

# ОСОБЕННОСТИ ПОХОДКИ ДЕТЕЙ С ПЛОСКОВАЛЬГУСНОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ СТОП

Удочкина Л.А., Воронцова О.И., Гончарова Л.А.

Кафедра нормальной и патологической анатомии, Астраханский государственный медицинский университет  
Инновационно-технологический центр по созданию мультимедиаконтента  
Астраханский государственный университет  
Кафедра детской хирургии, Астраханский государственный медицинский университет  
udochkin-lk@mail.ru

## Abstract

### THE MAIN FEATURES OF CHILDREN'S GAIT WITH FLAT FOOT DEFORMITIES

Udochkina L.A., Vorontsova O.I., Goncharova L.A.

The problem of flat foot is one of the main directions in the practice of modern orthopedics. The progression of local lesions of the feet leads to the development of pathological processes in all large joints of the lower extremities and in the spine.

**Purpose.** To determine the features of the gait of children with flat foot deformity. Twelve healthy children and eleven children with a diagnosis of valgus flat foot deformity at the age of 11-14 years were examined. The instrumental base of the study was the motion capture system from Vicon (Great Britain). The main parameters of the gait cycle, as well as the kinematic parameters, such as the angular movement of the foot in the ankle joint, have been investigated.

In the group of healthy children higher cadence values ( $124 \pm 7.07$  steps / min) were noted compared with the second group ( $110 \pm 10.04$  steps / min), the duration of the double support period ( $0.22 \pm 0.17$  sec and  $0,37 \pm 0.41$  sec, respectively). The dynamics of the supination and pronation angles of the foot in children with flat foot deformity coincide with the same dynamics in healthy children, however, throughout the entire gait cycle, they have a decrease in the average values of all the dynamic parameters under study.

**Conclusions.** Gait analysis in healthy children and with flat foot deformity revealed significant differences in the duration of periods of single and double support, length, width and half-step time, as well as cadence. The kinematic and kinetic parameters in the gait cycle change parallel in both groups, however, the angular movements of the foot in the frontal plane in children with flat foot deformity showed a significant increase(decrease) in pronation in all events of the gait cycle compared to the group of healthy children

**Key words:** gait analysis, biomechanical parameters, planovalgus deformity, Vicon motion capture system, angular movement of the foot in the ankle joint.

---

Проблема плоскостопия является одной из основных в практике современной ортопедии. Это обусловлено в первую очередь значительной частотой этого заболевания среди населения. Плоскостопие поражает в основном лиц молодого возраста, занимает до 26,4% всей ортопедической патологии и до 81,5% среди деформаций стоп [1].

Прогрессирование локального поражения стоп ведет к развитию патологических процессов во всех крупных суставах нижних конечностей и в позвоночнике. Исходя из этого формируется взгляд на плоскостопие как на первичное проявление системного поражения всего опорно-двигательного аппарата [3].

Тем не менее исследованию нарушения походки у детей с диагнозом плоскостопие посвящено незначительное количество работ. Можно выделить исследование Yi-Fen Shih et al. (2012) [7], в котором автор описывает и сравнивает кинематику нижних конечностей детей с плосковальгусной деформацией различных степеней с целью получения практической информации для принятия решений при их лечении.

Некоторые работы посвящены исследованию походки детей при помощи систем захвата движения [4,5,6].

При этом в нашей стране такие исследования на инструментальном комплексе анализа движения Vicon не проводились.

**Цель.** Определить особенности походки детей с плосковальгусной деформацией стоп.

## Материал и методы исследования

Обследовано 23 ребёнка в возрасте 11-14 лет. Сформировано две группы.

В первую вошло 12 человек без патологии опорно-двигательного аппарата, во вторую – 11 детей с плосквальгусной деформацией стоп 1-2 степени (основание – заключение ортопеда).

Инструментальной базой исследования стала система захвата и анализа движения фирмы Vicon (Великобритания), состоящая из 10 инфракрасных камер T40, двухсекционной динамометрической платформы AMTI и программного обеспечения Vicon Nexus и Vicon Polygon.

Были определены основные параметры цикла шага: каденция, периоды двойной и одиночной поддержки, длина полушага и шага, ширина полушага и шага, время и скорость шага, а также индекс хромоты.

В основу исследования легли также и кинетические параметры: угловые перемещения в голеностопном суставе и мощность его работы. При проведении исследования использовалась скелетная модель Full Body Plug in Gate (URM-FRM), состоящая из 39 светоотражающих маркеров.

При анализе длительность шагового цикла была принята за 100%. Кинематические параметры рассматривали с интервалом в 10% времени от начала шагового цикла [2].

Статистическая обработка полученных данных проведена методами вариационной статистики для признаков с нормальным распределением с определением среднего арифметического значения ( $M$ ), стандартной ошибки среднего ( $m$ ). Степень точности исследования определена вероятностью безошибочного прогноза меньшим или равным 0,95%; уровнем значимости  $P \leq 0,05$ ; использован критерий Стьюдента  $t=2$  [3].

Все расчеты выполнены на IBM PC в системе электронных таблиц Microsoft Office Excel.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Основные параметры шагового цикла представлены в таблице. В группе здоровых детей наблюдаются более высокие значения каденции ( $124 \pm 7,07$  шаг/мин) по сравнению со второй группой ( $110 \pm 10,04$  шаг/мин). Также значимые различия отмечены в продолжительности периода двойной поддержки:  $0,22 \pm 0,17$  сек и  $0,37 \pm 0,41$  сек соответственно в группе здоровых детей и с плосквальгусной деформацией стоп.

Можно предположить, что увеличение периода двойной поддержки связано со снижением рессорной функции стопы. Сокращение времени одиночной поддержки, и увеличение ширины полушага свидетельствует о проблемах, связанных с сохранением устойчивости в процессе шагового цикла [1].

Таблица

Основные параметры шагового цикла

Группы	Каденция (шаг/мин)	Период двойной поддержки (с)	Период одиночной поддержки (с)	Длина полушага (м)	Время Полушага (с)	Ширина Полушага (м)	Длина шага (м)	Время шага (с)	Скорость шага (м/с)	Индекс хромоты (ед.)
1	124 $\pm 7,07$	0,22 $\pm 0,17$	0,31 $\pm 0,17$	0,57 $\pm 0,04$	0,47 $\pm 0,03$	0,11 $\pm 0,02$	1,03 $\pm 0,11$	0,98 $\pm 0,06$	1,06 $\pm 0,15$	0,90 $\pm 0,1$
2	110 $\pm 10,04^*$	0,37 $\pm 0,41^*$	0,27 $\pm 0,35^*$	0,61 $\pm 0,05^*$	0,55 $\pm 0,05^*$	0,15 $\pm 0,05^*$	1,22 $\pm 0,11$	1,11 $\pm 0,11$	1,11 $\pm 0,18$	0,90 $\pm 0,19$

Примечание: \* отмечены параметры, имеющие значимые различия с группой сравнения ( $p < 0,05$ ).

Вместе с тем нами не выявлены значимые различия между такими параметрами как индекс хромоты, скорость шага, время шага, длина шага (см. таблицу), что с результатами исследований ряда ученых.

При исследовании кинематических параметров цикла походки больных плосковальгусной деформацией стоп особое место занимает регистрация и анализ угловых перемещений стопы во фронтальной плоскости – супинации и пронации.

В нашем исследовании в группе здоровых детей было зафиксировано волнообразное изменение углов супинации и пронации, включающих по два пика. Первый пик супинации соответствовал окончанию опорной фазы – отрыву большого пальца лидирующей ноги от опоры (50% времени шагового цикла), он составил  $8,01 \pm 0,7^\circ$ . Вторым пиком зафиксирован в конечном отрезке фазы полета (92% времени шагового цикла), его величина –  $5,03 \pm 0,4^\circ$ . Увеличение угла пронации до  $3,34 \pm 0,4^\circ$ , зарегистрировано в начальном отрезке опорной фазы (10% времени шагового цикла), что соответствует загрузке заднего отдела стопы лидирующей конечности. Вторым пиком пронации, составивший  $13,24 \pm 0,8^\circ$ , зафиксирован в середине фазы полета (80% времени шагового цикла), наблюдается при аддукции конечностей.

Исследования углов супинации и пронации стопы у детей с плосковальгусной деформацией стоп (группа 2) выявило идентичность динамики угловых перемещений со здоровыми детьми (группа 1), однако на протяжении всего шагового цикла у них наблюдается снижение средних значений показателей всех исследуемых динамических параметров.

Так, углы супинации, совпадая по временным интервалам с группой сравнения, составили  $-14,7 \pm 0,8^\circ$  и  $-18,06 \pm 0,7^\circ$  соответственно на 50% и 92% времени шагового цикла, а пронации  $-2,01 \pm 0,4^\circ$  и  $-3,03 \pm 0,6^\circ$  на 10% и 80% времени шагового цикла. Отрицательные значения угла пронации свидетельствуют об увеличении внутреннего вращения стопы во всех событиях шагового цикла у детей с плосковальгусной их деформацией.

Выявленные различия могут стать прогностическими критериями при диагностике ранних форм плосковальгусной деформации у детей методом анализа цикла шага.

## Выводы

Анализ походки у здоровых детей и с плосковальгусной деформацией стоп выявил значимые различия продолжительности периодов одиночной и двойной поддержки, длины, ширины и времени полушага, а также каденции.

Кинематические и кинетические параметры в цикле шага изменяются параллельно в обеих группах.

Во фронтальной плоскости у детей с плосковальгусной деформацией стоп выявлено значительное увеличение пронации во всех событиях шагового цикла по сравнению с группой здоровых детей.

## Список литературы

1. Конюхов М.П., Лапкин Ю.А., Янов А.Н. Тактика и принципы лечения врожденной деформации стоп у детей // Оптимальные технологии диагност и лечения в детской ортопедии и ортопедии, ошибки и осложнения. Материалы симп. Детских травматологов ортопедов России. Волгоград, 2003. – с. 329–334.
2. Удочкина Л.А., Воронцова О.И., Галушко Т.Г., Гончарова Л.А., Ахминеева А.Х., Мазин И.Г. Анализ движений в коленном суставе в шаговом цикле у юношей и мужчин 17-25 лет // Курский научно-практический вестник Человек и его здоровье. 2016. № 4. С. 94-99.
3. Шишкина А.А. Профилактика и лечение статико-динамического плоскостопия у школьников: Дис. канд. мед.наук: (14.00.22) / А.А. Шишкина; Самар.гос. мед.ун-т. Самара, 2000. – 126 с.
4. Hunt A.E., Smith R.M. Mechanics and control of the flat versus normal foot during the stance phase of walking. – *Clinical Biomechanics*. – № 19 (4), 2004. – p. 1-7.
5. Iaquinto J.M., Wayne J.S. Effects of Surgical Correction for the Treatment of Adult Acquired Flatfoot Deformity: A Computational Investigation. – *Journal of Orthopaedic Research*. – № 29 (7), 2011. – p. 32-37.
6. Levinger P., Murley G.S., Barton C.J., Cotchett M.P., McSweeney S.R., Menz H.B. A comparison of foot kinematics in people with normal- and flat-arched feet using the Oxford Foot Model. – *Gait Posture*. №32 (4), 2010. – p. 19-23.
7. Yi-Fen Shih, Chao-Yin Chen, Wen-Yin Chen, Hsiu-Chen Lower extremity kinematics in children with and without flexible flatfoot: a comparative study. – *BMC Musculoskeletal Disord*. – № 13, 2012.