

## РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РОТАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА ПРИ ЕГО СКОЛИОТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

ГУ «Белорусский НИИ травматологии и ортопедии»<sup>1</sup>,  
УО «Белорусский государственный медицинский университет»<sup>2</sup>

*Представлена рентгенологическая методика определения ротации позвонков по Раймонди, которая применена для измерения ротации апикального позвонка основных дуг искривленного позвоночника у 142 больных сколиозом. Фронтальный угол основных дуг сколиотической деформации составил 3 84 градуса при измерении по Коббу. На основании полученных данных разработана классификация выраженности ротационной деформации, четыре степени которой количественно отражают поражение позвоночного столба в горизонтальной плоскости при сколиозе.*

**Р**ентгенологическая диагностика искривления позвоночного столба при сколиозе предусматривает оценку деформационного поражения по переднезадним рентгенограммам, на которых в позвоночнике визуализируют дуги бокового отклонения от продольной оси. При этом боковое искривление во фронтальной плоскости сочетается с ротацией позвонков в выявляемых дугах, что является характерной патогенетической особенностью

сколиотического деформационного процесса [1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 14].

Само ортопедическое заболевание при клиническом осмотре пациента характеризуется выявляемой патологической асимметрией рельефа поверхности спины и грудной клетки [2, 3, 7, 9, 10], что иллюстрирует выявляемые изменения именно в горизонтальной плоскости. К рентгенологическим параметрам, которые отражают указан-

РЕПОЗИТОРИЙ БГМУ

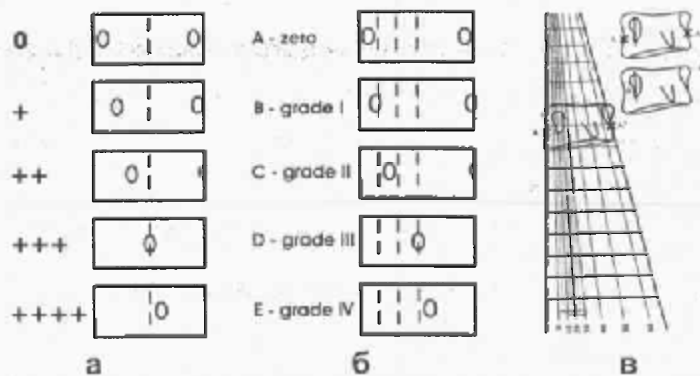


Рис. 1. Схемы методик определения ротации позвонков. (а) – по Коббу, (б) – по Нэш-Мо, (в) – по Пердриолю (пояснения в тексте)

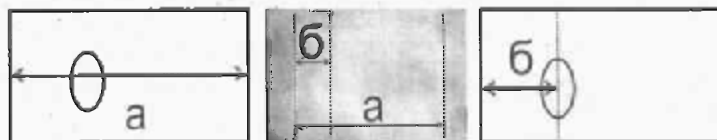


Рис. 2. Схема проведения измерения ротации позвонков по методике Раймонди (пояснение в тексте)

ную асимметрию, относят показатели позвоночной ротации [2, 3, 10, 11].

В рентгенологической диагностике сколиотической деформации ротационному компоненту уделяется особое внимание, так как он указывает на формирование основных или первичных дуг искривления, по локализации которых определяют анатомический тип поражения позвоночника [2, 3, 9, 10, 14]. Само ротационное смещение приводит к структуральному торсионному изменению анатомии позвонков [4], что также отражает выраженность деформационного поражения.

К настоящему времени для определения позвоночной ротации предложены различные рентгенологические методики, каждая из которых имеет свои оценочные критерии. При этом до сих пор нет общепринятого диагностического подхода, позволяющего количественно классифицировать выраженность ротационного компонента как отражение сколиотического деформационного процесса в горизонтальной плоскости.

Целью представляемой работы явилась разработка классификации выраженности рентгенологической позвоночной ротации как количественного критерия патологического поражения в горизонтальной плоскости для применения в диагностике сколиотических деформаций.

#### Материал и методы

Материалом исследования явились передне-задние вертикальные рентгенограммы позвоночника 142 пациентов с идиопатическим (диспластическим) сколиозом. Возраст больных на момент обследования составлял от 8 до 16 лет. При клиническом осмотре у всех пациентов отсутствовала анатомическая разница длины ног.

Все рентгенограммы выполнены на кассетах форматом 30x40 см. На снимках позвоночник проецировался от каудального уровня S<sub>1</sub> позвонка с захватом крыльев подвздошных костей и реберного каркаса грудной клетки; краниальный уровень позвоночника при этом располагался не ниже Th<sub>3</sub> позвонка. При выполнении снимка пациент находился на выпрямленных в коленях и ровно

установленных ногах в позе обязательного самоконтроля за осанкой, руки у больного были выпрямлены и опущены вдоль туловища.

Фронтальная величина основных дуг искривления позвоночника у рассматриваемых больных составила от 3 до 84 градусов при измерении по Коббу [8]. Согласно классификации В.Д.Чаклина [7] деформации I степени тяжести определены у 9 пациентов (6,3%), II степени – у 35 (24,6%), III степени – у 48 (33,8%) и IV степени – у 50 (35,2%).

При выборе количественных рентгенологических критериев позвоночной ротации было определено, что наибольшее распространение как визуализируемые и достаточно удобные для клинической практики получили методики, основанные на оценке локализации проекции остистого отростка по отношению к вертикальному центру тела позвонка и асимметрии проекционного расположения ножек позвонковых дужек на переднезадней рентгенограмме. В норме, при отсутствии ротации, тень проекции остистого отростка находится в центре проекции тела позвонка, а проекции дужек расположены симметрично относительно средней линии тела сегмента и его боковых линий-границ.

Исторический экскурс свидетельствует, что одним из первых по указанным рентгенологическим критериям оценивать позвоночную ротацию предложил в 1948 году Кобб (J.Cobb) [5, 6, 8]. Автор выделил пять стадий выраженности ротации позвонка. При этом стадия отсутствия ротации обозначалась знаком «0», а выявляемая ротация в зависимости от выраженности асимметричности проекций ножек дужек позвонка обозначалась знаками от «+» до «++++».

Спустя 20 лет Нэш и Мо (С.Nash, J.Moe, 1969) [3, 5, 10, 11] усовершенствовали методику Кобба путем дополнительного разделения половины фронтальной проекции тела позвонка на стороне выпуклости на три сектора. Это позволило точнее оценивать выраженность ротационной асимметричности позвонка. Авторы сохранили распределение величины ротации на пять стадий, дав им названия грейдов (grades), которые обозначили в латинском алфавитном порядке от А до Е с добавлением к каждой букве цифры от 0 до 4. Каждый грейд характеризуется выраженностью смещения проекции ножки дужки в соответствующий сектор тела позвонка. В связи с указанной особенностью методика Нэш-Мо в литературе получила название «Pedicel»-метод (от pedicle – ножка) [5].

В дальнейшем, через 10 лет, Пердриоль (R.Perdriolle, 1979) предложил специальную линейку для количественной оценки ротации позвонков по рентгенограмме во фронтальной плоскости. Применение линейки Пердриоля базируется на принципе методик Кобба и Нэш-Мо и позволяет выражать величину выявляемой ротации в градусах с шагом измерения до 5 градусов [5, 10, 12, 13].

Указанные рентгенологические методики оценки позвоночной ротации при сколиозе используются в ортопедической практике до настоящего времени. На Рисунке 1 представлены схемы их применения.

Среди современных разработок последних десятилетий особого внимания заслуживает методика Раймонди (P.Raimondi), презентованная автором в 1984 году [16]. Раймонди, изучая методику Пердриоля, составил расчет-

размер (б) в мм	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	2
	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,6	6
3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2	5,3	5,5	5,6	5,7	5,8	6,0	6,1	6	
3,2	3,3	3,4	3,6	3,7	3,9	4,0	4,1	4,3	4,4	4,6	4,7	4,8	5,0	5,1	5,3	5,4	5,5	5,7	5,8	6,0	6,1	6,2	6,4	6,5	6,7	8	
3,5	3,6	3,8	3,9	4,1	4,2	4,4	4,5	4,7	4,8	5,0	5,1	5,3	5,4	5,6	5,7	5,9	6,0	6,2	6,3	6,5	6,6	6,8	6,9	7,1	7,2	10	
3,7	3,8	4,0	4,2	4,3	4,5	4,7	4,8	5,0	5,1	5,3	5,4	5,5	5,7	5,9	6,0	6,2	6,4	6,5	6,7	6,9	7,1	7,2	7,4	7,6	7,7	12	
3,9	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,9	6,1	6,3	6,5	6,7	6,9	7,1	7,3	7,5	7,7	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	14	
4,1	4,2	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5	5,7	5,9	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0	8,3	8,5	8,7	8,9	9,1	9,3	16	
4,3	4,5	4,7	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8	6,1	6,3	6,6	6,8	7,0	7,2	7,5	7,7	7,9	8,2	8,4	8,6	8,9	9,1	9,3	9,5	9,8	10,0	18	
4,5	4,7	5,0	5,2	5,5	5,7	6,0	6,2	6,5	6,7	7,0	7,2	7,5	7,7	8,0	8,2	8,5	8,7	9,0	9,2	9,5	9,7	10,0	10,2	10,5	10,7	20	
4,9	5,1	5,4	5,7	5,9	6,2	6,5	6,7	7,0	7,3	7,6	7,8	8,1	8,4	8,6	8,9	9,2	9,4	9,7	10,0	10,3	10,5	10,8	11,1	11,3	11,6	22	
5,3	5,5	5,8	6,1	6,4	6,7	7,0	7,3	7,6	7,9	8,2	8,4	8,7	9,0	9,3	9,6	9,9	10,2	10,5	10,8	11,1	11,3	11,6	11,9	12,2	12,5	24	
5,7	6,0	6,3	6,6	6,9	7,2	7,5	7,8	8,1	8,4	8,8	9,1	9,4	9,7	10,0	10,3	10,6	10,9	11,2	11,5	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1	13,4	26	
6,0	6,4	6,7	7,0	7,4	7,7	8,0	8,4	8,7	9,0	9,4	9,7	10,0	10,3	10,7	11,0	11,3	11,7	12,0	12,3	12,7	13,0	13,3	13,6	14,0	14,3	28	
6,5	6,8	7,2	7,5	7,9	8,2	8,6	8,9	9,3	9,6	10,0	10,3	10,7	11,0	11,4	11,7	12,1	12,4	12,8	13,1	13,5	13,8	14,2	14,5	14,9	15,2	30	
7,1	7,4	7,8	8,2	8,5	8,9	9,3	9,6	10,0	10,4	10,8	11,1	11,5	11,9	12,3	12,7	13,1	13,5	13,9	14,3	14,7	15,1	15,5	15,8	16,2	16,6	32	
7,7	8,0	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	10,4	10,8	11,2	11,6	11,9	12,3	12,7	13,1	13,5	13,9	14,3	14,7	15,1	15,5	15,8	16,2	16,6	17,0	17,4	34	
8,3	8,7	9,1	9,5	9,9	10,3	10,7	11,1	11,5	11,9	12,4	12,8	13,2	13,6	14,0	14,4	14,8	15,2	15,6	16,0	16,5	16,9	17,3	17,7	18,1	18,5	36	
8,9	9,3	9,7	10,1	10,6	11,0	11,4	11,9	12,3	12,7	13,2	13,6	14,0	14,4	14,9	15,3	15,7	16,2	16,6	17,0	17,5	17,9	18,3	18,7	19,1	19,5	38	
9,5	9,9	10,4	10,8	11,3	11,7	12,2	12,6	13,1	13,5	14,0	14,4	14,9	15,3	15,8	16,2	16,7	17,1	17,6	18,0	18,5	18,9	19,4	19,8	20,3	20,7	40	
10,3	10,7	11,2	11,7	12,2	12,7	13,2	13,7	14,2	14,7	15,2	15,6	16,1	16,6	17,1	17,6	18,1	18,6	19,1	19,6	20,1	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	42	
11,1	11,6	12,1	12,6	13,2	13,7	14,2	14,8	15,3	15,8	16,4	16,9	17,4	17,9	18,5	19,0	19,5	20,0	20,6	21,1	21,7	22,2	22,7	23,2	23,8	24,3	44	
11,9	12,4	13,0	13,6	14,1	14,7	15,3	15,8	16,4	17,0	17,6	18,1	18,7	19,3	19,8	20,4	21,0	21,5	22,1	22,7	23,3	23,8	24,4	25,0	25,5	26,1	46	
12,7	13,3	13,9	14,5	15,1	15,7	16,3	16,9	17,5	18,1	18,8	19,4	20,0	20,6	21,2	21,8	22,4	23,0	23,6	24,2	24,9	25,5	26,1	26,7	27,3	27,9	48	
13,5	14,1	14,8	15,4	16,0	16,7	17,3	17,9	18,5	19,1	19,8	20,4	21,0	21,6	22,2	22,8	23,4	24,0	24,6	25,2	25,8	26,4	27,0	27,6	28,2	28,8	50	
14,3	14,9	15,5	16,1	16,7	17,3	17,9	18,5	19,1	19,7	20,3	20,9	21,5	22,1	22,7	23,3	23,9	24,5	25,1	25,7	26,3	26,9	27,5	28,1	28,7	29,3	52	
15,1	15,8	16,5	17,2	17,8	18,4	19,0	19,6	20,2	20,8	21,4	22,0	22,6	23,2	23,8	24,4	25,0	25,6	26,2	26,8	27,4	28,0	28,6	29,2	29,8	30,4	54	
15,9	16,6	17,4	18,2	18,9	19,7	20,5	21,2	22,0	22,8	23,6	24,3	25,1	25,9	26,6	27,4	28,2	28,9	29,7	30,5	31,3	32,0	32,8	33,6	34,3	35,1	56	
16,7	17,5	18,3	19,1	19,9	20,7	21,5	22,3	23,1	23,9	24,8	25,6	26,4	27,2	28,0	28,8	29,6	30,4	31,2	32,0	32,8	33,7	34,5	35,3	36,1	36,9	58	
17,5	18,3	19,2	20,0	20,9	21,7	22,6	23,4	24,3	25,1	26,0	26,8	27,7	28,5	29,4	30,2	31,1	31,9	32,8	33,6	34,5	35,3	36,2	37,0	37,9	38,7	60	
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	mm	

угол ротации позвонка

казатель, совпадающий или наиболее приближенный к размеру (б), после чего определяют угол ротации, который указан в соответствующей параллельно расположенной ячейке специального отдельного столбца показателей ротации, расположенный в крайнем правом ряду.

В работе определение позвоночной ротации проведено именно по описанной методике Раймонди. Учитывая, что специфичность сколиотической деформации на переднезадней рентгенограмме как иллюстрируется, так и подтверждается наличием ротации позвонков, измерению были подвергнуты апикальные сегменты основных дуг искривления позвоночника.

Анализ рентгенограмм в работе выполнен с использованием компьютерных программ: «DICOM», «DICOM Eye», «CorelDRAW 10», Microsoft Excel и Статистика 5,0.

**Результаты и обсуждение**

При определении величины ротации апикальных позвонков в основных дугах искривленного позвоночника были получены различные данные: минимальный угол ротации составил 2 градуса, максимальный – 58 градусов.

Распределение результатов по группам степеней тяжести деформации по В.Д.Чаклину [7], характеризующих выраженность деформационного поражения во фронтальной плоскости, суммарно представлено в таблице.

Как видно из полученных данных, для каждой степени тяжести как стадии фронтального поражения имелся свой интервал угла ротации, который характеризует параллельно величину патологических изменений в горизонтальной плоскости. Это позволило классифицировать параметры ротации апикального позвонка по **четырем степеням выраженности ротационной деформации.**

Для I степени выраженности ротационной деформации определен измеряемый интервал от 2 до 10 градусов. Для II степени выделен интервал от 12 до 20 градусов. К III степени отнесен интервал от 22 до 30 градусов. Для IV степени измеряемый угол ротации составляет от 32 градусов и выше.

Рис. 3. Таблица Раймонди (пояснение в тексте)

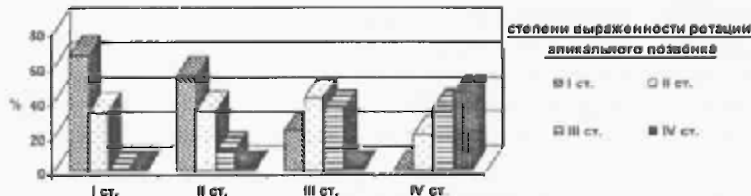
ную таблицу, где вычисляемая величина угла ротации имеет шаг 2 градуса [1, 15, 16]. По алгоритму определения ротации позвонков методика Раймонди напоминает методику Пердриоля, при этом схема проводимых измерений довольно проста и представлена на рисунке 2.

Суть методики Раймонди заключается в том, что на переднезадней рентгенограмме позвоночника выбирают ротированный сегмент, в котором миллиметровой линейкой определяют два размера. Первым (а) является ширина проекции тела позвонка, измеряемым от середины высоты наружных краев. Вторым размером (б) является расстояние между серединой края тела позвонка и центром проекции ножки его дужки на выпуклой стороне дуги деформации. Затем сам показатель ротации позвонка вычисляют по специальной таблице Раймонди, представленной на рисунке 3.

В таблице в нижних последних строках находят ячейку размера (а). Далее в столбце данной ячейки находят по-

**Распределение величины угла ротации апикального позвонка в основной дуге сколиотического искривления в зависимости от степени тяжести деформации позвоночника во фронтальной плоскости**

Показатели	Степени тяжести по классификации В.Д.Чаклина			
	I ст. (-10°) n=9	II ст. (11°-25°) n=35	III ст. (26°-40°) n=48	IV ст. (41°) n=50
min (°)	2	4	8	12
max (°)	14	22	36	58
средняя (°)	8,9	10,4	16,1	26,2
Интервал	12	18	28	46



**Рис. 4.** Распределение выраженности ротации апикального позвонка в зависимости от степени тяжести деформации во фронтальной плоскости

Согласно указанной классификации ротация I степени выраженности отмечена у 36 пациентов (25,3%), II степени – у 45 (31,7%), III степени – у 39 (27,5%) и IV степени – у 22 (15,5%). В зависимости от степени тяжести деформации во фронтальной плоскости распределение выраженности ротации апикального позвонка представлено диаграммой на рисунке 4.

Результаты сопоставления данных деформационного поражения у рассматриваемых больных сколиозом показывают, что искривления позвоночника I степени тяжести во фронтальной плоскости в основной дуге имели I и II степень выраженности ротационной деформации. На стадии II степени фронтальной тяжести выраженность ротационной деформации сместилась в сторону увеличения и имела показатели I-III степени. При искривлениях во фронтальной плоскости III степени тяжести отмечено перераспределение выраженности патологической ротации в сторону значительного преобладания показателей II и III степени. У больных с деформациями I-III степени тяжести не было выявлено ни одного случая с ротацией IV степени выраженности. Ротационная деформация IV степени выраженности определялась и преобладала исключительно в наблюдениях IV степени тяжести фронтального поражения; при этом в данной группе не было выявлено ни одного случая с показателями ротационной деформации I степени выраженности.

Полученные результаты показывают, что величина ротации апикального позвонка имеет прямую динамическую зависимость от тяжести поражения позвоночника во фронтальной плоскости. Следовательно, выраженность ротационной деформации апикального позвонка в основной дуге объективно характеризует поражение в горизонтальной плоскости всего позвоночника в целом. Выявленное наличие ротационной деформации различной степени выраженности для каждой из степеней тяжести фронтального поражения позволяет обоснованно рекомендовать разработанную классификацию для клинической практики. Ее применение позволяет объективно оценивать де-

формационный процесс в горизонтальной плоскости, а в совокупности с параметрами тяжести во фронтальной плоскости определять перспективу возможного самостоятельного развития патологии, что может рассматриваться и как объективный прогностический критерий рентгенологической оценки.

**Заключение.** Результаты по определению патологической ротации позвоночника при сколиотическом искривлении показывают ее прямую взаимосвязь с тяжестью поражения во фронтальной плоскости. Полученные параметры ротации апикального позвонка основных дуг искривленного позвоночника по методике Раймонди позволили разработать классификацию выраженности ротационной деформации, четыре степени которой отражают сколиотическое поражение позвоночного столба в горизонтальной плоскости. Сама методика Раймонди и выделенные степени выраженности ротационной деформации целесообразны для применения в ортопедической практике как компонент стандарта рентгенологического обследования при диагностике патологии, оценке динамики ее развития и эффективности проводимого корригирующего лечения.

### Литература

1. Деформация позвоночника: учеб. пособие / В.М. Шоловалов [и др.] – СПб: «МОРСАР АВ», 2000. – 96 с.
2. Казьмин, А.И. Сколиоз / А.И. Казьмин, И.И. Кон, В.Е. Беленький. – М.: Медицина, 1981. – 271 с.
3. Михайловский, М.В. Хирургия деформаций позвоночника / М.В. Михайловский, Н.Г. Фомичев. – Новосибирск: Сибирское университет. изд-во, 2002. – 430 с.
4. Мовшович, И.А. Сколиоз. Хирургическая анатомия и патогенез / И.А. Мовшович – М.: Медицина, 1964. – 255 с.
5. Ульрих, Э.В. Вертебрология в терминах, цифрах, рисунках / Э.В. Ульрих, А.Ю. Мушкин. – СПб.: «ЭЛБИ-СПб», 2002. – 187 с.
6. Фищенко, В.Я. Сколиоз / В.Я. Фищенко. – Макеевка, 2005. – 558 с.
7. Чаклин, В.Д. Ортопедия / В.Д. Чаклин. – М.: Медгиз, 1957. – Кн. 2. – 798 с.
8. Cobb, J.R. Outline for the study of scoliosis / J.R. Cobb // Am. Acad. Orthopaedic Surg. – 1948. – Vol. 5. – P. 261-275.
9. Mauroy, J.-C. La scoliose. Traitement orthopedique conservateur / J.-C. Mauroy-Saurams medical, 1996. – 279 p.
10. Moe's textbook of scoliosis and other spinal deformities / D.S. Bradford [et al.]. – N.Y: W.B.Saunders Company, 1987. – 651 p.
11. Nash, C.L. A study of vertebral rotation / C.L. Nash, J.H. Moe // J. Bone jt. Surg., 1969. №51-A. – R 223-229.
12. Perdrille, R. La Scoliose. Son etude tridimensionnelle / R. Perdrille-Maloine S.A. Editeur, Paris, 1979.
13. Perdrille, R., Vidal, J. Etude de la courbure scoliotique. Importance de l'examin et de la rotation vertebrale / R. Perdrille, J. Vidal // Rev. Chir. Orthop., 1981. № 67, 1.-P. 25-34.
14. Ponseti, I. Prognosis in idiopathic scoliosis / I. Ponseti, B. Friedman // J. Bone Jt. Surg. – 1950. – Vol. 32-A. – P. 381-395.
15. Raimondi, P. Is axial rotation measurement of a vertebra axiomatic? How to assess it through Raimondi's tables / P.Raimondi, G. Costanzo, A. Santorini-Scoliosis, State of the art. Book of abstracts (2<sup>nd</sup> Annual meeting) – Barcelona, 1996. – P. 52-55.
16. Raimondi, P. La rotazione vertebrale. Proposta di nuovo metodo di valutazione / P.Raimondi-Ed. Annali ISEF l'Aquila, 1984. – P. 81-84.