ISSN 2311-2905 (print)
ISSN 2542-0933 (online)

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ РОССИИ

Учредитель и издатель
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Российский ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Главный редактор Р.М. Тихилов

Том 23, № 4, 2017

Индекс для подписки в агентстве «Роспечать» **15393**

Травматология и ортопедия России

Главный редактор

Тихилов Рашид Муртузалиевич – д-р мед наук, профессор
(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

Заместитель главного редактора

Шубняков Игорь Иванович – канд. мед. наук, главный научный сотрудник
(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

Ответственный секретарь редколлегии

Колесникова Ирина Владимировна (РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

Редакционная коллегия

Агаджанян В.В. – д-р мед. наук, профессор
(Научно-клинический центр охраны
здоровья шахтеров, Ленинск-Кузнецкий, Россия)
Ахтямов И.Ф. – д-р мед. наук, профессор
(Казанский ГМУ, Казань, Россия)
Баиндурашвили А.Г. – академик РАН, д-р мед. наук,
профессор (НИДОИ им. Г.И. Турнера, Санкт-Петербург, Россия)
Бережной С.Ю. – д-р мед. наук
(«Мединцентр» ГлавУпДК при МИД России,
Москва, Россия)
Божкова С.А. – д-р мед. наук
(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)
Воронцова Т.Н. – д-р мед. наук
(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)
Гржибовский А.М. – д-р мед. наук, профессор
(Национальный институт общественного здравоохранения
Норвегии, Осло, Норвегия)
Губин А.В. – д-р мед. наук
(РНЦ «ВТО им. акад. Г.А. Илизарова», Курган, Россия)
Дулаев А.К. – д-р мед. наук, профессор
(Первый СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова,
Санкт-Петербург, Россия)
Загра Л. – д-р медицины, профессор
(Ортопедический институт Галеацци, Милан, Италия)
Корнилов Н.Н. – д-р мед. наук
(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)
Королев А.В. – д-р мед. наук, профессор
(Европейская клиника спортивной травматологии
и ортопедии, Москва, Россия)
Котельников Г.П. – академик РАН, д-р мед. наук, профессор
(Самарский ГМУ, Самара, Россия)
Кочиш А.Ю. – д-р мед. наук, профессор
(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)
Кренн В. – д-р медицины, профессор
(Центр гистологии, цитологии и молекулярной диагностики, Трир,
Германия)
Кузнецов И.А. – д-р мед. наук, профессор
(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)
Кульджанов Д. – д-р медицины, профессор
(Университет Сент-Луиса, Сент-Луис, США)
Маланин Д.А. – д-р мед. наук, профессор
(ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский
университет» Волгоград, Россия)
Миронов С.П. – академик РАН, д-р мед. наук, профессор
(ЦИТО им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия)
Мурылев В.Ю. – д-р мед. наук, профессор
(Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, Москва, Россия)
Неверов В.А. д-р мед. наук, профессор
(Северо-Западный ГМУ им. И.И. Мечникова,
Санкт-Петербург, Россия)
Норкин И.А. – д-р мед. наук, профессор
(Саратовский НИИТО, Саратов, Россия)
Парвизи Дж. – д-р медицины, профессор
(Институт Ротмана, Филадельфия, США)
Перка К. – д-р медицины, профессор
(Центр скелетно-мышечной хирургии Университетской
клиники Шарите, Берлин, Германия)
Пташников Д.А. – д-р мед. наук, профессор
(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)
Родоманова Л.А. – д-р мед. наук, профессор
(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)
Садовой М.А. – д-р мед. наук, профессор
(Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна,
Новосибирск, Россия)
Середа А.П. – д-р мед. наук
(Федеральное медико-биологическое агентство,
Москва, Россия)
Соломин Л.Н. – д-р мед. наук, профессор
(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)
Томас П. – д-р медицины, профессор
(Мюнхенский университет, Мюнхен, Германия)
Томсен М. – д-р медицины, профессор
(Клиника Миттельбаден, Баден-Баден, Германия)
Хоминец В.В. – д-р мед. наук
(Военно-медицинская академия
им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия)
Хубэ Р. – д-р медицины
(Центр эндопротезирования, Мюнхен, Германия)
Шевцов В.И. – д-р мед. наук, профессор
(Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия)

**Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендуемых ВАК РФ
для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук,
в базу данных Emerging Sources Citation Index (Web of Science), в Российский индекс научного цитирования,
международные базы публикаций открытого доступа Directory of Open Access Journals и Google Scholar,
крупнейшую в мире библиографическую базу данных WorldCat, в базы данных ВИНИТИ.
Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим
и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals Directory».**

Журнал «Травматология и ортопедия России» основан в 1993 г.
Зарегистрирован Государственным комитетом по печати. Свидетельство о регистрации средства массовой информации
№ 0110540 от 12.04.1993.

Полное или частичное воспроизведение материалов, содержащихся в настоящем издании, допускается с письменного разрешения редакции.
Ссылка на журнал «Травматология и ортопедия России» обязательна.

Адрес редакции: 195427, Санкт-Петербург, ул. Академика Байкова, дом 8, тел.: 670-86-84; e-mail: journal@rniito.org

Редакторы **Колесникова И.В., Кузнецова А.В.** Технический редактор **Гаврилова С.В.**

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКТОРА 7

КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Чугаев Д.В., Корнилов Н.Н., Коган П.Г.
Эффективность и безопасность применения пневмотурникета во время тотальной артропластики коленного сустава: когда выполнять его релиз? 9

Виссарионов С.В., Картавенко К.А., Кокушин Д.Н., Баиндурашвили А.Г., Белянчиков С.М., Хусаинов Н.О., Овечкина А.В.
Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией поясничной локализации: экстирпация или частичная резекция полупозвонка? 18

Волков И.В., Карабаев И.Ш., Пташников Д.А., Коновалов Н.А., Поярков К.А.
Возможности ультразвуковой навигации для радиочастотной денервации межпозвонковых суставов поясничного отдела позвоночника 29

Камшилов Б.В., Тряпичников А.С., Чегуров О.К., Жданов А.С., Зайцева О.П.
Особенности эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с высоким врожденным вывихом бедра 39

Бережной С.Ю.
Ятрогенный *hallux varus*: причины формирования деформации, возможности чрескожной хирургической коррекции (ретроспективный анализ серии клинических наблюдений) 48

Салихов М.Р., Кузнецов И.А., Жабин Г.И., Шулепов Д.А., Злобин О.В.
Особенности артроскопического лечения пациентов с латеральным эпикондилитом локтевого сустава 58

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ступина Т.А., Степанов М.А.
Структурная реорганизация суставного хряща и синовиальной оболочки коленного сустава при дистракционном остеосинтезе голени в комбинации с накостной пластиной 70

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Кузьменко Д.В., Лобанов Г.В., Шатова О.П.
Ферментативная активность PDGF при замедленной консолидации переломов 78

Коновальчук Н.С., Румакин В.П., Сорокин Е.П., Ласунский С.А., Фомичев В.А.
Импинджмент-синдром сухожилия короткой малоберцовой мышцы после переломов пяточной кости (морфологические аспекты) 83

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

Schnettler R., Franke J., Rimashevskiy D., Zagorodniy N., Batpenov N., Unger R.E., Wenisch S., Barbeck M.
Allogeneic Bone Grafting Materials — Update of the Current Scientific Status 92

Корыткин А.А., Захарова Д.В., Новикова Я.С., Горбатов Р.О., Ковалдов К.А., Эль Мудни Ю.М.
Опыт применения индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава 101

Дианов С.В., Домовитов С.В., Жужнев А.В., Шикунов Д.А., Семенов А.Л.
Методика определения антеверсии ацетабулярного компонента эндопротеза 112

СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ

Рязанцев М.С., Магнитская Н.Е., Афанасьев А.П., Ильин Д.О., Логвинов А.Н., Фролов А.В., Королев А.В.
Массивная посттравматическая гетеротопическая оссификация коленного сустава (случай из клинической практики) 118

Павлов В.В., Кирилова И.А., Ефименко М.В., Базлов В.А., Мамуладзе Т.З.
Двухэтапное реэндопротезирование тазобедренного сустава при обширном дефекте костной ткани вертлужной впадины (случай из практики) 125

ОБЗОРЫ

Рикун О.В., Хоминец В.В., Федотов А.О.
Современные тенденции в хирургическом лечении пациентов с разрывами передней крестообразной связки (обзор литературы) 134

Агеенко А.М., Павлов В.В., Садовой М.А., Шелякина О.В., Овтин М.А.
Технология ускоренной реабилитации после эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов (обзор литературы) 146

ЮБИЛЕИ

Рашид Муртузалиевич Тихилов
К 60-летию со дня рождения 156

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

Тихилов Р.М., Кочиш А.Ю.
Роман Романович Вреден – выдающийся отечественный хирург, ученый и педагог (к 150-летию со дня рождения) 158

НЕКРОЛОГ

Александр Самуэльевич Аврунин 163

Указатель статей, опубликованных в 2017 году 164
Авторский указатель за 2017 год 167

CONTENTS

EDITORIAL 7

CLINICAL STUDIES

Chugaev D.V., Kornilov N.N., Kogan P.G.
Efficiency and Safety of Tourniquet during Total Knee Arthroplasty: When to Perform Release? 9

Vissarionov S.V., Kartavenko K.A., Kokushin D.N., Baindurashvili A.G., Belyanchikov S.M., Khusainov N.O., Ovechkina A.V.
Surgical Treatment of Children with Congenital Lumbar Scoliosis: Complete or Partial Resection of Malformed Vertebrae? 18

Volkov I.V., Karabaev I.Sh., Ptashnikov D.A., Konovalov N.A., Poyarkov K.A.
Potential of Ultrasound-Guided Lumbar Facet Radiofrequency Denervation 29

Kamshilov B.V., Tryapichnikov A.S., Chegurov O.K., Zhdanov A.S., Zaitseva O.P.
Features of THA in Patients with High Congenital Hip Dislocation 39

Berezhnoy S.Yu.
Iatrogenic *Hallux Varus*: Causes of Deformity and Possibilities of Percutaneous Surgical Correction (Retrospective Analysis of Case Reports) 48

Salikhov M.R., Kuznetsov I.A., Zhabin G.I., Shulepov D.A., Zlobin O.V.
Arthroscopic Treatment of Patients with Lateral Humeral Epicondylitis (Tennis Elbow) 58

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES

Stupina T.A., Stepanov M.A.
Knee Cartilage and Synovial Membrane Structural Changes during Tibia Distraction with Plating 70

RESEARCH METHODS

Kuzmenko D.V., Lobanov G.V., Shatova O.P.
PDGF Enzymatic Activity in Patients with Delayed Fracture Consolidation 78

Konovalchuk N.S., Rumakin V.P., Sorokin E.P., Lasunskii S.A., Fomichev V.A.
Impingement-Syndrome of Peroneus Brevis Tendon after Calcaneal Fractures (Morphological Aspects) 83

NEW TECHNIQUES IN TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS

Schnettler R., Franke J., Rimashevskiy D., Zagorodniy N., Batpenov N., Unger R.E., Wenisch S., Barbeck M.
Allogeneic Bone Grafting Materials — Update of the Current Scientific Status 92

Korytkin A.A., Zakharova D.V., Novikova Ya.S., Gorbatov R.O., Kovaldov K.A., El Moudni Y.M.
Custom Triflange Acetabular Components in Revision Hip Replacement (Experience Review) 101

Dianov S.V., Domovitov S.V., Zhuzhnev A.V., Shikunov D.A., Semenov A.L.
New Method of Acetabular Orientation Measurement in THA 112

CASE REPORTS

Ryazantsev M.S., Magnitskaya N.E., Il'in D.O., Afanasyev A.P., Logvinov A.N., Korolev A.V., Frolov A.V.
Massive Posttraumatic Heterotopic Ossification of Knee Joint (Case Report) 118

Pavlov V.V., Kirilova I.A., Efimenko M.V., Bazlov V.A., Mamuladze T.Z.
Two-Stage Revision Hip Replacement Patiens with Severe Acetabulum Defect (Case Report) 125

REVIEWS

Rikun O.V., Khominets V.V., Fedotov A.O.
Modern Trends in Surgical Treatment of Patients with ACL Ruptures (Literature Review) 134

Ageenko A.M., Pavlov V.V., Sadovoy M.A., Shelyakina O.V., Ovtin M.A.
Fast-Track Hip and Knee Arthroplasty (Literature Review) 146

JUBILEE

Rashid M. Tikhilov
60th Anniversary of the Birth 156

MEMORIAL DATES

Tikhilov R.M., Kochish A.Yu.
Roman R. Vreden — Outstanding Surgeon, Scientist and Teacher (150th Anniversary of the Birth) 158

OBITUARY

Alexandr S. Avrunin 163

Index of articles published in 2017 164

Author's index 2017 167

Уважаемые коллеги, читатели журнала «Травматология и ортопедия России»!

В редакционной колонке мы анонсируем статьи, представленные в этом номере. С удовлетворением хочется отметить расширение географии представленных публикаций, актуальность научных работ и хорошую доказательную базу исследований.

Шесть из шестнадцати статей посвящены вопросам эндопротезирования крупных суставов, что свидетельствует о важности этого направления современной травматологии и ортопедии.

В частности, проблема целесообразности применения турникета и времени его релиза при эндопротезировании коленного сустава достаточно давно и активно обсуждается в научной литературе, однако консенсуса по данному вопросу достичь пока не удалось. Открывающая этот выпуск журнала статья Д.В. Чугаева с соавторами продолжает эту дискуссию. На сегодняшний день при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава многие хирурги на фоне управляемой гипотонии и применения транексамовой кислоты перестали использовать дренирование раны. Аналогичный вопрос при эндопротезировании коленного сустава не имеет единого ответа и требует дальнейшего всестороннего обсуждения. Авторы приводят аргументы в пользу позднего релиза турникета без дренирования и без выполнения гемостаза перед ушиванием раны.

Не менее актуальной и обсуждаемой является проблема эндопротезирования тазобедренного сустава при высоком вывихе бедра. Существует достаточно большое количество публикаций, в которых приведены результаты различных вариантов укорачивающих остеотомий бедренной кости с применением как специальных бедренных компонентов, так и ножек Вагнера. Б.В. Камшилов с соавторами в статье «Особенности эндопротезирования тазобедренного сустава у больных с высоким врожденным вывихом бедра» делятся успешным опытом артропластики путем укорачивающей подвертельной остеотомии бедра с использованием стандартных бедренных компонентов.

Многие авторы считают оптимальное позиционирование компонентов эндопротеза ключевым фактором успешного эндопротезирования тазобедренного сустава, а также необходимым условием его послеоперационной стабильности. Профессор С.В. Дианов с соавторами предлагают простой и доступный способ расчета угла антеверсии ацетабулярного компонента тазобедренного эндопротеза, используя послеоперационные рентгенограммы тазобедренного сустава и костей таза в прямой проекции.

Тему эндопротезирования продолжает обзор литературы А.М. Агеенко с соавторами, в котором анализируются публикации, посвященные ускоренной реабилитации после замены сустава тазобедренного сустава, так называемой технологии fast-track. Для нашей страны эта методика достаточна нова. В 2015 г. было организовано «Междисциплинарное научное хирургическое общество Фаст Трак», которое поставило своей целью внедрение в России концепции ускоренного восстановления пациентов.

Пропорциально числу выполняемых в мире первичных операций эндопротезирования возрастает и количество ревизионных вмешательств. Некоторые пациенты переносят несколько операций по замене компонентов, что неизбежно ведет к дефициту костной ткани в перипротезной зоне. Проблема замещения костных дефектов при реэндопротезировании является сейчас одной из самых острых и активно обсуждается в научной литературе.

В этом выпуске мы представляем две работы, посвященные этой актуальной теме. А.А. Корыткин с соавторами делятся первым опытом применения при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов, созданных с использование компьютерного моделирования и 3D-печати. В России эти технологии нашли клиническое применение относительно недавно, поэтому каждая новая публикация вызывает интерес у специалистов.

Свое решение проблемы предлагают В.В. Павлов с соавторами из Новосибирского НИИТО им. Я.Л. Цивьяна. Они описывают методику двухэтапного реэндопротезирования. В ходе первого оперативного вмешательства выполняют заполнение дефекта аллотрансплантатом, обогащенным аутологичными тромбоцитами (PRF-технология), а после перестройки аллотрансплантата производят ревизионное эндопротезирование с имплантацией стандартных конструкций эндопротеза.

В определенной степени перекликается с вопросами эндопротезирования тема заготовки и использования костных трансплантатов. Работа, представленная известным австрийским специ-

алистом Рейнхардом Шнеттлером совместно с коллегами из России и Казахстана расширяет представление о современных возможностях применения аллогенного костного материала.

В противовес недостаточности костно-пластического материала при травматолого-ортопедических операциях формирование костных оссификатов после тяжелых травм нередко представляет значительную проблему. Группой авторов из Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (Москва) представлено наблюдение массивного оссификата области коленного сустава у 44-летней женщины, развившегося после сравнительно небольшой травмы.

Две статьи в этом выпуске посвящены проблемам спинальной хирургии. И.В. Волков с соавторами обсуждают возможности ультразвуковой навигации при радиочастотной денервации межпозвонковых суставов поясничного отдела позвоночника, которая является эффективным методом лечения фасеточного болевого синдрома. С.В. Виссарионов с соавторами представили результаты сравнительного исследования эффективности двух методов хирургической коррекции врожденной деформации поясничного отдела позвоночника у детей.

Известный российский ортопед, специализирующийся на лечении деформаций переднего отдела стопы, С.Ю. Бережной представил новую работу, посвященную относительно редкой разновидности деформации стопы — *hallux varus*. Эта деформация, как правило, является осложнением хирургического лечения *hallux valgus*. Автор уточняет причины и сроки формирования ятрогенного *hallux varus*, в том числе путем сравнения результатов хирургических вмешательств на стопах одного пациента, оценивает возможность и эффективность применения чрескожной техники в его хирургическом лечении.

Одной из основных причин болевого синдрома у пациентов с последствиями переломов пяточной кости является латеральный импинджмент-синдром, который приводит к хронической травматизации сухожилий, развитию тендинита и теносиновита. На сегодняшний день в литературе нет публикаций, освещающих морфологические изменения в структуре сухожилия короткой малоберцовой мышцы. Поэтому исследование, выполненное Н.С. Коновальчуком с соавторами, несомненно, будет способствовать пониманию динамики этих процессов и выбору правильного подхода к лечению пациентов с данной патологией.

Несмотря на то, что проблеме хирургического лечения пациентов с разрывами передней крестообразной связки коленного сустава посвящено огромное количество публикаций, продолжаются дебаты о преимуществах различных артроскопических методик ее восстановления. До последнего времени анатомической называли лишь двухпучковую реконструкцию ПКС, которая соответствует классическому представлению о топографической анатомии нативной связки. В настоящее время в клинической практике стала применяться биомеханически обоснованная однопучковая анатомическая реконструкция ПКС с применением изометрично расположенного аутотрансплантата, что представляет собой качественно новый этап развития этого направления. О.В. Рикун с соавторами провели анализ зарубежных и отечественных научных публикаций последних лет по данной проблеме, результаты которого представили в обзоре «Современные тенденции в хирургическом лечении пациентов с разрывами передней крестообразной связки».

Еще одной работой, посвященной эффективности артроскопических технологий, является статья М.Р. Салихова с соавторами о лечении латерального эпикондилита локтевого сустава.

Одним из осложнений при удлинении конечности методом Илизарова является нарушение функций смежных суставов. Мы предлагаем вашему вниманию результаты экспериментального исследования Т.А. Ступиной с соавторами, которые проследили динамику изменений суставного хряща и синовиальной оболочки коленного сустава при дистракционном остеосинтезе голени в комбинации с накостной пластиной. Авторам удалось установить, что гистологические изменения суставного хряща соответствуют начальным стадиям остеоартроза и сопровождаются гиповаскуляризацией и денервацией синовиальной оболочки.

Статья группы авторов из Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького посвящена изучению ферментативной активности тромбоцитарного фактора роста при замедленной консолидации переломов.

В целом хочется отметить существенное превалирование в журнале работ, посвященных проблемам ортопедии, в ущерб вопросам неотложной травматологии, что, вероятно, требует некоторой коррекции. Поэтому мы просим коллег, которые занимаются лечением острой травмы, быть более активными и надеемся опубликовать их работы в следующих выпусках журнала.

Поздравляю читателей нашего журнала с наступающим Новым 2018 годом и желаю успехов в лечении пациентов и проведении исследований!

Главный редактор журнала «Травматология и ортопедия России»
профессор Р.М. Тихилов

УДК 616.728.3-089.844

Эффективность и безопасность применения пневмотурникета во время тотальной артропластики коленного сустава: когда выполнять его релиз?

Д.В. Чугаев, Н.Н. Корнилов, П.Г. Коган

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России
Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия

Реферат

Актуальность. Использование пневмотурникета (жгута) во время тотального эндопротезирования коленного сустава является высокоэффективной опцией, позволяющей уменьшить время оперативного вмешательства и снизить объем интраоперационной кровопотери. Разные исследователи пропагандируют различающиеся между собой тактические подходы к продолжительности использования турникета во время артропластики — так называемые ранний и поздний релизы.

Цель исследования — оценить эффективность и безопасность применения различных методик использования пневмотурникета во время первичного тотального эндопротезирования коленного сустава.

Материал и методы. 72 пациента с терминальной стадией гонартроза рандомизированно были разделены на две группы по 36 человек в каждой: I — с применением пневмотурникета на протяжении всего оперативного вмешательства, включая ушивание раны (поздний релиз турникета); II — с применением пневмотурникета до окончания имплантации компонентов эндопротеза и выполнением гемостаза после релиза пневмотурникета с последующим ушиванием операционной раны (ранний релиз турникета). Во время нахождения пациента в стационаре оценивали: показатели периоперационной кровопотери и изменения показателей крови, потребность в переливании гемотрансфузионных сред, выраженность болевого синдрома по шкале VAS, скорость восстановления функции коленного сустава, количество послеоперационных осложнений.

Результаты. Продолжительность операции в изучаемых группах составила 70±15,4 мин в группе I (поздний релиз) и 95±27,5 мин в группе II (ранний релиз) (p = 0,001). На 7-е сутки после выполненного оперативного вмешательства были отмечены статистически значимые отличия (p<0,05): снижение уровня показателей гемоглобина, эритроцитов и гематокрита у больных, которым выполняли ранний релиз пневмотурникета, было более выраженным. При оценке скорости восстановления функции коленного сустава по шкале KSS, интенсивности болевого синдрома, количества ишемических и тромбоэмболических осложнений значимых статистических отличий у пациентов обеих групп выявлено не было.

Заключение. Применение пневмотурникета на протяжении всей операции с релизом турникета после ушивания операционной раны не приводит к резкому увеличению количества ишемических и тромбоэмболических осложнений. В то же время, применение данной методики в значительной степени сохраняет показатели гемоглобина, эритроцитов и гематокрита на высоком уровне, без их критического снижения.

Ключевые слова: эндопротезирование коленного сустава, пневмотурникет, кровопотеря, кровосбережение.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-9-17

Чугаев Д.В., Корнилов Н.Н., Коган П.Г. Эффективность и безопасность применения пневмотурникета во время тотальной артропластики коленного сустава: когда выполнять его релиз? *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):9-17. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-9-17.

Cite as: Chugaev D.V., Kornilov N.N., Kogan P.G. [Efficiency and Safety of Tourniquet during Total Knee Arthroplasty: When to Perform Release?]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4): 9-17. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-9-17.

Чугаев Дмитрий Валерьевич. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия / *Dmitry V. Chugaev.* 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia; e-mail: dr.chugaev@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 31.08.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 01.11.2017.

Efficiency and Safety of Tourniquet during Total Knee Arthroplasty: When to Perform Release?

D.V. Chugaev, N.N. Kornilov, P.G. Kogan

Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics
8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia

Abstract

Use of a pneumatic tourniquet during total knee arthroplasty is an effective option allowing reduction of the time of surgery and intraoperative blood loss. At the same time, there are a lot of researchers who advocate differing tactical approaches to the duration of the tourniquet application — the so-called "early" and "late" releases.

Purpose of the study. To assess the effectiveness and safety of various methods of tourniquet use during primary total knee arthroplasty.

Material and methods. 72 patients with end-stage knee osteoarthritis were randomly divided into two equal prospective groups: 1) keeping the tourniquet throughout the surgery, including wound closure (late release); 2) performing knee arthroplasty using the tourniquet until after implantation of the prosthesis component and implementation of hemostasis after the release of the tourniquet (early release). Such aspects as perioperative blood loss and changes in blood counts, blood transfusion volume, and severity of pain on the VAS scale, the rate of recovery of the knee joint function and number of postoperative complications were assessed during hospital stay of patients.

Results. The duration of procedures was 70±15,4 min for the Group I with tourniquet throughout surgery (late release) and 95±27,5 for the Group II with early release (p = 0,001). On the 7th day after the arthroplasty the authors observed statistically significant differences (p<0,05) in the dynamics of reducing the level of hemoglobin, red blood cells and hematocrit in patients of compared groups — in patients who underwent late release of the tourniquet, these indicators were higher. When assessing the rate of recovery of knee joint function according to the KSS -and the intensity of the pain syndrome no significant statistical differences were found in the patients of both groups.

Conclusion. Application of the tourniquet throughout the surgery to release after closure of the surgical wound does not lead to a sharp increase in the number of ischemic and thromboembolic complications, while at the same time, the application of this methodology to a large extent maintains hemoglobin indicators, red blood cells and hematocrit at a high level without a critical decrease.

Keywords: knee arthroplasty, intraoperative blood loss, tourniquet, drain.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-9-17

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Введение

Несмотря на то, что применение пневмотурникета (жгута) во время артропластики коленного сустава, по мнению ряда авторов, может быть ассоциировано с ишемическим повреждением четырехглавой мышцы бедра, более выраженным болевым синдромом в послеоперационном периоде, проблемами с заживлением послеоперационной раны и увеличением количества тромбоэмболических осложнений, пневмотурникет в ортопедии применяется достаточно широко [1–6]. Этому способствуют очевидные преимущества, которые он позволяет получить: уменьшение продолжительности оперативного вмешательства, снижение объема интраоперационной кровопотери, отличная визуализация во время оперативного вмешательства, обеспечение оптимальных условий для цементной фиксации имплантата [7–9].

На настоящий момент существует несколько методик, применяемых при тотальном эндопротезировании коленного сустава:

1) использование интраоперационно жгута, который обеспечивает минимальную кровопотерю во время операции, но зачастую не позволяет выполнить адекватный гемостаз;

2) отказ от использования во время операции пневмотурникета, что не препятствует выполнению тщательного последовательного гемостаза на разных этапах оперативного вмешательства;

3) использование пневмотурникета во время оперативного вмешательства, релиз пневмотурникета, выполнение гемостаза и ушивание операционной раны без жгута [10].

Кроме непосредственно факта использования жгута во время артропластики коленного сустава, значимым влиянием на развитие осложнений и эффективность турникета может обладать и методика его использования, в частности, на каком этапе вмешательства будет произведен его релиз [7]. С одной стороны, использование пневмотурникета до окончания полимеризации цемента, его ранний релиз и выполнение гемостаза, позволяют

оценить степень кровоточивости мягких тканей и произвести коагуляцию поврежденных во время хирургического доступа кровеносных сосудов. С другой стороны, за счет эффекта постишемической гиперемии кровотечение бывает более значимым, чем без использования жгута, и в течение короткого времени приводит к большому объему интраоперационной кровопотери [11]. Многие авторы, изучающие различные методики применения пневмотурникета, рекомендуют использовать его на протяжении всего оперативного вмешательства с ушиванием раны наглухо, без дренирования полости коленного сустава [12, 13]. Повсеместное применение подобного подхода ограничивает разумное опасение многих ортопедов относительно возможности интраоперационного повреждения крупного сосуда, отсутствие контроля за качеством выполнения гемостаза и риск развития в послеоперационном периоде гемартроза [14]. Если хирургическое вмешательство затягивается более чем на 1,5–2 ч, время также может выступать фактором, обусловливающим необходимость релиза пневмотурникета, чтобы избежать ишемического повреждения мягких тканей и увеличения риска тромбоэмболических осложнений [15]. Хотя большинство современных исследований показывают, что подобная тактика эффективна в отношении кровосбережения и безопасна в плане развития послеоперационных осложнений [16]. При проведении анализа литературы по данному вопросу обращают на себя внимание противоречивые выводы исследователей, зачастую пропагандирующих диаметрально противоположные подходы к кровосбережению при первичной артропластике коленного сустава, что не позволяет окончательно и с абсолютной уверенностью выбрать единственно верный подход.

Цель исследования — оценить эффективность и безопасность применения различных методик использования пневмотурникета во время первичного тотального эндопротезирования коленного сустава.

Материалы и методы

Среди изучаемых пациентов преобладали больные с гонартрозом, сочетающимся с варусной деформацией на уровне коленного сустава (фронтальная деформация до 25°). В исследование не были включены пациенты с обширными дефектами костей, формирующих коленный сустав, требующие использования различного рода пластических вмешательств на коленном суставе и использования эндопротезов с повышенной фронтальной стабилизацией.

Семьдесят два пациента с терминальной стадией гонартроза, нуждающихся в выполнении тотального эндопротезирования коленного сустава, с индексом массы тела менее 42, были рандомизированно разделены на две проспективные группы, отличающиеся по типу используемого хирургического кровосберегающего пособия:

I группа (n = 36) (поздний релиз турникета), где применяли пневмотурникет на протяжении всего оперативного вмешательства, включая ушивание раны;

II группа (n = 36) (ранний релиз турникета), где использовали пневмотурникет до окончания имплантации компонентов эндопротеза и выполняли гемостаз после релиза пневмотурникета с последующим ушиванием операционной раны.

Средний возраст пациентов в группе с пневмотурникетом на протяжении всего оперативного вмешательства составил 64,6±7,5 лет, в группе с гемостазом перед ушиванием раны — 63,9±6,7 лет. Статистически значимых различий значений возраста получено не было (p>0,05) (рис. 1).

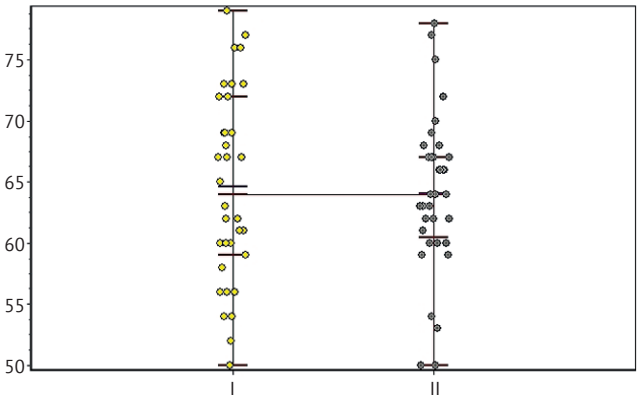

Рис. 1. Распределение пациентов по возрасту (группа I — пневмотурникет на протяжении всей операции без дренажа, группа II — релиз турникета перед ушиванием раны и гемостазом без дренажа) (p>0,05)

Fig. 1. Patients distribution depending on age (group I — tourniquet during the whole surgery without drain, group II — tourniquet release prior to wound closure and hemostasis without drain) (p>0,05)

Хирургическое лечение пациентов

В качестве анестезиологического пособия применяли спинномозговую анестезию с использованием бупивакаина в дозировке 15–20 мг. Всем пациентам за 30 мин до начала операции вводили 1,5 г транексамовой кислоты внутривенно. Оперативное лечение производили в положении пациента на спине, с оперируемой нижней конечностью фиксированной упором ортопедического стола. На верхнюю треть бедра накладывали пневмотурникет, который активировали, создавая в манжете давление 270–300 мм рт. ст. У всех пациентов был применен передний доступ

к коленному суставу (передне-медиальный — для пациентов с варусной деформацией и передне-латеральный по Кеблишу — у пациентов с вальгусной деформацией). С помощью стандартного набора инструментов для выполнения артропластики коленного сустава с использованием общепринятых методик выполняли костные резекции бедренной и большеберцовой костей, подготавливали ложа для компонентов эндопротеза, выполняли их цементирование и ушивание раны. Среди имплантированных эндопротезов в обеих группах преобладали имплантаты с сохранением передней крестообразной связки (CR) — 87%. Дренирование полости коленного сустава у пациентов изучаемых групп не выполняли.

Сравнение между двумя группами было проведено по следующим параметрам: объем интра- и послеоперационной кровопотери: лабораторные показатели крови (гемоглобин, количество эритроцитов, гематокрит), потребность в переливании гемотрансфузионных сред, выраженность болевого синдрома по шкале VAS, скорость восстановления функции коленного сустава (опороспособность, амплитуда и овладение весом конечности), количество послеоперационных осложнений.

В связи с несовершенством существующих в настоящий момент индексов для определения объема интраоперационной кровопотери невозможно учесть в рутинной работе операционной бригады такие факторы, как испарение крови, пропитывание кровью мягких тканей и операционного белья и иные виды латентной кровопотери. Поэтому для определения объема интраоперационной кровопотери нами была использована визуальная метрическая оценка количества собранной в градуированную колбу аспиратора жидкости.

В послеоперационном периоде у пациентов клинически оценивали наличие ишемических и тромбоэмболических осложнений, а накануне перед выпиской из стационара выполняли УЗИ вен нижних конечностей.

После получения исходных данных пациентов были составлены электронные таблицы с использованием компьютерной программы Microsoft Excel. Для статистической обработки полученных данных мы использовали программы InStat+ ver.3.37 (2005) и Past ver.2.17 (2012). Большая часть исследуемых данных не соотносилась с нормальным распределением, поэтому для их обработки мы использовали методы непараметрической статистики.

Результаты

Средняя продолжительность операции составила 70±15,4 мин для I группы (с пневмотурникетом) в течение всего оперативного вмешательства и 95±27,5 для II группы, в которой перед ушиванием раны производили гемостаз (рис. 2).

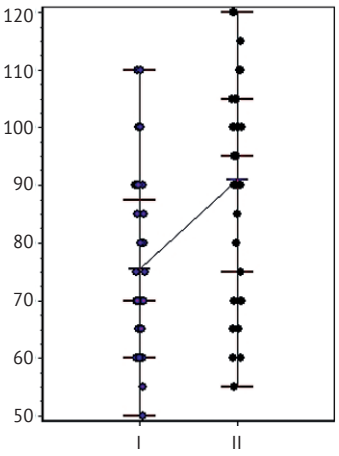

Рис. 2. Продолжительность оперативного вмешательства в изучаемых группах, мин (p = 0,001)

Fig. 2. Surgery time in studied groups, min (p = 0,001)

Операция в группе I проходила значимо быстрее, чем в группе II (p = 0,001). В среднем продолжительность хирургического вмешательства в группе I была меньше на 15±11,6 мин.

Статистическая оценка показателей кровопотери в I группе (с пневмотурникетом на протяжении всего оперативного вмешательства) по сравнению с группой II (с гемостазом перед ушиванием раны) не производилась в связи с нулевыми значениями кровопотери в группе I (рис. 3).

При оценке уровня гемоглобина у обследуемых пациентов до операции были зафиксированы статистически не отличающиеся показатели (p = 0,9) (133,4±12,3 г/л в группе I (I на рис. 4) и 132±12,5 г/л в группе II (III на рис. 4)). На 7-е сутки после выполненного оперативного вмешательства были отмечены статистически значимые отличия (p = 0,02) в динамике снижения уровня гемоглобина между группами, в среднем составившие 108,4±14,5 г/л (для группы с пневмотурникетом на протяжении всей операции) (II на рис. 4) и 96,9±10,7 г/л (для группы с гемостазом перед ушиванием операционной раны) (IV на рис. 4).

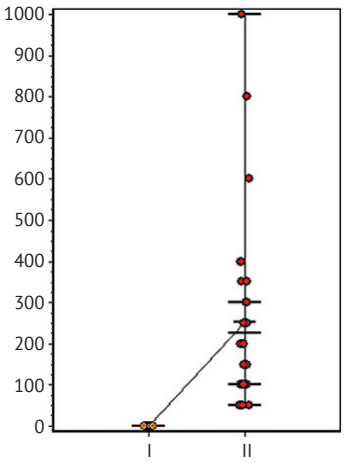

Рис. 3. Объем интраоперационной кровопотери в изучаемых группах, мл

Fig. 3. Intraoperative blood loss in studied groups, ml

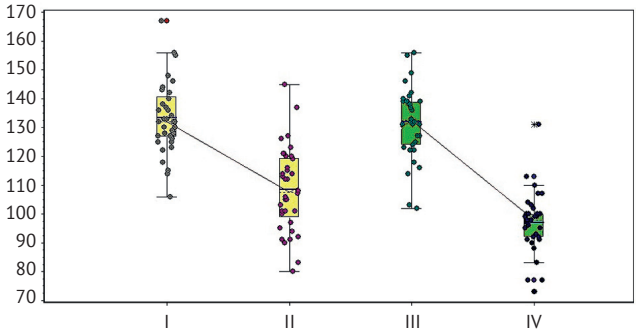

Рис. 4. Показатели уровня гемоглобина до операции и на 7-е сутки послеоперационного периода в изучаемых группах, г/л

Fig. 4. Hemoglobin values prior to surgery and on 7th day after the surgery in studied groups, g/l

Разница в уровне гемоглобина до и после операции для группы с поздним релизом турникета составила 24,9±12,5 г/л, и 35±12,3 — для группы с ранним релизом, причем полученные значения оказались статистически значимо (p = 0,03)

Показатели уровня эритроцитов в крови изучаемых пациентов до операции статистически не отличались (p = 0,3) (I и III на рис. 5), но после выполненного оперативного вмешательства демонстрировали сходную с показателями гемоглобина динамику снижения, наиболее выраженную в группе пациентов, которым выполнялся гемостаз перед ушиванием операционной раны (p = 0,04) (II и IV на рис. 5). Разница в уровне эритроцитов до и после операции для группы с поздним релизом турникета составила 0,9±0,4 г/л и 1,06±0,4 г/л для группы с ранним релизом.

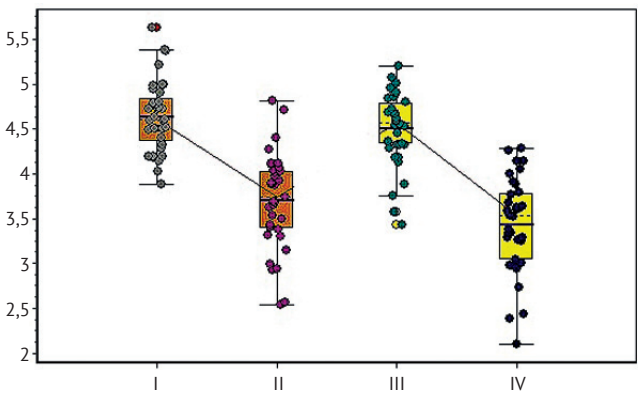

Рис. 5. Показатели уровня эритроцитов до операции и на 7-е сутки послеоперационного периода в изучаемых группах, $\times 10^{12}$

Fig. 5. Red blood cells level prior to surgery and on 7th day after the surgery in the groups, $\times 10^{12}$

Показатели уровня гематокрита на дооперационном этапе (I и III на рис. 6) также статистически значимо не отличались (p = 0,7). В раннем послеоперационном периоде разница в уровне гематокрита для группы с поздним релизом турникета составила 0,07±0,04 г/л, и 0,1±0,03 г/л для группы с ранним релизом.

Количество пункций коленного сустава в послеоперационном периоде было сопоставимо в изучаемых группах (p = 0,2), но объем крови, эвакуированной из полости коленного сустава, был больше в группе II (p<0,05) (рис. 7, табл.).

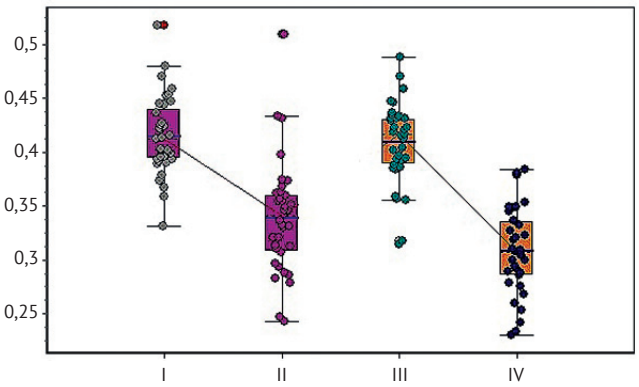

Рис. 6. Показатели уровня гематокрита до операции и на 7-е сутки послеоперационного периода в изучаемых группах, г/л

Fig. 6. Hematocrit levels prior to surgery and on 7th day after the surgery in the groups, g/l

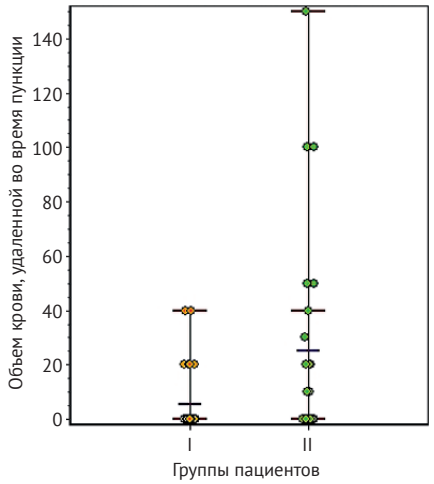

Рис. 7. Объем крови, удаленной из полости коленного сустава во время пункции, мл

Fig. 7. Blood volume evacuated from joint space aspiration, ml

Таблица

Количество пункций коленного сустава в изучаемых группах
The number of knee aspirations in groups

Группы пациентов	Количество пациентов в группе, *n*	Количество пункций коленного сустава, *n*	Количество пункций коленного сустава, %	Количество пациентов, которым понадобилось выполнение двух и более пункций
I	36	8	22,22	1
II	36	17	38,89	4

Переливание гемотрансфузионных сред понадобилось в двух случаях, причем оба пациента были из группы II, в которой выполняли релиз турникета и гемостаз перед ушиванием операционной раны. По одному послеоперационному осложнению зафиксировано в обеих группах: в группе I — краевой некроз раны, благополучно разрешившийся после консервативного лечения, и в группе II — гематома операционной раны, потребовавшая санирующего вмешательства с благоприятным клиническим исходом.

При оценке скорости восстановления функции коленного сустава по шкале KSS, интенсивности болевого синдрома, возможности овладения весом конечности значимых статистических отличий у пациентов обеих групп выявлено не было (p>0,05).

На протяжении 3 мес. после операции среди пациентов обеих групп не зафиксировано ни одного случая перипротезной инфекции, тромбоэмболических осложнений (тромбоз вен нижних конечностей, ТЭЛА).

Обсуждение

Высокий уровень объема периоперационной кровопотери во время эндопротезирования коленного сустава обусловлен рядом факторов, таких как травматичность вмешательства; обильная васкуляризация мягких тканей, окружающих коленный сустав; наличие обширных костных ран (костные ложа для компонентов эндопротеза) [17, 18]. Диффузная кровоточивость из мягких тканей и костных опилов приводит к ухудшению визуализации в операционной ране, ухудшает цементную технику, приводит к развитию постгеморрагической анемии в послеоперационном периоде, что требует простых и эффективных решений по профилактике данных негативных аспектов, сопутствующих артропластике.

У пациентов, включенных в наше исследование, не было зафиксировано тромбоэмболических осложнений. Но стоит указать, что в современных условиях частота этих осложнений столь мала, что для изучения влияния турникета, отказа от дренирования и прочих факторов, группы исследования должны быть значительно больше. Исследуя изменения показателей гемоглобина, эритроцитов и гематокрита, наилучшие показатели мы выявили в группе с поздним релизом турникета. Опыт применения данной методики позволил установить, что отказ от осуществления гемостаза после выполненного основного этапа хирургического пособия, не влечет за собой необходимость выполнения большего количества пункций коленного сустава.

Проблема так называемого раннего релиза турникета и его целесообразности достаточно активно обсуждается в литературе, хотя консенсус по данному вопросу не достигнут. Так, P. Zhang с соавторами, проведя анализ 16 исследований, пришли к выводу, что ранний релиз турникета (перед ушиванием операционной раны) статистически значимо увеличивает объем периоперационной кровопотери, что в значительной степени нивелирует благоприятные эффекты использования жгута, хотя в то же время выполнение гемостаза перед ушиванием операционной раны позволило уменьшить количество периоперационных осложнений, в первую очередь, — «малых инфекционных» [11]. Сходные результаты были получены и в нашем исследовании, в котором группа пациентов с ранним релизом турникета показала худшие результаты по показателям снижения гемоглобина / эритроцитов / гематокрита и количеству эвакуированной во время пункций крови по сравнению с группой пациентов с поздним релизом жгута. Метаанализ, выполненный K.R.B.S. Rama с соавторами, также выявил статистически значимый кровосберегающий эффект релиза пневмотурникета после ушивания операционной раны, хотя так же, как и в метаанализе P. Zhang с соавторами, количество осложнений, связанных с заживлением операционной раны, было больше [7]. Сходные данные получены C. Yildiz с соавторами, по результатам исследования которых релиз пневмотурникета после ушивания операционной раны и перекрытие дренажной трубки в течение первых 6 ч после операции позволили уменьшить послеоперационную кровопотерю и величину снижения уровня гемогло-

бина [19]. Подобная тактика была подтверждена и метаанализом, выполненным T.W. Tai с соавторами, которые показали, что перекрытие дренажа после тотального эндопротезирования на срок 3–4 ч не оказывает негативного воздействия на количество послеоперационных осложнений и реабилитацию, но значимо уменьшает дренажную кровопотерю и благоприятно влияет на уровень гемоглобина у исследуемых пациентов в послеоперационном периоде [20].

Логическим продолжением тактики перекрытия дренажа является применение пневмотурникета с его релизом после ушивания раны и отказ от дренирования полости коленного сустава. P.R. Padala с соавторами, используя интраоперационно медикаментозный «коктейль» с адреналином и отказавшись от дренирования полости коленного сустава, установили, что данная методика показывает хороший кровосберегающий результат и безопасна для пациента [21]. Сходным образом мы поступили и в нашем исследовании, отказавшись от дренирования полости коленного сустава, причем это решение, как и в сходных работах, не привело к тому, чтобы результаты эндопротезирования (нарушение заживления раны, рецидивирующие массивные гемартрозы, глубокая инфекция, проблемы ранней реабилитации) статистически значимо изменились.

Оригинальное исследование было выполнено C.S. Oh с соавторами, которые оценивая безопасность применения жгута, для минимизации риска осложнений, связанных с его применением, в первую очередь у пациентов старшей возрастной группы, изучали эффект ишемического прекондиционирования, заключающийся в подготовке головного мозга и других внутренних органов к резкому увеличению концентрации продуктов метаболизма, высвобождающихся при выполнении релиза пневмотурникета. Исследователи накладывали манжеты пневмотурникета на оба бедра пациента и до выполнения хирургического доступа производили активацию манжеты турникета на контралатеральной оперируемой конечности трижды с экспозицией по 15 мин. Полученные исследователями данные показывают, что описываемый прием в значительной степени снижает негативные эффекты использования пневмотурникета и может быть использован рутинно, преимущественно у пациентов пожилого возраста [22]. Каждая из описанных выше методик имеет свои положительные и отрицательные стороны, но в настоящее время используется исходя зачастую лишь из личных предпочтений оперирующего хирурга, и можно констатировать, что ни в России, ни за рубежом нет единства в определении наиболее рациональной тактики применения пневмотурникета.

Все вышеуказанные исследования имеют определенные ограничения, связанные с количеством пациентов, использованными конструкциями (только заднестабилизированные или эндопротезы с сохранением задней крестообразной связки), с использованием дренажа или отказом от него. Безусловно, проведенное нами исследование также имеет ограничения, так как не были изучены результаты использования пневмотурникета у пациентов с гонартрозом, сопровождающимся тяжелой деструкцией коленного сустава, у пациентов, которым выполнялось ревизионное эндопротезирование. В этих случаях из-за бóльшей продолжительности оперативного вмешательства и зачастую значительных технических трудностей время операции превышает допустимое время экспозиции жгута. Патологически измененные мягкие ткани коленного сустава при ревизионных вмешательствах обладают большей тенденцией к кровоточивости, чем мягкие ткани интактного коленного сустава. Пациенты с терминальным ожирением также являются не самым благоприятным объектом для применения пневмотурникета во время тотального эндопротезирования, так как крайне выраженный слой подкожной жировой клетчатки не позволяет манжете пневмотурникета обеспечить достаточную компрессию и использовать жгут эффективно. Нами не рассматривалась в качестве осложнения выраженная имбибиция кожи и подкожной жировой клетчатки кровью, так как мы не выявили корреляции между так называемыми «гематомами» и значимым снижением уровня гемоглобина и эритроцитов и трудностями с ранней реабилитацией.

Заключение

Учитывая тот факт, что большинству пациентов было выполнено стандартное первичное эндопротезирование коленного сустава, не требовавшее замещения костных дефектов костей, формирующих коленный сустав, или использования ревизионных систем, объем кровопотери во всех изучаемых группах не был критическим. Но в то же время существующая на дооперационном этапе анемия, скрытая кровопотеря, продолжающееся после укрытия послеоперационной раны капиллярное кровотечение и другие факторы приводили к развитию у обследуемых пациентов постгеморрагической анемии.

Проведенное исследование показало, что применение пневмотурникета на протяжении всей операции не приводит к резкому увеличению количества ишемических и тромбоэмболических осложнений у пациентов изучаемых групп и в значительной степени сохраняет показатели гемоглобина, эритроцитов и гематокрита на высоком уровне, без их критического снижения.

Исследуя динамику изменения показателей гемоглобина, эритроцитов и гематокрита, наилучшие мы выявили в группе с поздним релизом турникета без дренирования коленного сустава и без выполнения гемостаза перед ушиванием раны. Опыт применения данной методики позволил установить, что отказ от осуществления гемостаза после выполненного основного этапа хирургического пособия не приводит к увеличению частоты пункций коленного сустава. Динамика изменения интенсивности болевого синдрома и уровень восстановления функциональной активности прооперированных пациентов находилась на сходном уровне без статистически значимых отличий.

Таким образом, можно заключить, что применение позднего релиза турникета с отказом от дренирования полости коленного сустава без выполнения гемостаза является безопасной и эффективной процедурой, обладающей высокой кровосберегающей способностью. Применение пневмотурникета в пределах 270–300 мм рт. ст. не приводит к увеличению интенсивности болевого синдрома и не ассоциировано с большим количеством послеоперационных осложнений и может быть рекомендовано как высокоэффективная опция при тотальном эндопротезировании.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература / References

1. Olivecrona C., Tidermark J., Hamberg P., Ponzer S., Cederfjäll C. Skin protection underneath the pneumatic tourniquet during total knee arthroplasty: A randomized controlled trial of 92 patients. *Acta Orthop.* 2006;77(3):519-523. DOI: 10.1080/17453670610012539.
2. Din R., Geddes T. Skin protection beneath the tourniquet a prospective randomized trial. *ANZ J Surg*. 2004;74(9): 721-722. DOI: 10.1111/j.1445-1433.2004.03143.x.
3. Mayer C., Franz A., Harmsen J.-F., Queitsch F., Behringer M., Beckmann J., Krauspe R., Zilkens C. Soft-tissue damage during total knee arthroplasty. *J Orthop.* 2017;14(3):347-353. DOI: 10.1016/j.jor.2017.06.015.
4. Abdel-Salam A., Eyres K.S. Effects of tourniquet during total knee arthroplasty. A prospective randomised study. *J Bone Joint Surg Br.* 1995;77(2):250-253.
5. Yi S., Tan J., Chen C., Chen H., Huang W. The use of pneumatic tourniquet in total knee arthroplasty: A meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;134(10): 1469-1476. DOI: 10.1007/s00402-014-2056-y.
6. Guler O., Mahirogullari M., Isyar M., Piskin A., Yalcin S., Mutlu S., Sahin B. Comparison of quadriceps muscle volume after unilateral total knee arthroplasty with and without tourniquet use. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2016;24(8):2595-2605. DOI: 10.1007/s00167-015-3872-5.
7. Rama K.R.B.S., Apsingi S., Poovali S., Jetti A. Timing of tourniquet release in knee arthroplasty. Meta-analysis of randomized, controlled trials. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(4):699-705. DOI: 10.2106/JBJS.F.00497.
8. Vertullo C.J., Nagarajan M. Is cement penetration in TKR reduced by not using a tourniquet during cementation? A single blinded, randomized trial. *J Orthop Surg.* 2017;25(1):230949901668432. DOI: 10.1177/2309499016684323.
9. Verburg H., van de Ridder L.C., Verhoeven V.W.J., Pilot P. Validation of a measuring technique with computed tomography for cement penetration into trabecular bone underneath the tibial tray in total knee arthroplasty on a cadaver model. *BMC Med Imaging*. 2014;14(1):29. DOI: 10.1186/1471-2342-14-29.
10. Huang Z.Y., Pei F.X., Ma J., Yang J., Zhou Z.K., Kang P. De, Shen B. Comparison of three different tourniquet application strategies for minimally invasive total knee arthroplasty: a prospective non-randomized clinical trial. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;134(4):561-570. DOI: 10.1007/s00402-014-1948-1.
11. Zhang P., Liang Y., He J., Fang Y., Chen P., Wang J. Timing of tourniquet release in total knee arthroplasty: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(17):e6786. DOI: 10.1097/MD.0000000000006786.
12. Lee Q.J., Mak W.P., Hau W.S., Yeung S.T., Wong Y.C., Wai Y.L. Short duration and low suction pressure drain versus no drain following total knee replacement. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2015;23(3):278-281. DOI: 10.1177/230949901502300302.
13. Чугаев Д.В., Корнилов Н.Н., Сорокин Е.П. Современные хирургические аспекты кровосбережения в тотальном эндопротезировании коленного сустава (обзор). *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2017;13(2):273-279.
Chugaev D.V., Kornilov N.N., Sorokin E.P. [Modern surgical aspects in blood loss management in total knee arthroplasty]. *Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal* [Saratov Journal of Medical Scientific Research] 2017;13(2):273-279. (in Russian).
14. Papalia R., Zampogna B., Franceschi F., Torre G., Maffulli N., Denaro V. Tourniquet in knee surgery. *Br Med Bull*. 2014;111(1):63-76. DOI: 10.1093/bmb/ldu012.
15. Власов С.В., Сафронов Н.Ф., Власова И.В., Тлеубаева Н.В. Факторы риска тромбогеморрагических осложнений при эндопротезировании коленного сустава. *Политравма*. 2009;(2):36-41.
Vlasov S.V., Safronov N.F., Vlasova I.V., Tleubaeva N.V. [Risk factors of thrombohemorrhagic complications in knee joint endoprosthesis]. *Politravma* [Polytrauma]. 2009;(2):36-41. (in Russian).
16. Huang Z., Ma J., Zhu Y., Pei F., Yang J., Zhou Z., Kang P., Shen B. Timing of tourniquet release in total knee arthroplasty. *Orthopedics*. 2015;38(7):445-451. DOI: 10.1097/MD.0000000000006786.
17. Куляба Т.А., Корнилов Н.Н. Артропластика коленного сустава. СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2012. 228 р.
Kulyaba T.A., Kornilov N.N. Artroplastika kolennogo sustava [Total knee arthroplasty]. St. Petersburg: RNIITO im. R.R. Vredena, 2012. 228 p. (in Russian).
18. Чугаев Д.В., Корячкин В.А., Корнилов Н.Н., Сорокин Е.П. Нехирургические методики кровосбережения у больных при тотальном эндопротезировании коленного сустава (обзор литературы). *Трансфузиология*. 2017;18(1):23-28.
Chugaev D.V., Koryachkin V.A., Kornilov N.N., Sorokin E.P. [Nonsurgical blood loss management technique in patients with total knee arthroplasty (Literature review)]. *Transfuziologija* [Transfusiology]. 2017;18(1):23-28. (in Russian).

19. Yildiz C., Koca K., Kocak N., Tunay S., Basbozkurt M. Late tourniquet release and drain clamping reduces postoperative blood loss in total knee arthroplasty. *HSS J.* 2014;10(1):2-5. DOI: 10.1007/s11420-013-9363-7.
20. Tai T.-W., Yang C.-Y., Jou I.-M., Lai K.-A., Chen C.-H. Temporary drainage clamping after total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Arthroplasty.* 2010;25(8):1240-1245. DOI: 10.1016/j.arth.2009.08.013.
21. Padala P.R., Rouholamin E., Mehta R.L. The role of drains and tourniquets in primary total knee replacement: a comparative study of TKR performed with drains and tourniquet versus no drains and adrenaline and saline infiltration. *J Knee Surg.* 2004;17(1):24-27.
22. Oh C.-S., Kim S.-H., Lee J., Rhee K.Y. Impact of remote ischaemic preconditioning on cerebral oxygenation during total knee arthroplasty. *Int J Med Sci.* 2017;14(2):115-122. DOI: 10.7150/ijms.17227.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ:

Чугаев Дмитрий Валерьевич — лаборант-исследователь отделения диагностики заболеваний и повреждений ОДС, врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения № 7 ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Корнилов Николай Николаевич — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения патологии коленного сустава ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Коган Павел Геннадьевич — лаборант-исследователь отделения лечения травм и их последствий, врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения № 7 ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Dmitry V. Chugaev — Researcher, Orthopaedic Surgeon, Trauma and Orthopaedic Department N 7, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Nikolai N. Kornilov — Dr. Sci. (Med.), Leading Researcher, Knee Pathology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, St. Petersburg, Russian Federation

Pavel G. Kogan — Researcher, Orthopaedic Surgeon, Trauma and Orthopaedic Department N 7, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

УДК 616.711.6-089-053.2

Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией поясничной локализации: экстирпация или частичная резекция полупозвонка?

С.В. Виссарионов [1, 2], К.А. Картавенко [1], Д.Н. Кокушин [1], А.Г. Баиндурашвили [1, 2], С.М. Белянчиков [1], Н.О. Хусаинов [1], А.В. Овечкина [1]

[1] ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России Парковая ул., д. 64-68, Пушкин, Санкт-Петербург, 196603, Россия

[2] ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России Ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, 191015, Россия

Реферат

Цель исследования — сравнить эффективность хирургической коррекции врожденной деформации позвоночника поясничной локализации путем экстирпации или частичной резекции аномального позвонка у пациентов детского возраста.

Материал и методы. Проведено клинико-лучевое исследование 68 пациентов с врожденной деформацией поясничного отдела позвоночника на фоне изолированного нарушения формирования позвонка. Возраст пациентов варьировал от 6 мес. до 16 лет 2 мес. (в среднем 4 года 5 мес.). Распределение по полу — 41 девочка, 27 мальчиков. Пациенты были разделены на две группы в зависимости от объема удаляемых структур аномального позвонка. В 1-ю группу вошли 52 пациента, которым выполняли экстирпацию полупозвонка, во 2-ю группу 16 пациентов с частичной резекцией тела аномального позвонка. Сроки наблюдения: от 2 до 9 лет (в среднем — 3 года 10 мес.).

Результаты. У пациентов 1-й группы угол сколиоза после операции составил 0–21°, угол остаточного локального кифоза от −33° до 9°. Через 9 лет после операции величина остаточного сколиотического компонента составляла от 0 до 22°, кифотического — от −31 до 10°. У пациентов 2-й группы величина сколиоза после операции составила от 3 до 27°, остаточного локального кифоза — от −30 до 12°. Через 9 лет после операции величина остаточного сколиотического компонента составляла от 7 до 41°, кифотического — от −26° до 8°. Выявлены значимые различия в величине угла сколиоза после операции и коррекции сколиотического компонента врожденной деформации позвоночника: в 1-й группе угол сколиоза после операции в среднем составил 3,3° (коррекция — 94%), во 2-й группе — 13,6° (коррекция — 80%) (p<0,05). Угол сколиоза в отдаленном периоде у пациентов 1-й группы составил в среднем 5° (коррекция — 92%) и был статистически значимо меньше (p<0,05), чем у пациентов 2-й группы, где угол сколиоза составил в среднем 18,3° коррекция — 62%.

Заключение. Экстирпация полупозвонка со смежными дисками позволила достичь практически полного исправления имеющегося врожденного искривления металлоконструкцией с фиксацией минимального количества позвоночно-двигательных сегментов, создать благоприятные условия для физиологического развития позвоночного столба в процессе роста ребенка и сохранить стабильность достигнутого результата в отдаленном послеоперационном периоде. Таким образом, при коррекции врожденного сколиоза у детей на фоне изолированного нарушения формирования позвонка в поясничном отделе позвоночника рационально проводить полное удаление аномального позвонка вне зависимости от возраста пациента.

Ключевые слова: врожденный сколиоз, экстирпация полупозвонка, частичная резекция тела полупозвонка.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-18-28

Виссарионов С.В., Картавенко К.А., Кокушин Д.Н., Баиндурашвили А.Г., Белянчиков С.М., Хусаинов Н.О., Овечкина А.В. Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией поясничной локализации: экстирпация или частичная резекция полупозвонка? *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):18-28. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-18-28.

Cite as: Vissarionov S.V., Kartavenko K.A., Kokushin D.N., Baindurashvili A.G., Belyanchikov S.M., Khusainov N.O., Ovechkina A.V. [Surgical Treatment of Children with Congenital Lumbar Scoliosis: Complete or Partial Resection of Malformed Vertebrae?]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):18-28. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-18-28.

Кокушин Дмитрий Николаевич. Парковая ул., д. 64-68, Пушкин, Санкт-Петербург, 196603, Россия / *Dmitry N. Kokushin*. 41, Kirochnaya ul., St. Petersburg, 191015, Russian Federation; e-mail: turner01@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 24.11.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 04.12.2017.

Surgical Treatment of Children with Congenital Lumbar Scoliosis: Complete or Partial Resection of Malformed Vertebrae?

S.V. Vissarionov [1, 2], K.A. Kartavenko [1], D.N. Kokushin [1], A.G. Baindurashvili [1, 2], S.M. Belyanchikov [1], N.O. Khusainov [1], A.V. Ovechkina [1]

[1] *Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics*
Parkovaya ul., 6468, Pushkin, St. Petersburg, Russian Federation, 196603

[2] *Mechnikov North-Western State Medical University*
41, Kirochnaya ul., St. Petersburg, 191015, Russian Federation

Abstract

The purpose of the study – to compare the effectiveness of surgical correction of spine lumbar congenital deformity by complete or partial resection of the abnormal vertebra in children.

Material and Methods. 68 children with isolated congenital malformation of the lumbar area of the spine were evaluated both clinically and instrumentally. Age of the patients was 6 months — 16 years 2 months (mean — 4 years 5 months). There were 41 female and 27 male patients. Patients were divided in two groups depending on the volume of the surgery. First group (n = 52) consisted of patients treated with complete hemivertebrae resection. Second group (n = 16) consisted of patients treated with partial resection of the malformed vertebrae.

Results. After the surgery in the 1st group scoliotic curve was 0 to 21° and kyphotic curve was from -33 to 9°. 9 years post-op scoliotic and kyphotic curves were 0 to 22° and -31 to 10° respectively. In the 2nd group scoliotic curve was 3 to 27° and kyphotic curve was from -30 to 12°. 9 years post-op scoliotic and kyphotic curves were 7 to 41° and -26 to 8° respectively. Significant differences in the amount of scoliotic curve correction were revealed between the groups: in the 1st group mean Cobb angle for the scoliotic curve after surgery was 3,3° (correction — 94%), in the 2nd group — 13,6° (correction — 80%) (p<0,05). Mean Cobb angle for the scoliotic curve in the long-term period was 5° (correction — 92%) for the 1st group wich was significantly lower (p<0,05) comparing to the 2nd group (mean Cobb angle 18,3° correction — 62%).

Conclusion. Our data showed higher efficacy of the complete resection of the hemivertebrae comparing to its partial resection in pediatric patients with isolated malformation in the lumbar spine. Complete removal of the vertebrae body, its growth plates and disks allowed to achieve radical correction of the deformity and to perform short fusion of the adjacent segments which was crucial for further normal growth and development of the child's spine with saving the results in the long-term period. Thus complete resection of the malformed vertebrae with radical correction and short segment fusion is the most appropriate option in surgical treatment of pediatric patient of any age with isolated vertebrae malformation in the lumbar spine.

Keywords: congenital scoliosis, hemivertebrae extirpation, hemivertebrae partial resection.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-18-28

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: this study was carried out within the framework of the Union State program «Development of new spinal systems using prototyping technologies in the surgical treatment of children with severe congenital deformities and spine injuries».

Введение

Врожденный сколиоз, обусловленный нарушением формирования позвонков — самый частый порок развития позвоночника, приводящий к прогрессирующему характеру течения деформации [1–4].

Различные подходы к хирургическому лечению врожденных деформаций позвоночного столба при изолированном полупозвонке в зависимости от возраста пациентов и их результаты описаны в многочисленных работах последнего десятилетия [5–9, 12–15]. J. Dubousset с соавторами считают, что оперативное лечение детей при изолированном нарушении формирования позвонка целесообразно выполнять в младенческом возрасте, обосновывая такое положение менее тяжелым послеоперационным периодом у этой категории пациентов по сравнению с течением восстановительного периода у больных старшей возрастной группы [9]. X. Peng с соавторами утверждают, что резекция полупозвонка и коррекция вызванной им врожденной деформации с использованием транспедикулярной металлоконструкции у пациентов до 5 лет является малотравматичным, простым и безопасным методом лечения по сравнению с такой операцией у детей старшего возраста [14]. В последних исследованиях D.G. Chang с соавторами показали, что при полном удалении полупозвонка у детей до 10 лет с врожденным сколиозом можно достичь коррекции деформации без опасных ятрогенных осложнений и предотвратить прогрессирование остаточных дуг искривлений в зоне вмешательства. Средний угол сколиотиче-

ской деформации после операции уменьшился с 34,4 до 8,6°, а при долгосрочных наблюдениях составил 12,9° [7].

Экстирпация полупозвонка и коррекция врожденной деформации, по данным литературы, обычно проводится у детей младшей возрастной категории, однако описаны случаи успешной резекции полупозвонка с транспедикулярной фиксацией и у подростков. Так, в одном из исследований средний возраст 35 оперированных пациентов с кифосколиозом на фоне поясничного полупозвонка составлял 17 лет. Величина коррекции сколиотического компонента деформации через 26 мес. после хирургического вмешательства составила 67,9%, кифотического — 72,5% [12, 13].

Другие исследователи оценивали результаты частичной резекции сегментированного полупозвонка с использованием заднего доступа и транспедикулярной фиксации при врожденном сколиозе у 18 пациентов в возрасте от 14 лет до 21 года. Протяженность фиксации составила от 2 до 11 позвонков. У одного пациента выявлено осложнение, связанное с установленной металлоконструкцией [15].

Ряд исследователей у пациентов старшего возраста предпочитают выполнять не удаление аномального позвонка, а частичную резекцию его тела с выше- и нижележащими дисками, сопровождая вмешательство коррекцией врожденной деформации в сочетании с формированием костного блока 360°. Авторы объясняют такой подход к лечению этой категории пациентов снижением риска возникновения возможных неврологических нарушений в ходе операции [11, 12].

Однако до настоящего времени в литературе не опубликованы результаты сравнительных исследований эффективности хирургического лечения детей с врожденной деформацией позвоночника при изолированном пороке развития путем удаления тела аномального позвонка и его частичной резекции.

Цель исследования — сравнить и оценить результаты коррекции врожденной деформации позвоночника при изолированном боковом или заднебоковом полупозвонке поясничной локализации путем его удаления или частичной резекции у пациентов детского возраста.

Материал и методы

Под наблюдением находилось 68 пациентов в возрасте от 6 мес. до 16 лет 2 мес. с врожденной деформацией поясничного отдела позвоночника на фоне изолированного нарушения формирования позвонка (средний возраст — 4 года 5 мес.). Распределение больных по полу: 41 девочка и 27 мальчиков.

У 6 пациентов аномалия развития позвоночника была представлена боковым полупозвонком, у остальных 62 причиной деформации являлся заднебоковой полупозвонок. В одном наблюдении боковые полупозвонки локализовались на уровне L_1 и L_2, в двух — на уровне L_3 и L_4. Все боковые полупозвонки являлись комплектными. Распределение локализации заднебоковых полупозвонков по областям поясничного отдела: в области грудопоясничного перехода — у 23 (37%) пациентов, в поясничном отделе позвоночника — у 28 (48%) пациентов, в пояснично-крестцовом отделе — у 11 (15%) детей. У 19 пациентов в возрасте до 7 лет полупозвонок имел правостороннее расположение, у 23 — левостороннее (табл. 1). У 10 пациентов школьного возраста полупозвонок имел правостороннее расположение, у 16 — левостороннее (табл. 2).

Всем пациентам до и после операции проводили клинико-неврологическое и рентгенологическое исследования (рентгенограммы позвоночника в положении пациента лежа в двух стандартных проекциях), а также КТ грудного и пояснично-крестцового отделов позвоночника.

Таблица 1/Table 1

Локализация и расположение полупозвонков у пациентов дошкольного возраста

The localization and location of hemivertebrae in preschool age patients

Локализация полупозвонков	D	S	Общее кол-во
Грудопоясничные	7	6 (1)*	14
Поясничные	9 (1)*	10 (1)*	21
Пояснично-крестцовые	2	5	7
Всего	19	23	42

* В скобках указано количество пациентов с боковыми полупозвонками.

Таблица 2/Table 2

Локализация и расположение полупозвонков у пациентов школьного возраста

The localization and location of hemivertebrae in school age patients

Локализация полупозвонков	D	S	Общее кол-во
Грудопоясничные	2 (1)*	8	11
Поясничные	5 (1)*	4 (1)*	11
Пояснично-крестцовые	1	3	4
Всего	10	16	26

* В скобках указано количество пациентов с боковыми полупозвонками.

Пациенты были разделены на две группы в зависимости от объема удаляемых структур аномального позвонка. В 1-ю группу вошли 42 пациента в возрасте до 7 лет и 10 в возрасте 7–10 лет, которым выполняли удаление всех костных структур порочного позвонка совместно с выше- и нижележащими межпозвонковыми дисками и эпифизарными пластинками соседних позвонков. Во 2-ю группу вошли 16 пациентов в возрасте от 5 лет 4 мес. до 16 лет 2 мес., у которых в ходе хирургического вмешательства ограничивались частичной резекцией тела аномального позвонка с дискэктомией прилежащих дисков и удалением его задних опорных структур.

Техника хирургического вмешательства. У больных с полупозвонками в грудопоясничном переходе и поясничном отделе позвоночника хирургическое вмешательство выполняли из комбинированного (переднебокового и дорсального) доступа. Из дорсального доступа осуществляли операцию у больных с пояснично-крестцовой локализацией порока.

При локализации полупозвонка на уровне первого поясничного позвонка переднебоковой этап операции имел свои особенности подхода к передним отделам порочно развитого сегмента позвоночника, одной из которых являлось выполнение внебрюшинной торакофренолюботомии. При локализации тела аномального позвонка на уровне L_2–L_4 позвонков подход осуществляли путем внебрюшинного люмботомического доступа.

Из дорсального доступа осуществляли удаление задних опорных структур аномального позвонка и исправление врожденной деформации позвоночника металлоконструкцией путем выполнения сегментарной контракции и дистракции опорных элементов спинального имплантата, установленных на смежные с аномальным позвонки. Компоновка и количество имплантированных транспедикулярных винтов имели свои особенности у пациентов различных возрастных групп. У детей в возрасте до трех лет опорные элементы устанавливали в соседние тела позвонков унилатерально, только со стороны расположения полупозвонка; у детей старше трех лет металлоконструкцию устанавливали с двух сторон относительно линии остистых отростков в тела позвонков смежных с аномальным. Данные различия были обусловлены большей ригидностью врожденной деформации позвоночника у детей старше трех лет. Транспедикулярные винты после частичной резекции тела полупозвонка устанавливали в тела позвонков на протяжении основной сколиотической дуги искривления. Протяженность фиксации спинальной системой при этом не превышала семь позвонков, включая аномально развитый.

После проведения радикальной коррекции деформации завершали второй этап операции созданием заднего локального спондилодеза аутокостью вдоль спинального имплантата. Затем пациента снова поворачивали на бок, противоположный расположению удаленного или частично резецированного порочного позвонка, с целью формирования переднего корпородеза. После экстирпации полупозвонка костный трансплантат устанавливали враспор в оставшийся клиновидный дефект, на границе передней и средней опорной колонны. После частичной резекции тела полупозвонка передний корпородез осуществляли фрагментами аутокости, которые укладывали между телами выше- и нижележащих интактных позвонков и оставшейся частью аномального полупозвонка на уровне передних двух опорных колонн позвоночника. К послеоперационному ложу устанавливали дренаж с малым активным разряжением. Рану послойно ушивали.

Пациентам с локализацией порока в пояснично-крестцовой области операцию выполняли только из дорсального доступа. В положении ребенка на животе выполняли разрез вдоль линии остистых отростков от уровня L_4 до S_2 позвонка. Скелетировали задние опорные элементы позвонков с обеих сторон на уровне доступа. Удаляли полудугу аномального позвонка кусачками

Люэра. Дуральный мешок смещали медиально. Дорсальный и вентральный корешки спинного мозга, расположенные во влагалище дурального мешка, отводили в каудальном направлении. Тело полупозвонка удаляли вместе с прилегающими к нему межпозвонковыми дисками. В тела вышеи нижележащих соседних интактных позвонков относительно аномального с обеих сторон относительно линии остистых отростков устанавливали транспедикулярные винты. Вместо удаленного тела полупозвонка устанавливали титановый сетчатый протез тела позвонка, заполненный фрагментами аутокости. Выполняли полную коррекцию врожденной деформации, осуществляя дистракцию по вогнутой стороне и контракцию по выпуклой стороне искривления. Завершали операцию созданием заднего локального спондилодеза вдоль спинального имплантата. Рану послойно ушивали наглухо.

Контрольное рентгенологическое исследование позвоночника осуществляли сразу после операции, через 6 мес. после нее, в последующем осмотры выполняли не реже одного раза в год. Спинальный имплантат удаляли после создания выраженного костного блока, в среднем через 1,5–2 года после его установки, и продолжали динамическое и рентгенологическое наблюдение за пациентами. Результаты хирургического лечения пациентов дошкольного и школьного возрастов прослежены на протяжении от 2 до 9 лет. Отдаленный период наблюдения пациентов школьного возраста после экстирпации полупозвонка составил от 2 до 5 лет (средний срок — 3 года 10 мес.).

Статистический анализ проводился в программе Statistica 10. Для оценки уровня значимости различий применяли критерий Фишера (результат считали статистически значимым при $p<0,05$).

Результаты

При клиническом исследовании у детей дошкольного возраста до операции в ортопедическом статусе отмечалась деформация позвоночника в поясничном отделе, сопровождающаяся перекосом таза, асимметрией углов лопаток, треугольников талии, наличием паравертебрального мышечного валика, формирующегося на стороне порока (100% наблюдений), асимметрия надплечий (95%), нарушение баланса туловища с отклонением общего центра массы в сторону локализации аномального позвонка (85%). Кроме этого отмечалась асимметрия ямок ромба Михаэлиса (60% наблюдений). У детей школьного возраста, помимо этих нарушений, определялась деформация нижних ребер грудной клетки, приводящая к формированию реберного горба на стороне аномального позвонка (25%).

При осмотре пациентов дошкольного и школьного возраста после операции и в процессе динамического наблюдения клинически отмечалось улучшение в ортопедическом статусе, выражавшееся в нивелировании асимметрии надплечий, углов лопаток, треугольников талии и ямок ромба Михаэлиса. Происходила нормализация баланса туловища за счет ликвидации перекоса таза, восстановления физиологических фронтального и сагиттального профилей позвоночника.

При проведении спондилографии у 3 больных дошкольного возраста с наличием боковых полупозвонков угол сколиоза до операции колебался от 31 до 42° (среднее: 35,6°). У 39 пациентов с заднебоковыми полупозвонками угол сколиоза до операции составлял от 28 до 46° (среднее: 34,4°), угол локального патологического кифоза — от 8 до 44° (среднее: 24,2°). У 3 больных школьного возраста с боковыми полупозвонками угол сколиоза до операции составил от 36 до 47° (среднее: 41,1°). У 23 пациентов с заднебоковыми полупозвонками угол сколиоза до операции составлял от 30 до 57° (среднее: 39,3°), угол локального патологического кифоза — от 8 до 35° (среднее: 29,2°).

У пациентов 1-й группы после экстирпации полупозвонка величина сколиоза составила от 0 до 21° (среднее: 3,3°), остаточного локального кифоза — от −33 до 9° (среднее: −12,5°). Через 9 лет после операции величина остаточного сколиотического компонента составляла от 0 до 22° (среднее: 5°), кифотического — от −31 до 10° (среднее: −12°). Величина коррекции основной сколиотической дуги после операции составила от 81 до 100%, через 9 лет после вмешательства — от 77 до 100%. Коррекция локального патологического кифоза соответствовала радикальной при положении смежных позвонков в сагиттальной плоскости в положении лордоза и составила 80–100% после операции и 75–100% через 9 лет после вмешательства (рис. 1, 2).

У пациентов 2-й группы при частичной резекции аномального позвонка в результате инструментальной коррекции деформации позвоночника величина сколиоза после операции составила от 3 до 27° (среднее: 13,6°), остаточного локального кифоза — от −30 до 12° (среднее: −6,4°). Через 9 лет после операции величина остаточного сколиотического компонента составляла от 7 до 41° (среднее: 18,3°), кифотического — от −26° до 8° (среднее: −5,1°). Величина коррекции основной сколиотической дуги после операции составила 52–92%, через 9 лет после вмешательства — от 16 до 86%. Коррекция локального патологического кифоза соответствовала 67–100% после операции и 61–100% через 9 лет после вмешательства (рис. 3).

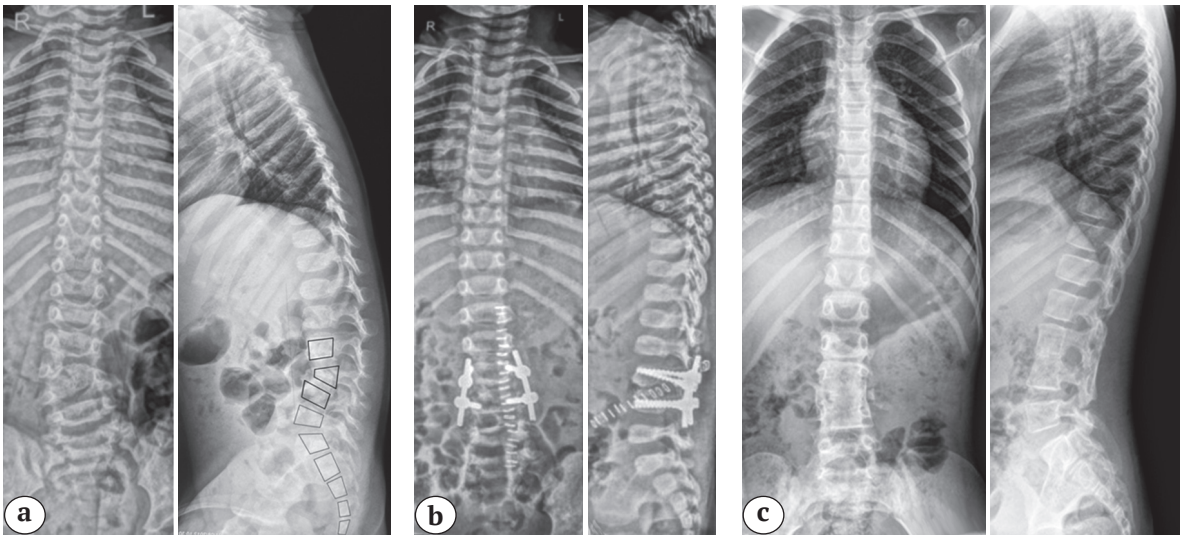

Рис. 1. Спондилограммы пациента в двух проекциях после экстирпации заднебокового правостороннего полупозвонка L_4: a — до операции, возраст 3 года 10 мес., угол сколиоза на уровне позвонков L_3-L_5 — 37°, локальный патологический кифоз на уровне позвонков L_3-L_5 — 43°; b — после операции, возраст 3 года 11 мес., установлена билатеральная транспедикулярная металлоконструкция на уровне позвонков L_3-L_5; c — через 9 лет после операции, возраст 13 лет 2 мес., транспедикулярная металлоконструкция удалена, ось позвоночника во фронтальной плоскости прямая, сформирован локальный циркулярный костный блок на уровне позвонков L_3-L_4

Fig. 1. Serial x-ray of a patient after surgical right-sided lumbar L_4 hemivertebra excision: a — AP and lateral x-ray before surgical treatment at the age of 3 y. 10 mon., scoliotic curve at the level of L_3-L_5 is 37°, local kyphotic deformity at the level of L_3-L_5 is 43°; b — surgical treatment was performed with bilateral transpedicular spinal implant placed at the level of L_3-L_5, both scoliotic and kyphotic curve correction was achieved; c — 9 years after surgical treatment, 13 y. 2 mon. of age, metal implant was removed, circumferential local bony fusion at the L_3-L_4 level is formed

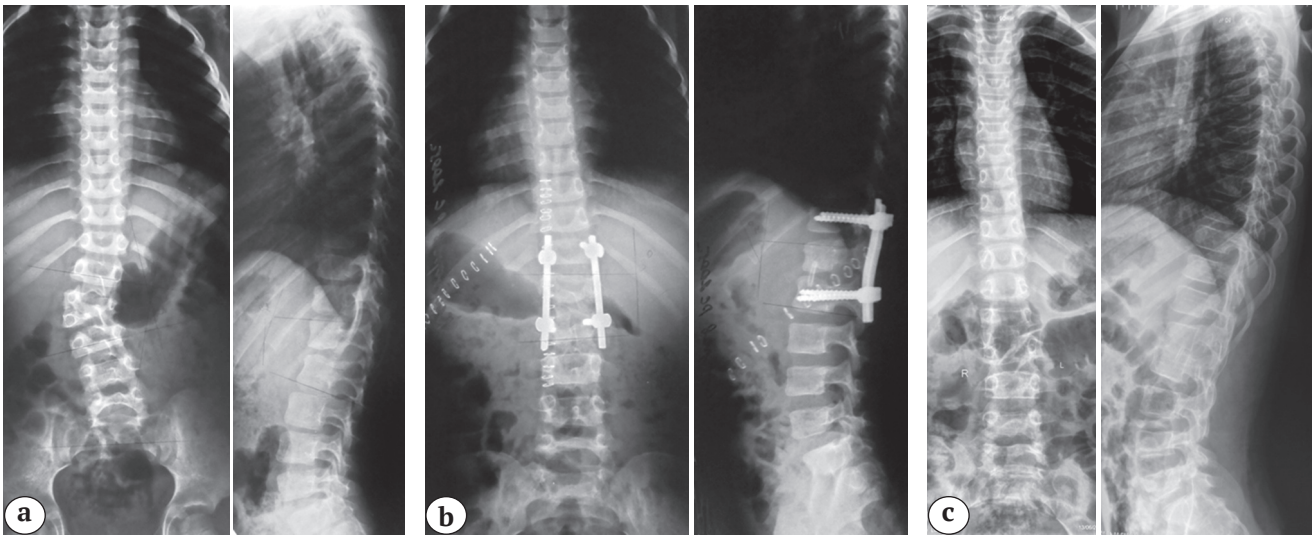

Рис. 2. Спондилограммы пациента К. в двух проекциях после экстирпации заднебокового правостороннего полупозвонка L_2: a — до операции, возраст 6 лет 10 мес., угол сколиоза на уровне позвонков L_1-L_3 — 45°, локальный патологический кифоз на уровне позвонков L_1-L_3 — 19°; b — после операции, возраст 7 лет, установлена билатеральная транспедикулярная металлоконструкция на уровне позвонков Th_{12}-L_3; c — через 5 лет после операции, возраст 12 лет, транспедикулярная металлоконструкция удалена, ось позвоночника во фронтальной плоскости прямая, сформирован локальный циркулярный костный блок на уровне позвонков L_1-L_3

Fig. 2. Serial AP and lateral x-ray of a patient after surgical right-sided lumbar L_2 hemivertebra excision: a — before surgical treatment at the age of 6 y. 10 mon., local scoliotic curve at the level of L_1-L_3 is 45°, local kyphotic curve at the level of L_1-L_3 is 19°; b — surgical treatment was performed at the age of 7 y. with bilateral transpedicular spinal implant placed at the level of Th_{12}-L_3; c — 5 years after surgical treatment, 12 y. of age, metal implant was removed, circumferential local bony fusion at the L_1-L_3 level is formed

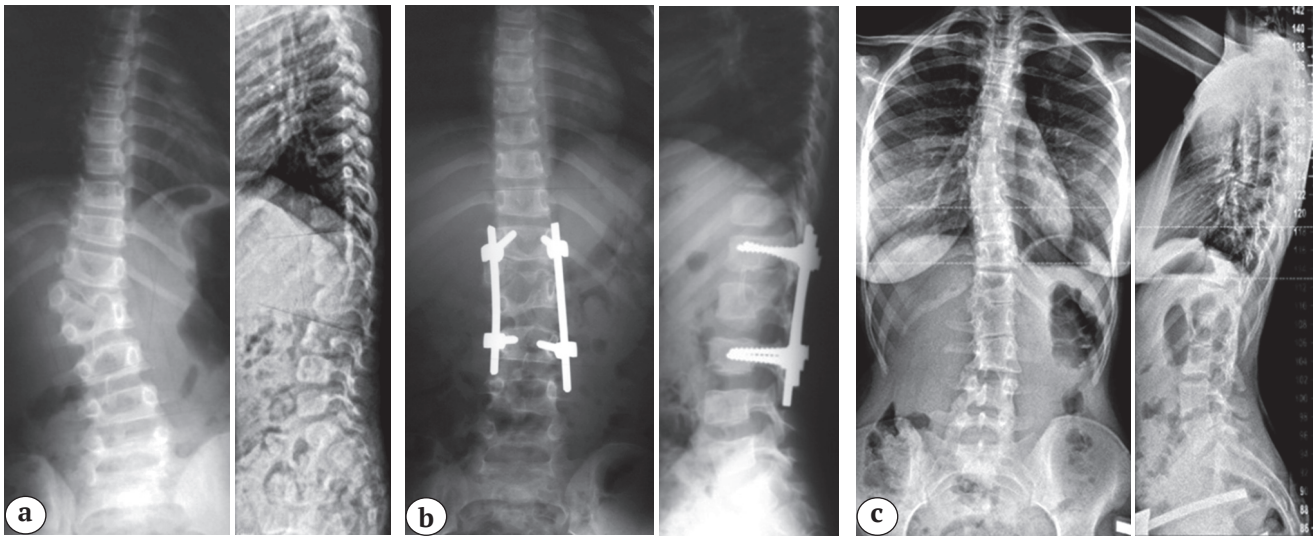

Рис. 3. Спондилограммы пациента Ш. в двух проекциях после частичной резекции заднебокового правостороннего полупозвонка L_1: a — до операции, возраст 7 лет 2 мес., угол сколиоза на уровне позвонков Th_{12}-L_2 — 47°, локальный патологический кифоз на уровне позвонков Th_{12}-L_2 — 24°; b — после операции, возраст 7 лет 3 мес., установлена билатеральная транспедикулярная металлоконструкция на уровне позвонков Th_{12}-L_3; c — через 8 лет после операции, возраст 16 лет 2 мес., транспедикулярная металлоконструкция удалена, сформирован локальный циркулярный костный блок на уровне позвонков Th_{12}-L_2

Fig. 3. Serial AP and lateral x-ray of a patient after surgical right-sided lumbar L_1 hemivertebra partial resection: a — before surgical treatment at the age of 7 y. 2 mon., local scoliotic curve at the level of Th_{12}-L_2 is 47°, local kyphotic curve at the level of Th_{12}-L_2 is 24°; b — surgical treatment was performed at the age of 7 y. 3 mon. with bilateral transpedicular spinal implant placed at the level of Th_{12} — L_3; c — 8 years after surgical treatment, 16 y. 2 mon. of age, metal implant was removed, frontal alignment is close to normal, circumferential local bony fusion at the Th_{12}-L_2 level is formed

При проведении сравнительного анализа статистически значимых различий между показателями выраженности сколиоза и локального патологического кифоза до операции у пациентов 1-й и 2-й групп нами не выявлено. Также не отмечено статистически значимых различий между исследуемыми группами в величине и коррекции локального патологического кифоза как непосредственно после операции, так и в отдаленном периоде наблюдения.

При статистическом анализе были выявлены значимые различия в величине угла сколиоза после операции и коррекции сколиотического компонента врожденной деформации позвоночника. Так, в 1-й группе угол сколиоза после операции в среднем составил 3,3° (коррекция — 94%), тогда как во 2-й группе — 13,6° (коррекция — 80%) (p<0,05).

При проведении сравнительного анализа выраженности сколиоза и коррекции сколиотического компонента врожденной деформации позвоночника в отдаленном периоде наблюдения нами также были отмечены статистически значимые отличия между исследуемыми группами. Угол сколиоза в отдаленном периоде у пациентов 1-й группы составил в среднем 5° (коррекция — 92%) и был значимо меньше (p<0,05) по сравнению с аналогичными параметрами у пациентов 2-й группы — в среднем 18,3° (коррекция — 62%) (табл. 3).

Осложнений в раннем и позднем послеоперационном периодах в виде переломов и дестабилизации металлоконструкции, инфицирования послеоперационной раны не отмечалось ни в одной из групп. Ни у одного из больных не наблюдалось неврологических нарушений на протяжении всего периода наблюдения.

Через 1,5–2 года после операции, когда в зоне хирургического вмешательства по данным компьютерно-томографического исследования позвоночника, формировался выраженный костный блок, у всех пациентов 1-й и 2-й групп металлоконструкции удаляли.

Таблица 3/Table 3

Результаты хирургического лечения пациентов на основании данных спондилографии

The results of surgical treatment of patients based on spondylography

Параметр	1-я группа (n = 52)		2-я группа (n = 16)	
	Угол деформации, град.	Коррекция деформации, %	Угол деформации, град.	Коррекция деформации, %
Сколиоз до операции	34,4 (28…46)	—	39,3 (30…57)	—
Локальный патологический кифоз до операции	24,2 (8…44)	—	29,2 (8…35)	—
Сколиоз после операции	3,3* (0…21)	94* (81–100)	13,6* (3…27)	80* (52–92)
Локальный патологический кифоз после операции	–12,5 (–33…9)	92 (80–100)	–6,4 (-30…12)	88 (67–100)
Сколиоз через 9 лет после операции	5* (0…22)	92* (77–100)	18,3* (7…41)	62* (16–86)
Локальный патологический кифоз через 9 лет после операции	–12 (–31…10)	90 (75–100)	–5,1 (–26…8)	85 (61–100)

* — p<0,05.

Обсуждение

В настоящее время хирургическое лечение врожденного сколиоза, обусловленного нарушением формирования позвонка, включает в себя три основных компонента: удаление костных структур аномального позвонка, коррекция и стабилизация деформации позвоночника металлоконструкцией и проведение спондилодеза [1–9].

В ходе проведенного анализа результатов хирургического лечения установлено, что у пациентов как дошкольного, так и школьного возраста после эсктирпации полупозвонка из комбинированного доступа удавалось практически полностью исправить врожденное искривление позвоночника как во фронтальной, так и сагиттальной плоскостях. Восстановление физиологического профиля в позвоночно-двигательном сегменте создавало условия для нормального роста и развития позвоночного столба в процессе роста у детей раннего возраста. Это положение подтверждалось сохранением стабильности достигнутого результата в отдаленном послеоперационном периоде. У всех больных (100%) после операции и в отдаленном периоде наблюдения после удаления металлоконструкции отмечалось отсутствие прогрессирования как сколиотического, так и кифотического компонентов деформации в процессе дальнейшего роста ребенка. Мы связываем этот факт с полностью исправленной врожденной деформацией в поясничном отделе и восстановленными, близкими к физиологическим, фронтальным и сагиттальным профилями позвоночника. С нашей точки зрения, радикальная коррекция врожденной деформации в ходе хирургического вмешательства с фиксацией минимального количества позвоночно-двигательных сегментов у детей раннего возраста создавала благоприятные условия для физиологического развития позвоночного столба в целом в процессе роста ребенка. Это положение является кардинальным и основополагающим в лечении детей с врожденным искривлением позвоночника и отличается от мнений других специалистов, осуществляющих весь объем хирургического вмешательства только из дорсального доступа [13–17].

Необходимо отметить, что у пациентов с полностью удаленным полупозвонком хороший результат коррекции был достигнут как при использовании унилатеральной, так и билатеральной металлоконструкции. Унилатеральная металлоконструкция позволяла уменьшить длительность и травматичность операции у пациентов до 3-летнего возраста, а билатеральный спинальный имплантат у больных старшей возрастной группы, установленный с опорой на соседние с аномальным позвонки, позволял минимизировать протяженность металлофиксации. В пояснично-крестцовой области стабильный результат коррекции обеспечивала моносегментарная билатеральная транспедикулярная металлоконструкция в сочетании с формированием пояснично-крестцового корпородеза протезом тела (mesh) с костной плас-

тикой. Титановый протез, установленный вместо удаленного тела аномального позвонка, обеспечивал прочность, стабильность на уровне передней и средней колонн позвоночника и создавал условия для восстановления физиологического фронтального и сагиттального профиля позвоночника на этом уровне.

Удаление тела аномального позвонка у пациентов старшей возрастной группы является сложным и тяжелым хирургическим вмешательством и создает больший риск развития неврологических нарушений [16–18]. Учитывая этот факт, некоторые авторы предлагают выполнять частичную резекцию тела аномального позвонка с выше- и нижележащими межпозвонковыми дисками в сочетании со стабилизацией врожденного искривления [13]. Существуют также исследования, в которых показана эффективность селективной частичной гемивертебротомии из заднего доступа при коррекции врожденного кифосколиоза на фоне полупозвонка у детей старшего возраста (9–14 лет). G. Chu с соавторами считают, что такая методика может сбалансировать рост позвоночника с двух сторон и обеспечить достижение удовлетворительного терапевтического эффекта посредством устранения избыточного центра роста [19].

Однако, с нашей точки зрения, отсутствие полноценной коррекции искривления способствует формированию условий для прогрессирования деформации в процессе дальнейшего роста ребенка. Проведенное исследование показало, что у пациентов после частичной резекции полупозвонка в сочетании с дискэктомией удалось добиться меньшей величины коррекции, чем у пациентов, которым удаляли тело аномального позвонка. Необходимо отметить, что у пациентов этой группы с целью коррекции и стабилизации врожденной деформации позвоночника были установлены билатеральные и протяженные металлоконструкции, которые захватывали в среднем три позвонка. У больных этой группы в процессе дальнейшего роста и развития ребенка в 25% наблюдений отмечалось прогрессирование сколиотической деформации позвоночника в процессе дальнейшего роста ребенка, через 2–3 года после удаления металлоконструкции. Этот факт мы связываем с невозможностью радикальной коррекции врожденной деформации у пациентов с частичной резекцией аномального позвонка, наличием остаточной сколиотической деформации позвоночника от 14 до 25°, которая в дальнейшем способствовала прогрессированию сколиотического компонента искривления. Прогрессирования остаточного кифотического компонента деформации не выявлено ни у одного пациента, в некоторых наблюдениях имела место тенденция к самокоррекции исправленной деформации в сагиттальной плоскости независимо от варианта оперативного вмешательства.

Заключение

Таким образом, с учетом результатов коррекции врожденной деформации поясничного отдела позвоночника на фоне изолированного нарушения формирования позвонка мы рекомендуем удаление аномального позвонка с выше- и нижележащими дисками, сопровождающееся радикальной коррекцией искривления металлоконструкцией в сочетании с костной пластикой, вне зависимости от возраста пациента.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: работа выполнена в рамках программы Союзного государства «Разработка новых спинальных систем с использованием технологий прототипирования в хирургическом лечении детей с тяжелыми врожденными деформациями и повреждениями позвоночника».

Литература / References

1. Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Картавенко К.А., Ефремов А.М. Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией поясничного и пояснично-крестцового отделов позвоночника. *Хирургия позвоночника.* 2012;(3):33-37. DOI: 10.14531/ss2012.3.33-37.
   Vissarionov S.V., Kokushin D.N., Kartavenko K.A., Efremov A.M. [Surgical treatment of children with congenital deformity of the lumbar and lumbosacral spine]. *Hirurgia pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery]. 2012;(3):33-37.
   DOI: 10.14531/ss2012.3.33-37.
2. Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Белянчиков С.М., Мурашко В.В., Картавенко К.А. Оперативное лечение врожденной деформации грудопоясничного отдела позвоночника у детей. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2013;1(1):10-15. DOI: 10.17816/PTORS1110-15.
   Vissarionov S.V., Kokushin D.N., Belyanchikov S.M., Murashko V.V., Kartavenko K.A. [Surgical treatment of congenital deformation of thoracolumbar spine in children]. *Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitelnaya hirurgiya detskogo vozrasta* [Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery]. 2013;1(1): 10-15. DOI: 10.17816/PTORS1110-15.
3. Виссарионов С.В., Картавенко К.А., Кокушин Д.Н., Ефремов А.М. Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией грудного отдела позвоночника на фоне нарушения формирования позвонков. *Хирургия позвоночника.* 2013;(2):32-37.
   DOI: 10.14531/ss2013.2.32-37.
   Vissarionov S.V., Kartavenko K.A., Kokushin D.N., Efremov A.M. [Surgical treatment of children with congenital thoracic spine deformity associated with vertebral malformation]. *Hirurgia pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery]. 2013;(2):32-37.
   DOI: 10.14531/ss2013.2.32-37.
4. Михайловский М.В., Фомичев Н.Г. Хирургия деформаций позвоночника. Новосибирск, 2002. 430 с.

Mihailovskii M.V., Fomichev N.G. Khirurgiya deformatsii pozvonochnika [Surgery of spinal deformities]. Novosibirsk, 2002. 430 p.
5. Benli I., Aydin E., Alanay A., Üzümcügil O., Büyükgüllü O., Kiş M. Results of complete hemivertebra excision followed by circumferential fusion and anterior or posterior instrumentation in patients with type-IA formation defect. *Eur Spine J.* 2006;15(8):1219-1229. DOI: 10.1007/s00586-005-0039-y.
6. Bollini G., Docquier P.L., Viehweger E., Launay F., Jouve J.L. Lumbar hemivertebra resection by combined approach. *Spine.* 2006;31(11):1232-1239. DOI: 10.1097/01.brs.0000217616.17692.a0
7. Chang D.G., Kim J.H., Ha K.Y., Lee J.S., Jang J.S., Suk S.I. Posterior hemivertebra resection and short segment fusion with pedicle screw fixation for congenital scoliosis in children under age 10 years: greater than 7-year follow-up. *Spine.* 2015;40(8):484-491. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000809.
8. Chen Y.T., Wang S.T., Liu C.L., Chen T.H. Treatment of congenital scoliosis with single-level hemivertebrae. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2009;129(4):431-438. DOI: 10.1007/s00402-008-0596-8.
9. Dubousset J., Zeller R., Miladi L., Wicart P., Mascard E. Orthopedic treatment of spinal deformities in infancy and early childhood. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2006;92(1):73-82.
10. Ferreyra A.C., Ocampo G.A. Congenital kyphoscoliosis due to hemivertebra treatment options and results. *Rec Adv Scoliosis.* 2012;19:331-344. DOI: 10.5772/38784.
11. Imrie M.N. A "simple" option in the surgical treatment of congenital scoliosis. *Spine J.* 2011;11(2):119-121. DOI: 10.1016/j.spinee.2010.12.007.
12. Zou Chuanqi, Qiu Hao, Zhang Zhengfeng, Zhou Yue, Chu Tongwei. Evaluation of outcomes of posterior hemivertebra resection in the treatment of congenital kyphoscoliosis with hemivertebra. *J Pract Orthop.* 2014;20(11):965-968. (in Chinese). DOI: 108-5572(2014)11-0965-05.
13. Li X.F., Liu Z.D., Hu G.Y., Chen B., Zhong G.B., Zang W.P., Wang H.T. Posterior unilateral pedicle subtraction osteotomy of hemivertebra for correction of the adolescent congenital spinal deformity. *Spine J.* 2011;11(2):111-118. DOI: 10.1016/j.spinee.2010.08.028.
14. Peng X., Chen L., Zou X. Hemivertebra resection and scoliosis correction by a unilateral posterior approach using single rod and pedicle screw instrumentation in children under 5 years of age. *J Pediatr Orthop B.* 2011;20(6):397-403. DOI: 10.1097/BPB.0b013e3283492060.
15. Liu Zudeng, Li Xinfeng, Hu Guangyu, Cheng Bin, Zhong Guibin, Zang Weiping, Lao Lifeng, Wang hantao. Posterior transpedicular hemivertebra wedge osteotomy for correction of congenital spinal deformity. *Chinese J Bone Joint Surg.* 2011;04(4). (in Chinese). DOI: 10.3969/j.issn.1674-1439.2011.04.003.
16. Рябых С.О., Губин А.В., Савин Д.М., Филатов Е.Ю. Результаты резекции полупозвонков грудного и поясничного отделов дорсальным педикулярным доступом у детей. *Гений ортопедии.* 2015;(4):42-47. DOI: 10.18019/1028-4427-2015-4-42-47.
Ryabykh S.O., Gubin A.V., Savin D.M., Filatov E.Yu. [The results of thoracic and lumbar hemivertebrae resection by a dorsal pedicular approach in children]. *Genij Ortopedii* [Orthopaedic Genius]. 2015;(4):42-47. DOI: 10.18019/1028-4427-2015-4-42-47.
17. Рябых С.О., Филатов Е.Ю., Савин Д.М. Результаты экстирпации полупозвонков комбинированным, дорсальным и педикулярным доступами: систематический обзор. *Хирургия позвоночника.* 2017;(1):14-23. DOI: 10.14531/ss2017.1.14-23.
Ryabykh S.O., Filatov E.Yu., Savin D.M. [Results of hemivertebra excision through combined, posterior and transpedicular approaches: systematic review]. *Hirurgia pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery]. 2017;(1):14-23. DOI: 10.14531/ss2017.1.14-23.
18. Mladenov K., Kunkel P., Stuecker R. Hemivertebra resection in children, results after single posterior approach and after combined anterior and posterior approach: a comparative study. *Eur Spine J.* 2012;21(3):506-513. DOI: 10.1007/s00586-011-2010-4.
19. Chu G., Huang J., Zeng K., Guo Q., Zhang H. A modified surgical procedure for congenital kyphoscoliosis: selective partial hemivertebrectomy via posterior-only approach. *Childs Nerv Syst.* 2015;31(6):923-929. DOI: 10.1007/s00381-015-2630-9.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Виссарионов Сергей Валентинович — д-р мед. наук, профессор, заместитель директора по научной и учебной работе, руководитель отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России; профессор кафедры детской травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Картавенко Кирилл Александрович — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

Кокушин Дмитрий Николаевич — канд. мед. наук, научный сотрудник отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Sergei V. Vissarionov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Science, Head of the Department of Spinal Pathology and Neurosurgery, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics; Professor of Traumatology and Orthopaedics Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Kirill A. Kartavenko — Cand. Sci. (Med.), Attending Surgeon, Department of Spinal Pathology and Neurosurgery, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Dmitry N. Kokushin — Cand. Sci. (Med.), Research Associate, Department of Spinal Pathology and Neurosurgery, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Баиндурашвили Алексей Георгиевич — д-р мед. наук, профессор, академик РАН, директор ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России; заведующий кафедрой детской травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Белянчиков Сергей Михайлович — канд. мед. наук, заведующий отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

Хусаинов Никита Олегович — научный сотрудник отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

Овечкина Алла Владимировна — канд. мед. наук, доцент, ученый секретарь ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

Alexey G. Baindurashvili — Dr. Sci. (Med.), Professor, Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics; Head of Traumatology and Orthopaedics Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Sergey M. Belyanchikov — Cand. Sci. (Med.), Chief of the Department of Spinal Pathology and Neurosurgery, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Nikita O. Khusainov — Research Associate of the Department Spinal Pathology and Neurosurgery, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Alla V. Ovechkina — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Academic Secretary, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation