

УДК 616.711-007.55-089-053.2

ОЦЕНКА АНАТОМО-АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОСТНЫХ СТРУКТУР ПОЗВОНКОВ У ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДОПОЯСНИЧНОЙ И ПОЯСНИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАВИГАЦИИ

¹Кокушин Д.Н., ¹Виссарионов С.В., ¹Баиндурашвили А.Г., ²Барт В.А., ¹Богатырев Т.Б.¹ФГБУ НИДОИ им. Г.И. Турнера Минздрава России, Санкт-Петербург, e-mail: turner01@mail.ru;²СПбГУ, Санкт-Петербург

Проведена оценка анатомо-антропометрических параметров позвонков у детей с идиопатическим сколиозом груднопоясничной и поясничной локализации с применением навигационной установки. Определяли угол основной дуги сколиотической деформации, ротацию апикального и периапикальных позвонков, внешний поперечный и продольный диаметр корней дуг позвонков с уровня Th2 до L5 позвонка и коэффициенты асимметрии костных структур позвонков. Выявлены закономерности и установлены корреляционные связи между абсолютными и относительными значениями параметров позвонков при V типе идиопатического сколиоза по Lenke. Выявлена разная степень асимметрии костных структур апикальных позвонков при локализации основной дуги сколиотической деформации в грудном и груднопоясничном/поясничном отделах позвоночника.

Ключевые слова: идиопатический сколиоз, Ленке V, анатомо-антропометрические параметры, ротация апикального позвонка, транспедикулярная фиксация, дети

EVALUATION OF ANATOMICAL AND ANTHROPOMETRIC PARAMETERS OF BONY STRUCTURES OF THE VERTEBRAE IN CHILDREN WITH IDIOPATHIC LUMBAR AND THORACOLUMBAR SCOLIOSIS WITH THE USE OF THE NAVIGATION SYSTEM

¹Kokushin D.N., ¹Vissarionov S.V., ¹Baindurashvili A.G., ²Bart V.A., ¹Bogatyrev T.B.¹Federal State Budgetary Institution (FSBI) The Turner Scientific Research Institute
for Children's Orthopedics under the Ministry of Health of the Russian Federation,
Saint-Petersburg, e-mail: turner01@mail.ru;²St. Petersburg State University, Saint-Petersburg

The evaluation of anatomic and anthropometric parameters of vertebrae in children with idiopathic scoliosis of thoracolumbar and lumbar spine with the use of the navigation system. The angle of the main scoliotic curve, rotation of apical and periapical vertebrae, external transverse and longitudinal diameter of the root arcs of vertebrae from Th2 to L5 as well as coefficients of asymmetry of bony structures of the vertebrae were determined. The regularities and correlations between the absolute and the relative values of the parameters of the vertebrae in idiopathic scoliosis of type V according to Lenke were established. Different degree of asymmetry of the bony structures of apical vertebrae when the main scoliotic curve is localized in the thoracic and thoracolumbar / lumbar spine were revealed.

Keywords: idiopathic scoliosis, Lenke V, anatomic and anthropometric parameters, rotation of the apical vertebra, transpedicular fixation, children

Транспедикулярная фиксация, используемая при хирургическом лечении деформаций позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом, за последнее десятилетие заняла прочное место в арсенале спинальных хирургов, занимающихся данной проблемой. На основании научных исследований имеется ряд преимуществ этих спинальных систем при коррекции деформации позвоночника у пациентов с идиопатическим сколиозом по сравнению с ламинарными дорсальными системами [1, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13].

В ряде работ показано, что хирургическая коррекция деформации позвоночника, в частности груднопоясничной и поясничной локализации, осуществляется, как

вентральными, так и дорсальными транспедикулярными системами. Эти исследования демонстрируют сходные результаты, показывающие их эффективность в плане величины исправления искривления и стабильности достигнутого результата вмешательства в отдаленном послеоперационном периоде [2, 9]. Однако применение вентральных систем для коррекции деформации позвоночника груднопоясничной и поясничной локализации при идиопатическом сколиозе ограничено рядом факторов: величина основной дуги деформации и ее протяженность.

Одновременно с этим имеются исследования, посвященные сравнительному анализу хирургического лечения пациен-

тов с идиопатическим сколиозом груднопоясничной и поясничной локализации, подтверждающие преимущества применения дорсальных транспедикулярных спинальных систем перед вентральными. Последние заключаются в возможности получить больший процент коррекции сколиотической деформации позвоночника и сократить послеоперационный койко-день [10, 11]. Необходимо также отметить, что чем больше величина сколиотической дуги деформации, тем более значима выраженность анатомических и пространственных изменений костных структур позвонков, входящих в основную дугу искривления [6]. Имеющиеся анатомо-антропометрические особенности позвонков в основной дуге деформации потенциально создают технические трудности и сложности для корректной установке транспедикулярных опорных элементов металлоконструкции в ходе операции. Эти факторы обуславливают актуальность знания закономерностей пространственных взаимоотношений между костными структурами позвонков и соотношений их анатомо-антропометрических особенностей с точки зрения их корреляционных взаимоотношений при сколиотическом процессе.

В доступной литературе нами не найдено исследований, посвященных анализу анатомо-антропометрических параметров позвонков на основании данных 3D-КТ навигации при V типе (L. Lenke) идиопатического сколиоза и оценке закономерностей этих особенностей в зависимости от величины дуги сколиотической деформации позвоночника.

Настоящее исследование является продолжением предыдущей публикации, в которой нами были рассмотрены вопросы изучения и анализа анатомо-антропометрических особенностей позвонков у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации [6].

Цель работы – провести анализ взаимосвязи анатомо-антропометрических особенностей позвонков с позиции асимметрии костных структур, их пространственной ориентации в апикальной зоне и выраженностью сколиотической дуги деформации у детей с идиопатическим сколиозом тип LenkeV на основании данных компьютерной томографии позвоночника в программной среде SpineMap 3D навигационной станции.

Материалы и методы исследования

Исследование проведено у 15 пациентов в возрасте от 14 до 18 лет с идиопатическим сколиозом груднопоясничной/поясничной локализации 3 и 4 степени по В.Д. Чаклину. Распределение по половому признаку было характерным для деформаций позво-

ночника при идиопатическом сколиозе – 1 пациент мужского пола, 10 – женского пола. Во всех наблюдениях направленность груднопоясничной/поясничной сколиотической дуги была левосторонней.

С целью выявления выраженности структуральных изменений на уровне апикального позвонка в качестве группы сравнения были включены данные по коэффициентам асимметрии апикального позвонка у 20 пациентов с идиопатическим правосторонним грудным сколиозом, рассмотренных в предыдущей публикации [6].

Диагноз идиопатического сколиоза устанавливали на основании стандартного обследования, проводимого в клинике при поступлении пациента, включающего в себя клинично-неврологический, инструментальные, лучевые методы исследования (рентгенография и мультиспиральная компьютерная томография позвоночника), магнитно-резонансную томографию краниовертебральной области, грудного и поясничного отдела позвоночника.

Оценку анатомо-антропометрических особенностей позвонков грудного и поясничного отделов позвоночника осуществляли на основании данных, полученных при КТ-сканировании. Исследование выполняли на компьютерном томографе «BrillianceCT64» (Philips-USA). Компьютерную томографию ребенку выполняли на животе с целью максимального приближения положения пациента на операционном столе. КТ-сканы осуществляли с толщиной среза 1 мм, которые затем импортировали при помощи носителя в навигационную систему, оснащенную программным обеспечением SpineMap 3D, где выполняли все необходимые измерения. Последовательность действий при проведении анализа анатомо-антропометрических особенностей позвонков была следующей. Определяли общий угол сколиоза (anglescoliosis), ротацию апикального позвонка (РАП), ротацию проксимального (РППП) и дистального (РДПП) периапикальных позвонков, внешний поперечный (trd) и продольный диаметр (lngd) правых (R) и левых (L) корней дуг позвонков с уровня Th2 до L5 позвонка включительно.

Рассчитывали площади правого (SR) и левого корня дуги (SL) как произведение поперечного диаметра корня дуги на его продольный диаметр. Для выявления закономерностей сколиотического процесса, характеризующегося асимметричным развитием костных структур позвонков, нами были введены следующие коэффициенты: KA_{trd} – коэффициент асимметрии поперечных диаметров корней дуг позвонка, определяемый как отношение trd_R к trd_L ; KA_{lng} – коэффициент асимметрии продольных диаметров корней дуг позвонка, определяемый как отношение $lngd_R$ к $lngd_L$ и KAS – коэффициент асимметрии площадей корней дуг позвонка, определяемый как отношение SR к SL .

Описательные статистики были вычислены для сопоставления всех исследуемых анатомо-антропометрических характеристик позвонков и различных коэффициентов асимметрии. Для проверки нормальности распределений применялся критерий Колмогорова-Смирнова. Для выявления закономерностей и связей между признаками были построены диаграммы Тьюки, применен гистограммный (стягивание окна), корреляционный анализ (метод корреляционных плеяд В.П. Терентьева). Критерий Стьюдента и F-критерий Фишера были применены для выявления различий характеристика в группах пациентов.

Таблица 1
Размеры поперечных диаметров корней дуг
и коэффициент их асимметрии

	trdR, мм	trdL, мм	KAtrd
Th2	5,8 ± 0,7	5,8 ± 0,7	1,00(0,89-1,23)
Th3	4,4 ± 0,8	4,3 ± 0,7	1,02(0,80-1,50)
Th4	3,7 ± 0,9	4,0 ± 0,7	0,93(0,53-1,56)
Th5	3,8 ± 1,0	3,8 ± 0,8	1,03(0,61-1,34)
Th6	4,1 ± 1,0	3,6 ± 0,7	1,20(0,62-1,66)
Th7	4,0 ± 1,2	3,5 ± 0,5	1,24(0,58-1,50)
Th8	4,2 ± 1,0	3,6 ± 0,6	1,15(0,72-1,46)
Th9	4,7 ± 0,9	4,0 ± 0,7	1,23(0,84-1,38)
Th10	5,3 ± 1,1	5,3 ± 1,1	1,02(0,82-1,30)
Th11	6,4 ± 1,5	7,1 ± 1,6	0,93(0,64-1,37)
Th12	5,6 ± 2,0	6,8 ± 1,7	0,82(0,52-1,11)
L1	4,7 ± 1,7	5,6 ± 1,2	0,81(0,59-1,29)
L2	5,7 ± 1,0	6,0 ± 1,1	0,92(0,59-1,33)
L3	7,3 ± 1,9	7,6 ± 1,4	0,97(0,78-1,09)
L4	9,0 ± 1,2	10,2 ± 1,9	0,90(0,73-1,05)
L5	13,3 ± 1,6	15,1 ± 2,7	0,90(0,77-1,05)

Таблица 2
Размеры продольных диаметров корней дуг
и коэффициент их асимметрии

	lngdR, мм	lngdL, мм	KAlngd
Th2	11,3 ± 1,3	11,3 ± 1,8	0,99(0,88-1,21)
Th3	11,8 ± 1,6	11,5 ± 2,3	1,04(0,82-1,22)
Th4	10,6 ± 1,3	11,1 ± 1,6	0,95(0,80-1,08)
Th5	11,0 ± 1,1	10,9 ± 1,5	0,99(0,85-1,20)
Th6	11,4 ± 1,2	11,1 ± 1,5	1,03(0,88-1,23)
Th7	11,9 ± 1,2	11,5 ± 1,5	1,02(0,89-1,19)
Th8	11,5 ± 1,2	12,0 ± 1,6	0,96(0,75-1,11)
Th9	12,6 ± 1,2	13,3 ± 1,9	0,94(0,85-1,18)
Th10	14,2 ± 1,3	16,1 ± 1,6	0,91(0,75-0,99)
Th11	15,0 ± 1,5	18,8 ± 2,3	0,82(0,69-0,90)
Th12	14,1 ± 1,8	16,3 ± 1,8	0,87(0,73-0,96)
L1	13,3 ± 1,3	15,1 ± 1,4	0,92(0,72-1,00)
L2	13,4 ± 1,5	14,8 ± 1,6	0,94(0,74-1,02)
L3	14,2 ± 1,1	13,8 ± 1,5	1,02(0,92-1,19)
L4	13,5 ± 1,9	12,0 ± 1,2	1,08(0,98-1,42)
L5	12,8 ± 1,9	11,7 ± 2,0	1,05(0,89-1,57)

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно данным исследования угол сколиотической деформации, определенный по вышеописанной методике, составил от 39,8° до 84,3° (среднее – 59,5°). Угол РАП колебался от 17,7° до 50,5° (среднее – 34,6°), угол РППП – от 15,3° до 42,8° (среднее – 28,3°), угол РДПП находился в пределах от 16,2° до 35,7° (среднее – 25,2°).

Абсолютные значения поперечных и продольных диаметров корней дуг позвонков, площадей корней дуг и их коэффициентов асимметрии представлены в табл. 1, 2 и 3.

Для значений поперечных и продольных диаметров корней дуг, их площадей данные в таблицах представлены в виде – среднее ± стандартное отклонение; для значений коэффициентов асимметрии данные представлены в виде – медиана, минимум – максимум.

При проведении анализа изменения значений trdR было определено, что верхнегрудном отделе позвоночника значения trdR уменьшались с уровня позвонка Th2 (5,8 ± 0,7 мм), достигая минимальных на уровне позвонка Th4 (3,7 ± 0,9 мм), затем происходило увеличение размеров в кранио-каудальном направлении, достигавшее своего максимума на уровне позвонка Th11 (6,4 ± 1,5 мм). Далее происходило уменьшение значения до уровня позвонка L1 (4,7 ± 1,7 мм). В каудальных сегментах поясничного отдела позвоночника отмече-

но увеличение значения trdR с уровня позвонка L2 (5,7 ± 1,0 мм) до позвонка L5 (13,3 ± 1,6 мм).

Для значений trdL закономерность полученных изменений была следующей. Отмечалось плавное уменьшение размеров с уровня позвонка Th2 (5,8 ± 0,7 мм) с достижением минимальных значений на уровне позвонка Th7 (3,5 ± 0,5 мм). Далее trdL увеличивался по направлению к позвонку Th11, достигая значения 7,1 ± 1,6 мм. Затем отмечено уменьшение значения до уровня позвонка L1 (5,6 ± 1,2 мм). С уровня позвонка L2 (6,0 ± 1,1 мм) направленность изменений размеров trdL характеризовалась нарастанием размеров поперечных диаметров корней дуг в кранио-каудальном направлении с достижением максимальных значений на уровне позвонка L5 (15,1 ± 2,7 мм).

При проведении анализа характера изменений размеров продольных диаметров корней дуг были отмечены схожие закономерности для значений lngdR и lngdL для грудного и поясничного отделов позвоночника. Так, значение lngdR незначительно увеличивалось с уровня позвонка Th2 (11,3 ± 1,3 мм) до уровня позвонка Th3 (11,8 ± 1,6 мм), с последующим уменьшением до 10,6 ± 1,3 мм на уровне позвонка Th4. С уровня позвонка Th5 происходило плавное увеличение значения lngdR с 11,0 ± 1,1 мм, достигая своего максимума на уровне позвонка Th11 (15,0 ± 1,5 мм), затем происходило уменьшение значения на уровне позвонка L1 (13,3 ± 1,3 мм). Да-

лее значение lngdR вновь увеличивалось с достижением своего максимума на уровне позвонка L3 ($14,2 \pm 1,1$ мм) с последующим уменьшением в кранио-каудальном направлении, характеризуясь минимальными значениями на уровне позвонка L5 ($12,8 \pm 1,9$ мм). При анализе распределения значений признака lngdL в грудном отделе позвоночника было отмечено незначительное увеличение с уровня позвонка Th2 ($11,3 \pm 1,8$ мм) до уровня позвонка Th3 ($11,5 \pm 2,3$ мм), с последующим уменьшением до $10,9 \pm 1,5$ мм на уровне позвонка Th5. Затем с уровня позвонка Th6 происходило увеличение значения lngdL с $11,1 \pm 1,5$ мм, достигавшее своего максимума на уровне позвонка Th11 ($18,8 \pm 2,3$ мм). С уровня позвонка Th12 вновь происходило уменьшение значения lngdL с $16,3 \pm 1,8$ мм в кранио-каудальном направлении с достижением минимальных значений ($11,7 \pm 2,0$ мм) на уровне позвонка L5.

Таблица 3

Произведение поперечных и продольных диаметров корней дуг и коэффициент их асимметрии

	SR, мм ²	SL, мм ²	KAS
Th2	$66,0 \pm 12,1$	$65,8 \pm 14,2$	$0,98(0,83-1,21)$
Th3	$51,6 \pm 12,8$	$49,7 \pm 17,3$	$1,02(0,66-1,82)$
Th4	$39,3 \pm 11,6$	$44,7 \pm 11,5$	$0,88(0,43-1,59)$
Th5	$41,3 \pm 11,1$	$41,0 \pm 10,9$	$1,02(0,52-1,58)$
Th6	$47,1 \pm 12,3$	$40,6 \pm 11,5$	$1,28(0,54-1,88)$
Th7	$46,9 \pm 14,8$	$40,4 \pm 6,3$	$1,41(0,56-1,75)$
Th8	$48,5 \pm 14,8$	$43,2 \pm 10,2$	$1,06(0,75-1,61)$
Th9	$59,6 \pm 12,8$	$53,5 \pm 10,4$	$1,17(0,78-1,29)$
Th10	$76,7 \pm 21,4$	$85,6 \pm 22,2$	$0,97(0,67-1,15)$
Th11	$96,4 \pm 28,3$	$134,5 \pm 37,4$	$0,76(0,48-1,19)$
Th12	$78,3 \pm 28,3$	$111,6 \pm 31,0$	$0,68(0,48-1,06)$
L1	$63,3 \pm 24,8$	$85,1 \pm 20,9$	$0,67(0,45-1,19)$
L2	$76,8 \pm 18,4$	$89,0 \pm 20,9$	$0,90(0,52-1,25)$
L3	$104,2 \pm 32,3$	$104,7 \pm 24,6$	$1,00(0,72-1,24)$
L4	$120,8 \pm 27,0$	$122,0 \pm 25,7$	$0,99(0,79-1,24)$
L5	$170,4 \pm 36,0$	$174,5 \pm 31,1$	$0,96(0,75-1,39)$

При оценке коэффициентов асимметрии поперечных и продольных диаметров корней дуг в грудном и поясничном отделах позвоночника были выявлены следующие закономерности. KAtrd в верхнегрудном отделе позвоночника и до уровня позвонка Th5 включительно имел значения близкие к единице. На уровне позвонков Th6-Th9 было отмечено значимое отклонение KAtrd в пределах от 1,15 (0,72-1,46) до 1,24 (0,58-1,50). Такие изменения характеризовали преобладание размеров правых поперечных диаметров корней дуг на левыми на данном

уровне. На уровне позвонков Th10 и Th11 KAtrd вновь характеризовался значениями близкими к единице. В зоне расположения апикальных позвонков на уровне Th12-L1 максимальное отклонение KAtrd от единицы составило $-0,81$ (0,59-1,29), что показывало преобладание размеров trdL над размерами trdR. Далее в поясничном отделе позвоночника с уровня позвонка L2 до позвонка L5 включительно KAtrd имел значения, близкие к единице. Для KAlngd выявленные закономерности асимметрии были несколько иными. Так, с уровня позвонка Th2 до позвонка Th10 включительно KAlngd имел значения близкие к единице. Зона максимально отклонения значений KAlngd от единицы была расположена на уровне позвонков Th11-Th12, составив 0,82 и 0,87, соответственно. В поясничном отделе значения KAlngd находились близко к единице, характеризуя тем самым отсутствие выраженных структурных изменений.

При оценке показателей площадей корней дуг были выявлены следующие закономерности их изменений. Значение SR уменьшалось с уровня позвонка Th2 ($66,0 \pm 12,1$ мм²), достигая минимума на уровне позвонка Th4 ($39,3 \pm 11,6$ мм²), затем происходило его увеличение в кранио-каудальном направлении, достигавшее своего максимума на уровне позвонка Th11 ($96,4 \pm 28,3$ мм²). Далее происходило уменьшение значения SR до уровня позвонка L1 ($63,3 \pm 24,8$ мм²), с последующим увеличением в кранио-каудальном направлении с достижением максимальных значений ($174,5 \pm 31,1$ мм²) на уровне позвонка L5.

При проведении анализа показателей коэффициента асимметрии площадей корней дуг были выявлены его отклонения от единицы на нескольких уровнях позвонков в грудном отделе позвоночника, имеющие разнонаправленный характер изменений. Так, значения KAS имели максимальные отклонения от единицы на уровне позвонка Th4 $-0,88$ (0,43-1,59), Th6 $-1,28$ (0,54-1,88) и Th7 $-1,41$ (0,56-1,75). Далее с уровня позвонка Th8 до позвонка Th10 включительно значения KAS были приближены к единице. Затем вновь отмечалась выраженная асимметрия площадей корней дуг с уровня позвонка Th11 $-0,76$ (0,48-1,19) с достижением максимального отклонения значений KAS от единицы на уровне позвонка L1 $-0,67$ (0,45-1,19). С уровня позвонка L2 в поясничном отделе значения KAS находились близко к единице, характеризуя тем самым отсутствие выраженных структурных изменений.

Корреляционный анализ методом корреляционных плеяд В.П.Терентьева был проведен для десяти признаков: угла сколиоза и еще девяти анатомо-антропометрических характеристик апикального позвонка (рисунок).

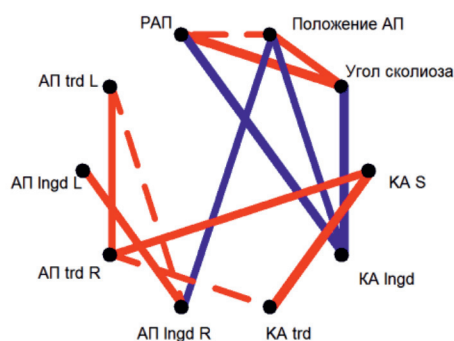


Диаграмма корреляционных связей анализируемых признаков больных группы LenkeV

На диаграмме отмечены связи признаков, коэффициент корреляции r которых значительно отличается от нуля на уровне значимости $P < 0,05$. Сплошные линии соответствуют уровню $|r| > 0,8$, пунктир – $|r| > 0,6$. Толщина линии пропорциональна величине $|r|$. Положительные значения r соответствуют красным линиям, отрицательные – синим.

На диаграмме рисунка отметим две плеяды признаков. Первая плеяда уровня $|r| > 0,8$, объединяет признаки РАП, угол сколиоза и KAlng. Она иллюстрирует клиническую значимость связи между ротацией АП как локальной характеристикой пространственного положения позвонка, углом сколиоза по Cobb как глобальной характеристикой и соотношением продольных диаметров корней дуг АП как отражением структуральной деформации самого АП. На уровне $|r| > 0,6$ к ней присоединяется еще и Положение АП. Другую плеяду на уровне $|r| > 0,6$ плеяду образуют признаки АП trdR, KA trd и KAS.

При проведении сравнительного анализа коэффициентов асимметрии апикального позвонка у пациентов с первым и пятым типом идиопатического сколиоза по классификации L. Lenke были получены статистически значимые отличия. Эти отличия свидетельствуют о принципиально разной степени асимметрии костных структур апикальных позвонков при локализации основной дуги сколиотической деформации в грудном и грудопоясничном/поясничном отделах позвоночника (табл. 4).

Данные представлены в виде: геометрическое среднее (выборочный 95%-й доверительный интервал). Логарифмы значений всех трех коэффициентов были распределены нормально (критерий Колмогорова-Смирнова). Дисперсии логарифмов коэффициентов значимо не отличались (F-критерий Фишера). Тест Стьюдента применялся для логарифмов значений коэффициентов асимметрии. Во всех трех случаях различия оказались статистически значимы.

Для всех трех коэффициентов определяется большая выраженность асимметрии для апикальных позвонков I типа сколиоза по сравнению с апикальными позвонками при V типе сколиоза.

Таким образом, анатомические размеры поперечных и продольных диаметров корней дуг с вогнутой и выпуклой стороны на вершине основной дуги деформации у пациентов с идиопатическим сколиозом тип LenkeV превышали 4,0 мм. Это говорит о том, что у данной категории пациентов можно осуществить тотальную транспедикулярную фиксацию на протяжении дуги искривления с обеих сторон. Данная особенность является кардинальным отличием от сколиотической деформации у пациентов с типом LenkeI, где с вогнутой стороны основной дуги искривления поперечный диаметр корней дуг позвонков апикальной зоны составил в среднем 3,6 мм. При анализе коэффициентов асимметрии поперечных и продольных диаметров корней дуг позвонков апикальной зоны, отмечено, что значения KAtрд и KAlng составили 0,81-0,82 и 0,87-0,92, соответственно. Однако, наибольшая выраженность асимметрии костных структур позвонков, выявленная на уровне апикального позвонка грудопоясничной/поясничной сколиотической дуги деформации, характеризовалась коэффициентом асимметрии их площадей (KAS – 0,67 – 0,68). Необходимо отметить, что изменения значения KAS также имели выраженные отклонения от единицы на уровне позвонка Th4 – 0,88 и позвонков Th6 и –и Th7 (1,41 и 1,28), то есть вне зоны основной структуральной дуги сколиотического искривления. Статистический анализ не выявил подобных изменений KAS для верхнегрудного отдела и каудальных сегментов поясничного отдела позвоночника. Чувствительность данного коэффициента к асимметрии корней дуг, и его наглядность в отражении структуральных изменений позволяет рассматривать его в качестве интегрального показателя выраженности сколиотического процесса при различных типах сколиоза.

Таблица 4

Коэффициенты асимметрии апикальных позвонков у пациентов
с идиопатическим сколиозом типов Lenke I и Lenke V

	Lenke I	Lenke V	t-критерий	F-критерий
KAtrd	1,77 (1,25; 3,11)	1,47 (1,26; 1,93)	$P < 0,028$	$P = 0,168$
KAlngd	1,44 (1,19; 1,90)	1,28 (1,12; 1,46)	$P < 0,015$	$P = 0,337$
KAS	2,36 (1,50; 4,73)	1,66 (1,16; 2,20)	$P < 0,002$	$P = 0,129$

При проведении корреляционного анализа методом корреляционных плеяд В.П. Терентьева также определялась плеяда (РАП, угол сколиоза и KAlngd), выявленная ранее у пациентов с грудным типом идиопатического сколиоза. Схожесть в закономерностях сколиотического процесса для I и V типов по Lenke идиопатического сколиоза выражалась в отсутствии корреляционной связи величины угла сколиотического искривления и РАП с размером поперечного диаметра правого корня дуги и коэффициентом асимметрии поперечных диаметров апикального позвонка. Необходимо отметить, что при V типе по Lenke идиопатического сколиоза нами были выявлены корреляционные связи между признаками АП trdR, KA trd и KAS, что говорит о большем влиянии размеров поперечного диаметра корней дуг позвонков апикальной зоны на KAS, являющимся интегральным показателем выраженности асимметрии при сколиотическом процессе. На основании проведенного статистического анализа, нами установлено достоверное ($p < 0,05$) отличие, заключающееся в большей выраженности асимметрии поперечных и продольных диаметров корней дуг позвонков апикальной зоны при I типе идиопатического сколиоза по Lenke в сравнении с апикальными позвонками при V типе. Выявленные особенности при проведении сравнительного анализа признаков KAtrd, KAlngd, и KAS, на наш взгляд, можно объяснить тем, что характер и процесс течения сколиотического процесса, несомненно, оказывает влияние на анатомо-антропометрические параметры и пространственные взаимоотношения костных структур позвонков, входящих в основную дугу искривления. В свою очередь, отличия анализируемых параметров костных структур позвонков в дуге искривления при I и V типе идиопатического сколиоза по Lenke обусловлены различной локализацией основной дуги деформации и отличиями в анатомическом строении позвонков грудного и поясничного отделов, входящих в нее.

Заключение

Проведенный анализ особенностей анатомо-антропометрических параметров позвонков у детей с идиопатическим левосторонним сколиозом грудопоясничной/поясничной локализации при помощи 3D-КТ навигации позволил выявить определенные закономерности и установить корреляционные связи между абсолютными и относительными значениями параметров позвонков при V типе идиопатического сколиоза по Lenke. Выявлена разная степень асимметрии костных структур апикальных позвонков при локализации основной дуги сколиотической деформации в грудном и грудопоясничном/поясничном отделах позвоночника. Анатомические размеры поперечных и продольных диаметров корней дуг с вогнутой и выпуклой стороны на вершине основной дуги деформации превышали 4,0 мм, что позволяет у данной категории пациентов осуществить тотальную транспедикулярную фиксацию на протяжении дуги искривления с обеих сторон.

Список литературы

1. Васюра А.С., Новиков В.В., Михайловский М.В., Долотин Д.Н., Суздалов В.А., Сорокин А.Н., Удалова И.Г. Хирургическое лечение сколиоза с применением метода транспедикулярной фиксации // Хирургия позвоночника. – 2011. – № 2. – С. 27–34.
2. Ветрилэ С.Т., Кулешов А.А., Ветрилэ М.С., Кисель А.А. Хирургическое лечение грудопоясничного и поясничного сколиоза // Хирургия позвоночника. – 2004. – № 2. – С. 12–18.
3. Виссарионов С.В. Технология коррекции деформаций позвоночника транспедикулярными спинальными системами у детей с идиопатическим сколиозом // Хирургия позвоночника. – 2013. – № 1. – С. 21–27.
4. Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Белянчиков С.М., Мурашко В.В., Картавенко К.А., Надиров Н.Н. Хирургическое лечение детей с идиопатическим сколиозом типа Lenke I с применением тотальной транспедикулярной фиксации // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2014. – Т. 2, № 2. – С. 3–8.
5. Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Белянчиков С.М., Мурашко В.В., Надиров Н.Н. Хирургическое лечение деформаций позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом транспедикулярными спинальными системами // Пособие для врачей. – СПб.: 2014. – 40 с.

6. Кокушин Д.Н., Виссарионов С.В., Баиндурашвили А.Г., Барт В.А. Анализ анатомо-антропометрических параметров позвонков у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации с применением 3D-КТ навигации // Хирургия позвоночника. – 2016. – Т. 13. № 1. – С. 27–36.
7. Михайловский М.В., Фомичев Н.Г. Хирургия деформаций позвоночника. Новосибирск, 2011.
8. Bennett J.T., Hoashi J.S., Ames R.J., Kimball J.S., Pahys J.M., Samdani A.F. The posterior pedicle screw construct: 5-year results for thoracolumbar and lumbar curves. *Journal of Neurosurgery: Spine*. Journal of Neurosurgery Publishing Group (JNSPG); 2013 Dec; 19(6):658–63.
9. Dong Y., Weng X., Zhao H., Zhang J., Shen J, Qiu G. Lenke 5C Curves in Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Neurosurgery*. 2016; 78(3):324–331.
10. Geck M.J., Rinella A., Hawthorne D., Macagno A., Koester L., Sides B., Shufflebarger H. Comparison of Surgical Treatment in Lenke 5C Adolescent Idiopathic Scoliosis: Anterior Dual Rod Versus Posterior Pedicle Fixation Surgery. *Spine*. 2009;34(18):1942–1951.
11. Shufflebarger H.L., Geck M.J., Clark C.E. The posterior approach for lumbar and thoracolumbar adolescent idiopathic scoliosis: posterior shortening and pedicle screws . *Spine*. 2004; 29:269–76; discussion 76.
12. Kim Y.J., Lenke L.G., Cho S.K., Bridwell K.H., Sides B., Blanke K. Comparative analysis of pedicle Screw versus hook instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis . *Spine* 2004; 29:2040–8.
13. Yilmaz G., Borkhuu B., Dhawale A.A., Oto M., Littleton A.G., Mason D.E., Shah SA. Comparative analysis of hook, hybrid, and pedicle screw instrumentation in the posterior treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *J PediatrOrthop* 2012; 32:490–9.