

## Особенности пространственно-временных характеристик походки детей и подростков, занимающихся спортом

Л.А. Удочкина, О.И. Воронцова, Л.А. Гончарова, И.Г. Мазин  
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России,  
Астрахань, Россия

### Аннотация

Исследование пространственно-временных характеристик походки детей и подростков является актуальной задачей. Целью данного исследования стало определение пространственно-временных характеристик походки детей и подростков, которые систематически занимаются спортом.

**Материал и методы.** На программно-аппаратном комплексе по захвату и анализу движений Vicon в Центре коллективного пользования «Трехмерное исследование биомеханики движения» Астраханского государственного университета проведено обследование 43 детей: 22 ребенка в группе сравнения и 21 ребенок в исследуемой группе.

**Результаты.** Получены количественные показатели пространственно-временных характеристик походки детей, занимающихся спортивными танцами, и проведен сравнительный анализ данных с группой сравнения. Выявлены увеличение скорости ходьбы и каденции, уменьшение времени одиночной и двойной поддержки у спортсменов мужского пола в группе 7–12 лет; увеличение скорости ходьбы и каденции, выраженное уменьшение времени одиночной поддержки, снижение индекса хромоты у спортсменов женского пола в группе 7–12 лет; увеличение показателя каденции у девочек-спортсменок в группе 12–15 лет.

**Выводы.** Систематические занятия спортом способствуют изменению пространственно-временных характеристик походки у детей и подростков. Дисбаланс двигательной функции выявлен у девочек-спортсменок 7–12 лет, что требует особого внимания со стороны спортивных врачей и специалистов травматологов-ортопедов.

**Ключевые слова:** пространственно-временные характеристики походки, опорно-двигательный аппарат, спортсмены.

**Для цитирования:** Удочкина Л.А., Воронцова О.И., Гончарова Л.А., Мазин И.Г. Особенности пространственно-временных характеристик походки детей и подростков, занимающихся спортом. Сеченовский вестник. 2018; 3 (33): 12–16.

### КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Удочкина Лариса Альбертовна, д-р мед. наук, доцент, зав. кафедрой анатомии ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России

Адрес: 414000, Россия, г. Астрахань, ул. Бакинская, д. 121

Тел.: +7 (903) 347-12-12

Е-mail: udochkin-lk@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 16.07.2018

Статья принята к печати: 03.09.2018

## Features of the space-time characteristics of the gait of children and adolescents involved in sports

Larisa A. Udochkina, Olga I. Vorontsova, Ludmila A. Goncharova, Igor G. Mazin  
Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

### Abstract

The study of the spatial and temporal characteristics of the gait of children and adolescents is an important task. The purpose of this study was to determine the spatial and temporal characteristics of the gait of children and adolescents of different age categories who systematically engage in sports.

**Methods.** On motion capture complex Vicon in the Center for Collective Use "Three-dimensional study of the biomechanics of motion" of the Astrakhan State University, 43 children were examined: 22 children in the control group and 21 children in the study group.

**Results.** Quantitative indicators of the spatial and temporal characteristics of the gait of children engaged in sports dancing were obtained and a comparative analysis of this data with the control group was carried out. An increase of walking speed and cadence, a decrease in the time of single and double support in male athletes in the 7–12 year old group was revealed; increased of walking speed and cadence, a marked decrease in the time of single support, a decrease in the limp index in female athletes in the 7–12 year old group; an increase the cadence in female athletes in the group of 12–15 years.

**Conclusions.** Doing sport every day helps with the spatio-temporal changes of the walk among children and teenagers. The imbalance of the motor function is examined among girls, that doing sports between the age of 7–12, so that's why it needs a special attention from doctors, traumatologist and orthopedists.

**Key words:** spatial and temporal characteristics of gait, musculoskeletal system, athletes.

**For citation:** Udochkina L.A., Vorontsova O.I., Goncharova L.A., Mazin I.G. Features of the space-time characteristics of the gait of children and adolescents involved in sports. *Sechenov Medical Journal*. 2018; 3 (33): 12–16.

#### CONTACT INFORMATION

**Larisa A. Udochkina**, Doctor of medical Sciences, Associate professor, Head of Department of anatomy of Astrakhan State Medical University

**Address:** 121, Bakinskaya str., Astrakhan, 414000, Russia

**Tel.:** +7 (903) 347-12-12

**E-mail:** udochkin-lk@mail.ru

**The article received:** July 16, 2018

**The article approved for publication:** September 3, 2018

## ВВЕДЕНИЕ

Повышение уровня физических нагрузок, связанных с систематическими занятиями спортом, влечет за собой морфофункциональные преобразования опорно-двигательного аппарата [1–4]. Современные методы инструментальной оценки позволяют выявлять ранние формы нарушений его функции. Одним из них является клинический анализ походки с применением математического анализа и трехмерного моделирования.

В настоящее время существует много работ по изучению походки человека в норме [5–8] и при патологии опорно-двигательного аппарата и нервной системы [9, 10]. Общеизвестно, что двигательная активность является важнейшим фактором, обеспечивающим хорошее состояние здоровья и высокую работоспособность человека. Однако остаются малоизученными вопросы, касающиеся диагностики дефицита двигательной функции, возникающего при систематических воздействиях на организм физических нагрузок при занятиях спортом. Результаты травматолого-ортопедического обследования, выполняемого, как правило, в состоянии покоя, позволяют сделать вывод об анатомической целостности опорно-двигательного аппарата, но не дают всесторонней оценки его функционирования при физических нагрузках. При этом ранние стадии нарушения двигательной функции, не определяющиеся визуально и не сопровождающиеся симптоматикой, остаются незамеченными. Ходьба является той локо-

мощией, при выполнении которой чаще всего возникают жалобы на боли и дискомфорт. Именно анализ ходьбы и изменение ее паттерна могут помочь в диагностике нарушения двигательной функции у спортсменов на ранней стадии.

Целью исследования является изучение пространственно-временных характеристик походки детей и подростков, систематически занимающихся спортом.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проведено на базе Инновационно-технологического центра по созданию мультимедиа-контента Астраханского государственного университета. Материалом для анализа послужили результаты обследования 21 ребенка, занимающегося спортивными танцами, в возрасте от 7 до 15 лет и 22 детей указанного возраста, не занимающихся спортом (группа сравнения). Условием включения в программу исследования являлось заключение терапевта и ортопеда об отсутствии у обследованных хронических заболеваний, патологии опорно-двигательного аппарата. Участники исследования были разделены на группы согласно возрастной периодизации (1990 г.) [11], а также по гендерному признаку. Все исследования были выполнены в процессе ходьбы (серия из 7 проходов по динамометрической платформе). Регистрацию пространственно-временных параметров проводили при помощи системы захвата и анализа движения Vicon T40 (Vicon, Великобритания): видеокамера

## Пространственно-временные характеристики походки спортсменов и детей и подростков, не занимающихся спортом

Пространственно-временные характеристики	7–12				12–15			
	Группа сравнения		Спортсмены		Группа сравнения		Спортсмены	
	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж
Каденция, шаг/мин	109±1,7*	116±1,0*	124±2,0*	122±1,5*	107±1,3	116±1,6*	110±1,4	121±1,5*
Двойная поддержка, с	0,20±0,1	0,21±0,1	0,15±0,2	0,22±0,3	0,17±0,3	0,14±0,6	0,20±0,5	0,11±0,3
Отрыв нижней конечности, %	58,9±2,4	57,4±2,5	56,7±1,8	56,1±2,1	57,7±2,8	57,2±2,8	58,9±1,7	55,9±2,0
Индекс хромоты	1,00±0,1	0,98±0,1	0,98±0,1	0,93±0,2	0,99±0,1	1,00±0,1	1,00±0,1	1,01±0,2
Контакт противоположной нижней конечности с опорой, %	50,3±1,4	49,2±2,8	50,5±1,8	49,9±1,9	50,2±3,9	50,2±2,0	50,1±1,9	50,0±2,1
Отрыв противоположной нижней конечности, %	9,06±1,6	11,2±2,9	8,56±2,4	16,6±2,8	8,32±1,8	6,81±2,1	8,80±1,9	5,73±1,6
Одиночная поддержка, с	0,45±0,1	0,39±0,1	0,40±0,2	0,33±0,3	0,47±0,1	0,45±0,1	0,45±0,1	0,44±0,1
Длина полушага, м	0,52±0,1	0,52±0,1	0,59±0,1	0,57±0,1	0,62±0,1	0,59±0,1	0,59±0,1	0,58±0,1
Время полушага, с	0,55±0,1	0,52±0,1	0,48±0,1	0,49±0,1	0,56±0,1	0,52±0,1	0,55±0,1	0,50±0,1
База шага, м	0,12±0,1	0,089±0,1	0,11±0,2	0,088±0,1	0,13±0,1	0,13±0,2	0,11±0,1	0,08±0,2
Длина шага, м	1,06±0,1	1,03±0,2	1,17±0,1	1,15±0,1	1,24±0,1	1,19±0,2	1,19±0,2	1,16±0,1
Время шага, с	1,11±0,1	1,03±0,3	0,97±0,1	0,99±0,2	1,12±0,1	1,05±0,3	1,10±0,1	0,99±0,1
Скорость ходьбы, м/с	0,9±0,1*	1,0±0,2*	1,20±0,1*	1,3±0,1*	1,11±0,3	1,18±0,3	1,09±0,1	1,17±0,1

\*Значимые различия между спортсменами и группой сравнения.

Vonita 720 (Vicon, Великобритания), стабилометрическая платформа AMTI (AccuGaitACG, США), цифровой мультиплексный коммутатор Vicon Giganet Lab (Vicon, Великобритания). Программное обеспечение: Vicon Nexus, Vicon Polygon. Предметом исследования были скорость ходьбы, каденция, длина и время полушага и шага, база шага, время одиночной и двойной поддержки, время контакта и отрыва контрлатеральной нижней конечности от опоры, отрыв лидирующей конечности от опоры, индекс хромоты. В работе использована модель Plug-in-Gait Full body с 39 светоотражающими маркерами, устанавливаемыми в соответствии с руководством (Plug-in-Gait, 2014).

Программой осуществлялся расчет углов сгибания-разгибания, приведения-отведения и ротации в тазобедренном и голеностопном суставах, сгибания-разгибания и ротации большеберцовой кости в коленном суставе.

Все полученные данные подвергались статистической обработке методами вариационной статистики. С использованием методики Шапиро-Уилкса констатируется, что распределение описываемых признаков было нормальным или близким к нормальному. Степень точности исследования определена вероятностью безошибочного прогноза меньшей или равной 0,95%; уровнем значимости  $p \leq 0,05$ ; использован критерий Стьюдента  $t=2$ . В работе применялся пакет Microsoft Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении исследований пространственно-временных параметров походки спортсменов выявлены различия во всех возрастных группах (см. таблицу).

У спортсменов мужского пола в возрастной группе 7–12 лет по сравнению с группой сравнения выявлено увеличение скорости ходьбы и каденции, уменьшение времени одиночной и двойной поддержки. У спортсменок по сравнению с группой сравнения также отмечены более высокие значения скорости ходьбы и каденции, выраженное уменьшение времени одиночной поддержки, снижение индекса хромоты.

В группе 12–15 лет отмечено увеличение показателя каденции у девочек-спортсменок. Других значимых различий при сравнении группы спортсменов и нормативной группы, в том числе и по гендерному признаку, не выявлено.

Выявленные изменения пространственно-временных показателей у девочек-спортсменок послужили основанием для исследования кинематических параметров суставов нижних конечностей. Выяснилось, что у девочек-спортсменок 7–12 лет изменен объем движений в голеностопных, коленных и тазобедренных суставах. В голеностопных суставах отмечено увеличение угла отведения на  $9,4^\circ$ , сопровождающееся увеличением угла относительной пронации на  $6,6^\circ$  (уменьшение угла супина-

ции). В коленных суставах выявлено увеличение угла наружной ротации большеберцовой кости на  $10,7^\circ$ . Ротация бедра в тазобедренном суставе уменьшилась на  $6,7^\circ$ .

### ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

Изменения скорости походки, каденции и базы шага у детей детально описаны в монографии D.Sutherland (2001, 2005 г.) [12, 13]. Они прежде всего связаны с меняющимися антропометрическими показателями ребенка, такими как рост, масса тела, длина нижних конечностей и размер таза. Однако снижение скорости походки и уменьшение каденции в большинстве случаев являются неспецифическим показателем дисбаланса состояния здоровья [14]. Уменьшение базы шага однозначно указывает на изменения в тазобедренных суставах и приводящих мышцах бедра [9]. О наличии патологии со стороны опорно-двигательного аппарата говорит изменение времени стадий одиночной и двойной поддержки. Уменьшение времени одиночной и увеличение времени двойной поддержки являются специфическим показателем стремления снизить нагрузку на больную конечность путем перераспределения части ее на здоровую ногу. Это в свою очередь изменяет время фазы переноса больной и здоровой конечности, которое в норме одинаково. Больная конечность больше времени находится в состоянии переноса, чем здоровая. Соотношение времени переноса конечностей называется индексом хромоты и выявляет ее на самых ранних и незаметных визуальными стадиях. В норме индекс хромоты равен  $0,98-1,0$  и снижается при ее появлении.

### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Галушко Т.Г., Удочкина Л.А., Гринберг Е.Б. Преобразования костных и хрящевых структур коленного сустава у юношей-футболистов по данным ультразвукового исследования. Морфология. 2016; 149 (3): 58–58а. / Galushko T.G., Udochkina L.A., Grinberg Ye.B. Transformations of bony and cartilaginous structures of knee joint in youths-football players according to the ultrasonographic data. Morfologiya. 2016; 149 (3): 58–58a. [in Russian]
2. Гончарова Л.А., Воронцова О.И. Кинезометрические исследования в детской подиатрии. Естественные науки. 2015; 2 (51): 51–6. / Goncharova L.A., Vorontsova O.I. Etudes kinésométriques en podiatrie infantile. Sciences naturelles. 2015; 2 (51): 51–6. [in Russian]
3. Стрижков А.Е., Минасов Т.Б., Насыров Р.В., Сальманов А.А. Зависимость характеристик механического колебания в кинематической цепи конечности от анатомического строения трубчатых костей и суставов у плода человека. Морфология. 2016; 149; 3: 200–200а. / Strizhkov A.E., Minasov T.B., Nasyrov R.V., Sal'manov A.A. Zavisimost' kharakteristik mekhanicheskogo kolebaniia v kinematicheskoi tsepi konechnosti ot anatomicheskogo stroeniia trubchatykh kostei i sustavov u ploda cheloveka. Morfologiya. 2016; 149; 3: 200–200a. [in Russian]
4. Удочкина Л.А., Гринберг Е.Б., Галушко Т.Г. Структурные преобразования коленного сустава у юношей, не занимающихся спортом, и юношей-футболистов по данным ультразвукового исследования. Морфология. 2014; 145 (3): 200. / Udochkina L.A., Grinberg Ye. B., Galushko T.G. Structural changes in the knee joint in youths not engaged in sports and youths-soccer players, according to the ultrasonographic data. / Morfologiya. 2014; 145 (3): 200. [in Russian]
5. Buijn SM, Meyns P, Jonkers I et al. Control of angular momentum during walking in children with cerebral palsy. Res Dev Disabil 2011; 32 (6): 2860–66. DOI: 10.1016/j.ridd.2011.05.019
6. Rietdyk S. Anticipatory locomotor adjustments of the trail limb during surface accommodation. J Gait Posture 2006; 23: 268–72. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2005.03.006
7. Stephenson JL, Lamontagne A, De Serres SJ. The coordination of upper and lower limb movements during gait in healthy and stroke individuals. Gait Posture 2009; 29: 11–6. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2008.05.013
8. Steven H, Collins K, Peter G et al. Dynamic arm swinging in human walking. Proceedings Royal Society. Biolog Sci 2009; 276: 3679–88. DOI: 10.1098/rspb.2009.0664

9. *Скворцов Д.В.* Клинико-биомеханический анализ патологической походки посредством аппаратно-программного комплекса: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1997. / *Skvortsov D.V.* Clinical-biomechanical analysis of pathological gait through the hardware-software complex: Author's abstract. dis. ... cand. medical. sciences. M., 1997. [in Russian]
10. *Ford M, Wagenaar R, Newell K.* Arm constraint and walking in healthy adults. *Gait Posture* 2007; 26 (1): 135–41. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2006.08.008
11. Морфология человека. Под ред. Б.А.Никитюка, В.П.Чтецова. М.: Изд-во МГУ, 1990. / *Morphologie humaine.* Ed. B.A.Nikityuk, V.P.Chtetsov. M.: Izd-vo MGU, 1990. [in Russian]
12. *Sutherland DH.* The evolution of clinical gait analysis. Part I: Kinesiological EMG. *Gait Posture* 2001; 14: 61–70.
13. *Sutherland DH.* The evolution of clinical gait analysis. Part III: Kinetics and energy assessment. *Gait Posture* 2005; 21: 447–61.
14. *Whittle MW.* Gait analysis – an introduction. 3rd Ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Удочкина Лариса Альбертовна**, д-р мед. наук, доцент, зав. кафедрой анатомии ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России

**Воронцова Ольга Ивановна**, канд. полит. наук, руководитель Центра коллективного пользования по созданию мультимедиаконтента с элементами виртуальной реальности ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России

**Гончарова Людмила Анатольевна**, д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры детской хирургии ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России

**Мазин Игорь Геннадьевич**, специалист Центра коллективного пользования по созданию мультимедиаконтента с элементами виртуальной реальности ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России

**Larisa A. Udochkina**, MD, Associate Prof., Head of Department of anatomy of Astrakhan State Medical University

**Olga I. Vorontsova**, Ph.D of political Science, Head of Innovation and technology center for multimedia content of Astrakhan State University

**Ludmila A. Goncharova**, MD., Associate Prof., Prof. of Department of pediatric surgery of Astrakhan State Medical University

**Igor G. Mazin**, Specialist of Department of pediatric surgery of Astrakhan State Medical University

