количеству винтов, так как на определённом уровне может находиться от 0 до 2 винтов.

### *Компрессионные травматические переломы (2-я группа пациентов)*

Ввиду своей сложности VCR не является методом выбора при коррекции деформаций при компрессионных (в том числе «взрывных») переломах грудного и поясничного отдела позвоночного столба даже вне острой фазы травмы. Очевидно, что приоритет при подобных травмах имеет максимально быстрое и технически простое создание стабильности в повреждённом сегменте с одновременным исключением компрессионной угрозы для невральных структур — спинного мозга, корешков, нервов. Для пациентов этой категории не характерны длительно формирующиеся нарушения сагиттального баланса, поэтому при таких условиях оправдывает себя минимальная необходимая фиксация, включающая 5 уровней (2 уровня краниальнее повреждённого позвонка + собственно повреждённый позвонок + 2 уровня дистальнее от него). Данная причина объясняет наименьшую протяжённость фиксации среди пациентов всех групп, вошедших в наше исследование ( $5,76 \pm 1,51$  уровня; см. табл. 2), пусть и имеющую значимые различия только с 1-й группой (плановые вмешательства по поводу аномалий развития позвоночника, результирующих в его деформации).

В литературе имеются сведения о результатах имеющей значительное сходство с VCR трёхколонной реконструкции позвоночника из заднего доступа. Hamzaoglu и соавт. [17] обобщён опыт выполнения VCR из дорсального доступа у 51 взрослого пациента с травматической патологией по типу «взрывных» компрессионных переломов тел позвонков. Приводятся следующие данные: средняя длительность вмешательства — 434 (270–535) мин,



что в среднем выше, чем по нашим данным ( $303,33 \pm 90,35$  мин); средняя интраоперационная потеря крови —  $520 (360-1100)$  мл, что несколько ниже наших результатов ( $840,48 \pm 602,62$  мл), однако в целом сопоставимо с ними. Авторы подчёркивают важность совокупного применения таких гемостатических мер, как интраоперационное введение транексамовой кислоты, поддержание оптимального артериального давления в ходе вмешательства, широкое применение термокоагуляции мелких сосудов и использование высокоскоростных боров. Недостатком исследования является то, что у 3 из 51 (5,88%) пациентов остеотомия была выполнена на 2 уровнях, что не позволяет говорить о полном методологическом соответствии, однако позволяет составить сравнительное впечатление о результатах вмешательства.

### **Дегенеративный и идиопатический кифосколиоз (3-я группа пациентов)**

В работе Zhang и соавт. [18] приводятся результаты изучения эффективности VCR у 12 пациентов с ригидным идиопатическим сколиозом IV степени. Показано, что VCR, выполняемая по поводу этой нозологии (средний угол деформации до вмешательства —  $108,91 \pm 16,56$ , после —  $56,49 \pm 18,82$  °), характеризуется средней потерей крови  $1333,33 \pm 574,19$  мл и временем хирургического вмешательства  $326,67 \pm 27,91$  мин. Таким образом, продолжительность вмешательства больше, чем зарегистрировано в нашем исследовании, но интраоперационная потеря крови меньше. В исследовании приводится среднее число уровней фиксации в  $11,33 \pm 2,27$ , что больше среднего показателя, полученного в нашем исследовании ( $8,87 \pm 4,58$ ).

С определёнными ограничениями может быть также рассмотрена работа Zhou и соавт. [19], посвящённая в том числе проведению VCR у пациентов с ригидными сколиотическими деформациями. Из 22 наблюдений идиопатический сколиоз отмечался у 16 пациентов, нейромышечный — у 6. Авторы сообщают о средней длительности вмешательства в  $539,5 \pm 38,0$  мин, интраоперационной кровопотере в  $1895,5 \pm 566,7$  мл, что несколько ниже полученных в нашем исследовании показателей интраоперационной потери крови ( $2900,60 \pm 2200,38$  мл), но выше показателя зарегистрированной в нашем исследовании средней продолжительности вмешательства (наименьший результат — в группе 3 —  $299,33 \pm 70,93$  мин; наибольший — в группе 4 —  $400,00 \pm 137,55$  мин). Существенным ограничением для анализа является рассмотрение авторами двухдоступной одноэтапной VCR в отличие от изучаемой в рамках нашего исследования однодоступной.

### **Онкологические нозологии (4-я группа пациентов)**

Сведения о применении VCR в области онкоортопедии, не относящиеся к описанию отдельных клинических наблюдений, в литературе немногочисленны. Заслуживает внимания работа Jandial и соавт. [15],

в которой изучали результаты резекции позвоночного столба в поясничном отделе из заднего монодоступа, выполняемой по поводу метастатического поражения. Всего в исследование вошли 11 взрослых пациентов (6 мужчин и 5 женщин). Распределение по нозологиям первичного новообразования среди пациентов было следующим: новообразования простаты — 2, почки — 2, лёгкого — 1, нейроэндокринная опухоль — 1, рак молочной железы — 1, плазмацитома — 1, альвеолярная рабдомиосаркома — 1, новообразование щитовидной железы — 1 наблюдение. Средняя интраоперационная потеря крови составила  $1618 (900-4000)$  мл, что значительно выше полученных нами результатов [ $946,67 (200-2320)$  мл]. Однако необходимо учитывать, что у пациентов, вошедших в наше исследование, остеотомия проводилась преимущественно в грудном отделе позвоночника (единственным уровнем поясничного отдела в нашем исследовании стал L<sub>1</sub>). Меньший объём потери крови при сходных принципах вмешательства может объясняться меньшими размерами позвонков в грудном отделе, а также меньшим объёмом (и площадью в ране) прилежащих мышечных массивов, предъявляющих соответствующие требования к гемостатическим мерам. Авторы приводят сведения об интраоперационной потере крови для каждого из 11 пациентов с указанием гистологических данных, однако из-за многообразия гистологической природы новообразований случаи каждого отдельного типа, требующие VCR, единичны. По этой причине анализ возможных взаимосвязей между гистологическим типом новообразования и интраоперационной потерей крови в настоящий момент преждевременен из-за скудности данных.

При сравнении интраоперационной кровопотери с другими группами пациентов в рамках нашего исследования обнаружены (см. табл. 3, А) статистически значимые ( $p=0,003$ ) различия между данной группой и 3-й группой, соответствующей пациентам с ригидными сколиотическими деформациями: в группе 3 этот показатель был выше, чем в рассматриваемой (4-й). Это может быть объяснено меньшей протяжённостью фиксации ( $8,87 \pm 4,58$  уровней в 3-й и  $6,33 \pm 1,32$  — в 4-й), что подразумевает более протяжённый доступ при коррекции сколиотической деформации, большее время на его создание и закрытие и, следовательно, неизбежно большую потерю крови в ходе вмешательства.

В той же работе Jandial и соавт. [15] приводится средняя длительность вмешательства в 6,6 ч (396 мин), диапазон 4,5–9 ч (270–540 мин). Полученные в нашей работе результаты в целом согласуются с этим временным интервалом: среднее значение этого показателя в нашем исследовании составило 400 (155–600) мин.

В статье, посвящённой анализу осложнений VCR у 40 пациентов с новообразованиями тел позвонков, Fan и соавт. [13] приводят также и некоторые сведения, представляющие интерес с точки зрения менеджмента

крови: медианный объём интраоперационной кровопотери, по их данным, оказался равен 2400 (600–11 000) мл, длительность вмешательства — 305,8±78,2 (от 135 до 470) мин; объём переливания эритроцитарных компонентов крови — 2600 (0–26 200) мл, что в целом меньше полученных нами результатов в отношении длительности вмешательства, но больше в прочих аспектах. Вместе с тем необходимо отметить, что у 4 из 40 (10%) пациентов проводилось удаление 2 смежных позвонков, а не 1, что не позволяет полностью сопоставить результаты этой работы и нашего исследования.

Интересно, что авторы работы [13] зарегистрировали 75% (30/40) новообразований в грудном отделе позвоночника и лишь 25% (10/40) — в поясничном. Преимущественная локализация в грудном отделе позвоночника в целом соответствует результату, полученному в нашем исследовании. Также в исследовании Dreimann и соавт. [14], посвящённом лечению 11 пациентов с метастатической компрессией спинного мозга, все (100%) пациентов имели метастатическое поражение именно грудного отдела позвоночника, что подтверждает повышенную «склонность» к метастазированию именно в этом отделе в сравнении с поясничным. Локализация в грудном отделе может иметь определённое значение для предполагаемого объёма интраоперационной потери крови и планирования замещающей терапии при VCR.

### Ограничения исследования

Ввиду отсутствия рандомизации в данном наблюдательном исследовании не представляется возможным обеспечить контроль вмешивающихся факторов. Также ограничения накладывает ретроспективный характер исследования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. MacLennan A. Scoliosis // *BMJ*. 1922. Vol. 2, N 3227. P. 864–866.
2. Hodgson A.R. Correction of fixed spinal curves: a preliminary communication // *J Bone Joint Surg Am*. 1965. N 47. P. 1221–1227.
3. Jain A.K. Tuberculosis of the spine: a fresh look at an old disease // *J Bone Joint Surg Br*. 2010. Vol. 92, N 7. P. 905–913. doi: 10.1302/0301-620X.92B7.24668
4. Rajasekaran S. The natural history of post-tubercular kyphosis in children. Radiological signs which predict late increase in deformity // *J Bone Joint Surg Br*. 2001. Vol. 83, N 7. P. 954–962. doi: 10.1302/0301-620X.83b7.12170
5. Rajasekaran S. Kyphotic deformity in spinal tuberculosis and its management // *Int Orthop*. 2012. Vol. 36, N 2. P. 359–365. doi: 10.1007/s00264-011-1469-2
6. Zhou T., Li C., Liu B., et al. Analysis of 17 cases of posterior vertebral column resection in treating thoracolumbar spinal tuberculous angular kyphosis // *J Orthop Surg Res*. 2015. N 10. P. 64. doi: 10.1186/s13018-015-0195-7
7. Hua W., Wu X., Zhang Y., et al. Incidence and risk factors of neurological complications during posterior vertebral column resection

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Универсальность клинических задач, при которых может быть выполнена резекция позвоночного столба по методике VCR, обуславливает и значительную гетерогенность групп пациентов, которым проводится такое лечение. В соответствии с нозологиями к оперативным вмешательствам предъявляют различные требования: абластичность, быстрота стабилизации позвоночника, оптимальная биомеханика фиксированного позвоночника или иные. Знание особенностей выполнения вмешательств при различных нозологиях, безусловно, будет весьма полезно в вертебрологической практике.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Author's contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Источник финансирования.** Не указан.

**Funding source.** Not specified.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

to correct severe post-tubercular kyphosis with late-onset neurological deficits: case series and review of the literature // *J Orthop Surg Res*. 2018. Vol. 13, N 1. P. 269. doi: 10.1186/s13018-018-0979-7

8. Bridwell K.H. Decision making regarding Smith-Petersen vs. pedicle subtraction osteotomy vs. vertebral column resection for spinal deformity // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006. Vol. 31, Suppl. 19. P. S171–S178. doi: 10.1097/01.brs.0000231963.72810.38

9. Enercan M., Ozturk C., Kahraman S. Osteotomies/spinal column resections in adult deformity // *Eur Spine J*. 2013. Vol. 22, Suppl. 2. P. S254–S264. doi: 10.1007/s00586-012-2313-0

10. Gaines R.W. L5 vertebrectomy for the surgical treatment of spondyloptosis: thirty cases in 25 years // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005. Vol. 30, Suppl. 6. P. S66–S70. doi: 10.1097/01.brs.0000155577.19606.df

11. Bradford D.S., Boachie-Adjei O. One-stage anterior and posterior hemivertebral resection and arthrodesis for congenital scoliosis // *Bone Joint Surg Am*. 1990. Vol. 72, N 4. P. 536–540.

12. Yang D.-L., Yang S.-D., Chen Q., et al. The Treatment Evaluation for Osteoporotic Kummell Disease by Modified Posterior Vertebral

Column Resection: Minimum of One-Year Follow-Up // *Med Sci Monit.* 2017. N 23. P. 606–612. doi: 10.12659/msm.902669

13. Fan Y., Xia Y., Zhao H., et al. Complications analysis of posterior vertebral column resection in 40 patients with spinal tumors // *Exp Ther Med.* 2014. Vol. 8, N 5. P. 1539–1544. doi: 10.3892/etm.2014.1929

14. Dreimann M., Hoffmann M., Viezens L., et al. Reducing kyphotic deformity by posterior vertebral column resection with 360° osteosynthesis in metastatic epidural spinal cord compression (MESCC) // *Eur Spine J.* 2017. Vol. 26, N 1. P. 113–121. doi: 10.1007/s00586-016-4805-9

15. Jandial R., Kelly B., Chen M.Y. Posterior-only approach for lumbar vertebral column resection and expandable cage reconstruction for spinal metastases // *J Neurosurg Spine.* 2013. Vol. 19, N 1. P. 27–33. doi: 10.3171/2013.4.SPINE12344

16. Liu S., Zhang N., Song Y., et al. Radiologic comparison of posterior release, internal distraction, final PSO and spinal fusion with one-stage posterior vertebral column resection for multi-level

severe congenital scoliosis // *BMC Musculoskelet Disord.* 2017. Vol. 18, N 1. P. 270. doi: 10.1186/s12891-017-1627-9

17. Hamzaoglu A., Elsadig M., Karadereler S., et al. Single-Stage Posterior Vertebral Column Resection With Circumferential Reconstruction for Thoracic / Thoracolumbar Burst Fractures With or Without Neurological Deficit: Clinical Neurological and Radiological Outcomes // *Global Spine J.* 2022. Vol. 12, N 5. P. 801–811. doi: 10.1177/2192568220964453

18. Zhang Y., Tao L., Hai Y., et al. One-Stage Posterior Multiple-Level Asymmetrical Ponte Osteotomies Versus Single-Level Posterior Vertebral Column Resection for Severe and Rigid Adult Idiopathic Scoliosis // *Spine (Phila Pa 1976).* 2019. Vol. 44, N 20. P. E1196–E1205. doi: 10.1097/BRS.0000000000003101

19. Zhou C., Liu L., Song Y., et al. Comparison of anterior and posterior vertebral column resection versus anterior and posterior spinal fusion for severe and rigid scoliosis // *Spine J.* 2018. Vol. 18, N 6. P. 948–953. doi: 10.1016/j.spinee.2017.10.001

## REFERENCES

1. MacLennan A. Scoliosis. *BMJ.* 1922;2(3227):864–866.

2. Hodgson AR. Correction of fixed spinal curves: a preliminary communication. *J Bone Joint Surg Am.* 1965;47:1221–1227.

3. Jain AK. Tuberculosis of the spine: a fresh look at an old disease. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92(7):905–913. doi: 10.1302/0301-620X.92B7.24668

4. Rajasekaran S. The natural history of post-tubercular kyphosis in children. Radiological signs which predict late increase in deformity. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83(7):954–962. doi: 10.1302/0301-620X.83B7.12170

5. Rajasekaran S. Kyphotic deformity in spinal tuberculosis and its management. *Int Orthop.* 2012;36(2):359–365. doi: 10.1007/s00264-011-1469-2

6. Zhou T, Li C, Liu B, et al. Analysis of 17 cases of posterior vertebral column resection in treating thoracolumbar spinal tuberculous angular kyphosis. *J Orthop Surg Res.* 2015;10:64. doi: 10.1186/s13018-015-0195-7

7. Hua W, Wu X, Zhang Y, et al. Incidence and risk factors of neurological complications during posterior vertebral column resection to correct severe post-tubercular kyphosis with late-onset neurological deficits: case series and review of the literature. *J Orthop Surg Res.* 2018;13(1):269. doi: 10.1186/s13018-018-0979-7

8. Bridwell KH. Decision making regarding Smith-Petersen vs. pedicle subtraction osteotomy vs. vertebral column resection for spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006;31(19 Suppl):S171–S178. doi: 10.1097/01.brs.0000231963.72810.38

9. Enercan M, Ozturk C, Kahraman S. Osteotomies/spinal column resections in adult deformity. *Eur Spine J.* 2013;22(2 Suppl):S254–S264. doi: 10.1007/s00586-012-2313-0

10. Gaines RW. L5 vertebrectomy for the surgical treatment of spondyloptosis: thirty cases in 25 years. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30(6 Suppl):S66–S70. doi: 10.1097/01.brs.0000155577.19606.df

11. Bradford DS, Boachie-Adjei O. One-stage anterior and posterior hemivertebral resection and arthrodesis for congenital scoliosis. *Bone Joint Surg Am.* 1990;72(4):536–540.

12. Yang D-L, Yang S-D, Chen Q, et al. The Treatment Evaluation for Osteoporotic Kummell Disease by Modified Posterior Vertebral Column Resection: Minimum of One-Year Follow-Up. *Med Sci Monit.* 2017;23:606–612. doi: 10.12659/msm.902669

13. Fan Y, Xia Y, Zhao H, et al. Complications analysis of posterior vertebral column resection in 40 patients with spinal tumors. *Exp Ther Med.* 2014;8(5):1539–1544. doi: 10.3892/etm.2014.1929

14. Dreimann M, Hoffmann M, Viezens L, et al. Reducing kyphotic deformity by posterior vertebral column resection with 360° osteosynthesis in metastatic epidural spinal cord compression (MESCC). *Eur Spine J.* 2017;26(1):113–121. doi: 10.1007/s00586-016-4805-9

15. Jandial R, Kelly B, Chen MY. Posterior-only approach for lumbar vertebral column resection and expandable cage reconstruction for spinal metastases. *J Neurosurg Spine.* 2013;19(1):27–33. doi: 10.3171/2013.4.SPINE12344

16. Liu S, Zhang N, Song Y, et al. Radiologic comparison of posterior release, internal distraction, final PSO and spinal fusion with one-stage posterior vertebral column resection for multi-level severe congenital scoliosis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18(1):270. doi: 10.1186/s12891-017-1627-9

17. Hamzaoglu A, Elsadig M, Karadereler S, et al. Single-Stage Posterior Vertebral Column Resection With Circumferential Reconstruction for Thoracic / Thoracolumbar Burst Fractures With or Without Neurological Deficit: Clinical Neurological and Radiological Outcomes. *Global Spine J.* 2022;12(5):801–811. doi: 10.1177/2192568220964453

18. Zhang Y, Tao L, Hai Y, et al. One-Stage Posterior Multiple-Level Asymmetrical Ponte Osteotomies Versus Single-Level Posterior Vertebral Column Resection for Severe and Rigid Adult Idiopathic Scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2019;44(20):E1196–E1205. doi: 10.1097/BRS.0000000000003101

19. Zhou C, Liu L, Song Y, et al. Comparison of anterior and posterior vertebral column resection versus anterior and posterior spinal fusion for severe and rigid scoliosis. *Spine J.* 2018;18(6):948–953. doi: 10.1016/j.spinee.2017.10.001

## ОБ АВТОРАХ

**\* Горбатюк Дмитрий Сергеевич,**

врач травматолог-ортопед;  
адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8938-2321>;  
eLibrary SPIN: 7686-2123; e-mail: naddis@mail.ru

**Колесов Сергей Васильевич, д.м.н.,**

заведующий отделением, врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9657-8584>;  
eLibrary SPIN: 1989-6994; e-mail: dr-kolesov@yandex.ru

**Швец Владимир Викторович, д.м.н.,**

ведущий научный сотрудник, врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8884-2410>;  
e-mail: vshvecv@yandex.ru

**Морозова Наталья Сергеевна, к.м.н.,**

врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7448-3904>;  
eLibrary SPIN: 4593-3231; e-mail: morozcito@gmail.com

**Пташников Дмитрий Александрович, д.м.н., профессор,**

научный руководитель отделения, врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5765-3158>;  
eLibrary SPIN: 7678-6542; e-mail: drptashnikov@yandex.ru

**Млявых Сергей Геннадьевич, д.м.н., доцент;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6310-4961>;  
eLibrary SPIN: 9803-0387; e-mail: spinedoc@bk.ru

**Братцев Иван Семёнович, врач-нейрохирург;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1630-7053>;  
eLibrary SPIN: 2047-0881; e-mail: spinedoc@bk.ru

## AUTHORS INFO

**\* Dmitry S. Gorbatyuk,**

traumatologist-orthopedist;  
address: 10 Priorova Str., 127299, Moscow, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8938-2321>;  
eLibrary SPIN: 7686-2123; e-mail: naddis@mail.ru

**Sergey V. Kolesov, MD, Dr. Sci. (Med.),**

traumatologist-orthopedist, department head;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9657-8584>;  
eLibrary SPIN: 1989-6994; e-mail: dr-kolesov@yandex.ru

**Vladimir V. Shvets, MD, Dr. Sci. (Med.),**

leading researcher, traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8884-2410>;  
e-mail: vshvecv@yandex.ru

**Nataliya S. Morozova, MD, Cand. Sci. (Med.),**

traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7448-3904>;  
eLibrary SPIN: 4593-3231; e-mail: morozcito@gmail.com

**Dmitry A. Ptashnikov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor,**

scientific head of the department, traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5765-3158>;  
eLibrary SPIN: 7678-6542; e-mail: drptashnikov@yandex.ru

**Sergey G. Mlyavykh, MD, Dr. Sci. (Med.), associate professor;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6310-4961>;  
eLibrary SPIN: 9803-0387; e-mail: spinedoc@bk.ru

**Ivan S. Bratsev, neurosurgeon;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1630-7053>;  
eLibrary SPIN: 2047-0881; e-mail: spinedoc@bk.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author