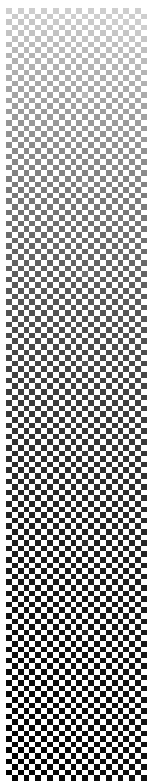


А.В. Белецкий
В.Т. Пустовойтенко
А.Ф. Смеянович

РЕНТГЕНОМЕТРИЯ ПОЗВОНОЧНИКА



Минск
«Вышэйшая школа»
2018

УДК 616.711-073.75

Рецензенты: заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии УО «Белорусская медицинская академия последипломного образования» доктор медицинских наук, профессор, академик Национальной академии наук Беларуси *А.Н. Михайлов*; заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии УО «Белорусский государственный медицинский университет» кандидат медицинских наук, доцент *А.И. Алешкевич*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.

Выпуск издания осуществлен по заказу и при финансовой поддержке Министерства информации Республики Беларусь.

ISBN 978-985-06-2960-9

© Белецкий А.В., Пустовойтенко В.Т.,
Смеянович А.Ф., 2018

© Оформление. УП «Издательство
“Вышэйшая школа”», 2018

ПРЕДИСЛОВИЕ

Изучение специальной медицинской литературы по рентгенологии, вертебрологии, нейрохирургии, травматологии, ортопедии, неврологии выявляет тот факт, что не существует универсального метода измерения шейного отдела позвоночника. Издавна существующие методики определения кривизны шейного отдела позвоночника (Кобба – Липпмана, А. Фергюсона, Е.А. Абальмасовой, М.М. Асадулаева и др.) недостаточно информативны, громоздки, сложны, трудоемки и малопригодны для повседневной практики, поэтому редко применяются лечащими врачами и лучевыми диагностами.

В многочисленных публикациях при исследовании шейного отдела позвоночника упоминаются такие термины, как нормальный физиологический лордоз, сглаженный или легкий лордоз, гиперлордоз и кифоз. Ни в одном исследовании не проводится граница между различными формами кривизны шейного отдела позвоночника. Этому имеется простое объяснение: не было универсального метода измерения, который позволил бы разграничить такие статические положения шейного отдела. Каждый автор трактовал подобные изменения по своему разумению. Возникает практическая потребность в четком разграничении различных форм искривлений шейного отдела позвоночника.

Авторами предложен совершенно новый метод спондиломерии шейного отдела, на который получен патент на изобретение № 13496 Республики Беларусь «Способ диагностики искривления шейного отдела позвоночника» с приоритетом от 23.01.2009 г. Суть метода заключается в построении угла аксиса на боковой рентгенограмме или рентгеновской компьютерной томограмме. Для этого вычерчивают две линии: 1) от середины вершины зубовидного отростка второго шейного позвонка до середины основания аксиса (осевая линия аксиса AB); 2) от середины вершины зубовидного отростка аксиса до задненижнего угла тела 7-го шейного позвонка (линия AC , или линия длины шейного отдела позвоночника). Пересечение обеих линий на середине вершины зубовидного отростка аксиса образует угол аксиса, открытый каудально. Данный метод позволяет четко разграничить между собой гиперлордоз, нормальный лордоз, сглаженный лордоз, выпрямление и кифоз шейного отдела.

Разработка метода угла аксиса привела к появлению оригинальной терминологии, освоить которую довольно легко: осевая линия аксиса, линия длины шейного отдела, диапазон угла аксиса при пяти видах искривления шейного отдела, диапазон угла аксиса при шейном кифозе; плюсовые, нулевые, минусовые значения угла аксиса, угол аксиса открыт вентрально, угол аксиса открыт дорзально.

В последние годы возрос интерес к такой сложной проблеме, как стеноз позвоночного канала в шейном, грудном и поясничном отде-

лах. Появилось много публикаций по различным формам стеноза. Диагностика стеноза позвоночного канала основывается на выполнении обычной рентгенограммы. На сегодняшний день это наиболее доступный в экономическом отношении метод, вполне достаточный для выявления структурных изменений позвоночного столба. Принято считать, что размер сагиттального диаметра канала шейного позвонка менее 12 мм характеризует стеноз позвоночного канала. Однако при традиционном способе измерения сагиттального диаметра не учитывается рост пациента, в частности длина шейного отдела позвоночника. Это означает, что для пациента высокого роста сагиттальный диаметр, равный 12 мм, указывает на стеноз позвоночного канала, а для пациента низкого роста это может быть норма. Поэтому авторами были разработаны новые спондилометрические методы определения сагиттального диаметра каналов шейных и поясничных позвонков, которые защищены патентами на изобретения Республики Беларусь. В этих методах учтена длина шейного и поясничного отделов позвоночника как важный и объективный антропометрический показатель.

Следует отметить, что спондилометрический раздел лучевой диагностики пополнился новым оригинальными методами исследования, которые принесут несомненную пользу как научным работникам, так и практикующим врачам различных специальностей – рентгенологам, нейрохирургам, вертебрологам, травматологам, ортопедам, неврологам и мануальным терапевтам.

В написании отдельных глав книги принимали участие сотрудники Республиканского научно-практического центра травматологии и ортопедии Республики Беларусь (РНПЦ ТО): кандидат медицинских наук П.А. Бобрик («Рентгенометрия краниовертебральной области как метод предоперационного планирования при дислокациях верхнешейных позвонков»), кандидат медицинских наук В.П. Марчук («Рентгенометрическая оценка грудного отдела позвоночника»), доктор медицинских наук С.В. Макаревич («Основы рентгенометрии поясничного отдела позвоночника»), кандидат медицинских наук А.Н. Мазуренко («Новый метод оценки сагиттального диаметра канала поясничных позвонков», «Использование рентгенометрических данных при операциях внутренней фиксации поясничных позвонков металлическими конструкциями», «Феномен внедрения сетчатого титанового цилиндрического имплантата в поясничные позвонки при переднем межтеловом спондилодезе»). Авторы признательны рецензентам: кандидату медицинских наук, доценту А.И. Алешкевичу и доктору медицинских наук, профессору, академику Национальной академии наук Республики Беларусь А.Н. Михайлову за критические замечания, устранение которых позволило значительно улучшить содержание книги.

Авторы

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- A* – середина вершины зубовидного отростка 2-го шейного позвонка, вершина угла аксиса на рентгенограмме
- AB* – осевая линия аксиса, линия от середины вершины зуба аксиса до середины основания аксиса
- AC* – линия длины шейного отдела позвоночника *C2–C7* от середины вершины зуба аксиса до задненижнего угла 7-го шейного позвонка на рентгенограмме
- БЗО* – большое затылочное отверстие
- B* – середина основания аксиса на рентгенограмме
- VAC* – угол аксиса, образованный линиями *VA* и *AC*
- ГОП* – грудной отдел позвоночника
- ИК* – индекс клиновидности
- ЛВ* – лучевая визуализация
- МО* – Министерство обороны
- МПД* – межпозвонковый диск
- МПО* – межпозвонковое отверстие
- МРТ* – магнитно-резонансная томография
- НИИ* – научно-исследовательский институт
- НПО* – неврологические проявления остеохондроза
- НЦИС* (Белгоспатент) – Национальный центр интеллектуальной собственности
- ОП* – общая подвижность
- ОС-С1* – окципитоатлантное сочленение
- ОУП* – относительный уровень подвижности
- ОШОП* – остеохондроз шейного отдела позвоночника
- ПДС* – позвоночно-двигательный сегмент
- ПК* – позвоночный канал
- РКТ* – рентгеновская компьютерная томография
- РНПЦ ТО* – Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии Республики Беларусь
- C* – задненижний угол 7-го шейного позвонка на рентгенограмме в боковой проекции
- C1–C7* – тела 1–7-го шейных позвонков на спондилограммах и схемах рентгенограмм
- СМК* – спинномозговой канал
- СПА* – синдром позвоночной артерии
- Th* – торакальный (грудной) отдел
- УП* – углы подвижности
- ФРИ* – функциональное рентгенологическое исследование
- ШОП* – шейный отдел позвоночника

Часть I

РЕНТГЕНОМЕТРИЯ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

ГЛАВА 1. Анатомия и биомеханика шейного отдела позвоночника

Шейный отдел позвоночника отличается своим анатомическим своеобразием — наличием двух атипичных, верхнешейных позвонков: 1-й шейный позвонок (атлант) соединяет позвоночник с черепом, 2-й шейный позвонок (аксис) обеспечивает повороты головы в обе стороны.

Позвоночник — основа скелета туловища, служит органом опоры и движения. Позвоночник анатомически состоит из 32–33 отдельных позвонков, включает шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый отделы (рис. 1.1).

Позвонки соединяются друг с другом с помощью прерывных и непрерывных соединений, что обеспечивает позвоночнику большую стабильность и достаточную подвижность (В.Н. Тонков, 1953). Каждый позвонок, кроме 1-го и 2-го, состоит из тела, дуги и отростков — остистого, двух поперечных и четырех суставных (двух верхних и двух нижних). Относительные величины и положения составных частей позвонков неодинаковы в различных отделах — шейном, грудном и поясничном. Каждый позвонок имеет за телом позвоночное отверстие, в котором располагается спинной мозг с его оболочками и нервными корешками, т.е. позвоночник является вместилищем спинного мозга (А.В. Краев, 1978; М.Г. Привес, 2002; И.В. Гайвонский, 2000).

Размеры тел позвонков постепенно увеличиваются от шейного до поясничного отдела, достигая максимальной величины в 5-м поясничном и 1-м крестцовом позвонках. Позвонки соединяются между собой межпозвоноковыми дисками и парой межпозвоноковых сочленений. Стабильность или устойчивость позвоночника обеспечивается мощным связочным аппаратом (передняя и задняя продольные связки) и кап-

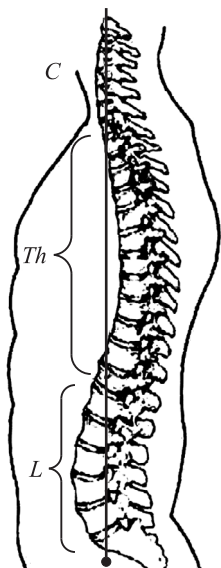


Рис. 1.1. Схематическое изображение позвоночника в боковой проекции с осевой линией тела:

C — шейный отдел, Th — грудной отдел, L — поясничный отдел

сулой межпозвоноковых сочленений, желтыми связками, соединяющими дужки позвонков, и связками, соединяющими остистые отростки. Соединения между суставными отростками представляют собой истинные суставы. В позвоночнике взрослого человека при наличии 24 свободных позвонков имеются 23 межпозвоноковых диска (М.Г. Привес и соавт., 1985).

Позвонки образуют два столба – передний, построенный за счет тел позвонков, и задний, образующийся из дужек и межпозвоноковых суставов. С биомеханической точки зрения позвоночник представляет собой кинематическую цепь, состоящую из отдельных звеньев. Межпозвоноковый диск играет ведущую роль в его биомеханике и выполняет три функции: соединение позвонков; обеспечение подвижности позвоночного столба; предохранение тел позвонков от постоянной травматизации (роль амортизатора). Межпозвоноковый диск отсутствует между 1-м и 2-м шейными позвонками, но имеется между всеми остальными позвонками, в том числе между 5-м поясничным позвонком и крестцом. Любой патологический процесс, который ослабляет функцию межпозвонокового диска, нарушает биомеханику позвоночника (А.И. Капанджи, 2009).

Шейный отдел позвоночника отличается от остальных отделов своим необычным анатомическим строением за счет 1-го и 2-го шейных позвонков. Первый позвонок (*C1*, атлант, атлас), который поддерживает череп, не имеет тела, остистого и суставных отростков (рис. 1.2).

Вместо тела позвонка у него имеется передняя дуга, на задней поверхности дуги – небольшая суставная ямочка для зубовидного отростка 2-го шейного позвонка. По бокам дуги – костные массы, верхние поверхности которых заняты суставными ямками эллиптической формы для сочленения с суставными мышелками затылочной кости. Нижние поверхности дуги представляют собой круглые суставные площадки, сочленяющиеся со 2-м шейным позвонком. Задняя дуга атланта соответствует дуге обычных позвонков и сзади имеет редуцированный остистый отросток. Позади от боковых масс атланта идет бороздка позвоночной артерии. Отверстие, ограниченное передней, задней дугами и боковыми массами атланта, очень велико по сравнению с позвоночным отверстием других шейных позвонков и только своей задней половиной ему соответствует, в передней же части, суженной с боков посредством боковых масс, помещается зубовидный отросток 2-го шейного позвонка. Реберно-поперечный отросток атланта, как и прочих шейных позвонков, имеет отверстие для позвоночной артерии.

Второй шейный позвонок (*C2*, аксис, *epistropheus*) резко отличается от типичных шейных позвонков (рис. 1.3). Тело его продолжается кверху в зубовидный отросток (зуб) приблизительно цилиндрической формы. У зубовидного отростка спереди и сзади имеются суставные площадки: передняя – для сочленения с передней дугой атланта и задняя – для сочленения с поперечной связкой атланта. Верхние сустав-

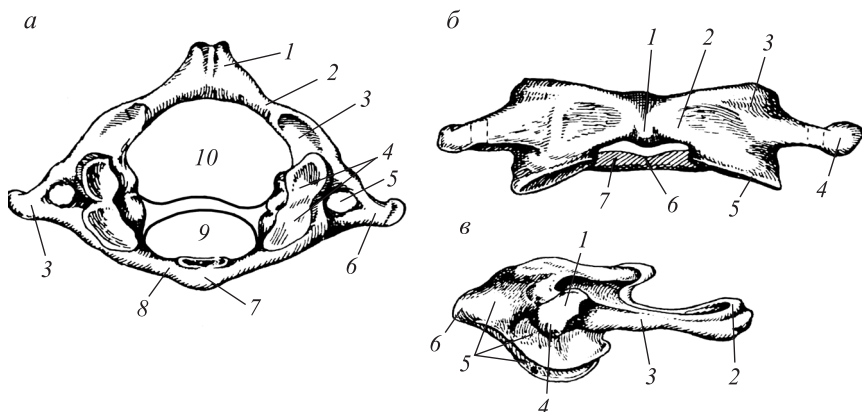


Рис. 1.2. Схематическое изображение анатомического строения 1-го шейного позвонка (атланта) взрослого человека:

а – вид сверху: 1 – задний бугорок атланта; 2 – задняя дуга атланта; 3 – боковая масса атланта; 4 – суставная впадина на боковой массе атланта; 5 – поперечное отверстие позвоночной артерии; 6 – реберно-поперечный отросток; 7 – передний бугорок атланта; 8 – передняя дуга атланта; 9 – узкая передняя часть отверстия атланта, являющаяся ложом для зубовидного отростка аксиса; 10 – широкая задняя часть отверстия атланта, соответствующая позвоночному отверстию остальных позвонков. Пунктиром обозначена проекция поперечной связки атланта; *б* – вид спереди: 1 – передний бугорок атланта; 2 – передняя дуга атланта; 3 – боковая масса атланта; 4 – реберно-поперечный отросток с отверстием для позвоночной артерии; 5 – суставная впадина на боковой массе для сочленения с аксисом; 6 – задний бугорок атланта; 7 – задняя дуга атланта; *в* – вид сбоку: 1 – позвоночный канал атланта; 2 – задний бугорок атланта; 3 – задняя дуга атланта; 4 – реберно-поперечный отросток с отверстием для позвоночной артерии; 5 – боковая масса атланта с суставной впадиной для мышечков затылочной кости атланта; 6 – передний бугорок атланта

ные отростки отсутствуют, вместо них по бокам зубовидного отростка находятся слегка выпуклые суставные площадки для сочленения с нижними суставными поверхностями на боковых массах атланта. Реберно-поперечный отросток у основания также имеет отверстие для позвоночной артерии.

Характерную особенность всех шейных позвонков имеет отверстие в реберно-поперечном отростке. Через это отверстие во всех шейных позвонках, кроме 7-го, проходит позвоночная артерия, сопровождающая ее вена и позвоночное симпатическое сплетение (нерв Франка). В поперечном отростке позвонка *C7* в отверстии чаще проходит только вена (И.В. Гайворонский, 2000).

Между передней дугой атланта и зубом аксиса находится сустав Крювелье. Основная функция парных суставов между 1-м и 2-м шейными позвонками и непарного сустава Крювелье заключается во вращении атланта вместе с головой вокруг вертикальной оси.

С помощью 1-го и 2-го шейных позвонков происходит вращение головы вправо (влево), поэтому их называют вращательными, в отличие от остальных – сгибательных.

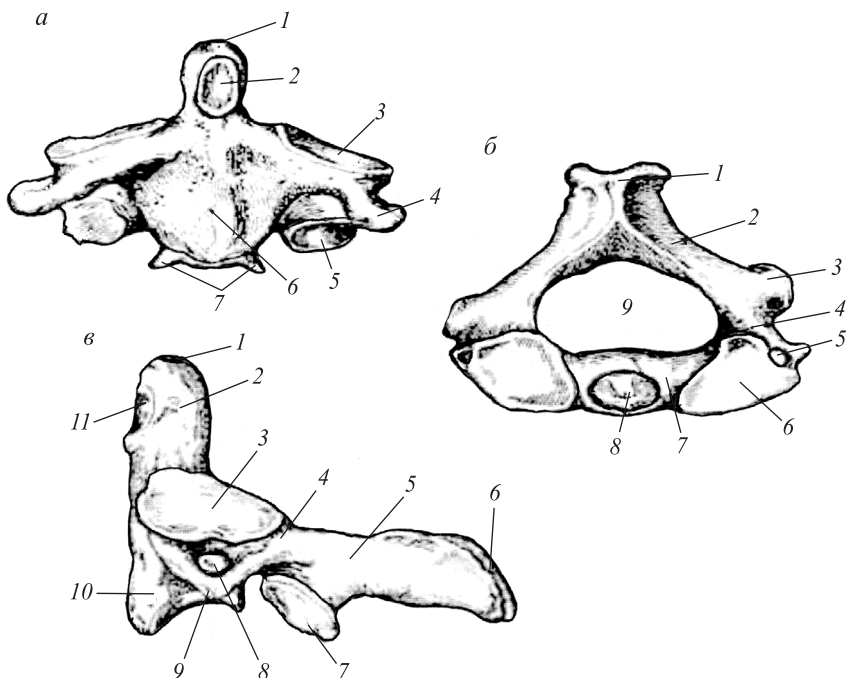


Рис. 1.3. Анатомическое строение аксиса взрослого человека:

a – вид спереди: 1 – вершина зубовидного отростка аксиса; 2 – суставная поверхность зуба аксиса для сочленения с передней дугой атланта; 3 – верхняя суставная площадка для сочленения с атлантом; 4 – реберно-поперечный отросток; 5 – нижний суставной отросток аксиса; 6 – тело аксиса; 7 – раздвоенный остистый отросток аксиса; *б* – вид сверху: 1 – раздвоенный остистый отросток аксиса; 2 – дуга аксиса; 3 – нижний суставной отросток; 4 – корень дуги аксиса; 5 – канал позвоночной артерии; 6 – верхняя суставная площадка для сочленения с атлантом; 7 – тело аксиса; 8 – зубовидный отросток аксиса; 9 – позвоночное отверстие аксиса; *в* – вид сбоку: 1 – вершина зубовидного отростка аксиса; 2 – тело зубовидного отростка аксиса; 3 – верхняя суставная площадка для сочленения с атлантом; 4 – корень дуги аксиса; 5 – дуга аксиса; 6 – раздвоенный суставной отросток; 7 – нижний суставной отросток; 8 – канал позвоночной артерии; 9 – реберно-поперечный отросток; 10 – тело аксиса; 11 – суставная поверхность зуба аксиса к передней дуге атланта

Все шейные позвонки соединены в одно целое сложным связочным аппаратом. Шейная часть позвоночника – самая подвижная из всех. При нормальных условиях в этой части отмечается лордоз. Наибольший интерес представляет соединение затылочной кости, 1-го и 2-го шейных позвонков. Подробное изображение связочного и суставного аппарата представлено на рис. 1.4.

Соединение 1-го и 2-го шейных позвонков между собой и с черепом привело к изменению формы позвонков, они приобрели подвижность, сформировались несколько диартрозов и сложный связочный аппарат:

1) атлантоокципитальный сустав комбинируется из двух суставов, которые образуют затылочные мышелки и верхние суставные ямки ат-

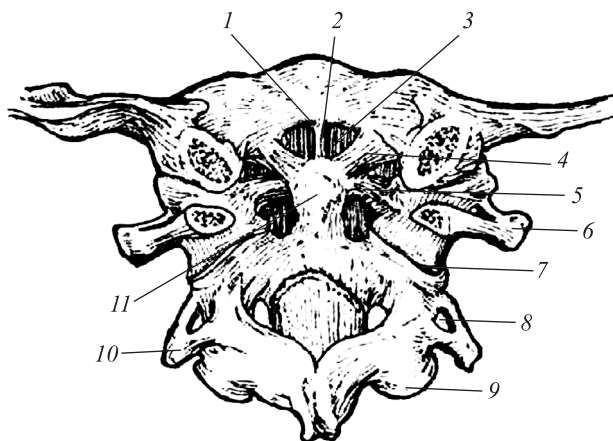


Рис. 1.4. Соединение затылочной кости, 1-го и 2-го шейных позвонков с помощью связочного и суставного аппарата (вид сзади, частичный фронтальный распил затылочной кости и атланта позади зуба аксиса):

1 – передний край большого затылочного отверстия; 2 – связка вершины зуба аксиса; 3 – передняя атлантозатылочная мембрана; 4 – крыловидная связка от зуба аксиса к затылочному мыщелку; 5 – поперечная связка атланта между его медальными краями боковых масс; 6 – реберно-поперечный отросток атланта; 7 – атлантоаксиальное сочленение; 8 – отверстие позвоночной артерии в реберно-поперечном отростке аксиса; 9 – нижний суставной отросток аксиса; 10 – реберно-поперечный отросток аксиса; 11 – задняя суставная поверхность зуба к поперечной связке атланта

ланта. Сустав имеет свободные суставные капсулы, относится к числу эллипсоидных и, следовательно, обладает двумя взаимно перпендикулярными осями движения. Вокруг главной оси, идущей справа налево, совершаются кивательные движения головы в целом около 45° . Вокруг сагиттальной оси – движения меньшего размера в форме отведения и приведения головы по отношению к срединной плоскости;

2) атлантоаксиальный сустав складывается из трех анатомически обособленных сочленений: два образуются между нижней суставной впадиной атланта и верхней суставной впадиной аксиса, третье – между зубом аксиса и суставной ямкой на передней дуге атланта. В целом получается вращательный сустав с единственной осью движения, которая проходит вертикально через зубовидный отросток аксиса. Вокруг нее поворачивается атлант вместе с черепом направо и налево, в каждую сторону приблизительно на 40° .

Перечисленные сочленения, кроме принадлежащих им суставных капсул, имеют еще дополнительный связочный аппарат.

Он представляет собой две прочные крыловидные связки, пролегающие от вершины зуба аксиса, расходящиеся латерально к медиальным сторонам затылочных мыщелков, и поперечную связку атланта – очень прочную, соединяющую медиальные края боковых масс атланта. Она располагается сзади от зуба аксиса, задерживает его движение на-

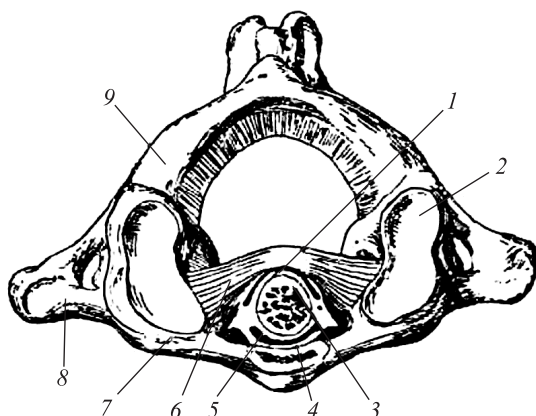


Рис. 1.5. Соединение атланта с зубовидным отростком аксиса в горизонтальном распиле (вид сверху):

1 – задняя суставная поверхность зуба аксиса; 2 – верхняя суставная ямка атланта к затылочному мыщелку; 3 – зубовидный отросток аксиса; 4 – суставная ямка передней дуги атланта; 5 – передняя суставная поверхность зуба аксиса; 6 – поперечная связка атланта; 7 – передняя дуга атланта; 8 – реберно-поперечный отросток атланта; 9 – задняя дуга атланта

зад (по направлению к спинному мозгу) и образует вместе с задней суставной ямкой зуба небольшую суставную полость. Детали соединения атланта с зубовидным отростком аксиса в горизонтальной плоскости изображены схематично на рис. 1.5.

Тела шейных позвонков отделены друг от друга межпозвонковым диском, но не на всем протяжении, у них вытянуты верхнебоковые края тел, называемые полулунными или крючковидными отростками (*processus uncinatus*). Соединяясь с нижнебоковыми углами тел вышележащих позвонков, отростки образуют так называемый сустав Люшка, или унковертебральное сочленение. Между полулунным отростком (Н. Люшка, 1858) и фасеткой верхнего позвонка имеется унковертебральная щель в 2–4 мм. Унковертебрально сочлененные поверхности покрыты суставным хрящом, снаружи сустав окружен капсулой.

Межпозвонковые отверстия позвонков C5–C7 имеют треугольную форму. Ось отверстия проходит в косо́й плоскости. Таким образом, создаются условия для сужения отверстия и компрессии корешка при унковертебральных разрастаниях. Средняя часть полулунных отростков является медиальной стенкой канала позвоночной артерии. Разрастание отростков при развитии атеросклероза унковертебральных сочленений приводит к сдавлению позвоночной артерии, травматизации или раздражению периа́ртериальных симпатических сплетений этой артерии. Суставные отростки сравнительно коротки и находятся в наклонном положении между фронтальной и горизонтальной плоскостями, что обеспечивает значительный объем сгибательно-разгиба-

тельных движений и несколько ограниченные боковые наклоны. Ротационные движения осуществляются главным образом верхними шейными позвонками благодаря цилиндрическому сочленению зубовидного отростка позвонка *C2* с суставной поверхностью передней дуги позвонка *C1*. В итоге шейному отделу свойственны все виды движений: сгибание (разгибание), наклоны вправо (влево), вращения в левую и правую стороны и в наибольшем объеме, следовательно, подвижность шейного отдела происходит в сагиттальной, фронтальной и горизонтальной плоскостях.

Шейный отдел позвоночника не такой мощный, как поясничный, но более подвижный и в целом подвергается всяким физическим нагрузкам. Вследствие этого дегенеративно-дистрофические поражения шейных позвонков встречаются также часто, как и в поясничном отделе.

Связочный аппарат шейного отдела обеспечивает весьма незначительную подвижность между телами позвонков. Горизонтальные смещения смежных позвонков никогда не превышают 3–5 мм, а угловые наклоны – 11°.

Суммарный объем движений в шейном отделе определяется по максимальному углу сгибания и разгибания головы, боковым наклонам и поворотам вправо (влево). Общий объем движений в шейном отделе для здоровых лиц моложе 65 лет таков: углы сгибания и разгибания составляют 70°, угол поворота – 80°, угол бокового наклона – 50°. Для лиц старше 65 лет эти показатели снижены: угол сгибания – 35°, угол разгибания – 40°, угол наклона – 20°, угол поворота – 45°.

Выводы

Совершенно очевидно, что шейный отдел позвоночника является одним из сложных отделов опорно-двигательного аппарата человека с точки зрения биомеханики. Он представляет собой сложные сочленения позвонков, которые существенно отличаются между собой (особенно «голова – позвонки *C1, C2*») как по строению, так и по выполняемой ими функции. Такие особенности анатомического строения на протяжении всего позвоночного столба нигде не встречаются. Помимо существенного различия в костных образованиях и суставных поверхностях выполняемые шейным отделом функции также весьма разнообразны. Анатомо-биомеханические особенности позвоночника заключаются в следующих функциях:

1) выполнение поворотов головы в трех плоскостях с достаточно большой амплитудой;

2) обеспечение статической и динамической стабильности отдела «голова – шейный отдел» как в вертикальном положении, так и при наклонах в различных направлениях;

3) распределение гравитационной нагрузки по всей площади межпозвонковых дисков;

4) использование защитных механизмов при сильных внешних физических воздействиях.

Таким образом, знание биомеханики шейного отдела позвоночника дает ключ не только к диагностике и выработке лечебной тактики при различных заболеваниях и повреждениях, но и пониманию основных анатомо-физиологических закономерностей движения.

ГЛАВА 2. Рентгеноанатомия шейного отдела позвоночника

Особой областью шейного отдела позвоночника является место стыка (сочленения) черепа и первого шейного позвонка, так называемая *карниовертебральная зона*.

Основным первоначальным рентгенологическим методом исследования пациентов с патологией шейного отдела позвоночника является бесконтрастная рентгенография. Позвоночный столб по двум взаимно перпендикулярным спондилограммам анализируют в переднезадней и боковой проекциях, а по показаниям — в двух косых проекциях.

Анализ изображения позвоночника удобно проводить в следующем порядке:

1) общий вид позвоночного столба или его отдела (в случаях теле-рентгенографии);

2) изучение формы и структуры каждого позвонка;

3) анализ элементов движения межпозвонковых дисков и суставов;

4) характеристика позвоночного канала и межпозвонковых отверстий;

5) оценка паравертебральных мягких тканей.

В здоровом позвоночнике искривлений во фронтальной плоскости нет, а в сагиттальной — существуют изгибы в виде дуги, выпуклой вперед (лордоз) или назад (кифоз). Лордоз имеется в шейном и поясничном отделах, кифоз — в грудном и крестцовом. При сгибании в лордозированных отделах происходит равномерное увеличение междужковых и межостистых промежутков, а при разгибании пластины дуг смыкаются и междужковые промежутки исчезают. В итоге угловые показатели амплитуды движений в позвоночно-двигательном сегменте зависят от величины дуг, поэтому у высоких людей эти показатели меньше, чем у низкорослых (Т.Н. Трофимова, 2005; М. Райзер и др., 2011).

Наиболее информативны боковые рентгенограммы шейного отдела. Показателем правильности укладки пациента является одноконтурность задних поверхностей тел позвонков. Все шейные позвонки определяются изолированно друг от друга между основанием черепа и грудными позвонками. Видны как тела позвонков, так и соответствующие им дуги. Ветви нижней челюсти отображаются впереди от верхних шейных позвонков.

Атлант *C1* располагается под основанием черепа и имеет вид овального образования с четкими контурами. Передний выпуклый контур обозначает передний бугорок дуги атланта. Задняя дуга атланта представлена удлиненной изогнутой пластиной, заканчивающейся утолщением – задним бугорком. Задняя дуга обычно ниже передней. Между передней и задней дугами атланта дифференцируются неотчетливо его боковые массы, имеющие неправильную четырехугольную форму и проекционно суммирующиеся с мышелками затылочной кости. Поперечные отростки атланта с трудом прослеживаются на фоне задней части боковых масс.

Тело аксиса *C2* вместе с зубовидным отростком имеет вид цилиндра с несколько заостренной верхушкой и расширенным основанием. Его каудальная поверхность представлена интенсивной линией. Передне-нижний угол аксиса нависает над телом позвонка *C3*. Кверху от тела аксиса располагается массивный, четко очерченный зубовидный отросток, верхушка которого возвышается над передней дугой атланта. Позади тела аксиса определяется его дуга, заканчивающаяся мощным остистым отростком. По нижней поверхности дуги прослеживаются суставные отростки. На фоне задней части тела аксиса в его нижнем отделе видны поперечные отростки с поперечными отверстиями. Позвоночный канал на этом уровне легко реконструируется по задней границе тела аксиса с задним краем позвоночных отверстий атланта и аксиса. Хорошо прослеживается срединный атлантаксиальный сустав Крювелье, образованный ямкой зуба на передней дуге атланта и передней суставной поверхности зуба аксиса. При нормальных соотношениях рентгеновская суставная щель представляется равномерным просветлением шириной не более 2 мм. Кроме того, правильность соотношений между атлантом и аксисом на боковой рентгенограмме определяется следующим образом: прямая линия, соединяющая передний и задний бугорки атланта, параллельна линии, соединяющей середину передней поверхности аксиса с центральным отделом его остистого отростка. При нарушении соотношений между атлантом и аксисом отсутствует параллельность указанных линий.

На боковой рентгенограмме тела шейных позвонков от 3-го до 7-го включительно имеют форму кубиков и равномерно увеличиваются в каудальном направлении. Вентральные части тел у взрослых несколько выше дорзальных, вследствие чего передне-нижние углы тел свисают в виде клювов. Контур передней и задней поверхностей тел позвонков очень тонки и плавно переходят в прилежащие к межпозвоночному диску склерозированные четкие контуры замыкающих пластинок. На каудальных поверхностях тел замыкающие пластинки более вогнуты, чем на краниальных (Т.Б. Мёллер, 2009; В.И. Филимонов и др., 2009).

За рядом тел виден ряд дуг с их отростками. По форме дуги напоминают расположенные почти горизонтально продолговатые образования с зигзагообразными контурами. Позади тел позвонков опреде-

ляются корни дуг, затем — имеющие ромбовидную форму тени верхних и нижних суставных отростков с располагающимися между ними и имеющими косое направление суставными щелями межпозвоночных суставов (рис. 2.1).

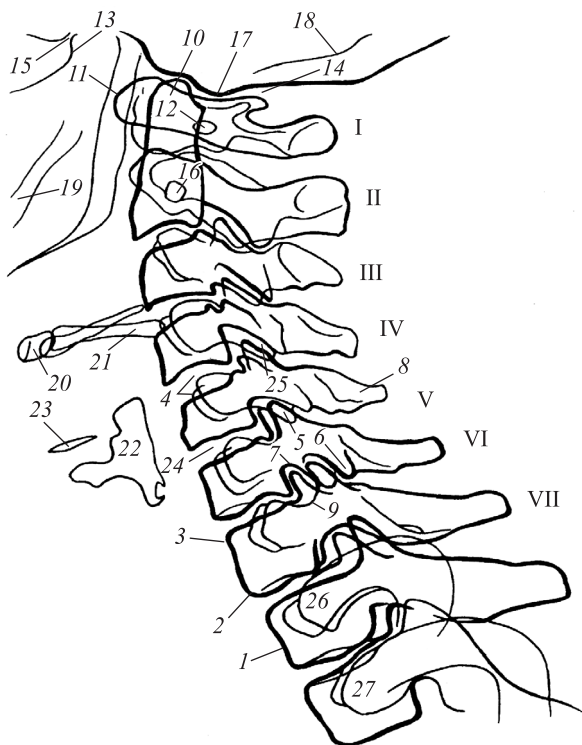


Рис. 2.1. Схема боковой рентгенограммы шейного отдела позвоночника с детальным обозначением анатомических структур (И.П. Королук, 2008):

I—VII — шейные позвонки; 1 — тело 1-го грудного позвонка атланта; 2 — нижняя замыкательная пластинка тела позвонка; 3 — верхняя замыкательная пластинка тела позвонка; 4 — реберно-поперечный отросток; 5 — верхний суставной отросток; 6 — нижний суставной отросток; 7 — нижняя позвоночная вырезка; 8 — остистый отросток позвонка; 9 — верхняя позвоночная вырезка; 10 — зуб аксиса; 11 — передняя дуга атланта; 12 — отверстие реберно-поперечного отростка атланта; 13 — головка нижней челюсти; 14 — верхняя суставная поверхность; 15 — височно-нижнечелюстной сустав; 16 — отверстие реберно-поперечного отростка аксиса; 17 — сосцевидный отросток височной кости; 18 — контур задней черепной ямы; 19 — канал нижней челюсти; 20 — тело подъязычной кости; 21 — большой рог подъязычной кости; 22 — щитовидный хрящ; 23 — желудочек гортани; 24 — межпозвоночный диск; 25 — межпозвоночный сустав; 26 — головка 1-го ребра; 27 — головка 2-го ребра

Сзади от суставных отростков прослеживаются верхние и нижние контуры проекционно укороченных пластинок дуг, соединенные косо направленными вогнутыми линиями. Последние обусловлены задними поверхностями межпозвоночных отверстий (И.П. Королук, 2008).

При анализе боковых снимков шейного отдела надо помнить, что тени поперечных отростков определяются не на фоне дуг, а немного

впереди, на фоне задней трети тел позвонков, в их верхнем отделе, на уровне корней дуг. Тени поперечных отростков кольцевидны, их проекционное наложение нарушает гомогенную структуру тел позвонков. Контур дуг всюду четкие.

Межпозвоночные пространства заполнены межпозвоночными дисками, которые представлены поперечно направленными просветлениями. Форма их меняется в зависимости от положения головы (А.В. Яковец, 2002).

Задние отделы межпозвоночных пространств менее прозрачные, чем передние, вследствие проекционного наложения на них полукруглых отростков тел позвонков. Высота межпозвоночных пространств в шейном отделе в норме неодинакова, между телами позвонков *C4–C7* она больше, чем между остальными.

Признаками нормальных соотношений между телами позвонков на снимках в боковой проекции являются соответствие контуров смежных тел позвонков и плавность линии, проведенной по задним поверхностям тел позвонков, т.е. по передней стенке позвоночного канала, независимо от положения головы. Признаки нормальных взаимоотношений между дугами позвонков – это параллельность рентгеновских суставных щелей дугоотростчатых сочленений и соответствие контуров их суставных поверхностей (Т.Б. Мёллер, Э. Райф, 2006).

В позвоночном канале условно выделяют четыре стенки: переднюю, заднюю, две боковые. Передняя стенка позвоночного канала образована задними поверхностями тел позвонков *C2–C7* и межпозвоночных дисков. Задняя стенка позвоночного канала сформирована верхней половиной контура основания остистых отростков и желтыми связками, что хорошо видно на обзорной спондилограмме. Боковые стенки позвоночного канала – это медиальные поверхности ножек дуг позвонков: боковые стенки канала содержат межпозвоночные отверстия.

Немаловажное значение для клиницистов имеет распознавание на боковых рентгенограммах различных форм стеноза шейного позвоночного канала. При изучении снимков обращают внимание на размеры пластин дуг (часть дуги между ее корнем и основанием остистого отростка) шести верхних шейных позвонков. На рис. 2.2 схематически представлены четыре формы шейного стеноза.

Для клинициста также важно оценить состояние превертебральных мягких тканей на снимках в боковой проекции. Имеется в виду заглоточное и ретротрахеальное пространство, область мягких тканей, ограниченная дыхательными путями спереди и позвоночником сзади. Причинами расширения этого пространства могут быть опухоли, абсцесс, кровоизлияние, инфекционный процесс или наличие воздуха (рис. 2.3).

Показаны пределы нормальных величин ширины контуров мягких тканей, расположенных перед каждым позвонком шейного отдела позвоночника у взрослого пациента. Заслуживает внимания прослойка

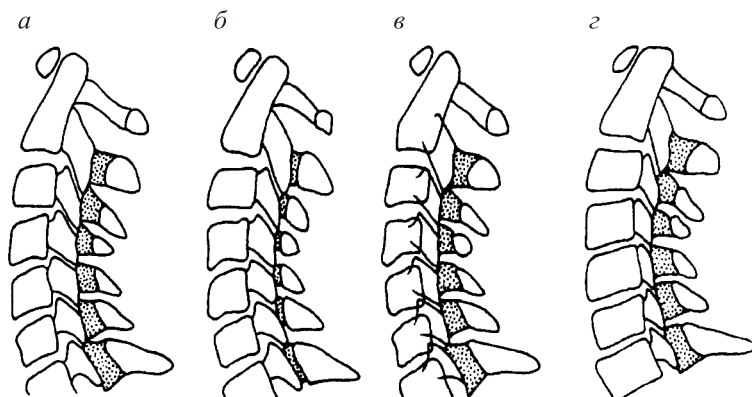


Рис. 2.2. Схематическое изображение четырех форм стеноза шейного позвоночного канала (И. Дворжак, В. Дворжак, 1988):

a – нормальный канал шейного отдела позвоночника. Видимое истинное пространство пластины дуги (заштриховано) располагается между задним краем суставного отростка и передним краем основания остистого отростка. Его переднезадний размер равен примерно 4 мм; *б* – конституциональный стеноз шейного позвоночного канала, обусловленный гипоплазией пластины дуги. Видимое истинное пространство меньше 2 мм и может быть неразличимым. Это наиболее частая форма шейного стеноза, составляет примерно 90% стенозов шейного канала; *в* – стеноз канала, обусловленный поперечно ориентированной ножкой дуги, суставные отростки смещены вперед и проецируются на заднюю четверть тела позвонка. Видимое истинное пространство – нормальное; *г* – стеноз канала вследствие гипертрофии тел позвонков, похожих на платиспондилию даже при снимках в передне-задней проекции

жировой ткани, которая пролегает от верхних участков шейного отдела до уровня позвонка *C6* параллельно передней продольной связке позвоночника. Смещение жирового слоя предполагает возможность серьезной травмы или патологического очага даже тогда, когда нет общего расширения предпозвоночных мягких тканей.

Величины контуров предпозвоночных мягких тканей приведены ниже с учетом трех положений головы: сгибание, среднее положение и разгибание (табл. 2.1).

Ширина контуров мягких тканей перед позвонками измерялась в среднем положении на рентгенограммах шейного отдела позвоночника в боковой проекции у 50 здоровых людей. У некоторых из них наблюдалась небольшая степень шейного спондилеза. Средний возраст обследованных составил 46 лет (от 17 до 78 лет). Ширина в согнутом и разогнутом положении шеи измерялась у 20 пациентов с нормальными значениями. Их средний возраст 31 год (от 16

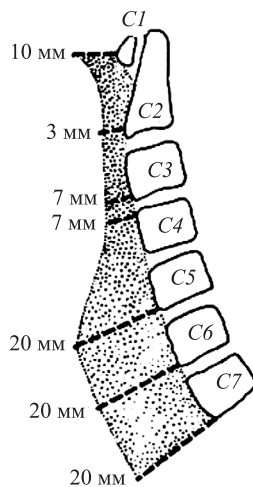


Рис. 2.3. Схема боковой рентгенограммы шейного отдела позвоночника

до 67 лет). Пересчет с учетом рентгенографического увеличения (примерно в 1,3 раза) не проводился.

Таблица 2.1. Ширина контуров предпозвоночных мягких тканей в норме

Уровень	Сгибание, мм	Среднее положение, мм	Разгибание, мм
<i>C1</i>	5,6 (2–11)	4,6 (1–10)	3,6 (1–8)
<i>C2</i>	4,1 (2–6)	3,2 (1–5)	3,8 (2–6)
<i>C3</i>	4,2 (3–7)	3,4 (2–7)	4,1 (3–6)
<i>C4</i>	5,8 (4–7)	5,1 (2–7)	6,1 (4–8)
<i>C5</i>	17,1 (11–22)	14,9 (8–20)	15,2 (10–20)
<i>C6</i>	16,3 (12–20)	15,1 (11–20)	13,9 (7–19)
<i>C7</i>	14,7 (9–20)	13,9 (9–20)	11,9 (7–21)

Прямая задняя проекция шейных позвонков. Критериями правильности укладки для задних снимков шейного отдела являются расположение остистых отростков в срединной плоскости, хорошая видимость межпозвоночных пространств, отсутствие резких отличий в их высоте и одинаковая высота межпозвоночных дисков справа и слева. Критериями правильности соотношений между дугами позвонков являются одинаковое расстояние между остистыми отростками и расположение их в срединной плоскости на фоне дыхательных путей. При нарушении нормальных соотношений между дугами расстояние между смежными остистыми отростками увеличивается.

Рентгеноанатомическому анализу доступны позвонки от 3-го до 7-го включительно, а атлант и аксис проекционно перекрыты основанием черепа и нижней челюстью. Тела позвонков *C3–C7* имеют вид прямоугольников, поперечный размер которых значительно преобладает над высотой. Краниальные и каудальные поверхности тел четкие из-за наличия замыкающих пластинок. Краниальные поверхности тел позвонков *C3–C7* вогнуты во фронтальной плоскости, что обусловлено поднимающимися сверху полукруглыми (крючковидными) отростками, образующими сустав Люшка. Каудальные поверхности тел позвонков седловидно выпуклые. Равномерная структура тел позвонков нарушается проекционным наложением дуг и остистых отростков, верхушки которых раздвоены у всех позвонков, кроме *C7*, у которого она представлена в виде овального образования с четкими контурами.

В верхнебоковых отделах на тела позвонков *C3–C7* проекционно накладываются ножки дуг, имеющие форму полуovalов, если прослеживаются только медиальные контуры, или ovalов, если находят отражение также и латеральные контуры. Расстояние между медиальными контурами ножек дуг означает поперечный размер позвоночного канала. По бокам от тел позвонков расположены неоднородные по структу-

ре костные массы цилиндрической формы с четкими волнистыми боковыми контурами, представляющие собой суммарное отражение суставных и поперечных отростков, не поддающихся детальному рентгеноанатомическому анализу, и обозначенные термином «боковые массы шейного отдела позвоночника». Анатомически для этого отдела такого термина не существует, а различают лишь боковые массы атланта.

Дуги позвонков контурируются в виде поперечно направленных лентовидных теней, соединяющих ножки дуг и боковые массы. В центре дуг видны раздвоенные вершины остистых отростков за исключением позвонка *C7*. Раздвоенные остистые отростки позвонков *C3–C6* проецируются на тела соответствующих позвонков или на межпозвоночные пространства.

Показателями нормальных соотношений между телами позвонков на переднезадней рентгенограмме являются соответствие контуров боковых поверхностей тел смежных позвонков и равная высота межпозвоночных пространств с обеих сторон. Показатели нормального соотношения между дугами позвонков — это срединное расположение остистых отростков и равные расстояния между ними.

Между телами отдельных позвонков выявляются просветления, являющиеся межпозвоночными пространствами, морфологическим субстратом которых служат межпозвоночные диски.

На фоне тел и дуг позвонков *C4–C7* проецируется вертикально расположенное лентовидное просветление, обусловленное трахеей. Иногда на уровне боковых масс позвонков *C4–C6* просматриваются дополнительные тени обызвествленных хрящей гортани, имеющие четкие контуры и косое расположение.

В силу своего особого анатомического строения и расположения непосредственно под основанием черепа позвонки *C1* и *C2* видны только на снимках в задней прямой проекции, выполненных через открытый рот. Рот пациента максимально открыт и соответствует центру кассеты. На правильном заднем снимке хорошо видны боковые массы атланта и его поперечные отростки, тело и зуб аксиса, частично тело позвонка *C3*. Хорошо прослеживается рентгеновская суставная щель так называемого нижнего сустава головы — между боковыми массами позвонка *C1* и суставными отростками позвонка *C2*. При оптимальном положении видна и щель верхнего сустава головы, расположенная между затылочными мышелками черепа и боковыми массами позвонка *C1*. Однако часто на нее накладывается изображение затылочной чешуи. При недостаточно широком раскрытии рта изображение позвонков перекрывается наложением затылочной чешуи и зубов нижней челюсти.

Для получения одномоментного изображения всех шейных позвонков на снимке в задней проекции используют методику с подвижной челюстью. При движении — медленном открывании и закрывании рта — изображение нижней челюсти размазывается и не мешает выявлению на снимке верхних шейных позвонков. Перед съемкой пациен-

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	5
Часть I. РЕНТГЕНОМЕТРИЯ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА. . .	6
<i>Глава 1.</i> Анатомия и биомеханика шейного отдела позвоночника	6
<i>Глава 2.</i> Рентгеноанатомия шейного отдела позвоночника	13
<i>Глава 3.</i> Позвоночно-двигательные сегменты шейного отдела позвоночника. . .	25
<i>Глава 4.</i> Рентгенометрическая характеристика искривлений шейного отдела позвоночника. Метод измерения угла аксиса.	32
<i>Глава 5.</i> Сравнительная эффективность метода угла аксиса и метода Кобба для оценки искривлений шейного отдела позвоночника	48
<i>Глава 6.</i> Функциональное рентгенологическое исследование шейного отдела позвоночника с использованием метода угла аксиса	56
<i>Глава 7.</i> Кифоз шейного отдела позвоночника и его рентгенометрическая оценка с позиций угла аксиса	69
<i>Глава 8.</i> Новая методика рентгенометрии при определении диаметра шейного позвоночного канала.	90
<i>Глава 9.</i> Математическая модель определения относительной величины сагиттального диаметра шейного позвоночного канала пациента	95
<i>Глава 10.</i> Метод линейной регрессии для определения сагиттального диаметра каналов шейных позвонков путем измерения длины шейного отдела позвоночника	101
<i>Глава 11.</i> Новый рентгенометрический способ определения размера каналов шейных позвонков	109
<i>Глава 12.</i> Методика измерения сагиттального диаметра канала шейных позвонков с применением метода угла аксиса	117
<i>Глава 13.</i> Анализ функциональных спондилограмм при использовании нового метода измерения сагиттального диаметра позвоночного канала	122
<i>Глава 14.</i> Рентгенометрическая характеристика функциональных спондилограмм с учетом нового способа вычисления сагиттального диаметра канала шейных позвонков	128
<i>Глава 15.</i> Феномен равенства сагиттальных диаметров каналов 1-го и 2-го шейных позвонков и его значение для рентгенодиагностики	151
<i>Глава 16.</i> Рентгенометрия краниовертебральной области как метод предоперационного планирования при дислокациях верхнешейных позвонков . . .	156
Часть II. РЕНТГЕНОМЕТРИЯ ГРУДНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА . . .	172
<i>Глава 17.</i> Основные рентгенометрические методы измерения деформации грудного отдела позвоночника	172
<i>Глава 18.</i> Некоторые аспекты современной рентгенометрии позвоночника . . .	179
<i>Глава 19.</i> Рентгенометрическая оценка грудного отдела позвоночника . . .	187

Часть III. РЕНТГЕНОМЕТРИЯ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА	216
<i>Глава 20.</i> Основы рентгенометрии поясничного отдела позвоночника	216
<i>Глава 21.</i> Новый метод оценки сагиттального диаметра канала поясничных позвонков	226
<i>Глава 22.</i> Статистическая взаимосвязь размеров сагиттальных диаметров поясничных позвонков длины поясничного отдела позвоночника при остеохондрозе.	239
<i>Глава 23.</i> Новый рентгенометрический способ диагностики стеноза позвоночного канала в поясничном отделе	245
<i>Глава 24.</i> Использование рентгенометрических данных при операциях внутренней фиксации поясничных позвонков металлическими конструкциями.	252
<i>Глава 25.</i> Феномен внедрения сетчатого титанового цилиндрического имплантата в поясничные позвонки при переднем межтеловом спондилодезе	266
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	283
ПЕРЕЧЕНЬ ИЗОБРЕТЕНИЙ АВТОРОВ	286
ЛИТЕРАТУРА	288

Белецкий, А. В. Рентгенометрия позвоночника / А. В. Белецкий, В. Т. Пустовойтенко, А. Ф. Смянович. — Минск : Высшая школа, 2018. — 299 с. : ил. — ISBN 978-985-06-2960-9.

В монографии изложен новый рентгенометрический способ оценки искривлений шейного отдела позвоночника — метод измерения угла аксиса. Описаны оригинальные методики измерения сагиттального диаметра канала шейных и поясничных позвонков, с новых позиций охарактеризован кифоз шейного отдела. Доказана важность рентгенометрических измерений при операциях на позвоночнике.

Для травматологов-ортопедов, рентгенологов, нейрохирургов, неврологов.

Табл. 68. Ил. 141. Библиогр.: 153.

УДК 616.711-073.75

Научное издание

Белецкий Александр Валентинович
Пустовойтенко Владлен Тарасович
Смеянович Арнольд Федорович

РЕНТГЕНОМЕТРИЯ ПОЗВОНОЧНИКА

Редакторы *В.В. Такушевич, Т.К. Хваль*
Художественный редактор *В.А. Ярошевич*
Технические редакторы *Н.А. Лебедевич, М.В. Горецкая*
Корректоры *Т.В. Кульнис, Т.К. Хваль*
Компьютерная верстка *Н.В. Шабуня*

Подписано в печать 22.06.2018. Формат 60×90/16. Бумага мелованная. Гарнитура «NewtonС».
Офсетная печать. Усл. печ. л. 19,0. Уч.-изд. л. 18,5. Тираж 300 экз. Заказ 2533.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/3 от 08.07.2013. Пр. Победителей, 11, 220004, Минск.
e-mail: market@vshph.com <http://vshph.com>

Открытое акционерное общество «Типография “Победа”». Свидетельство о государственной
регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 2/38 от 29.01.2014.
Ул. Тавляя, 11, 222310, Молодечно.