

## **Влияние метода динамической проприоцептивной коррекции на кинематические и динамические параметры ходьбы**

Воронов А.В., Титаренко Н.Ю.

*Введение.* В начале 90-х годов в НИИ Педиатрии Российской академии медицинских наук под руководством профессора Семеновой К.А. разработан уникальный по своей эффективности метод восстановительного лечения детей с детским церебральным параличом, получивший название "Метод динамической проприоцептивной коррекции (ДПК)".

Многолетние нейрофизиологические исследования, проводимые на детях, больных ДЦП, показали возможность использования комбинезона (Барер и К<sup>0</sup>), применяемого в космической медицине для послеполетной коррекции состояния космонавтов, длительное время находившихся в состоянии невесомости. Метод ДПК основан на имитации воздействия на организм больного усиленной гравитации с помощью специального лечебного устройства «Гравитон». "Гравитон" представляет собой рефлекторно-нагрузочное устройство, которое:

- имитирует воздействие гравитационного поля Земли, стимулируя этим функциональную систему антигравитации головного мозга;
- предусматривает возможность нормализации рефлекторной сферы подавления нередуцировавшихся своевременно тонических рефлексов, путём точно направленного воздействия на рефлекторный аппарат больного, обеспечивающего интенсивную коррекцию патологического двигательного стереотипа;
- модульные конструкции позволяют сформировать единый эластичный каркас для всего или только для части тела пациента, что дает возможность дифференцировано распределить нагрузку на позвоночник и конечности, а также совместить с ним другие ортопедические средства. Модульность конструкция устройства обеспечивает наиболее широкий спектр воздействий на пациента.

Метод ДПК дает положительный эффект даже у 60-70 процентов больных гиперкинетической формой ДЦП, до этого считавшейся практически некурабельной, а также при тяжелой спастической диплегии, атонически-астатической форме, в меньшей степени - при гемипаретической форме заболевания.

С помощью метода ДПК уже более семи лет российскими врачами проводится восстановление двигательных и речевых функций пациентов с поздней резидуальной стадией детского церебрального паралича, с остаточными явлениями черепно-мозговой травмы и последствиями нарушения мозгового кровообращения, включая и больных с самыми тяжелыми их проявлениями, в возрасте от 3 до 18 лет и старше. Применение этого метода даёт возможность многим больным, обречённым на глубокую инвалидность, начать учиться и работать.

### **Цель исследования**

Определить влияние лечебного рефлекторно-нагрузочного устройства (Гравитон) на биомеханические параметры ходьбы детей до и после лечения методом динамической проприоцептивной коррекции (ДПК)

### **Задачи:**

1. Определить достоверные и информативные биомеханические показатели локомоций, отражающие степень двигательной патологии.
2. Найти форму представления биомеханической информации, позволяющей количественно и качественно оценивать кинематические и динамические нарушения при заболевании ДЦП.
3. Определить тенденции в изменении биомеханических параметров локомоций до, и после лечения методом ДПК

### **Организация эксперимента**

В эксперименте приняли участие три испытуемых в возрасте 6-14 лет. Первое исследование проводили в первый день лечебного курса, второе исследование проводили в конце курса ДПК (20-ое или 22-ое занятие).

Проводили ежедневные занятия ЛФК в рефлекторно-нагрузочном устройстве «Гравитон» в течение четырех недель, а, также массаж, мануальную терапия (мягкие техники), функциональное биоуправление (ФБУ) с внешним контуром обратной связи.

### Методика

*Аппаратная составляющая* видеоанализирующего комплекса состояла из видеокамеры, видеомэгнитофона, видеокарты, записывающей видеоряд на твердый носитель типа HDD и компьютера. На жесткий носитель компьютера с помощью видеокарты записывали 5-7 последовательных локомоторных циклов ходьбы правой ногой и левой.

*Программная часть* комплекса состояла из двух расчетных блоков: 1) обработки координат маркеров тела человека и; 2) графического представления кинематических характеристик.

Углы в суставах отсчитывали следующим образом: в тазобедренном суставе между продольной осью туловища и продольной осью бедра; в коленном суставе между продольной осью бедра и голени; в голеностопном суставе между продольными осями голени и стопы (рис. 1 ).

Время обработки попытки одного испытуемого 10-15 минут.



Рис. 1.

### Контингент испытуемых

ФИО	Возраст	Рост (см)	Вес (кг)	Заболевание
Экспериментальная группа				
Рихт. М.	6	133	24	Последствия перинатального поражения ЦНС, синдром минимальной мозговой дисфункции
Ягуд. В.	9	141	37	Последствия ожоговой болезни. Последствия ишемического инсульта в бассейне правой среднемозговой артерии, синдром левостороннего гемипареза.
Куд. О.	14	146	40	ДЦП, синдром спастической диплегии, среднетяжелая форма. Состояние после миотомии аддукторов (1999 г.). Сгибательные контрактуры коленных суставов. Плоско-вальгусные стопы.
Контрольная группа				
Вор. Н.	11	152	38	нет
Вор. Д	10	132	26	нет

### Модель тела человека и методика регистрации кинематических характеристик

1. Рассматривали плоскую четырехзвенную модель тела человека, состоящую из следующих сегментов: туловища, бедра, голени и стопы.
2. С помощью программного комплекса ВИАС-2 (разработка фирмы «Статокин») определяли кинематические параметры локомоций.

3. Испытуемые двигались по локомоторной дорожке длиной 5 метров в течение 3-5 минут. Кинематику ходьбы регистрировали с помощью видеокамеры PANASONIC M7 (частота 27 Гц).

### **Методика обработки полученной информации**

Если при анализе локомоций ограничиться только кинематикой суставов и реакциями опоры, то для плоской четырехзвенной модели тела человека имеем:

1) двадцать четыре линейные координаты, скорости и ускорения суставов;

2) девять кинематических параметров (углы угловые скорости и угловые ускорения в суставах);

Следовательно, даже для упрощенной модели тела человека, какой является плоская четырехзвенная модель, только в одной попытке имеется более 40 различных биомеханических показателей. Если учесть, что испытуемый делает несколько попыток (обычно в одном исследовании 15-20), то количество биомеханических показателей достигнет нескольких сотен.

Проанализировать такое количество информации, выявить достоверные биомеханические параметры локомоций весьма трудно, учитывая тот факт, что даже в стандартных условиях одного обследования регистрируемые кинематические и динамические параметры отличаются друг от друга, вследствие произвольности движения и наличия ускорения в механической системе.

В данной работе использовали подход, несколько упрощающий исследование локомоций. Суть его состоит в следующем:

1) длительность двойного шага (время между постановками стопы на опору одноименной ноги) при ходьбе принимали за 100%;

2) в каждом движении кинематические и динамические характеристики интерполировали, т.е. от временной зависимости переходили

к относительной и рассматривали значения биомеханической информации в точке 10% от начала шага, в 20%-ой точке от начала шага и т.д;

3) попытки, близкие по темпу ходьбы усредняли, т.е. рассматривали не отдельно взятую попытку, а некоторую усредненную.

Предлагаемый подход позволяет:

- во-первых, уменьшить число анализируемых параметров;
- во-вторых, повышает надежность и достоверность биомеханической информации; т.к. биомеханический анализ проводили на усредненных, а значит, и более надежных экспериментальных данных.

### **Результаты исследования**

*Влияние метода ДПК на кинематические параметры ходьбы.* В настоящем исследовании были приняты следующие кинематические показатели, отражающие двигательные патологии больных ДЦП: 1) длина шага; 2) время опоры; 3) время маха; 4) углы в суставах.

Длину шага рассчитывали умножением масштаба на расстояние между носком толчковой ноги и пяткой опорной ноги.

Результаты исследования кинематики представлены на рис. 2 и 3. Синим цветом обозначены кинематические параметры до лечения методом ДПК, красным - после. Черные столбики на рис. 1 и 2 означают норму (рассчитывали в зависимости от длины тела и возраста испытуемых).

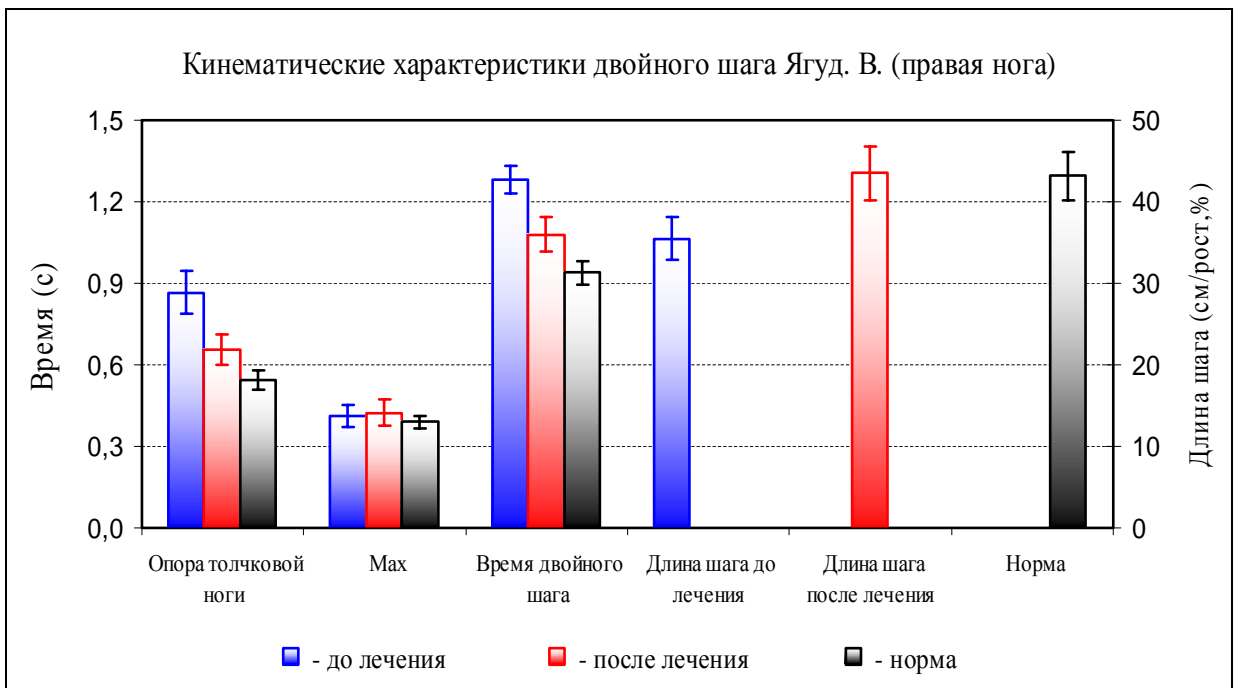
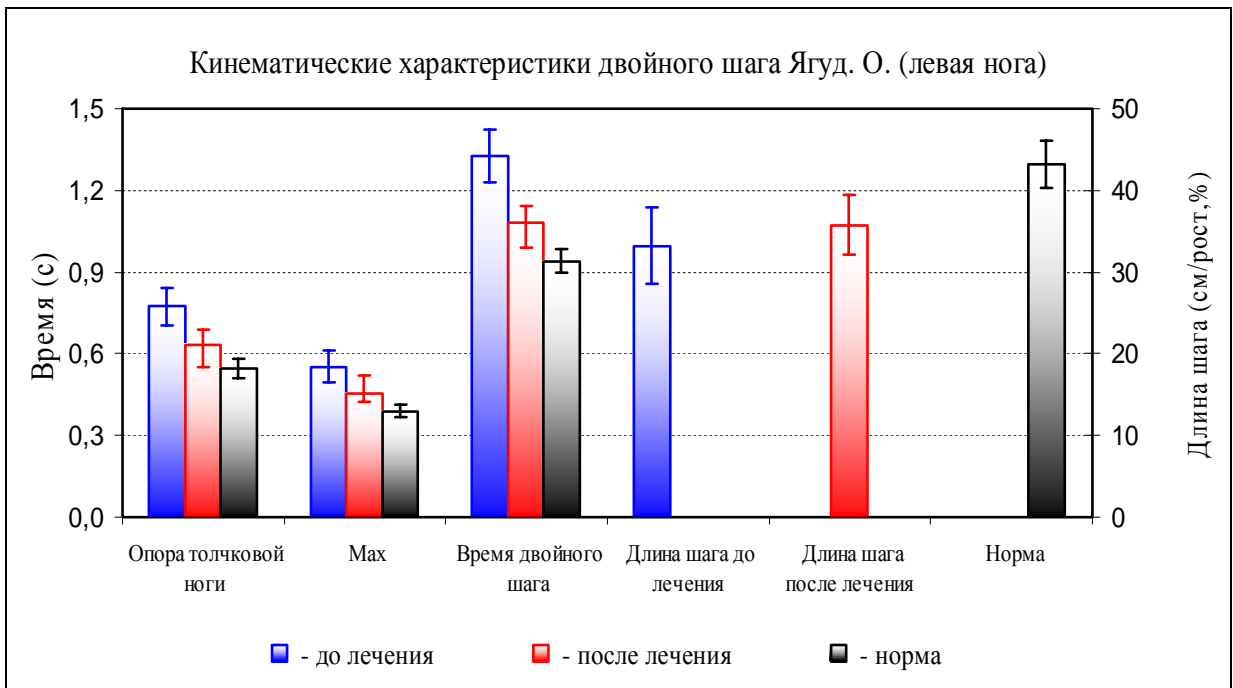


Рис. 2.

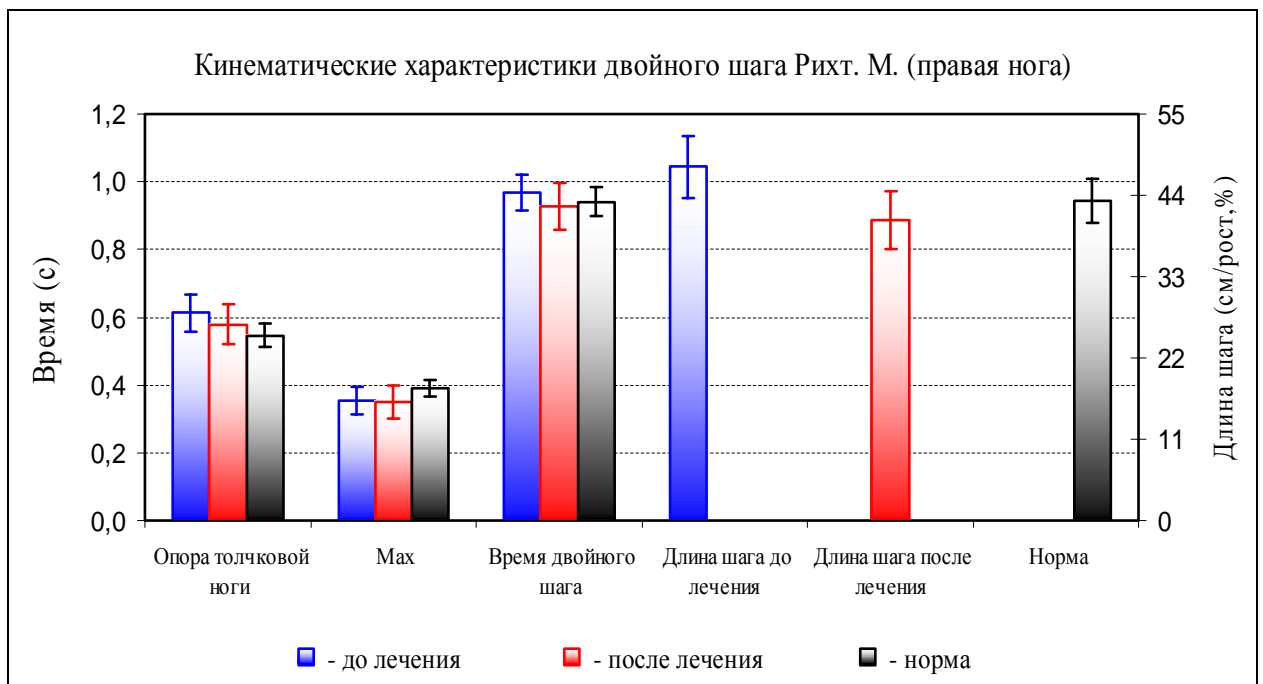
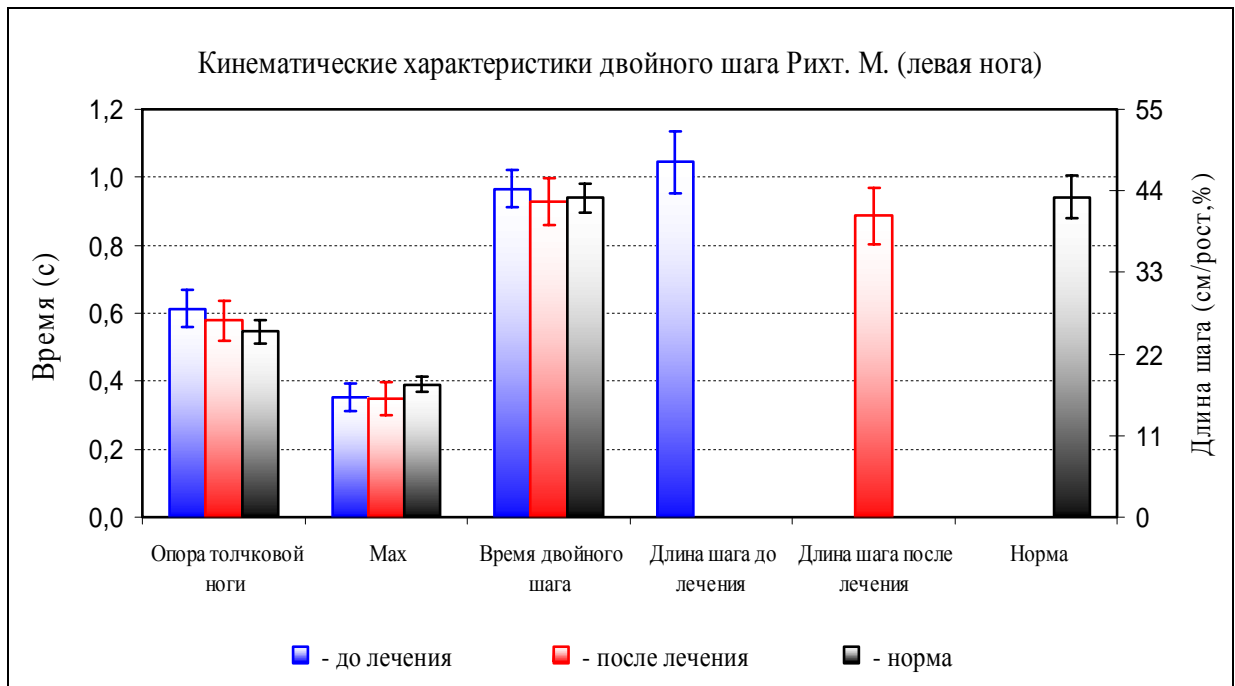


Рис. 3.

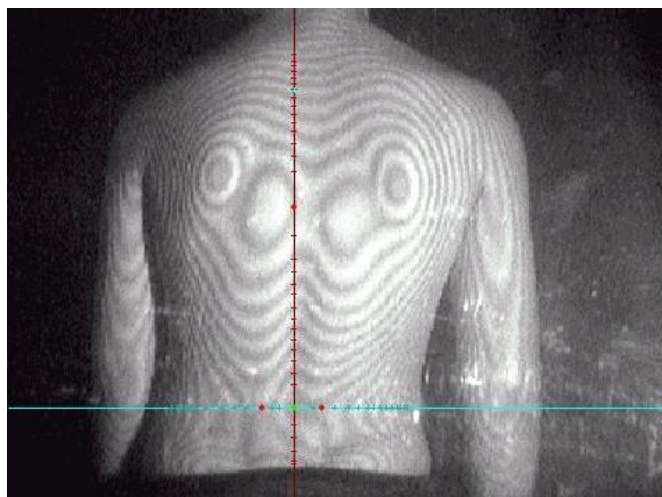
Исследуемые параметры двойного шага, такие время опоры, время маха, длина шага имеют тенденцию к нормализации (т.е. приближаются по своим вертикальным размерам к столбикам, отмеченным черным цветом). Уменьшается время опоры, время маха, увеличивается длина шага.



*Влияние метода ДПК на позу.* Занятие в костюме «Гравитон» в течение двадцати занятий привели к исправлению патологической позы больной. На рис. 4 представлены результаты муаровой топографии спины больной Куд.О.

До лечения: нарушения наблюдали торсию и асимметрию: проекция остистого отростка С7 не совпадает с проекцией пояснично-крестцового отдела L5-S1. После лечения: значительное улучшение осанки во фронтальной плоскости и отчасти в сагиттальной. Значительное снижение степени сколиоза. Проекция остистого отростка С7 совпадает с проекцией пояснично-крестцового отдела L5-S1.

До лечения



После лечения

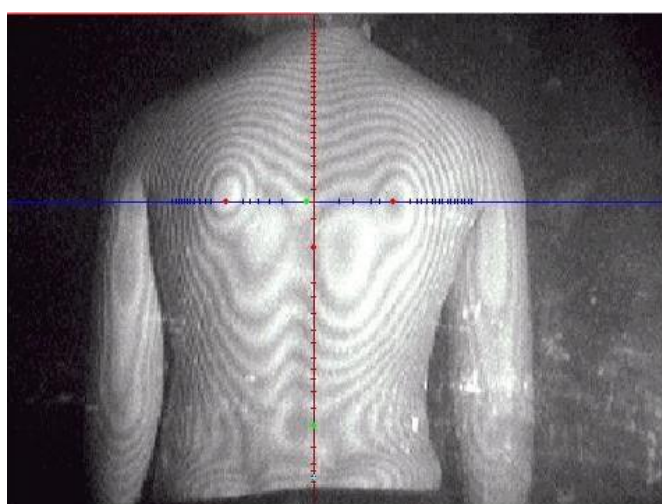


Рис. 4. Муаровая топография спины больной Куд.О.

Исправление сколиоза привело изменению патологической позы больной Куд. О., что в свою очередь привело к изменению формы походки. На рис. 4 представлены кинетограммы ходьбы Куд. О. До лечения методом ДПК походка характеризовалась следующими отклонениями от нормы:

- 1) стопа ставилась на переднюю треть стопы;
- 2) опорная нога сильно сгибалась в коленном суставе до 140 град;
- 3) наблюдали сильную ротацию относительно продольной оси туловища (рис. 6)

Занятие в костюме «Гравитон» в течении 20–ти дней привели к исправлению походки Куд. О.:

- 1) стопа стала ставится на всю подошвенную поверхность;
- 2) вследствие выпрямления опорной ноги в коленном суставе амплитуда в голеностопном суставе при заднем толчке увеличивается на  $10^0$ ;
- 3) уменьшилась ротация относительно продольной оси туловища (рис. 7).

У испытуемой Кудр. после лечения длина шага уменьшается, снижается темп шагов и увеличивается время опоры (рис. 8).

«Ухудшение» кинематических характеристик шага после первого лечения связано с тем, что ОЦМ тела поднялся над опорой на 2 см (рассчитали по программе). Система управления движением не успевает перестроиться к измененной вертикальной стойке, вследствие чего снижается темп шагов и их длина.

После первого курса лечения амплитуда спектр вертикальной и горизонтальной составляющих реакции опоры выше, чем до лечения, что косвенно свидетельствуют об ухудшении вертикальной и горизонтальной устойчивости тела (рис. 9).

После второго курса лечения наметилась тенденция к увеличению длины шага (рис. 10). Вертикальная поза стала устойчивей, амплитуда спектра вертикального и горизонтальной сигналов реакции опоры снизилась (рис. 9).



Рис. 6.

После лечения



Рис. 7.

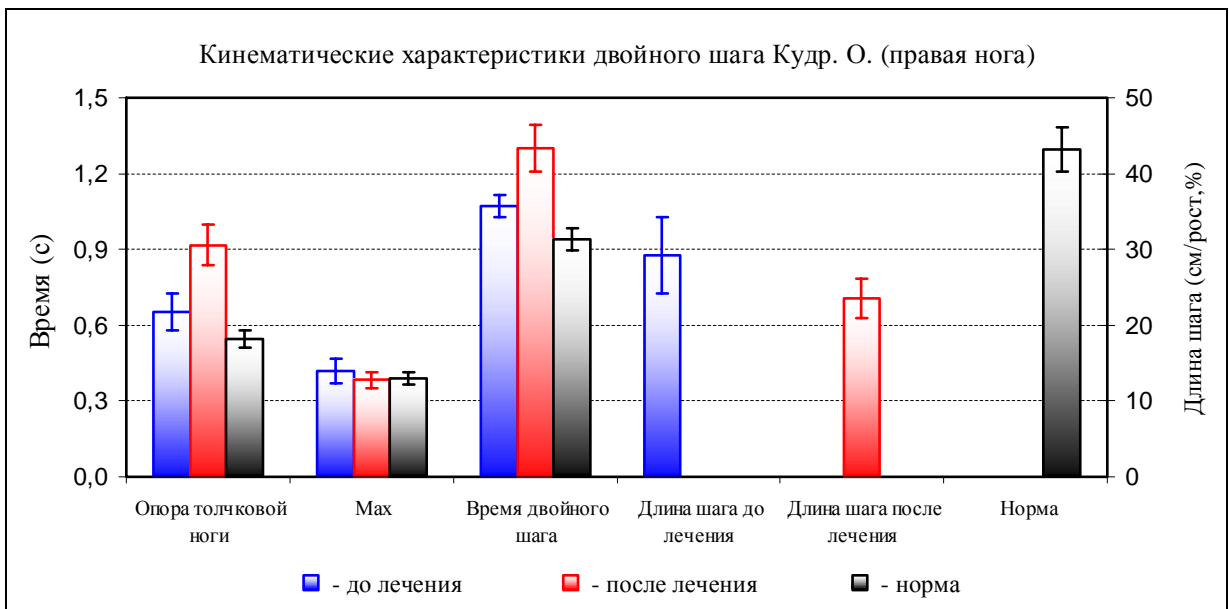
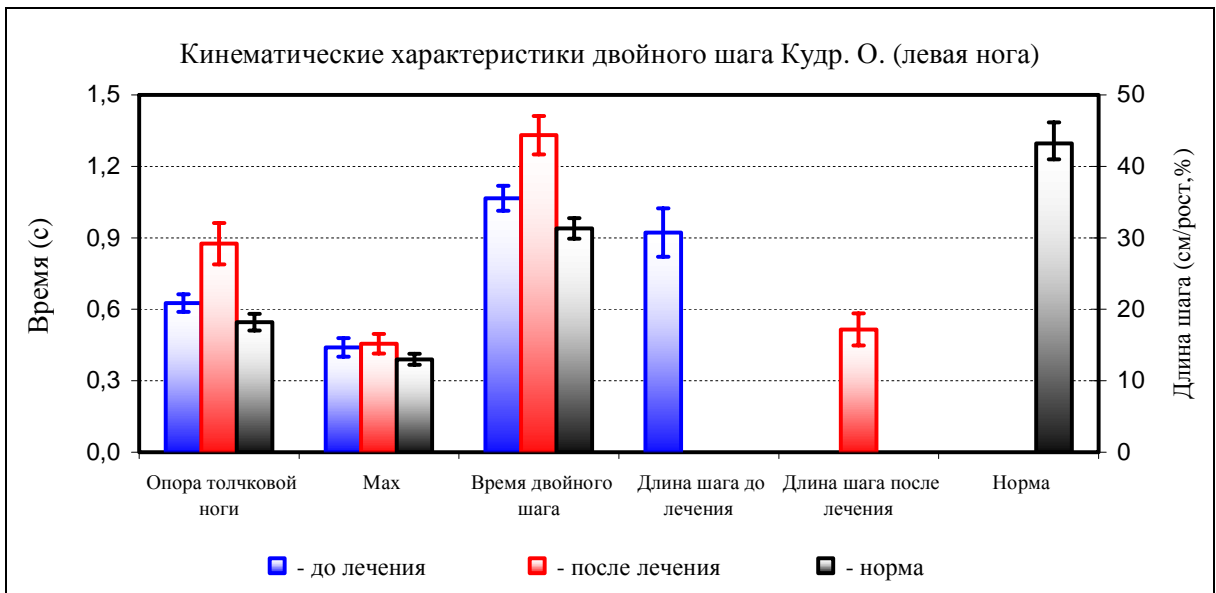


Рис.8.

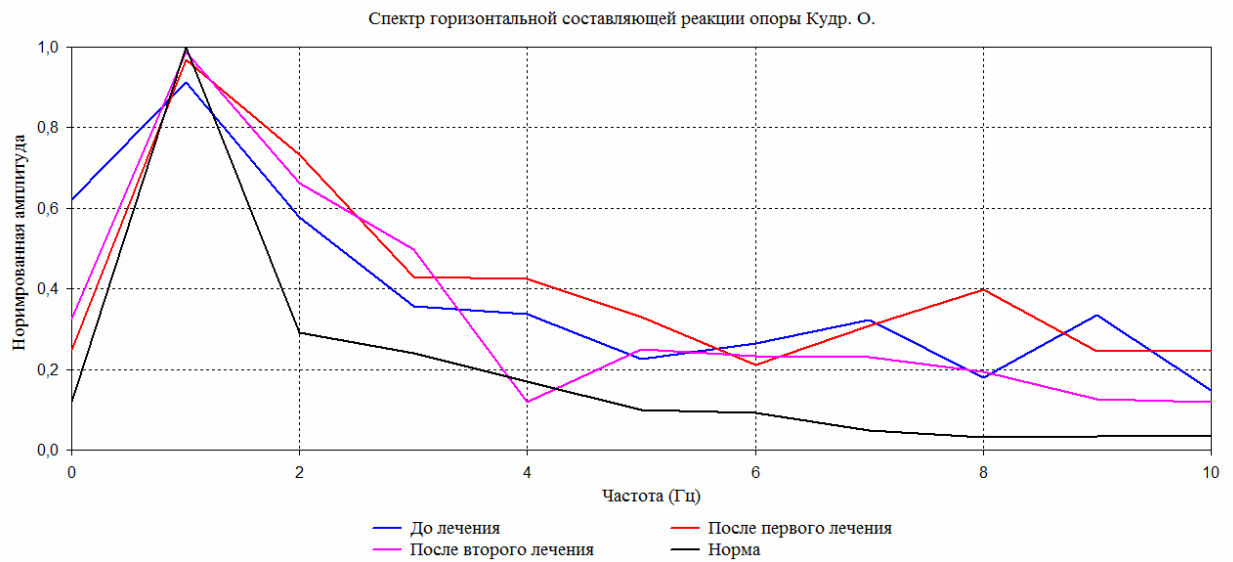
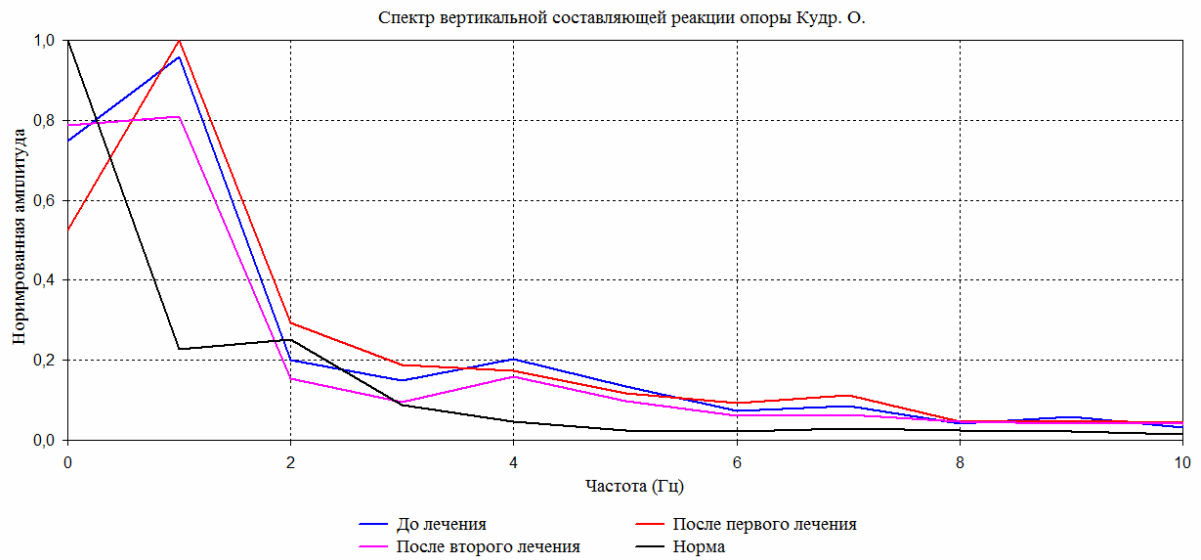


Рис. 9.

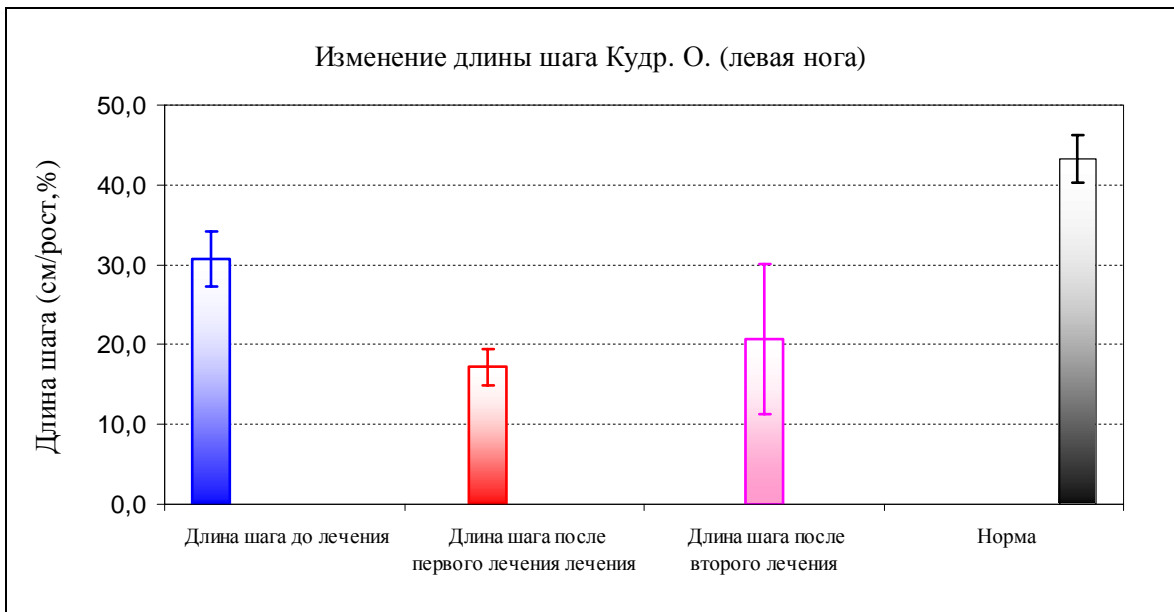


Рис. 10.

Исследуемые угловые кинематические параметры

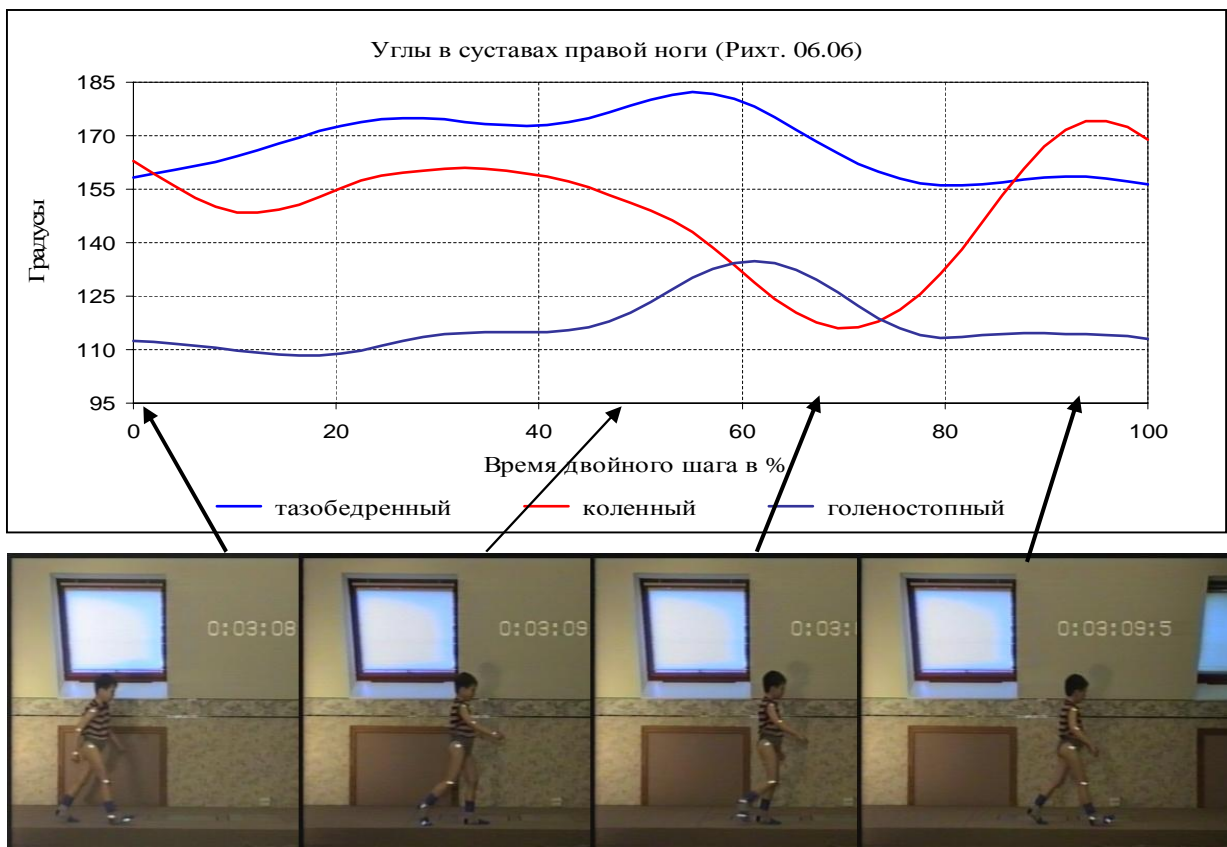


Рис. 11.

## Испытуемый Рихт.

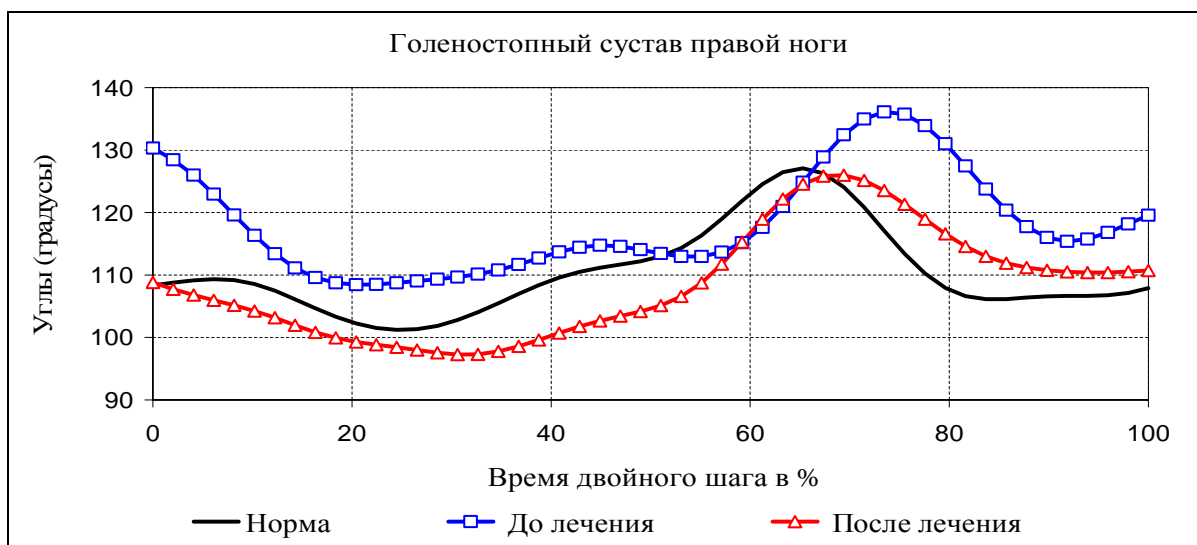
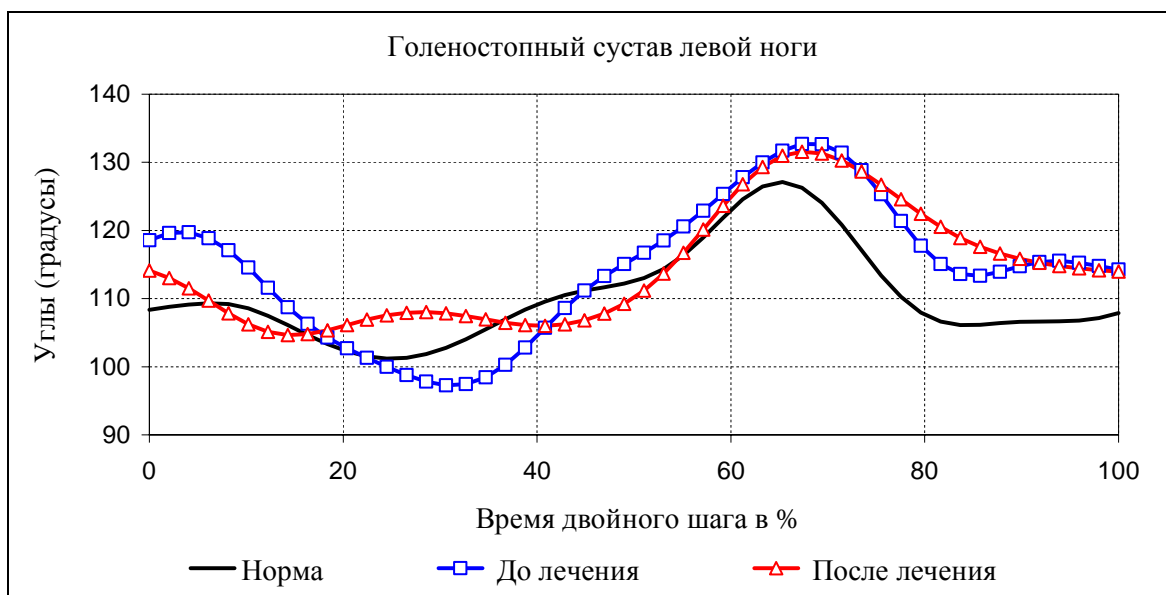


Рис. 12.

До лечения постановка стопы на переднюю часть, после лечения на пятку (рис. 12).



## Испытуемый Ягуд.

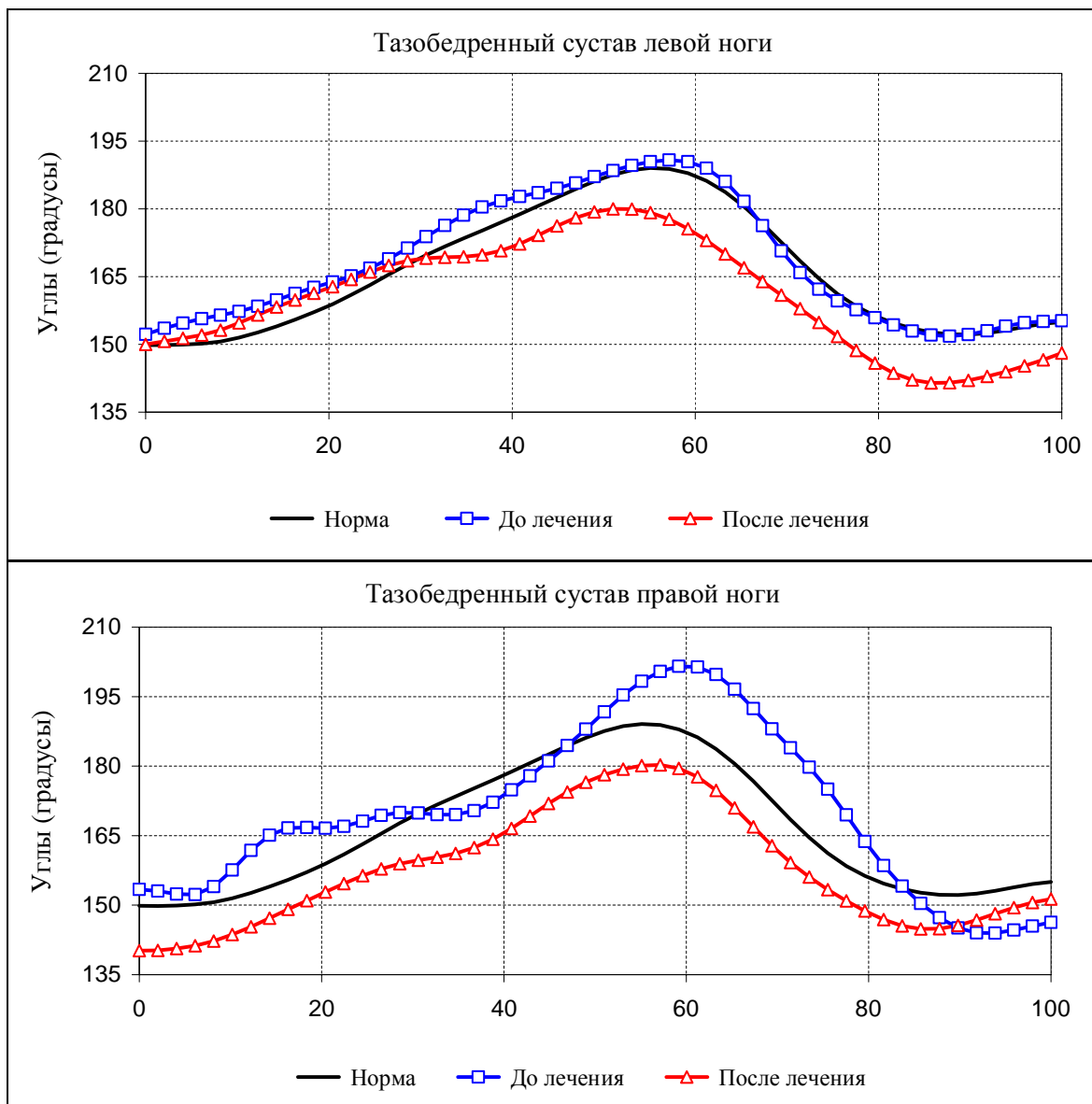


Рис. 13.

До лечения наблюдали асимметрию движения в тазобедренных суставах, значительное разгибание в правом суставе. После лечения профиль кинематики в суставе близок к нормальной ходьбе (рис. 13).

Испытуемая Кудр.

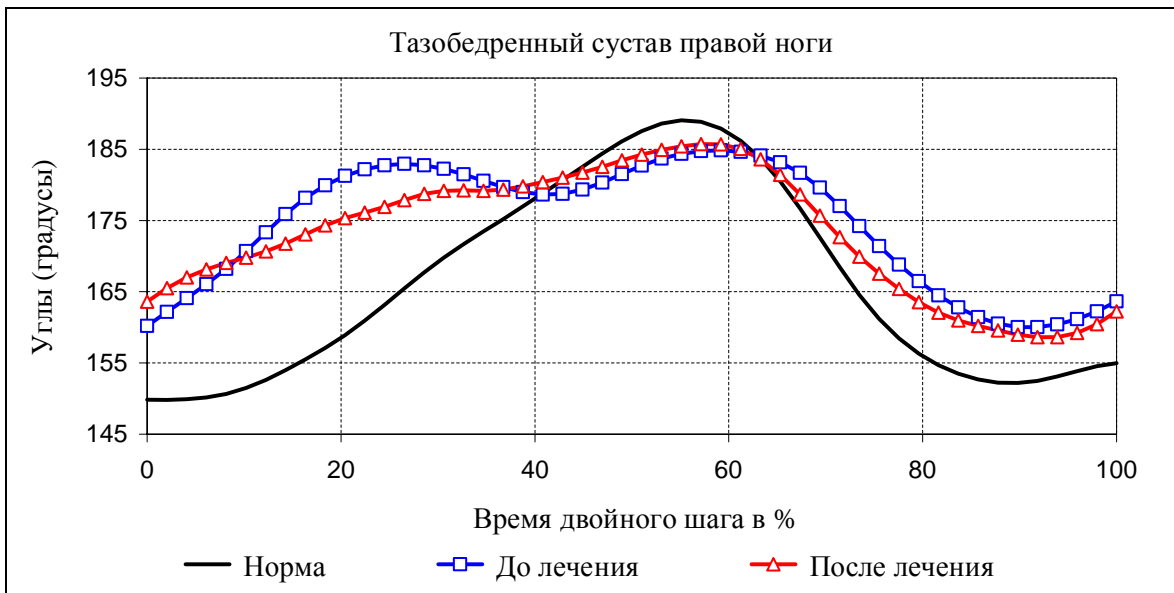
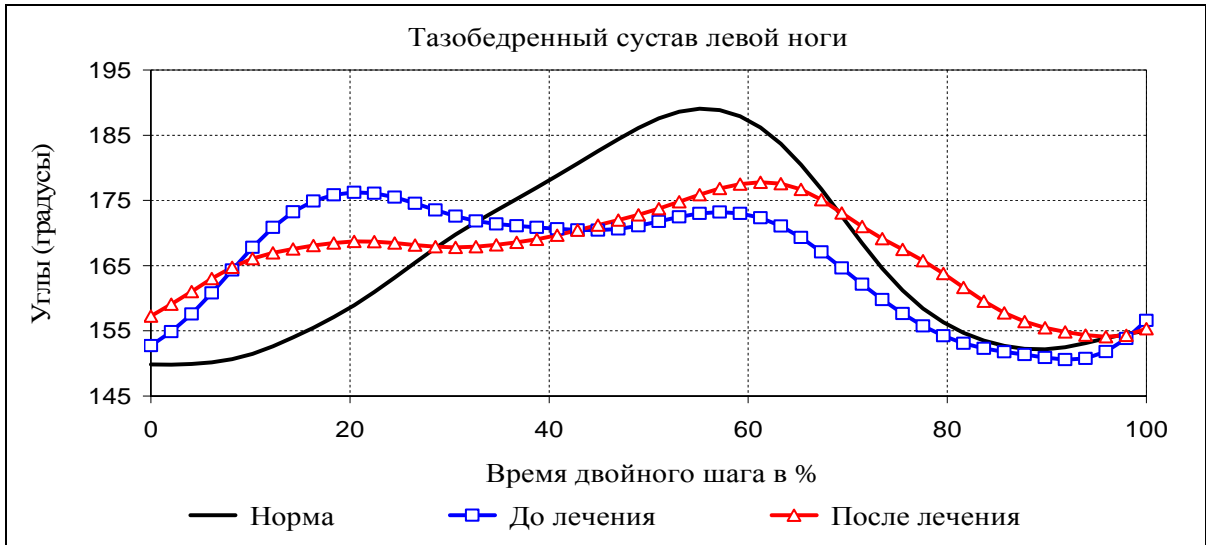


Рис. 14.

До лечения наблюдали отклонение в угловом профиле в тазобедренном суставе в сравнении с нормой: в фазе переднего толчка происходит быстрое разгибание тазобедренного сустава. После лечения профиль кинематики в суставе улучшается (рис. 13).

## **Заключение**

Метод видеоанализа локомоций позволяет объективизировать результаты медицинской реабилитации. Даже самые простые программы расчета (кинематические параметры шага и углы в суставах) дают возможность врачу определить тенденции изменения кинематики и динамики ходьбы до и после лечения, сравнить различные реабилитационные методики.