

*Удочкина<sup>1</sup> Л.А., Воронцова<sup>2</sup> О.И., Гончарова<sup>1</sup> Л.А., Галушко<sup>1</sup> Т.Г.*

**КИНЕМАТИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ ГОЛЕНОСТОПНОГО  
СУСТАВА У ДЕТЕЙ В НОРМЕ И ПАТОЛОГИИ**

*<sup>1</sup> Астраханский государственный медицинский университет,  
Астрахань, Россия*

*<sup>2</sup> Астраханский государственный университет, Астрахань, Россия*

*Голеностопный сустав, выполняя опорную и локомоторную функции, является одним из самых сложных в биомеханическом отношении. Цель исследования - оценка кинематических параметров голеностопного сустава в шаговом цикле у детей в норме и при плосковальгусной деформации стоп. Материал и*

методы. С использованием системы захвата и анализа движения фирмы Vicon (Vicon, Oxford, Great Britain) обследовано 15 здоровых детей в возрасте 9-12 лет и 12 мальчиков с диагнозом «плосковальгусная деформация стопы» различного генеза. Результаты. В шаговом цикле движения стопы в голеностопном суставе имеют волнообразный характер. Выявлены статистически значимые различия кинематических параметров в группе детей с плосковальгусной деформацией стоп, проявляющиеся в изменении средних значений углов супинации и абдукции стопы и увеличении амплитуды движений в голеностопном суставе.

Ключевые слова: голеностопный сустав, кинематические параметры, Vicon.

**Udochkina<sup>1</sup> L.A., Vorontsova<sup>2</sup> O.I., Goncharova<sup>1</sup> L.A., Galushko<sup>1</sup> T.G.**  
**KINEMATIC PROFILE OF THE ANKLE JOINT IN CHILDREN IN NORM AND PATHOLOGY**

<sup>1</sup> Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

<sup>2</sup> Astrakhan State University, Astrakhan, Russia

*The ankle joint performing supporting and locomotive functions, is one of the most complex ones in regards to biomechanics. The aim of the study was the evaluation of kinematic parameters of the ankle joint during step cycle in children in norm and in planovalgus deformity. Materials and methods. 15 healthy children aged between 9 and 12 years and 12 boys diagnosed with "planovalgus deformity" of different genesis were examined using the Vicon system of motion capture and analysis (Vicon, Oxford, UK). Results. In the step cycle, the foot movements in the ankle joint are undulating. The statistically significant differences of kinematic parameters were detected in the group of children with planovalgus deformity. They manifested as changes in the mean values of the supination and abduction angles of the foot, and increasing amplitude of movements of the ankle joint.*

*Key words: ankle joint, kinematic parameters, Vicon.*

Голеностопный сустав, выполняя опорную и локомоторную функции, является одним из самых сложных в биомеханическом отношении. Современные методы исследования, в частности системы видеоанализа, дают возможность создавать трехмерные модели, позволяющие получать объективную информацию о движениях сегментов локомоторного аппарата человека [3, 15, 16, 17].

Цель исследования - оценка кинематических параметров голеностопного сустава в шаговом цикле у детей в норме и при плосковальгусной деформации стоп.

Материалы и методы. В работе использована система захвата и анализа движения фирмы Vicon (Vicon, Oxford, Great Britain). За основу принята схема шагового цикла, разработанная авторами. Объектом исследования стали 12 мальчиков в возрасте 9-12 лет с диагнозом «плосковальгусная деформация стопы» различного генеза; из 15 здоровых детей данной возрастной категории была сформирована группа сравнения. Исследование про-

водилось с информированного согласия родителей в соответствии с этическими требованиями (Протокол № 12 от 17.09.2018).

**Результаты.** У здоровых детей отмечены волнообразные изменения средних значений угла супинации стопы, представленные разнонаправленными «пиками» (минимальным и максимальным) в каждой фазе цикла. Минимальные его значения в фазе опоры соответствуют начальному её периоду и составляют  $27,8 \pm 0,61^\circ$ , а максимальные - приходится на период подготовки к переносу нижней конечности ( $41,1 \pm 0,5^\circ$ ). Амплитуда движения супинация-пронация стопы в фазе опоры составляет  $13,3 \pm 0,59^\circ$ . В фазе переноса минимальное значение этого угла приходится на период начала переноса нижней конечности –  $28,3 \pm 0,74^\circ$ , максимальное -  $41,7 \pm 0,64^\circ$  в период окончания её переноса. Амплитуда движения стопы вокруг вертикальной оси составила  $17,9 \pm 0,68^\circ$ . В группе детей с плосковальгусной деформацией стопы в обеих фазах шагового цикла установлено статистически значимое снижение значений углов супинации стопы по сравнению с группой сравнения: в фазе опоры на  $13,1 \pm 0,32^\circ$ , а в фазе переноса – на  $15,9 \pm 0,44^\circ$ .

Анализ движения стопы вокруг сагиттальной оси показал, что в группе сравнения в процессе шагового цикла она находится в положении абдукции, угол которой постоянно меняется. В начальном периоде фазы опоры наблюдается минимальная его величина -  $6,9 \pm 0,9^\circ$ , максимальное значение угла абдукции соответствует периоду начала переноса нижней конечности –  $11,8 \pm 0,8^\circ$ . В фазе переноса минимум угла абдукции соответствует периоду начала переноса –  $6,04 \pm 0,78^\circ$ , а максимум - периоду окончания переноса ( $11,7 \pm 0,68^\circ$ ) нижней конечности. В группе детей с деформацией стоп наблюдается асимметрия пиковых значений в разных фазах цикла (фаза опоры максимально -  $16,9 \pm 0,52^\circ$ , фаза переноса максимально -  $12,6 \pm 0,4^\circ$ , фаза опоры минимально -  $4,64 \pm 0,3^\circ$ , фаза переноса минимально -  $2,43 \pm 0,21^\circ$ ).

**Выводы.** В шаговом цикле движения стопы в голеностопном суставе имеют волнообразный характер. На протяжении всего цикла шага стопа находится в положении супинации, значения которой меняются в зависимости от периодов фаз опоры и переноса нижней конечности. Движения стопы вокруг сагиттальной и фронтальной осей также имеют волнообразный характер с чередованием разнонаправленных движений в каждой фазе цикла. Выявлены статистически значимые различия кинематических параметров в группе детей с плосковальгусной деформацией стоп, проявляющиеся в изменении средних значений углов супинации и абдукции стопы и увеличении амплитуды движений в голеностопном суставе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Борзиков В.В. Видеоанализ движений человека в клинической практике (обзор) // СТМ. – 2015 – т. 7. - №4. – С. 201-210.

3–4 октября 2019 г. Минск, Республика Беларусь

---

2. Andriacchi T.P., Alexander E.J. Studies of human locomotion: past, present and future. // *J Biomech* 2000; 33(10):1217-1224, [http://dx.doi.org/10.1016/S0021-929\(00\)00061-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-929(00)00061-0).
3. Herda L., Fua P., Plänkers R., Boulic R., Thalmann D. Using skeleton-based tracking to increase the reliability of optical motion capture. // *Hum Mov Sci* 2001; 20(3): 313-341, [http://dx.doi.org/10.1016/s0167-9457\(01\)00050-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0167-9457(01)00050-1).
4. Royo Sánchez A.C., Aguilar Martin J.J., Santolaria Mazo J. Development of a new calibration procedure and its experimental validation applied to a human motion capture system. // *J Biomech Eng* 2014; 136(12): 124502, <http://dx.doi.org/10.1115/1.4028523>.