

УДК 531/534:57+612.7

## **К ПРОБЛЕМЕ ПОСТУРАЛЬНЫХ ОЦЕНОК РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ОДНОСТОРОННИМ УКОРОЧЕНИЕМ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ**

**А.В. Попков, Д.В. Долганов, Д.А. Попков**

Российский научный центр восстановительной травматологии и ортопедии им. академика Г.А.Илизарова, Россия, 640014, г.Курган, ул. Марии Ульяновой, 6, e-mail: gip@mcvto.kurgan.ru

**Аннотация.** Методом оптической компьютерной топографии исследованы поздние стереотипы адаптации туловища к разницы высот ног у 35 больных до и после оперативной коррекции односторонних укорочений. Установлено, что такой сложноорганизованный многопараметровый предмет изучения, как осанка тела имеет большое число степеней свободы, очень динамичен во времени и зависит от целого ряда внешних и внутренних обстоятельств. В частности, обнаружено, что адаптационные стратегии стереотипов осанки на уровне кинематических элементов туловища определяются не только величиной разницы высот ног, но и зависят от геометрических характеристик физиологической кривизны позвоночника, продолжительности стояния, давности заболевания, срока после лечения и т.д. Поскольку в условиях реального обследования не удается учесть и половины из установленного перечня обстоятельств, формирующих текущий стереотип осанки, процедуры постурального контроля остаются неэффективными, а методы постуральной диагностики не востребованными. Для формирования базовой системы критериев стереотипов осанки должны оцениваться с одновременным контролем вегетативных функций, с использованием принципов обратной связи и при увеличении продолжительности мониторинга.

**Ключевые слова:** оптическая топография, осанка, разницы высот ног, постуральные оценки, ортостатические стереотипы.

### **Введение**

Визуальная постуральная оценка больных с заболеваниями опорно-двигательной системы одна из первых и наиболее универсальных процедур стационарного и поликлинического осмотра. При всей своей субъективности ее диагностическая значимость в качестве функционального критерия тяжести ортопедической патологии по-прежнему остается высокой, несмотря на все многообразие специализированных средств объективного контроля.

Как это ни странно, но при всей необходимости в диагностической объективизации постуральных оценок идеи их технического воплощения до настоящего времени остаются мало реализованными, а первые разработки и полученные результаты в этом направлении не имеют теоретической платформы и в должной степени не востребованы. На сегодняшний день основная профилактическая селекция детей школьных и дошкольных учреждений, нуждающихся в ортопедической

помощи, по-прежнему осуществляется преимущественно визуальными постуральными оценками и наблюдениями врачей-специалистов. Тем не менее, интегральная оценка позных ортостатических стереотипов технически новыми методами инструментального контроля все больше начинает привлекать специалистов в этой области. В частности, в течение ряда лет отдельными авторами продолжают разрабатываться объективные и безвредные для здоровья средства ранней диагностики сколиоза [1-3]. Из последних наиболее технически перспективных разработок следует отметить метод оптической компьютерной топографии [4], позволяющий в трехмерном пространстве осуществлять постуральный контроль за позвоночником и основными кинематическими элементами туловища обследуемых при стоянии.

В этой связи, по мере освоения оптической компьютерной топографии, мы пытаемся инструментальный постуральный контроль использовать не только с целью диагностики сколиотических деформаций позвоночника, но и применять имеющиеся возможности методики более широко в других отраслях функциональной диагностики опорно-двигательного аппарата [5, 6].

Цель настоящего исследования состояла в изучении возможностей инструментального постурального контроля для объективизации функциональных оценок тяжести заболеваний опорно-двигательной системы, а также для объективизации результатов консервативного и оперативного лечения ортопедических больных.

### **Материал и методы исследования**

В ортостатике до и после оперативного устранения укорочений нижних конечностей методом оптической компьютерной топографии обследованы 35 детей и подростков в возрасте от 5 до 16 лет. Имеющаяся в ортостатике разновысокость ног (от 2 до 18 см) врожденной этиологии при обследовании больных компенсировалась специальными деревянными подставками различной высоты.

Методика обследования заключалась в получении подробной информации о дорсальной поверхности туловища пациента в форме оптического сигнала при стоянии с компенсацией и без компенсации имеющегося укорочения. Для этого обследуемых размещали на фоне эталонной плоскости, параллельно ее поверхности в специальном перемещаемом установочном месте с обязательной установкой пяток на одинаковом расстоянии от эталонной плоскости. В зависимости от размеров тела обследуемого установочное место с пациентом перемещалось в зону наилучшей видимости исследуемой поверхности через объектив телевизионной камеры. Рельеф обследуемой поверхности преобразовывался телевизионной камерой в оптический сигнал после проецирования слайд-проектором сбоку на эту поверхность вертикально ориентированных светлых и темных полос одинаковой ширины. Спроецированное на дорсальную поверхность туловища пациента изображение полос деформировалось в поперечном направлении пропорционально форме рельефа, что позволяло регистрировать телевизионной камерой исследуемый ландшафт с высокой степенью точности. Привязка анализируемой поверхности к анатомическим ориентирам и костным структурам скелета, дополнительно помечаемым специальными маркерами квадратной формы (4\*4мм) из светоотражательной пленки, позволяла достаточно точно оценивать ориентацию и взаимное расположение отдельных частей туловища в пространстве. После компьютерной цифровой обработки изображений поверхности туловища параметры и пространственные характеристики наиболее информативных элементов позвоночника и тела схематично представлялись во фронтальной,

сагиттальной и горизонтальной проекциях с цифровым представлением их основных параметров в нормированном виде. Полученное в виде оптического сигнала изображение исследуемой поверхности пациента сохранялось в исходной и обработанной формах в базе данных. При повторном топографировании предыдущие результаты обследований свободно извлекались из архива и использовались для сравнительного анализа.

### Результаты исследования и обсуждение

Результаты проведенных обследований показали, что после оперативного удлинения укороченной конечности и устранения разницы высоты ортостатический стереотип осанки обследованных пациентов не восстанавливался до полной гармонии (рис. 1). Во всех наблюдениях оставалось С- или S-образное искривление позвоночника, перекос таза и латеральный наклон туловища во фронтальной проекции. Объяснения сохраняющихся нарушений в осанке неполнотой устранения имеющейся разницы высоты также оказались несостоятельными, поскольку даже в отдаленные сроки после лечения с идеальным результатом оперативной коррекции укорочения сохранялись остаточные признаки ранее сформированного к разнице высоты ног ортостатического стереотипа осанки.

На представленных схемах (рис. 2) характерное С-образное искривление позвоночника наблюдалось и сохранялось в течение всего трехминутного мониторинга. Кроме того, наблюдения за стереотипами осанки у больных до оперативного удлинения конечности при сантиметровой компенсации имеющихся укорочений также показали, что в ортостатике при устранении разницы высоты ног стереотипы осанки далеко не восстанавливаются до предполагаемой гармонии.

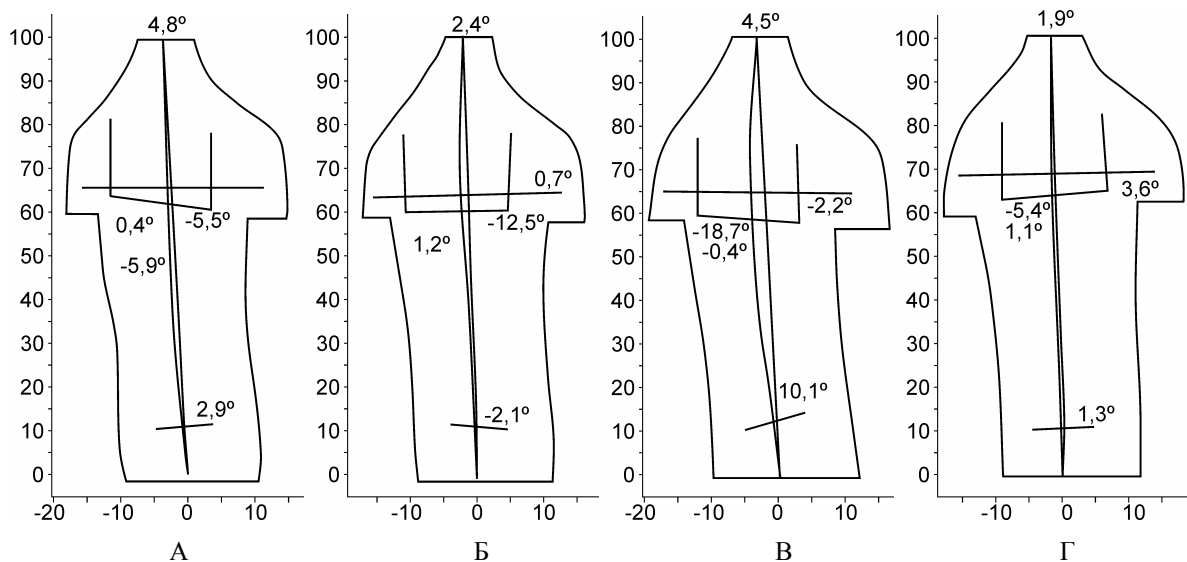


Рис. 1. Топографические схемы осанки туловища во фронтальной плоскости у больного Б. 9 лет с врожденным укорочением правой нижней конечности на 8 см после ее оперативного удлинения: А – через два месяца после снятия аппарата без подставок, Б – через два месяца после снятия аппарата с подставкой под левую ногу высотой 1 см, В – через один год после снятия аппарата без подставок, Г – через один год после снятия аппарата с подставкой под левую конечность высотой 2 см.

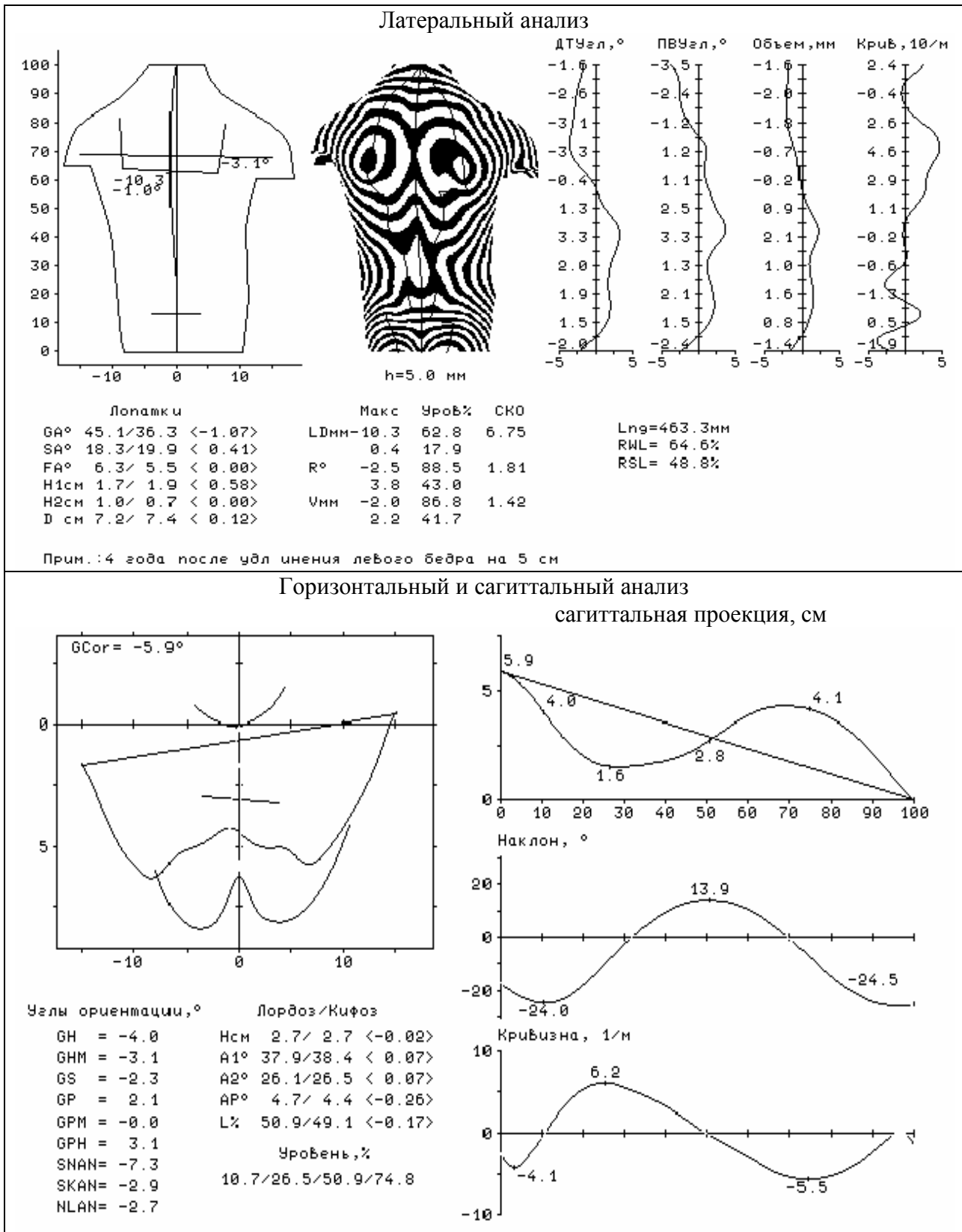


Рис. 2. Топографические схемы осанки туловища больного Ч. во фронтальной, сагиттальной и горизонтальной проекциях через четыре года после оперативного удлиннения левого бедра на 5 см .

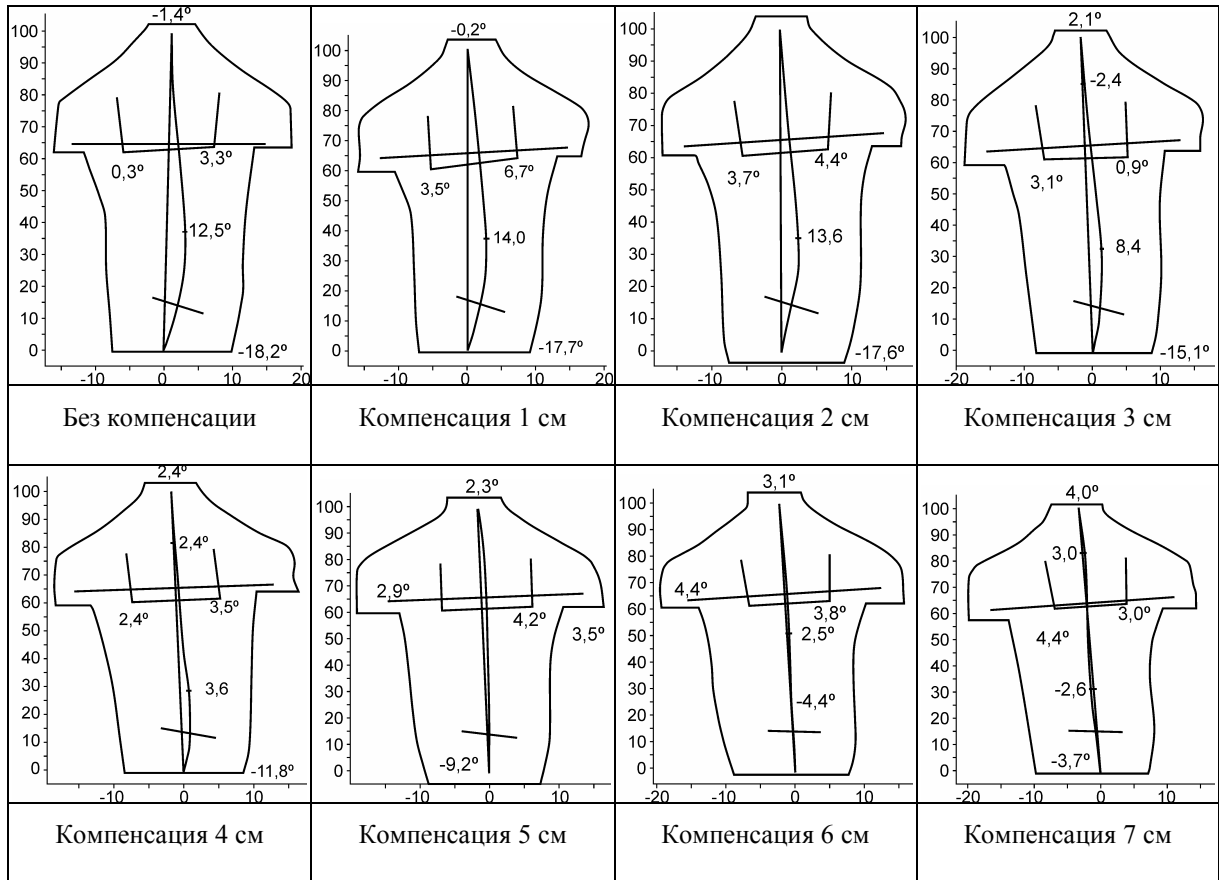


Рис. 3. Топографические схемы осанки туловища во фронтальной плоскости у больного Я. 14 лет с врожденным укорочением правой нижней конечности на 6 см при различной степени компенсации укорочения

Представленные на рисунке схемы осанки иллюстрируют, как по мере устранения прекоса таза снижается устойчивость и увеличивается боковой наклон туловища тела (рис. 3). Следует также отметить, что в зависимости от индивидуальных особенностей обследуемых пациентов доминирующими звеньями адаптации осанки к разности ног могут быть различные кинематические элементы позвоночника и туловища. Посантиметровая компенсация разности ног у детей с односторонним укорочением нижних конечностей показала (рис. 4), что приспособительные изменения в осанке зачастую корректируются и физиологической кривизной позвоночника. В случае представленном на топограммах (рис. 4) следует отметить, что без компенсации укорочения физиологическая кривизна позвоночника сбалансирована (высоты дуг лордоза и кифоза почти одинаковы), при компенсации укорочения на 3,5 см доминирует кифоз, а при компенсации уже на 4 см – лордоз. При компенсации укорочения с полным выравниванием таза во фронтальной плоскости хоть и в меньшей степени, но также доминирует лордоз.

Оказалось, что геометрические характеристики физиологической кривизны позвоночника имеют важное значение при адаптации стереотипов осанки к разности ног. Так, в зависимости от формы и характера физиологической кривизны приспособительные изменения в осанке реализуются преимущественно на том или ином кинематическом элементе туловища.

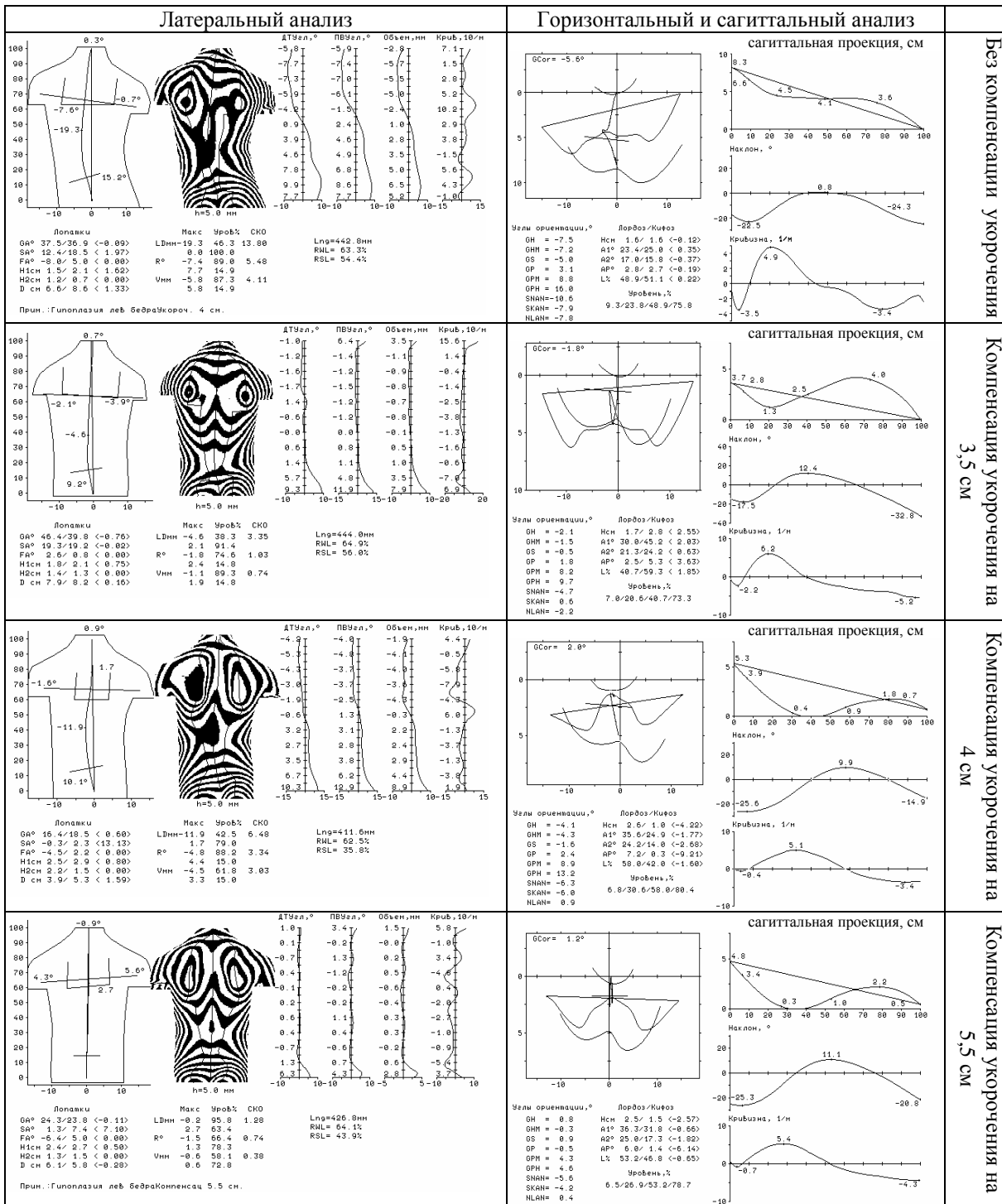


Рис. 4. Топографические схемы осанки туловища больного К. 10 лет с гипоплазией левого бедра при различной степени компенсации укорочения

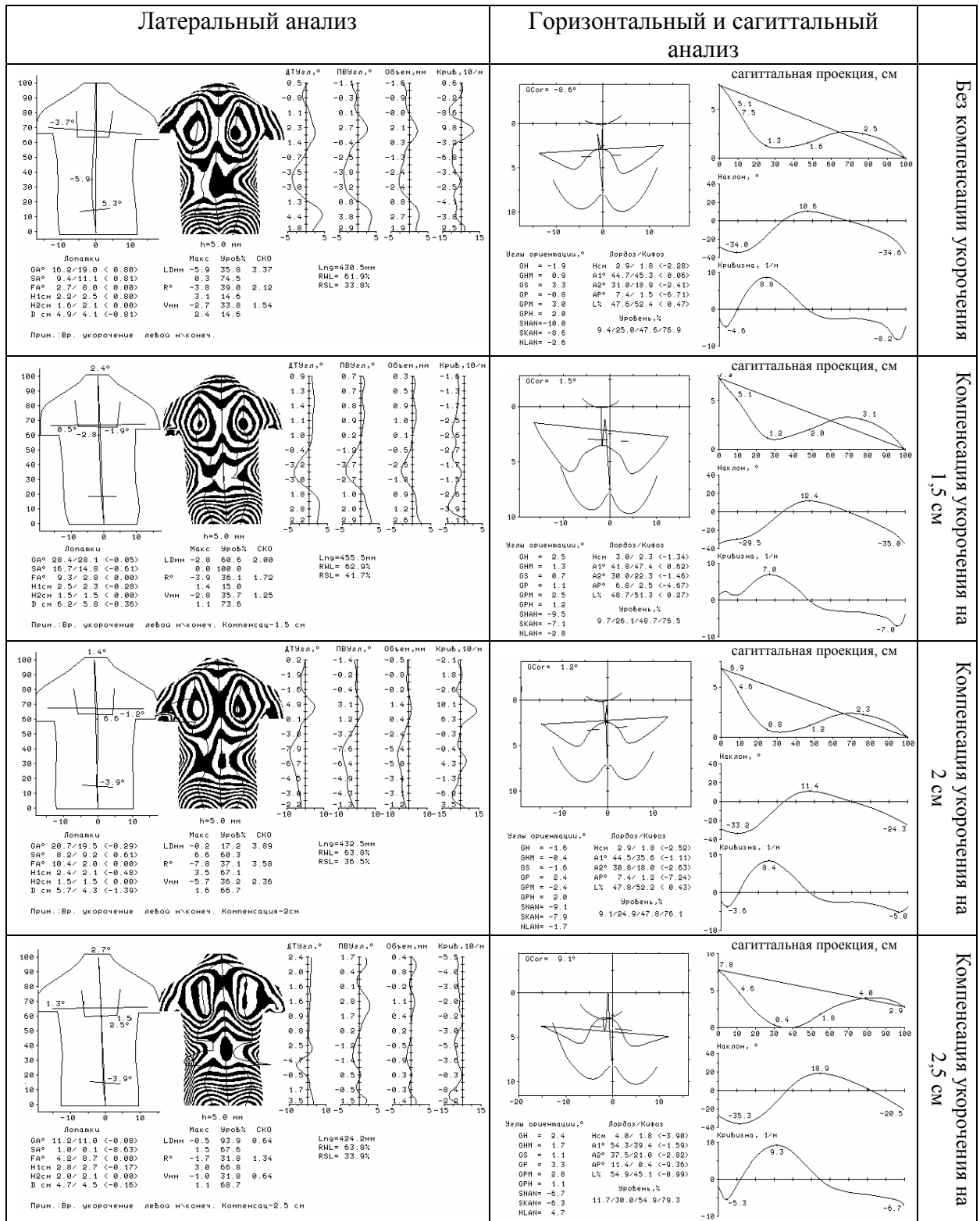


Рис. 5. Топографические схемы осанки туловища больной Ч. 10 лет с врожденным укорочением левой нижней конечности при различной степени компенсации укорочения

При доминировании у обследуемых лордоза (индекс асимметрии высот лордоза к кифозу не больше  $-2$ ) компенсаторные “С-образные” искривления позвоночника возникали, как правило, в поясничной области на стороне укорочения, а наблюдаемые приспособительные изменения в осанке затрагивали преимущественно тазовый пояс. При этом наряду с изменениями ориентации таза во фронтальной плоскости наблюдались еще более существенные его ротации в горизонтальной проекции. На представленных топограммах (рис. 5) с увеличением степени компенсации укорочения наклон таза во фронтальной плоскости с положительных значений переходит в отрицательные в целом на  $9,2^\circ$ , а ориентация таза (с учетом коррективного поворота дорсальной поверхности туловища) в горизонтальной проекции с положительных значений изменялась до отрицательных в общей сложности на  $13,6$  градуса.

У больных со сбалансированной физиологической кривизной позвоночника (индекс асимметрии высот лордоза к кифозу в диапазоне значений от  $-2$  до  $+2$ ) латеральные компенсаторные искривления наряду с “С-образной” формой принимали и “S-образный” вид и локализовались, преимущественно, в грудном и грудопоясничном отделах позвоночника (рис. 6). При этом сопутствующие приспособительные изменения в горизонтальной ориентации таза при компенсации укорочения были выражены меньше, а аналогичные изменения в плечевом поясе заметно доминировали.

Поэтому с увеличением степени компенсации укорочения у обследованных детей и подростков модуль среднего угла скручивания между тазовым и плечевым поясами однонаправлено снижался. В представленном случае (рис. 6, 7) упомянутая величина с  $13,6^\circ$  уменьшилась до  $5,6^\circ$ . Фронтальные изменения кинематических элементов у больных со сбалансированной физиологической кривизной позвоночника были более предсказуемыми, однако, в ряде случаев при сантиметровой компенсации укорочения у больных со сбалансированной физиологической кривизной позвоночника существенно менялось соотношение между лордозом и кифозом (рис. 4, 7).

Успешнее всего стереотип осанки после оперативного лечения прогнозировался у детей с гиперкифозным типом конфигурации позвоночника. За исключением латеральных наклонов туловища (рис. 3) компенсация укорочения у больных детей с доминированием дуги кифоза более однозначно восстанавливала ориентацию таза во фронтальной и горизонтальной плоскостях, меньше всего сопровождалась скручиванием туловища и перекосами тела в плечевом поясе.

Следует также отметить, что наблюдаемые позные стереотипы в ортостатике очень динамичны не только в процессе адаптации осанки туловища к разновысокости ног. Благодаря пролонгированному топографическому мониторингу удалось установить, что у большинства обследуемых между установочным и привычным стереотипами осанки выявляются достаточно существенные отличия, имеющие зачастую и важное диагностическое значение.

Подытоживая результаты проведенного исследования, следует отметить, что такой сложноорганизованный многопараметрический предмет изучения, как осанка тела имеет большое число степеней свободы, очень динамичен во времени и зависит от целого ряда внешних и внутренних обстоятельств.

Так, в процессе адаптации к разновысокости доминирующим фактором, определяющим позный стереотип в ортостатике, оказались геометрические характеристики физиологической кривизны позвоночника. В зависимости от характера, продолжительности и высоты дуг физиологических искривлений позвоночника определялся уровень и кинематический элемент туловища, участвующий в стратегии формирования стереотипа осанки.



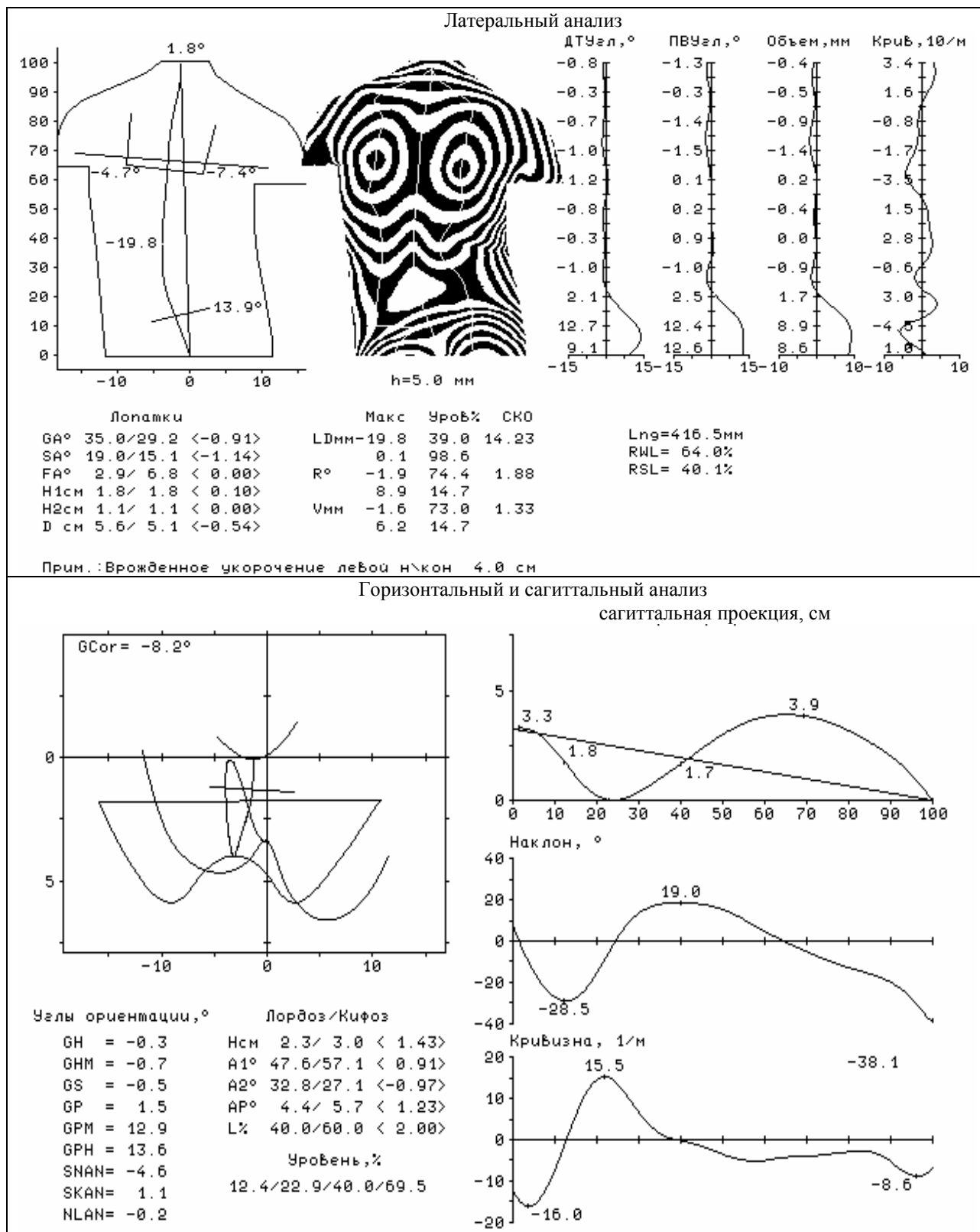


Рис. 6. Топографические схемы осанки туловища больной У. с врожденным укорочением левой нижней конечности на 4 см во фронтальной, сагиттальной и горизонтальной проекциях без компенсации укорочения

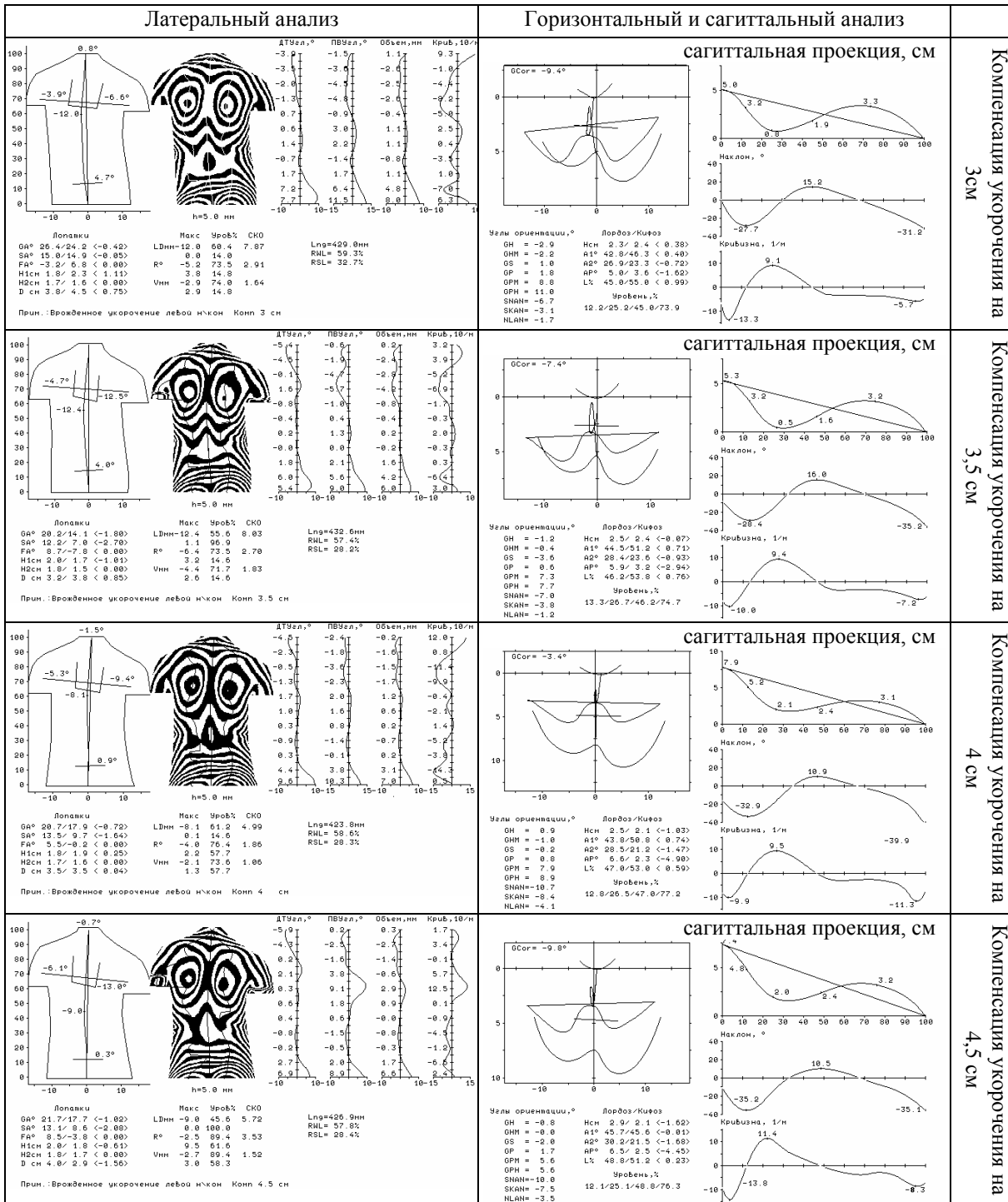


Рис. 7. Топографические схемы осанки туловища больной У. 13 лет с врожденным укорочением левой нижней конечности при различной степени компенсации укорочения

При изучении ортостатических стереотипов в отдаленные сроки после оперативной коррекции укорочений доминирующими причинами недвосстановления гармоничной осанки оказывались поздние аномальные элементы, сохранившиеся от ранее сформированных стереотипов к измененной биомеханике конечностей.

Кроме того, при проведении пролонгированного мониторинга выявлено существенное влияние на ортостатический стереотип еще и внешних обстоятельств. При продолжительном (5-10-минутном) топографическом наблюдении либо при специальном отвлечении внимания обследуемых от выполняемой деятельности

установочные позные стереотипы изменялись до привычных стереотипов осанки. При этом отличия между установочным и привычным стереотипами осанки у некоторых обследуемых были существенными.

К упомянутому перечню факторов, оказывающих непосредственное влияние на ортостатический стереотип осанки в реальном масштабе проводимых обследований, можно без колебаний причислить и фенотипические проявления функциональных асимметрий [7].

Проведенные ранее исследования [8-10] показали, что наряду с ортопедической патологией не менее существенное влияние на опорные реакции в ортостатике оказывает степень и сторона функционального доминирования. Поскольку опорные реакции при поддержании функции равновесия тела достаточно тесно коррелируют с текущими параметрами кинематических элементов туловища [11], то число неизвестных переменных, реально и потенциально определяющих регистрируемый стереотип осанки, приближается к критическому уровню полной неопределенности. Во всяком случае, в условиях реального обследования не удастся учесть и половины из перечисленного перечня обстоятельств, определяющих текущий позный стереотип. Видимо, по этой причине эффективное прогнозирование стереотипов осанки для диагностики состояний опорно-двигательной системы на сегодняшний день остается невозможным, а разработки принципов и методов постурального контроля сохраняются на эмпирическом уровне, остаются без должного технического совершенствования и соответствующего теоретического развития.

Тем не менее, по результатам уже проведенных исследований [12] можно констатировать, что наблюдаемые у больных с патологией опорно-двигательного аппарата позно-соматические стереотипы имеют типологические свойства, зависят от характера патологии, особенностей конституции тела и давности заболевания. В то же время физиологические механизмы позно-соматической организации всего многообразия ортостатических стереотипов, их функциональная целесообразность и компенсаторно-приспособительная природа в большинстве своем не выяснены. Непонятны и не предсказуемы закономерности перехода одних стереотипов осанки в другие. Отсутствуют эффективные средства и методы для формирования стереотипов с заданными приспособительными и функционально-полезными свойствами.

В связи с выше изложенным можно утверждать, что на сегодняшний день система постуральных оценок для диагностики состояний осанки и функционального статуса опорно-двигательной системы не сформирована. Не отработаны стандартные режимы наблюдения, продолжительность мониторинга, информативные функциональные пробы, надежные диагностические критерии. Отсутствуют классификации стереотипов осанки по тяжести соматических и функциональных нарушений опорно-двигательной системы, по этиологии и патогенезу заболевания, по соматотипам и компенсаторно-приспособительным возможностям опорно-двигательной системы. Отсутствие перечисленных посылок методического и методологического характера затрудняет постуральный контроль и за результатами оперативного лечения больных с ортопедической патологией.

На сегодняшний день можно с уверенностью утверждать, что без четкой системы постуральных оценок адекватная и объективная интерпретация позно-соматических изменений как результата оперативного лечения больных с ортопедической патологией просто невозможна. В то же время для быстрого и качественного формирования систем и критериев постурального контроля ортостатические стереотипы осанки тела должны изучаться комплексно с одновременным контролем вегетативных функций, с использованием принципов обратной связи и при увеличении продолжительности мониторинга.

## Выводы

1. Технические возможности оптической компьютерной топографии позволяют объективно контролировать пространственную ориентацию кинематических элементов туловища и интегрировать количественные характеристики их пространственного расположения в виде схем соответствующих текущим позным стереотипам осанки.
2. Выходные топографические схемы туловища не дают абсолютно полного представления о позном стереотипе осанки тела, вместе с тем в трехкоординатном пространстве они характеризуются по 68 параметрам, каждый из которых в конкретной ситуации имеет вполне определенное функциональное и компенсаторно-приспособительное значение.
3. Из-за отсутствия общепринятых технических средств и методов пострурального контроля на сегодняшний день не существует эффективной системы диагностических критериев и поструральных оценок состояния опорно-двигательной системы. Это значит, что между множеством позных стереотипов осанки туловища, например, определяемых топографически и множеством позных стереотипов осанки туловища, определяемых функционально, не установлено достоверное соответствие.
4. Для формирования базовой системы оценочных критериев стереотипы осанки должны оцениваться с одновременным контролем вегетативных функций, с использованием принципов обратной связи и при увеличении продолжительности мониторинга.

## Список литературы

1. Храмов П.И., Юрко Г.П. Ранняя диагностика и прогнозирование нарушений осанки у младших школьников с помощью компьютерной стабилорафии // Гигиена и санитария. 1993. № 9. С. 29-32.
2. Храмов П.И., Федоров В.А. Новый метод оценки состояния осанки у детей и подростков // Гигиена и санитария. 1998. № 2. С. 58-59.
3. Bettany-Saltikov J. A non-invasive computer method for assessing scoliosis: reliability of the integrated shape imaging system // Reson. Eur. Rachis. 1999. № 22. P. 938-942.
4. Мониторинг детской и подростковой патологии позвоночника методом компьютерной оптической топографии: Пособие для врачей / Новосибирский НИИТО; Сост.: Н.Г. Фомичев, В.Н. Сарнадский. - Новосибирск, 1997.
5. Шевцов В.И., Долганов Д.В., Волокитина Е.А., Горбачева Л.Ю., Атманский И.А. Оптическая компьютерная топография в изучении позной активности больных с заболеваниями опорно-двигательной системы // Биомеханика –2000. Тез. докл. V Всероссийской конф. Н.Новгород, 2000. С. 136.
6. Шевцов В.И., Долганов Д.В., Горбачева Л.Ю., Долганова Т.И. Возможности оптической компьютерной топографии в изучении организации стереотипа осанки // Тез докл. XVIII Съезда физиологического общества им. И.П.Павлова. Казань, 2001. С. 283-284.
7. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. М.: Медицина, 1988.
8. Долганов Д.В., Волокитина Е.А., Долганова Т.И. Контроль положения общего центра массы у больных с неартрозом ацетабулярной зоны // Биомеханика – 98. Тез. докл. IV Всеросс. конф. Н.Новгород. 1998. С.127.
9. Шевцов В.И., Долганова Т.И., Долганов Д.В., Атманский И.А. Стабилометрическое исследование статической устойчивости у больных с анкилозом тазобедренного сустава в порочном положении // Российский журнал биомеханики. 1999. Т. 3. № 4. С. 49-55.
10. Шевцов В.И., Долганов Д.В., Долганова Т.И., Чегуров О.К. Характеристики опорных реакций у больных с гонартрозом при стабилометрическом мониторинге // Российский журнал биомеханики. 2002. Т. 6. № 1. С. 69-78.
11. Скворцов Д.В. Клинический анализ движений. Стабилометрия. М.: АОЗТ “Антидор”, 2000.

12. Шевцов В.И., Долганов Д.В., Волокитина Е.А., Атманский И.А., Карасева Т.Ю., Тепленький М.П. Типы позно-тонической организации осанки у больных с патологией тазобедренного сустава // Гений ортопедии. 2001. № 3. С. 42-46.

## **ON THE PROBLEM OF POSTURAL EVALUATION OF TREATMENT RESULTS FOR PATIENTS WITH UNILATERAL LOWER LIMB SHORTENING**

**A.V. Popkov, D.V. Dolganov, D.A. Popkov (Kurgan, Russia)**

Posture stereotypes of body adaptation to limb length discrepancy in 35 patients before and after surgical correction of unilateral shortenings were studied by the method of optic computer topography. It was stated that such a complex-arranged many-parameter subject of study as body carriage had a lot of degrees of freedom, very dynamic and depended on a number of internal and external factors. Particularly it was discovered that adaptation strategies of posture stereotypes at the level of body kinematic elements depended not only on the amount of limb length discrepancy but also on geometric characteristics of physiological spinal curvature, length of standing, age of the disease, time after treatment, etc. In real study conditions even half of the enumerated factors forming carriage stereotype failed to be considered, so procedures of postural control remained ineffective and methods of postural diagnostics were not used. To form basic criteria system carriage stereotypes should be evaluated with simultaneous control of vegetative functions using feedback principles with increasing the time of monitoring.

**Key words:** optic topography, carriage, limb length discrepancy, postural evaluation, orthostatic stereotypes.

*Получено 08 января 2003*