



К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА

Т.Н. Садовая¹, М.В. Михайловский¹, С.А. Шущ²

¹Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии

²ООО «ОртоЛайн»

Определены понятия «эффективность устройства» и «результат коррекции», с позиций которых рассмотрены условия получения объективных оценок и устранения существующих противоречий. Представлено реальное факторное пространство корсетотерапии в качестве условия построения прогнозов развития деформации, качественного назначения методик консервативного лечения, решения вопроса об оперативном лечении и оценок эффективности существующих корригирующих устройств. В контексте рассмотрения базовых вопросов оценок корсетолечения представлены возможности коррекции (торможения развития) деформации экзокорректором «Узор».

Ключевые слова: корсетотерапия, деформация позвоночника, экзокорректор.

EFFICACY ASSESSMENT OF SPINAL DEFORMITY CORRECTION

T.N. Sadovaya, M.V. Mikhailovsky, S.A. Shuts

The paper presents definition of such notions as «device efficacy» and «correction result» used in the study of conditions, which determine the obtaining of objective assessments and elimination of existing controversies. An actual factor space of brace treatment is presented as a condition for construction of prognoses of deformity development, high-quality indication of conservative treatment methods, decision making in issues of surgical treatment and efficacy assessment of currently used corrective devices. The opportunities in correction (slowing down of development) of deformity with external device «Uzor» are presented in the context of consideration of basic issues of brace treatment estimation.

Key Words: brace treatment, spinal deformity, device for external correction.

Hir. Pozvonoc. 2008;(2):25–35.

В предыдущих статьях авторы провели анализ механических свойств различных типов корригирующих корсетов и определили технические и функциональные предпосылки для получения эффективной коррекции деформации [5, 6]. Был представлен экзокорректор деформации позвоночника «Узор» на фоне получившего широкое распространение в мире корсета Milwaukee. В этой статье обсуждаются условия получения оценки корригирующих свойств любого корсета и обоснована эффективность коррекции деформации позвоночника экзокорректором «Узор».

Нами специально выделены параметры «эффективность устройства»

и «результаты коррекции» из обобщенного параметра «эффективность коррекции». Эффективность устройства можно оценить только в результате сравнения его полезных свойств с чем-либо. Например, если интерес представляет абсолютная эффективность, то можно сравнивать деформацию позвоночника пациента после курса коррекции с помощью данного устройства с деформацией позвоночника пациента при ее естественном развитии. Если же интерес представляет относительная эффективность, то нужно сравнивать деформацию позвоночника пациента после курса коррекции с помощью данного устройства с деформацией позвоночника пациен-

та после курса коррекции деформации интересующим корсетом.

Условимся абсолютную эффективность устройства (корсета, экзокорректора) понимать как коэффициент отношения величины деформации позвоночника при естественном развитии патологии (максимальное значение теста Risser) к той же величине после корсетотерапии, но при прочих равных условиях. Это означает, что эффективность устройства выражается числом со значением более единицы (единица – отсутствие эффективности). Необходимым требованием при оценке эффективности устройства является усреднение обобщенного параметра по точечным

оценкам элементов представительной выборки:

$$K_{aэ} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n},$$

где S_i – эффективность устройства для n -го пациента.

Для корректной оценки эффективности устройства необходима достаточная мощность выборки. Количество экспериментальных проб при этом можно оценить в соответствии с анализом факторного пространства, о чем будет сказано ниже.

Результат коррекции – понятие более емкое. В отличие от эффективности устройства, это, во-первых, параметр персональный, связанный с конкретным человеком, во-вторых, это параметр вариантный. Вариантность результата коррекции состоит в том, что один и тот же результат (уменьшение величины дуги, полная остановка развития дуги или эффективное торможение роста дуги) может иметь разную оценку. Например, в одном случае у пациента в возрасте 12 лет при начальной корригируемой деформации 40° по Cobb остановка развития деформации оценивается на «отлично», а в другом, у пациента 13 лет, при начальной корригируемой деформации 25° по Cobb только остановка развития деформации оценивается неудовлетворительно. Понятно, что отдельно взятый случай, представляющий эффективность устройства, также можно рассматривать как результат коррекции.

Вариантность результата коррекции напрямую сопряжена с вопросом о принципиальных возможностях корсетокоррекции, даже при условии эффективного устройства и эффективных методик. Как уже отмечалось [5], к условиям эффективности устройства относятся требования высокой избирательности нагружения туловища, возможность управления уровнями нагружения, возможность модификации силовой схемы в процессе коррекции. С другой стороны, эффективность корригирующих свойств

устройства имеет принципиальные ограничения из-за недостаточной прочности мягких тканей туловища и деформации ребер под нагрузкой, возможности организации оптимальной схемы нагружения.

Эффективность методик корсетотерапии включает в себя биомеханические обоснованные схемы нагружения туловища и уровни нагрузок для конкретной деформации, периодичность активного контроля нагрузок, приемы компенсации ограничений дыхательных функций пациента в корсете.

Важным понятием является потенциал коррекции структурной сколиотической деформации, который автоматически устанавливает границы возможного и невозможного в этом процессе. Строгое представление потенциала коррекции поможет, как нам кажется, ограничить несостоятельные рекламные обещания чудес,

которые можно увидеть на интернет-ресурсах, и разрушить категоричные утверждения, что коррекция корсетом невозможна.

Рассмотрим простую линейную модель развития деформации и ее коррекции (рис. 1). На рис. 1а схематично изображены три графика развития деформации для трех разных случаев развития процесса: бурного, умеренного и вялотекущего. Каждый из графиков условно имеет три четко выраженных участка. Первый участок соответствует спокойному развитию деформации. На втором участке, участке ускорения, скорость развития деформации может быть в три-пять раз выше, чем на первом [2]. Третий участок показывает темп затухания процесса деформирования позвоночника.

Геометрически скорость, в том числе и роста деформации, выражается

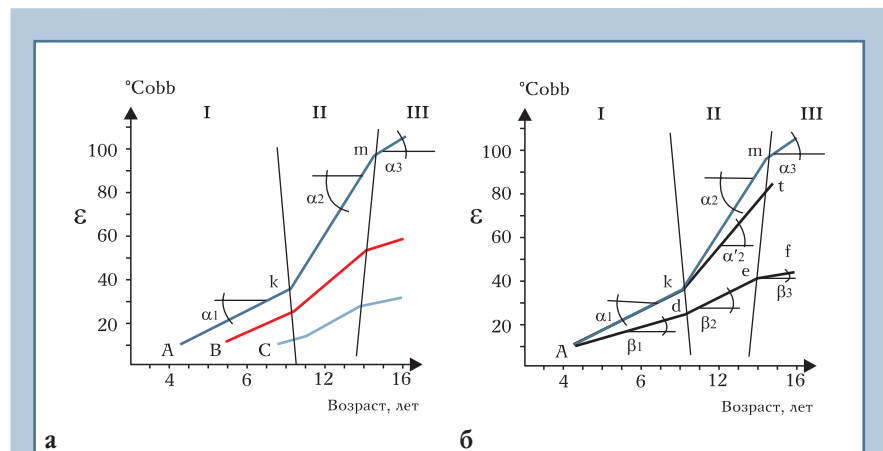


Рис. 1

Модель естественного роста и коррекции деформации:

а – усредненная скорость развития деформации;

б – модель (упрощение на примере А) коррекции деформации:

I – участок начального развития; II – участок ускоренного развития; III – участок завершающего развития; $\tan \alpha_1$ – скорость развития деформации, функция мощности развития; k, m, d – точки перегиба функции; А – бурно прогрессирующий тип развития деформации; В – умеренно прогрессирующий тип развития деформации; С – медленно прогрессирующий тип развития деформации; $\tan \beta_1$ – скорость развития корригируемой деформации; $(\beta_1 \dots \beta_3)$ – крутизна по участкам роста корригируемой со старта деформации; α'_2 – крутизна корригируемой со 2-го участка деформации; $(\alpha_1 - \beta_1)$ – эффективность (мощность) коррекции деформации

тангенсом угла наклона графика к оси возраста ($\text{tg } \alpha_i$). Скорость развития деформации сопряжена с мощностью этого процесса, разной для трех случаев. Энергетически процесс развития деформации может быть оценен работой, совершенной за конкретный период времени, в данном случае термодинамической системой, которой является живой организм. С физической точки зрения, по аналогии с работой в механике, в данном случае она может быть выражена через обобщенные координаты, то есть внешние параметры термодинамической системы (например, соотношение рост/вес), а обобщенные силы (соотношение главный момент сил/кривизна и др.) – величины, зависящие не только от координат, но и от внутренних параметров системы. Аналогично можно оценить энергозатраты системы, необходимые для торможения (или коррекции) развития деформации, как функцию тангенса угла – $\text{tg} \beta_i$ (рис. 16).

Базируясь на физических представлениях процесса и понятиях работы деформации, в первом приближении оценили энергозатраты формирования деформации для принятых граничных условий и удостоверились в работоспособности оценок для иных примеров процесса. Не раскрывая подробностей методик оценок, отметим лишь, что нашей задачей была оценка влияния стартовых условий (фактор начала воздействия) на потенциал коррекции при прочих равных условиях. Для анализа был взят наиболее тяжелый случай развития деформации, соответствующий графику А на рис. 1а. Показательными для сравнения представляются два варианта коррекции (рис. 16). Первый вариант – это ситуация, при которой начало коррекции соответствует началу роста патологической деформации, например с 10° по Cobb. Это график $s-d-e-f$. Второй вариант – это случай начала коррекции в фазе ускоренного развития деформации – от точки k , то есть путь $k-t$.

Принимаем, что на первом участке графика проведена эффективная кор-

рекции, которая позволила сдержать потенциальную естественную деформацию, примерно с 37° до 25° по Cobb. Это составляет 12° Cobb, или 32,5 % от сформировавшейся на этом участке деформации. Для этой ситуации оценили эффект торможения роста деформации на первом участке как разницу между работой формирования деформации в 37° и 25° по Cobb. Далее, задавшись тем же значением энергии торможения деформации (работы на единицу пути), оцениваем потенциальный эффект торможения естественного развития деформации для второго стартового варианта, то есть для случая начала коррекции из точки k (рис. 16). Оказалось, что для этого случая максимальная ордината функции естественного развития деформации уменьшилась бы только на 13° Cobb, то есть примерно с 97° до 84° по Cobb. Коррекция естественного развития деформации для этого случая составила бы лишь 13,5 % от первоначального значения. Это доказывает неэффективность работы по пути $k-t$.

Дополнительно оценивали возможную коррекцию деформации на втором участке – положение точки e графика для условия начала коррекции из точки s . Расчеты по выше приведенному принципу показали, что точке e соответствует деформация в $42,5^\circ$ по Cobb. Таким образом, возможный эффект коррекции составляет 55° , или 56,5 % величины естественного развития.

Из проведенного анализа естественного развития и потенциальной коррекции деформации следуют несколько важных практических выводов.

Вывод 1. При подозрениях на бурно прогрессирующий тип развития деформации необходимо корсетокоррекцию начинать как можно раньше. Часто цитируемое в литературе правило о том, что корсет рекомендуется надевать на ребенка при деформации $25-30^\circ$ по Cobb и после проявления уверенного роста деформации, для этого случая совершенно не приемлемо. Мы наблюдали несколько случаев, когда корсет надевали

на 6–7-летних детей с признаками потенциального бурно прогрессирующего типа развития деформации. Дети, проявившие дисциплинированность в выполнении медицинских указаний, к 14–15 годам имели хорошие результаты и избежали необходимости оперативного вмешательства. На рис. 2 представлена рентгенограмма позвоночника пациентки В., которая носила корсет с 7,5 лет. Несмотря на то что сейчас деформация у девочки составляет 50° по Cobb, она прекрасно скомпенсирована, не имеет побочных патологий, даже программа компьютерного топографа по совокупности косметических признаков присваивает ей лишь первую степень, ассоциированную с внешним видом (рис. 3). Поскольку это типичный случай для данных условий, приводим табл. 1, отражающую процесс формирования деформации с некоторыми комментариями.



Рис. 2

Рентгенограмма пациентки В., 15 лет

Результаты могли быть выше, если бы начали корсетотерапию с 10° по Cobb, а дисциплина испол-

нения предписаний пациенткой с 12–13 лет соответствовала бы оценке «отлично».

Вывод 2. Начинать коррекцию бурно прогрессирующей деформации позднее точки *k* с целью избежать операции вообще не имеет смысла. Нам ни разу не удалось значимо сдержать развитие деформации в этих условиях. Уверены, что это невозможно: мощност механизма прогрессирования для этого случая чрезвычайно высока. В то же время периодически появляющиеся сообщения о том, что авторы уверенно и быстро исправляют деформацию с 60° до 20°, видимо, связана с недооценкой величины функциональной компоненты общей деформации в их случаях [9].

Наш опыт в области корригирующей терапии позволяет определить, тем не менее, ряд факторов, при которых необходимо проведение корсетокоррекции, даже начиная со второго участка. Во-первых, в случае невозможности оперативного лечения по какой-либо причине с целью максимального сдерживания дальнейшего прогрессирования деформации. Во-вторых,

с целью максимально возможного уменьшения реберной деформации и минимизации косметического дефекта. Нам удается корректором «Узор» добиваться внешнего вида пациентов, соответствующего II степени заболевания, по оценке компьютерного топографа, при деформации 55–60° по Cobb. В-третьих, с целью улучшения общего антропометрического состояния туловища для последующего оперативного лечения в связи с повышенной мобильностью, обеспеченной эффектом микромануального массажа в процессе корсетотерапии.

Вывод 3. Практически эффект коррекции является функцией соотношения мощности естественного развития и мощности коррекции деформации. Уменьшение текущей деформации возможно только тогда, когда мощность второго процесса превалирует над первым.

Реальные функции естественного развития деформации, конечно, отличаются от представленных схематично на рис. 1: зоны функции в районе точек *k* и *m* не имеют четких перегибов, они сглажены для всех трех

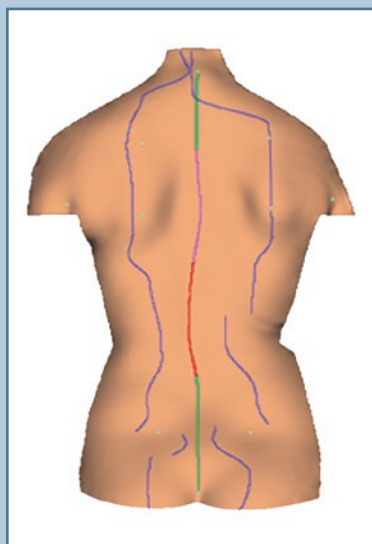


Рис. 3

3D-модель туловища пациентки В., созданная по результатам топографического анализа

Таблица 1

Процесс формирования деформации позвоночника у пациентки

Контрольная дата	Фронтальная деформация, град. по Cobb	Сагиттальная деформация, град. по Cobb	Примечания	Дисциплина исполнения назначений
1997	Н — 18	—	—	—
20.10.1997	—	20	—	—
01.07.1999	Н — 23	—	начало корсетотерапии 29.10.1999	отлично
10.05.2000	Н — 28	15	—	отлично
20.11.2000	Н — 25	13	—	отлично
16.05.2001	Н — 27	14	—	отлично
27.11.2001	S — 10/24	10	—	отлично
07.05.2002	S — 21/24	—	10 лет	отлично
19.11.2002	S — 16/22	12	—	отлично
16.05.2003	S — 20/26	—	—	отлично
09.12.2003	S — 26/26	—	—	отлично
16.05.2004	S — 29/28	—	12 лет	отлично
21.11.2005	S — 40/45	—	—	хорошо
04.12.2006	S — 42/50	—	14,5 лет	хорошо/посредственно
17.12.2007	S — 40/50	12	15,5 лет	хорошо/посредственно

Н — деформация поясничного отдела; S — деформация в виде двух дуг: верхняя/нижняя дуга.

типов прогрессирования деформации (рис. 4).

Существует трудность оценки своевременности назначения корсетотерапии для моментов времени, лежащих в областях крутых поворотов функций. Иначе говоря, часто врач оказывается перед вопросом, не поздно ли назначать длительный курс корсетокоррекции.

Возможные графики коррекции деформации для различных моментов начала коррекции показаны на рис. 4. Для каждого из трех типов прогрессирования деформации общим является увеличение потенциала «торможения» развития (коррекции) деформации при смещении момента начала коррекции влево на оси времени (возраста). Важно отметить два

характерных обстоятельства для кривых 1 и 2 (рис. 4в, г): в ситуации, когда мощность коррекции выше мощности прогрессирования (формирования) деформации, возможно уменьшение величины деформации по сравнению с ее значением в предшествующий момент времени; потенциальная энергия растущей деформации достаточно высока для любого типа развития, поэтому искусственное вмешательство в процесс формирования геометрии позвоночника имеет инерционный характер. Бессмысленно ожидать немедленного эффекта «торможения», или коррекции развития деформации.

Как было отмечено, исследования по вопросу эффективности механической коррекции патологической деформации позвоночника сильно разнятся результатами, а выводы о целесообразности применения корсетотерапии просто противоречивы [5]. Даже если сузить факторное пространство корсетолечения, например рассмотрением результатов применительно к использованию исключительно корсета Milwaukee, то и в этом случае мы не обнаружим однотипности оценок эффективности коррекции у разных исследователей.

Возможны две причины такого положения. Во-первых, авторы, делающие выводы об эффективности или целесообразности корсетолечения, не разделяют понятия «эффективность устройства» и «результаты коррекции», а во-вторых, обобщенное заключение об эффективности коррекции строится на необоснованной выборке [10–14].

Michel et al. [13] на основе анализа корсетотерапии 513 пациентов в корсете TLSO заключают, что груднопоясничная деформация со средним значением 34° по Cobb практически восстанавливается после некоторого редуцирования в курсе коррекции и трехлетнего периода жизни пациента без корсета. Edelman [11] провел анализ результатов корсетотерапии 328 пациентов, которые использовали корсет Boston или Cuxhaven. По мнению авторов, пациенты, за исключени-

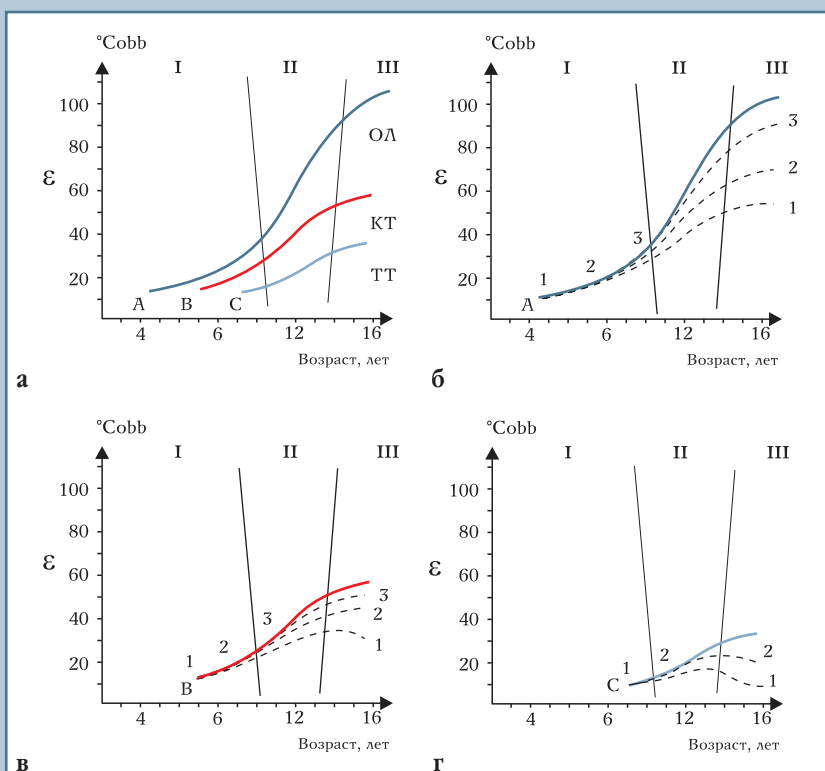


Рис. 4

Графики естественного развития и коррекции деформации:

а – развитие деформации типов А, В и С;

б – потенциал коррекции деформации типа А в зависимости от момента начала (точки 1, 2 или 3);

в – потенциал коррекции деформации типа В в зависимости от момента начала (точки 1, 2 или 3);

г – потенциал коррекции деформации типа С в зависимости от момента начала (точки 1, 2 или 3);

I – участок начального развития; II – участок ускоренного развития; III – участок завершающего развития; А – бурно прогрессирующий тип развития деформации; В – умеренно прогрессирующий тип развития деформации; С – медленно прогрессирующий тип развития деформации; ТТ – область традиционной терапии; КТ – область корсетотерапии на фоне традиционной терапии; ОЛ – область оперативного лечения

ем прооперированных, имели 20 % улучшение после пяти лет постлечебного периода. Edmondson и Morris [12] представили результаты обследования 125 пациентов, использовавших корсеты Milwaukee. Менее половины из них оказались строго дисциплинированными и выполнили режим лечения. Авторы информируют, что среднее улучшение грудной деформации этой группы составило 7° по Cobb, в постлечебном периоде деформация увеличилась только на 1° к восьмому контрольному году.

К разноречивой информации зарубежных практиков и исследователей присоединяется сформировавшееся стойкое мнение большинства российских ортопедов и врачей смежного профиля о преимущественно негативных проявлениях корсетолечения деформации позвоночника. Естественной причиной такого положения у нас является длительное использование для целей коррекции неэффективных корсетов, провоцирующих атрофию мышц туловища и создающих проблемы дыхательных функций.

Любая медицинская организация или компания, проводящая курс корсетотерапии конкретным типом корсета, раньше или позже встает перед вопросом об эффективности деятельности и вложенных средств. Не миновали этого вопроса и мы после внедрения методик корсетотерапии в специализированной школе Новосибирска.

Наиболее простой и достоверный способ оценить абсолютную эффективность коррекции – сравнить пациентов из группы, получившей курс корсетотерапии, и группы, прошедшей естественный путь развития деформации. Здесь возникает проблема поиска пациентов с одинаковыми параметрами в сравниваемых группах. Попробуем определить, при каких условиях мы могли бы найти подобных пациентов в разных группах. Иначе говоря, какой численности должна быть одна из сравниваемых групп, чтобы можно было в ней уверенно найти подобного пациента из другой группы? Или попробуем оценить величину факторного пространства для условий корсетотерапии (без акцентирования типа корсета).

В табл. 2 представлен перечень основных факторов и уровней, составляющие факторное пространство корсетотерапии.

Полное факторное пространство (ПФП) составит: $\text{ПФП} = 2 \times 3^7 \times 4^3 \times 5 = 1\,399\,680$ испытаний.

С учетом трех повторений опытных наблюдений (для минимизации погрешностей), ПФП составит: $3 \times 1\,399\,680 = 4\,199\,040$ испытаний.

Факторное пространство, описывающее развитие деформации в естественных условиях, то есть без оказания медицинской помощи, будет также равно нескольким миллионам наблюдений; лишь некоторые факторы в таблице следует изменить.

Таким образом, если бы удалось пролечить примерно 4 млн пациентов с применением конкретного корсета и методики корсетотерапии или иметь полноценную информацию по естественному развитию деформации согласно факторному пространству, то с достаточной

надежностью можно было бы сравнить несколько одинаковых стартовых случаев развития деформации в разных группах и установить абсолютную эффективность конкретного устройства.

Сведения, полученные в результате реализации ПФП, позволяют построить математическую модель процесса. При наличии такой модели можно не просто ответить на вопрос, существенно ли влияние данного фактора или взаимодействия факторов, но и определить, какие именно эффекты существенны: линейные, квадратичные или другие взаимодействия, то есть оценить вклад каждого фактора и эффектов взаимодействия.

Для общего случая факторного пространства с числом уровней $S \geq 2$ проблему (процесс) можно описать, например, полиномиальной моделью вида:

$$y = b_0 + \sum_{p=1}^{s_1-1} b_1^p \Omega_1^p(x_1) + \dots + \sum_{q=1}^{s_k-1} b_k^q \Omega_k^q(x_k) + \Pi + \varepsilon,$$

где b_0 – аддитивная постоянная; $\Omega_i^p(x_i)$ – ортогональные полиномы p -й степени для i -й переменной, с помощью которых оцениваются главные эффекты факторов (линейные, квадратичные, кубические и другие эффекты); Π соответствует взаимодействию главных эффектов. В случае ПФП член Π содержит все возможные произведения функций $\Omega_i^p(x_i)$.

Математическая модель удобна тем, что избавляет от необходимости механического поиска двойников из разных сравниваемых групп. Оценка искомого параметра, например максимального угла деформации позвоночника к моменту полного физиологического развития, производится несложным и легко автоматизируемым расчетом.

Видимо, наиболее целесообразно было бы иметь именно математические зависимости для естественного развития деформации. Тогда можно было бы, во-первых, оценивать абсолютную эффективность любого устройства и, естественно, сравнивать эффективности любых интересующих устройств по параметру относительной эффективности; во-вторых, существенно упростить прогноз развития деформации у конкретного ребенка и оптимизировать план лечения. Вопросы целесообразности назначения (или неназначения) корсетотерапии конкретным устройством имели бы необсуждаемые обоснования.

В реальной действительности остается лишь сожалеть об упущенных возможностях. Несмотря на огромный накопленный опыт различных исследователей в наблюдении за естественным развитием деформации [14–17], нам не удалось найти построенных математических моделей процесса для полнофакторного пространства. Более того, из-за отсутствия полноценной информации по описанным случаям построить математические конструкции в настоящее время не представляется возможным. Приходится констатировать, что важнейшая и не самая сложная проблема сколиотической болезни остается нерешенной.

Таблица 2

Факторное пространство корсетотерапии

Значимый фактор	Количество варьируемых уровней	Существо варьируемых уровней
Наследственность	3	Качественные: 1 — нет; 2 — слабая (один родитель); 3 — сильная (оба родителя)
Возраст на момент начала лечения	5	Количественный: 1 — до 7,5 лет; 2 — 7,5 ... 10 лет; 3 — 11 ... 12 лет; 4 — 13 ... 14,5 лет; 5 — свыше 14,5 лет
Соотношение рост/вес на момент начала корсетотерапии	4	Количественный: 1 — до 5; 2 — 4; 3 — 3; 4 — 2
Увеличение роста за период корсетотерапии	3	1 — до 20 см; 2 — 20 ... 35 см; 3 — свыше 35 см
Тип деформации	4	Качественные: 1 — две дуги; 2 — одна протяженная дуга; 3 — одна короткая дуга; 4 — три дуги
Начальная (на момент начала лечения) деформация основной дуги	4	Количественный: 1 — до 20°; 2 — 20° ... 30°; 3 — 30° ... 40°; 4 — свыше 40°
Прирост деформации основной дуги	3	Количественный: 1 — до 20°; 2 — 20° ... 40°; 3 — свыше 40°
Фактор Risser на момент начала лечения	3	Количественный: 1 — ноль; 2 — единица; 3 — два
Методические особенности лечения	3	Качественные: 1 — без коска; 2 — косок; 3 — косок и корректор положения туловища
Соблюдение дисциплины лечения	3	Качественные: 1 — хаотичное лечение; 2 — периодические кратковременные нарушения; 3 — педантичное соблюдения предписанного
Сопутствующие заболевания	3	Качественные: 1 — нет; 2 — малозначимая; 3 — явная патология
Признак совершенства методики лечения и эффект рук	2	Качественные: 1 — начальные методические приемы; 2 — продвинутая методика

Косок — подкладочка под пятку требуемой толщины, способствующая выравниванию тазового пояса в горизонтальной плоскости в положении стоя; корректор положения туловища — подкладочка под ягодицу, способствующая выравниванию тазового пояса в горизонтальной плоскости в положении сидя.

В специализированной школе Новосибирска косок и корректор положения туловища подбираются в процессе обследования ребенка методом компьютерной топографии.

В свете этого становится понятной разногласия по вопросам оценок эффективности устройства и целесообразности метода корсетолечения. С этим же связаны и слабые прогнозы развития деформации в каждом конкретном случае и, как следствие, отсутствие уверенных рекомендаций назначения корсетотерапии. Нелепость и абсурдность ситуации состоит в том, что никто сегодня не позволит оставлять детей и подростков для естественного развития сколиотической деформации с целью сбора информации для восстановления пробела человеческих знаний. Следовательно, мы

навсегда потеряли возможность реализации полнофакторного пространства для этого процесса.

Конечно, существуют методы, позволяющие значительно сократить объемы испытаний и возможности построения математических моделей в условиях недостающих данных [1, 3, 4, 7], но в данном случае более целесообразно не пытаться восстанавливать утерянное, а искать новые пути решения задачи. Например, если накопить сведения по относительной эффективности различных устройств и построить функцию возрастания (убывания) эффективности от одного типа уст-

ройства к другому, то, видимо, удастся аппроксимациями приблизиться к модели естественного развития деформации.

В любом случае, если в рамках всей страны или даже континента мы не будем строго пользоваться единой анкетой учета и ведения пациентов, полноценно учитывающей требования статистических исследований, то вряд ли удастся получить надежные и объективные оценки по этим процессам.

Таким образом, можно заключить, что мы не готовы корректно оценивать эффективность корсетов на сегодня.

нышний день. Нам остаются для анализа отдельные результаты коррекции, на базе которых очень приблизительно можно говорить о тех или иных потенциальных возможностях отдельных устройств и методик сопровождения больных. Кроме прямых сравнений, нереализуемых в данном случае, придется воспользоваться косвенными признаками оценки полезности или бесполезности методик. Конечно, это менее надежные и более спорные оценки, но они могут оказаться решающими для развития уже созданных разработок.

Косвенных оценок можно найти множество. Одна из наиболее часто встречающихся в литературе – это буквально корригирующий эффект устройства, то есть сравнительная деформация позвоночника пациента в положении стоя в корсете и без него. К сожалению, и в этом вопросе слишком много неоднозначности, которая исключает объективность оценки.

В частности, можно, например, надеть на ребенка корсет типа пластиковой гильзы, приподняв естественно опущенное плечо соответствующей опорной частью корсета, а другой зоной корсета опереться на гребни подвздошных костей. Дополнительно можно затянуть туловище нагрузкой по типу всестороннего сжатия, в этом состоянии сделать рентгено-грамму. Она покажет значительную коррекцию исходной деформации. Мы встречали в литературе такую информацию. И это действительно факт коррекции, но вот только ребенок в таком состоянии может оставаться очень короткое время. Давайте назовем такой тип коррекции момент-ной. Трудно представить, где может быть полезной такая методика, кроме рекламного эффекта. Ведь это очень короткий путь к появлению пролежней в области действия активной и реактивной вертикальных нагрузок.

Можно говорить и об устойчивой коррекции. В этом случае об эффекте коррекции судят только по результатам длительного ношения корсета или через несколько месяцев после его снятия.

В Новосибирской специализированной школе для детей с проблемами позвоночника начали использовать экзокорректор «Узор» в 1998 г. С тех пор прошли этапы апробации, технологической и конструктивной модификации и усовершенствования методики сопровождения детей в корсетах. Причем о качестве производства корсетов и стабильности результатов корсетотерапии можно говорить начиная с 2003 г. Сейчас можно достаточно определенно сказать, что для подготовки ортезиста экзокорректора «Узор» потребуется не менее полугод. А для специализации врача-ортопеда, сопровождающего детей в корсете, несколько месяцев.

Рассмотрим характерные и неординарные результаты устойчивого типа коррекции деформации позвоночника.

Пациентка В. начала курс корсетотерапии в 13,5 лет. У девочки была умеренная правосторонняя деформация нижнегрудного отдела с противоискривлением в поясничном отделе. Усугубляющим обстоятельством было большое соотношение рост/вес и наследственный высокий потенциал роста. На момент начала корсетотерапии деформация позвоночника у пациентки составляла 24/15° по Cobb (верхняя/нижняя дуга). К концу корсетотерапии, через два года, деформация была 5/6° (рис. 5). Таким образом, было не только остановлено развитие деформации позвоночника в наиболее критичном пубертатном периоде, но и произведена кардинальная коррекция накопленной деформации.

Пациентка К. к 12 годам имела С-образную деформацию позвоночника 40° по Cobb. Через два года интенсивной работы и при отличной дисциплине исполнения врачебных предписаний деформацию удалось уменьшить до 32° (рис. 6). За этот период рост девочки увеличился на 14 см. В настоящее время пациентка продолжает курс корсетотерапии.

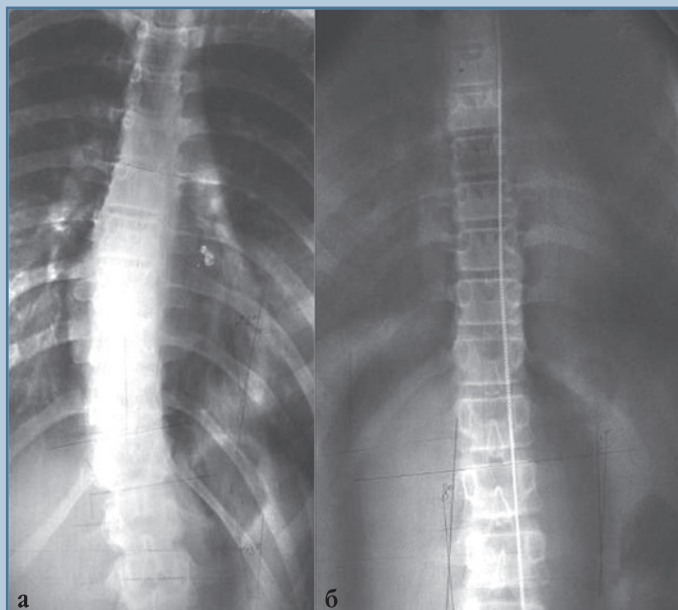
Этот пример достаточно выразителен, но частота таких исходов не пре-

вышает 60 %. Примерно половина неудач вызвана нарушением дисциплины пациента.

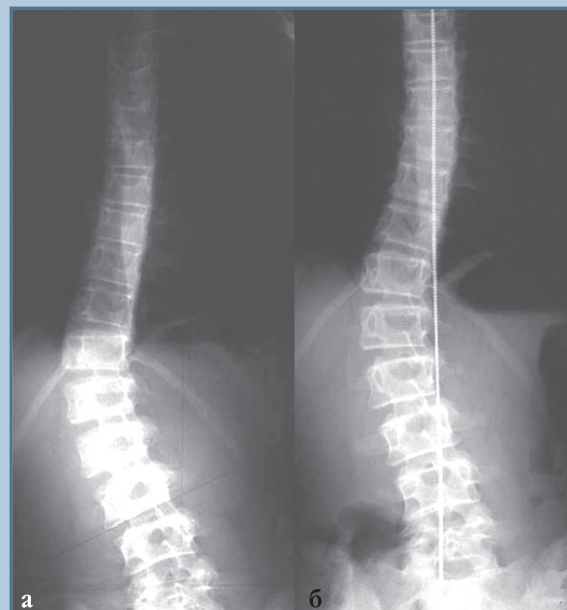
Пациентка Р. начала курс корсетотерапии в 13,5 лет. Девочка имела ярко выраженную деформацию в сагиттальной плоскости – болезнь Шейерманна. Начальная деформация составляла 40° по Cobb. Девочка была дисциплинированной и строго выполняла все предписания врачей. За период корсетотерапии (2,5 года) деформация позвоночника уменьшилась до 24° (рис. 7).

Как и в первом случае, это типичный результат механической коррекции деформации, причем нами замечено, что эффект коррекции деформации позвоночника в сагиттальной плоскости менее зависит от дисциплины лечения по сравнению с коррекцией во фронтальной плоскости.

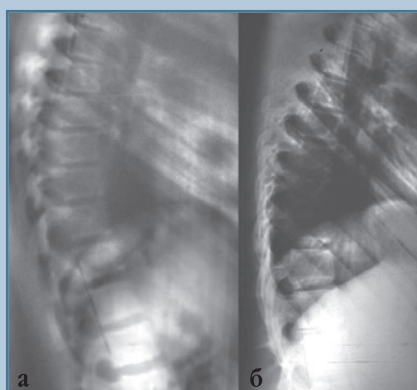
С пациенткой З. мы начали работать, когда ей было 10,5 лет. Уже тогда она имела грубую деформацию позвоночника – лордосколиоз верхнего грудного отдела величиной 28° по Cobb. У пациентки, к сожалению, проявлялись невротические и соматоморфные расстройства. Ей не могли дать требуемую величину корригирующей нагрузки. Мама девочки настоятельно просила не отказываться в лечении, но в то же время категорично возражала против оперативного лечения. Приходилось лишь наблюдать, как катастрофически быстро росла деформация. Лишь к 13 годам удалось достичь доверительности девочки и терпимости ко всем задаваемым нагрузкам на корсет. Поэтому началом реального лечения пациентки стал возраст 13 лет, деформация позвоночника к тому моменту составила 58°. К 15 годам деформация увеличилась лишь на 4° и составила 62° (рис. 8). Справа от рентгеновских проекций представлено изображение спины, восстановленное по растрю топографического обследования [8]. Нам удалось остановить запредельную для корсетолечения и бурно прогрессирующую деформацию в пубертатном периоде развития ребенка,

**Рис. 5**

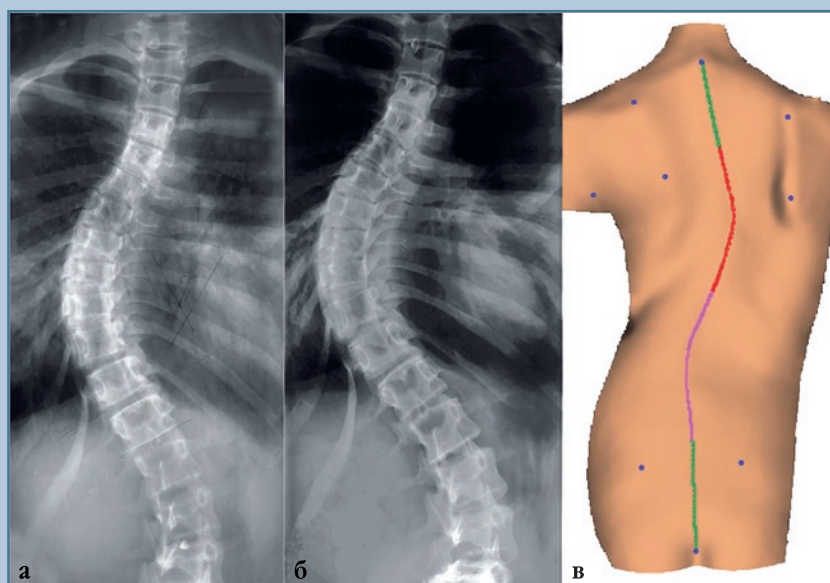
Рентгенограммы пациентки В.:

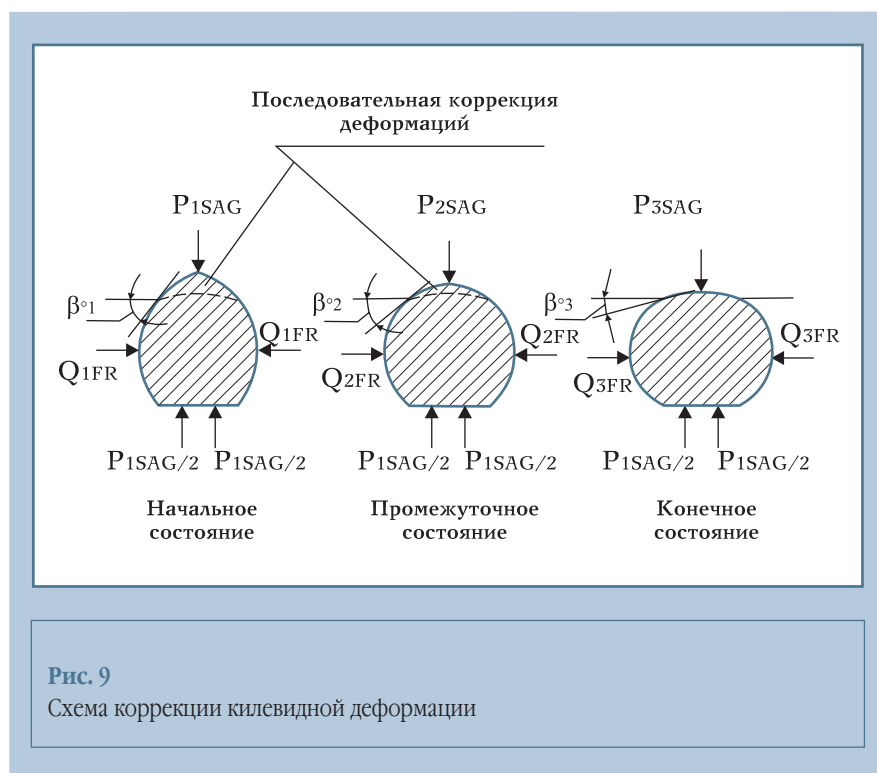
а – в возрасте 13,5 лет;**б** – в возрасте 16 лет**Рис. 6**

Рентгенограммы пациентки К.:

а – в возрасте 11,5 лет;**б** – в возрасте 12,5 лет**Рис. 7**

Рентгенограммы пациентки Р.:

а – в возрасте 13,5 лет;**б** – в возрасте 15,5 лет**Рис. 8**Рентгенограммы пациентки З. в возрасте 13 лет (**а**), 15 лет (**б**) и 3D-модель туловища (**в**)



но такие результаты не являются стабильными.

Особый случай представляет коррекция килевидной деформации грудной клетки. Специально этой проблемой мы не занимались. Несколько раз встречая подобные случаи, визуально мы обнаружили, что деформация без направленного вмешательства

довольно быстро и легко исчезает. Лишь на последних стадиях коррекции нами предпринимались некоторые дополнительные меры для полного устранения деформации.

К сожалению, невозможно представить рентгенограммы килевидной деформации до и после коррекции, потому что информативным материа-

лом для этого случая должны быть горизонтальные сечения грудной клетки на разных уровнях по высоте позвоночного столба. Таких срезов мы не делали. Но механизм коррекции килея можно проследить по рис. 9, который схематически представляет горизонтальные сечения грудной клетки в месте максимальной выпуклости.

В силу конструктивных особенностей экзокорректора «Узор» [6] корригирующее усилие в сагитальной плоскости P_{SAG} тем больше, чем больше величина килея или чем больше угол β . При уменьшении угла β соотношение между фронтальной корригирующей силой и сагитальной увеличивается в пользу первой, а давление в сагитальной плоскости уменьшается.

Можно привести еще множество примеров удачного курса корсетотерапии. Но имеется опыт и неудовлетворительных результатов. Анализ результатов сопровождения отдельных групп пациентов показал, что со времени применения корсетотерапии в специализированной школе количество бурно прогрессирующих деформаций значительно уменьшилось, а косметические дефекты у детей, вызванные деформациями позвоночника, после курса корсетотерапии стали менее выражены.

Литература

1. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М., 1973.
2. Казьмин И.К., Кон И.И., Бельский В.Е. Сколиоз. М., 1981.
3. Лисенков А.Н. Математические методы планирования многофакторных медико-биологических экспериментов. М., 1979.
4. Маркова Е.В., Лисенков А.Н. Комбинаторные планы в задачах многофакторного эксперимента. М., 1979.
5. Михайловский М.В., Шуц С.А., Садовая Т.Н. Проблема механической коррекции сколиотической деформации в комплексе консервативного лечения // Хирургия позвоночника. 2006. № 4. С. 33–39.
6. Михайловский М.В., Шуц С.А., Трегубова И.Л. и др. Экзокорректор деформации позвоночника «Узор» // Хирургия позвоночника. 2007. № 2. С. 33–39.
7. Монтгомери Д.К. Планирование эксперимента и анализ данных. Л., 1980.
8. Фомичев Н.Г., Садовой М.А., Сарнацкий В.Н. Система раннего скрининга и мониторинга позвоночника у детей // Проблемы хирургии позвоночника и спинного мозга: Тез. докл. Всерос. науч.-практ. конф., посв. 50-летию Новосибирского НИИТО. Новосибирск, 1996. С. 145–146.
9. Чекряжев Д.О., Мезенцев А.А., Петренко Д.Е. Коррекция сколиотической деформации корсетами Шено // Хирургия позвоночника – полный спектр: Тез. докл. науч. конф., посв. 40-летию отделения патологии позвоночника ЦИТО. М., 2007. С. 256–258.
10. Bancel P., Kaelin A., Hall J., et al. The Boston brace: Results of a clinical and radiological study of 401 patients // Orthop. Trans. 1984. Vol. 8. P. 33–34.
11. Edelman P. Long term follow-up of adolescent idiopathic scoliosis after conservative treatment with the Boston and Cuxhaven braces // Orthop. Trans. 1990. Vol. 14. P. 738.
12. Edmonsson A.S., Morris J.T. Follow-up study of Milwaukee brace treatment in patients with idiopathic scoliosis // Clin. Orthop. 1977. N 126. P. 58–61.
13. Michel C.R., Caton J., Allerge G., et al. The place of a four-piece spinal support in the conservative treatment of scoliosis: A review of 700 cases over 10 years // Orthop. Trans. 1983. Vol. 7. P. 131.
14. Rogala E.J., Drummond D.S., Gurr J. Scoliosis: incidence and natural history. A prospective

epidemiological study // J. Bone Joint Surg. Am. 1978. Vol. 60. P. 173–176.

15. **Weinstein S.L., Zavala D.C., Ponseti I.V.** Idiopathic scoliosis: long term follow-up and prognosis in untreated patients // J. Bone Joint Surg. Am. 1981. Vol. 63. P. 702–712.

16. **Weinstein S.L.** Natural history of adolescent idiopathic scoliosis // Semin. Spine Surg. 1991. Vol. 3. P. 196–201.

17. **Weinstein S.L.** Idiopathic scoliosis: natural history // Spine. 1986. Vol. 11. P. 780–783.

Адрес для переписки:

Шуц Семен Абрамович
630049, Новосибирск, а/я 42,
s_schutz@mail.ru

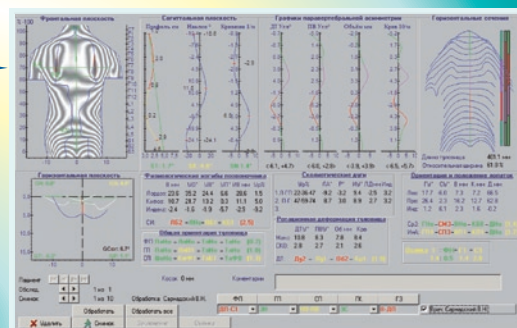
Статья поступила в редакцию 26.11.2007



КОМПЬЮТЕРНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ТОПОГРАФ ТОДП ДИАГНОСТИКА ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА БЕЗ РЕНТГЕНА



Лауреат Международной премии
“ПРОФЕССИЯ – ЖИЗНЬ” в номинации
“За достижения в области науки
и технологии медицины”



Обеспечивает бесконтактное обследование пациентов с восстановлением трехмерной модели поверхности туловища с получением количественных оценок состояния осанки и формы позвоночника в трех плоскостях.

Предназначен для скрининг-диагностики детей и подростков, мониторинга состояния и оценки эффективности лечения больных с патологиями позвоночника.

Отличается абсолютной безвредностью, большой пропускной способностью, полной автоматизацией, высокой точностью восстановления рельефа, информативностью и наглядностью, наличием оценки сколиотических дуг топографическим аналогом угла по Cobb

14 ЛЕТ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ – 164 УСТАНОВКИ ТОДП ПО РОССИИ

Медицинское изделие ТОДП выпускается по лицензии Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения и социального развития № 99-03-000002. Сертификат соответствия № РОСС RU.АЯ79.В02777.

630091, Новосибирск, ул.Фрунзе, 17 ООО “МЕТОС” тел./факс: (383) 211-15-52, <http://www.metos.org>, e-mail: metos@online.nsk.su