

ДИАГНОСТИКА ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА И НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ТОПОГРАФИИ

В. Н. Сарнадский, Н. Г. Фомичев, С. Я. Вильбергер

*НИИТО МЗ РФ, Россия, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, тел/факс (383 2)111-552,
E-mail: metos@online.nsk.su*

Сколиотическая болезнь у детей и подростков остается одной из наиболее серьезных и нерешенных проблем в детской ортопедии, что вызывает большой интерес к созданию неинвазивных методов раннего выявления и мониторинга деформации позвоночника. С начала семидесятых годов во многих странах мира для решения этой проблемы стали использовать оптические методы обследования формы поверхности тела (Takasaki H., 1970, Adair I.V., Van Wijk M.C., 1977; Inoue S., 1977; Pope M.H., 1978; Suzuki N., 1979; Wilner S., 1979; Drerup B., 1980; Kamal S.A., 1980; Lewis C., 1981; Murray T., 1981; Neugebauer H., 1981; Moreland M.S., 1983), получившие развитие, начиная с пионерских работ Такасаки, впервые применившего метод муаровой топографии для обследования пациентов. Основным достоинством этого и других оптических методов явились полная безвредность для здоровья, бесконтактность и объективизация результатов обследования. Опыт использования в последние 10 - 15 лет метода муаровой топографии для скрининг-диагностики деформации позвоночника показал наряду с высокой эффективностью и ряд его недостатков: получаемая визуально оценка деформации позвоночника является "качественной"; имеет место большой процент ложно-положительных результатов, отмеченный в работах многих исследователей; затруднено количественное сопоставление результатов динамических наблюдений из-за высокой трудоемкости обработки муаровых топограмм.

С начала 80-х годов на смену муаровому пришли альтернативные - компьютерно-ориентированные оптические методы, основанные на проецировании структурированных изображений в виде матриц точек, систем линий и полос. Первой такой системой была английская система "ISIS" (Turner-Smith, 1983), за ней последовали немецкая система "JENOPTIC formetric" (Drerup B., 1994) и английская "Quantec" (Wojcik A.S., 1994).

В Новосибирском НИИТО в 1994 году был разработан метод компьютерной оптической топографии, основанный на проецировании полос и пространственном детектировании фазы (Сарнадский В. Н., 1996) и впервые создана отечественная оптико-электронная топографическая система - "ТОДП", которая в 1996 году прошла клинические испытания и допущена МЗ РФ к применению в медицинской практике. В отличие от зарубежных аналогов, которые, в основном, ориентированы на мониторинг больных с деформацией позвоночника, система ТОДП разрабатывалась как для задач скрининга начальных форм деформаций позвоночника, так и для задач мониторинга, и поэтому по ряду параметров превосходит современные зарубежные аналоги и, прежде всего, по скорости обработки (10 сек.), пространственному разрешению восстановленной поверхности, а также по уровню автоматизации процессов обработки.

Система обеспечивает бесконтактное, дистанционное определение формы дорсальной поверхности туловища обследуемого пациента на основе проецирования полос и компьютерной обработки цифровых изображений. Пациент при обследовании устанавливается спиной к ТВ камере и расположенному сбоку от нее проектору. С помощью последнего на дорсальную поверхность туловища пациента проецируют изображение системы прямолинейных эквидистантных полос, форма которых деформируется пропорционально рельефу обследуемой поверхности. Посредством ТВ камеры производится

съемка этого изображения и ввод его в компьютер в цифровом виде. Путем специальной программной обработки восстанавливается форма дорсальной поверхности пациента в каждой точке введенного изображения. По цифровой модели поверхности и выделенным на ней анатомическим ориентирам костных структур рассчитываются многочисленные топографические параметры, описывающие количественно форму поверхности и оценивающие деформацию позвоночника в трех плоскостях: фронтальной, горизонтальной и сагиттальной.

Возможности топографического метода иллюстрируются на примере больного идиопатическим сколиозом III степени (основная правосторонняя грудная дуга - угол Кобба 39° , вершина - Th8, компенсаторная левосторонняя грудопоясничная дуга - 29° , вершина - L2). На рис.1 приведен снимок этого больного при обследовании на системе ТОДП, на рис.2 - рентгеновский снимок его позвоночника в прямой проекции, а на рис.3 - аксонометрическая проекция восстановленной в компьютере цифровой модели дорсальной поверхности. Для документирования результатов обследования на системе ТОДП используются две основные выходных формы, показанные на рис.4а,б (приведены выходные формы последней версии программного обеспечения ТОРО V6.0 1999), которые хранятся в базе данных и могут быть отображены на экране монитора или выведены на печать.

В приведенной на рис.4а выходной форме выводятся результаты латерального анализа, в том числе графические: представление фронтальной проекции; топограмма поверхности; графики латерального анализа ("ДТУгл", "ПВУгл", "Объем", "Крив"). Графическое представление фронтальной проекции включает:

- внешний контур;
- линию остистых отростков позвоночника;
- отрезок, соединяющий проксимальную точку межгрудной складки с С7;
- отрезок, соединяющий проксимальные точки левой и правой подмышечных складок;
- отрезок, соединяющий нижние углы левой и правой лопатки;
- два отрезка, направленных вдоль медиальных краев левой и правой лопаток;
- отрезок, соединяющий вершины левой и правой подвздошных остей.

Топограмма дорсальной поверхности представляет собой изображение линий равного уровня рельефа поверхности, аналогичное муаровой топограмме. На ее изображении также выведены фронтальная проекция линии остистых отростков и две паравертебральные линии, соответствующие наиболее выступающим точкам левой и правой частей поверхности.

Графики латерального анализа включают: "ДТУгл" - график двойного тангенциального угла, описывающий поворот горизонтального сечения дорсальной поверхности, измеренный по касательной к двум наиболее выступающим кзади точкам левой и правой половин сечения туловища; "ПВУгл" - график паравертебрального угла, описывающий средний угол поворота участка горизонтального сечения поверхности в пределах паравертебральной области с центром на линии остистых отростков; "Объем" - график объемной асимметрии, описывающий среднее превышение высоты рельефа горизонтальных сечений правой половины туловища над левой с границей, проходящей по линии остистых отростков; "Крив." - график асимметрии кривизны, описывающий среднее превышение кривизны горизонтальных сечений правой половины туловища над левой с границей, проходящей по линии остистых отростков.

В последней версии программного обеспечения системы ТОДП производится автоматическое выделение дуг латерального искривления позвоночника, информация о которых выводится в соответствующем разделе выходной формы и включает:

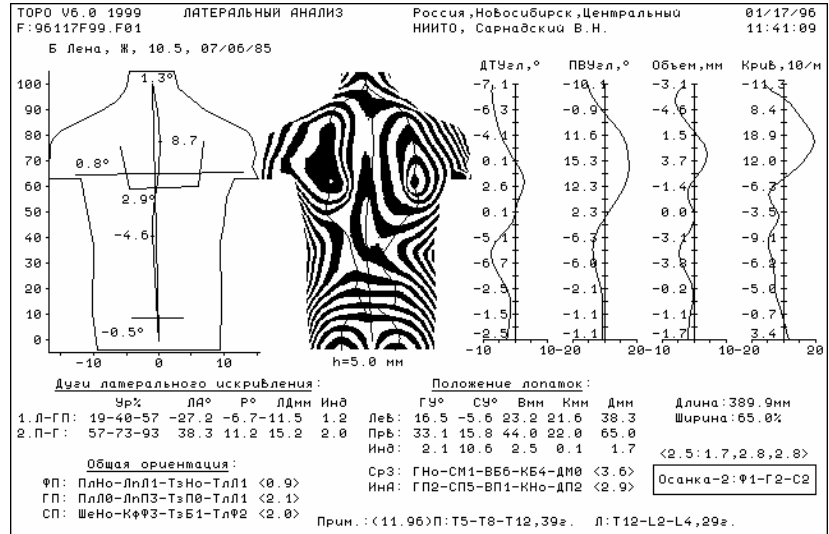
- уровень локализации нижней границы, вершины и верхней границы дуги латерального искривления позвоночника ("Ур%");
- угол латеральной асимметрии - топографический аналог угла Кобба ("ЛА°");



Рис.1. Снимок пациента при топографическом обследовании



Рис.2. Рентгеновский снимок позвоночника



а)

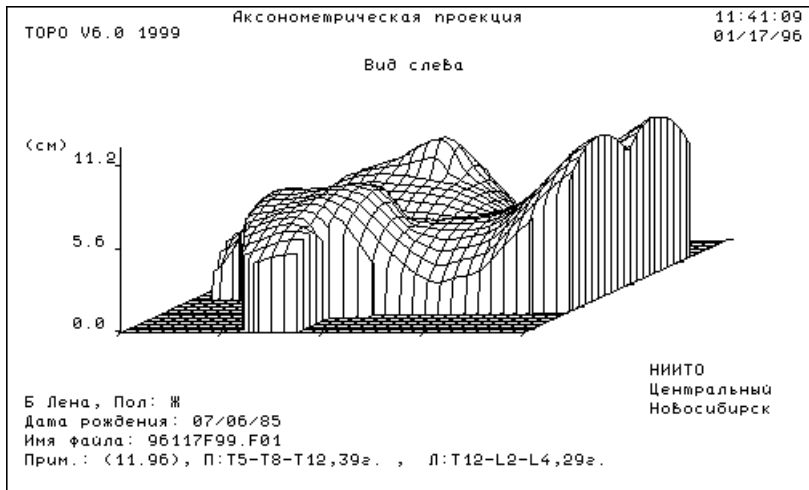
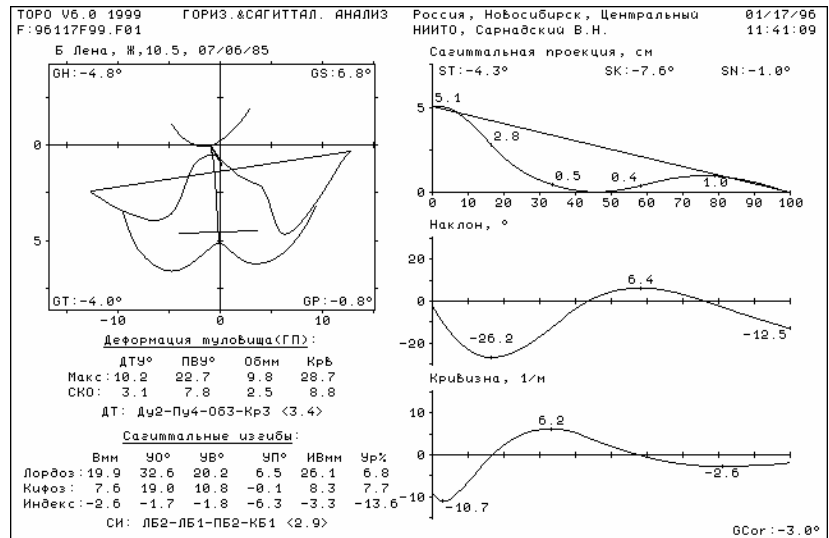


Рис.3. Восстановленная модель дорсальной поверхности



б)

Рис.4. Результаты топографического обследования

- угол ротации позвоночника в вершине дуги латерального искривления относительно верхней и нижней границ дуги ("Р°");
- латеральное отклонение осевой линии позвоночника в вершине дуги относительно верхней и нижней границ дуги ("ЛДмм");
- индекс соотношения транспозиционной и ротационной компонент дуги латерального отклонения осевой линии позвоночника ("Инд").

В показанной на рис.4б выходной форме выводятся результаты горизонтального и сагиттального анализа, в том числе графические: представление горизонтальной проекции, сагиттальной проекции; графики наклона и кривизны сагиттальной проекции ("Наклон", "Кривизна"). Графическое представление горизонтальной проекции представляет из себя вид на пациента сверху и включает:

- линию остистых отростков позвоночника;
- отрезок, соединяющий проксимальные точки левой и правой подмышечных складок;
- отрезок, соединяющий вершины левой и правой подвздошных остей;
- горизонтальное сечение поверхности на уровне шеи (С7);
- горизонтальную проекцию сечения поверхности на уровне плечевого пояса;
- горизонтальное сечение на уровне проксимальной точки межягодичной складки.

На представленных выходных формах помимо графической информации выводится большое число количественных параметров (в градусах, миллиметрах и относительных единицах), которые определяют ориентацию и взаиморасположение отдельных частей дорсальной поверхности туловища. Для упрощения анализа столь большого объема информации используется специально разработанная иерархическая система интегральных индексов и дескрипторов, описывающих отклонения формы дорсальной поверхности от нормы, как по отдельным плоскостям, так и суммарно в целом. Это позволяет быстро ориентироваться в результатах топографического обследования и определять общую степень отклонения от нормы формы дорсальной поверхности с выявлением определяющих эти отклонения факторов.

Разработанный метод компьютерной оптической топографии является первым отечественным неинвазивным методом объективного количественного описания ортопедического статуса пациентов. Помимо объективности другим главным его достоинством является существенное снижение трудоемкости и рутинности ортопедического обследования пациентов и описания их состояния благодаря высокому уровню автоматизации процессов обработки, сохранению полных данных о результатах обследования в электронной базе и возможности дальнейшей "безбумажной технологии".

В Новосибирском НИИТО на основе данного метода разработаны методики скрининга и мониторинга деформаций позвоночника, а также контроля результатов оперативного лечения сколиозов, которые показали свою высокую эффективность и могут быть широко применены в практическом здравоохранении уже сегодня.