

## НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У ПАЦИЕНТОВ С ПЛОСКОСТОПИЕМ И ВАЛЬГУСНОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ 1-ГО ПАЛЬЦА СТОПЫ

Т.К. Верховина<sup>1, 2</sup>, Е.Г. Ипполитова<sup>1</sup>, И.Н. Кинаш<sup>1</sup>, Е.С. Цысляк<sup>1</sup>,  
Ч.З. Бутаев<sup>1</sup>, М.Э. Пусева<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Иркутский научный центр хирургии и травматологии, Иркутск

<sup>2</sup>Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, Иркутск

**Аннотация.** С целью изучения электронейромиографических показателей при стимуляции периферических нервов нижних конечностей пациентов с продольно-поперечным плоскостопием 2–3 стадии и вальгусной деформацией стопы в травматолого-ортопедическом отделении №1 ФГБНУ ИНЦХТ было проведено обследование 38 пациентов: 35 женщин и 3 мужчин в возрасте 30–40 лет. Всем пациентам проведено ЭНМГ исследование периферических нервов (n. tibialis et n. peroneus) для уточнения характера их функционального состояния. У 10 пациентов при ЭНМГ исследовании дополнительно изучены параметры моносинаптического Н-рефлекса. Анализ показателей ЭНМГ у пациентов с плоскостопием и Hallux valgus продемонстрировал ухудшение в функционировании периферических нервов, в большей степени выраженное для большеберцового нерва (n. tibialis). При этом параметры моносинаптического Н-рефлекса, полученные у пациентов с данной нозологической формой заболевания, указывают на наличие неврологического дефицита, наблюдаемого при синдромах сдавливания L5-S1 корешков спинного мозга при остеохондрозе поясничного отдела позвоночника. Результаты исследования позволяют предположить наличие единого патогенетического механизма развития дегенеративных процессов в суставах позвоночника (остеохондроз) и нижних конечностях (деформирующий остеоартроз крупных и мелких суставов).

**Ключевые слова:** плоскостопие, вальгусная деформация 1-го пальца стопы, электронейромиография

**Для цитирования:** Верховина Т.К., Ипполитова Е.Г., Кинаш И.Н., Цысляк Е.С., Бутаев Ч.З., Пусева М.Э. Нейрофизиологические показатели у пациентов с плоскостопием и вальгусной деформацией 1-го пальца стопы. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2022;12(3):100-106. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.3.CLIN.7>



## NEUROPHYSIOLOGICAL PARAMETERS IN PATIENTS WITH HALLUX VALGUS

T.K. Verkhozina<sup>1,2</sup>, E.G. Ippolitova<sup>1</sup>, I.N. Kinash<sup>1</sup>, E.S. Tsyslyak<sup>1</sup>,  
Ch.Z. Butaev<sup>1</sup>, M.E. Puseva<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, Irkutsk

<sup>2</sup>Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, Irkutsk

**Abstract.** We examined 38 patients (35 women and 3 men aged 30–40 years) with stage 2 and 3 hallux valgus in the department of traumatology and orthopedics of the Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology to study the electroneuromyographic parameters during stimulation of the peripheral nerves of the lower extremities. All patients underwent electroneuromyographic study of peripheral nerves (*n. tibialis* and *n. peroneus*) to clarify the nature of their injuries. In 10 patients, the parameters of the monosynaptic H-reflex were additionally studied. Analysis of electroneuromyographic parameters in patients with hallux valgus demonstrated a deterioration in the peripheral nerves functioning, which was more pronounced for the tibial nerve (*n. tibialis*). At the same time, the parameters of the monosynaptic H-reflex obtained in patients with hallux valgus indicate the presence of a neurological deficit observed in the compression of the L5–S1 roots of the spinal cord in lumbar osteochondrosis. The results of the study suggest the presence of a single pathogenetic mechanism for the development of degenerative processes in the spinal joints (osteochondrosis) and limbs (deforming osteoarthritis of large and small joints).

**Key words:** foot deformity, electroneuromyography

**Cite as:** Verkhozina T.K., Ippolitova E.G., Kinash I.N., Tsyslyak E.S., Butaev Ch.Z., Puseva M.E. Neurophysiological parameters in patients with hallux valgus. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2022;12(3):100-106. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.3.CLIN.7>

## Введение

Продольно-поперечное плоскостопие стопы с наружным искривлением большого пальца стопы (Hallux Valgus) (код МКБ: М 20.1) отмечается у 15–58 % взрослого населения [1, 2]. Удельный вес Hallux Valgus составляет от 72 до 80 % среди заболеваний ортопедической патологии стопы [2, 3]. Заболевание в основном проявляется у лиц молодого, трудоспособного возраста. При этом женщины болеют в 10 раз чаще мужчин [4, 5].

По мнению ряда отечественных и зарубежных авторов причиной плоскостопия и вальгусной деформации первого пальца стопы является слабость сумочно-связочного и мышечного аппарата стопы, обусловленная рядом причин [6, 7].

Внешние причины – травмы, длительное пребывание на ногах, ношение неудобной, узкой обуви (32 %), лишний вес. Внутренние – унаследованные гипермобильность суставов,

поперечное и продольное плоскостопие [8]. Вальгусная деформация первого пальца стопы может формироваться при ревматоидном артрите, нейрогенных нарушениях (32 %), контрактурах голеностопного сустава, обусловленного несостоятельностью ахиллова сухожилия и икроножной мышцы (11 %).

Нейродистрофические изменения в 1-м плюснефаланговом суставе могут проявляться болевым синдромом на любой стадии рефлекторных, корешковых и сосудистых проявлений вертебральной патологии [7, 8], что указывает на наличие единого дистрофического процесса в организме при первичном (деформирующем) остеоартрозе, ревматоидном артрите, гормональной спондилопатии. Наличие патологических импульсов от позвоночных двигательных сегментов, например, при спондилопериартрозе, приводит к нарушению иннервации и нейротрофическим расстройствам, нарушению

кровообращения в околосуставных тканях и суставах стопы и далее к дегенеративно-дистрофическим изменениям с формированием артроза суставов 1-го пальца стопы.

Ранее нами были получены данные, демонстрирующие наличие корешковых изменений, характерных для поясничного остеохондроза (n. tibialis et n. peroneus), у пациентов с гонартрозом, которые свидетельствуют об одновременно протекающем дегенеративно-дистрофическом процессе в суставах позвоночника и коленных суставах [9]. Подобный патогенетический механизм, возможно, существует и при изменениях в суставах стопы, поэтому использование в диагностике ЭНМГ-исследований позволяет диагностировать скрытые субклинические нейропатии. На практике пациенты с плоскостопием и вальгусной деформацией стоп наблюдаются у травматолога-ортопеда без учета проблем с позвоночником и единой патогенетической цепочки указанных заболеваний. Ранняя диагностика заболеваний позвоночника и стоп имеет не только профилактическое значение, но и позволяет своевременно проводить адекватное лечение, направленное на стабилизацию процесса и, в конечном итоге, улучшает качество жизни пациента.

При обзоре литературы мы не встретили данных об изучении неврологических проявлений плоскостопия и вальгусной деформации пальцев стоп, что и определило цель настоящего исследования.

**Целью работы** явилось изучение показателей электронейромиографии нижних конечностей у пациентов с плоскостопием и вальгусной деформацией пальцев стоп.

#### **Объекты и методы исследования**

В травматолого-ортопедическом отделении № 1 ФГБНУ ИНЦХТ было проведено обследование 38 пациентов с плоскостопием 2–3 ст. и вальгусной деформацией стопы 3–4-й стадии. Среди пациентов преобладали

женщины – 35 человек, средний возраст 35 лет; мужчин было трое, средний возраст 40 лет. Всех пациентов беспокоили боли в области переднего отдела стопы, в большей степени выраженные по медиальной поверхности в покое и при ходьбе, нарушение походки. При наличии данной ортопедической патологии пациенты не предъявляли жалоб в поясничном отделе позвоночника и не обращались к неврологу по поводу остеохондроза позвоночника. Всем пациентам было выполнено ЭНМГ-исследование периферических нервов с помощью нейромиоанализатора «Нейромиан». Анализировали показатели порога вызывания М-ответа, его амплитуду и скорость проведения возбуждения по моторным волокнам большеберцового и малоберцового нервов (n. tibialis et n. peroneus). У 10 пациентов при ЭНМГ-исследовании дополнительно изучены параметры моносинаптического Н-рефлекса, характеризующего проводимость по всей рефлекторной дуге [9].

Статистическая обработка результатов исследований проведена методом Стьюдента с определением Т-критерия для независимых выборок.

Исследование выполнено в соответствии с «Этическими принципами проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Исследование одобрено комитетом по биомедицинской этике ФГБНУ ИНЦХТ.

#### **Результаты и обсуждение**

У пациентов с комбинированным плоскостопием и вальгусной деформацией 1-го пальца стопы фиксируется неправильное распределение нагрузки, ослабление мышечно-связочного аппарата, вызывающее изменение точек опоры, и уплощение поперечного и продольного сводов (рис. 1).



**Рисунок 1.** Стопа пациента с комбинированным плоскостопием и вальгусной деформацией 1-го пальца стопы  
**Figure 1.** Foot of a patient with combined flatfoot and valgus deformity of the 1<sup>st</sup> toe

Перераспределение нагрузки на плюсне-фаланговые суставы приводит к веерообразному расхождению костей переднего отдела стопы и вызывает дисбаланс мышечной силы, в результате которого 1-й палец стопы отклоняется, вызывая прогрессирование искривления [2, 3]. Повышенное натяжение сухожилий сгибателей и разгибателей приводит к вывихам и контрактурам в суставах и формированию «молоткообразных» II–IV пальцев [5].

Анализ показателей ЭНМГ у пациентов с плоскостопием и Hallux valgus выявил нарушение функции периферических нервов, в большей степени для большеберцового нерва (n. tibialis). Проанализированы значения порогов возникновения двигательного мышечного ответа (М-ответа) при стимуляции нервов, амплитудные значения и скорость проведения возбуждения (СПВ) по ним (табл. 1).

**Таблица 1.** Средние значения показателей прямого мышечного ответа при стимуляции периферических нервов у пациентов с Hallux valgus

**Table 1.** Mean values of direct muscle response during peripheral nerve stimulation in patients with Hallux valgus

Нервы	Порог М-ответа (мА)	Амплитуда М-ответа (мкВ)	СПВ (мс)	Порог М-ответа (мА)	Амплитуда М-ответа (мкВ)	СПВ (мс)
	Правая нижняя конечность			Левая нижняя конечность		
N. tibialis	17,1 ± 5,8	1,2 ± 1,6	46 ± 4,6	19,2 ± 7,9	1,2 ± 1,3	45 ± 4,2
<b>Норма</b>	<b>12,2 ± 3,5*</b>	<b>8,0 ± 1,6*</b>	<b>40–60</b>	<b>12,2 ± 3,5*</b>	<b>8,0 ± 1,6*</b>	<b>40–60</b>
N. peroneus	5,3 ± 3,2	2,4 ± 1,1*	48 ± 4,7	4,6 ± 3,1	3,4 ± 1,5*	48 ± 4,0
<b>Норма</b>	<b>4,3 ± 3,2</b>	<b>3,4 ± 1,6</b>	<b>40–60</b>	<b>4,3 ± 3,2</b>	<b>3,4 ± 1,6</b>	<b>40–60</b>

Примечание: \* –  $p \leq 0,05$  по сравнению с нормой.

У пациентов с плоскостопием и вальгусной деформацией стоп регистрируется повышение порога прямого мышечного ответа n. tibialis и n. peroneus на обеих нижних конечностях. Наблюдается достоверное ( $p \leq 0,05$ ) снижение амплитуды М-ответа для обеих ветвей седалищного нерва при регистрации показателя справа и слева. Наиболее выраженные изменения показателей ЭНМГ (по типу нейропатии) отмечены для n. tibialis и в меньшей степени для n. peroneus, что в обоих случаях может быть следствием нарушения функции спинальных мотонейронов при корешковом синдроме на уровне L4-L5-S1 сегментов позвоночника.

Подтверждением функциональных нарушений периферических нервов на уровне соответствующего сегмента позвоночника является симптом выпадения Н-рефлекса [2, 10, 11], свидетельствующем о недостатке супраспинальных и супрасегментарных влияний. Выпадение Н-рефлекса в исследованной группе зарегистрировано у 7 человек, что составило 70 % случаев. У 3 человек (30 %) при наличии рефлекторного ответа зарегистрировано снижение его амплитуды и повышение порога возбудимости. Таким образом, в группе обследованных при ЭНМГ-исследовании отмечены нарушения функции быстропроводящих сенсорных 1a волокон, формирующих рефлекторный ответ. Изменение характеристик Н-рефлекса, вплоть до его выпадения, дает представление о функциональном торможении мотонейронов вследствие рефлекторных нарушений, вызванных болевым синдромом.

Следовательно, показатели рефлекторного ответа у пациентов с вальгусной деформацией стоп позволяют диагностировать субклинические формы выпадений на уровне позвоночно-двигательного L4-L5-S1 сегмента и

периферических нервов, клиническим выражением которых является нейропатия, требующая внимания врача в пред- и послеоперационном периодах.

### **Заключение**

У всех пациентов с плоскостопием и вальгусной деформацией стоп 3–4 степени отмечено изменение функционального состояния периферических нервов (n. tibialis и n. peroneus) на обеих конечностях. Наиболее выраженные изменения показателей ЭНМГ (по типу нейропатии) отмечены для n. tibialis и в меньшей степени для n. peroneus, что указывает на поражение корешков и спинальных мотонейронов. Обнаружено ограничение активности двигательных единиц вследствие торможения соответствующих мотонейронов или полная блокада проведения возбуждения в разных структурных элементах двигательных единиц вследствие аксонального поражения в сегментах L4-L5-S1.

Полученные нами данные позволяют предположить наличие единого патогенетического механизма дегенеративных процессов, происходящих в суставах позвоночника и мелких суставах стопы, проявлением которых является нарушение пластичности периферической и центральной нервной систем, нарушение функционального состояния периферических нервов нижних конечностей.

Использование в диагностике Hallux valgus ЭНМГ-исследований позволяет выявить изменения функционального состояния периферических нервов и скрытые субклинические нейропатии, что дает возможность врачам-травматологам правильно оценить неврологическую ситуацию в предоперационном периоде, предусмотреть возможные нарушения в раннем и позднем послеоперационном периоде.

**Литература/References**

- 1 Макинян Л.Г. Шевронная остеотомия в хирургическом лечении вальгусного отклонения первого пальца стопы: автореф. дис. канд. мед. наук. М., 2009 г. [Makinyan L.G. Chevron osteotomy in the surgical treatment of valgus deviation of the first toe: autoref. diss. candy honey. Sciences. Moscow, 2009. (In Russ)].
- 2 Черкес-Заде Д.И., Каменев Ю.Ф. Хирургия стопы. М.: Медицина, 2002. 250 с. [Cherkes-Zade D.I., Kamenev Yu.F. Foot surgery. Moscow: Medicine, 2002. 250 p. (In Russ)].
- 3 Бельский А.Г. Плоскостопие: проявление и диагностика. *Consilium medicum*. 2005;7(8):618–622. [Belenky A.G. Flatulence: manifestation and diagnosis. *Consilium medicum*. 2005;7(8):618–622. (In Russ)].
- 4 Doty J.F. Harris W.T. Hallux Valgus Deformity and Treatment: A Three-Dimensional Approach. *Foot Ankle Clin*. 2018 Jun;23(2):271–280. <http://doi:10.1016/j.fcl.2018.01.007>
- 5 Barouk L.S. Scarf osteotomy for hallux valgus correction. Local anatomy, surgical technique, and combination with other forefoot procedures. *Foot Ankle Clin*. 2000;5(3):525–558.
- 6 Карданов А.А., Макинян Л.Г., Лукин М.П. Оперативное лечение деформаций первого луча стопы: история и современные аспекты. М.: ИД «Медпрактика-М», 2008. 108 с. [Kardanov A.A., Makinyan L.G., Lukin M.P. Surgical treatment of deformations of the first foot beam: history and modern aspects. Moscow: Medpraktika-M Publishing House, 2008. 108 p. (In Russ)].
- 7 Welck M.J., Al-Khudairi N. Imaging of Hallus Valgus: How to Approach the Deformity. *Foot Ankle Clin*. 2018 Jun;23(2):183–192. <http://doi:10.1016/j.fcl.2018.01.002>
- 8 Ильиных А.Р. Hallux valgus: эпидемиология и лечение. Научно-технический прогресс как механизм развития современного общества: сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2019. С. 64–65. [Ilyinykh A.R. Hallux valgus: epidemiology and treatment. Scientific and technical progress as a mechanism for the development of modern society: a collection of articles International Scientific and Practical Conference. Ufa, 2019. P. 64–65. (In Russ)].
- 9 Coughlin M.J., Jones C.P. Hallux Valgus: Demographics, Etiology, and Radiographic Assessment. *Foot & Ankle International*. 2007;28:759–777. <https://doi.org/10.3113/FAI.2007.0759>
- 10 Верхозина Т.К., Ипполитова Е.Г., Арсентьева Н.И., Цысляк Е.С. Функциональное состояние периферических нервов нижних конечностей у больных деформирующим артрозом коленного сустава. *ACTA BIO-MEDICA SCIENTIFICA*. 2018;3(2):61–67. [Verhozina T.C., Ippolitova E.G., Arsenyeva N.I., Tsysslyak E.S. Functional state of peripheral nerves of the lower extremities in patients with deforming arthrosis of the knee joint. *ACTA BIOMEDICA SCIENTIFICA*. 2018;3(2):61–67. (In Russ)]. <https://doi.org/10.29413/ABS.2018-3.2.11>
- 11 Борин В.В., Лебедева М.Н., Кирилина С.И. Система гемостаза при высокотравматичных вмешательствах на позвоночнике и крупных суставах. *Современные проблемы науки и образования*. 2018;5. [Borin V.V., Lebedeva M.N., Kirilina S.I. Hemostasis system for high-traumatic interventions on the spine and large joints. *Modern problems of science and education*. 2018;5. (In Russ)]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=28133>

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Competing interests.** The authors declare no competing interests.

**Финансирование.** Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

**Funding.** This research received no external funding.

**Соответствие нормам этики.** Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе.

**Compliance with ethical principles.** The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study.

**Авторская справка****Верхозина Татьяна****Константиновна**

кандидат медицинских наук, заведующая отделением функциональных методов диагностики и лечения, Иркутский научный центр хирургии и травматологии; доцент кафедры рефлексотерапии и косметологии, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, Иркутск, Россия

E-mail: tkverhozina@gmail.com

ORCID 0000-0003-3136-5005

Вклад 20 % – разработка концепции исследования, анализ данных литературы

**Ипполитова Елена****Геннадьевна**

научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, Иркутский научный центр хирургии и травматологии, Иркутск, Россия

E-mail: elenaippolitova@mail.ru

ORCID 0000-0001-7292-2061

Вклад 20 % – разработка концепции исследования, анализ данных литературы

**Кинаш Ирина****Николаевна**

врач-лаборант лаборатории клинической диагностики, Иркутский научный центр хирургии и травматологии, Иркутск, Россия

E-mail: kinash60@mail.ru

ORCID 0000-0002-5240-6454

Вклад 15% – изучение клинического материала, анализ данных

**Цысляк Елена****Сергеевна**

научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, Иркутский научный центр хирургии и травматологии, Иркутск, Россия

E-mail: helenasergeevna@mail.ru

ORCID 0000-0002-5240-6454

Вклад 15% – изучение клинического материала, анализ данных

**Бутаев Чингиз****Захирович**

младший научный сотрудник научно-клинического отдела травматологии, заведующий операционным блоком, Иркутский научный центр хирургии и травматологии, Иркутск, Россия

E-mail: chingiz-2307@mail.ru

ORCID 0000-0002-2749-2768

Вклад 15% – анализ полученных результатов, подготовка выводов и заключения

**Пусева Марина****Эдуардовна**

кандидат медицинских наук, доцент, заведующая травматолого-ортопедическим отделением, Иркутский научный центр хирургии и травматологии; доцент кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, Иркутск, Россия

E-mail: puseva@rambler.ru

ORCID 0000-0002-9136-3354

Вклад 15% – анализ полученных результатов, подготовка выводов и заключения