

А.М. Орел

**ВОЗРАСТНЫЕ
ИЗМЕНЕНИЯ
ПОЗВОНОЧНИКА**

УДК [616.711-092:612.66]-073.756
ББК 54.18
О 63

Орел Александр Михайлович
доктор медицинских наук, профессор

Орел А.М.

О 63 Возрастные изменения позвоночника. – Москва: Издательский дом Видар-М, 2023. – 120 с., ил.

ISBN 978-5-88429-277-2

Классическая рентгенология сегодня переживает свое возрождение. На смену пленочным технологиям пришла цифровая рентгенография, способная расширить круг решаемых задач. Новые медицинские специальности: восстановительная медицина, реабилитология, остеопатия и мануальная терапия, также как и традиционные медицинские специальности нуждаются в методах лучевой диагностики, отвечающих современным требованиям. Настоящая книга раскрывает новые возможности цифровой рентгенографии позвоночника. В книге описан метод получения единого изображения позвоночника на основе цифровых рентгенограмм каждого из его отделов, что позволяет дать оценку положению отдельных позвонков и позвоночника в целом. Описаны показатели, характеризующие форму позвоночника взрослых людей в любом возрасте. Данные показатели предлагаются в качестве инструментов для диагностики возрастных изменений позвоночника.

Книга будет полезна рентгенологам, лучевым диагностам, врачам восстановительной медицины, реабилитологам, остеопатам, мануальным терапевтам, неврологам, нейрохирургам, геронтологам и другим специалистам, занимающимся диагностикой и лечением позвоночника.

УДК [616.711-092:612.66]-073.756
ББК 54.18

Научное медицинское издание

Орел Александр Михайлович

Возрастные изменения позвоночника

Дизайн обложки, макета: А.И. Морозова, обработка иллюстраций: О.А. Рыченкова, компьютерная верстка: Д.А. Галактионова, корректор: Т.И. Луковская, выпускающий редактор: Л.С. Родионова
ООО «Издательский дом Видар-М», 109028 г. Москва, а/я 16, тел. (495) 589-86-60, <http://www.vidar.ru> info32@vidar.ru, <http://vk.com/vidarbooks>, <https://www.facebook.com/VIDARpress>
Лицензия ИД № 00322 от 27.10.99. Подписано в печать 17.11.2022. Формат 70 x100/16
Бум. мелованная 90г/м². Гарнитура прагматика. Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,5. Заказ
Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО «ИПК Парето-Принт»,
170546, Тверская область, Промышленная зона Боровлево-1, комплекс №3А,
www.pareto-print.ru

ISBN 978-5-88429-277-2

© Орел А.М., 2023

© Оформление. Издательский дом Видар-М, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	6
Благодарность	10
Глава 1. Предпосылки для разработки новых методов исследования позвоночника	11
1.1. Современное состояние возрастной структуры общества	11
1.2. Восстановительная медицина	12
1.3. Реабилитация	13
1.4. Мануальная терапия	15
1.5. Остеопатия	17
1.6. Соматические дисфункции	18
1.7. Поддержание вертикальной позы человека	19
1.8. Положения теории систем	21
1.9. Системный анализ рентгенограмм позвоночника	22
1.10. Современный этап развития рентгенологии	23
1.11. Что рентгенология может предложить новым направлениям медицины?	25
1.12. Возобновление интереса к рентгенографии позвоночника в мире	26
1.13. Многопроволочная пропорциональная камера	26
1.14. Потенциальные возможности рентгенологии в решении задач восстановительной медицины	27
1.15. Резюме к главе 1	29
Глава 2. Материалы и методы настоящего исследования	31
2.1. Материалы настоящего исследования	31
2.2. Стандарты рентгенографии позвоночника	31
2.3. Метод получения объединенной рентгенограммы позвоночника в сагиттальной проекции	36
2.4. Метод измерения углов на единых рентгенограммах позвоночника	38
2.5. Универсальная углометрическая линейка	40
2.6. Резюме к главе 2	42
Глава 3. Метод количественной оценки положения крестца по рентгенограммам позвоночника	43
3.1. Введение	43
3.2. Метод количественной оценки положения крестца относительно затылочной вертикали	45
3.3. Границы значений углов, характеризующих положение крестца	45
3.4. Возрастные особенности положения крестца	48
3.5. Резюме к главе 3	49

Глава 4. Метод количественной оценки формы пояснично-грудного отдела позвоночника	51
4.1. Введение	51
4.2. Методика исследования	53
4.3. Схематичная модель пояснично-грудного отдела позвоночника	53
4.4. Агрегированный показатель для количественной оценки положения и формы пояснично-грудного отдела позвоночника	55
4.5. Особенности формы пояснично-грудного отдела позвоночника у пациентов разного возраста	56
4.6. Резюме к главе 4	61
Глава 5. Метод количественной оценки положения позвонков шейно-грудного перехода	63
5.1. Введение	63
5.2. Схематичная модель шейно-грудного отдела позвоночника	67
5.3. Агрегированный показатель для количественной оценки положения и формы шейно-грудного отдела позвоночника	69
5.4. Формы шейно-грудного отдела позвоночника	72
5.5. Границы значений для определения типа положения позвонков шейно-грудного перехода	76
5.6. Возрастные особенности формы и положения позвонков шейно-грудного перехода	76
5.7. Резюме к главе 5	78
Глава 6. Метод количественной оценки положения аксиса на рентгенограммах в сагиттальной проекции	79
6.1. Введение	79
6.2. Методика исследования положения аксиса на рентгенограммах в сагиттальной проекции	81
6.3. Границы значений угла μ для определения типа положения аксиса	84
6.4. Возрастные особенности положений аксиса	85
6.5. Резюме к главе 6	87
Глава 7. Типы прохождения затылочной вертикали у пациентов разного возраста	89
7.1. Введение	89
7.2. Типы прохождения затылочной вертикали относительно позвоночника ..	90
7.3. Метод измерения величины угла грудного кифоза	95
7.4. Положение точки пересечения переднезадних осей позвонков $r_{T_{II}}$ и $r_{T_{XII}}$	96
7.5. Возрастной тренд изменений величины грудного кифоза	96
7.6. Возрастной тренд изменений позвоночника по критерию прохождения затылочной вертикали	97
7.7. Резюме к главе 7	98

Глава 8. Рентгенологические показатели старения позвоночника	99
8.1. Критерии оценки положения ключевых отделов позвоночника.	99
8.2. Возрастной тренд изменений положений структур позвоночника	104
8.2.1. <i>Возрастные особенности прохождения затылочной вертикали</i>	
8.2.2. <i>Возрастные особенности положения аксиса</i>	
8.2.3. <i>Возрастные особенности положения позвонков шейно-грудного перехода</i>	
8.2.4. <i>Возрастные особенности положения крестца</i>	
8.2.5. <i>Положение позвонков пояснично-грудного перехода</i>	
8.3. Обобщенная модель старения позвоночника	109
Заключение	111
Список литературы	112
Приложение	119

ПРЕДИСЛОВИЕ

Прочитав название книги, вы, скорее всего, подумаете, что это еще одна монография о том, как ловить признаки повреждений межпозвонковых дисков, искать остеопороз или клювовидные остеофиты деформирующего спондилеза. А вот и нет! Книга не об этом. Да, дегенеративно-дистрофические изменения по-прежнему остаются важным проявлением неблагополучия позвоночника, но строго назвать их единственными признаками старения было бы неосмотрительно. Широко известны случаи, когда поражения межпозвонковых дисков мы встречаем у молодых людей. И наоборот, пациенты пожилого возраста, прожив почти всю жизнь, могут так и не узнать, что их позвоночник практически полностью скован грубыми скобками фиксирующего гиперостоза, а потому чувствуют себя молодыми.

Признаки возрастных изменений проявляются не только в морфологических нарушениях. Давайте посмотрим на людей в преклонном возрасте и в молодом. Они различаются? Да, несомненно. Молодого человека отличает свобода движений, гибкость, непринужденное положение головы и тела, устойчивость в выбранной позе, легкость в проявлении любой физической активности. А что мы видим у старого человека? Неустойчивость позы, осторожная, нередко раскачивающаяся походка, отсутствие возможности сделать лишнее движение. Нет нужды искать признаки старения глубоко внутри, добиваясь выявления дегенеративно-дистрофических заболеваний в позвоночнике. Возраст человека определяется по внешнему виду, который лучше, чем любые другие признаки, может сказать, что этот человек не молод. Вот почему ранние знаки возрастных изменений необходимо искать не в проявлениях заболеваний позвоночника, а исследуя пространственное положение каждого из его отделов. Традиционный подход, когда лучевой диагност мог удовлетвориться, изучив лишь один отдел позвоночника, для выявления возрастных изменений статики позвоночника, не пригоден. Важно искать признаки старения на всех уровнях одновременно, от шейно-затылочного перехода до копчика. Позвоночник не является совокупностью отдельно функционирующих частей. Это целостность. И доступ к оценке положения его структур можно получить лишь в том случае, когда вы исследуете весь позвоночник целиком.

Рентгенологический метод в этом плане уникален и в наибольшей степени соответствует поставленной задаче. Современные системы цифровой рентгенографии совершили революцию в получении диагностических изображений. Доза облучения пациента снизилась в десятки раз, а качество рентгенологических изображений таково, что задача диагностики состояния и положения позвонков на всех уровнях позвоночника при стандартном вертикальном положении пациента, без привлечения дополнительных особых техник рентгенографии, стала вполне решаемой.

И тогда встает следующий вопрос, как это сделать? Хорошо, конечно, было бы иметь компьютерную рентгенодиагностическую систему, которая за считанные секунды сможет предоставить рентгенологическое изображение в фас и в профиль всего человека от макушки головы до стоп ... А если такой системы нет? Опустить руки и ждать, когда передовые технологии придут сами?

Есть способ получше.

Если нет технической возможности сделать рентгенологическое изображение всего позвоночника за один проход рентгеновского пучка, это изображение можно создать на экране персонального компьютера, составляя его из нескольких цифровых изображений отделов позвоночника. Но чтобы это реализовать, крайне важно применять условия телерентгенографии, точно соблюдать правила установки пациента и использовать стандарты рентгенографии. Нужно, наконец, перестать бояться сделать рентгенограммы всех отделов позвоночника за один прием. Аппарат цифровой рентгенографии позволяет минимизировать дозу облучения, а польза от этого будет огромной.

Кому будут полезны такие исследования? Нейрохирурги для планирования и оценки результатов операций уже давно пользуются изображениями всего позвоночника. Целостная картина будет полезна для определения подходов к лечению позвоночника врачам восстановительной медицины, реабилитологам, неврологам, остеопатам и мануальным терапевтам. Да и сами пациенты смогут осознать необходимость предпринять шаги для лечения своего состояния.

Но иметь в руках одно лишь рентгеновское изображение позвоночника сегодня недостаточно. Куда больше специалистов будут интересоваться ответы на следующие вопросы: как определить, какие нарушения статики позвоночника имеет данный пациент и насколько они для него важны? Как это соотносится с его возрастом? Какие меры можно предпринять для лечения этого пациента, или наилучшей возможностью для него будет минимизировать лечебные воздействия? Можно ли количественно оценить прогресс в лечении, оценить отдаленные результаты лечения? Что будет полезно данному пациенту для профилактики болезненных состояний?

Совокупность этих вопросов требует использовать объективные показатели, характеризующие положение и форму ключевых отделов позвоночника. Настоящая книга подводит итоги исследованиям, цель которых состояла в разработке такого рода показателей. Были изучены рентгенограммы всех отделов позвоночника, сделанные одномоментно, валидной группы пациентов от молодого до старческого возраста. Такой возрастной диапазон позволил охватить все возможные формы позвоночника и положения позвонков, встречающиеся в практике. И поскольку было сформировано единое рентгенологическое изображение – модель позвоночника в сагиттальной проекции – для каждого пациента, мы смогли выявить особенности положения позвонков и формы каждого из ключевых отделов и сравнить, как они изменяются со временем. Метафорически мы получили

представление о позвоночнике как о целостности, глобальной стохастической модели, демонстрирующей, подобно слайд-фильму, его изменения на протяжении всей жизни.

Построение единой модели осуществлялось просто. Цифровые рентгенограммы отделов позвоночника совмещались последовательно. Грудной отдел присоединялся к шейному, и затем пояснично-крестцово-копчиковый отдел присоединялся к грудному. Мы добивались полного совпадения формы и контуров позвонка, через который проходила линия соединения. Многократное повторение этих операций, осмотр готовых моделей сделали очевидными различия положения и формы отделов позвоночника у людей разного возраста. Но как дать количественную характеристику этим различиям? Ответ пришел неожиданно: «Необходимо ввести в единое изображение всего позвоночника систему координат и разработать инструменты для оценки положения позвонка на рентгенограмме». На единое рентгенологическое изображение позвоночника была нанесена вертикальная прямая, отходящая от изображения бугра затылочной кости. Критерием положения каждого позвонка стало положение его переднезадней оси, проходящей через срединные точки переднего и заднего контура тела позвонка до пересечения ее с затылочной вертикалью. В точку пересечения восстанавливался перпендикуляр к оси и измерялся острый угол между перпендикуляром и затылочной вертикалью. Угловые показатели оказались удобны с точки зрения поставленной задачи. В отличие от метрических показателей, они не выдвигают жестких требований относительно строгого соблюдения одного и того же масштаба изображения и терпимы к наличию индивидуальных особенностей размеров и формы позвонков. Аналогично исследованию позвонков, тот же прием был использован для оценки положения аксиса и крестца. На единую рентгенограмму всех отделов позвоночника наносились прямые, характеризующие их положение, и измерялись углы относительно затылочной вертикали. Полученный массив данных позволил провести статистические исследования и дать качественную характеристику и количественную оценку ключевым отделам позвоночника.

В первую очередь мы обратились к анализу положений крестца у лиц разного возраста. Количественная оценка показала, что у людей пожилого и особенно старческого возраста крестец наиболее часто находился в вертикальном положении, что полностью соответствует клиническим наблюдениям. Не менее важно было охарактеризовать положение аксиса. Анализ научной литературы и опыт предшествующих исследований подсказали, что осевой позвонок далеко не всегда бывает расположен параллельно продольной оси. Для количественной оценки его положения мы использовали критерий положения отрезка касательной к задней стенке тела аксиса относительно затылочной вертикали.

Следующие этапы исследования преследовали цель описать и дать оценку форме и положению позвонков шейно-грудного и пояснично-грудного отделов позвоночника. Оказалось, что позвонки шейно-грудного

перехода наиболее часто, практически всегда, находились в положении с наклоном вниз, формируя кифоз. Позвонки пояснично-грудного перехода, наоборот, почти во всех случаях были отклонены своей передней частью вверх, поддерживая лордоз. Были построены схематичные модели всех позвоночников, преимуществом которых стала возможность совмещать их на одной диаграмме и сравнивать между собой. С помощью моделей удалось определить границы нормального положения позвонков исследуемой зоны и дать количественную оценку всем типам каждого из отделов.

Технология позволила изучить не только положение и форму отделов – частей позвоночника, но обратиться к анализу его целостности. Оказалось, что прохождение затылочной вертикали может служить показателем, характеризующим осанку. Были описаны типы прохождения затылочной вертикали относительно позвоночника и выяснилось, что у людей в молодом и среднем возрасте затылочная вертикаль наиболее часто проходит позади позвоночника или пересекает дужки позвонков. В противоположность этому у пожилых людей и у людей в старческом возрасте затылочная вертикаль наиболее часто пересекает изображения тел позвонков или проходит впереди от их передних контуров.

Обобщая результаты проведенного исследования, можно сказать, что нам удалось определить показатели, характеризующие позвоночник взрослого человека в любом возрасте, в том числе и у пациентов старческого возраста. К показателям, отражающим положение и форму отделов позвоночника в старости, можно отнести угловые характеристики положения аксиса и крестца, агрегированный показатель положения позвонков шейно-грудного перехода. К качественным показателям общей формы позвоночника можно отнести тип прохождения затылочной вертикали.

В ходе исследования было выявлено, что позвонки пояснично-грудного перехода занимают особое положение среди структур позвоночника, и оно не зависит от возраста. Полученные данные дали основания рассматривать весь позвоночник как единство, как напряженную целостность, тенсегрити-модель.

Настоящая работа предлагает новые пути для интеграции подходов и возможностей, предлагаемых современной рентгенологией для исследования позвоночника, и запросов, нужд и новаций восстановительной медицины. Книга называется «Возрастные изменения позвоночника». В основу ее написания, да и в основу всего исследования было положено глубинное стремление найти аргументы, доказывающие, что сохранить молодость надолго, полностью реализовать потенциал, что дается человеку при рождении, возможно; и способствовать этому будет применение на практике описанных показателей.

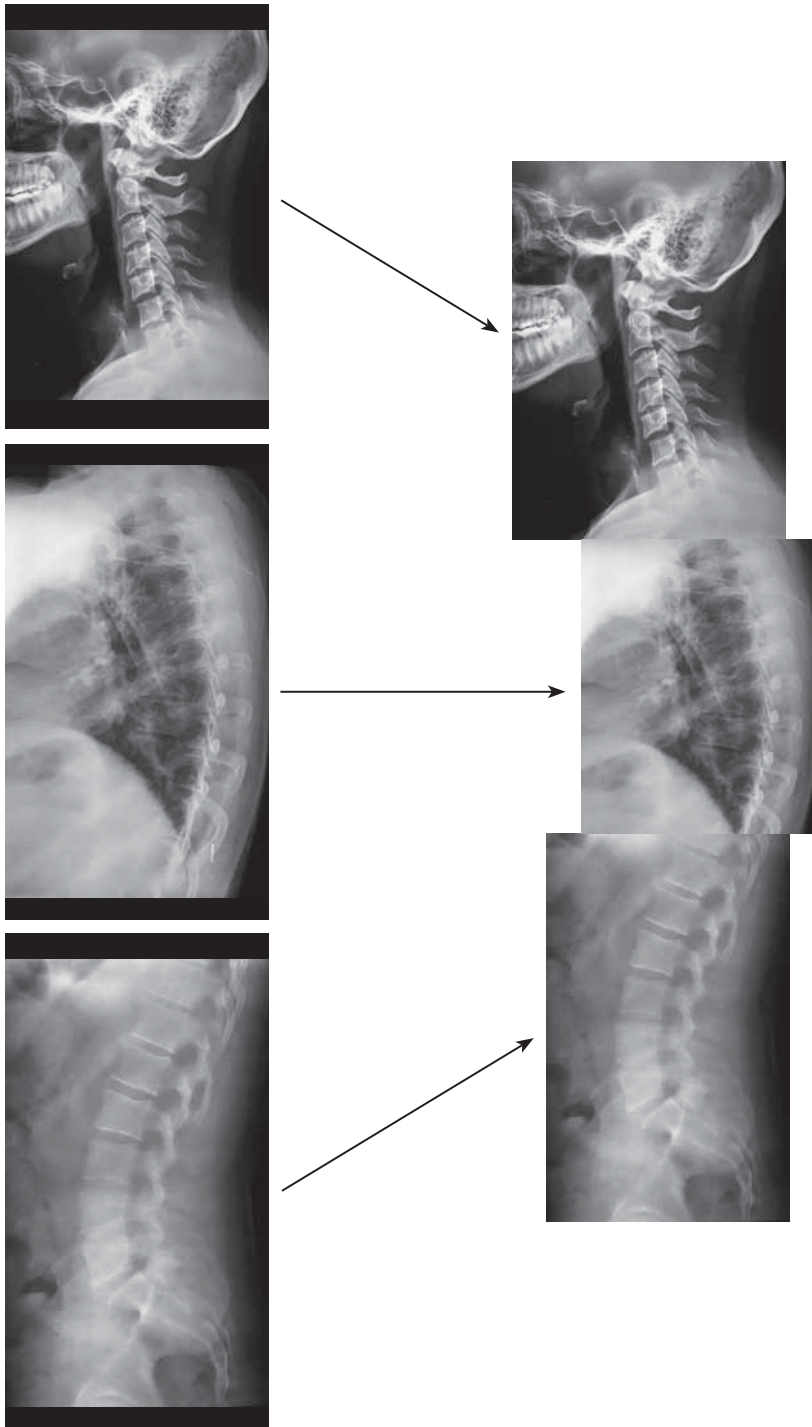


Рис. 2.7. Способ получения единого цифрового рентгенологического изображения (модели) позвоночника в сагиттальной проекции. Цифровые рентгенограммы отделов и единая цифровая рентгенограмма позвоночника в сагиттальной проекции пациента С., 32 года.

Цифровые изображения каждого отдела позвоночника в сагиттальной проекции обрезались по краям, а затем при пятикратном увеличении присоединялись одно к другому. К рентгеновскому изображению шейного отдела присоединялось изображение грудного отдела. И затем к изображению грудного отдела присоединялось изображение пояснично-крестцово-копчикового отдела. Мы добивались полного совпадения размеров и контуров совмещаемых позвонков.

Важно, что в результате такого соединения получается рентгенологическое изображение – модель, в которой все отделы позвоночника данного пациента в сагиттальной проекции оказываются соединены без перерывов, и они по форме и пропорциям соответствуют истинным.

2.4. Метод измерения углов на единых рентгенограммах позвоночника

Для проведения исследования каждое объединенное цифровое изображение позвоночника приводилось к одному и тому же масштабу с увеличением 2,4 раза. На объединенной цифровой рентгенограмме вдоль всех отделов позвоночника, начиная от наружного бугра затылочной кости вниз, проводилась затылочная вертикаль.

В процессе настоящего исследования была решена задача, позволившая определить репрезентативную точку, относительно которой можно было бы развернуть целенаправленный поиск рентгенологических признаков изменений статики всего позвоночника. Нам пришлось отказаться от традиционного подхода, когда в качестве такой точки выбирается верхняя точка контура зуба аксиса (позвонка C_{II}), что обусловлено вариабельностью его пространственного положения относительно основания черепа и в некоторых случаях отсутствием изображения его верхнего контура, когда оно сливается с костными элементами основания черепа. Кроме того, даже при четком выполнении команд во время рентгенографии пациенты нередко смещали голову немного вверх или вниз. Иногда причиной смещений являлось истинное отклонение самого аксиса, что в дальнейшем было изучено в ходе специального исследования. В качестве репрезентативной точки была выбрана точка наружного затылочного бугра, имеющая название «инион» (inion) [Фениш Х., 2001]. Из точки инион проводилась вертикальная прямая линия (затылочная вертикаль). Относительно нее были осуществлены измерения всех углов (рис. 2.8).

Дополнительно наносились: касательная к тени твердого нёба (прямая Z) и отрезок касательной к заднему контуру тела аксиса (отрезок ab) и его проекция на затылочную вертикаль с пересечением верхней точки отрезка ab с затылочной вертикалью (см. рис. 2.8). В случае вертикального положения аксиса проекция отрезка ab полностью совпадала с затылочной вертикалью.

Рис. 2.8. Прямые, использованные для описания положения структур позвоночника в сагиттальной проекции.

Единая рентгенограмма позвоночника в сагиттальной проекции пациентки Б., 31 год.

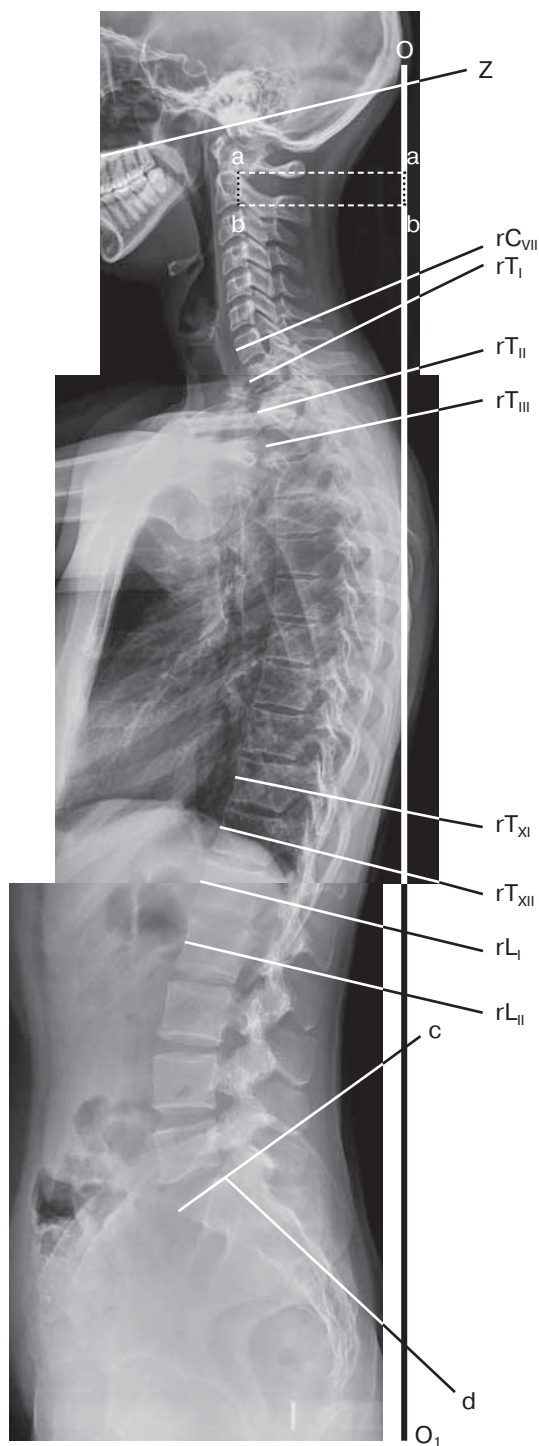
O—O₁ – затылочная вертикаль; Z – касательная к тени твердого нёба;

ab – отрезок касательной к заднему контуру тела аксиса и его проекция с пересечением затылочной вертикали; rC_{VII}, rT_I, rT_{II}, rT_{III} – переднезадние оси позвонков шейногрудного перехода;

rT_{XI}, rT_{XII}, rL_I, rL_{II} – переднезадние оси позвонков груднопоясничного перехода;

c – касательная к верхнему контуру основания крестца;

d – касательная к контуру дорсальной пластинки крестца.



ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1. Типы прохождения затылочной вертикали относительно позвоночника

Тип прохождения затылочной вертикали	Характеристика
0	Затылочная вертикаль проходит позади позвоночника
1-й	Затылочная вертикаль пересекает дужки позвонков в пределах от остистых отростков до заднего контура их тел
2-й	Затылочная вертикаль пересекает изображения тел позвонков
3-й	Затылочная вертикаль проходит впереди от передних контуров тел позвонков

Величина центрального угла грудного кифоза определяется по формуле:

$$УК = |rT_{II}| + rT_{XII},$$

где УК – величина центрального угла грудного кифоза. $|rT_{II}| + rT_{XII}$ – величина абсолютных значений углов наклона переднезадних осей rT_{II} и rT_{XII} .

Таблица 2. Типы положений аксиса (C_{II})

Положение аксиса	Границы значений ($\mu 0 - z$)
Выраженное кифозирование	$\leq -10^\circ$
Слабое кифозирование	$-10^\circ < \mu < -2^\circ$
Норма	$-2^\circ \leq \mu \leq +2^\circ$
Слабое лордозирование	$+2^\circ < \mu < +10^\circ$
Выраженное лордозирование	$\geq +10^\circ$

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА

Таблица 3. Типы формы шейно-грудного отдела позвоночника по показателю ArCT в градусах

Тип формы шейно-грудного отдела позвоночника	Границы абсолютных значений ArCT	
	min	max
I – выпрямленный («шея жирафа»)	1	15,5
II – гармоничный («гармоничный»)	15,6	24,5
III – усиленный кифоз («холка медведя»)	24,6	34,0
IV – гиперкифоз («горб буйвола»), смещение головы вперед – FHP	34,1	не ограничено

Формула для вычисления показателя ArCT:

$$\text{ArCT} = (rC_{VII} + rT_I + rT_{II} + rT_{III})/4,$$

где ArCT – агрегированный показатель оценки шейно-грудного отдела позвоночника, rC_{VII} , rT_I , rT_{II} , rT_{III} – значения углов r соответствующих позвонков в градусах.

Таблица 4. Типы формы пояснично-грудного отдела позвоночника по показателю ArTL в градусах

Тип формы пояснично-грудного отдела позвоночника	Границы абсолютных значений ArTL	
	min	max
I – выпрямленный	Не ограничено	13,9
II – нормальный	14,0	21,9
III – усиленный	22,0	Не ограничено

Формула для вычисления показателя ArTL:

$$\text{ArTL} = (rT_{XI} + rT_{XII} + rL_I + rL_{II})/4,$$

где ArTL – агрегированный показатель оценки пояснично-грудного отдела позвоночника, rT_{XI} , rT_{XII} , rL_I , rL_{II} – значения углов r соответствующих позвонков в градусах.

Таблица 5. Границы значений углов, характеризующих положение крестца на рентгенограммах в сагиттальной проекции

Положение крестца	Угол наклона дорсального контура тела крестца (δ)	Угол наклона основания крестца (α)
Вертикальное	46°– 70°	-8°– -31°
Нормальное	35°– 45°	-20°– -37°
Горизонтальное	15°– 34°	-33°– -52°