

УДК [615.828+616-079.1]:611.711
<https://doi.org/10.32885/2220-0975-2022-2-40-52>

© А. М. Орел, О. К. Семенова, 2022

Метод количественной оценки формы пояснично-грудного отдела позвоночника

А. М. Орел*, О. К. Семенова

Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы
105120, Москва, ул. Земляной Вал, д. 53



Введение. Наличие деформации пояснично-грудного отдела позвоночника в сагittalной плоскости является важным фактором, определяющим состояние здоровья взрослых пациентов. Изучение особенностей осанки человека в норме и при деформациях позвоночника в статике и при движении давно находится в центре внимания клиницистов. Исследования последних лет предлагают единый подход к оценке положения позвонков. Однако для анализа характеристик пояснично-грудного перехода позвоночника такого рода исследования не проводились.

Цель исследования — разработать метод качественной и количественной оценки положения позвонков пояснично-грудного перехода.

Задачи: 1) разработать схематичную модель пояснично-грудного отдела позвоночника; 2) разработать типологию пояснично-грудного перехода позвоночника; 3) предложить объективный показатель, отражающий особенности пояснично-грудного перехода; 4) дать характеристику возрастным особенностям этой зоны позвоночника.

Материалы и методы. Исследованы цифровые рентгенограммы всех отделов позвоночника в сагittalной проекции 141 пациента 21–88 лет с дорсопатией (57 мужчин и 84 женщин). Исследование осуществляли на экране персонального компьютера, без участия пациентов. Получено единное цифровое рентгенологическое изображение позвоночника в сагittalной проекции для каждого пациента. На объединенную рентгенограмму наносили затылочную вертикаль и переднезадние оси T_{ix} – L_v (L_{vi}) позвонков (оси r). В точки пересечения осей с затылочной вертикалью восстанавливали перпендикуляры к осям r и измеряли углы между перпендикулярами и затылочной вертикалью (углы r). Статистический анализ проводили с помощью пакета программ Microsoft Office Excel 2007.

Результаты. На основе полученных данных были построены схематичные модели всех случаев. В рамках этой модели проведено сравнение позвоночников и описаны три формы пояснично-грудного перехода — нормальная, выпрямленная и усиленная. Предложен агрегированный показатель $ArTL$ и определены его границы для количественной оценки каждого случая. Показано, что возрастные особенности для этого

* Для корреспонденции:

Александр Михайлович Орел

Адрес: 105120 Москва, ул. Земляной Вал, д. 53,
Московский научно-практический центр
медицинской реабилитации, восстановительной
и спортивной медицины Департамента
здравоохранения города Москвы
E-mail: aorel@rambler.ru

* For correspondence:

Aleksander M. Orel

Address: Moscow Scientific and Practical Center
for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports
Medicine, bld. 53 ul. Zemlyanoj Val, Moscow,
Russia 105120
E-mail: aorel@rambler.ru

Для цитирования: Орел А. М., Семенова О. К. Метод количественной оценки формы пояснично-грудного отдела позвоночника. Российский остеопатический журнал. 2022; 2: 40–52. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2022-2-40-52>

For citation: OreI A. M., Semenova O. K. Method of quantitative assessment of the shape of the lumbar-thoracic spine. Russian Osteopathic Journal. 2022; 2: 40–52. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2022-2-40-52>

отдела позвоночника выражены не в монотонном изменении среднего значения $ArTL$ с возрастом, а в увеличении доли пациентов с выпрямленным и усиленным кифозом, что особенно заметно у лиц старше 75 лет.

Заключение. Предлагаемая технология оценки положения позвонков пояснично-грудного отдела позвоночника была разработана для удовлетворения нужд остеопатов и специалистов восстановительной медицины и представлена впервые. В ходе исследования разработаны схематичные модели позвоночника каждого пациента, предложен показатель $ArTL$ для количественной оценки формы пояснично-грудного отдела. Определены границы для диагностики каждой формы и проведено исследование на предмет выявления возрастного тренда. Обнаружено отсутствие линейного возрастного тренда изменений в этом отделе позвоночника. Среди лиц старше 75 лет чаще встречались пациенты с выпрямленным или усиленным кифозом этой зоны.

Ключевые слова: позвоночник, рентгенологическое обследование позвоночника, формы пояснично-грудного перехода позвоночника, схематичная модель позвоночника, пациенты молодого, среднего, пожилого и старческого возраста

Источник финансирования. Исследование не финансировалось каким-либо источником.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Статья поступила: 28.01.2022

Статья принята в печать: 28.03.2022

Статья опубликована: 30.06.2022

UDC [615.828+616-079.1]:611.711

<https://doi.org/10.32885/2220-0975-2022-2-40-52>

© Aleksander M. Orel, Olga K. Semenova, 2022

Method of quantitative assessment of the shape of the lumbar-thoracic spine

Aleksander M. Orel *, Olga K. Semenova

Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine
bld. 53 ul. Zemlyanoi Val, Moscow, Russia 105120

Introduction. The presence of deformation of the lumbar-thoracic spine in the sagittal plane is the main factor determining the health status of adult patients. The studies of the features of human posture with or without spinal deformities in statics and movement have been in the focus of clinician attention for a long time. Recent studies offer a unified approach to assessing the position of the vertebrae. However, no such studies have been conducted to analyze the lumbar-thoracic junction.

The purpose of the work — to develop a method of qualitative and quantitative assessment of the vertebra positions in lumbar-thoracic junction.

Issues: to develop a schematic model of the lumbar-thoracic spine; to develop a typology of the lumbar-thoracic transition; to develop an objective indicator reflecting the features of the lumbar-thoracic transition in the patient; to characterize the age characteristics of this area of the spine.

Materials and methods. A study of digital radiographs for all spine parts in sagittal projection for 141 patients with dorsopathies, 57 men and 84 women aged from 21 to 88 years, was conducted. The study was performed on a personal computer screen, without patient participation. A single digital X-ray image of the spine in the sagittal projection was obtained for each patient. The occipital vertical and anteroposterior axes of $T_{IX}-L_V$ (L_{VI}) vertebrae (r axes) were applied to the combined radiograph. At the intersection points of the axes with the occipital vertical, the perpendiculars to the r axes were restored, and the angles between the perpendiculars and the occipital vertical (angles r) were measured. Statistical analysis was carried out using the Microsoft Office Excel 2007 software package.

Results. Schematic models of the lumbar-thoracic junction for all cases were constructed on the basis of the data obtained. The models were used to compare the vertebra positions and describe three form types of lumbar-thoracic junction: normal, straightened and reinforced. An aggregated ArTL indicator is proposed and the boundaries of this indicator were determined for the quantitative assessment of each case. It is demonstrated that the age features for this part of the spine are expressed not in a monotonous change in the average value of ArTL with age, but in an increase in the proportion of patients with straightened and enhanced kyphosis, and it is especially noticeable in the group of people over 75 years old.

Conclusion. The proposed technology for assessing the position of the vertebrae of the lumbar-thoracic spine was developed to satisfy the needs of osteopaths and specialists in restorative medicine, and this technology is presented for the first time. In the course of the study, schematic models of the spine of each patient were developed; an ArTL indicator was proposed to quantify the type of the lumbar-thoracic region shape. The boundaries for the diagnosis of each type were determined and a study was conducted to identify the age trend. The study revealed the absence of a linear age trend of changes in this part of the spine. Among people over 75 years of age, patients with straightened or enhanced kyphosis of this zone were more common.

Key words: spine, radiography of the spine, forms of lumbar-thoracic junction, schematic model of the spine, patients of senile, elderly, middle and young age

Funding. The study was not funded by any source.

Conflict of interest. The authors declare no obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

The article was received 28.01.2022

The article was accepted for publication 28.03.2022

The article was published 30.06.2022

Введение

Повышение качества жизни привело к увеличению числа лиц пожилого и старческого возраста. Это изменило понимание причин возникновения и прогрессирования деформаций позвоночника у взрослых людей. Многие исследователи признают, что наличие деформации пояснично-грудного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости является важным фактором, определяющим состояние здоровья взрослого пациента [1–4].

Изучение особенностей осанки человека в норме и при деформациях позвоночника в статике и при движении давно находится в центре внимания клиницистов. Разработаны методы визуального, биомеханического, постурального и остеопатического анализа положения структур позвоночника [5–11].

Значительный прогресс в понимании состояния позвоночника связан с достижениями лучевых методов исследования. Большой вклад в диагностику заболеваний позвоночника внесли рентгеновская компьютерная томография и магнитно-резонансная томография [12]. В последние годы интерес к рентгенологическому исследованию позвоночника как базовому методу анализа морфологических проявлений заболеваний и положения позвонков вновь возрос [13]. Для обоснования подхода и выбора варианта хирургического вмешательства нейрохирурги разработали методы количественной оценки положения позвонков всех значимых структур позвоночника, основанные на рентгенографии [14–16]. Наибольший интерес вызывают результаты исследования всех отделов позвоночника одновременно [17].

Имеющиеся классификации деформаций позвоночника, созданные на основе рентгенологического обследования всего позвоночника, отражают, в первую очередь, нужды хирургов. Классификаций существует несколько. Они отличаются степенью сложности, содержат множество ка-

чественных и количественных параметров, описывающих каждый отдел позвоночника с разных точек зрения. Для такого анализа требуются специальные рентгеновские аппараты и программное обеспечение [16].

Отечественные исследования последних лет, разработанные для удовлетворения нужд остеопатов, предлагают единый подход к оценке положения позвонков. В рамках такого подхода позвоночник рассматривается как целостность, учитывается взаимосвязь всех его частей и функций. Технология предусматривает формирование из обычных цифровых рентгенограмм каждого отдела обобщенного изображения позвоночника в сагittalной проекции с нанесением на это изображение системы координат [18, 19]. Однако для анализа положения позвонков пояснично-грудного перехода такого рода исследования не проводились.

Цель исследования — разработать метод качественной и количественной оценки положения позвонков пояснично-грудного перехода.

Задачи: 1) разработать схематичную модель пояснично-грудного отдела позвоночника; 2) разработать типологию положения позвонков пояснично-грудного перехода; 3) предложить объективный показатель, отражающий особенности пояснично-грудного перехода; 4) дать характеристику возрастным особенностям этой зоны позвоночника.

Материалы и методы

Тип исследования: когортное.

Место проведения и продолжительность исследования. Исследование было проведено в Московском научно-практическом центре медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины с 2019 по 2021 г.

Характеристика участников. Для определения критериев положения позвонков пояснично-грудного перехода были исследованы цифровые рентгенограммы всех отделов позвоночника в сагittalной проекции 141 пациента 21–88 лет с дорсопатией (57 мужчин и 84 женщин).

Критериями включения в группу исследования было наличие цифровых рентгенограмм всех отделов позвоночника, сделанных одномоментно с использованием соответствующих стандартов рентгенологического исследования [20]. Критериями исключения были наличие грубых сколиотических деформаций позвоночника III–IV степени, обусловленных врожденными аномалиями развития позвонков, и заболеваний, противопоказанных для лечения методами остеопатии [21, 22]. По возрасту пациенты были разделены на четыре группы: 21–45 лет – 32 человека; 46–59 лет – 38; 60–74 года – 50 и 75–88 лет – 21 пациент.

Определяющим фактором для отбора пациентов была цель исследования – выявить наиболее общие закономерности положения позвонков и формы отделов позвоночника, то есть когорта должна включать максимально возможное число вариантов, встречающихся в рентгенологической практике нехирургической клиники. Важно подчеркнуть, что в рамках данного исследования изучали не заболевания, а проявления положения позвонков.

Исходно пациентов обследовали по поводу дорсопатии в клинике мануальной терапии. Рентгенологическое обследование осуществляли до мануального лечения. Отбор рентгенограмм пациентов для каждой возрастной категории осуществлялся по следующим критериям: 1) наличие рентгенограмм всех отделов позвоночника, сделанных одномоментно в соответствии со стандартами; 2) отсутствие заболеваний, противопоказанных для мануальной терапии или остеопатии (исключали случаи с подозрением на онкологическое заболевание любой этиологии, с болезнью Бехтерева, со сколиозом III–IV степени и т. д.).

Для сбора достаточного числа случаев рассматривали базу данных цифровых рентгенограмм за несколько лет, последние изучали на предмет отсутствия признаков органических заболеваний, наличия изображений всех отделов позвоночника, а также качества соблюдения стандартов рентгенологического исследования.

Следует отметить, что среди пациентов 75–88 лет были взяты все приемлемые случаи в силу крайней редкости исследования пациентов в этом возрасте. На момент исследования их оказалось всего 21 человек. Остальные пациенты набирались с учетом возможности дальнейшей статистической обработки данных — не менее 30 случаев для каждой возрастной группы. Группа пациентов 60–74 лет оказалась наиболее многочисленной, поскольку этим пациентам рентгенологическое исследование всего позвоночника проводили чаще всего.

Исследование осуществляли без участия пациентов. На экране персонального компьютера было получено единое цифровое рентгенологическое изображение позвоночника в сагittalной проекции для каждого пациента. На объединенной цифровой рентгенограмме вдоль всех отделов позвоночника, начиная от наружного бугра затылочной кости вниз, проводили затылочную вертикаль и наносили переднезадние оси $T_{IX}-L_V (L_{VI})$ позвонков (оси r) по методике, описанной ранее [19]. В точке пересечения осей с затылочной вертикаллю восстанавливали перпендикуляры к осям r и измеряли углы между перпендикулярами и затылочной вертикаллю — углы переднезадних осей позвонков (углы r). Результаты заносили в бланк протокола исследования.

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета программ Microsoft Office Excel 2007.

Этическая экспертиза. Исследование проведено в соответствии с Хельсинской декларацией (принята в июне 1964 г., пересмотрена в октябре 2013 г.), от каждого участника исследования получено информированное согласие.

Результаты и обсуждение

Так же как и в предыдущих исследованиях, в данной работе акцент был сделан на измерение углов переднезадних осей позвонков относительно затылочной вертикали. Информация о массиве углов не выдвигает строгих требований к соответствию масштаба размеров позвоночника в каждом случае. При анализе угловых измерений не так важны случайные индивидуальные особенности конкретного пациента, такие как рост, диспропорция разных отделов позвоночника и отдельных позвонков. Для определения валидного показателя, характеризующего положение позвонков пояснично-грудного перехода, были измерены углы r переднезадних осей $T_{IX}-L_V (L_{VI})$ позвонков.

На основе полученных данных были построены схематичные модели всех случаев. Модель отражает положение каждого позвонка в обобщенном виде. Было принято условие, что все позвонки по величине равны и расстояния между ними также равны. На схеме каждый позвонок представлен в виде вектора, основанием которого является верхушка вектора позвонка, стоящего выше. Направление вектора соответствует направлению перпендикуляра, восстановленного к переднезадней оси.

Модели, так же как и рентгенограммы, продемонстрировали особенности положений позвонков пояснично-грудного отдела позвоночника у людей разного возраста. Однако, в отличие от рентгенограмм, несколько моделей можно было разместить на одной диаграмме, привести к одинаковым условиям масштаба и объединить по одной точке. При изучении пояснично-грудного отдела такой точкой был центр позвонка T_{IX} , она была принята за нулевую отметку во всех моделях (рис. 1).

В ходе изучения моделей и при сравнении их с рентгенограммами было выявлено три формы пояснично-грудного перехода — нормальная, выпрямленная и усиленная (рис. 2–4).

Для того чтобы установить, какие позвонки в наибольшей степени характеризуют форму пояснично-грудного перехода, были определены суммы синусов углов от rT_x до угла r позвонка, который находился на вершине поясничного лордоза. Чаще всего на вершине поясничного лордоза находились позвонки L_{III}, L_{IV} , реже — L_{II}, L_V и еще реже L_I . Была исследована корреляция массива данных

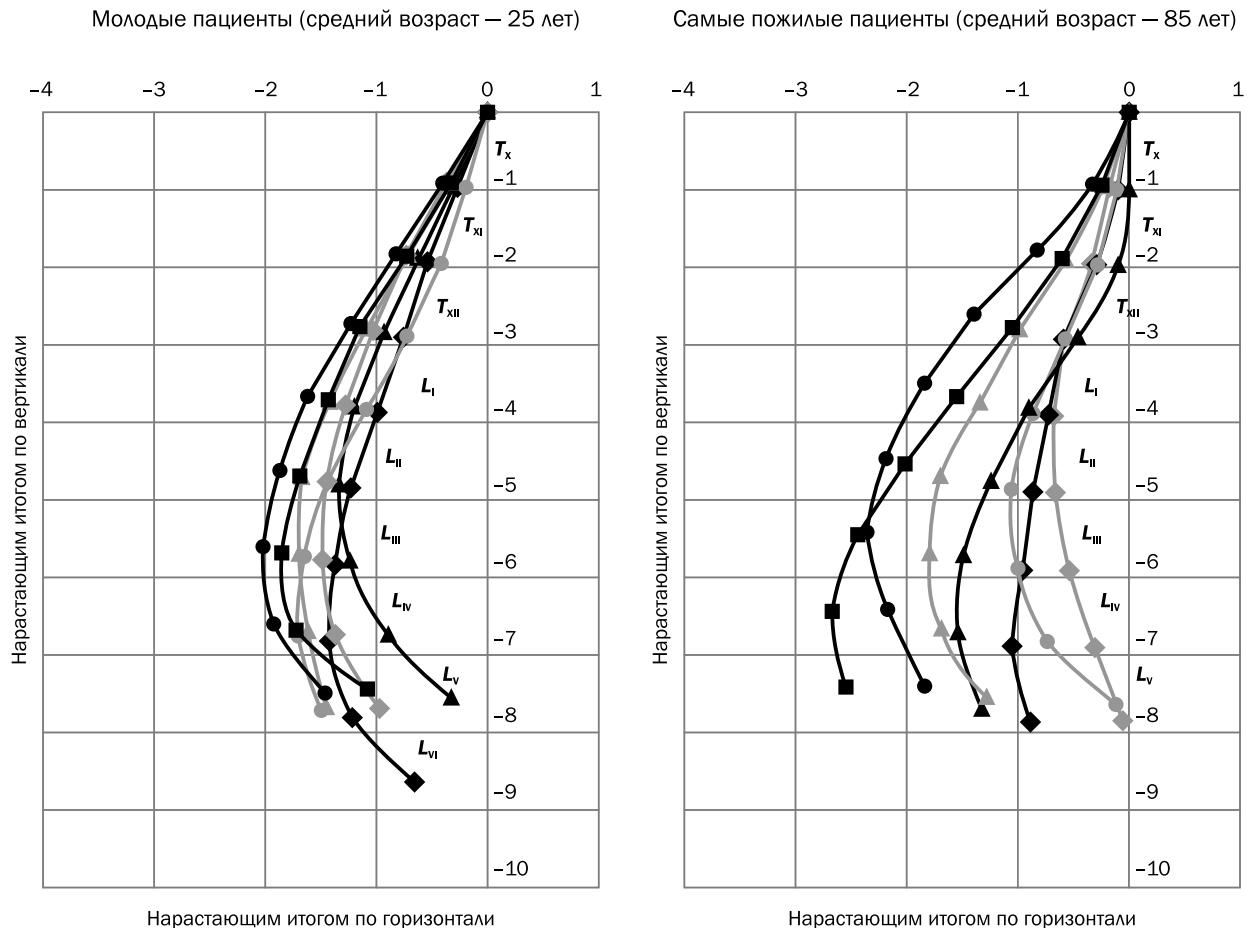


Рис. 1. Схематичные модели пояснично-грудного отдела позвоночника

Fig. 1. Schematic models of the lumbar-thoracic spine

углов каждого из позвонков от T_x до L_{iii} с суммой синусов исследованных углов в этом диапазоне. В результате, было выявлено, что наибольшие значения коэффициента корреляции по Спирмену отмечались для позвонков T_{xi} , T_{xii} , L_1 и L_{ii} (0,68–0,88), что и определило их выбор для разработки типологии этого отдела позвоночника (рис. 5).

Предложен агрегированный показатель $ArTL$, который вычисляли по формуле: $ArTL = (rT_{xi} + rT_{xii} + rL_1 + rL_{ii})/4$.

Был вычислен коэффициент корреляции по Спирмену массива данных показателей $ArTL$ с массивом данных модулей суммы синусов углов позвонков от T_{ix} до позвонков, находящихся на вершине поясничного лордоза, он составил 0,96. Ниже представлены результаты этого исследования (рис. 6).

Полученный агрегированный показатель $ArTL$ позволил предложить количественную оценку форм пояснично-грудного отдела позвоночника и разделить всю когорту обследованных на три группы (таблица).

Предыдущий этап исследования продемонстрировал статистически значимые возрастные изменения, характерные для всего позвоночника и для области шейно-грудного перехода [18, 19].

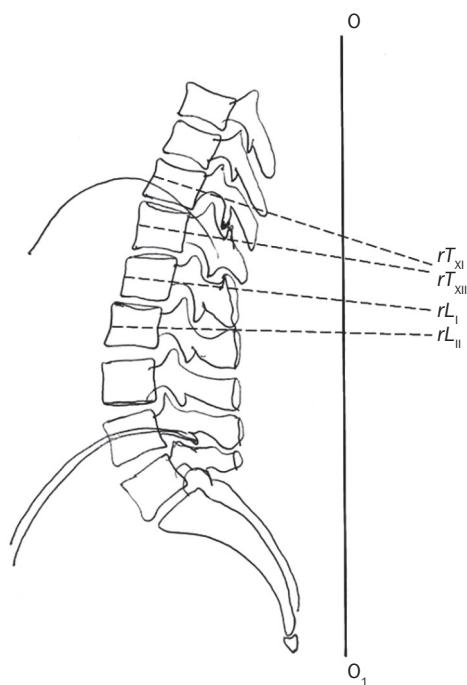


Рис. 2. Нормальный изгиб пояснично-грудного перехода:
O-O₁ – затылочная вертикаль; rT_{XI}, rT_{XII}, rL_I, rL_{II} –
переднезадние оси соответствующих позвонков;
скиаграмма пояснично-грудного перехода, поясничного,
крестцового и копчикового отделов позвоночника
в сагиттальной проекции пациентки Р., 44 года; ArTL = 14,3

Fig. 2. Normal lordosis form of the lumbar-thoracic junction:
O-O₁ – occipital vertical; rT_{XI}, rT_{XII}, rL_I, rL_{II} – anteroposterior
axes of the corresponding vertebrae;
skiagram of the lumbar-thoracic junction, lumbar, sacral
and coccygeal spine in the sagittal projection;
patient R., 44 years; ArTL = 14,3

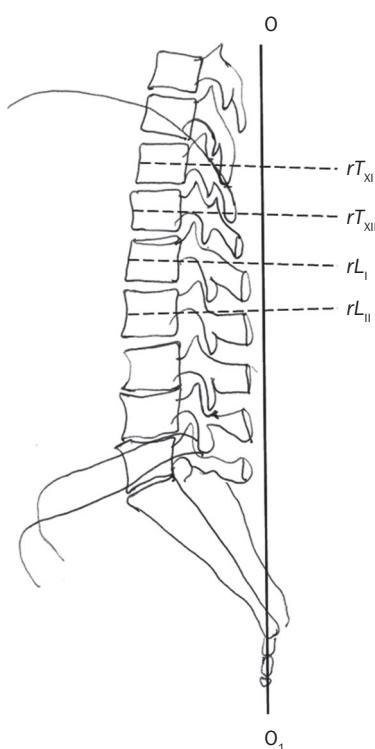


Рис. 3. Выпрямленный изгиб пояснично-грудного перехода:
O-O₁ – затылочная вертикаль; rT_{XI}, rT_{XII}, rL_I, rL_{II} –
переднезадние оси соответствующих позвонков;
скиаграмма пояснично-грудного перехода, поясничного,
крестцового и копчикового отделов позвоночника
в сагиттальной проекции пациентки Б., 76 лет; ArTL = 3

Fig. 3. Straightened lordosis form
of the lumbar-thoracic junction:
O-O₁ – occipital vertical; rT_{XI}, rT_{XII}, rL_I, rL_{II} – anteroposterior
axes of the corresponding vertebrae;
skiagram of the lumbar-thoracic junction, lumbar, sacral
and coccygeal spine in the sagittal projection;
patient B., 76 years old; ArTL = 3

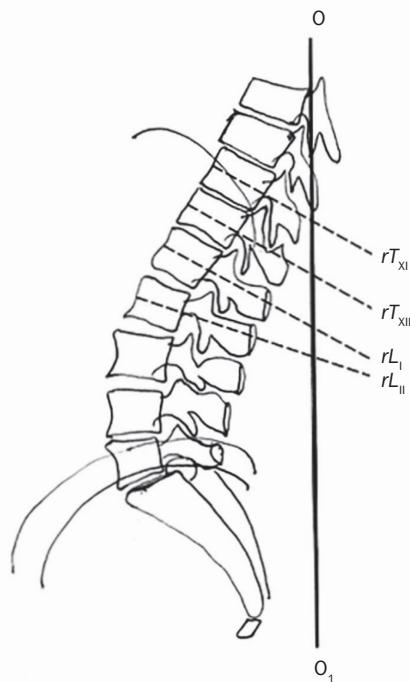


Рис. 4. Усиленный изгиб пояснично-грудного перехода:
O-O₁ — затылочная вертикаль; rT_{xI}, rT_{xII}, rL_I, rL_{II} —
переднезадние оси соответствующих позвонков;
скиаграмма пояснично-грудного перехода, поясничного,
крестцового и копчикового отделов позвоночника
в сагиттальной проекции пациентки Н., 70 лет; ArTL = 28

Fig. 4. Reinforced lordosis form of the lumbar-thoracic junction:
O-O₁ — occipital vertical; rT_{xI}, rT_{xII}, rL_I, rL_{II} — anteroposterior
axes of the corresponding vertebrae;
skiagram of the lumbar-thoracic junction, lumbar, sacral
and coccygeal spine in the sagittal projection;
patient N., 70 years; ArTL = 28

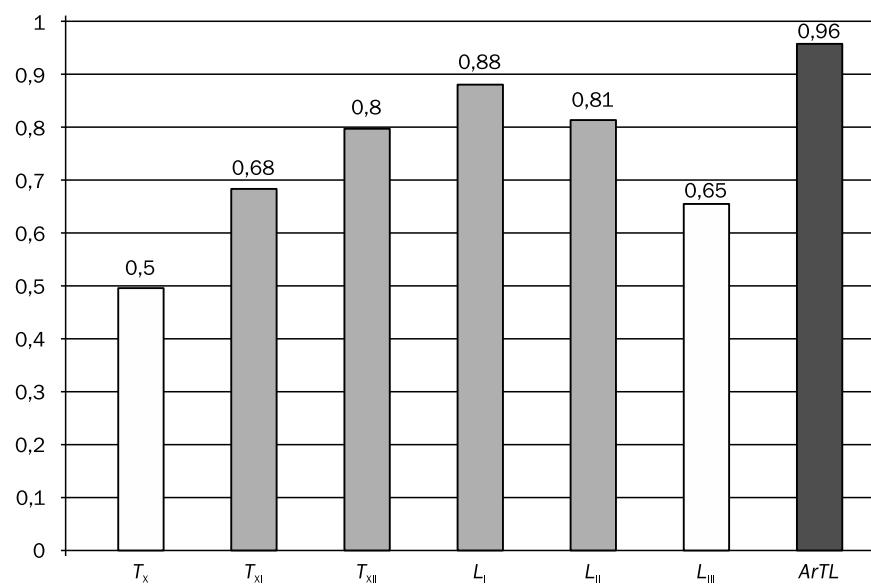


Рис. 5. Корреляция значений углов осей позвонков и ArTL и суммы синусов
углов r позвонков от T_{IX} до вершины поясничного лордоза

Fig. 5. Correlation of the vertebra r angles and ArTL values with the sum of r sinuses
for vertebrae from T_{IX} to the apex of lumbar lordosis

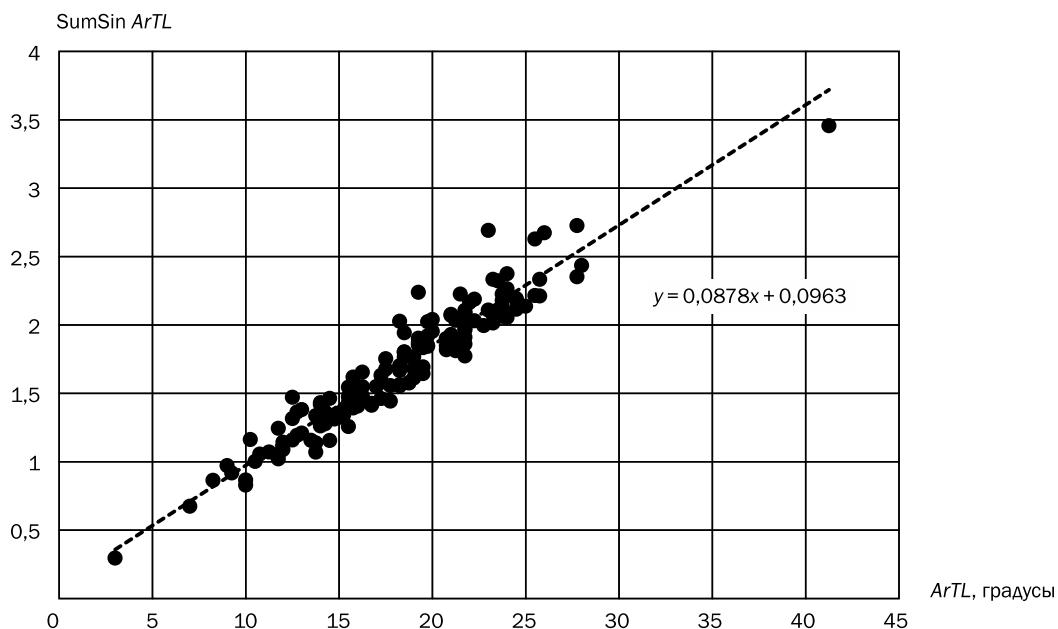


Рис. 6. Диаграмма рассеяния значений ArTL и суммы синусов углов r позвонков от T_{IX} до вершины поясничного лордоза

Fig. 6. Scatterplot for ArTL index and the sum of r angle sinuses from T_{IX} to the lumbar lordosis apex vertebra

Распределение пациентов по формам пояснично-грудного отдела позвоночника в зависимости от показателя ArTL, $n=141$

Distribution of patients according to the forms of the lumbothoracic spine depending on the ArTL index, $n=141$

Форма пояснично-грудного отдела позвоночника	Границы ArTL, градусы		Абс. число	%
	min	max		
Выпрямленная	Не ограничено	13,9	31	19,1
Нормальная	14	21,9	84	59,6
Усиленная	22	Не ограничено	30	21,3

Поэтому при изучении поясничного отдела позвоночника особое внимание уделяли вопросу, как проявляется влияние возраста на форму пояснично-грудного перехода. На рис. 7 видно, что показатель ArTL, характеризующий форму шейно-грудного перехода, не имеет выраженного восходящего или нисходящего тренда. Однако следует отметить, что у пациентов старших возрастных групп по сравнению с молодыми наблюдали больший разброс значений ArTL.

Исследована частота встречаемости трех форм пояснично-грудного отдела позвоночника во всех возрастных группах (рис. 8). Выявлено, что соотношение частоты той или иной формы пояснично-грудного перехода в разных возрастных группах варьируется. В молодом возрасте пре-

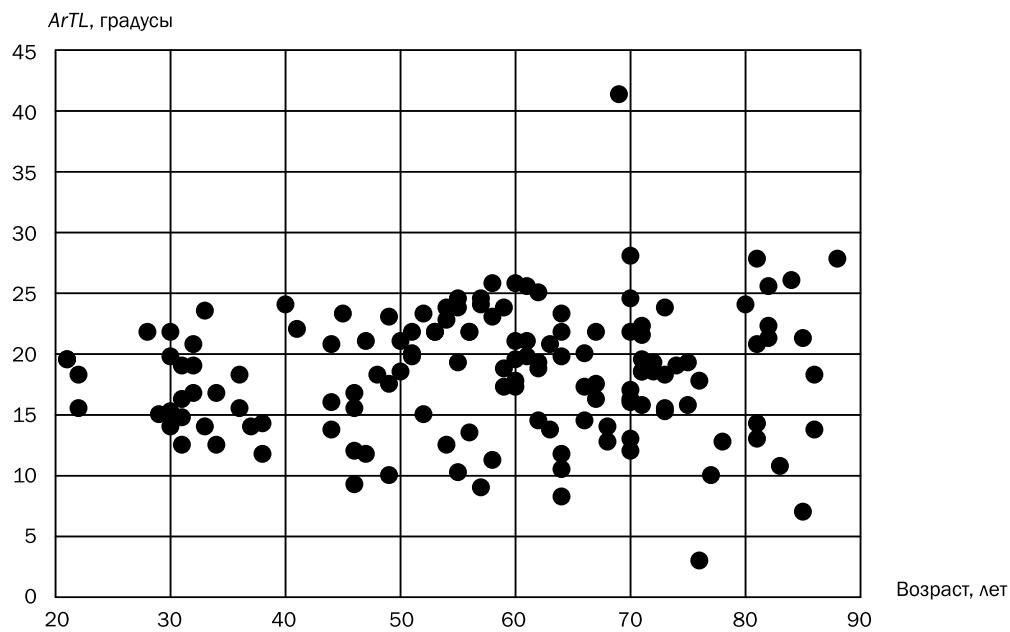


Рис. 7. Диаграмма рассеяния показателя ArTL в зависимости от возраста

Fig. 7. The scatterplot of ArTL indicator value with age

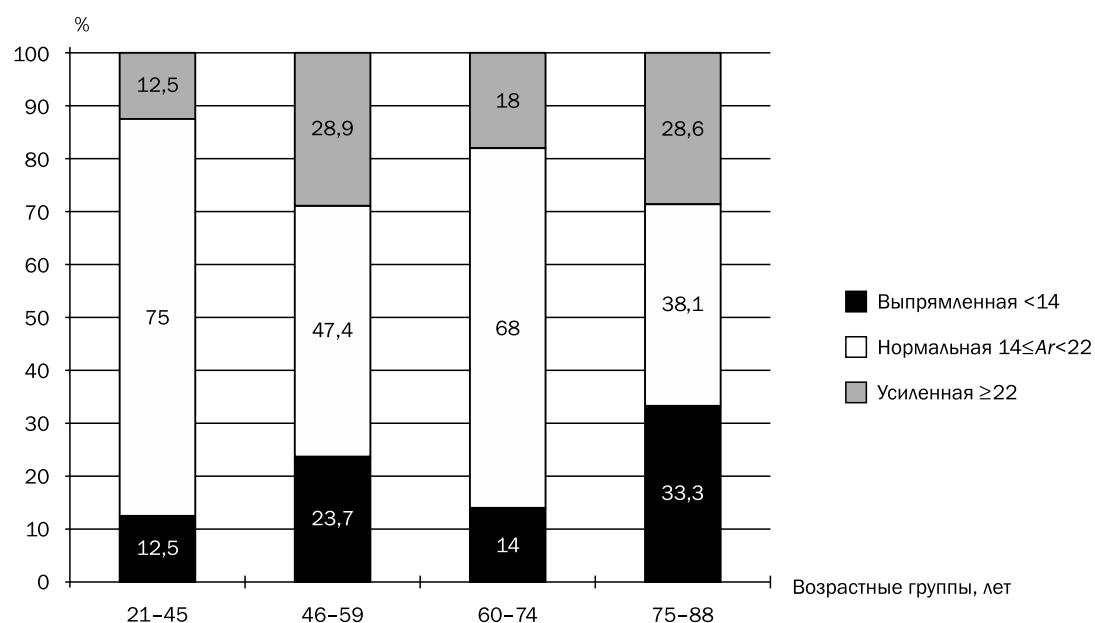


Рис. 8. Частота встречаемости форм пояснично-грудного перехода по показателю ArTL в зависимости от возраста пациентов, n=141

Fig. 8. Frequency of lumbosacral junction types based on ArTL indicator for different age subgroups, n=141

валирует нормальная форма. В возрасте 46–59 лет число пациентов с нормальной формой снижается, а в следующей возрастной группе вновь возрастает. Доля пациентов наиболее старшей группы с нормальной формой пояснично-грудного перехода опять значительно уменьшается. Доля пациентов с выпрямленной и усиленной формами пояснично-грудного перехода распределяется практически симметрично в каждой возрастной категории. Их доля минимальна в группе молодых людей. В следующей возрастной группе их частота в 2 раза больше. В группе пациентов 60–74 лет их доля снова практически такая же, как и в группе молодых пациентов. В старческом возрасте процент пациентов с выпрямленной и усиленной формами пояснично-грудного перехода в совокупности наиболее велик по сравнению с другими возрастными группами (см. рис. 8). Проведенное исследование показало, что восходящий или нисходящий возрастной тренд в области пояснично-грудного перехода позвоночника отсутствует.

Заключение

Проблема диагностики положения позвонков пояснично-грудного перехода актуальна и значима, особенно при обследовании пациентов пожилого и старческого возраста. Если рассматривать позвоночник как целостность, постоянно изменяющуюся в пространстве организма и во времени, как единый континуум приобретаемых признаков на протяжении всей жизни, то можно выявить существенные закономерности, попытаться определить признаки старения и предложить людям любого возраста меры профилактики. Рентгенологическое исследование любого отдела позвоночника, осуществляемого дискретно, без изучения других отделов, позволяет получить достоверную информацию о строении каждого позвонка. Однако если мы исследуем единое цифровое изображение всего позвоночника, то выявляются новые возможности определения положения каждого из его отделов. Важно отметить, что многочисленные классификации деформаций позвоночника отражают потребности нейрохирургов в регистрации результатов хирургического лечения. Такого рода работ с применением рентгенологического исследования, отвечающих запросам остеопатов и специалистов восстановительной медицины, до сих пор не проводилось.

В ходе данного исследования было решено несколько задач. Разработанные схематичные модели позвоночника дали возможность сравнивать форму и положение позвонков каждого пациента, что определило выбор позвонков для разработки валидного критерия оценки пояснично-грудного перехода. Были определены границы показателя $ArTL$ для каждой формы пояснично-грудного перехода, что легло в основу идентификации и оценки формы данного отдела позвоночника у каждого пациента.

При изучении возрастных особенностей частоты встречаемости каждой формы пояснично-грудного перехода обнаружено, что для показателя $ArTL$ возрастной тренд восходящего или нисходящего типа в данном отделе позвоночника отсутствует. Однако у пациентов старшего возраста встречаются более широкие границы показателя $ArTL$ по сравнению с группой молодых пациентов, что, возможно, связано с выраженным возрастными изменениями, наблюдаемыми у пациентов в других отделах позвоночника. Но доказательство или опровержение этой гипотезы требует дальнейших исследований.

Вклад авторов:

А.М. Орел — разработка дизайна исследования, научное руководство исследованием, сбор и анализ материалов, участие в анализе собранных данных, обзор публикаций по теме исследования, написание и редактирование текста статьи

О.К. Семёнова — разработка дизайна исследования, участие в анализе собранных данных, разработка схематичной модели позвоночника, статистический анализ данных, редактирование текста статьи

Authors' contributions:

Aleksander M. Orel — development of research design, scientific management of research, collection and analysis of materials, participation in the analysis of collected data, review of publications on the topic of the article, writing and editing of the text of the article

Olga K. Semenova — research design development, participation in the analysis of the collected data, development of a schematic model of the spine, statistical data analysis, editing of the text of the article

Литература/References

1. Ames C. P., Scheer J.K., Lafage V., Smith J.S., Bess S., Berven S.H., Mundis G. M., Sethi R.K., Deinlein D.A., Coe J.D., Hey L.A., Daubs M. D. Adult Spinal Deformity: Epidemiology, Health Impact, Evaluation, and Management. *Spine Deform.* 2016; 4 (4): 310–322. <https://doi.org/10.1016/j.jspd.2015.12.009>
2. Iyer S., Sheha E., Fu M. C., Varghese J., Cunningham M. E., Albert T. J., Schwab F. J., Lafage V. C., Kim H. J. Sagittal Spinal Alignment in Adult Spinal Deformity: An Overview of Current Concepts and a Critical Analysis Review. *JBJS Rev.* 2018; 6 (5): e2. <https://doi.org/10.2106/jbjs.rvw.17.00117>
3. Kim H. J., Yang J. H., Chang D. G., Suk S. I., Suh S. W., Song K. S., Park J. B., Cho W. Adult Spinal Deformity: Current Concepts and Decision-Making Strategies for Management. *Asian Spine J.* 2020; 14 (6): 886–897. <https://doi.org/10.31616/asj.2020.0568>
4. Yamato Y., Sato Y., Togawa D., Hasegawa T., Yoshida G., Yasuda T., Banno T., Arima H., Oe S., Mihara Y., Ushirozako H., Yamada T., Matsuyama Y. Differences in the geometrical spinal shape in the sagittal plane according to age and magnitude of pelvic incidence in healthy elderly individuals. *J. Orthop. Sci.* 2020; 25 (4): 557–564. <https://doi.org/10.1016/j.jos.2019.07.005>
5. Гаже П.-М., Вебер Б. Постурология. Регуляция и нарушения равновесия тела человека. СПб.: СПбМАПО; 2008; 316 с. [Gage P.-M., Weber B. Posturology. Regulation and imbalance of the human body. St. Petersburg: SPbMAPO; 2008; 316 p. (in russ.)].
6. Капанджи А. И. Позвоночник: физиология суставов. М.: Эксмо; 2009; 344 с. [Kapandzhia A. I. Spine: Physiology of joints. M.: Eksmo; 2009; 344 p. (in russ.)].
7. Albert T. J., Vaccaro A. R. Physical Examination of the Spine Second Edition. New York: Thieme; 2017; 111 p.
8. Kendall F. P., Kendall McCreary E., Provence P. G., McIntyre Rodgers M., Romani W. A. Muscles, testing and function, with Posture and Pain. Lippincott Williams & Wilkins Baltimore, Maryland, USA; 2005; 560 p.
9. Parsons J., Marcer N. Osteopathy Models for Diagnosis, Treatment and Practice. Elsevier, London; 2005.
10. Singh K. Spine Essentials Handbook. A Bulleted Review of Anatomy, Evaluation, Imaging, Tests, and Procedure. Thieme Medical Publishers, New York; 2019; 282 p.
11. White III A. A., Panjabi M. M. Clinical biomechanics of the spine. Philadelphia, J. B. Lippincott Company; 1990; 722 p.
12. Forseen S. E., Borden N. M. Imaging anatomy of the human spine: a comprehensive atlas including adjacent structures. New York: Demos Medical Publishing, LLC; 2016; 295 p.
13. Santiago F. R., Ramos-Bossini A. J. L., Wang Y. X. J., Zúñiga D. L. The role of radiography in the study of spinal disorders. *Quant. Imaging Med. Surg.* 2020; 10 (12): 2322–2355. <https://doi.org/10.21037/qims-20-1014>
14. Savage J. W., Patel A. A. Fixed sagittal plane imbalance. *Global Spine J.* 2014; 4 (4): 287–296. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1394126>
15. Zdeblick A. T., Albert T. J. The Spine. Wolters Kluwer. Lippincott Williams & Wilkin; 2014; 406 p.
16. Dagdia L., Kokabu T., Ito M. Classification of Adult Spinal Deformity: Review of Current Concepts and Future Directions. *Spine Surg. Relat. Res.* 2018; 3 (1): 17–26. <https://doi.org/10.22603/ssrr.2017-0100>
17. O'Brien M. F., Kuklo T. R., Blanke K. M., Lenke L. G. Radiographic Measurement Manual. Medtronic Sofamor Danek, USA, Inc.; 2008; 110 p.
18. Орел А. М. Типы статики позвоночника у пациентов молодого, пожилого и старческого возраста. *Российский остеопатический журнал.* 2020; 1–2: 38–48.
[Orel A. M. Types of the statics of the spine in patients of young, elderly and senile age. *Russian Osteopathic Journal.* 2020; 1–2: 38–48 (in russ.)]. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2020-1-2-38-48>
19. Орел А. М., Семенова О. К. Типы кифоза шейно-грудного отдела позвоночника. *Российский остеопатический журнал.* 2021; 3: 8–18.
[Orel A. M., Semenova O. K. Kyphosis types of the spine cervical-thoracic junction. *Russian Osteopathic Journal.* 2021; 3: 8–18 (in russ.)]. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2021-3-8-18>
20. Орел А. М. Системный анализ рентгенограмм позвоночника в практике мануальной медицины. М.: Видар-М; 2018; 432 с.
[Orel A. M. System analysis of spine radiographs in the practice of manual medicine. M.: Vidar-M; 2018; 432 p. (in russ.)].

21. Мохов Д. Е., Белаш В. О. Методология клинического остеопатического обследования: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова; 2019; 80 с.
[Mokhov D. E., Belash V.O. Methodology of clinical osteopathic examination: Study guide. St. Petersburg: Publishing House of the I.I. Mechnikov NWSMU; 2019; 80 p. (in russ.)].
22. Мохов Д. Е., Аптекарь И. А., Белаш В. О., Литвинов И. А., Могельницкий А. С., Потехина Ю. П., Тарасов Н. А., Тарасова В. В., Трегубова Е. С., Устинов А. В. Основы остеопатии: Учеб. для ординаторов. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2020; 400 с.
[Mokhov D. E., Aptekar I.A., Belash V.O., Litvinov I.A., Mogelnitsky A.S., Potekhina Yu.P., Tarasov N.A., Tarasova V.V., Tregubova E.S., Ustinov A.V. The basics of osteopathy: A textbook for residents. M.: GEOTAR-Media; 2020; 400 p. (in russ.)].

Сведения об авторах:

Александр Михайлович Орел, докт .мед. наук, профессор, Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы, главный научный сотрудник отдела медицинской реабилитации больных с заболеваниями опорно-двигательного аппарата
eLibrary SPIN: 1004-5776
Author ID: 400789
ORCID: 0000-0003-4129-524X

Ольга Константиновна Семенова, канд. техн. наук, доцент, Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы, лаборант-исследователь
eLibrary SPIN: 7016-6950
ORCID: 0000-0002-9727-0327

Information about authors:

Aleksander M. Orel, Dr. Sci. (Med.), Professor, Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine, Chief researcher of the Department of Medical Rehabilitation of Patients with Musculoskeletal System Diseases
eLibrary SPIN: 1004-5776
Author ID: 400789
ORCID: 0000-0003-4129-524X

Olga K. Semenova, Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor, Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine, laboratory research assistant
eLibrary SPIN: 7016-6950
ORCID: 0000-0002-9727-0327