

КОМПЬЮТЕРНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ТОПОГРАФИЯ. НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ ЛЕЧЕНИЯ

Сарнадский В.Н., Уберт А.И.
ООО «МЕТОС», г. Новосибирск
Генеральный директор – Сарнадский В.Н.

В последние годы в медицинскую практику в области ортопедии стали внедряться инструментальные методы на основе оптической топографии, позволяющие бесконтактно регистрировать 3D форму туловища человека. Среди известных зарубежных систем топографии можно назвать немецкую Formetric [1], английские Quantec [2] и ISIS2 [3], итальянскую Surfacar [4] и канадскую InSpect [5]. В России в 1994 году была разработана медицинская топографическая система ТОДП [6], не уступающая зарубежным аналогам и получившая к настоящему времени широкое распространение - более 265 ТОДП работают в 70 городах РФ. Основное назначение таких топографических систем - мониторинг состояния больных со сколиозами и кифозами, а также контроль результатов лечения. Так как топографическое обследование абсолютно безвредно, то оно используется для уменьшения лучевой нагрузки как альтернатива рентгену.

При решении задач мониторинга и контроля лечения деформаций позвоночника важной проблемой является представление результатов обследования в удобном для восприятия виде и создание такой же наглядной системы сравнения этих результатов. Зарубежные топографы, как правило, имеют несколько экранных форм с возможностью их распечатки в виде твердых копий, при этом специальные средства сравнения результатов проработаны недостаточно. В работе [7] Mitchell предложил построение разности рельефа поверхности двух состояний пациента после совмещения сравниваемых поверхностей по критерию минимума среднеквадратичного отклонения одной поверхности от другой. После совмещения 3D модель поверхности раскрашивается в соответствии с величиной разности рельефа в каждой точке. Такой подход может хорошо работать при небольших изменениях рельефа поверхности туловища и давать неприемлемые результаты для грубых изменений, которые возникают у больных с тяжелыми формами сколиоза. Другой подход использован в системе Formetric, у которой имеются специальные режимы сравнения двух и четырех состояний пациента. В первом режиме строятся экранные формы с совмещенными для двух состояний пациента графиками и ограниченным набором параметров, для которых в виде трех столбцов выводится их значения и разность. Во втором режиме имеется возможность только графического сравнения четырех состояний пациента. Основной недостаток данного подхода, на наш взгляд, множественность вы-

ходных форм сравнения и ограниченный набор количественно сравниваемых параметров.

Система ТОДП была создана для массовых обследований детского населения с целью раннего выявления сколиоза и других деформаций позвоночника. Поэтому при разработке системы отображения и регистрации топографических данных для ТОДП мы руководствовались концепцией «одно обследование (снимок) - одна выходная форма», что позволило при проведении скрининга экономить расходные материалы, снизить трудоемкость и повысить эффективность скрининга. На рис.1а приведен пример основной экранной формы топографического обследования на системе ТОДП с версией программного обеспечения WTOPO 3.9, которая может быть распечатана в виде твердой копии и является основной отчетной формой системы ТОДП. На этой форме выводятся графические представления формы туловища и набор топографических параметров, которые описывают состояние осанки в трех плоскостях: фронтальной, горизонтальной и сагиттальной. Для оценки состояния осанки также используется иерархическая система интегральных индексов с общим интегральным индексом РТИ, которые характеризуют выраженность отклонений в форме и ориентации туловища от гармоничного состояния [6]. Для облегчения интерпретации при построении основной формы используется принцип светофора. Элементы графических представлений и топографические параметры раскрашиваются: в зеленый цвет, если они соответствуют норме или по ним имеются слабовыраженные отклонения; в желтый - при умеренно выраженных отклонениях; в красный - при выраженных или значительных отклонениях, соответствующих патологическому состоянию.

На рис.1а приведена основная выходная форма больной М. в возрасте 9 лет с диагнозом идиопатический сколиоз I степени, который при дальнейшем наблюдении пациентки проявил бурное прогрессирование, и, несмотря на консервативное лечение, привел к необходимости хирургической операции в возрасте 12 лет. На примере этой больной мы продемонстрируем возможность системы графико-параметрического сравнения результатов топографических обследований, которая была разработана нами для задач мониторинга и оценки результатов лечения больных сколиозом. Система графико-параметрического сравнения сохраняет концепцию одной выходной формы и представляет собой видеоизмененную основную форму (рис.1б), в которой на-

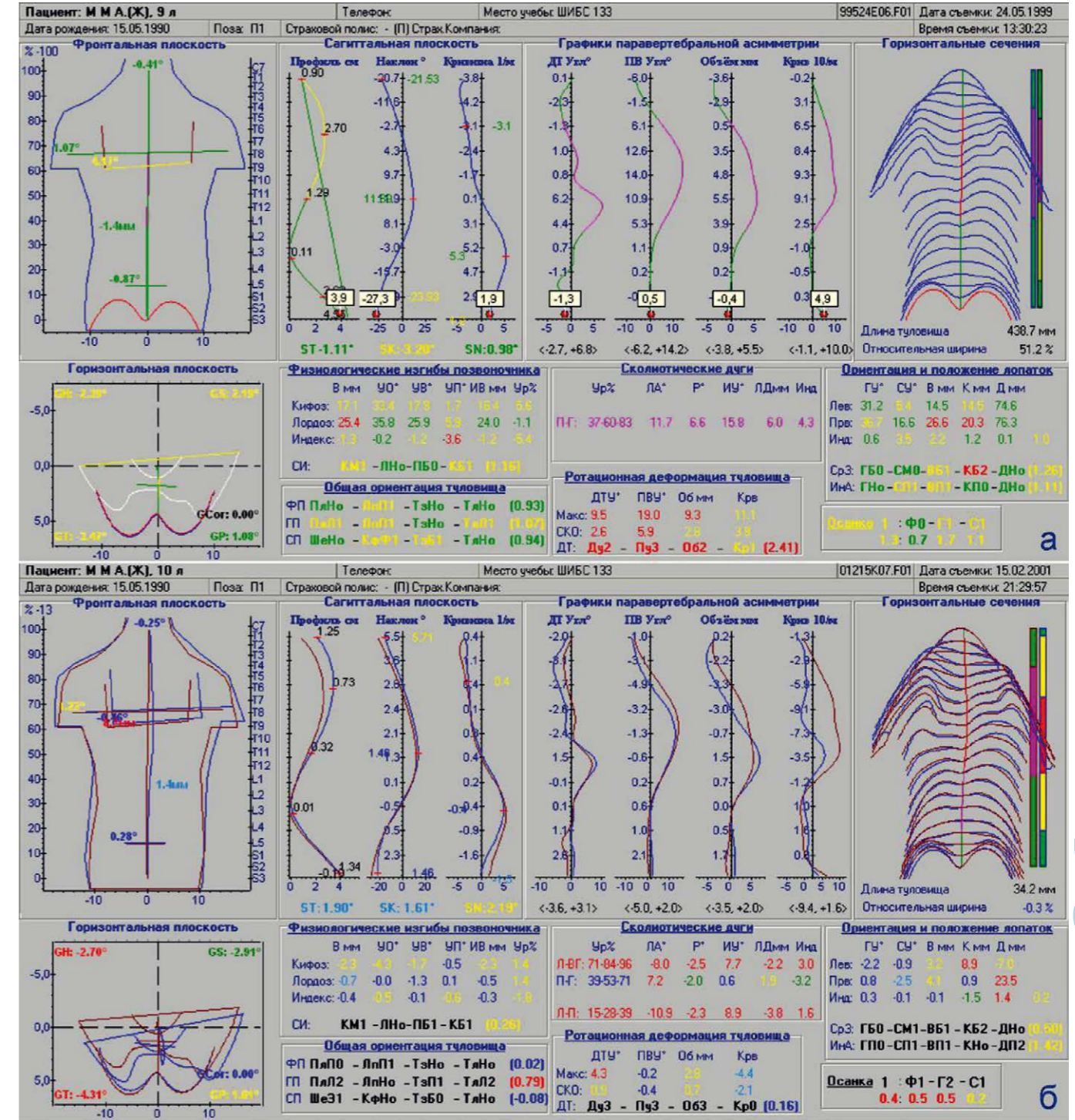


Рисунок 1. Мониторинг состояния больной М. с идиопатическим сколиозом:
а – основная экранная форма (9 лет); б – форма сравнения 2-х состояний (9 и 10 лет).

ложены графические представления двух состояний пациента, а вместо значений топографических параметров выводится их разность, что обеспечивает возможность сравнения по всем параметрам сразу.

В отличие от Formetric, в которой графические представления совмещаются в вершине остистого отростка С7 (что мы считаем ошибочным решением), в системе ТОДП графические представления совмещаются в точке SC, соответствующей вершине межъягодичной складки и являющейся нулевой точкой системы координат свя-

занной с туловищем пациента [6]. Так как в нашу систему сравнения заложена возможность сравнения пациентов в процессе их роста, то, помимо совмещения поверхностей в точке SC, производится масштабирование совмещаемой поверхности так, чтобы точки С7 (вершины остистого отростка 7-го шейного позвонка) двух поверхностей попали на уровень 100% процентной шкалы.

В форме сравнения (рис. 1б) графические элементы теряют окраску по принципу светофора и выводятся красно-коричневым цветом для состояния пациента,

выбранного в качестве базового (с чем сравнивают), а синим цветом - графические элементы для текущего состояния (которое сравнивают). При построении в форме сравнения графического представления «Горизонтальные сечения», содержащего набор сечений с шагом 5% по процентной шкале, производится дополнительное совмещение в латеральном направлении сечений двух состояний в точках линии остистых отростков. При этом сечения совмещаются по линии остистых отростков для текущего состояния пациента. Такой подход, в отличие от Mitchell [7], позволяет производить сравнение при сильно выраженных боковых искривлениях позвоночника и анализировать изменения величины ротационной деформации позвоночника и связанной с ними величины паравертебральной асимметрии.

Для облегчения анализа изменения значений топографических параметров, выводимых в форме сравнения в виде разности значения текущего и базового состояния пациента, их раскраска также отличается от раскраски основной формы по принципу светофора. Разность параметров раскрашивается в 6 цветов исходя из ее величины, нормированной на среднеквадратичное отклонение (σ) этих параметров, полученное при массовых обследованиях детского населения в возрасте от 5 до 17 лет. Если σ -нормированная разность находится в пределах $\pm 1/3$, то параметр раскрашивается в темно-синий цвет, что соответствует состоянию «без изменений»; при значении этой разности в пределах ± 1 параметр раскрашивается в голубой цвет, соответствующий состоянию «незначительное улучшение» (если текущее состояние ближе к гармоничному, чем базовое), или в желтый - «незначительное ухудшение» (если базовое состояние ближе к гармоничному, чем текущее); аналогично этому при значениях модуля σ -нормированной разности больших 1 используется зеленый цвет-- «значительное улучшение» или красный - «значительное ухудшение». Для возможного варианта изменения состояния параметра, когда меняется направление отклонения от нормы (например, уплощение лордоза переходит в усиление или перекося таза меняет сторону) и текущее состояние параметра становится умеренно выраженным или хуже (отклонение от нормы параметра текущего состояния больше σ), предусмотрена раскраска в пурпурный цвет, что соответствует состоянию «инверсия». В приведенном примере формы сравнения на рис.16 в качестве базового выступает состояние больной М. в 9 лет, а в качестве текущего - через год и 8 месяцев. За этот период сколиоз прогрессировал у больной с I до II степени и по многим параметрам наблюдается ухудшение ее состояния.

В системе ТОДП для визуального анализа используется 3D модель поверхности туловища, наиболее наглядно представляющая состояние осанки пациента. Эта 3D модель может дополнительно раскрашиваться, например, как показано на рис. 2 а, б, где раскраска соответствует величине средней кривизны поверхности

(красный цвет - для выпуклых участков, синий - для вогнутых). При построении формы сравнения 3D модель для текущего состояния раскрашивается специальным образом с использованием совмещения горизонтальных сечений по линии остистых отростков позвоночника и расчетом разности высоты рельефа для текущего и базового состояния в каждой точке сечения способом аналогичным тому, который используется при построении представления «горизонтальные сечения». В зависимости от величины этой разности (Δ) точки 3D модели раскрашиваются в соответствии со следующей шкалой: $\Delta \leq \pm 1$ мм - телесный цвет; $\Delta > 1$ мм - желтый; $\Delta > 2.5$ мм - оранжевый; $\Delta > 5$ мм - пурпурный; $\Delta > 10$ мм - красный; $\Delta < -1$ мм - бирюзовый; $\Delta < -2.5$ мм - голубой; $\Delta < -5$ мм - светло-синий; $\Delta < -10$ мм - синий. На рис. 2в представлена 3D модель больной М., раскрашенная в режиме сравнения. 3D модель той же больной в возрасте 12 лет до операции (сколиоз прогрессировал до IV степени) показана на рис. 3а, на рис. 3б - через год после хирургического лечения сколиоза, а на рис.3в - 3D модель, раскрашенная в режиме сравнения.

В ПО системы ТОДП также предусмотрена возможность графического сравнения осанки для нескольких снимков пациента (до 10), как показано на рис.4 а, б.

Описанная система графико-параметрического сравнения результатов динамического наблюдения пациентов интегрирована в программное обеспечение системы ТОДП. Эта система позволяет детально по отдельным плоскостям и в целом наглядно визуализировать все (даже самые минимальные) изменения в состоянии осанки пациента, а также количественно оценивать динамику изменений с выдачей формализованного заключения о ухудшении или улучшении состояния ОДА, что значительно облегчает задачу врачебной интерпретации. Применение в клинической практике системы графико-параметрического сравнения позволит существенно повысить эффективность использования системы ТОДП для задач мониторинга и контроля лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хюбнер Й. Руководство formetric III 3D/4D //Выпущено 01.02.2007, ревизия 2.
2. Wojcik A., Mehta M. H., Philips G. Surface imaging of body and spinal shape by the Quantec system //Journal of Bone & Joint Surgery, Vol.27, 1994, P.328-333.
3. Berryman F., Pynsent P., Fairbank J. et al. A new system for measuring three-dimensional back shape in scoliosis //Eur Spine J, Vol.17, 2008, P.663-672.
4. Kozłowski J., Merolli A., Monni G. User friendly computer profilometry //Research into Spinal Deformities 3, Vol.88, 2002, P.110-115.
5. <http://www.creaform3d.com/en/3d-body-digitizer/mega-capturor.aspx>
6. <http://www.metos.org>
7. Mitchell H., Pritchard S., Hill D. Surface Alignment to unmask scoliotic deformity in surface topography // Research into Spinal Deformities 5, 2006, P.213-217.

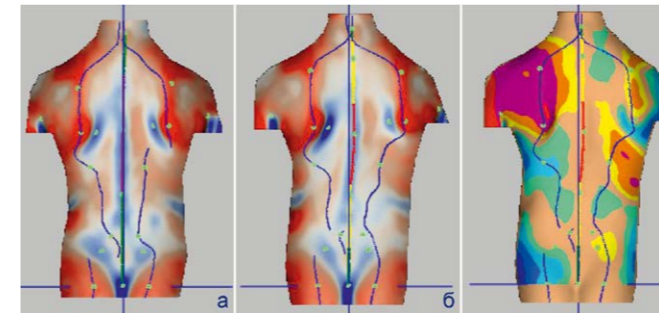


Рисунок 2. 3D модель дорзальной поверхности туловища больной М. а, б - с раскраской по суммарной кривизне (для возраста 9 и 10 лет); в - с раскраской изменений формы по предложенному способу.

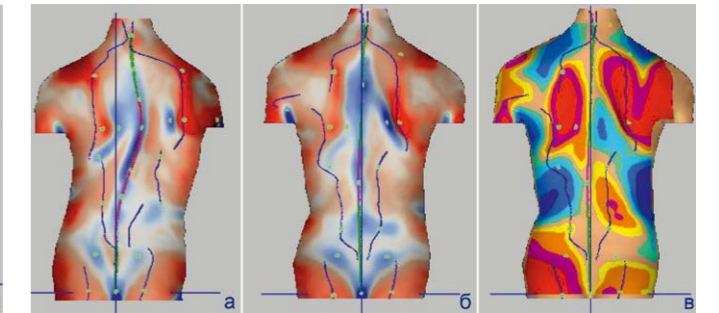


Рисунок 3. 3D модель дорзальной поверхности туловища больной М. а - до и б - после операции с раскраской по суммарной кривизне; в - с раскраской изменений формы туловища в результате хирургического лечения сколиоза.

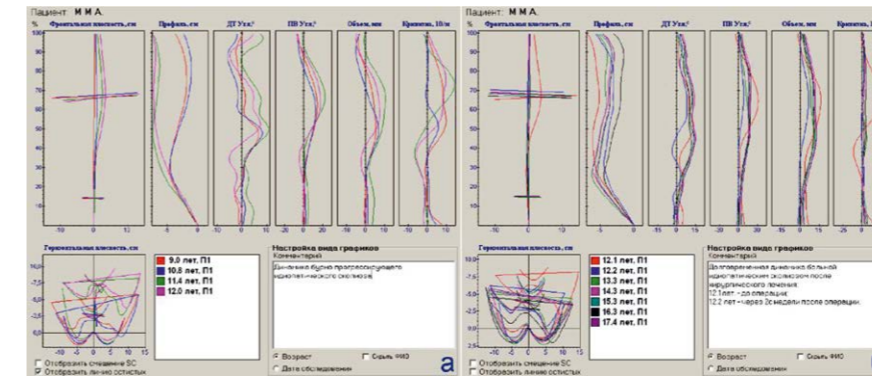


Рисунок 4. Форма графического сравнения нескольких состояний пациента для больной М. а - при мониторинге в возрасте с 9 до 12 лет; б - при контроле результатов оперативного лечения в ближайшем и отдаленном периодах (в пределах 5 лет).

Адрес для переписки:
630091, г. Новосибирск,
ул. Крылова, 31, офис 54,
генеральному директору
ООО «МЕТОС»
Сарнадскому В.Н.
Тел.: (383) 325-41-52,
325-41-50,
E-mail: metos.org@gmail.com

КОМПЬЮТЕРНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ТОПОГРАФ ТОДП
ПЕРЕДОВАЯ РОССИЙСКАЯ РАЗРАБОТКА

Лауреат Международной Премии
"ПРОФЕССИЯ-ЖИЗНЬ" в номинации
"За достижения в области науки и
технологии медицины"

Обеспечивает бесконтактное обследование пациентов в ортостатическом положении с восстановлением 3D модели поверхности туловища и оценку состояния осанки в 3-х плоскостях.

Предназначен для скрининг-диагностики осанки, мониторинга состояния и оценки эффективности лечения больных с патологией позвоночника.

Отличается абсолютной безвредностью, большой пропускной способностью, полной автоматизацией, высокой точностью восстановления рельефа, информативностью и наглядностью.

20 ЛЕТ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ - 265 СИСТЕМ ТОДП ПО РОССИИ

Медицинское изделие ТОДП выпускается в соответствии с Регистрационным удостоверением Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения и социального развития № ФСР 2011/10456. Декларация соответствия РОСС RU.АЯ79.Д07908.

630091, г.Новосибирск, ул.Крылова, 31, оф. 54, ООО "МЕТОС". Тел. (383) 325-41-52, 325-41-50, факс 325-41-52, <http://www.metos.org>, E-mail: metos.org@gmail.com