611.85:616.711.55-021.3-047.48-089(045)

ИДИОПАТИЧЕСКИЙ СКОЛИОЗ: ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И ВЕСТИБУЛЯРНАЯ ГИПОТЕЗА ФОРМИРОВАНИЯ, АНАТОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ

Герасимова С.Ю.
Научные руководители: д.м.н., профессор Зайченко А.А., д.м.н., профессор Анисимова Е.А

Эволюционно-новая доминирующая у современного человека поза «сидя» создаёт условия для возникновения сколиоза, а его этиологическим фактором может выступать первичная асимметрия в периферическом отделе вестибулярного анализатора, приводящая к нарушению право-левосторонней иннервации околопозвоночных мышц, что проявляется 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 грудопоясничном 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, эволюционная гипотеза сколиоза, асимметрия вестибулярного анализатора, морфометрия позвонков, хирургическая коррекция сколиоза

EVOLUTIONARY-VESTIBULAR HYPOTHESIS OF THE FORMATION OF IDIOPATHIC SCOLIOSIS, AND ANATOMIC RATIONALE FOR SURGICAL CORRECTION

Gerasimov S. Yu.
Scientific advisors: M. D., Professor Zaichenko A. A., M. D., Professor Anisimov And E.

Evolutionary-new dominant in modern man pose "sitting" creates conditions for the emergence of scoliosis, and its etiological factor may be the primary asymmetry in the peripheral part of the vestibular analyzer, leading to a violation of the right-left innervation of the intervertebral muscles, which manifests itself by the formation of lateral bending of the vertebral column. Prior to surgical correction of scoliotic deformation, it is not always possible to accurately determine the metric characteristics of the supporting bone structures of the vertebrae. In this regard, at the forefront after determining the level and degree of scoliosis is the need for knowledge of the laws of change in the size and orientation of the bone elements of the vertebrae included in the arc of curvature of the spine on the convex and concave sides. Thus, when the curvature is localized in the thoracic, thoracic and lumbar vertebral column, as well as in combined scoliosis, the height of the body, the length of the axis and the height of the leg, the height of the arc increase on the convex side of the curvature; the width and angles of the leg, the thickness of the arc, on the contrary, increase on the concave side. Differences in morphometric characteristics of bone structures with convex and concave sides should be taken into account for an adequate choice of orientation, length and diameter of the screw when fixing the spine with different metal structures.

Keywords: idiopathic scoliosis, evolutionary hypothesis of scoliosis, asymmetry of vestibular analyzer, morphometry of vertebrae, surgical correction of scoliosis

Введение

На ранних этапах антропогенеза тело человека большую часть времени находилось в вертикальном или горизонтальном положении. Однако изобретение стула существенно изменило биомеханику человека, появилась новая проблема – «осанка сидящего на стуле». Поза «сидя», наиболее привычная для современного человека и оптимальная для выполнения конторской работы и обучения, тяжелое испытание для опорно-двигательной системы, причиной боли в спине и различных заболеваний. Необходимость длительного соблюдения сидячей рабочей позы приводит к росту числа больных сколиозом [1, 5, 7].

Сколиоз в настоящее время одно из самых распространенных и прогрессирующих заболеваний опорно-двигательной системы. В последние годы отмечается значительное количество данной патологии среди детей и подростков, а также выраженная тенденция к бурному прогрессированию деформации у больных этого возраста [6].

Существует огромное количество гипотез возникновения сколиоза. Так, на развитие сколиоза может влиять неравенство длины ног, при котором таз наклоняется в сторону короткой ноги и тело теряет равновесие, компенсирующееся сколизированием и ротацией позвоночника. Сколиоз может быть связан с дисплазией пояснично-крестцовой области или нарушением мышечного равновесия [6]. Ряд авторов склонялись к теории асимметричного роста отдельных элементов позвоночного столба в период полового созревания [8, 9]. Основываясь на том, что наиболее бурное прогрессирование сколиоза отмечается в пубертатный период, развитие сколиоза связывают с нарушением функции эндокринной системы. Ряд авторов обосновывали возникновение сколиоза пороком развития невральной трубки в эмбриогенезе и нарушением кровоснабжения спинного мозга [2].

В настоящее время главенствующей теорией формирования сколиотической болезни является генетическая. Однако в результате анализа большого количества репрезентативных генетических исследований А.М. Зайдман и др. приходят к выводу, что 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 [4].

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. На МРТ при измерении костей мозгового и лицевого черепа наблюдается значительная асимметрия в расположении левой и правой глазниц, развитии носовой перегородки, челюстей и скуловых костей, костей основания черепа, лабиринтов внутреннего уха и задней черепной ямки, где находятся мозжечок. Аномалии полукружных каналов лабиринта приводят к искажению сигналов, поступающих в преддверно-спинномозговой путь, что приводит к нарушению право- левосторонней иннервации околопозвоночных мышц и проявляется в период быстрого роста образованием бокового изгиба позвоночного столба [10].

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 [3].

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: Выявить закономерности изменчивости и характер связей костных структур опорных колонн 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, межостистая, желтая связка, дужки с ножками, суставы).

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

Методами остеометрии и рентгенометрии определяли 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

Размеры тел позвонков. Высота тел позвонков спереди уменьшается в 1,7 раза от C2 (20,0±0,4 мм) к C5, 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.

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 С2 (8,0±0,2 мм) к С3 (6,7±0,2 мм) она уменьшается (p=0,04), затем увеличивается к С–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 С2 он составляет 6–8°, к С3 увеличивается до 41–49° и, изменяясь далее, принимает нулевые и отрицательные значения на уровне Th–L перехода 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 С2 (-49,5° слева, -48,0° справа) до положительных (угол открыт кзади) у С7 (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).

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 С2 к С5 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 С2 значительно коррелирует с размерами позвонка. У ниже лежащих позвонков корреляции ослабевают и переходят в отрицательные. В С–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 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.

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).

Обсуждение

Одним из ведущих предрасполагающих факторов идиопатического сколиоза является новая в эволюционном отношении доминирующая поза «сидя», тогда как этиологическим фактором может выступать асимметрия периферического отдела вестибулярного анализатора, что приводит к нарушению право-левосторонней иннервации латерального и медиального трактов аутохтонных мышц спины и проявляется формированием сколиоза.

До хирургической коррекции сколиотической деформации не всегда удается определить метрические характеристики опорных костных структур позвонков. Поэтому 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.

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.

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.

Предоперационное планирование, персонифицированный 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.

Список используемой литературы

1. Армин В. В., Чебыкин А. В. Сколиоз, причины и механизмы развития, новый метод коррекции // Вестник медицинского института Реавиз. 2015. № 1. С. 55–57.

2. Дудин М. Г., Пинчук Д. Ю. К вопросу об этиопатогенезе идиопатического сколиоза // Хирургия позвоночника. 2006. № 4. С. 19–25.

3. 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.

4. 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.

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

6. 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.

7. Тейлор Д. (Taylor J.) Здоровье по Дарвину: Почему мы болеем и как это связано с эволюцией. М.: Альпина Паблишер, 2016. 333 с.

8. Aydogan M, Ozturk C, Tezer M. Posterior vertebrectomy in kyphosis, scoliosis and kyphoscoliosis due to hemivertebra // J. Pediatr. Orthop. B. 2008. № 1. P. 33–37.

9. Hunter L, Molitor F, Chafetz R. S. Development and pilot test of the shriners instrument for neuromuscular scoliosis (SPNS) // J. Spinal Cord Med. 2007. № 30. P. 150–157.

10. 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.