

## Вестибулярная гипотеза формирования идиопатического сколиоза и морфометрическая характеристика деформированных структур позвоночника

ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России, кафедра анатомии человека

Научные руководители: д.м.н. Зайченко А.А., д.м.н. Анисимова Е.А.

### Резюме

Эволюционно-новая доминирующая поза «сидя» создаёт условия для возникновения сколиоза, этиологическим фактором которого может выступать первичная асимметрия в периферическом отделе вестибулярного анализатора, приводящая к нарушению право-левосторонней иннервации окологривных мышц и формированием бокового изгиба позвоночного столба. До хирургической коррекции сколиотической деформации не всегда можно точно определить метрические характеристики опорных костных структур позвонков. В связи с этим, на первый план после определения уровня и степени сколиоза выступает потребность в знании закономерностей изменения размеров и ориентации костных элементов позвонков, входящих в дугу искривления позвоночника на выпуклой и вогнутой сторонах. Так, при локализации искривления в грудном и груднопоясничном и поясничном отделах позвоночного столба, а также при комбинированных сколиозах высота тела, длина оси и высота ножки, высота дуги увеличиваются на выпуклой стороне искривления; ширина и углы ножки, толщина дуги, напротив, увеличиваются на вогнутой стороне. Различия морфометрических характеристик костных структур с выпуклой и вогнутой сторон должны учитываться для адекватного выбора ориентации, длины и диаметра шурупа при фиксации позвоночника различными металлоконструкциями.

**Ключевые слова:** идиопатический сколиоз, гипотезы формирования сколиоза, морфометрические характеристики костных структур позвонков

### Введение

Сколиоз – заболевание опорно-двигательного аппарата, характеризующееся многоплоскостным искривлением позвоночника и грудной клетки, сопровождающееся нарушением функций внутренних органов и систем организма, приводящее к ранней инвалидизации и, нередко, сокращению продолжительности жизни [1]. В эволюции природа обеспечила биомеханически рациональное формообразование скелета, адаптируя его к прямохождению и восприятию сил гравитации. Потребовалось сформировать функциональные изгибы позвоночного столба, изменить положение крестца, поднять центр тяжести тела, поменять положение лопаток из сагиттальной плоскости во фронтальную, S-образно изогнуть ключицу [2, 3]. Если древние люди большую часть времени находились в вертикальном и в горизонтальном положении (охотились, собирали, воевали или лежали), то с изобретением скамьи, стула появилась новая проблема – «осанка сидящего на стуле». Поза «сидя», – оптимальная для выполнения конторской работы и обучения, является тяжким испытанием для опорно-двигательной системы, причиной боли в спине и различных заболеваний. Необходимость длительного соблюдения сидячей рабочей позы приводит к росту числа заболеваний опорно-двигательной системы взрослого населения.

Сколиоз занимает в настоящее время по распространенности одно из первых мест в патологии опорно-двигательной системы, отмечается значительное количество данной патологии среди детей и подростков, а также выраженная тенденция к бурному прогрессированию деформации [4, 5]. Существует огромное количество гипотез возникновения сколиоза. Так, на развитие сколиоза может влиять неравенство длины ног, при котором таз наклоняется в сторону короткой ноги, а потеря равновесия компенсируется сколизированием и ротацией позвоночника [6]. Сколиоз может быть связан с дисплазией пояснично-крестцовой области или нарушением мышечного равновесия. Паравертебральные мышцы играют особую роль в сохранении вертикального положения, являются функциональным и структурным элементом позвоночника, без которого его прочность была бы минимальной [3, 6]. Ряд авторов склонялись к теории асимметричного роста отдельных элементов позвоночного столба, который по закону Hunter-Folkman основывается на том, что бурное прогрессирование сколиоза отмечается в период полового созревания [7]. Наиболее многочисленной группой (80-90%) являются больные с идиопатическим сколиозом [8], который обычно развивается у детей при вступлении в подростковый возраст. Основываясь на этом, развитие сколиоза связывают с нарушением функции эндокринной системы [9, 10]. Некоторые авторы обосновывали возникновение сколиоза пороком развития невральнoй трубки в эмбриогенезе и нарушением кровоснабжения спинного мозга [10].

В настоящее время главенствующей теорией формирования сколиотической болезни является генетическая. Современные исследования в этой сфере направлены, главным образом, на поиск гена/генов, связанных с регуляцией роста, развития, метаболизма структурных компонентов соединительной ткани, связи с половым созреванием и сигнальными путями (мелатонин, серотонин). При этом в одних популяциях выявляются локусы, которые в других популяциях не идентифицируются. В результате анализа большого количества репрезентативных генетических исследований А.М. Зайдман и др. [11] приходят к выводу, что в настоящее время генетическая основа идиопатического сколиоза остается неясной, а его этиологическим фактором является эктопическая локализация пластинки роста тел позвонков – клеток производных нервного гребня, генетически не детерминированных к хондрогенной дифференцировке и процессу роста. Авторы считают, что в связи с этим попытки исследования генов в крови больных идиопатическим сколиозом бесперспективны.

Французские исследователи D.L. Rousie и A. Berthoz обнаружили у детей со сколиозом проблемы с внутренним ухом и сопряженные с этим вестибулярные нарушения и нарушения в мозолистом теле, соединяющем левое и правое полушария головного мозга. У детей со сколиозом, которых они протестировали, эта аномалия приводила к нарушению подаваемых головным мозгом команд «право/лево». Используя МРТ, авторы измерили кости мозгового и лицевого черепа у детей со сколиозом и обнаружили значительную асимметрию в расположении левой и правой глазниц, развитии носовой перегородки,

челюстей и скуловых костей, костей основания черепа, главным образом, задней черепной ямки, где находятся мозжечок, а также лабиринты внутреннего уха. Аномалии полукружных каналов лабиринта приводят к искажению сигналов, поступающих в преддверно-спинномозговой путь (вестибулоспинальный тракт) [12].

Асимметричное искажение сигналов от рецепторов вестибулярного анализатора приводит к нарушению право- левосторонней иннервации окологривных мышц, что проявляется в период быстрого роста образованием бокового изгиба позвоночного столба.

Многообразие гипотез формирования сколиоза позволяет сделать вывод, что осуществление этиопатогенетического воздействия на заболевание в настоящее время не представляется возможным, поэтому основным видом лечения прогрессирующих форм сколиоза является оперативное [13].

Риск технических интраоперационных осложнений и инвалидизации больных при хирургической коррекции сколиотической деформации позвоночного столба вызывает необходимость исследования закономерностей изменчивости костных структур и комплексов позвоночного столба в норме и при сколиозе, что является актуальной проблемой функциональной и клинической анатомии.

**Цель:** определить закономерности изменчивости и выявить характер связей костных структур опорных позвоночного столба при сколиотической деформации.

### Материал и методы

В клинической практике принято рассматривать три опорные колонны позвоночного столба: 1) передняя (передняя продольная связка, передний отдел тела и диска); 2) средняя (задняя продольная связка, задний отдел тела и диска); 3) задняя (надостистая, межкостистая, желтая связка, дужки с ножками, суставы).

*Материал исследования:* препараты сколиотически измененных позвоночных столбов (n=18); истории болезни (n=26), рентгено-, КТ-, МРТ-граммы позвоночного столба до и после хирургического лечения сколиотической деформации (n=28).

Методами остеометрии и рентгенометрии определяли следующие морфо-топометрические параметры костных структур опорных комплексов позвоночного столба: переднюю, заднюю, среднюю, левую и правую высоты тела позвонка; длину, ширину, высоту, угол схождения и наклона ножек дуг позвонков; размеры дуг; длину, ширину, высоту, угол наклона и отклонения остистого отростка. Измеряли продольный и поперечный диаметры позвонка и его тела, длину позвоночного столба и его отделов для проведения корреляционного анализа.

### Результаты

В клинической практике принято рассматривать три опорные колонны позвоночного столба:

1. передняя (передняя продольная связка, передний отдел тела и диска);
2. средняя (задняя продольная связка, задний отдел тела и диска);
3. задняя (надостистая, межкостистая, желтая связка, дужки с ножками, суставы).

### Размеры тел позвонков

Высота тел позвонков спереди уменьшается в 1,7 раза от С2 (20,0±0,4 мм) к С5, затем постепенно увеличивается более чем в 2 раза в каудальном направлении, достигая 27,0–28,0 мм. Задняя высота тел позвонков в среднем на 1,5 мм меньше передней в шейном отделе, а у верхних грудных позвонков размеры высот выравниваются. С Th5 по L2 высота тел сзади превалирует над передней высотой в среднем на 2,0 мм, у L3–5 высота уменьшается на 2,0 мм. Средняя высота тел позвонков практически всегда меньше на 1–2 мм передней и задней высот, лишь в нижне-грудном отделе она приближается к передней высоте.

**Таблица 1. Размеры позвонков, входящих в дугу искривления (мм, углы в градусах)**

Позвонок	Параметры							
	Высота тела		Диаметры тела		Угол ножки		Угол наклона ножки	
	Выпуклая Сторона	Вогнутая сторона	Сагиттальный	Фронтальный	Выпуклая сторона	Вогнутая сторона	Выпуклая сторона	Вогнутая сторона
Th <sub>I</sub>	19,7±0,3	19,7±0,3	16,0±0,2	32,0±0,6	28,0±0,7	28,0±0,7	16,0±0,6	16,0±0,6
Th <sub>II</sub>	19,7±0,3	19,7±0,3	17,5±0,2	29,0±0,5	20,0±0,7	20,2±0,7	19,0±0,7	19,0±0,7
Th <sub>III</sub>	19,9±0,4	19,8±0,3	19,5±0,2	26,5±0,5	15,0±0,6	15,4±0,6	23,0±0,7	22,5±0,7
Th <sub>IV</sub>	19,9±0,6	19,7±0,6	21,7±0,4	27,0±0,5	10,0±0,6	12,0±0,7	24,0±0,8	23,5±0,6
Th <sub>V</sub>	19,9±0,5	19,7±0,6	21,7±0,4	28,3±0,5	8,0±0,4	10,0±0,6	25,0±0,8	24,0±0,6
Th <sub>VI</sub>	19,7±0,8	18,2±0,5	25,0±0,5	27,5±0,5	6,0±0,4	9,0±0,6	24,0±0,7	23,0±0,6
Th <sub>VII</sub>	20,2±0,8	18,2±0,5	26,0±0,5	29,8±0,5	4,0±0,3	6,0±0,4	25,0±0,7	22,5±0,6
Th <sub>VIII</sub>	20,8±0,7	19,3±0,5	28,1±0,4	32,0±0,6	2,0±0,2	4,0±0,3	24,5±0,7	23,0±0,6
Th <sub>IX</sub>	20,9±0,6	19,2±0,5	29,0±0,5	32,8±0,6	2,0±0,2	4,0±0,3	22,5±0,6	22,0±0,5
Th <sub>X</sub>	21,0±0,7	20,5±0,6	30,0±0,5	36,0±0,5	0±0,2	3,0±0,2	19,0±0,5	18,0±0,5
Th <sub>XI</sub>	21,6±0,8	20,8±0,7	28,3±0,6	37,5±0,6	-2,0±0,3	0±0,2	20,0±0,6	19,0±0,6
Th <sub>XII</sub>	23,5±0,9	23,2±0,8	31,0±0,6	44,7±0,8	2,0±0,2	4,0±0,3	17,5±0,5	17,0±0,5
L <sub>I</sub>	25,5±0,9	25,4±0,8	31,4±0,7	44,7±1,0	6,0±0,3	7,0±0,4	11,5±0,4	11,0±0,4
L <sub>II</sub>	26,5±1,0	26,2±0,9	33,5±0,6	46,5±1,2	8,0±0,4	8,0±0,5	7,5±0,3	7,5±0,3
L <sub>III</sub>	26,8±1,0	26,7±1,0	33,3±0,6	47,5±1,2	10,0±0,6	10,0±0,6	5,0±0,3	5,0±0,3

Таблица 2. Размеры задних структур позвонков, входящих в дугу искривления (мм)

Позвонок	Параметры							
	Высота дуги		Толщина дуги		Верхнее нож.-фас. расстояние		Нижнее нож.-фас. расстояние	
	Выпуклая сторона	Вогнутая сторона	Выпуклая сторона	Вогнутая сторона	Выпуклая сторона	Вогнутая сторона	Выпуклая сторона	Вогнутая сторона
Th <sub>II</sub>	16,0±0,7	16,0±0,7	6,0±0,2	6,2±0,2	12,0±0,3	12,0±0,3	21,0±0,5	21,0±0,5
Th <sub>III</sub>	15,0±0,6	15,0±0,6	6,4±0,3	6,4±0,3	12,0±0,3	12,0±0,3	21,0±0,5	21,0±0,5
Th <sub>IV</sub>	16,3±0,6	16,0±0,6	6,2±0,2	6,1±0,2	12,6±0,3	12,5±0,3	20,3±0,5	20,0±0,5
Th <sub>V</sub>	18,0±0,7	17,5±0,6	6,0±0,2	5,8±0,2	12,8±0,3	12,6±0,3	21,2±0,5	21,0±0,5
Th <sub>VI</sub>	19,2±0,7	18,5±0,6	6,0±0,2	5,7±0,2	13,0±0,4	12,8±0,3	20,5±0,5	19,9±0,5
Th <sub>VII</sub>	21,0±0,8	20,0±0,7	6,4±0,3	6,0±0,2	13,5±0,4	13,0±0,4	21,0±0,5	19,8±0,5
Th <sub>VIII</sub>	21,5±0,9	20,0±0,7	6,0±0,2	5,6±0,2	13,5±0,4	13,0±0,4	22,0±0,6	21,0±0,5
Th <sub>IX</sub>	20,0±0,7	18,0±0,6	6,1±0,2	5,8±0,2	15,1±0,5	14,8±0,4	23,0±0,6	22,0±0,5
Th <sub>X</sub>	21,0±0,8	18,0±0,6	6,2±0,2	6,0±0,3	15,0±0,5	14,6±0,4	22,3±0,6	21,0±0,5
Th <sub>XI</sub>	21,0±0,8	18,5±0,7	6,7±0,4	6,5±0,4	14,9±0,5	14,2±0,4	21,0±0,5	20,0±0,5
Th <sub>XII</sub>	21,5±0,9	19,0±0,7	6,4±0,3	6,2±0,3	15,0±0,5	14,3±0,4	26,5±0,6	25,0±0,6
L <sub>I</sub>	20,4±0,7	19,0±0,7	6,6±0,4	6,4±0,3	16,5±0,5	15,9±0,5	30,5±0,7	28,0±0,6
L <sub>II</sub>	21,0±0,8	19,5±0,7	7,0±0,4	6,7±0,4	19,0±0,6	18,0±0,6	34,0±0,7	30,0±0,6
L <sub>III</sub>	21,0±0,8	20,5±0,8	7,4±0,4	7,3±0,4	21,0±0,6	20,0±0,6	34,5±0,7	33,0±0,6
L <sub>IV</sub>	21,0±0,8	21,0±0,8	7,7±0,5	7,6±0,5	21,5±0,6	21,0±0,6	36,3±0,8	36,0±0,7

**Морфо-топометрические характеристики костных структур задней опорной колонны позвоночного столба**

Длина ножек дуг позвонков в шейном отделе резко уменьшается от 8,0±0,3 у C2 до 5,0±0,15 мм у C3 (p=0,04), затем постепенно увеличивается к C7 (6,0±0,1 мм), в C–Th переходе вновь увеличивается до 8,0±0,2 мм (Th1) (p=0,03). От Th2 до Th10 она варьирует от 5,0 до 7,0 мм; от Th11 до L2 – несколько выше 7,7–8,5 мм; а от L3 (9,2±0,3 мм) она существенно нарастает и особенно резко – от L4 (11,9±0,4 мм) к L5 (18,7±0,6 мм) (p<0,05).

Ножечно-краевая длина (расстояние от корня ножки до переднего края тела позвонка) максимальна в поясничном отделе (A=44,0–48,5 мм). На шейно-грудном уровне она изменяется волнообразно – сначала увеличивается от 27,0±0,2 у C2 до 31,2±0,4 мм у C4, затем уменьшается до 30,0±0,5 мм у C7, вновь постепенно увеличивается к Th9 до 41,0±0,7 мм и снижается к Th7 до 38,0±0,9 мм (p<0,05).

Ширина ножек дуг позвонков превалирует в нижнем грудном (7,0–9,0 мм) и особенно в поясничном (7,0–18,0 мм) отделах. У верхних и нижних грудных позвонков отмечается некоторое увеличение ширины ножек в среднем на 1,5–2,0 мм.

Высота ножек дуг позвонков изменяются волнообразно: от C2 (8,0±0,2 мм) к C3 (6,7±0,2 мм) она уменьшается (p=0,04), затем увеличивается к C–Th переходу до 9,0±0,1 мм (p=0,01), в грудно-поясничном уровне колеблется от 11,5 до 16 мм.

Угол ножки дуги позвонка (угол, образованный осью направления ножки и сагиттальной осью), имеющий важное практическое значение при установке транспедикулярных металлоконструкций, значительно изменяется на протяжении позвоночного столба. На уровне C2 он составляет 6–8°, к C3 увеличивается до 41–49° и, изменяясь далее, принимает нулевые и отрицательные значения на уровне Th–L переходе у Th12 (0° слева, -1° справа) и у L1 (0° слева и справа). В поясничном отделе этот угол резко увеличивается, достигая 29–30° у L5 (p<0,01).

Угол наклона ножки дуги позвонка (угол между осью ножки и плоскостью, совпадающей с плоскостью нижней поверхности тела позвонка) – второй морфологический параметр, имеющий важное значение при установке транспедикулярных фиксаторов. Он изменяется от отрицательных значений (угол открыт кпереди) у C2 (-49,5° слева, -48,0° справа) до положительных (угол открыт кзади) у C7 (9,0° слева, 10,0° справа). Постепенно увеличиваясь, достигает в грудном отделе 15,5–26,0° (p<0,01). В Th–L переходе величина угла снижается до 10,5° слева и 12,5° справа у L1 (p<0,05) и понижается до нулевых значений у L5 (p=0,00).

Размеры дуг позвонков. Высота дуги в шейных позвонках варьирует от 11,0±0,3 до 15,0±0,4 мм. В грудном отделе она постепенно увеличивается к Th11 до 21,0±0,3 мм слева и до 21,8±0,3 мм (p<0,05). Толщина дуги уменьшается от C2 к C5 от 7,0±0,55 до 3,0±0,1 мм, ниже которого варьирует от 4,3 до 7,0 мм; в Th–L переходе несколько увеличивается у L1 до 7,5±0,15 мм и варьирует в поясничном отделе от 6,3 до 8,0 мм (p<0,05).

**Корреляционные отношения морфо-топометрических параметров костных структур задней опорной колонны позвоночного столба**

Размеры ножек дуг тесно сопряжены с другими размерами позвонка. Устойчивые и значительной силы корреляции характерны и для высоты ножек.

Длина ножек дуги C2 значительно коррелирует с размерами позвонка. У ниже лежащих позвонков корреляции ослабевают и переходят в отрицательные. В C–Th переходе они меняют направление и силу – увеличиваются к Th4–5, затем уменьшаются к Th8. В Th–L переходе корреляции вновь меняют направление и силу до умеренных отрицательных.

Ширина ножек дуги положительно коррелирует с другими размерами позвонков положительно – слабо (C2, Th7, Th12), умеренно (C7–Th2), значительно (C6, Th3, L1, L5) и сильно (L2, L4). Слабая отрицательная связь отмечена лишь на уровне C5 между шириной ножки и высотой тела позвонка.

Ширина и высота ножек дуг позвонков проявляют тесные умеренные и значительные устойчивые положительные связи с высотой и толщиной дуг позвонков, которые ослабевают на уровнях C4, C7, L4, и L5.

Угол ножки и угол наклона ножки дуги слабо взаимосвязаны с другими параметрами: только в грудном отделе угол наклона ножки умеренно и положительно коррелирует с ножечно-краевой длиной.

Таблица 3. Размеры ножек позвонков, входящих в дугу искривления (мм)

Позвонок	Параметры							
	Ножечно-краевая длина		Длина ножки		Ширина ножки		Высота ножки	
	Выпуклая сторона	Вогнутая сторона	Выпуклая сторона	Вогнутая сторона	Выпуклая сторона	Вогнутая сторона	Выпуклая сторона	Вогнутая сторона
Th <sub>I</sub>	28,2±0,5	28,0±0,5	8,0±0,3	8,0±0,3	6,5±0,3	6,5±0,3	9,0±0,4	9,0±0,4
Th <sub>II</sub>	28,0±0,5	28,0±0,5	7,0±0,3	7,0±0,3	6,3±0,3	6,4±0,3	11,5±0,5	11,0±0,4
Th <sub>III</sub>	27,0±0,5	27,0±0,5	5,8±0,2	5,7±0,2	5,8±0,3	5,9±0,3	12,0±0,5	11,8±0,4
Th <sub>IV</sub>	29,0±0,5	28,5±0,5	5,4±0,2	5,3±0,2	5,0±0,2	5,2±0,2	12,0±0,5	11,6±0,4
Th <sub>V</sub>	28,0±0,5	27,4±0,5	5,0±0,2	5,0±0,2	5,0±0,2	5,2±0,2	11,5±0,5	11,0±0,4
Th <sub>VI</sub>	30,0±0,6	27,0±0,5	5,3±0,2	5,2±0,2	4,4±0,2	4,6±0,2	11,0±0,5	10,0±0,4
Th <sub>VII</sub>	31,0±0,6	27,0±0,5	5,5±0,2	5,3±0,2	4,7±0,2	5,0±0,2	11,5±0,5	10,5±0,4
Th <sub>VIII</sub>	32,0±0,7	27,5±0,5	5,5±0,2	5,1±0,2	5,5±0,3	5,8±0,3	12,1±0,5	11,0±0,4
Th <sub>IX</sub>	34,0±0,7	29,5±0,5	6,0±0,3	5,4±0,2	5,7±0,3	6,0±0,3	14,2±0,6	12,2±0,4
Th <sub>X</sub>	37,0±0,9	32,0±0,5	6,3±0,3	5,4±0,2	6,2±0,3	6,4±0,3	15,5±0,6	13,0±0,4
Th <sub>XI</sub>	37,5±0,9	32,0±0,5	7,0±0,3	5,8±0,3	7,8±0,4	7,9±0,4	16,0±0,6	12,5±0,4
Th <sub>XII</sub>	37,5±0,9	34,0±0,6	8,0±0,4	6,0±0,3	8,8±0,4	8,9±0,4	15,8±0,6	14,0±0,5
L <sub>I</sub>	38,0±1,0	36,0±0,7	8,1±0,4	6,9±0,3	8,8±0,4	8,8±0,4	15,5±0,6	15,0±0,6
L <sub>II</sub>	40,0±1,2	39,5±1,1	8,3±0,4	7,7±0,4	8,9±0,4	8,9±0,4	14,5±0,6	14,0±0,5
L <sub>III</sub>	42,0±1,3	41,0±1,2	9,0±0,4	8,5±0,4	9,0±0,5	9,2±0,5	14,0±0,6	13,8±0,5

Размеры остистого отростка. От C2 до Th6 наблюдается постепенное увеличение длины остистого отростка от 20,0 до 45,0 мм, от Th8 до Th12 – его уменьшение (от 43,0 до 30,0 мм), а затем вновь увеличение в Th–L переходе до 35,0 мм и уменьшение длины к L5 до 23,0 мм.

Наибольшее значение угла наклона остистого отростка, так же как и у его длины (58,0–75,0 мм), отмечено у Th7 (64°). Наименьшие значения угла выявлены в поясничном отделе (5–30°). В переходных отделах угол изменяется незначительно.

По данным морфо- и КТ-метрии, остистый отросток чаще наклоняется вправо. Нередко наблюдается отклонение остистого отростка вправо у C3, влево – у C6, Th4, Th12. У всех позвонков встречаются как отрицательные (отклонение влево), так и положительные (отклонение вправо) значения угла наклона остистого отростка, однако у большинства позвонков средние значения углов все же имеют нулевые значения (остистый отросток располагается в сагиттальной плоскости) (табл. 1-3) (рис. 1-3).

### Обсуждение

Доминирующая в настоящее время поза «сидя» - ведущий фактор, предрасполагающий развитие идиопатического сколиоза, этиологическим фактором которого может выступать асимметрия периферического отдела вестибулярного анализатора и, как следствие, нарушение право-левосторонней иннервации латерального и медиального трактов аутохтонных мышц спины и формирование сколиоза.

Определение метрических характеристик опорных костных структур позвонков до хирургической коррекции является затруднительным, поэтому после определения уровня и степени сколиоза выступает потребность в знании закономерностей изменения размеров и ориентации костных элементов позвонков, входящих в дугу искривления позвоночника на выпуклой и вогнутой сторонах.

Ориентация ножек дуг позвонков на протяжении позвоночного столба изменяется в двух направлениях. Угол наклона ножки дуг позвонков сначала увеличивается от C2 до C3, затем снижается до нулевых значений в Th–L переходе, после чего вновь возрастает. Угол наклона ножки из отрицательных значений в шейном отделе переходит в нулевые значения на уровне C–Th перехода, увеличивается в грудном отделе, затем начинает уменьшаться в Th–L переходе и снижается к L5 до нулевых значений. Перекрест кривых значений обоих углов отмечен на уровнях Th2 и L2 позвонков.

При сколиозе в дуге искривления отмечается нарастание билатеральных различий к вершине дуги искривления: на выпуклой стороне деформации увеличиваются высота тела позвонка, длина, высота и угол наклона ножки дуги позвонка, а уменьшаются ширина и угол наклона ножки дуги позвонка.

Предоперационное планирование, персонализированный дооперационный расчет параметров деформированных структур позвоночника и интраоперационное соблюдение этих параметров с учетом размеров тел и задних структур позвонков на выпуклой и вогнутой сторонах искривления является важным этапом хирургической коррекции сколиотической деформации.

### Заключение

В качестве предрасполагающего фактора идиопатического сколиоза может выступать эволюционно-новая доминирующая поза «сидя», в качестве этиологического – асимметрия периферического отдела вестибулярного анализатора, что приводит к нарушению право-левосторонней иннервации латерального и медиального трактов аутохтонных мышц спины и проявляется формированием сколиоза.

В зоне максимальной сколиотической деформации на наружной стороне дуги искривления отмечаются увеличение высоты тела позвонка, длины, высоты и угла наклона ножки дуги позвонка, а также уменьшение ширины и угла наклона ножки дуги позвонка.

### Литература

1. Михайловский М. В., Новиков В. В., Васюра А. С. Хирургическое лечение идиопатических сколиозов грудной локализации // Хирургия позвоночника. 2006. № 1. С. 25–32.

2. Тейлор Д. (Taylor J.) Здоровье по Дарвину: Почему мы болеем и как это связано с эволюцией. М.: Альпина Паблишер, 2016. 333 с.
3. Сак А. Е. Анатомо-биомеханические основы вертикального положения тела человека и спорт // Слобожанский научно-спортивный вестник. 2013. № 4 (37). С. 65–67.
4. Умарходжаев Ф. Р., Мирпаязов А. Х., Матюшин А. Ф. Этапный комплексный подход в лечении сколиотической болезни: VII съезд травматол.-ортопедов России: тез.докл.: в 2-х т. Новосибирск: Изд-во Сиб. ун-та, 2002. Т. 1. С. 170–171.
5. Норкин И. А., Зарецков В. В., Рубашкин С. А. Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии: матер. науч.-практ. конф. детских травматол.-ортопедов России. СПб.: Политехника, 2004. С. 359–360.
6. Проценко В. И. Сколиоз или одинакова ли длина ног у современного человека // Мануальная терапия. 2012. № 1 (45). С. 68–80.
7. Shen F. H. Surgical excision of the hemivertebra in congenital scoliosis // J. Amer. Coll. Surg. 2004. Vol. 199. № 4. P. 652–653.
8. Aydogan M, Ozturk C, Tezer M. Posterior vertebratomy in kyphosis, scoliosis and kyphoscoliosis due to hemivertebra // J. Pediatr. Orthop. B. 2008. № 1. P. 33–37.
9. Danielsson A. J. What impact does spinal deformity correction for adolescent idiopathic scoliosis make on quality of life? // Spine. 2007. № 32. P. 101–108.
10. Дудин М. Г., Пинчук Д. Ю. К вопросу об этиопатогенезе идиопатического сколиоза // Хирургия позвоночника. 2006. № 4. С. 19–25.
11. Зайдман А. М., Строкова Е. Л., Киселева Е. В. Эктопическая локализация клеток нервного гребня – этиологический фактор сколиотической болезни // Хирургия позвоночника. 2015. Т. 12. № 4. С. 88–97.
12. Rousie D. L., Deroubaix J. P., Joly O., Baudrillard J. C., Berthoz A. Abnormal connection between lateral and posterior semicircular canal revealed by a new modeling process: origin and physiological consequences // Basic and Clinical Aspects of Vertigo and Dizziness: Ann. N.Y. Acad. Sci. 2009. P. 455–457.
13. Емкужев О. Л., Анисимова Е. А., Зайцев В. А. Изменчивость морфометрических параметров поясничных позвонков по данным прямой остеометрии: сб. матер. Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию СарНИИТО. 2015. С. 107–110.