

**Воронцова Ольга Ивановна, к.п.н.**  
**Vorontcova Olga Ivanovna**  
Руководитель ЦКП  
«Трехмерное исследование биомеханики движения»  
Head of center  
«Three-dimensional study biomechanics of motion»  
Астраханский государственный университет  
Astrakhan State University  
Астрахань, Россия  
Astrakhan, Russia

**ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНОГО ВИДЕОАНАЛИЗА В ОЦЕНКЕ  
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОХОДКИ  
ЧЕЛОВЕКА С ВЕСТИБУЛЯРНЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ**

**APPLICATION OF THREE-DIMENSIONAL VIDEO ANALYSIS IN THE  
EVALUATION OF THE TEMPORAL AND SPATIAL CHARACTERISTICS  
OF HUMAN GAIT WITH VESTIBULAR DISORDERS**

**Аннотация:** в статье рассмотрены пространственно-временные характеристики походки лиц с вестибулярными расстройствами в сравнении с контрольной группой. Исследования проведены при помощи системы трехмерного видеоанализа данных Vicon. Выявлено снижение скорости походки, каденции, увеличение ширины и длины шага.

**Abstract:** the article considers the spatial-temporal characteristics of the gait of persons with vestibular disorders in comparison with the control group. The studies were carried out using the Vicon 3D video data analysis system. A decrease in gait speed, cadence, an increase in the width and length of the step was revealed.

**Ключевые слова:** походка, пространственно-временные характеристики, скорость походки, длина шага, ширина шага, вестибулярные расстройства.

**Key words:** gait, spatial-temporal characteristics, gait speed, stride length, stride width, vestibular disorders.

Трехмерный видеоанализ походки – современная технология оценки функции опорно-двигательного аппарата (ОДА) человека, основанная на маркерной технологии захвата движения. В клинической биомеханике и

реабилитации количественный трехмерный видеоанализ данных является мощным инструментом, который используется для оценки состояния ОДА, выявления факторов рисков травмы, реабилитации и восстановления утраченных двигательных функций [1].

Биомеханические клинические исследования, выполненные при помощи трехмерного видеоанализа данных, показывают, что комбинированные действия суставов и мышц представляют уникальный для каждого человека паттерн походки. Вариабельность походки у здорового человека зависит от ряда внешних и внутренних факторов, гендерных и половозрастных различий. При возникновении дегенеративных нарушений и заболеваний происходят значительные изменения основных параметров походки, прежде всего, пространственно-временных и кинетических характеристик.

У людей с нарушениями функции равновесия или вестибулярными расстройствами часто наблюдаются нарушения походки, как правило, они сообщают о постуральной неустойчивости, чаще падают. Целью данного исследования стало определение пространственно-временных характеристик походи у лиц с нарушением равновесия и сравнительный анализ с данными характеристиками контрольной группы условно здоровых людей, для выявления диагностических критериев, связанных с дисфункцией походки при вестибулярных расстройствах.

**Методы исследования.** Исследования выполнены в Центре коллективного пользования «Трехмерное исследование биомеханики движения» Астраханского государственного университета. В работе использована система трехмерного видеоанализа данных Vicon. В состав программно-аппаратного комплекса Vicon входят инфракрасные камеры Vicon T40 (10 шт), видеокамеры Vicon Bonita (2 шт), Vicon Gyganet (2 шт), динамометрическая платформа AMTI, программное обеспечение Vicon Polygon и Vicon Nexus.

В исследовании принимали участие 16 добровольцев мужского пола. Средний возраст испытуемых составил  $58 \pm 3$  лет, вес –  $72 \pm 4$  кг, рост –  $172 \pm 6$  см. У испытуемых были диагностированы вестибулярные нарушения, выявленные

врачом, все обращались с жалобами на дисфункцию равновесия и баланса. В контрольной группе состоял 21 условно здоровый испытуемый мужского пола. Средний возраст испытуемых в контрольной группе составил  $56\pm 4$  лет, вес –  $74\pm 4$  кг, рост –  $176\pm 4$  см.

Фиксировались следующие пространственно-временные характеристики походки: скорость ходьбы, ширина шага, длина шага, каденция, время двойной поддержки, время одиночной поддержки. Скорость ходьбы определялась как скорость перемещения центра массы в направлении движения. Ширина шага определялась как расстояние между центрами голеностопных суставов по медиолатеральной линии. Длина шага определялась как расстояние от точки начального контакта одной стопы при касании с опорой до точки начального контакта противоположной ноги с опорой. Каденция определялась как частота выполненных шагов в минуту. Время двойной поддержки – период времени, в течение которого обе ноги находятся в контакте с опорной поверхностью. Время одиночной поддержки – период времени, когда только одна нога находится в контакте с опорой.

Для статистического анализа данных использовалась программа MathCad. Оценку точности проводили с помощью критерия Стьюдента ( $t=2$ ,  $p=<0,05$ ).

#### **Результаты исследования.**

Для проведения исследования использовалась маркерная модель Plug-In-Gait Full Body, которая включает в себя 39 светоотражающих маркеров. Испытуемым предлагалось выполнить 4 проходы по динамометрической платформе. Скорость походки у испытуемых составила  $1,16\pm 0,5$  м/с (в контрольной группе -  $1,41\pm 0,4$  м/с). Каденция в группе у лиц с вестибулярными нарушениями составила  $110\pm 3$  шагов в минуту (в контрольной группе  $118\pm 2$  ш/м). Ширина шага у испытуемых варьировалась в пределах  $9,86\pm 0,5$  м. (в контрольной группе  $8,16\pm 0,7$  м.). Длина шага в группе испытуемых составила  $69,7\pm 0,5$  м. (в контрольной группе  $64,2\pm 0,4$  м.). Время двойной поддержки в обеих группах примерно одинаковое  $24,1\pm 0,4$  (в контрольной группе  $24,6\pm 0,3$ ).

Все полученные пространственно-временные характеристики приведены в Таблице 1.

Таблица 1

**Пространственно-временные характеристики походки**

	Скорость походки (м/с)	Каденция (шаг/мин)	Ширина шага (м)	Длина шага (м)	Время двойной поддержки	Время одионочной поддержки
Контрольная группа	1,41±0,4	118±2	8,16±0,7	64,2±0,4	24,6±0,3	12,4±0,4
Группа испытуемых	1,16±0,5	110±3	9,86±0,5	69,7±0,5	24,1±0,4	11,6±1,2

**Обсуждение и выводы.**

Ученые давно интересуются вопросами нарушения походки лиц с вестибулярными расстройствами. Так G. Marchetti с соавторами исследовал походку лиц с вестибулярной дисфункцией при различных прилагаемых обстоятельствах, в том числе при преодолении препятствий [2]. С.Д. Hall с соавторами в своих исследованиях продемонстрировали снижение скорости ходьбы у лиц с вестибулярными расстройствами [3]. А С. McGibbon с соавторами выявили нестабильности длины и ширины шага в выборке у людей с вестибулярной дисфункцией [4].

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что люди с вестибулярными расстройствами передвигаются с более широкой шириной шага. Причем, если ширина шага приближалась к параметрам контрольной группы, то наблюдалось значительное снижение скорости походки. Испытуемые с вестибулярными нарушениями передвигались с повышенной вариабельностью времени одионочной поддержки, сниженной скоростью ходьбы и пониженной каденцией.

Основная цель настоящего исследования заключалась в описании различий пространственно-временных характеристик походки, демонстрируемых людьми с нарушением вестибулярной функции.

Работы выполнены в рамках программы развития Астраханского государственного университета «Приоритет 2030».

#### **Библиографический список:**

1. Colyer, S.L., Evans, M., Cosker, D.P. et al. A Review of the Evolution of Vision-Based Motion Analysis and the Integration of Advanced Computer Vision Methods Towards Developing a Markerless System. *Sports Medicine*. Springer. №4 (24), 2018. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.researchgate.net/publication/325570012> (дата обращения 10.01.2022) doi:10.1186/s40798-018-0139
2. Marchetti G.F., Whitney S.L., Blatt P.J et al. Temporal and spatial characteristics of gait during performance of the dynamic gait index in people with and people without balance or vestibular disorders. *Physical Therapy*. Published online February 21, 2008. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18292216> (дата обращения 12.01.2022) doi: 10.2522/ptj.20070130
3. Hall C.D., Herdman S.J. Reliability of clinical measures used to assess patients with peripheral vestibular disorders. *Journal of Neuro Physical Therapy*, 2006. №30. pp. 74–81.
4. McGibbon C.A., Krebs D.E., Wolf S.L. et al. Tai Chi and vestibular rehabilitation effects on gaze and whole-body stability. *Journal of Vestibular Research*, 2004. №14. pp. 467–478.