

КОМПЬЮТЕРНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ТОПОГРАФИЯ - 10 ЛЕТ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

Владимир Николаевич Сарнадский, к.т.н., член.корр. АМТН

Николай Гаврилович Фомичев, д.м.н., проф., засл. врач РФ

Сергей Яковлевич Вильбергер

Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии МЗ РФ (НИИТО), г. Новосибирск, ООО "МЕТОС", г. Новосибирск

E-mail: metos@online.nsk.su

Сколиотическая болезнь у детей и подростков остается одной из наиболее серьезных и нерешенных проблем 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, получившие развитие, начиная с пионерских работ японского ученого Такасаки [1], впервые использовавшего в медицинских целях метод муаровой топографии. Основным достоинством этого и других известных оптических методов являются: полная безвредность для здоровья, бесконтактность и объективизация результатов обследования. Метод муаровой топографии был широко использован за рубежом в последние 30 лет для скрининг-диагностики деформации позвоночника [2-5]. Опыт практического применения этого метода показал наряду с высокой эффективностью 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" [6], за ней последовали немецкая система "JENOPTIC formetric" [7] и английская "Quantec" [8].

В Новосибирском НИИ травматологии и ортопедии в 1994 году на основе проецирования полос и пространственного детектирования фазы был разработан метод Компьютерной оптической топографии - **КОМОТ** [9] и создана первая отечественная топографическая система - **ТОДП**, допущенная МЗ РФ к применению в медицинской практике в 1996 году. В отличие от зарубежных аналогов, ориентированных на мониторинг состояния больных с деформацией позвоночника, система **ТОДП** обеспечивает также и решение задач массового скрининга начальных форм деформаций позвоночника и нарушений осанки. По ряду своих параметров **ТОДП** превосходит известные зарубежные аналоги: по времени обработки (2 сек. на снимок пациента), пространственному разрешению восстановленной поверхности и уровню автоматизации процесса обработки.

Принцип действия **ТОДП** прост и состоит в следующем. Обследуемый пациент устанавливается спиной, обращенной к ТВ камере и расположенному сбоку от нее проектору. На тело пациента проецируется под небольшим углом система оптически контрастных прямолинейных и эквидистантных полос, форма которых деформируется пропорционально рельефу обследуемой поверхности. С помощью ТВ камеры производится съемка пациента, покрытого полосами и ввод его изображения в компьютер в цифровом виде. Путем специальной программной обработки по деформированным полосам на снимке пациента компьютер восстанавливает цифровую модель поверхности его тела в каждой точке введенного изображения. По

этой модели и выделенным на ней анатомическим ориентирам костных структур в 3-х плоскостях (фронтальной, горизонтальной и сагиттальной) строятся графические представления дорсальной поверхности и рассчитывается целый ряд топографических параметров, количественно описывающих осанку пациента и оценивающих деформацию его позвоночника.

Возможности системы **ТОДП** иллюстрируются на примере обследования больной идиопатическим сколиозом II степени, прошедшей курс интенсивного консервативного лечения в специализированной школе-интернате № 133 г.Новосибирска. На рис.1 приведены данные по этой больной до начала лечения в возрасте 7,7 лет, а на рис.2 - после одного года лечения. При этом на рис.1а и 2а показаны снимки больной при обследовании на установке **ТОДП**; на рис.1б и 2б - рентгеновские снимки позвоночника в прямой проекции в положении стоя; на рис.1в и 2в - аксонометрическая проекция восстановленной в компьютере цифровой модели дорсальной поверхности; на рис.1г и 2г - основные выходные формы результатов топографического обследования. Эти формы хранятся в базе данных и в любой момент могут быть извлечены для отображения на экране монитора или выдачи на печать.

В приведенной в верхней части рис.1г и 2г первой выходной форме выводятся: графическое представление фронтальной проекции поверхности, соответствующее виду при взгляде на пациента сзади; топограмма поверхности - созданный в компьютере аналог муаровой топограммы; а также 4 графика, описывающих ротационную деформацию туловища в горизонтальной плоскости. Во второй форме, показанной на нижней части рис.1г и 2г, выводятся графические представления дорсальной поверхности в горизонтальной и сагиттальной плоскостях, соответствующие виду при взгляде на пациента сверху и сбоку. На выходных формах, помимо графической информации, выводится большое число количественных параметров (в градусах, миллиметрах и относительных единицах), которые описывают форму и ориентацию туловища и взаимное расположение отдельных его частей. Для упрощения анализа столь большого объема информации используется иерархическая система интегральных индексов и специальные дескрипторы, которые описывают отклонения формы дорсальной поверхности от нормы, как по отдельным плоскостям, так и суммарно в целом [10].

Для облегчения диагностики деформации позвоночника в системе **ТОДП** по линии остистых отростков и углу поворота поверхности производится выявление дуг латерального искривления осевой линии позвоночника с определением стороны и уровня их локализации и получением оценки угла латеральной асимметрии - топографического аналога угла по Коббу.

В приведенном примере до начала лечения больная имела левостороннюю грудопоясничную сколиотическую дугу с вершиной на уровне Th11 и углом по Коббу в 23° (рис.1б). По результатам обследования на системе **ТОДП** выявлена левосторонняя дуга искривления на том же уровне с углом латеральной асимметрии в 26°. После курса лечения угол Кобба у этой больной составил 11° (рис.2б), а угол латеральной асимметрии - 12°. Следует отметить, что рентгенологические данные этой больной позволяют лишь установить более чем двукратное уменьшение дуги искривления, по топографическим же данным можно судить, что сколиотическая дуга у больной до начала лечения имела значительный функциональный компонент, который был устранен в ходе лечения за счет укрепления мышечного корсета и выработки стереотипа правильной осанки. При этом произошла существенная нормализация осанки по всем трем плоскостям.

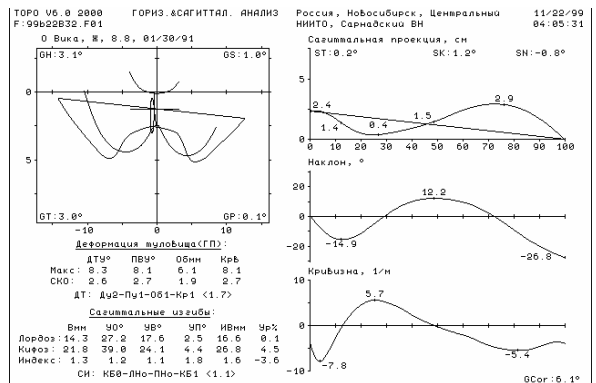
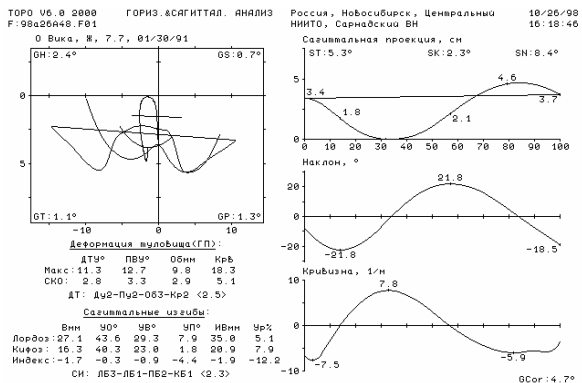
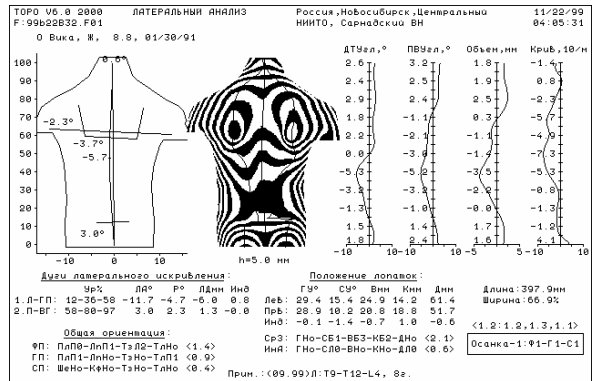
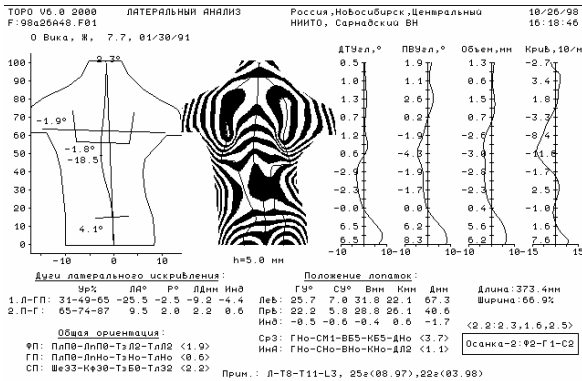
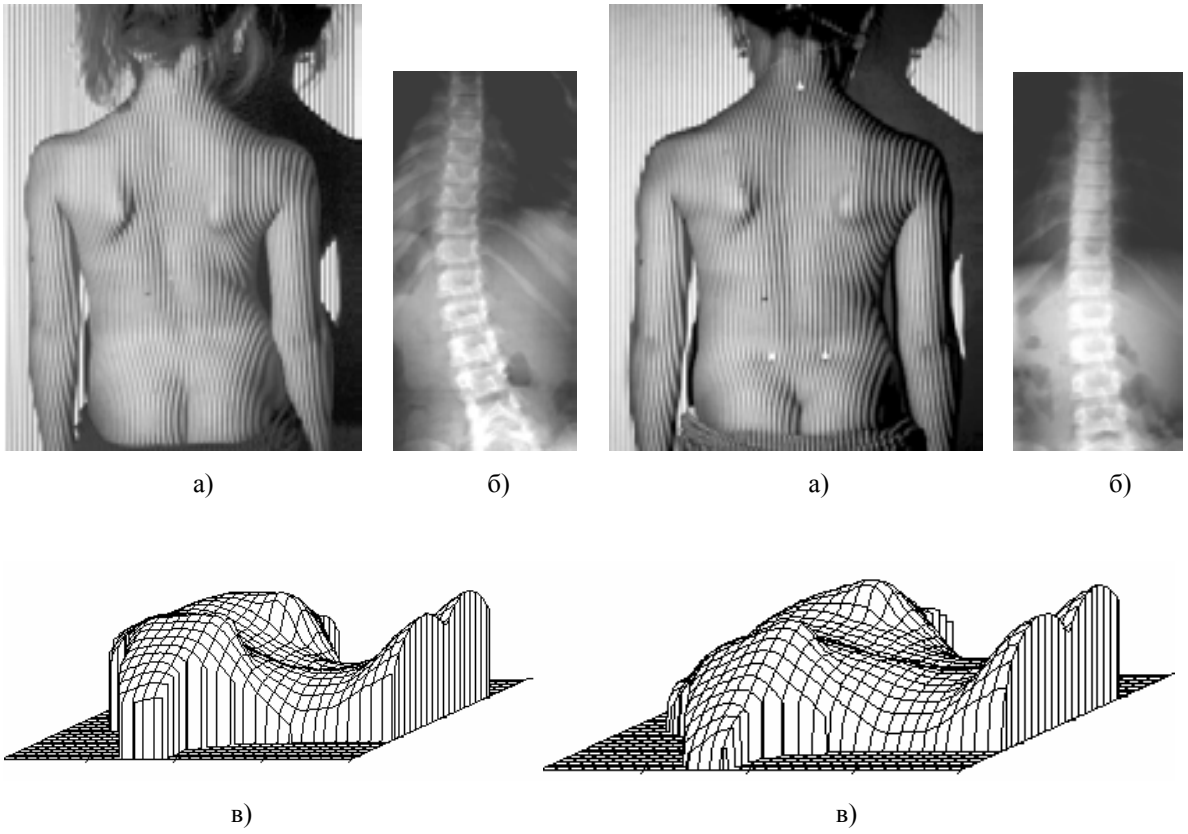


Рис.1. Больная до лечения:
 а) снимок на установке ТОДП;
 б) рентгеновский снимок;
 в) модель дорсальной поверхности;
 г) результаты топографического обследования.

Рис.2. Больная после консервативного лечения:
 а) снимок на установке ТОДП;
 б) рентгеновский снимок;
 в) модель дорсальной поверхности;
 г) результаты топографического обследования.

Разработанный метод **КОМОТ** является первым отечественным неинвазивным инструментальным методом объективного количественного описания ортопедического статуса пациентов, который позволяет существенно снизить трудоемкость и рутинность клинического обследования пациентов и документирования их состояния. В Новосибирском НИИТО на основе системы **ТОДП** разработаны методики скрининга и мониторинга деформаций позвоночника, а также контроля результатов оперативного лечения сколиозов и кифозов, которые на практике доказали свою эффективность. К середине 2004 года более 80-ти систем **ТОДП** используются в различных медицинских учреждениях 35 городов России, Украины и Казахстана.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Takasaki H.** Moire Topography, - Appl. Opt., 1970. - Vol.9. - P.1467-1472.
2. **Adair I.V., Van Wijk M.C. and Armstrong G.W.D.** Moire topography in scoliosis screening. - J. Clin. Orthop. Relat. Res., 1977. - Vol.129. - P.165-171.
3. **Inoue S.** et al. Moire topography. J. Orthop Surg. 1977. - Vol.28. - P.746-755.
4. **Suzuki N.** Early detection of scoliosis using Moire topography, - Orthop. Traum., 1979. - Vol.22. - P.251-260.
5. **Moreland M.S., Barce C.A. and Pope M.H.** Moire topography in scoliosis: pattern recognition and analysis. Moire Fringe Topography and Spine Deformity, Proceedings of an International Symposium, Pergamon Press, New-York, Oxford, 1981. - P.171-185.
6. **Turner-Smith, A.R.** Television scanning technique for topographic body measurements, - Biostereometrics'82, SPIE, V 361, 1983. - P.279-283.
7. **Drerup B., Hierholzer E.** Back shape measurement using video rasterstereography and three-dimensional reconstruction of spinal shape. - Clin. Biomech. 1994.-Vol.9.- P.28-36.
8. **Wojcik A.S., Phillips G.F., Mehta M.H.** Recording of the back surface and spinal shape by the Quantec imaging system - a new technique the scoliosis clinic. - J. Bone Joint Surg., 1994. - Vol.76-B (Supp. I). - P.10-11.
9. **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.
10. **Сарнадский В.Н., Фомичев Н.Г.** Мониторинг деформации позвоночника методом компьютерной оптической топографии. - Пособие для врачей МЗ РФ. - Новосибирск: НИИТО, 2001. - 44с.