

#10, октябрь 2015

УДК 528.74+611.7+004.923

Фотограмметрический метод диагностики сколиоза

*Дюжиков А.И., студент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Медико-технические и информационные технологии»*

*Научный руководитель: Жорина Л.В., к.ф.-м.н., доцент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Медико-технические и информационные технологии»
pvi@bmstu.ru*

Сколиоз – заболевание опорно-двигательного аппарата. Характеризуется искривлением оси позвоночника во фронтальной плоскости с разворотом позвонков вокруг своей оси. Сколиоз в 80 % случаев возникает у детей в период роста тела и лишь прогрессирует со временем (идиопатический сколиоз). Идиопатический сколиоз - это трехплоскостная деформация позвоночника (во фронтальной, горизонтальной и сагиттальной плоскостях). В оставшихся 20 % случаев сколиоз возникает вследствие врожденных деформаций позвонков.

Распространенность сколиоза в мире, по данным различных авторов, составляет от 3,2 % до 30 %. По данным Минздрава РФ и Государственного комитета РФ по статистике из общего числа детей-инвалидов в 2002 году (620 342 человека) у 22,3 % из них (140 611 человек) именно патология опорно-двигательного аппарата послужила основанием для определения категории «ребенок-инвалид» [1].

В качестве первичной диагностики используется визуальный метод оценки сколиоза, он крайне субъективен, зависит лишь от компетентности врача и не позволяет достоверно запротokolировать полученные данные. Главным образом диагностику сколиоза проводят с помощью рентгеновского обследования. Его основным недостатком является дозовая нагрузка для пациента.

В зависимости от величины деформации позвоночника различают четыре степени развития сколиоза. Все они характеризуются измерением дуги искривления позвоночника по Коббу (рис.1). Соответственно 1 степень - самая легкая форма заболевания, при

которой все внешние деформации исчезают в положении лежа, 4 - самая тяжелая степень, при которой ярко выражена деформация спины и грудной клетки.

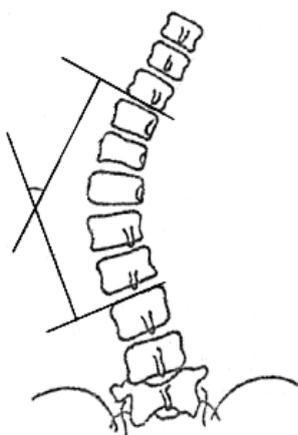


Рис.1 Измерение дуги позвоночника по Коббу

Главная проблема измерений по Коббу заключается в относительности полученных данных: когда измерения проводят разные люди, они получают отличающиеся результаты из-за выбора различных начальных и конечных позвонков и из-за человеческого фактора, что в результате дает большую погрешность.

Сколиоз диагностируют в детском возрасте, поэтому большинство пациентов - дети, а для растущего организма дозовая нагрузка особенно вредна. Именно поэтому крайне важно найти другой безопасный способ диагностики. Магнитно-резонансная томография представляет отличную альтернативу рентгеновским методам, но она является очень дорогостоящей. Ультразвуковая диагностика не позволяет получить четкое и контрастное изображение позвоночника, из-за высокой плотности костной ткани.

Фотограмметрический метод (ФГМ) диагностики сколиоза

Метод диагностики сколиоза с помощью фотограмметрии разрабатывался с целью регистрации формы тела ребёнка, с последующим построением рельефа спины как наглядного показателя состояния осанки [2]. При этом оценивается общая ориентация туловища в трех плоскостях: наклон влево-вправо, вперед-назад, скручивание туловища (поворот плечевого пояса относительно таза), а также положение и ориентация различных отделов туловища. Стереосъемка тела человека в позе стоя проводится одним или двумя обычными цифровыми фотоаппаратами и поэтому она абсолютно безопасна.

Метод, как и способ его применения для коррекционной терапии и оценки реабилитации, являются новыми для медицины. В декабре 2013 г. Кожевниковой М.И. была подана заявка на изобретение «Способ оценки динамики формы тела человека по его

рельефам», а в феврале 2015 г. Федеральный институт патентной службы выдал положительное решение.

Перечислим преимущества ФГМ:

- полная безопасность для пациента;
- дешевизна;
- возможность частых исследований;
- использование общедоступного оборудования;
- длительное хранение полученной информации с возможностью различных способов обработки данных.

Для оценки состояния спины пациента данным методом необходимо провести следующие этапы:

1. Подготовительные работы;
2. Стереофотограмметрическая съемка спины;
3. Фотограмметрическая обработка серии съемок;
4. Анализ полученных результатов.

Подготовительные работы заключаются в определении условий съемки, калибровке фотокамеры, создании оптических масок определенной зернистости (маска необходима для повышения контрастности спины и ускорения процесса расчета) [3].

Особенности стереофотограмметрической съемки спины заключаются в том, что спина является динамическим объектом (происходит сокращение мышц, движение грудной клетки за счет дыхания, усталость пациента и т.п.). Для того, чтобы нивелировать эти особенности, пациента просят задержать дыхание на время съемки, и выполняют серию фотоснимков. Съемка выполняется одной (или несколькими фотокамерами) с различных ракурсов, осуществляемых перемещением камеры по специальной рельсе. В результате получается множество изображений, из которых последовательно выделяют пары изображений и обрабатывают их. Причем, может использоваться практически любая фотокамера, соответствующая требованиям, заданным оператором. На сегодняшний день, установка для ФГМ съемки выглядит следующим образом (рис.2).

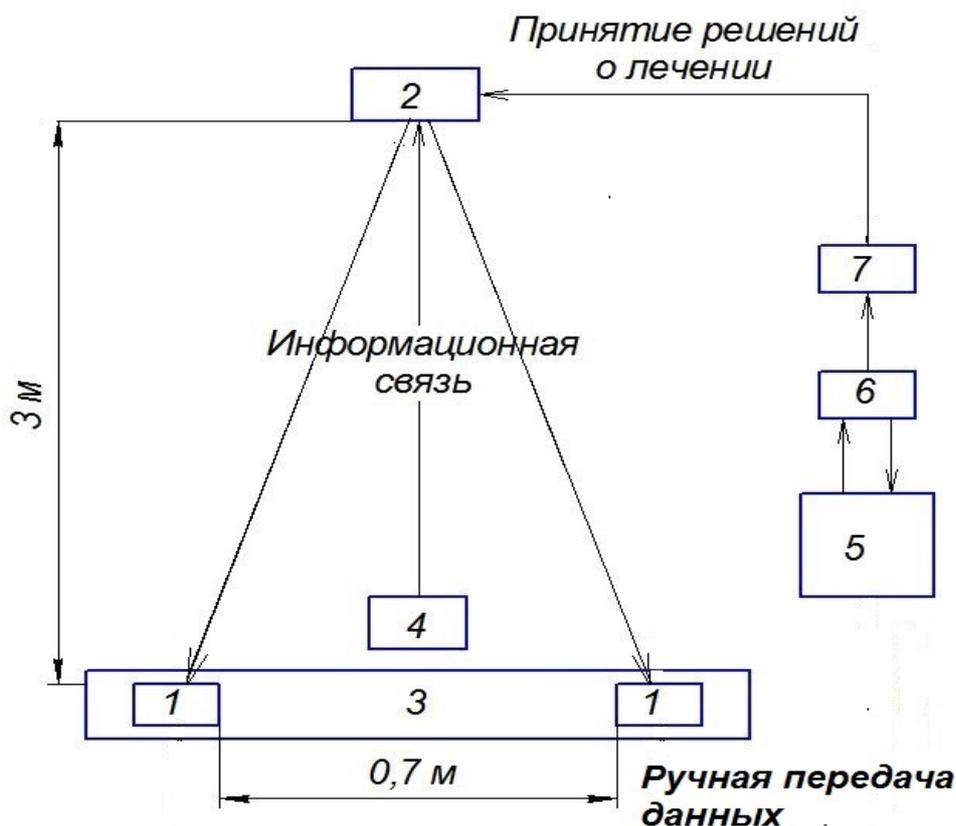


Рис.2. Схема ФГМ установки: 1 – фотоаппарат, 2 – биообъект, 3 – опорная установка, 4 – проектор, 5 – компьютер, 6 – оператор, 7 – врач

Фотограмметрическая обработка серии снимков выполняется программами Photomod 5 и MapInfo. Принцип данной обработки заключается в совмещении стереопары изображений по их общим точкам (точки вводятся вручную). Строится рельеф с обозначением всех высот (или их уровней). Фотоснимки поступают в компьютер оператора, который определяет высоты поверхности спины (400...600 точек), образующие рельеф конкретной спины с присущим только ей распределением этих высот по телу. Затем для наглядности восприятия рельефа его разбивают на слои (с шагом 5 мм), каждый из которых получает свой цвет. В результате формируется цветовая карта рельефа, наглядно отражающая право- левостороннюю асимметрию тела. Выраженность нарушения осанки определяется относительно вертикали, проводимой из вершины межъягодичной складки, как наиболее устойчивой точки тела в позе стоя.

Количественная оценка показателей асимметрии различных областей спины, как и их динамика в ответ на любые лечебные процедуры, проводится путем сравнения значений максимумов высот правой и левой сторон спины, смещения их относительно вертикали, различия площадей рельефа на равных и разных уровнях высот и т.д.

Фотограмметрический метод позволяет представить полученное изображение в двух видах: трехмерная модель, которую можно рассмотреть на экране компьютера, вращая ее в любом удобном направлении (рис.3), двухмерная модель со слоями разной цветности (рис. 4). При этом разрешающая способность метода составляет примерно 1 мм и не зависит от условий съёмки, различий пациентов и др. Таким образом, метод дает возможность проведения консилиума врачей без присутствия пациента.

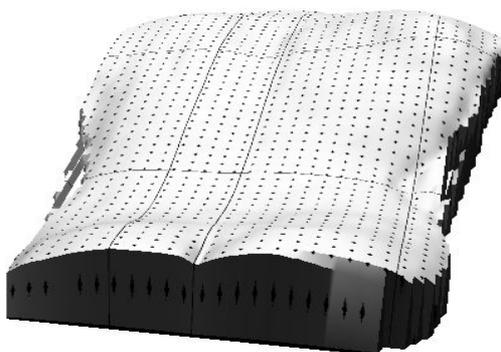


Рис.3. Трехмерная модель спины пациента П.

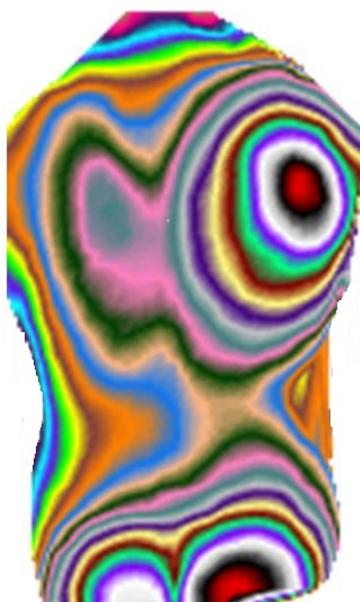


Рис.4. Рельеф поверхности спины пациента П., представленный слоями разной цветности с шагом 5 мм

Наблюдение динамики заболевания с помощью ФГМ

В данной работе представлены результаты диагностики пациента П. со сколиозом 3 степени. Проведено две серии съемок 14.02.2013 (рис.5) и 13.03.2015 (рис.6). В период времени между этими датами врачами проводилась попытка коррекции осанки пациента с помощью ортопедического корсета.

Была построена двухмерная модель спины пациента П., по которой проведены сечения анатомически значимых областей: АВ - вертикальное сечение по левой лопатке, CD - вертикальное сечение по позвоночнику, EG - вертикальное сечение по правой лопатке, GH - горизонтальное сечение по уровню плеч, ИJ - горизонтальное сечение по вершинам лопаток, KL - горизонтальное сечение по линии талии (см. рис.5).

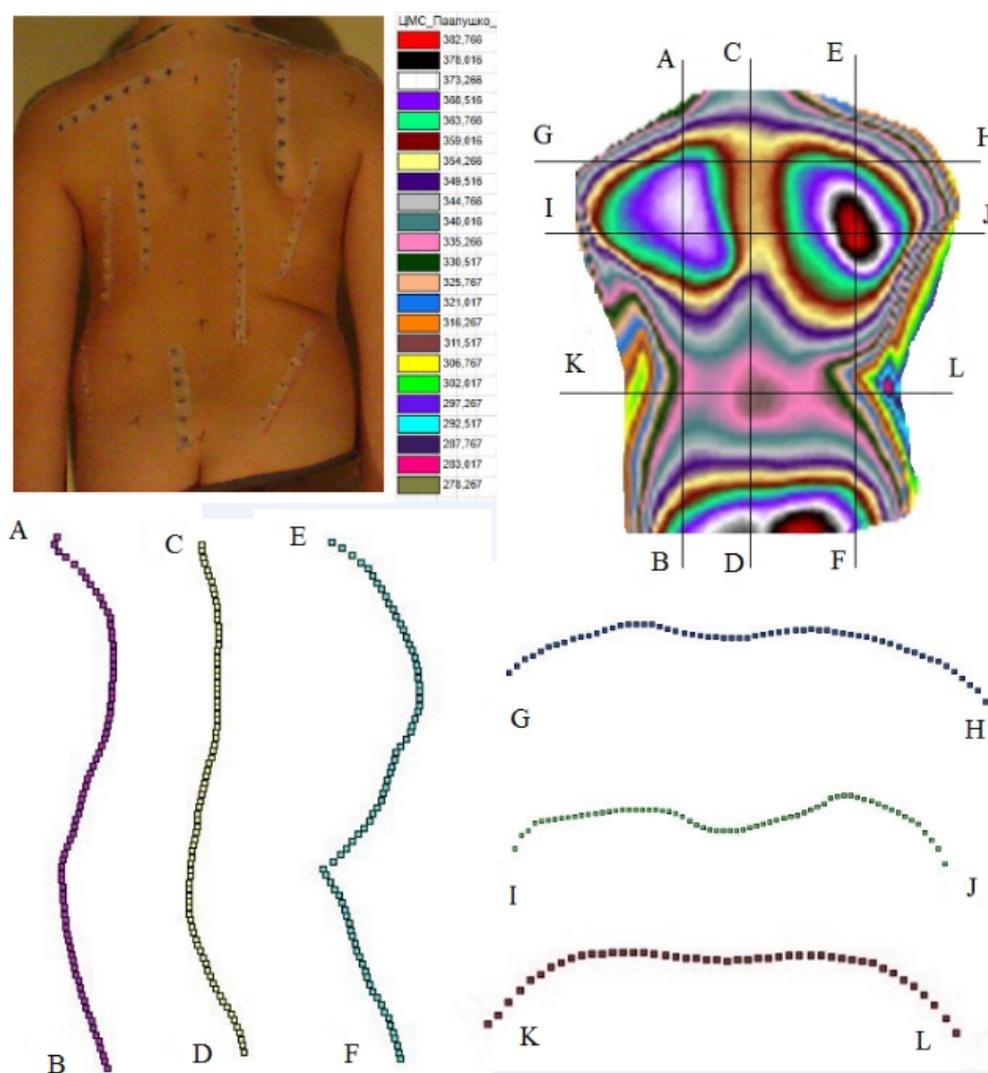


Рис.5. Результаты обследования пациента П. от 14.02.2013

По двумерной модели спины на рис.5 можно сделать заключение о незначительном правостороннем кифозе. Разница высот между вершинами лопаток составила 20 мм. (5 мм. на один цветовой слой).

При повторном обследовании пациента (13.03.2015) обнаружено, что правосторонний кифоз усугубился. Это можно наблюдать по цветной двумерной модели (см. рис.6). Разница высот между вершинами лопаток теперь составляет 20 мм. На горизонтальных сечениях GH, IJ, KL наблюдается значительное правосторонне искривление, вызванное искривлением позвоночника в вертикальной плоскости, с дальнейшим поворотом позвонков во всех плоскостях (сечение CD). Динамика осанки хорошо прослеживается при сравнении сечений двух обследований (рис. 7).

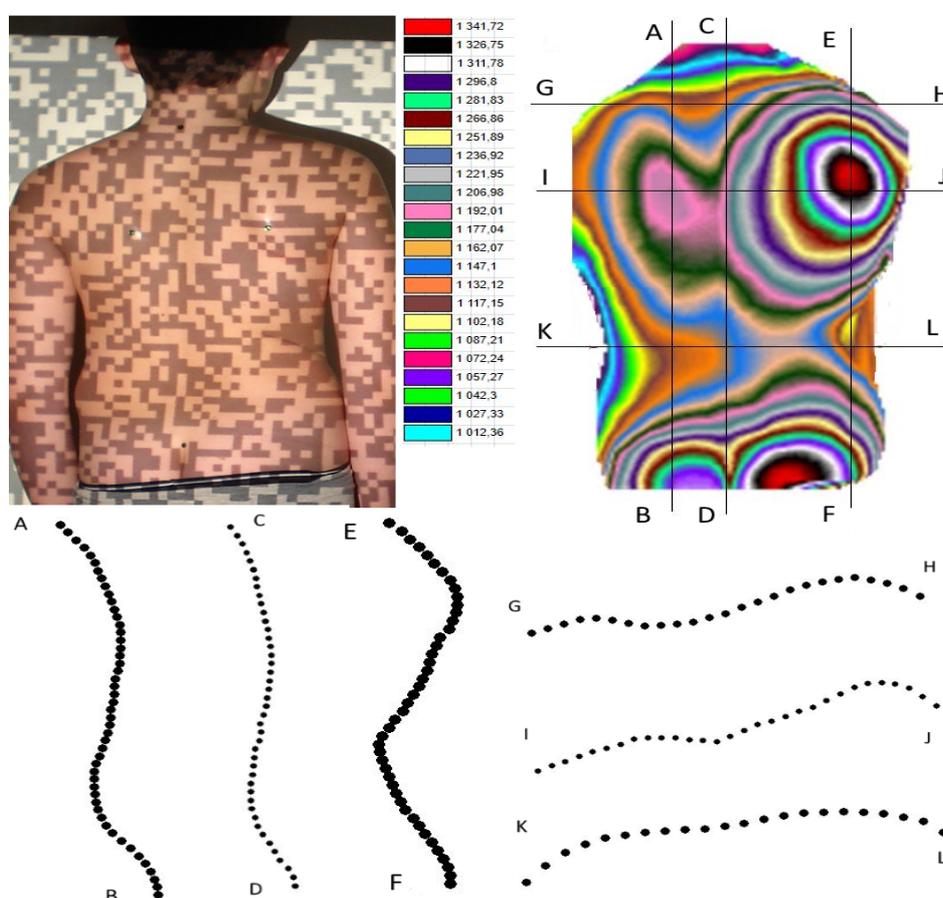


Рис.6. Результаты обследования пациента П. от 13.03.2015

По представленным данным, можно сделать вывод о развитии патологии и ухудшении состояния осанки пациента. К сожалению, скорректировать осанку пациента с

помощью ортопедического корсета не удалось, и в настоящий момент пациента готовят к операции.

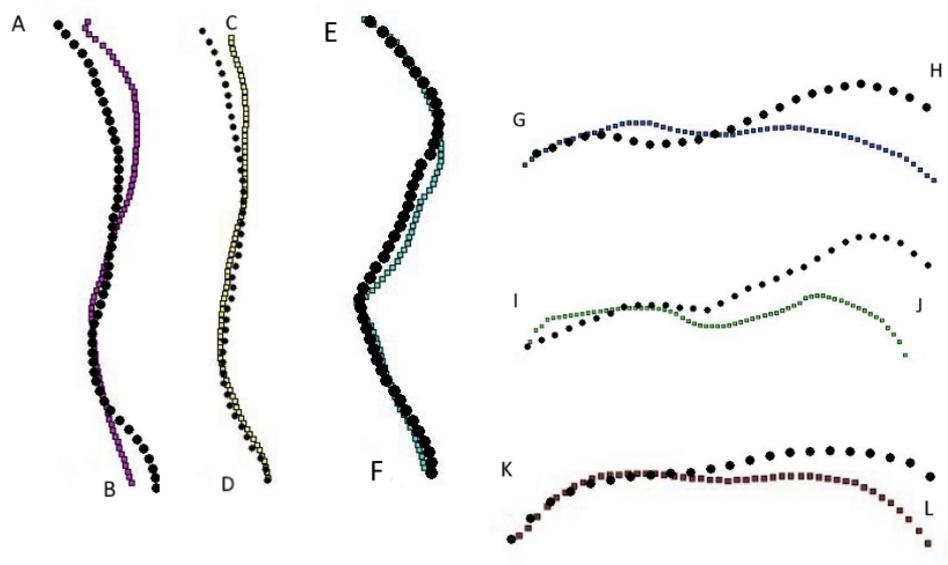


Рис.7. Сравнение сечений анатомически значимых областей (точки - данные от 13.03.2015, квадраты - данные от 14.02.2013).

Выводы

1. С помощью ФГМ было проведено два обследования пациента П., по которым было выявлено ухудшение состояния осанки. Таким образом, используя ФГМ для диагностики и наблюдения динамика сколиоза, можно обойтись без многочисленных дозовых нагрузок при диагностике с помощью рентгеновских обследований, а также дорогостоящих томографических методов и субъективных визуальных методов диагностики.
2. Для совершенствования фотограмметрического метода, необходима автоматизация установки, для исключения большего числа ручных манипуляций и максимально возможной автоматизации процесса диагностики.

Список литературы

1. Мацкеплишвили Т.Я. Профилактика и раннее выявление сколиоза у детей // Справочник фельдшера и акушерки. 2006. № 11. С.60-69.
2. Кожевникова М.И., Скрипицына Т.Н. Возможности и особенности современного этапа применения компьютерных технологий в медицине // Патогенез. 2012. № 1. Т. 10. С.44-50.

3. Шевченко М. Применение фотограмметрического метода при обследовании больных сколиозом: выпускная квалификационная работа бакалавра. МИИГАиК. Москва, 2014. 69 с.