

## **КОМПЬЮТЕРНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ТОПОГРАФИЯ. ОБЪЕКТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ СТРУКТУРАЛЬНЫХ СКОЛИОЗОВ – НЕИНВАЗИВНАЯ АЛЬТЕРНАТИВА РЕНТГЕНУ**

Владимир Николаевич Сарнадский, к.т.н., академик АМТН РФ  
ООО “МЕТОС” г. Новосибирск

*Сколиотическая деформация позвоночника является наиболее серьезным ортопедическим заболеванием детей и подростков, проявляющимся в виде бокового искривления позвоночника. Следствием этой болезни оказываются косметический дефект осанки и деформация грудной клетки, ведущая к нарушению функций легких и сердечно-сосудистой системы, а при развитии тяжелых форм сколиозов, имеют место и неврологические осложнения [1]. Начальные формы сколиоза достаточно частое явление среди детей и подростков (25-40% детского населения). К счастью для детей и их родителей большинство таких случаев, как правило, не прогрессируют и не нуждаются в лечении сколиоза. Однако, к сожалению, до сих пор еще не найдены достаточно надежные признаки для дифференциальной диагностики прогрессирующих и не прогрессирующих форм сколиоза. Поэтому для каждого ребенка с выявленной начальной степенью деформации позвоночника существует определенный риск ее прогрессирования в период роста и формирования скелета. Это требует проведения ежегодных динамических наблюдений больных сколиозом с объективной регистрацией состояния их позвоночника с момента первичного выявления сколиоза и до завершения роста скелета. При этом особо опасным с точки зрения прогрессирования деформаций позвоночника является период полового созревания.*

*Основным способом динамических наблюдений больных сколиозом до настоящего времени является рентгенография с оценкой динамики угла по Коббу, расчерчиваемого по снимку в прямой проекции [2]. Однако, рентгенологическое обследование позвоночника не безвредно для растущего организма ребенка. По данным Lonstein [3] типичный пациент, проходящий курс лечения корсетом в течение 3-х лет, вынужден делать до 22 рентгеновских снимка позвоночника. Оценка канцерогенного риска для различных органов у больных сколиозом, сделанная Nash [4], показала существенное возрастание риска рака молочных желез по сравнению с естественным его проявлением. В работе Sridhar [5] выявлено, что дополнительный риск возникновения лейкемии у больных сколиозом возрастает на 5%. Проведенные Hoffmann [6] исследования группы из 1030 женщин со сколиозом, подвергнутым рентгенологическим обследованиям, показали возрастание частоты рака молочных желез в два раза по сравнению с "нормальным" населением. С целью уменьшения числа рентгенологических обследований больных сколиозом, разработаны многочисленные неинвазивные методы, в том числе простейшие контактные методы: "The formulator body tracer" [7], "Scoliometer" [8], "flexible curve" [9], "Spinal pantograph" [10] и другие. Однако недостаточная точность и повторяемость результатов контактных методов и их косвенный характер не позволили этим методам заменить рентген.*

*Новая возможность в описании ортопедического статуса больных сколиозом появилась с внедрением в медицину бесконтактных методов оптической топографии, начиная с метода муаровой топографии [11].*

В Новосибирском НИИТО - Республиканском центре хирургии позвоночника в 1994 году был разработан метод КОМПьютерной Оптической Топографии (КОМОТ) [12] и на его основе создана первая отечественная медицинская топографическая система, допущенная МЗ РФ к применению в медицинской практике в 1996 году под названием ТОДП - топограф оптический деформаций позвоночника. Основной целью создания метода КОМОТ явилось решение проблемы проведения массовых обследований детского населения для выявления сколиоза и других деформаций позвоночника на ранних стадиях заболевания. Принцип его действия прост и состоит в проецировании на спину пациента вертикальных черно-белых полос под небольшим углом сбоку от пациента, регистрации изображения этих полос ТВ камерой и вводе его в цифровом виде в компьютер, где с помощью специальной программы восстанавливается трехмерная модель дорсальной поверхности туловища (ДПТ). Затем строятся ее графические представления в трех

плоскостях анализа: фронтальной (ФП), горизонтальной (ГП) и сагиттальной (СП), а также рассчитываются многочисленные параметры, количественно оценивающие состояние пациента, и, в том числе, определяется угол латеральной асимметрии (ЛА) [13], который является топографическим аналогом угла по Коббу.

Большая информативность и достоверность топографических данных при диагностике структуральных сколиозов побудила нас провести изучение возможности использования метода компьютерной оптической топографии и для мониторинга состояния больных сколиозом. Эти исследования были проведены на базе Новосибирской школы-интерната №133 санаторного типа для детей больных сколиозом, где на протяжении ряда лет проводились регулярные топографические обследования параллельно с рентгенологическими [13]. Рентгенологические и топографические обследования выполнялись в положении пациентов стоя. Оценка динамики состояния пациентов осуществлялась рентгенологически по углу Кобба и топографически по углу ЛА, а также с помощью интегральных индексов нарушения формы ДПТ, определяющих количественно степень отклонений осанки от гармоничного состояния [14].

Анализ динамики течения заболевания среди больных интерната позволил выделить четыре клинических группы: с регрессирующим течением заболевания (в ходе лечения дуга уменьшалась на  $5^\circ$  и более); со стабильным течением заболевания (дуга искривления оставалась постоянной или увеличивалась не более чем на  $5-10^\circ$  в течение всего периода роста); с умеренным прогрессированием заболевания (дуга оставалась стабильной до периода полового созревания, а в течение его прогрессировала до  $30-40^\circ$ ); с бурным прогрессированием заболевания (дуга прогрессировала на протяжении всего периода наблюдения на  $10^\circ$  и более градусов в год и к концу роста скелета могла достигать  $70^\circ$  и более).

Сопоставление рентгенологических, клинических и топографических данных, полученных в ходе исследования, показало, что для всех описанных выше клинических групп топографические данные адекватно отражают состояние деформации позвоночного столба и могут быть использованы для проведения мониторинга больных со сколиотической деформацией позвоночника с существенным сокращением объема (до 70-80%) рентгенологических обследований.

Для иллюстрации вышесказанного приводится клинический пример наблюдения больной с бурно прогрессирующей формой идиопатического сколиоза, которая поступила в школу-интернат в возрасте 9 лет. Результаты динамического наблюдения этой больной приведены на рис.1 и в табл.1, в которой, помимо углов по Коббу и ЛА для основной и второй дуги, приведены 32 топографических параметра [13], имеющих по результатам наблюдения этой больной значительный коэффициент корреляции с углом ЛА (не менее 0.8 и не более -0.8).

По первичной рентгенограмме (рис.1А), сделанной в возрасте 8.9 лет (до поступления в школу), выявлена правосторонняя грудная дуга с локализацией Т5-Т8-Т11 величиной  $10^\circ$  по Коббу и признаками торсии, а также левосторонняя поясничная дуга Т12-L2-L4  $-7^\circ$ . По результатам первичного топографического обследования больной в возрасте 9.0 лет (рис.1В) выявлена правосторонняя грудная дуга (основная) Т3-Т8-Т11  $11.3^\circ$  и левосторонняя поясничная дуга (вторая) Т11-L2-L5  $-6.3^\circ$ . Угол ротации в вершине основной дуги составил  $3.9^\circ$ , что свидетельствует о наличии выраженной торсионной деформации позвоночного столба в ранней стадии сколиоза (неблагоприятный с точки зрения прогноза фактор). Боковое отклонение линии остистых на вершине дуги минимально и составляет 2 мм. Нарушения осанки во ФП также минимальны и укладываются в норму. В ГП выявлен незначительный поворот плечевого пояса влево (поворот левого плеча кзади, а правого - кпереди) что привело к небольшому скручиванию туловища  $-2^\circ$ , однако при наличии правосторонней грудной дуги это также является неблагоприятным фактором. В СП выявлено усиление по сравнению с нормой глубины поясничного лордоза на 4 мм и уменьшение высоты грудного кифоза на 10 мм, что может свидетельствовать о начале формирования лордосколиоза.

Таблица 1

## Динамика состояния по данным рентгена и топографии больной в возрасте от 9 до 12 лет с бурно прогрессирующей формой идиопатического сколиоза

№	Наименование параметра	Корреляция**	1	2	3	4	5	6	7	Изменение***	
			9.0 лет	9.9 лет	10.4 лет	10.8 лет	11.4 лет	11.7 лет	12.0 лет	Абсолютное	Относительное, %
1	Угол по Коббу основной дуги, ° *	<b>0.987</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>38</b>	<b>49</b>	<b>55</b>	<b>45</b>	<b>450</b>
2	Угол по Коббу второй дуги, ° *	<b>-0.977</b>	<b>-7</b>	<b>-9</b>	<b>-14</b>	<b>-16</b>	<b>-26</b>	<b>-36</b>	<b>-39</b>	<b>-32</b>	<b>457</b>
3	Угол латеральной асимметрии основной дуги, °	<b>1.0</b>	<b>11.3</b>	<b>14.5</b>	<b>16.3</b>	<b>29.8</b>	<b>40.8</b>	<b>47.6</b>	<b>53.7</b>	<b>42.4</b>	<b>362</b>
4	Угол ротации в вершине основной дуги, °	<b>0.86</b>	<b>3.92</b>	<b>5.8</b>	<b>5.1</b>	<b>4.9</b>	<b>8.5</b>	<b>7.8</b>	<b>8.0</b>	<b>4.8</b>	<b>104</b>
5	Боковое отклонение линии остистых отростков в вершине основной дуги, мм	<b>0.96</b>	<b>2.0</b>	<b>2.4</b>	<b>4.7</b>	<b>13.6</b>	<b>25.4</b>	<b>30.6</b>	<b>34.2</b>	<b>32.2</b>	<b>1610</b>
6	Угол латеральной асимметрии второй дуги, °	<b>-0.98</b>	<b>-6.34</b>	<b>-8.1</b>	<b>-12.9</b>	<b>-18.8</b>	<b>-33.3</b>	<b>-43.3</b>	<b>-43.8</b>	<b>-37.5</b>	<b>590</b>
7	Угол ротации в вершине дуги второй дуги, °	<b>-0.96</b>	<b>-2.0</b>	<b>-1.8</b>	<b>-2.6</b>	<b>-2.6</b>	<b>-5.0</b>	<b>-5.6</b>	<b>-6.7</b>	<b>-4.7</b>	<b>235</b>
8	Боковое отклонение линии остистых отростков в вершине второй дуги, мм	<b>-0.91</b>	<b>-1.0</b>	<b>-1.2</b>	<b>-1.5</b>	<b>-2.0</b>	<b>-1.4</b>	<b>-3.2</b>	<b>-4.5</b>	<b>-3.5</b>	<b>350</b>
9	Общий интегральный индекс ДПТ	<b>0.98</b>	<b>1.11</b>	<b>1.11</b>	<b>1.20</b>	<b>1.77</b>	<b>2.72</b>	<b>3.43</b>	<b>3.60</b>	<b>2.49</b>	<b>224</b>
10	Интегральный индекс ДПТ во ФП	<b>0.99</b>	<b>0.59</b>	<b>0.74</b>	<b>0.83</b>	<b>1.72</b>	<b>2.83</b>	<b>3.83</b>	<b>4.49</b>	<b>3.9</b>	<b>661</b>
11	Интегральный индекс ДПТ в ГП	<b>0.95</b>	<b>1.29</b>	<b>1.50</b>	<b>1.47</b>	<b>2.08</b>	<b>2.30</b>	<b>3.30</b>	<b>2.94</b>	<b>1.65</b>	<b>128</b>
12	Интегральный индекс ДПТ в СП	<b>0.93</b>	<b>1.31</b>	<b>0.95</b>	<b>1.22</b>	<b>1.48</b>	<b>2.97</b>	<b>3.11</b>	<b>3.16</b>	<b>1.85</b>	<b>141</b>
13	Индекс деформации ДПТ во ФП	<b>0.99</b>	<b>0.42</b>	<b>0.57</b>	<b>0.98</b>	<b>2.34</b>	<b>4.46</b>	<b>5.26</b>	<b>5.90</b>	<b>5.48</b>	<b>1304</b>
14	Индекс деформации ДПТ в ГП	<b>0.97</b>	<b>1.92</b>	<b>2.14</b>	<b>2.00</b>	<b>2.72</b>	<b>3.00</b>	<b>3.83</b>	<b>3.64</b>	<b>1.72</b>	<b>89.6</b>
15	Индекс деформации ДПТ в СП	<b>0.93</b>	<b>1.65</b>	<b>1.14</b>	<b>1.60</b>	<b>1.90</b>	<b>3.72</b>	<b>4.04</b>	<b>3.96</b>	<b>2.31</b>	<b>140</b>
16	Индекс асимметрии лопаток	<b>0.94</b>	<b>1.02</b>	<b>1.13</b>	<b>0.95</b>	<b>1.71</b>	<b>2.78</b>	<b>3.69</b>	<b>5.1</b>	<b>4.08</b>	<b>400</b>
17	Наклон плечевого пояса во ФП, °	<b>0.91</b>	<b>1.1</b>	<b>1.5</b>	<b>0.6</b>	<b>3.4</b>	<b>4.2</b>	<b>4.7</b>	<b>5.5</b>	<b>4.4</b>	<b>400</b>
18	Наклон нижних углов лопаток во ФП, °	<b>0.84</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>-0.7</b>	<b>3.6</b>	<b>2.7</b>	<b>7.3</b>	<b>10.1</b>	<b>7.9</b>	<b>359</b>
19	Наклон туловища во ФП, °	<b>-0.89</b>	<b>0.1</b>	<b>-0.22</b>	<b>0.34</b>	<b>-0.83</b>	<b>-1.44</b>	<b>-3.48</b>	<b>-3.1</b>	<b>-3.0</b>	<b>3000</b>
20	Разворот плечевого пояса относит. таза в ГП, °	<b>-0.80</b>	<b>-1.96</b>	<b>-2.86</b>	<b>-3.71</b>	<b>-5.8</b>	<b>-5.4</b>	<b>-10.9</b>	<b>-6.1</b>	<b>-4.14</b>	<b>211</b>
21	Наклон туловища в СП, °	<b>-0.76</b>	<b>-0.83</b>	<b>-1.31</b>	<b>-0.94</b>	<b>0.9</b>	<b>-4.3</b>	<b>-4.1</b>	<b>-5.6</b>	<b>-4.77</b>	<b>574</b>
22	Угол разворота левой лопатки в ГП, °	<b>-0.95</b>	<b>32.4</b>	<b>32.1</b>	<b>32.9</b>	<b>29.8</b>	<b>21.0</b>	<b>23.3</b>	<b>17.5</b>	<b>-14.9</b>	<b>-46.3</b>
23	Угол наклона левой лопатки в СП, °	<b>-0.97</b>	<b>4.7</b>	<b>6.2</b>	<b>5.1</b>	<b>2.6</b>	<b>0.7</b>	<b>-2.58</b>	<b>-4.0</b>	<b>-8.7</b>	<b>-185</b>
24	Высота отстояния нижнего угла правой лопатки от уровня остистых отростков, мм	<b>0.95</b>	<b>22.5</b>	<b>21.3</b>	<b>19.3</b>	<b>24.1</b>	<b>36.0</b>	<b>40.8</b>	<b>41.2</b>	<b>18.7</b>	<b>83</b>
25	Индекс асимметрии положения углов лопаток относительно срединной линии	<b>0.98</b>	<b>0.59</b>	<b>0.33</b>	<b>0.50</b>	<b>1.83</b>	<b>2.8</b>	<b>3.1</b>	<b>4.00</b>	<b>3.41</b>	<b>578</b>
26	Высота дуги поясничного лордоза, мм	<b>0.81</b>	<b>21.8</b>	<b>18.2</b>	<b>17.2</b>	<b>22.5</b>	<b>27.5</b>	<b>31.0</b>	<b>24.9</b>	<b>3.1</b>	<b>14</b>
27	Отклонение от нормы положения уровня апекса поясничного лордоза, %	<b>0.95</b>	<b>0.2</b>	<b>-2.63</b>	<b>-2.10</b>	<b>1.99</b>	<b>10.5</b>	<b>9.3</b>	<b>14.8</b>	<b>14.6</b>	<b>7300</b>
28	Высота дуги грудного кифоза, мм	<b>-0.89</b>	<b>13.8</b>	<b>14.0</b>	<b>11.3</b>	<b>12.8</b>	<b>6.30</b>	<b>5.20</b>	<b>5.40</b>	<b>-8.4</b>	<b>-60.8</b>
29	Отклонение от нормы положения уровня апекса грудного кифоза, %	<b>0.90</b>	<b>7.5</b>	<b>5.3</b>	<b>8.1</b>	<b>5.7</b>	<b>15.6</b>	<b>18.1</b>	<b>19.5</b>	<b>12</b>	<b>160</b>
30	Индекс соотношения протяженности поясничного лордоза и грудного кифоза, %	<b>-0.94</b>	<b>-7.2</b>	<b>-4.2</b>	<b>-3.5</b>	<b>-7.9</b>	<b>-25.3</b>	<b>-29.0</b>	<b>-33.0</b>	<b>-25.8</b>	<b>344</b>
31	Индекс соотношения высоты дуги поясничного лордоза и грудного кифоза	<b>-0.91</b>	<b>-1.44</b>	<b>-0.8</b>	<b>-1.2</b>	<b>-1.74</b>	<b>-3.9</b>	<b>-4.4</b>	<b>-3.9</b>	<b>-2.46</b>	<b>171</b>
32	Среднеквадратическое отклонение графика "ДТУ <sub>гл</sub> ", °	<b>0.86</b>	<b>2.2</b>	<b>2.3</b>	<b>2.0</b>	<b>3.0</b>	<b>2.5</b>	<b>3.3</b>	<b>3.5</b>	<b>1.3</b>	<b>59</b>
33	Среднеквадратическое отклонение графика "ПВУ <sub>гл</sub> ", °	<b>0.97</b>	<b>4.1</b>	<b>4.5</b>	<b>4.4</b>	<b>5.0</b>	<b>6.9</b>	<b>8.1</b>	<b>7.9</b>	<b>3.8</b>	<b>93</b>
34	Среднеквадратическое отклонение графика "Объем", мм	<b>0.94</b>	<b>2.01</b>	<b>2.5</b>	<b>2.1</b>	<b>3.02</b>	<b>2.93</b>	<b>3.84</b>	<b>3.68</b>	<b>1.67</b>	<b>83</b>
35	Среднеквадратическое отклонение графика "Кривизна"	<b>0.96</b>	<b>2.52</b>	<b>3.0</b>	<b>2.99</b>	<b>3.6</b>	<b>5.76</b>	<b>6.9</b>	<b>6.4</b>	<b>3.88</b>	<b>154</b>

Примечание: \* - угол по Коббу приведен для рентгенограмм, показанных на рис.1 (А1-А7) и полученных в пределах одного месяца от момента проведения топографического обследования больной, с возрастом указанным в таблице;

\*\* - коэффициент корреляции, рассчитанный для каждого параметра по отношению к углу ЛА - топографического аналога угла по Коббу;

\*\*\* - изменение параметра в конце периода наблюдения по отношению к начальному состоянию; знак "минус" для приведенных в таблице параметров означает превышение параметра слева или левостороннюю дугу;

ФП, ГП, СП - фронтальная, горизонтальная и сагиттальная плоскость соответственно.

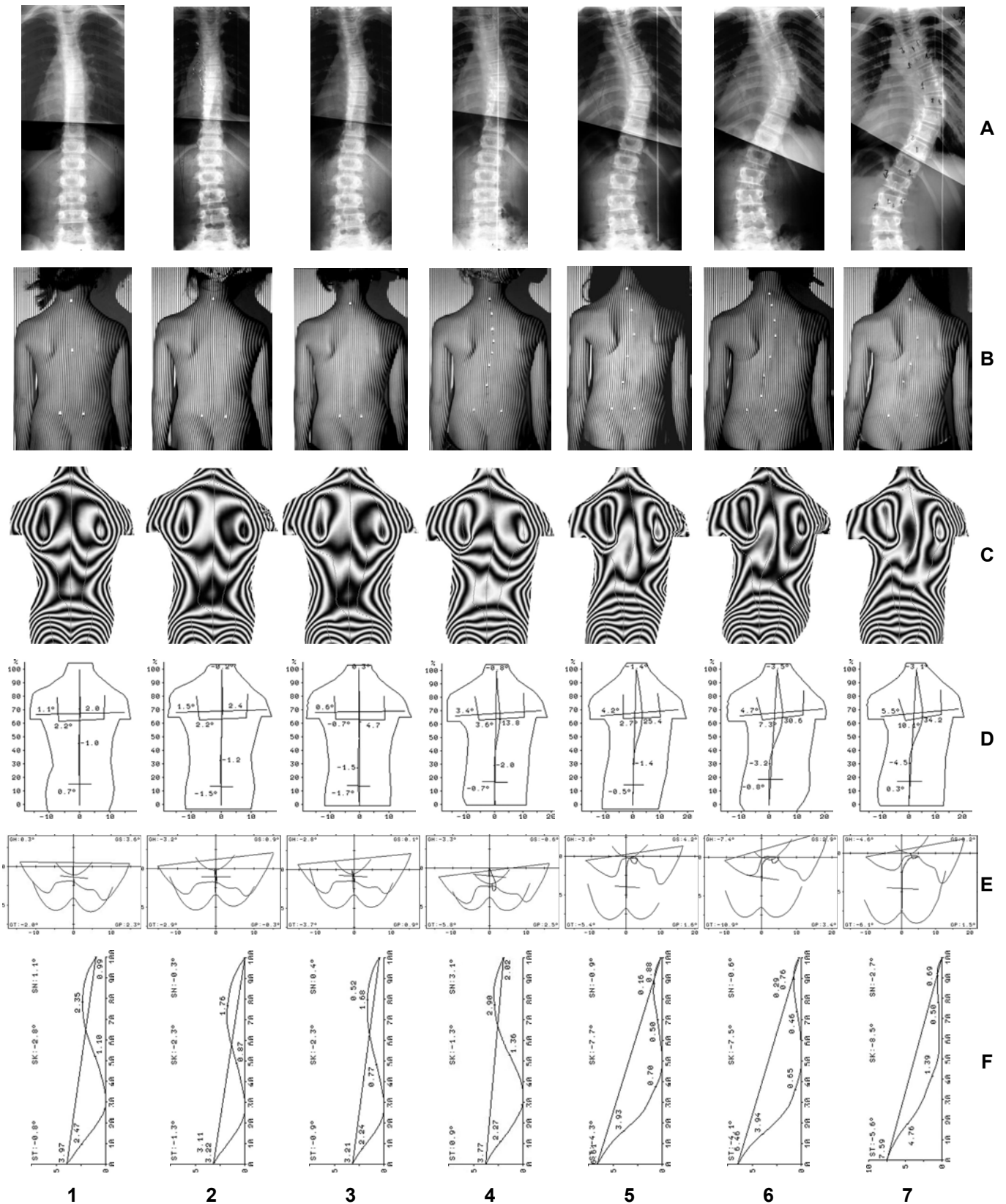


Рис.1. Результаты динамического наблюдения больной с бурно прогрессирующим идиопатическим сколиозом в возрасте от 9 до 12 лет с нумерацией 1-7 согласно табл.1:

- А - рентгенограммы больной в положении стоя в прямой проекции;
- В - исходные снимки больной при топографической обследовании;
- С - топограммы ДПТ больной с перепадом по высоте для одной полосы 5мм;
- Д - фронтальные проекции ДПТ больной (вид на пациента сзади);
- Е - горизонтальные проекции ДПТ больной (вид на пациента сверху);
- Ф - сагиттальные проекции линии остистых отростков (вид на пациента сбоку).

До момента топографического обследования в возрасте 10.4 лет включительно (рис.1.1-1.3) состояние больной можно рассматривать как близкое к стабильному: общий интегральный индекс ДПТ увеличился с 1.11 до 1.2, угол ЛА - с  $11.3^\circ$  до  $16.3^\circ$ , индекс асимметрии лопаток практически остался без изменений (1.02 и 0.95). После указанного периода сколиоз у больной начал бурно прогрессировать и к возрасту 10.8 лет (рис.1.4) угол ЛА основной дуги возрос до  $29.8^\circ$  (увеличение на  $13.5^\circ$ ), общий интегральный индекс ДПТ составил 1.77 (увеличение на 0.57), интегральный индекс асимметрии лопаток - 1.7 (увеличение на 0.75). При этом по топографическим данным выявлено: появление наклона плечевого пояса и углов лопаток во ФП влево ( $3.4^\circ$  и  $3.6^\circ$ ) с увеличением на вершине грудной дуги бокового отклонения линии остистых отростков до 13.6 мм; отклонение оси туловища во ФП вправо ( $-0.8^\circ$ ) и в СП кзади ( $0.9^\circ$ ); усиление скручивания туловища ( $-5.8^\circ$ ); перемещение вершины поясничного лордоза карниально (рис.1.4F).

В последующие 6 месяцев прогрессирование продолжилось, и к возрасту 11.4 лет (рис.1.5) угол ЛА основной дуги составил  $40.8^\circ$  (увеличение на  $11.0^\circ$ ), общий интегральный индекс ДПТ - 2.72 (увеличение на 0.95), индекс асимметрии лопаток - 2.78 (увеличение на 1.07). На этом этапе прогрессирование сколиоза было обусловлено процессом лордозирования грудного кифоза: высота дуги грудного кифоза составила 6.3 мм (уменьшение на 6.5 мм); вершины физиологических изгибов переместились карниально (апекс поясничного лордоза на 8.4% и грудного кифоза на 9.9% от длины туловища, рис.1.5F). Произошло также увеличение дисбаланса туловища во ФП (наклон туловища вправо составил  $-1.4^\circ$ , рис.1.5D) и потеря баланса туловища в СП (наклон туловища кпереди изменился на  $5.2^\circ$  и составил  $-4.3^\circ$ , рис.1.5F). В последующем периоде сколиоз продолжал прогрессировать и для предотвращения дальнейшего его развития больной в возрасте 12 лет была выполнена операция в Новосибирском НИИТО.

В табл.1 последние два столбца описывают абсолютные и относительные изменения параметров к концу периода наблюдения больной относительно его начала. Для большинства параметров наблюдаются выраженные изменения в сторону ухудшения, что наглядно демонстрирует возможность достаточно достоверно судить о состоянии позвоночного столба при структуральном сколиозе по состоянию дорсальной поверхности туловища.

## Заключение

Проведенные исследования доказали, что состояние дорсальной поверхности туловища имеет сильно выраженную корреляцию с состоянием позвоночника. При отсутствии прогрессирования сколиоза форма поверхности остается практически неизменной и, наоборот, при нарастании деформации позвоночника она ухудшается по сравнению с гармоничной осанкой пропорционально увеличению сколиотических дуг, как правило, в трех плоскостях. Поэтому топографические параметры (топографический угол ЛА и интегральные индексы нарушения формы дорсальной поверхности) могут быть использованы для оценки динамики состояния больных сколиозом. При грудной локализации основной дуги выявлена сильная корреляция с рентгенологическим углом по Коббу для параметров положения и ориентации лопаток, что позволяет рекомендовать интегральный индекс асимметрии лопаток в качестве дополнительного и достаточно достоверного критерия наличия или отсутствия прогрессирования сколиотической деформации. Для большинства больных сколиозом, наблюдаемых в динамике, вместо рентгенологических достаточно проводить регулярные топографические обследования: один раз для стабильных форм сколиоза и 2-4 раза при наличии признаков прогрессирования. Рентгенологическое подтверждение величины дуги и ее локализации для впервые выявленных топографически больных сколиозом рекомендуется проводить при значении угла ЛА более  $11^\circ$ . Повторное рентгенологическое обследование больных рекомендуется проводить при топографически выявленном прогрессировании сколиоза с увеличением угла ЛА на  $15-20^\circ$  и общего интегрального индекса нарушения формы дорсальной поверхности более 0.5.

По сравнению с рентгенографией использование оптической топографии для задач мониторинга больных сколиозом имеет ряд несомненных преимуществ:

- полная безвредность для обследуемых и обслуживающего персонала;

- отсутствие дорогостоящих расходных материалов;
- отсутствие ограничений на число обследований пациента в год;
- полная автоматизация обработки снимков пациентов;
- высокая оперативность (получение результата в присутствии пациента);
- получение трехмерного описания формы поверхности туловища для выявления динамики постуральных изменений и контроля корректности позы пациента в момент съемки;
- сохранение всех результатов обследований в электронной базе данных.

Результаты проведенных исследований позволяют рекомендовать топографический мониторинг структурального сколиоза для широкого применения в медицинской практике как неинвазивную альтернативу рентгену.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Михайловский М.В., Фомичев Н.Г. Хирургия деформаций позвоночника. Сибирское университетское издательство. Новосибирск. 2002. -430с.
2. Cobb J.R., Outline for the study of scoliosis. Instructional Course Lectures. V5. Edited by J.W.Edwards, Ann Arbor, Amer. Acad. of Orthopedic Surg., 1948, -P.261-275.
3. Lonstein J.E., Patient evolution, Moe's textbook of scoliosis and other spinal deformities (Ed. Bradford et al.), Saunders, Philadelphia, 1987, -P.46-87.
4. Nash, C.L., Gregg, E.C., Brown R.H., Pillac, K., Risk of exposure to X rays in patients undergoing long term treatment for Scoliosis, J. Bone Joint Surg., 1979, 61A, -P.371-375.
5. Sridhar, P., Gregg, E., A revised estimate of risk of carcinogenesis from X ray to scoliosis patient, Investigative Radiology, 1983, -P.58-60.
6. Hoffmann D.A., Lonstein J.E., Morin M.M., Visscher W., Harris B.S., Boice, J.D., Breast cancer in women with scoliosis exposed to multiple diagnostic X rays, J. Nat. Can. Inst. 1989, 81, -P.1370-1371
7. Burwell R.G., James N.J., Johnson F., Webb J.K. and Wilson Y.G. Standardized Trunk Asymmetry Scores. A study of Back Contour in Healthy Schoolchildren. J. Bone and Joint Surg., 1983, -V.65-B, N4, -P.452-463.
8. Murrell G.A.C., Coonrad R.W., Moorman C.T., Fitch R.D., An Assessment of the Reliability of the Scoliometr, SPINE, 1993, 18, -P.709-712.
9. Pun W., Luk K.D., Lee W., Leong J.C. A simple method to estimate rib hump in scoliosis. Spine, 1987, 12, -P. 342-345.
10. Willner S. Spinal pantograph-A non-invasive anthropometric device for describing postures and asymmetries of the trunk. J. Pediatr. Orthop., 1983, -V.3, -P.245-249.
11. Takasaki H. Moire Topography, Appl. Opt., 1970, 9, -P.1467-1472.
12. Сарнадский В.Н., Садовой М.А., Фомичев Н.Г. Способ компьютерной оптической топографии тела человека и устройство для его осуществления. Заявл. 26.08.96. Евразийский патент № 000111.
13. Сарнадский В.Н., Фомичев Н.Г. Мониторинг деформации позвоночника методом компьютерной оптической топографии. -Пособие для врачей МЗ РФ. -Новосибирск: НИИТО, 2001. -44с.
14. Сарнадский В.Н., Фомичев Н.Г. Иерархическая система интегральных индексов для оценки нарушений осанки методом компьютерной оптической топографии //Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии. Тез. конференции детских травматологов-ортопедов России. Москва 5-7 июня 2001г. -С.283-284.