

УДК 617.711-007.55-073.756.8-053.5(571.14)

DOI 10.20538/1682-0363-2017-1-80-91

Для цитирования: Сарнадский В.Н., Михайловский М.В., Садовая Т.Н., Орлова Т.Н., Кузнецов С.Б. Распространенность структурального сколиоза среди школьников Новосибирска по данным компьютерной оптической топографии. *Бюллетень сибирской медицины*. 2017; 16 (1): 80–91

Распространенность структурального сколиоза среди школьников Новосибирска по данным компьютерной топографии

Сарнадский В.Н., Михайловский М.В., Садовая Т.Н., Орлова Т.Н., Кузнецов С.Б.

ООО «Медицинские топографические системы «МЕТОС»

Россия, 630091, г. Новосибирск, ул. Крылова, 31–54

Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии (ННИИТО) им. Я.А. Цивьяна

Россия, 630091, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 17

РЕЗЮМЕ

Цель исследования. Изучить распространенность структурального сколиоза среди школьников 6–18 лет г. Новосибирска – крупного индустриального города Сибири по данным метода компьютерной оптической топографии (КОМОТ).

Материал и методы. Запущенная с 2010 г. программа ежегодных обследований методом КОМОТ осанки школьников декретированных возрастов всех общеобразовательных школ города позволила за 5 лет собрать данные более 190 тыс. учащихся в возрасте 6–18 лет, в том числе 95 551 (49,0%) девочек и 99 333 (51,0%) мальчиков. Метод КОМОТ, разработанный в 1994 г. в Новосибирском НИИТО, использует проекцию вертикальных полос и позволяет по одному снимку восстанавливать 3D-модель дорсальной поверхности туловища, оценивать состояние осанки в трех плоскостях, выявлять структуральные сколиозы на ранней стадии и точно определять степень сколиоза по углу латеральной асимметрии (ЛА) – топографическому аналогу угла Кобба. Для более 90% случаев обеспечивается расхождение в пределах $\pm 5^\circ$ между углами ЛА и Кобба.

Результаты. По мере увеличения угла латеральной асимметрии от $5-9^\circ$ до $\geq 40^\circ$ доля структуральных сколиозов быстро падает – от 31,1% до 0,04% у девочек (Д) и от 26,4% до 0,01% у мальчиков (М), а соотношение девочек и мальчиков (Д/М) увеличивается от 1,18 до 6,92. Количество структуральных деформаций постоянно растет по мере взросления обследуемых, и этот рост характерен для мальчиков и девочек, но имеет некоторые гендерные различия по динамике, связанные с более ранним для девочек возрастом полового созревания, в период которого происходит ускоренное прогрессирование сколиозов и увеличение их числа во всех группах по выраженности ЛА. К 17-ти годам у мальчиков в основном завершается рост скелета, и Д/М для сколиозов $\geq 10^\circ$ становится равным 1,62, а количество сколиозов – 5,3% (Д) и 3,3% (М). Количество сколиозов $\geq 40^\circ$ (с учетом прооперированных) составило 0,24% (Д) и 0,022% (М). Подобные данные по распространенности сколиоза можно ожидать у взрослого населения.

Заключение. Метод КОМОТ позволил без рентгенографии получать достоверную оценку выраженности сколиоза и дал возможность в отличие от других схем скрининга построить современную систему профилактики развития тяжелых форм сколиоза в г. Новосибирске. Все школьники, начиная с 1-го класса, а затем с 5-го класса один раз в 2 года обследуются с выездом в школы, что достаточно для своевременного выявления, наблюдения в динамике и направления по мере необходимости группы риска в лечебные учреждения.

Ключевые слова: сколиоз, компьютерная оптическая топография, скрининг школьников.

✉ Михайловский Михаил Витальевич, e-mail: MMihailovsky@niito.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Сколиоз известен в медицине с доисторических времен. И несмотря на то, что медицина в развитии технологий и знаний о болезнях шагнула далеко вперед, особенно в конце XX в. и в начале настоящего, этиология сколиоза до сих пор остается под большим вопросом, а основная масса сколиотических деформаций позвоночника (до 80%) диагностируется как идиопатический сколиоз. Также на сегодня нет достаточно ясной картины о распространенности этой патологии среди населения разных стран. Так, по данным 28 исследований установлено, что сколиозы более 10° по Коббу встречаются с частотой 0,93–4,6% у девочек и 0,25–1,1% у мальчиков, то есть распространенность различается в 4,9 и 4,4 раза соответственно, а сколиозы более 20° наблюдаются в 0,25–1% случаев (различие в 4 раза) [1]. В обзоре данных скрининга с использованием двух методов – муаровой топографии (МТ) и пробы Адамса (ПА) – для сколиозов более 10° приведены следующие данные (без учета пола) по разным странам: Англия – 2% (МТ) и 0,25% (ПА); США – 1,2% (ПА); Канада – 1,8% (ПА); Греция – 1,75% (ПА); Норвегия – 0,55% (ПА); Сингапур – 0,75%; Япония – 0,41% (МТ) [2]. При этом количественное соотношение девочек и мальчиков (Д/М) варьирует от 2,1 (Канада) до 18,1 (Япония). Следует отметить, что данные сильно отличаются даже для одного и того же метода. Так для ПА диапазон составляет 0,55–2,85%, для МТ соответственно 0,41–2%. По собственным данным J.Y. Lee, полученным при скрининг-обследовании 38 тыс. школьников в возрасте 10–12 лет методом МТ, распространенность сколиоза составила 0,19% (Д/М – 5,5), что в два раза меньше, чем в Японии и, что самое примечательное, в 17 раз меньше, чем в той же Южной Корее [3], в которой с помощью ПА обследованы более 1 млн школьников 10–14 лет. По данным S.W. Suh et al., число сколиозов $\geq 10^\circ$ составило для девочек 4,65%, мальчиков – 1,97% и без учета пола – 3,26%, Д/М – 2,36.

На наш взгляд, такое различие по распространенности сколиоза обусловлено в первую очередь отсутствием единых стандартов скрининга, в том числе по пороговому значению теста. Влияние субъективного фактора при использовании визуального осмотра с ПА еще в 1977 г. отмечал W.J. Kane et al. [4]. По его данным, в США в зависимости от персонала оценка распространенности сколиоза даже в одном штате могла варьировать в пределах 0,6–17%. Впоследствии для

уменьшения субъективного фактора при скрининге с ПА стали использовать количественный критерий – максимальное значение угла ротации туловища (УРТ), определяемого при помощи сколиометра. Однако в разных исследованиях значение порога по этому углу варьирует в пределах $4\text{--}8^\circ$ [5], а для метода МТ [1] порог асимметрии картины полос также варьирует и составляет 1–2 и более контурных линий. Для этих двух методов существует другой общий недостаток – они оценивают только ротационную деформацию, в то время как для постановки диагноза повсеместно используется другой компонент структурально-го сколиоза – боковое искривление позвоночника (определяется методом Кобба). Соотношение этих двух компонент деформации характеризует индивидуальную картину сколиоза и варьирует в значительной степени не только от случая к случаю, но может изменяться при прогрессировании сколиоза.

Большая вариабельность этого соотношения была показана в работах нескольких авторов. S. Willner [6] сопоставил асимметрию муаровых полос (шаг полос 7 мм) с величиной угла Кобба и получил для асимметрии в одну полосу для грудных дуг разброс по Коббу $7\text{--}18^\circ$, для грудно-поясничных и поясничных дуг $5\text{--}30^\circ$, а для асимметрии в две полосы соответственно $10\text{--}30^\circ$ и $18\text{--}45^\circ$. W.P. Vunnell, предложивший с целью объективизации данных скрининга использовать для ПА простое устройство для определения УРТ [7] (сколиометр), выявил, что для УРТ $\geq 5^\circ$ средний угол Кобба составляет 11° . Он же показал, что даже при пороге УРТ $\geq 7^\circ$ отмечается большое количество ложноположительных и ложноотрицательных результатов. A.F. Stokes и M.S. Moreland [8] исследовали возможность оценки угла Кобба с помощью линейной регрессии по данным МТ и метода растр-стереофотографии и получили, что расхождение между оценкой и углом Кобба оказалось в пределах $\pm 5^\circ$ только в 24% случаев для МТ и 27% для метода растр-стереофотографии. В начале 1990-х гг. на смену муару пришли компьютерные системы поверхностной топографии [9–12], которые позволили повысить сопоставимость рентгенологических и топографических данных. В первой такой системе (ISIS) A.R. Turner-Smith et al. предложили наиболее совершенный и элегантный способ оценки угла сколиоза по данным поверхностной топографии [13]. По линии остистых отростков и по величине ротации (в горизонтальной плоскости) поверхности вдоль этой линии восстанавливается модель оси позвоночного столба, далее расчерчивается фронталь-

ная проекция этой модели и определяется угол латеральной асимметрии (ЛА) – топографический аналог угла Кобба. Способ продуктивен и используется с модификациями в современных компьютерных топографических системах. В России система поверхностной топографии, работающая по методу компьютерной оптической топографии (КОМОТ) [14] и названная «Топограф оптической деформации позвоночника» (ТОДП), с 1996 г. была использована для пилотных исследований возможностей топографического скрининга школьников [15]. В дальнейшем в шести регионах России проводились массовые топографические обследования школьников, и по их результатам исследовались половозрастные особенности формирования осанки и развития сколиоза у детей (более 33 000) в возрасте 5–17 лет [16]. Аналогичные исследования начаты в Польше только в 2012 г. [17–18]. В г. Новосибирске в 2010 г. стартовала региональная программа профилактики сколиоза, в рамках которой проводятся ежегодные массовые топографические обследования всех школьников декретированных возрастов, что позволило накопить данные более 190 тыс. наблюдений.

Цель работы – исследовать распространенность структурального сколиоза среди школьников 6–18 лет в крупном индустриальном городе Сибири по данным метода КОМОТ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В соответствии с государственной политикой в области медицины в России все учащиеся декретированных возрастов подлежат осмотру врачами-специалистами, в том числе ортопедами-травматологами, с финансированием за счет средств Фонда обязательного медицинского страхования. В г. Новосибирске вместо клинического осмотра ортопедами-травматологами в 2010 г. запущена программа ежегодных топографических обследований осанки школьников 1-, 5-, 7-, 9-, 10-х* (мальчики) и 11-х классов всех общеобразовательных школ города (* данные не представлены в статье). Объем обследований школьников по годам приведен в табл. 1 и составил 95 551 (49,0%) девочек и 99 333 (51,0%) мальчиков. При этом число школьников, хотя бы один раз обследованных, составило соответственно 49 112 (49,8%) и 49 589 (50,2%).

Следует отметить, что в соответствии с законодательством России для обследования школьников требуется информированное согласие родителей, поэтому обследование не носило обязательного характера. По этой и по ряду

других причин программой в разные годы было охвачено 62–74% списочного состава школьников.

Т а б л и ц а 1

Количество обследованных школьников в период 2010–2015 гг.			
Учебный год	Девочки	Мальчики	Девочки и мальчики
2010–2011	17 900	18 496	36 396
2011–2012	15 961	16 211	32 172
2012–2013	18 064	18 722	36 786
2013–2014	20 692	21 816	42 508
2014–2015	22 934	24 088	47 022
Всего *	95 551	99 333	194 884

* включает от одного до нескольких обследований одних и тех же детей, всего число обследованных лиц составило 98 701, в том числе 49 112 девочек и 49 589 мальчиков.

Внешний вид системы ТОДП показан на рис. 1. Принцип действия состоит в проецировании на туловище пациента с прецизионного раstra вертикальных черно-белых полос одинаковой ширины, затем – ввод видеокамерой изображения пациента с полосами в компьютер и восстановление с помощью специальной программы WTOPO 3D-модели дорсальной поверхности туловища пациента в каждой точке введенного снимка.



Рис. 1. Общий вид системы ТОДП

Эта программа автоматически выделяет на поверхности туловища анатомические точки – ориентиры костных структур скелета – и строит показанную на рис. 2 экранную форму, в которой состояние осанки представляется графически и описывается количественными параметрами (более 100) в трех плоскостях: фронтальной, сагиттальной и горизонтальной. На экране также строится цветная 3D-модель поверхности с введенными на ней анатомическими точками для контроля корректности их положения. Если у пациента выявлен сколиоз, то в блоке «Сколиотические дуги» для каждой дуги (выделяется до

четырёх дуг) приводится ее описание, в том числе указывается угол ЛА (ТОДП) – топографический аналог угла Кобба и параметр Р, описывающий ротацию в вершине дуги относительно ее границ. Состояние осанки в целом описывается с помощью формализованного заключения, построенного на основе классификации нарушений осанки и деформаций позвоночника у детей и подростков

в трех плоскостях по данным КОМОТ [19]. Эта классификация обладает преимуществом с другими существующими в России, построена на количественных оценках состояния осанки и базируется на статистически обоснованных нормах и критериях, полученных по данным массовых обследований детского населения в различных регионах России.

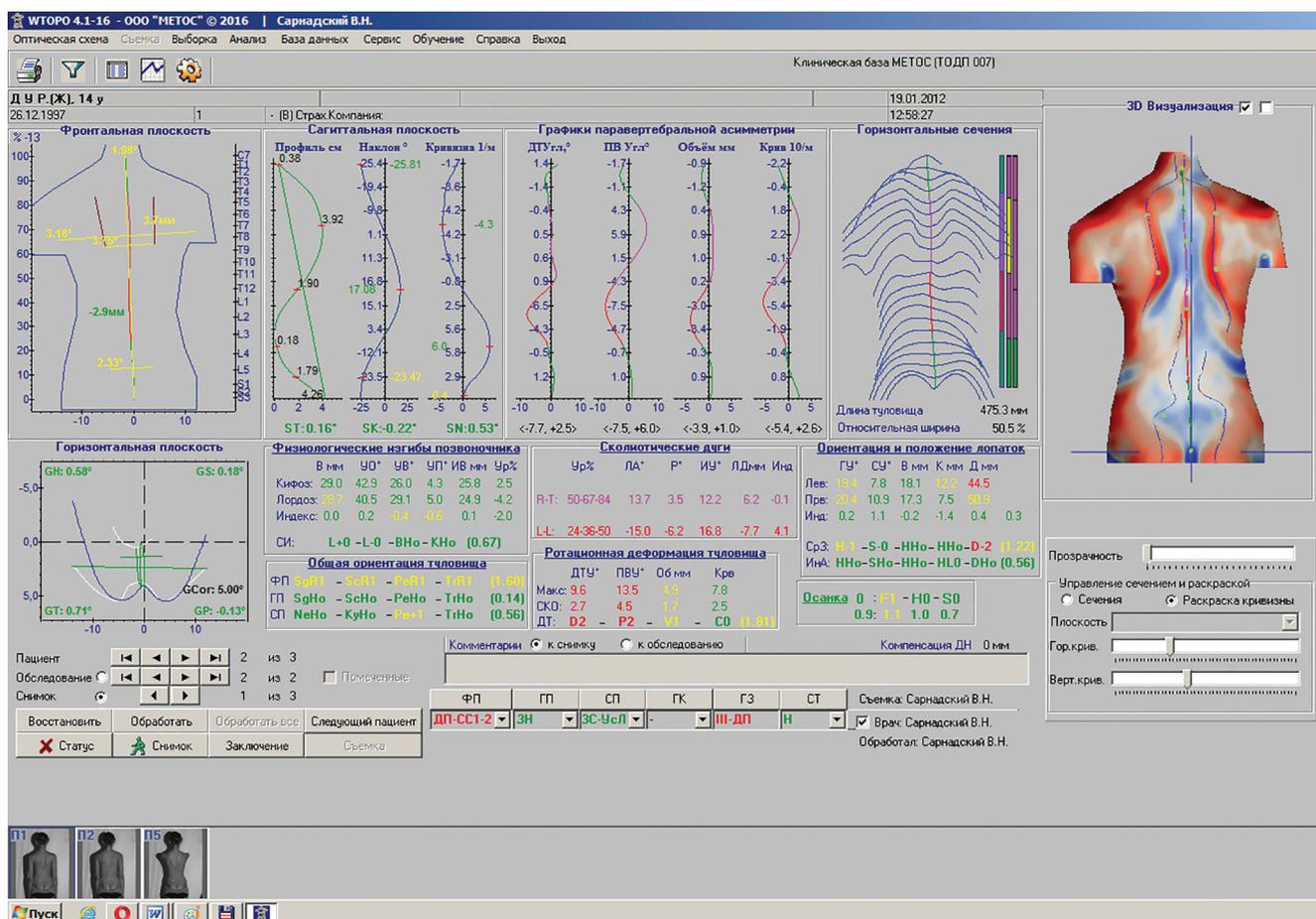


Рис. 2. Экранная форма системы ТОДП

Для структуральных сколиозов (СС) в ней выделяются следующие группы: СС0 ($5^\circ \leq \text{ЛА} < 7^\circ$), СС1 ($7^\circ \leq \text{ЛА} < 9^\circ$), СС1-2 ($9^\circ \leq \text{ЛА} < 15^\circ$), СС2 ($15^\circ \leq \text{ЛА} < 25^\circ$), СС3 ($25^\circ \leq \text{ЛА} < 50^\circ$), СС4 ($50^\circ \leq \text{ЛА}$) [19]. К структуральным сколиозам в данном исследовании относили дуги с величиной ротации $R \geq 1,6^\circ$. Группы СС0 и СС1 рассматривались как доклинические формы сколиоза, требующие в рамках программы лишь наблюдения в динамике (и возможно занятия лечебной физкультурой (ЛФК)). СС1-2 относится к группе риска по сколиозу, начиная с которой пациенты направляются на консультацию к ортопеду. Следует отметить, что по определению Scoliosis Research Society (SRS) к сколиозам за рубежом относят только

дуги $\geq 10^\circ$. Но в то же время по SOSORT guidelines (2011 г.) [20] в рекомендациях по лечебно-профилактическим мероприятиям (приведенных в табл. 6 этих рекомендаций) для пациентов с углом Кобба $0-10^\circ$ и реберным горбом (без диагноза сколиоза) предлагается наблюдение 1-4 раза в год в зависимости от теста Risser. Для ювенильных сколиозов предусмотрены помимо наблюдения занятия ЛФК. Такие рекомендации в полной мере отвечают примененному подходу с выделением доклинической формы сколиоза, что позволяет предупредить родителей о риске возможного прогрессирования сколиоза и необходимости дальнейших наблюдений до конца роста скелета. Кроме сколиоза в рамках программы выявляются

нарушения осанки и деформации позвоночника в сагиттальной (гиперкифозы и гиперлордозы) и горизонтальной (скрученное туловище) плоскостях, и такие дети также направляются на консультацию к врачам-ортопедам.

Обследование школьников города проводилось с выездом в школы двух мобильных бригад (по две медсестры в каждой). Для повышения точности диагностики сколиоза съемка пациентов проводилась в трех позах: П1 – «естественная», П2 – «активная», П3 – «плечи вперед» [21], вид которых приведен в левом нижнем углу экранной формы (см. рис. 2). Величина сколиоза определяется по усредненному по трем позам углу ЛА. Производительность съемки составляла около 300 чел./день. Результаты передавались врачам-ортопедам, обученным интерпретации данных КОМОТ, которые контролировали корректность автоматической обработки и формировали индивидуальные заключения и рекомендации. Далее для каждого школьника распечатывались твердые копии экранных форм (см. рис. 2) и передавались через администрацию школы родителям. Если в рекомендации указано: «Консультация врача-ортопеда для уточнения диагноза и получения рекомендаций по дальнейшему лечению», родители должны обращаться самостоятельно в детские поликлиники по месту жительства или в диагностический центр при Новосибирском НИИТО.

Реализация данной программы оказалась возможной во многом благодаря высокой точности оценки угла Кобба углом ЛА (ТОДП). Это достигнуто за счет создания нелинейной модели построения оси позвоночника по топографическим данным. В отличие от модели A.R. Turner-Smith et al. [13], использующей для построения оси позвоночника среднестатистические константы (неизменные для всех пациентов, в том числе разного телосложения), для системы ТОДП разработана модель, оптимизированная по данным обследования 625 больных с минимизацией разности между углами ЛА и Кобба. Полученная точность расчета угла ЛА иллюстрируется графиками на рис. 3 для трех основных форм локализации сколиоза: 1Д-ГП – с одной грудопоясничной (или поясничной) дугой; 1Д-Гр – с одной грудной дугой и 2Д-ГрПн – с двумя основными грудной и грудопоясничной (поясничной) дугами. Графики свидетельствуют, что в диапазоне 5–145° по углу Кобба отклонение ЛА, за исключением четырех случаев (на 925 дуг), составляет $\pm 10^\circ$. При этом это отклонение в пределах $\pm 5^\circ$ (точность определения угла Кобба) встречается в 92,2% случаев 1Д-ГП, 91,5%

случаев 1Д-Гр и для 2Д-ГрПн в 92% для грудной дуги и 84,4% для поясничной дуги. Можно напомнить, что A.F. Stokes, M.S. Moreland [8] в пределах $\pm 5^\circ$ получил совпадение оценки угла Кобба с данными МТ только в 24% случаев.

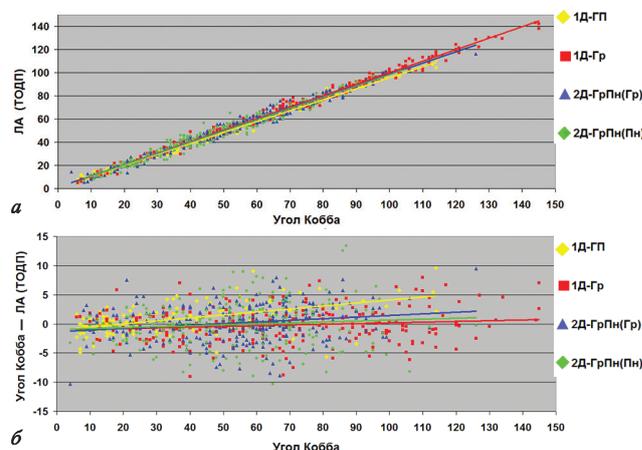


Рис. 3. Угол ЛА и угол Кобба (а) основных дуг и их разность (б) для трех локализаций сколиоза

На рис. 4 показаны больные сколиозом разной степени выраженности с сопоставлением рентгенологических и топографических данных, что является дополнительной иллюстрацией точности модели построения оси позвоночника с помощью системы ТОДП.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для сравнения представленных данных с результатами других исследователей структуральные сколиозы разделили по углу ЛА на следующие группы: 5–9°; 10–19°; 19–39° и $\geq 40^\circ$. В табл. 2 представлены данные для всех школьников (возраст 6–18 лет) по распространенности сколиоза по отдельным годам для девочек и мальчиков, соотношение Д/М, их среднее значение и коэффициент вариации (Cv), показывающий вариативность данных по годам. В табл. 3 представлены объединенные для мальчиков и девочек данные, а также добавлен суммарный столбец для сколиозов $\geq 10^\circ$. Средняя по годам оценка распространенности структурального сколиоза в группе 5–9° составила 31,06 (Д) и 26,43% (М) и резко снижалась для последующих групп: для 10–19° – 3,02 (Д) и 1,85% (М); для 20–39° – 0,37(Д) и 0,10% (М) и для $\geq 40^\circ$ – 0,04(Д) и 0,01% (М). Переход от группы к последующей группе понижает частоту сколиоза у девочек примерно в 10 раз (10,3; 8,2; 9,7 соответственно), мальчиков – в 16 раз (14,3; 19,1; 15,6 соответственно). При этом Д/М монотонно увеличивается и составляет по группам соответственно: 1,18; 1,63; 3,77 и 6,92.

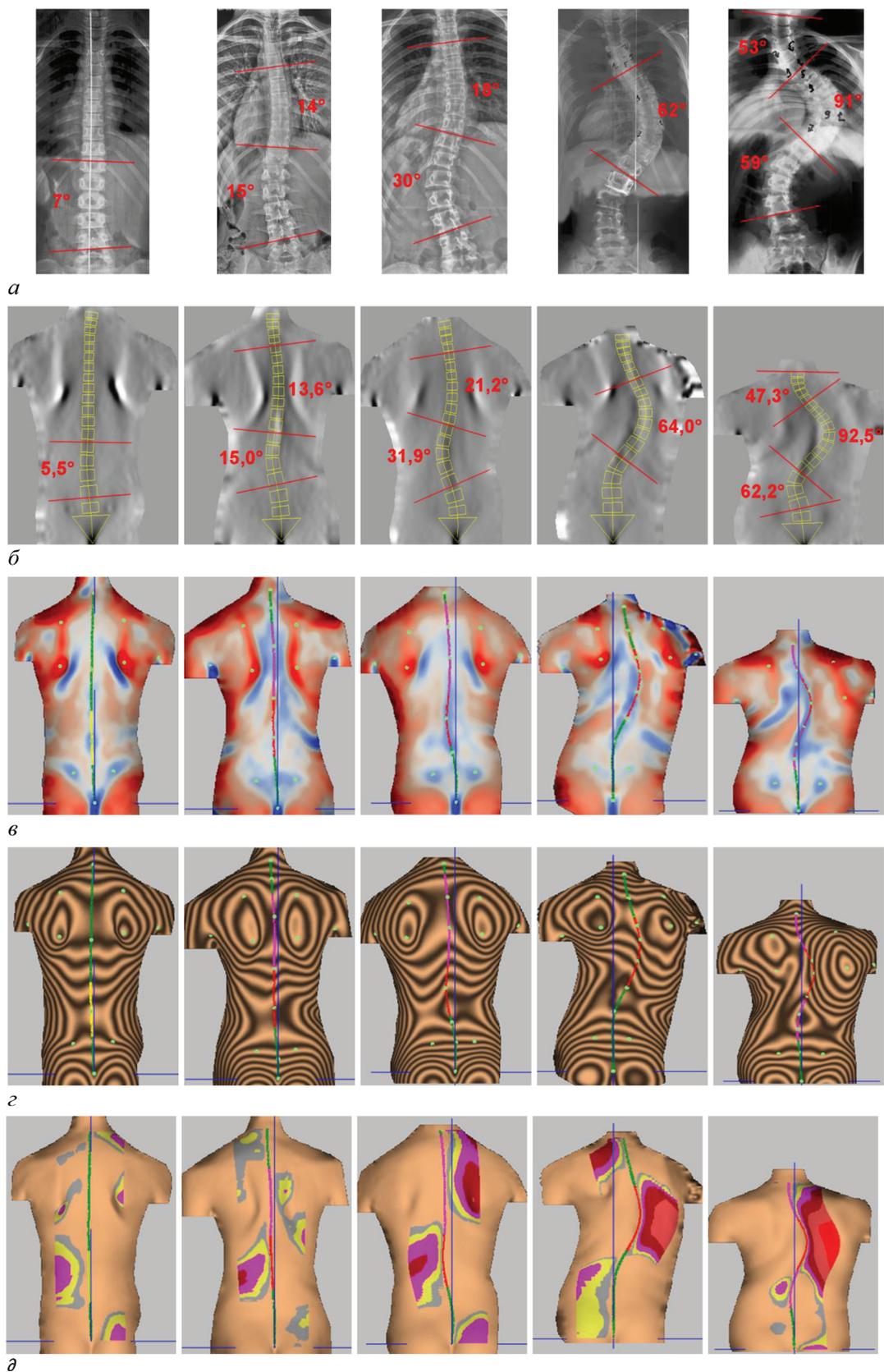


Рис. 4. Клинические примеры, иллюстрирующие сопоставимость угла ЛА с углом Кобба (X-rays): *а* – рентгенограммы больных с указанным углом Кобба, *б* – восстановленная по топографическим данным модель позвоночника с указанным углом ЛА; *в* – 3D-модель дорсальной поверхности туловища с суммарной кривизной поверхности, *г* – 3D-модель дорсальной поверхности туловища с топограммой (5 мм) и *д* – 3D-модель дорсальной поверхности туловища с паравертебральной асимметрией

Т а б л и ц а 2

Академический год	Количество структуральных сколиозов для возраста 6–18 лет по углу ЛА с учетом пола в период 2010–2015 гг., %											
	5–9°			10–19°			20–39°			≥40°		
	А	М	А/М	А	М	А/М	А	М	А/М	А	М	А/М
2010–2011	30,56	25,05	1,22	2,85	1,69	1,68	0,34	0,11	3,03	0,06	0,01	11,50
2011–2012	32,58	26,94	1,21	3,28	1,73	1,90	0,44	0,09	4,88	0,06	0,01	10,83
2012–2013	31,23	27,61	1,13	2,94	1,61	1,83	0,37	0,10	3,91	0,03	0,00	6,67
2013–2014	31,64	27,17	1,16	2,86	1,44	1,99	0,33	0,10	3,46	0,01	0,00	3,37
2014–2015	29,29	25,38	1,15	3,14	1,67	1,67	0,35	0,10	3,65	0,03	0,01	2,26
Среднее арифметическое	31,06	26,43	1,18	3,02	1,63	1,63	0,37	0,10	3,77	0,04	0,01	6,92
Сv, %	3,96	4,32	3,20	6,21	6,98	7,66	12,00	7,07	18,24	57,05	91,29	60,68

Т а б л и ц а 3

Учебный год	Количество структуральных сколиозов для возраста 6–18 лет по углу ЛА без учета пола в период 2010–2015 гг., %											
	5–9°			10–19°			20–39°			≥40°		
	А	М	А/М	А	М	А/М	А	М	А/М	А	М	А/М
2010–2011	27,74	2,26	0,22	2,26	2,26	0,22	0,22	0,03	0,03	0,03	2,51	≥10°
2011–2012	29,69	2,57	0,26	2,57	2,57	0,26	0,26	0,03	0,03	0,03	2,86	≥10°
2012–2013	29,38	2,37	0,23	2,37	2,37	0,23	0,23	0,02	0,02	0,02	2,62	≥10°
2013–2014	29,35	2,41	0,21	2,41	2,41	0,21	0,21	0,01	0,01	0,01	2,63	≥10°
2014–2015	27,28	2,49	0,22	2,49	2,49	0,22	0,22	0,02	0,02	0,02	2,73	≥10°
Среднее арифметическое	28,69	2,42	0,23	2,42	2,42	0,23	0,23	0,02	0,02	0,02	2,67	≥10°
Сv, %	3,82	4,87	8,90	42,17	4,93	4,93	42,17	4,93	42,17	4,93	4,93	4,93

Т а б л и ц а 4

Класс (возраст)	Количество структуральных сколиозов, выявленных в каждой группе (классе) с учетом пола в период 2010–2015 гг.											
	5–9°			10–19°			20–39°			≥40°		
	А	М	А/М	А	М	А/М	А	М	А/М	А	М	А/М
1 (6–8)	25658	27635	6372	6239	321	268	9	5	1	2	0	2
5 (10–12)	20744	20735	6086	4978	434	231	29	3	3	1	2	0
7 (12–14)	18921	19862	6213	5261	652	340	83	12	11	0	12	1
9 (14–16)	17245	18809	5874	5461	734	471	97	24	10	1	22	2
11 (16–18)	11938	13337	4208	3874	536	413	73	23	5	1	23	2

¹ количество обследованных в каждой возрастной группе.

² количество оперированных на момент обследования.

Для группы 5–9° выявлен минимальный C_v : 3,96 (Д) и 4,32% (М), который увеличивается для последующих групп: 10–19° – 6,21 (Д) и 6,98% (М); для 20–39° – 12,00 (Д) и 7,07% (М) и для $\geq 40^\circ$ – 57,05 (Д) и 91,29% (М).

Для объединенных данных по половым группам вариабельность C_v меньше и составляет соответственно: 3,82%; 4,87; 8,9 и 42,17%. Таким образом, C_v нарастает по мере уменьшения численности групп, и в связи с этим увеличивается влияние случайных факторов.

В табл. 4 представлено общее число обследованных девочек и мальчиков в 1-, 5-, 7-, 9- и 11-х классах за 5 лет наблюдений, а также число выявленных для каждой группы случаев структуральных сколиозов. Для выраженных форм ($\geq 40^\circ$) добавлены случаи прооперированных к моменту обследования больных для получения более полной статистики. В табл. 5 представлена динамика числа (%) структуральных сколиозов в зависимости от возраста школьников, полученная по данным табл. 4.

С 1-го по 11-й класс (6–18 лет) для обоих полов во всех группах наблюдается рост числа структуральных сколиозов: для 5–9° рост от 24,83 (Д) и 22,58% (М) до 35,25 (Д) и 29,05% (М); для 10–19° – от 1,25 (Д) и 0,97 (М) до 4,49 (Д) и 3,097%, для 20–39° – от 0,035 (Д) и 0,018 (М) до 0,610 (Д) и 0,172% (М), для суммы групп $\geq 40^\circ$ и прооперированные – от 0,004 (Д) и 0,014 (М) до 0,235 (Д) и 0,022% (М). При этом у девочек ускоренный рост числа сколиозов наблюдается в 5- и 7-х классах, а у мальчиков – в 9- и 11-х классах, что связано с опережающим половым созреванием девочек и отражено в динамике Д/М, представленной в табл. 6. Для 5- и 7-х классов это отношение для большинства групп (по выраженности сколиоза) достигает максимума (у девочек завершается рост позвоночника, а мальчики только вступают в пубертатный период), а затем снижается к 11-му классу (у мальчиков завершается рост позвоночника). При этом Д/М (кроме оперированных) становится меньше среднего значения для возраста 6–18 лет.

Таблица 5

Количество структуральных сколиозов, выявленных в каждой возрастной группе (классе) в период 2010–2015 гг. с учетом пола, %												
Класс (возраст)	5–9°		10–19°		20–39°		$\geq 40^\circ$		Оперированные		$\geq 40^\circ$ + оперированные	
	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М
1 (6–8)	24,83	22,58	1,251	0,970	0,035	0,018	0,004	0,007	0	0,007	0,004	0,014
5 (10–12)	29,34	24,01	2,092	1,114	0,140	0,014	0,014	0,005	0,010	0	0,024	0,005
7 (12–14)	32,84	26,49	3,446	1,712	0,439	0,060	0,058	0,0	0,063	0,005	0,122	0,005
9 (14–16)	34,06	29,03	4,256	2,504	0,562	0,128	0,058	0,005	0,128	0,011	0,186	0,016
11 (16–18)	35,25	29,05	4,490	3,097	0,611	0,172	0,042	0,007	0,199	0,015	0,235	0,022

Таблица 6

Количественное соотношение девочки : мальчики для структуральных сколиозов, выявленных в каждой возрастной группе (классе) в период 2010–2015 гг.							
Класс (возраст)	5–9°	10–19°	20–39°	$\geq 40^\circ$	Оперированные	$\geq 40^\circ$ + оперированные	$\geq 10^\circ$
1 (6–8)	1,10	1,29	1,94	0,54	0	0,269	1,29
5 (10–12)	1,22	1,88	9,66	3,0	–	5,010	1,99
7 (12–14)	1,24	2,01	7,26	–	12,59	24,01	2,25
9 (14–16)	1,17	1,70	4,41	10,91	12,00	11,63	1,87
11 (16–18)	1,21	1,45	3,55	5,59	12,85	10,22	1,62
Всего	1,19	1,66	3,81	6,92	12,48	10,29	1,88

ОБСУЖДЕНИЕ

Данное исследование – уникальное в своем роде, так как впервые дает информацию о распространенности сколиоза, включая доклинические формы структурального сколиоза ($<10^\circ$), в одном из регионов России, полученную посредством КОМОТ на достаточно большой выборке (более 190 тыс. обследований школьников в возрасте 6–18 лет). Этот метод благодаря высокой точности со-

поставления с данными рентгенографии позволил исключить необходимость верификации лучевым методом группы риска по сколиозу. В рамках программы школьники проходят первичное обследование в 1-м классе (выявляются наиболее тяжелые по последствиям ювенильные сколиозы) и с 5-го класса обследуются один раз в 2 года до завершения роста скелета (всего пять раз). Представленный подход показал, что этого вполне достаточно для

полного контроля за развитием болезни в большинстве случаев, так как сколиозы $<15^\circ$ в основном имеют стабильную форму течения или медленно прогрессируют от $0,5$ до 2° в год. Сколиозы $>15^\circ$ требуют более частого обследования, и такие пациенты находятся на диспансерном учете в городских поликлиниках по месту жительства для дополнительного наблюдения и лечения.

Данное исследование показало, что число структуральных сколиозов быстро падает по мере увеличения угла латеральной асимметрии, а количественное соотношение девочек и мальчиков нарастает, и эти процессы характерны для всего периода исследования и всех групп по выраженности ЛА. Еще одна закономерность – количество структуральных деформаций постоянно растет по мере взросления обследуемых (от 1- до 11-го класса). Этот рост характерен для мальчиков и девочек, а также для всех групп по тяжести деформации, но имеет некоторые гендерные различия по его динамике, связанные с более ранним для девочек возрастом полового созревания, в период которого происходит ускоренное прогрессирование деформации позвоночника и увеличение числа сколиозов во всех группах. К 11-му классу у мальчиков в основном завершается рост скелета, и показатель Δ/M приближается к уровню, который можно ожидать у взрослого населения. Так, для выраженных форм (ЛА $\geq 40^\circ$ и прооперированные) показатель Δ/M становится равным 10,4, в то время как среднее для возраста 6–18 лет составляет только 6,1. Следует отметить, что для правильной оценки распространенности сколиоза у взрослого населения необходимо ориентироваться не на усредненные по возрасту показатели, а на данные, полученные для 11-го класса, в соответствии с которыми число сколиозов $>10^\circ$ можно ожидать у 5,3% женщин и у 3,3% мужчин (без учета пола 4,3%), а сколиозы $\geq 40^\circ$ (с учетом прооперированных) соответственно – 0,24 и 0,023% (без учета пола 0,123%).

Полученные данные хорошо вписываются в естественную историю развития сколиоза, что может служить подтверждением их достоверности. Что касается представленных данных о распространенности сколиоза $>10^\circ$ (2,67% без учета пола для возраста 6–18 лет), то они превышают среднее значение уровня на 1,46%, но меньше максимального уровня в 2,9%, если сравнивать их с данными других авторов (12 авторов из 9 стран) [3]. Однако следует заметить, что все данные, полученные посредством скрининг-теста, априори занижены, так как во избежание большого числа ложноположительных случаев выбираются высо-

кие пороги, например УРТ = 5° (ПА), при котором не учитывается 48% сколиозов $<20^\circ$ [7]. Следовательно, в действительности сколиозов должно быть больше. Об этом могут свидетельствовать результаты массового обследования с использованием флюорографии в середине 1950-х гг. 50 тыс. жителей штата Делавэр (США) для диагностики туберкулеза. По полученным флюорографическим снимкам A.R. Shands et al. [22] выявил сколиоз $\geq 10^\circ$ у 1,9% пациентов (при этом поясничные дуги не могли быть учтены). W.J. Kane [4] предложил данные по распространенности умеренных и грубых деформаций описывать с помощью известного в статистике нормального логарифмического распределения и предсказал распространенность 2,3% для сколиозов $\geq 10^\circ$, что вполне согласуется с данными настоящего исследования (2,67%).

Дополнительно следует сопоставить результаты вариабельности представленного и других долговременных исследований, что может отражать достоверность данных по сколиозу, так как для популяции, живущей в одних климатических и социальных условиях, нет видимых причин для больших колебаний численности сколиоза по годам. В данном исследовании C_v по группам (без учета пола, см. табл. 3) составляет 3,82% ($5-9^\circ$); 4,87 ($10-19^\circ$); 8,90 ($20-39^\circ$); 42,17 ($\geq 40^\circ$) и 4,93% ($\geq 10^\circ$). Наиболее низкую вариабельность и близкую представленной выявил J.E. Lonstien et al. [23] по результатам семилетнего скрининга методом ПА около 1,5 млн школьников. Для выявленной группы риска (3,37%) она составила 4,4%, а для подтвержденных рентгеном случаев (1,18%) – 12,4%. В других исследованиях вариабельность значительно больше. В уже упомянутой работе Suh [3] (1,13 млн южнокорейских школьников, обследованных методом ПА с порогом по УРТ $\geq 5^\circ$) C_v для групп без учета пола составил 45,8% ($10-19^\circ$); 58,0 ($20-39^\circ$); 58,1 ($\geq 40^\circ$) и 46,7% ($\geq 10^\circ$). По данным Lee et al. [2] (37,8 тыс. обследованных южнокорейских школьников методом МТ с порогом в 1,5 муаровых полос), C_v составил для сколиоза $>10^\circ$ без учета пола 73,2%. С учетом пола C_v составил даже больше – 83,7 (Д) и 114,6% (М), а по распространенности сколиоза $>10^\circ$, приведенной для 12 исследований из восьми стран, C_v был равен 61,0%. Этот показатель близок к данным, полученным при обследовании более 697 тыс. школьников в Китае (57,0%) [24], причем среднее число сколиозов $\geq 10^\circ$ составило 1,0% (показатели в пределах 0,11–2,64%). В статье других китайских авторов [25] (обследовано 99 700 школьников методом

ПА с порогом по УТР $\geq 5^\circ$ или с наличием хотя бы двух клинических признаков сколиоза) сообщается о 5,14% сколиозов $\geq 10^\circ$. При учете этих данных Св в Китае составил 78,8%. В этой же работе содержатся данные по распространенности сколиоза в зависимости от возраста 10–20 лет, существенно противоречащие представленным (число сколиозов постоянно увеличивается с возрастом и достигает своего максимума к 18 годам). У китайских коллег картина совсем иная: у девочек и мальчиков максимум достигается в 14–15 лет – 13,81 (Д) и 4,19% (М), а к 18-ти годам число сколиозов существенно снижается – 2,74 (Д) и 1,22% (М). Пока не удалось найти возможное объяснение этому, так как авторы утверждают, что диагноз сколиоза подтверждали рентгенографией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные данные о распространенности структурального сколиоза $>10^\circ$, полученные разными исследователями по данным скрининга, варьируют в пределах 0,19–5,14%. При долговременном проведении скрининга большая вариабельность по годам (50% и более) наблюдается даже на больших массивах обследованных школьников. В данном исследовании вариабельность составила 4,93%. Скорее всего, это напрямую связано с использованием подавляющим большинством авторов устаревшей методологии скрининга: ПА или МТ с последующим направлением к специалисту выявленных сколиозов и обязательным рентгенологическим подтверждением диагноза. В дальнейшем – динамическое наблюдение подтвержденных сколиозов и лечение по мере необходимости.

В России с 1996 г. для скрининга стали применять метод КОМОТ, который позволяет без рентгена получать достоверную оценку выраженности сколиоза и точнее, чем рентген дифференцировать структуральные и неструктуральные сколиозы, а также выявлять и дифференцировать нарушения осанки в сагиттальной и горизонтальной плоскостях. Метод КОМОТ дал возможность по-другому построить систему профилактики развития тяжелых форм сколиоза в г. Новосибирске. С 2010 г. все школьники, начиная с 1-го класса, а затем с 5-го класса один раз в 2 года обследуются с выездом в школы, и результаты обследований собираются в одну базу данных. Это позволяет своевременно выявлять и направлять группу риска (и не только со сколиозом, но и с другими деформациями позвоночника) в лечебные учреждения.

Население Сибирского федерального округа РФ характеризуется неоднородностью своего состава, в первую очередь из-за различного происхождения популяций, составляющих это население. Наряду с автохтонными популяциями, в основном восточноазиатского и североазиатского происхождения, такими как тувинцы, буряты, ханты, якуты, Сибирь населяют многочисленные выходцы славянского происхождения из южной, центральной и северной частей России, активно переселявшиеся сюда в последние 100–150 лет. Кроме этого, в Сибирском регионе длительное время (300 и более лет) проживают достаточно закрытые локальные популяции русских, происходящие от ограниченного числа родоначальников. В последние десятилетия в Сибирь мигрировали значительные количества выходцев из Центральной Азии, Кавказа и Западных регионов России и Украины. Известно, что для различных локальных популяций характерны свои генетические причины сколиозов, и частота встречаемости этого заболевания может сильно различаться в разных популяциях. На территории Сибири сложилась своего рода уникальная ситуация из-за смешивания разных рас и народов, а также возможности исследовать результаты этого процесса.

В дальнейшем, если новосибирская программа будет продолжена, планируется получить новые данные о доклинических ($<10^\circ$) формах сколиоза – «темной области» его развития, которая до сих пор остается вне поля зрения большинства специалистов. Возможно, это поможет прояснить этиологию идиопатического сколиоза и позволит решить задачу его прогноза.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

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

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

Для обследования школьников было получено информированное согласие родителей.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Sabirin J., Bakri R., Buang S.N. et al. School scoliosis screening programme-a systematic review // *Med. J. Malaysia*. 2010; 65 (4): 261–267.
2. Lee J.Y., Moon S.H., Kim H.J. et al. The prevalence of idiopathic scoliosis in eleven year-old korean adolescents:

- a 3 year epidemiological study // *Yonsei Med. J.* 2014; 55 (3): 773–778.
3. Suh S.W., Modi H.N., Yang J.H., Hong J.Y. Idiopathic scoliosis in Korean schoolchildren: a prospective screening study of over 1 million children // *Eur Spine J.* 2011; 20: 1087–1094.
 4. Kane W.J. Scoliosis Prevalence: A call for statement of term // *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 1977, 126: 43–46.
 5. Grivas T.B., Wade M.H., Negrini S. et al. 2011 SOSORT consensus paper: school screening for scoliosis. Where are we today? Available at: <http://www.scoliosisjournal.com/content/2/1/17>.
 6. Willner S. Moire topography for the diagnosis and documentation of scoliosis // *Acta orthop.scand.* 1979, 50: 295–302.
 7. Bunnell W.P. An Objective Criterion for Scoliosis Screening. // *J. Bone and Joint Surg.* 1984; 66-A(9): 1381–1387.
 8. Stokes A.F., Moreland M.S. Concordance of Back Surface Asymmetry and Spine Shape in Idiopathic Scoliosis. // *Spine.* 1989; 14: 73–78.
 9. Turner-Smith A.R. A television/computer three-dimensional surface shape measurement system // *J. Biomechanics.* 1988; 21: 515–529.
 10. Wojcik AS, Phillips GF, Mehta MH. Recording of the back surface and spinal shape by the Quantec imaging system: a new technique the scoliosis clinic // *J. Bone Joint Surg Br.* 1994; 76 (Suppl I): 10–11.
 11. Drerup B, Hierholzer E. Back shape measurement using video rasterstereography and three-dimensional reconstruction of spinal shape // *Clin Biomech.* 1994; 9: 28–36.
 12. Sarnadski V.N., Sadovoi M.A., Fomichev N.G. Computer optical topography for diagnosis of spinal deformities // Abstract of 1996 Meeting IRSSD. June 16–19. Stockholm, Sweden, 1996: 67.
 13. Turner-Smith A.R., Harris J.D., Houghton G.R., Jferson R.J. A method for analysis of back shape in scoliosis. // *J. Biomechanics.* 1988; 21(6): 497–509.
 14. Sarnadskiy V.N., Sadovoy M.A., Fomichev N.G. The way to perform computer optical topography of human body and device for its implementation. EA Patent 000111, filed 26.08.1996, publ. 27.08.1998 (in Russian).
 15. Fomichev N.G., Kharinov V.N., Sarnadski V.N., Sadovoy M.A., Malakhov O.A. School spinal deformity screening by computer optical topography: A pilot study in Russia. Research into Spinal Deformities 2, I.A.F. Stokes Ed., IOS Press 59, 1999: 241.
 16. Sarnadskiy V.N. The structure of postural disorders and spinal deformities in age and gender according to computer optical topography. Research into Spinal Deformities 8. Proceedings of the 9th IRSSD 2012 meeting, July 1–4. Poznan, Poland, 2012 : 77–82.
 17. Chowanska J., Kotwicki T., Rosadzinski K., Sliwinski Z. School screening for scoliosis: can surface topography replace examination with scoliometer? // *Scoliosis.* 2012; 7: 9. Available at: <http://www.scoliosisjournal.com/content/7/1/9>.
 18. Glinkowska B., Zukowska A, Walesiak K., Michonski J., Sitnik R., Glinkowski W. Organization, Workflow and Technical issues of school screening telediagnosics of faulty postures and scoliosis. Med-e-Tel 2013. Electronic Proceedings: The International eHealth, Telemedicine and Health ICT Forum for Educational, Networking and Business: 488–492.
 19. Sarnadskiy V.N. Classification of postural disorders and spinal deformities in the three dimensions according to computer optical topography. Research into Spinal Deformities 8. Proceedings of the 9th IRSSD 2012 meeting, July 1–4. Poznan, Poland, 2012: 159–163.
 20. Negrini S., Aulisa A.G., Aulisa L. et al. 2011 SOSORT guidelines: Orthopaedic and Rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth // *Scoliosis.* 2012; 7: 3.
 21. Sarnadskiy V.N., Fomichev N.G., Mikhailovsky M.V. Use of functional tests to increase the efficiency of scoliosis screening diagnosis by COMOT method. Research into Spinal Deformities 4, Th.B. Grivas Ed., IOS Press 91, 2002: 204–210. Available at: <http://www.scoliosisjournal.com/content/7/1/3>.
 22. Shands A.R., Eisberg H.B. The incidence of scoliosis in the state of Delaware // *J. Bone Joint Surg.* [Br] 1955; 37: 1243–1249.
 23. Lonstien J.E., Bjorklnd S., Wanninger M.H. et al. Voluntary School Screening for Scoliosis in Minnesota // *J. Bone and Joint Surg.* 1982; 64-A(4): 481–488.
 24. Zhang H., Guo C., Tang M. et al. Prevalence of scoliosis among primary and middle school student in main china // *Spine.* 2014; 40 (1):41–49.
 25. Hengwei F., Zifag H., Qifei W. et al. Prevalence of idiopathic scoliosis in chinese school children // *Spine.* 2016; 41 (3): 259–264.

Поступила в редакцию 02.08.2016

Утверждена к печати 19.12.2016

Сарнадский Владимир Николаевич, канд. техн. наук, зам. генерального директора ООО «Медицинские топографические системы «МЕТОС», г. Новосибирск.

Михайловский Михаил Витальевич, д-р мед. наук, профессор, ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна, г. Новосибирск.

Садовая Татьяна Никифоровна, д-р мед. наук, ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна, г. Новосибирск.

Орлова Татьяна Николаевна, врач-ортопед, ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна, г. Новосибирск.

Кузнецов Сергей Борисович, канд. биол. наук, ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна, г. Новосибирск.

(✉) Михайловский Михаил Витальевич, e-mail: MMikhailovsky@niito.ru

УДК 617.711-007.55-073.756.8-053.5(571.14)

DOI 10.20538/1682-0363-2017-1-80-91

For citation: Sarnadskiy V.N., Mikhaylovskiy M.V., Sadovaya T.N., Orlova T.N., Kuznetsov S.B. Prevalence Rate of structural scoliosis in school children of Novosibirsk according to the computed optical topography data. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2017; 16 (1): 80–91

Prevalence rate of structural scoliosis in school children of Novosibirsk according to the computed optical topography data

Sarnadskiy V.N.¹, Mikhaylovskiy M.V.², Sadovaya T.N.², Orlova T.N.², Kuznetsov S.B.²

¹ *Medical Topographic Systems METOS Ltd.*
54–31, Krulova Str., Novosibirsk, 630091, Russian Federation

² *Tsiv'yan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics*
17, Frunze Str., Novosibirsk, 630091, Russian Federation

ABSTRACT

The **purpose** of the paper is to study the prevalence of structural scoliosis among 6–18 year-old school children from Novosibirsk using the computed optical topography (COMOT) data.

Materials and methods. A program of annual examination of the posture (using special developed COMOT) among school children of decreed ages, which was started in 2010 in all schools of the city, enabled data collection of more than 190,000 school children aged 6 to 18, including 49,0% girls and 51,0% boys. COMOT provides reconstruction of a 3D-model of the dorsal surface of the body, assessment of the posture state, identification of structural scoliosis at an early stage, and precise determination of the scoliosis degree by angle of lateral asymmetry (LA) which is a topographic analogue of the Cobb angle.

Results. As the LA increases from 5–9° to ≥ 40°, the percentage of structural scoliosis rapidly falls from 31,1% to 0,04% in girls (G) and from 26,4% to 0,01% in boys (B), and the girls to boys ratio increases from 1,18 to 6,92. By the age of 17 years, skeletal growth in boys is generally completed; the G/B ratio for scoliosis ≥10° becomes 1,62; the rate of scolioses amounts to 5,3% (G) and 3,3% (B). The rate of scolioses ≥40° (with allowance for operated patients) has amounted to 0,24% (G) and 0,022% (B). Similar data may be expected in the adult population.

Conclusion. COMOT enabled a reliable estimation of the scoliosis severity and made it possible, unlike other screening schemes, to establish a modern system of prophylaxis of severe scoliosis forms in Novosibirsk. This biennially screening is sufficient for timely detection, follow-up and referral of a risk group to clinics.

Key words: scoliosis, surface topography, school screening.

Received August 02.2016
Accepted December 19.2016

Sarnadskiy Vladimir N., PhD, Deputy Director, Medical Topographic Systems METOS Ltd., Novosibirsk, Russian Federation.
Mikhaylovskiy Mikhail V., DM, Professor, Tsiv'yan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics Novosibirsk, Russian Federation.

Sadovaya Tatiana N., DM, Professor, Tsiv'yan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics Novosibirsk, Russian Federation.

Orlova Tatiana N., Doctor-orthopedist, Tsiv'yan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics Novosibirsk, Russian Federation.

Kuznetsov Sergey B., PhD, Tsiv'yan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics Novosibirsk, Russian Federation.

(✉) Mikhaylovskiy Mikhail V., e-mail: MMihailovsky@niito.ru