

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ  
УКРАЇНИ

# СУЧАСНІ БІОМЕХАНІЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ І СПОРТІ



Матеріали

IV Всеукраїнської електронної конференції,

Національного університету фізичного виховання  
і спорту України

19 травня 2016 року

Київ 2016

## КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ХОДЬБЫ У ДЕТЕЙ

Байдаченко В.А., студент, Погребной А.С., канд. биол. наук, доцент,  
Сергиенко К.Н., к.физ.восп., доцент  
Национальный университет физического воспитания и спорта Украины

**Актуальность.** Локомоторные движения обеспечивают активное перемещение человека в пространстве. К наземным локомоциям человека относят ходьбу, бег, прыжки и т.п. Большой интерес представляет изучение сложных спортивных движений, особенно при установлении рекордных достижений, когда моторика человека раскрывается наиболее полно. Поэтому спортивные легкоатлетические перемещения исследуются достаточно интенсивно. В то же время еще недостаточно исследований биомеханической структуры простого локомоторного упражнения – ходьбы, особенно в исполнении детей.

**Цель исследования** - изучить кинематическую структуру ходьбы у детей.

**Методы исследования.** Мы проводили изучение произвольных шаговых движений в 19 здоровых детей. Возраст обследуемых составлял 7 лет, масса тела – 15-23 кг, рост – 100-125 см. Регистрацию положений движущегося тела детей осуществляли цифровой видеокамерой со скоростью видеосъемки – 25 кадров в секунду [7]. Проводили видеозапись движений детей в двух противоположных направлениях, что давало возможность определять кинематические характеристики маховых и толчковых движений как правой, так и левой конечности.

Для быстрого биомеханического анализа положений и движений тела у детей использовалась специально разработанная компьютерная программа для считывания координат точек тела исследуемого. Определение координат осуществляли в режиме покадрового просмотра видеоизображения на экране компьютера с последующими расчетами основных кинематических характеристик [5, 7].

**Результаты исследования.** Модель опорно-двигательного аппарата ребенка представляли в виде 14-ти сегментной разветвленной кинематической цепи, звенья которой соответствовали сегментам тела, а точки отсчета – координатам осей основных суставов [4]. Были использованы общепринятые методики расчета кинематических характеристик [1, 2, 3].

Качественный биомеханический анализ показал, что у каждого ребенка при ходьбе наблюдалось определенное, характерное для него положение головы, туловища и отдельных звеньев тела [6]. Особенности моторики у каждого ребенка были индивидуальными и этим определяли характер его ходьбы. Однако, несмотря на некоторые индивидуальные различия, циклы ходьбы у всех детей были представлены теми динамическими фазами, которые типичны для шаговых движений взрослых [3]. В периоде переноса ноги можно было выделить четыре последовательные фазы – подъема, разгона, торможения и опускания на опору. Период опоры ноги был представлен двумя фазами – амортизации и отталкивания, которые разделял момент прохождения положения вертикали (рис. 1).

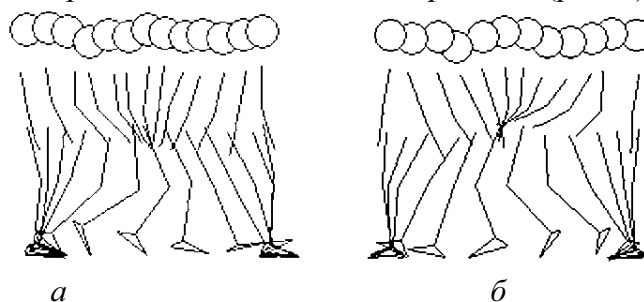


Рис.1. Кинематическая схема типичной ходьбы здорового ребенка:

*a* – с правой стороны; *б* – с левой стороны

Более точное представление об исследуемых движениях дает количественный биомеханический анализ. Средние значения основных показателей произвольной ходьбы детей показаны в табл. 1.

Так, при горизонтальной скорости движения 1,80 м/с имели место вертикальные перемещения тела на высоту  $4,25 \pm 0,14$  см, которые оценивали по изменению ординаты ЦТ головы ( $\Delta Y = Y_{\max} - Y_{\min}$ ). Темп шаговых движений составлял 2,98 шага/с. Средняя длина шагов составляла 61,25 см, однако шаг правой ноги был равен  $63,21 \pm 1,47$  см, а шаг левой ноги –  $59,29 \pm 1,32$  см ( $P < 0,05$ ). Несимметричность шаговых движений оценивали величиной коэффициента асимметрии, который был равен 6,20 %.

Таблица 1

Общие характеристики произвольной ходьбы у детей (n = 19)

Показатель	Статистические характеристики				
	M±m	Cv, %	As, %	t	P
Скорость, м/с	1,80				
Правый шаг, см	63,21±1,47	3,93	6,20	2,04	<0,05
Левый шаг, см	59,29±1,32	3,88			
Темп, шаги/с	2,96				
Вертикальное перемещение, см	4,25±0,14				

В целом, движения человека представляют собой совокупность колебательных движений отдельных биозвеньев относительно осей суставов. Поэтому в исследованиях шаговых движений детей мы больше пользовались угловыми характеристиками колебательных движений. Среди них – угол бедра, угол в коленном суставе, угловое положение общего центра тяжести (ОЦТ) ноги и угловое положение ОЦТ руки. Угол бедра – это угол против часовой стрелки между горизонтальным направлением от тазобедренного сустава вправо и бедром; угол колена – это угол между бедром и голенью [8]. Угол ОЦТ ноги – это угол против часовой стрелки между горизонтальным направлением от тазобедренного сустава влево и направлением от тазобедренного сустава на положение ОЦТ ноги. Угол ОЦТ руки – это угол против часовой стрелки между горизонтальным направлением от плечевого сустава влево и направлением от плечевого сустава на положение ОЦТ руки.

Нас интересовал еще один из аспектов структуры шаговых движений в исполнении детей – это амплитуда колебательных движений толчковых и маховых звеньев правой и левой частей тела. По сути – это размах колебательных движений ног и рук, соответственно, вокруг осей тазобедренных и плечевых суставов. Показатели колебательных движений в цикле ходьбы детей представлены в табл. 2.

Таблица 2

Угловые характеристики произвольной ходьбы у детей (n = 15)

Показатель	Статистические характеристики				
	M ± m	Cv, %	As, %	t	P
Δφ бедра - пр, град	48,63±1,17	9,00	12,04	3,60	<0,01
Δφ бедра - лв, град	55,25±1,42	9,61			
Δφ колена - пр, град	62,88±1,58	9,40	2,51	0,59	>0,05
Δφ колена - лв, град	64,50±2,25	13,05			
Δφ ЗЦМ ноги - пр, град	49,38±1,43	10,83	8,78	2,47	<0,05
Δφ ЗЦМ ноги - лв, град	54,13±1,29	8,91			
Δφ ЗЦМ руки - пр, град	58,63±4,88	31,13	9,63	0,95	>0,05
Δφ ЗЦМ руки - лв, град	64,88±4,42	25,48			

Как видно из табл. 2, амплитуда колебаний в суставах Δφ находилась в пределах от 49 до 65 градусов, причем во всех суставах левосторонняя амплитуда колебаний преобладала

над правосторонней амплитудой с коэффициентом асимметрии  $C_v$  от 2 до 12 %, то есть асимметрия была функциональной. То, что маховые движения левой рукой более интенсивные, чем правой рукой ( $P > 0,05$ ), можно было бы объяснить привычкой детей чаще носить вещи в правой руке. Кроме того, привлекают внимание большие значения коэффициентов асимметрии  $C_v$  для угловых характеристик, как правой руки, так и левой руки (соответственно, 31,13 % и 25,48 %).

Несколько неожиданным оказался тот факт, что при большей длине шагов правой ноги, большей все же была амплитуда колебательных движений в суставах левой ноги (рис. 2). Достоверные различия имели место для углов бедра ( $P < 0,01$ ) и ОЦТ ноги ( $P < 0,05$ ), только для углов колена различия были недостоверными ( $P > 0,05$ ).

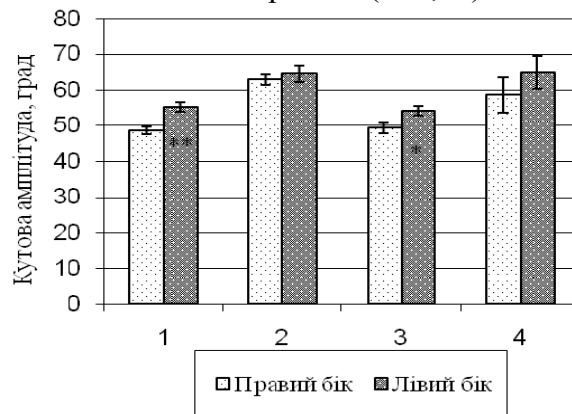


Рис. 2. Показатели колебательных движений в цикле ходьбы детей ( $n = 15$ ):  
 1 – колебательные движения бедра; 2 – колебательные движения в коленном суставе;  
 3 – колебательное движение ОЦТ ноги; 4 – колебательное движение ОЦТ руки;  
 \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ .

Для объяснения этих данных следовало бы учитывать факторы, которые могут изменять длину шага. К ним относят движения сопутствующие шаговым. Это – боковые наклоны туловища, а также повороты таза. По-видимому, эти сопутствующие движения у детей и вносили те изменения, которые делали правый шаг длиннее левого шага. Однако сопутствующие движения при ходьбе у детей в данной работе мы не исследовали.

**Выводы.** В произвольной ходьбе детей 7-летнего возраста выявлены основные структурные элементы (динамические фазы), которые свойственны ходьбе взрослых.

При горизонтальной скорости движения 1,80 м/с вертикальные перемещения тела составляли  $4,25 \pm 0,14$  см. Темп шаговых движений составлял 2,98 шага/с, а средняя длина шагов – 61,25 см.

В кинематических показателях шаговых движений детей проявлялись признаки функциональной асимметрии. Несимметричность шаговых движений с коэффициентом асимметрии 6,20 % была достоверной ( $P < 0,05$ ).

Больше вариативными в структуре ходьбы детей 7-летнего возраста являлись маховые движения рук и сгибание-разгибание ног в коленных суставах, которые в значительной степени определяли характерные признаки ходьбы отдельного ребенка.

1. Биомеханика спорту / За заг. ред. А.М. Лапутіна. – К.: Олімпійська література, 2001. – 319 с.

2. Донской Д.Д. Биомеханика / Д.Д. Донской, В.М. Зациорский. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.

3. Зациорский В.М. Биомеханика ходьбы / В.М. Зациорский, М.А. Кайман. – М.: ГЦОЛИФК, 1978. – 65 с.

4. Зациорский В.М. Биомеханика двигательного аппарата человека / В.М. Зациорский, А.С. Аруин, В.Н. Селуянов. – М.: Физкультура и спорт, 1981. – 143 с.

5. Кашуба В.А. Компьютерные технологии в системе высшего физкультурного образования / В.А. Кашуба, Д.П. Валиков, К.Н. Сергиенко // Физическое воспитание студентов творческих специальностей: сб. науч. тр. / под. ред. С.С. Ермакова. – Харьков : ХХПИ, 2002. – № 6. – С. 22–27.

6. Коренберг В.Б. Основы качественного биомеханического анализа / В.Б. Коренберг. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 208 с.

7. Погрібний А.С. Біомеханіка фізичних вправ (навчально-методичний посібник) / А.С. Погрібний. – Черкаси, 2014. – 104 с.

8. Энока Р.М. Основы кинезиологии / Р.М. Энока. – К.: Олимпийская литература, 1998. – 399 с.

## БИОМЕХАНИЧНИЙ КОНТРОЛЬ РУХІВ ДІТЕЙ ІЗ ВАДАМИ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ

Байдаченко В.А., студент, Погребний А.С., канд. біол. наук, доцент,  
Сергієнко К.М., к.фіз.вих., доцент  
Національний університет фізичної культури і спорту України

**Актуальність.** У суспільстві існують групи населення, які фізично обмежені в руховій активності. Повернення їх до повноцінного життя є важливою соціальною проблемою.

Однією із поширених хвороб нервової системи у дитячому віці став дитячий церебральний параліч – ДЦП [1]. Це захворювання тяжко інвалідизує дитину, вражає не тільки рухову систему, але й викликає порушення мови та інтелекту.

**Мета дослідження** – вивчити особливості довольної ходи здорових дітей та дітей хворих на ДЦП.

**Методи дослідження:** аналіз науково-методичної літератури, відеозйомка та біомеханічний відеокомп'ютерний аналіз, методи математичної статистики.

**Результати дослідження.** У відповідності до задач роботи проведено порівняльне біомеханічне дослідження моторики здорових дітей і дітей із хворобою ДЦП.

Дослідження проведено на 15 здорових дітях та 5 хворих дітях із різними формами ДЦП. Вік досліджуваних – 5-7 років. Реєстрацію положень рухомого тіла дітей здійснювали цифровою відеокамерою типу Canon із швидкістю відеозйомки – 25 кадрів за секунду.

Для швидкого біомеханічного аналізу положень і рухів тіла у дітей користувались спеціально розробленою комп'ютерною програмою [2]. Зчитування координат точок тіла досліджуваного здійснювали у режимі покадрового перегляду відеозображення на екрані комп'ютера з наступними розрахунками основних кінематичних характеристик.

Були використані методики визначення лінійних і кутових кінематичних характеристик та побудова діаграм кут стегна–кут коліна [2, 3].

При дослідженні циклічних видів діяльності, таких, як ходьба і біг, закордонні спеціалісти із кінезиології часто використовують представлення кінематичних характеристик на діаграмах кут-кут. Цей тип діаграм виявився корисним при порівнянні різних видів рухів. Наприклад, порівняння діаграми коліно-стегно під час руху здорової людини та діаграми людини з ампутованою нижньою частиною кінцівки може бути корисне для оцінки ефективності протеза при відновленні нормальної ходи. Цей тип графічного зображення може бути використаний у клінічній практиці для контролю програми реабілітації. Ми застосували його при оцінці ходьби обстежуваних дітей.

**Результати дослідження.** Порівняльне дослідження довольної ходьби здорових дітей й ходьби хворих дітей дало можливість виділити наступні типові риси локомоцій хворих:

- при відсутності опори на всю ступню зменшується загальна площа опори, що сприяє нестійкості пересування;