



БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ САГИТТАЛЬНОГО БАЛАНСА ПОЗВОНОЧНИКА У ПАЦИЕНТОВ С АХОНДРОПАЗИЕЙ ПРИ УДЛИНЕНИИ КОНЕЧНОСТЕЙ МЕТОДОМ ИЛИЗАРОВА

О.Г. Прудникова, А.М. Аранович, Ю.А. Муштаева, А.В. Губин

Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова», Курган, Россия

Цель исследования. Анализ особенностей сагиттального баланса позвоночника у пациентов с ахондроплазией на этапах удлинения нижних конечностей методом Илизарова.

Материал и методы. Проведено кросс-секционное клиничко-рентгенологическое исследование 29 пациентов с ахондроплазией до и на этапах удлинения нижних конечностей методом Илизарова. Рентгенологически оценивали параметры сагиттального баланса позвоночника и таза. Клиническую оценку проводили на основании осмотра, неврологического статуса и шкалы боли.

Результаты. Клиническими проявлениями сагиттального дисбаланса были гипокифоз грудного отдела позвоночника в 44,8 % случаев и увеличение поясничного лордоза — в 55,2 %. У пациентов не диагностировано неврологических нарушений. Болевой синдром от 2 до 4 баллов отмечали в 17,2 % случаев. После этапного удлинения нижних конечностей на $19,8 \pm 3,3$ см выявлено, что значения грудного кифоза, поясничного лордоза и угла наклона крестца улучшились и приближаются к данным здоровых сверстников. Показатели вертикальной сагиттальной оси коррелировали с величинами грудного кифоза. Грудной кифоз показал корреляцию с поясничным лордозом. Тазовые показатели имели умеренный коэффициент корреляции с поясничным лордозом.

Заключение. Биомеханически обоснованный чрескостный компрессионно-дистракционный остеосинтез по Илизарову при удлинении нижних конечностей у пациентов с ахондроплазией улучшает показатели сагиттального баланса позвоночника.

Ключевые слова: ахондроплазия, удлинение нижних конечностей, чрескостный компрессионно-дистракционный остеосинтез по Илизарову, сагиттальный баланс позвоночника.

Для цитирования: Прудникова О.Г., Аранович А.М., Муштаева Ю.А., Губин А.В. Биомеханические аспекты сагиттального баланса позвоночника у пациентов с ахондроплазией при удлинении конечностей методом Илизарова // Хирургия позвоночника. 2018. Т. 15. № 4. С. 7–14.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.4.7-14>.

BIOMECHANICAL ASPECTS OF SPINAL SAGITTAL BALANCE IN ACHONDROPLASIA PATIENTS DURING ILIZAROV LIMB LENGTHENING

O.G. Prudnikova, A.M. Aranovich, Yu.A. Mushtaeva, A.V. Gubin

Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia

Objective. To review specific features of spinal sagittal balance in achondroplasia patients at stages of lower limb lengthening using the Ilizarov method.

Material and Methods. Cross-sectional clinical and radiological study was performed in 29 achondroplasia patients prior to lower limb lengthening and at lengthening stages using the Ilizarov method. Parameters of sagittal balance of the spine and pelvis were evaluated radiologically. Clinical evaluation included examination, and assessment of neurological status and pain level.

Results. Clinical manifestations of sagittal imbalance included hypokyphosis of the thoracic spine in 44.8 % of cases and increased lumbar lordosis in 55.2 %. No neurological disorders were diagnosed in patients. Pain scores 2 to 4 were observed in 17.2 % of cases. After staged lower limb lengthening by 19.8 ± 3.3 cm, it was revealed that the values of the thoracic kyphosis, lumbar lordosis and the angle of the sacrum tilt improved and approached those of healthy peers. Vertical sagittal alignment measurements correlated with those of thoracic kyphosis. Thoracic kyphosis showed a correlation with lumbar lordosis. Pelvic indices had a moderate correlation with lumbar lordosis.

Conclusion. Biomechanically substantiated transosseous compression-distraction osteosynthesis by Ilizarov technique used for lower limb lengthening in achondroplasia patients improves spinal sagittal balance parameters.

Key Words: achondroplasia, lower limb lengthening, transosseous compression-distraction osteosynthesis by Ilizarov technique, spinal sagittal balance.

Please cite this paper as: Prudnikova OG, Aranovich AM, Mushtaeva YuA, Gubin AV. Biomechanical aspects of spinal sagittal balance in achondroplasia patients during Ilizarov limb lengthening. *Hir. Pozvonoc.* 2018;15(4):7–14. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.4.7-14>.

Ахондроплазия – распространенная форма скелетной дисплазии с частотой 1 случай на 15 000 человек [1, 2]. Это генетическое аутосомно-доминантное заболевание характеризуется диспропорцией туловища и конечностей и аномалиями позвоночника [3–5].

Часто изменения позвоночника при ахондроплазии характеризуются стенозом позвоночного канала и сагиттальным дисбалансом [3, 5–8], а также нарушениями синостозирования, наличием клиновидных позвонков, недоразвитием крестца, изменением размеров ножек корней дуг [9–11].

В последнее время активно ведутся исследования сагиттального баланса позвоночника, его взаимоотношений с тазом как у здоровых людей, так и при различных патологических состояниях, в первую очередь, для понимания физиологических и патофизиологических аспектов болезней [5, 12, 13]. Публикации о сагиттальном балансе у больных с ахондроплазией единичны [1, 5].

Укорочение конечностей при ахондроплазии является не просто косметической проблемой, а грубым функциональным нарушением, значительно ограничивающим жизнедеятельность пациентов. Чрескостный компрессионно-дистракционный остеосинтез по Илизарову позволяет удлинять нижние конечности на 28–30 см. Возникает вопрос: как это отражается на состоянии позвоночника?

Цель исследования – анализ особенностей сагиттального баланса позвоночника у пациентов с ахондроплазией на этапах удлинения нижних конечностей методом Илизарова.

Дизайн: кросс-секционное исследование.

В связи с этапностью лечения период удлинения нижних конечностей составляет в среднем 4–6 лет. В настоящее время мы не располагаем исследуемым рентгенологическим архивом пациентов на всех этапах лечения. Ретроспективный анализ займет очень протяженный временной период. Так-

же не представляется возможным найти группу сравнения, поскольку нет другого метода остеосинтеза, позволяющего добиться удлинения конечностей на представляемую величину.

Критерии включения в исследование: пациенты с ахондроплазией на этапах удлинения конечностей аппаратом Илизарова.

Критерии исключения: пациенты с другими системными заболеваниями при удлинении конечностей аппаратом Илизарова.

Условия проведения: исследование выполнено на базе травматолого-ортопедического отделения № 17 РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова (Курган).

Длительность исследования: октябрь 2016 г. – ноябрь 2017 г.

Исследование проводили в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации 1964 г. Пациенты или их родители давали информированное добровольное согласие на проведение диагностических исследований и медицинского вмешательства и использование полученных данных в научных целях.

Материал и методы

Проведено клинико-рентгенологическое исследование 29 пациентов с ахондроплазией, из них 2 пациента осмотрены дважды на разных этапах лечения. Обследование 10 больных выполнено до начала лечения, 12 – на этапах удлинения нижних конечностей, 9 – после завершения удлинения нижних конечностей.

Методика удлинения нижних конечностей. Удлинение проводили поэтапно моно- или билочальным дистракционным остеосинтезом, последовательно или перекрестно. Удлинение за один этап было следующим: голени 7–8 см, бедра 8–9 см. При перекрестном удлинении сегментов голень удлиняли повторно.

Рентгенологическое исследование. Рентгенологические параметры оценки включали в себя угол сколиоза (по Cobb), угол грудного кифоза

(ТК на уровне Th₄–Th₁₂ позвонков), угол грудопоясничного кифоза (TLK на уровне Th₁₀–L₂ позвонков), угол поясничного лордоза (LL1, на уровне L₁–S₁ позвонков и LL2 на уровне L₂–S₁), SVA (глобальный сагиттальный баланс), индекс таза (PI), угол наклона таза (PT) и пояснично-крестцовый угол (SS). Рентгенометрические измерения выполняли в программе «Surgimap v2.2.12.1».

Клиническое исследование. Клиническую оценку проводили на основании осмотра, неврологического статуса и шкалы боли (числовая рейтинговая шкала боли Вонга – Бэкера).

Для обработки данных применяли пакет статистических программ «Microsoft Office Excel» (2016). Использовали вычисление средней арифметической (M) и отклонение среднего ($\pm m$), коэффициент корреляции r-Пирсона с оценкой по шкале Чеддока, для оценки достоверности различия средних использовали t-критерий Стьюдента с определением показателя статистической достоверности.

Результаты

При общем осмотре туловища у всех пациентов отмечали сглаженность грудного кифоза. Усиление лордоза поясничного отдела позвоночника выявили у 16 (55,2 %) пациентов, кифоз на уровне грудопоясничного перехода – у 8 (27,5 %; табл. 1).

В 16 (55,2 %) случаях диагностировали деформацию грудной клетки в виде одно- или двустороннего западения передних отрезков ребер, в 4 (13,8 %) – сколиотическую деформацию позвоночника.

Анализ рентгенограмм показал у 8 (27,5 %) пациентов клиновидную деформацию тел позвонков на уровне грудопоясничного перехода (Th₁₂–L₁–L₂) с формированием локального кифоза, у одного – гипоплазию крестца (рис. 1).

Неврологический статус без грубых нарушений. Выраженность болевого синдрома у пяти пациентов колебалась от 2 до 4 баллов.

Рентгенологические параметры пациентов в зависимости от этапов лечения представлены в табл. 2.

На рис. 2 представлен рентгенологический, а на рис. 3 – клинический результат на этапах лечения.

С учетом небольшого количества пациентов коэффициент корреляции

Пирсона для показателей сагиттального баланса рассчитывали на этапах и при завершении удлинения. Вертикальная сагиттальная ось SVA имела

Таблица 1

Общая характеристика пациентов с ахондроплазией

Параметры	Показатели
Возраст, лет	12,6 ± 4,8 (от 5 до 35)
Мужчины : женщины, n	12 : 17
Рост до начала удлинения, см	107,0 ± 11,8
Рост на момент осмотра (n = 21), см	127,9 ± 13,7
Величина удлинения нижних конечностей на момент осмотра (n = 21), см	15,9 ± 5,1
Увеличение поясничного лордоза (клинически), n (%)	16 (55,2)
Уменьшение грудного кифоза (клинически), n (%)	13 (44,8)
Кифоз на уровне грудопоясничного перехода (клинически), n (%)	8 (27,5)
Деформация грудной клетки, n (%)	4 (13,8)
Болевой синдром в анамнезе, n (%)	5 (17,2)

Таблица 2

Рентгенологические параметры сагиттального баланса у пациентов с ахондроплазией на этапах лечения

Параметры	До лечения (n = 10)	На этапах удлинения (n = 12)	После завершения удлинения (n = 9)
Удлинение нижних конечностей, см	—	13,0 ± 4,7 (от 5 до 25)	19,8 ± 3,3 (от 12 до 25)
Сколиоз по Cobb, град.	1,4 ± 2,3 (от 0 до 14,2)	3,2 ± 3,4 (от 0 до 10)	1,9 ± 1,7 (от 0 до 6) p = 0,07
Глобальный сагиттальный баланс, мм	-0,26 ± 21,6 (от -61,6 до 38,5)	35,9 ± 24,4 (от 0 до 116,5)	35,1 ± 29,8 (от -0,5 до 98,1) p = 0,04
Грудной кифоз Th ₄ –Th ₁₂ , град.	16,6 ± 3,2 (от 4,6 до 21,7)	12,8 ± 4,0 (от 3,4 до 26,0)	22,2 ± 7,7 (от 6,2 до 48,4) p = 0,09
Грудопоясничный кифоз Th ₁₀ –L ₂ , град.	10,6 ± 4,8 (от 0,8 до 24,1)	9,7 ± 5,1 (от 0,5 до 31,8)	11,7 ± 6,2 (от 0,8 до 27,1) p = 0,07
Поясничный лордоз L ₁ –S ₁ , град.	58,9 ± 9,3 (от 38,9 до 72,3)	51,1 ± 8,8 (от 24,0 до 64,4)	50,4 ± 8,9 (от 31,8 до 66,3) p = 0,10
Поясничный лордоз L ₂ –S ₁ , град.	60,2 ± 8,0 (от 39,1 до 71,5)	50,1 ± 5,7 (от 32,7 до 64,4)	52,2 ± 7,1 (от 39,2 до 69,3), p = 0,10
Индекс таза, град.	50,9 ± 6,8 (от 36,2 до 63,9)	50,9 ± 5,6 (от 26,0 до 65,6)	53,2 ± 3,6 (от 44,0 до 58,3) p = 0,04
Наклон таза, град.	10,9 ± 5,1 (от 1,6 до 21,4)	8,7 ± 4,3 (от -2,0 до 18,0)	11,0 ± 4,3 (от 1,5 до 20,3) p = 0,09
Пояснично-крестцовый угол, град.	42,1 ± 5,8 (от 28,9 до 53,6)	44,8 ± 8,2 (от 25,6 до 62,9)	41,2 ± 6,0 (от 29,0 до 56,8) p = 0,08

Достоверность отличия групп до лечения и после завершения удлинения по критерию различия t (Стьюдента).



Рис. 1

Спондилограмма пациентки Б, 9 лет, в боковой проекции на втором этапе удлинения нижних конечностей (суммарная величина удлинения 14 см): клиновидная деформация тел L₁, L₂ позвонков, грудопоясничный кифоз 5,7°

умеренную корреляцию ($r = 0,5$) с ТК. Показатель ТК умеренно коррелировал с LL1 ($r = 0,4$). Тазовые коэффициенты PI, PT, SS показали умеренную

корреляционную силу с величинами LL1 ($r = 0,6$).

Величина удлинения нижних конечностей имела умеренную кор-

реляционную силу с LL1 ($r = 0,4$), PI ($r = 0,4$) и PT ($r = 0,4$).

Обсуждение

Ахондроплазия – системное поражение скелета, которое характеризуется нарушением энхондрального остеогенеза, карликовостью, укорочением конечностей при обычной длине туловища, деформациями конечностей и позвоночника, макроцефалией.

Кифоз грудного отдела является распространенной (до 94 % случаев) формой деформации позвоночника при ахондроплазии у детей до 1 года. С ростом и началом ходьбы кифоз уменьшается в течение первых 10 лет, но затем постепенно прогрессирует и диагностируется примерно у 11 % пациентов [14–16]. У 76 % детей, страдающих ахондроплазией, обнаруживается кифотическая деформация позвоночника, у 17 % – сколиоз I ст. С 7 лет у 15 % детей формируются клиновидные позвонки, степень деформации которых составляет от 10 до 18° [17]. В нашем исследовании кифотическая деформация позвоночника на фоне клиновидной деформации тел Th₁₂, L₁, L₂ позвонков диагностирована в 8 (27,5 %) случаях с локальным угловым кифозом на уровне Th₁₀–L₂, равным $13,1^\circ \pm 7,2^\circ$. Сколиотическая деформация до лечения составляла в среднем $1,4^\circ \pm 2,3^\circ$ с увеличением практически в два раза во время удлинения нижних конечностей ($3,2^\circ \pm 3,4^\circ$), что связано с этапностью остеосинтеза (последовательное или перекрестное удлинение сегментов нижних конечностей). По окончании остеосинтеза величина искривления практически не отличалась от исходной ($1,9^\circ \pm 1,7^\circ$) и свидетельствовала о симметричном удлинении конечностей. Клиническими проявлениями сагиттального дисбаланса у исследуемых больных были гипокифоз грудного отдела позвоночника (44,8 % случаев) и увеличение поясничного лордоза (55,2 %). У пациентов не диагностировали неврологических нарушений.

После этапного удлинения нижних конечностей у представленных



Рис. 2

Спондилограммы пациентки И., 9 лет, на втором этапе удлинения нижних конечностей: **а** – после остеотомии и остеосинтеза аппаратом Илизарова; **б** – после завершения этапного удлинения и демонтажа аппарата Илизарова (суммарная величина удлинения 15 см)



Рис. 3

Внешний вид пациента И., 10 лет: **а** – до лечения; **б** – после этапного удлинения и демонтажа аппарата Илизарова (суммарная величина удлинения 12 см)

Таблица 3

Сравнительный анализ показателей сагиттального баланса исследуемых пациентов с литературными данными

Параметры оценки	Представляемое исследование, ахондроплазия, до лечения (n = 10)	Представляемое исследование, ахондроплазия, удлинение нижних конечностей (n = 21)	Hong et al. [5], ахондроплазия (n = 32)	Hong et al [5], здоровые (n = 24)	Mac-Thiong et al. [18], Marty et al. [19], здоровые (n = 145)
Возраст, лет	9,5 ± 3,5	14,1 ± 4,8	17–36	17–32	13,1 ± 2,1
Глобальный сагиттальный баланс, мм	-0,26 ± 21,60	35,10 ± 29,80	22,20 ± 10,60	10,30 ± 8,76	—
Грудной кифоз Th ₄ –Th ₁₂ , град.	16,60 ± 3,20	22,20 ± 7,70	19,52 ± 10,30	33,40 ± 10,92	44,20 ± 10,30
Груднопоясничный кифоз Th ₁₀ –L ₂ , град.	10,60 ± 4,80	11,70 ± 6,20	10,30 ± 12,42	0,39 ± 5,47	—
Поясничный лордоз L ₁ –S ₁ , град.	58,90 ± 9,30	50,40 ± 8,90	56,12 ± 11,44	38,37 ± 19,67	49,20 ± 12,40
Поясничный лордоз L ₂ –S ₁ , град.	60,20 ± 8,00	52,20 ± 7,10	46,37 ± 14,03	50,96 ± 8,29	—
Индекс таза, град.	50,90 ± 6,80	53,20 ± 3,60	43,10 ± 17,47	52,47 ± 13,06	49,30 ± 11,20
Наклон таза, град.	10,90 ± 5,10	11,00 ± 4,30	0,42 ± 12,73	13,28 ± 8,59	7,90 ± 7,70
Пояснично-крестцовый угол, град.	42,10 ± 5,80	41,20 ± 6,00	44,03 ± 9,46	39,51 ± 7,6	41,40 ± 8,50

пациентов отмечено изменение SVA, увеличение TK и PI, уменьшение LL1, LL2. Остальные показатели сагиттального баланса отличались на этапах удлинения нижних конечностей, а после его завершения существенно не отличались.

В связи с небольшим архивом собственных измерений сагиттального баланса у пациентов с ахондроплазией до лечения (10 человек) дополнительно провели сравнительный анализ с данными литературных источников. Публикации по этой теме единичны. Сагиттальный баланс позвоночника у больных с ахондроплазией в возрасте 17–36 лет в сравнении со здоровыми пациентами изучали Hong et al. [5]. Karikari et al. [1] исследовали параметры сагиттального баланса детей с ахондроплазией, но в возрасте 2,6 года. В качестве сравнения взяли данные здоровых людей Mac-Thiong et al. и Marty et al. [18, 19] 13,1 ± 2,1 лет (табл. 3).

У пациентов с ахондроплазией после удлинения нижних конечностей с возрастом значения TK, LL1 и SS приближаются к данным здоровых сверстников. При этом показатели сагиттального баланса до лечения сопоставимы

с результатами Hong et al. [5] для больных с ахондроплазией.

По данным В.И. Шевцова и др. [20], удлинение нижних конечностей сопровождалось увеличением пояснично-крестцового угла до близких к нормальным величинам во всех возрастных группах. Наше исследование подтвердило это положение.

Для понимания механизмов изменения параметров сагиттального баланса при удлинении нижних конечностей рассмотрим биомеханические модели пациентов с ахондроплазией до и после лечения. Сагиттальный баланс туловища человека обеспечивается взаиморасположением таза, позвоночника и нижних конечностей [21]. При этом позиция таза определяется состоянием и подвижностью головок бедренных костей для поддержания вертикального положения тела [22, 23]. Головки бедренных костей образуют точку, через которую осевая нагрузка передается с вышележащих отделов позвоночника на нижние конечности [22, 24]. Таким образом, именно состояние тазобедренных суставов определяет положение таза, позвоночника и всего туловища.

Анатомическими особенностями больных с ахондроплазией являются укорочение конечностей, О-образное искривление нижних конечностей с боковой нестабильностью коленных суставов и сгибательные контрактуры тазобедренных суставов [25]. При ограничении подвижности в тазобедренных суставах запускаются компенсаторные механизмы коррекции сагиттального дисбаланса: изменяются угол наклона таза, поясничный лордоз, грудной кифоз.

Особенностью остеосинтеза аппаратом Илизарова при удлинении бедра на уровне его проксимальной трети является направленное формирование антекурвационной деформации с величиной угла, соответствующего величине избыточного поясничного лордоза [26] (табл. 4).

Увеличение длины конечностей, уменьшение контрактур тазобедренных суставов с увеличением подвижности головок бедренных костей приводят к изменению тазовых параметров, что, в свою очередь, ведет к изменениям остальных параметров сагиттального баланса благодаря обнаруженным в ходе исследования корреляционным связям (рис. 4).

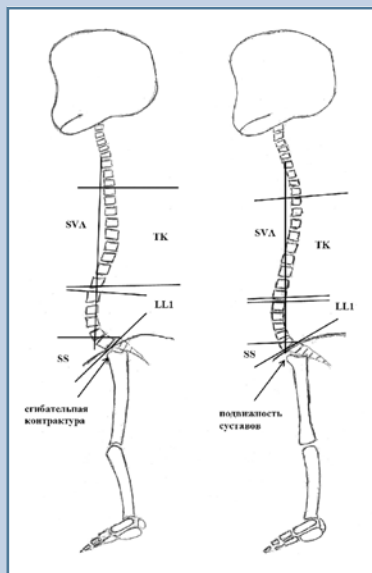


Рис. 4

Биомеханическая схема сагиттального баланса позвоночника у пациентов с ахондроплазией: **а** – до лечения; **б** – после удлинения нижних конечностей

Заключение

Для пациентов с ахондроплазией характерно уменьшение грудного кифоза

Таблица 4

Биомеханические особенности пациентов с ахондроплазией до и после лечения

Параметры	До лечения	После лечения
Длина бедер, голени	Укорочение	Удлинение, увеличение рычагов
Тазобедренные суставы	Сгибательные контрактуры	Уменьшение контрактур, увеличение подвижности головок
Наклон таза	Увеличение	Увеличение
Пояснично-крестцовый угол	Увеличение	Приближение к норме
Поясничный лордоз	Усиление	Уменьшение
Грудной кифоз	Уменьшение	Приближение к норме
Вертикальная ось туловища	Значительное отклонение	Приближение к норме

за, увеличение поясничного лордоза, тазового индекса, угла наклона таза и вертикальной оси туловища. В ходе исследования установлены достоверные корреляционные связи показателей сагиттального баланса: вертикальной сагиттальной оси и грудного кифоза, грудного кифоза и поясничного лордоза, поясничного лордоза и тазовых параметров. Величина удлинения нижних конечностей имела умеренную корреляционную силу с поясничным лордозом, тазовым индексом и тазовым коэффициентом.

Удлинение нижних конечностей методом Илизарова обеспечивает подвижность головок бедренных костей,

что приводит к изменению тазовых параметров, уменьшению поясничного лордоза, увеличению грудного кифоза и коррекции сагиттального дисбаланса туловища.

Работа требует продолжения для сравнительного анализа результатов у исследуемых пациентов на всех этапах наблюдения.

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

- Karikari IO, Mehta AI, Solakoglu C, Bagley CA, Ain MC, Gottfried ON. Sagittal spinopelvic parameters in children with achondroplasia: identification of 2 distinct groups. *J Neurosurg Spine*. 2012;17:57–60. DOI: 10.3171/2012.3.SPINE11735.
- Lonstein JE. Treatment of kyphosis and lumbar stenosis in achondroplasia. In: Nicoletti B, Kopits SE, Ascani E, McKusick VA, Dryburgh SC (eds). *Human Achondroplasia*. Basic Life Sciences. Springer, Boston, MA, 1988;48:283–292. DOI: 10.1007/978-1-4684-8712-1_38.
- Колесов С.В., Снетков А.А., Сажнев М.Л. Хирургическое лечение деформации позвоночника при ахондроплазии // Хирургия позвоночника. 2013. № 4. С. 17–22. [Kolesov SV, Snetkov AA, Sazhnev ML. Surgical treatment for spine deformity in achondroplasia. *Hir. Pozvonoc*. 2013;(4):017–022. In Russian]. DOI:10.14531/ss2013.4.17-22.
- Carter EM, Davis JG, Raggio CL. Advances in understanding etiology of achondroplasia and review of management. *Curr Opin Pediatr*. 2007;19:32–37. DOI: 10.1097/MOP.0b013e328013e3d9.
- Hong JY, Suh SW, Modi HN, Park JW, Park JH. Analysis of sagittal spinopelvic parameters in achondroplasia. *Spine*. 2011;36:E1233–E1239. DOI: 10.1097/BRS.0b013e328013e3d9.
- Misra SN, Morgan HW. Thoracolumbar spinal deformity in achondroplasia. *Neurosurg Focus*. 2003;14:e4. DOI: 10.3171/foc.2003.14.1.5.
- Sciubba DM, Noggle JC, Marupudi NI, Bagley CA, Bookland M, Carson BS Sr, Ain MC, Jallo GI. Spinal stenosis surgery in pediatric patients with achondroplasia. *J Neurosurg*. 2007;106(5 Suppl):372–378. DOI: 10.3171/ped.2007.106.5.372.
- Thomeer RT, van Dijk JM. Surgical treatment of lumbar stenosis in achondroplasia. *J Neurosurg*. 2002;96(3 Suppl):292–297.
- Kahanovitz N, Rimoin DL, Sillence DO. The clinical spectrum of lumbar spine disease in achondroplasia. *Spine*. 1982;7:137–140. DOI: 10.1097/00007632-198203000-00008.
- Rimoin DL. Clinical variability in achondroplasia. *Human achondroplasia. A multidisciplinary approach*. In: Nicoletti B, Kopits SE, Ascani E, McKusick VA, Dryburgh SC (eds). *Human Achondroplasia*. Basic Life Sciences. Springer, Boston, MA, 1988;48:123–127. DOI: 10.1007/978-1-4684-8712-1_16.
- Srikumaran U, Woodard EJ, Leet AI, Rigamonti D, Sponseller PD, Ain MC. Pedicle and spinal canal parameters of the lower thoracic and lumbar vertebrae in the achondroplasia population. *Spine*. 2007;32:2423–2431. DOI: 10.1097/BRS.0b013e328013e3d9.

12. **During J, Goudfrooij H, Keessen W, Beeker TW, Crowe A.** Toward standards for posture. Postural characteristics of the lower back system in normal and pathologic conditions. *Spine*. 1985;10:83–87. DOI: 10.1097/00007632-198501000-00013.
13. **Stagnara P, De Mauroy JC, Dran G, Gonon G, Costanzo G, Dimnet J, Pasquet A.** Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis. *Spine*. 1982;7:335–342. DOI: 10.1097/00007632-198207000-00003.
14. **Borkhuu D, Nagaraju DK, Chan G, Holmes L, Mackenzie WG.** Factors related to progression of thoracolumbar kyphosis in children with achondroplasia: a retrospective cohort study of forty-eight children treated in a comprehensive orthopaedic center. *Spine*. 2009;34:1699–1705. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181ac8f9d.
15. **Qi X, Matsumoto M, Ishii K, Nakamura M, Chiba K, Toyama Y.** Posterior osteotomy and instrumentation for thoracolumbar kyphosis in patients with achondroplasia. *Spine*. 2006;31:E606–E610. DOI: 10.1097/01.brs.0000229262.87720.9b.
16. **Kopits SE.** Thoracolumbar kyphosis and lumbosacral hyperlordosis in achondroplastic children. In: Nicoletti B, Kopits SE, Ascani E, McKusick VA, Dryburgh SC (eds). *Human Achondroplasia. Basic Life Sciences*. Springer, Boston, MA, 1988;48:241–255. DOI: 10.1007/978-1-4684-8712-1_34.
17. **Дьячкова Г.В., Аранович А.М., Новикова О.С., Шукин А.А.** Клинико-рентгенологические особенности пояснично-крестцового отдела позвоночника у больных ахондроплазией // *Гений ортопедии*. 2000. № 4. С. 46–48. [Diachkova GV, Aranovich AM, Novikova OS, Shchukin AA. Clinical-and-roentgenological distinctions of the lumbosacral spine in patients with achondroplasia. *Genii Ortopedii*. 2000;(4):46–48. In Russian].
18. **Mac-Thiong JM, Berthodnaud E, Dimar JR 2nd, Betz RR, Labelle H.** Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. *Spine*. 2004;29:1642–1647.
19. **Marty C, Boisaubert B, Descamps H, Montigny JP, Hecquet J, Legaye J, Duval-Beaupere J.** The sagittal anatomy of the sacrum among young adults, infants, and spondylolisthesis patients. *Eur Spine J*. 2002;11:119–125. DOI: 10.1007/s00586-001-0349-7.
20. **Шевцов В.И., Дьячкова Г.В., Новикова О.С.** Возрастные рентгенологические особенности позвоночника у больных ахондроплазией // *Вестник рентгенологии и радиологии*. 1999. № 6. С. 32–34. [Shevtsov VI, Dyachkova GV, Novikova OS. Age-related X-ray features of the spine in patients with achondroplasia. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii*. 1999;(6):32–34. In Russian].
21. **Duval-Beaupere G, Schmidt C, Cosson P.** A Barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: the conditions required for an economic standing position. *Ann Biomed Eng*. 1992;20:451–462. DOI: 10.1007/BF02368136.
22. **Ленке Л., Боши-Аджей О., Ванг Я.** Остеотомия позвоночника. М.: СПб., 2016. [Lenke L, Boachie-Adjei O, Wang Y. *Spinal Osteotomy*. Transl. from English. Moscow, St. Petersburg, 2016. In Russian].
23. **Le Huec JC, Aunoble S, Philippe L, Nicolas P.** Pelvic parameters: origin and significance. *Eur Spine J*. 2011;20Suppl 5:S564–S571. DOI: 10.1007/s00586-011-1940-1.
24. **Lafage V, Schwab F, Patel A, Nawkinson N, Farcy JP.** Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity. *Spine*. 2009;34:E599–E606. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181aad219.
25. **Аранович А.М., Климов О.В., Неретин А.С.** Эргономические аспекты планирования реконструкции опорно-двигательного аппарата пациентов с ахондроплазией // *Гений ортопедии*. 2014. № 4. С. 72–75. [Aranovich AM, Klimov OV, Neretin AS. Ergonomic aspects of planning the locomotor system reconstruction of patients with achondroplasia. *Genii Ortopedii*. 2014;(4):72–75. In Russian].
26. **Новиков К.И., Аранович А.М., Зыков А.Г., Шукин А.А., Климов О.В.** Способ увеличения роста у больных с ахондроплазией. Патент 2281047 РФ. Заявка № 2003132217/14 от 03.11.2003. Опубл. 10.08.2006; Бюл. № 22. [Novikov KI, Aranovich AM, Zykov AG, Shchukin AA, Klimov OV. Method for increasing the height in patients with achondroplasia. Patent RU 2281047. Appl. 03.11.2003; publ. 10.08.2006. Bul. 22].

Адрес для переписки:

Прудникова Оксана Германовна
640014, Россия, Курган, ул. М. Ульяновой, 6,
РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова,
pog6070@gmail.com

Address correspondence to:

Prudnikova Oksana Germanovna
Ilizarov Scientific Center for Restorative
Traumatology and Orthopaedics,
M. Ulyanovoy str., 6, Kurgan, 640014, Russia,
pog6070@gmail.com

Статья поступила в редакцию 08.12.2017

Рецензирование пройдено 26.12.2017

Подписана в печать 10.01.2018

Received 08.12.2017

Review completed 26.12.2018

Passed for printing 10.01.2018

Оксана Германовна Прудникова, д-р мед. наук, старший научный сотрудник научно-клинической лаборатории патологии осевого скелета и нейрохирургии, заведующая травматолого-ортопедическим отделением № 10, Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова, Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6, pog6070@gmail.com;

Анна Майоровна Аранович, д-р мед. наук, проф., главный научный сотрудник научно-клинической лаборатории коррекции деформации и удлинения конечностей, заведующая травматолого-ортопедическим отделением № 17, Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова, Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6, aranovich Anna@mail.ru;

Юлия Антоновна Муштаева, канд. техн. наук, специалист информационно-аналитического отдела, Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова, Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6, oto@mcvto;

Александр Вадимович Губин, д-р мед. наук, директор, Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. Г.А. Илизарова, Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6; director@mcvto.ru.

Oksana Germanovna Prudnikova, DMSc, senior researcher at scientific-clinical laboratory of axial skeleton pathology and neurosurgery, head of traumatologic-orthopedic department No. 10, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, M. Ulyanovoy str., 6, 640014, Kurgan, Russia, pog6070@gmail.com;

Anna Mayorovna Aranovich, DMSc, Prof., chief researcher of the scientific and clinical laboratory for deformity correction and limb lengthening, head of traumatologic-orthopedic department. No 17, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, M. Ulyanovoy str., 6, 640014, Kurgan, Russia, aranovich_anna@mail.ru;

Yulia Antonovna Mushtaeva, PhD in technical sciences, specialist of information and analytical department, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, M. Ulyanovoy str., 6, 640014, Kurgan, Russia, omo@rncuto;

Alexandr Vadimovich Gubin, DMSc, Director, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, M. Ulyanovoy str., 6, 640014, Kurgan, Russia, director@rncuto.ru.

ХИРУРГИЯ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ПОРАЖЕНИЙ ПОЗВОНОЧНИКА

Под редакцией

А.О. Гуци, Н.А. Коновалова, А.А. Гриня



В книге представлены основные аспекты этиологии, патогенеза, диагностики и лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника. Основной акцент сделан на методах хирургического лечения пациентов с данным заболеванием.

Дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника являются важнейшей медико-социальной проблемой – они поражают наиболее трудоспособную часть населения. Коллектив авторов, объединяющий ведущих нейрохирургов и ортопедов России, сформулировал наиболее известные и общепринятые теории развития дегенеративно-дистрофических поражений позвоночника, обозначив свое профессиональное отношение и многолетний опыт лечения пациентов с данной патологией. Авторами были освещены как общемировые принципы лечения пациентов с данной патологией позвоночника, так и собственные знания и богатый клинический опыт с целью создания уникального руководства по хирургии дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника.

Книга предназначена для широкого круга врачей, занимающихся проблемами лечения дегенеративных заболеваний позвоночника, и является заглавным изданием серии книг, посвященных всем проблемам хирургической вертебрологии.

- Глава 1. Функциональная анатомия позвоночника.
- Глава 2. Фундаментальные аспекты дегенеративных поражений позвоночника.
- Глава 3. Клинические проявления дегенеративного поражения позвоночника.
- Глава 4. Нейровизуализационные и функциональные методы исследований.
- Глава 5. Методы консервативного лечения.
- Глава 6. Минимально-инвазивные хирургические вмешательства и пункционные операции в хирургии дегенеративных поражений позвоночника.

- Глава 7. Хирургическое лечение протяженных дегенеративных поражений позвоночника.
- Глава 8. Хирургическое лечение нестабильности и деформаций при дегенеративно-дистрофических поражениях позвоночника.
- Глава 9. Принципы послеоперационной реабилитации пациентов с дегенеративными поражениями позвоночника.
- Глава 10. Профилактика послеоперационных осложнений. Синдром оперированного позвоночника.