

DOI: 10.17650/2222-8721-2021-11-2-28-34



Медиальный подошвенный нерв: нормативные параметры электронейромиографического исследования у взрослых

Д.А. Гришина, Н.А. Супонева

ФГБНУ «Научный центр неврологии»; Россия, 125367 Москва, Волоколамское шоссе, 80

Контакты: Дарья Александровна Гришина dgrishina82@gmail.com

Введение. Исследование чувствительной порции медиального подошвенного нерва актуально не только при обследовании пациентов с мононевропатией большеберцового нерва или его ветвей, но и в диагностике полинейропатий.

Цель исследования – проанализировать нормативные параметры сенсорного потенциала, регистрируемого при исследовании медиального подошвенного нерва ортодромным методом, у здоровых взрослых.

Материалы и методы. На приборе Dantec Keypoint G4 (Дания) проведено исследование 126 чувствительных волокон медиальных подошвенных нервов у 63 здоровых лиц (31 мужчина и 32 женщины; возраст от 20 до 80 лет). Выделены 3 группы с учетом возраста: в 1-ю группу вошли здоровые лица в возрасте от 20 до 39 лет ($n = 23$), 2-ю группу составили лица от 40 до 60 лет ($n = 20$), и 3-ю – старше 60 лет ($n = 20$). Проанализированы параметры сенсорного потенциала медиального подошвенного нерва.

Результаты. Сенсорный потенциал при исследовании чувствительной порции медиального подошвенного нерва был зарегистрирован у всех 126 здоровых испытуемых. Сравнительный статистический анализ не продемонстрировал значимых различий между группами 1–3 величин таких параметров сенсорного потенциала, как латентность начала, длительность негативной фазы и скорость распространения возбуждения. При этом в группах 2 и 3 величина амплитуды от пика до пика сенсорного потенциала оказалась достоверно ниже по сравнению с группой 1 и составила в среднем 8,92 и 7,86 мкВ соответственно.

Выводы. Знание нормативных параметров позволит расширить использование электронейромиографического исследования чувствительной порции медиального подошвенного нерва в клинической и исследовательской практике.

Ключевые слова: медиальный подошвенный нерв, чувствительная порция, электронейромиография, сенсорный потенциал, нормативные параметры, ортодромный метод

Для цитирования: Гришина Д.А., Супонева Н.А. Медиальный подошвенный нерв: нормативные параметры электронейромиографического исследования у взрослых. Нервно-мышечные болезни 2021;11(2):28–34. DOI: 10.17650/2222-8721-2021-11-2-28-34.

Medial plantar nerve: normative parameters of an electroneuromyographic study in adults

D.A. Grishina, N.A. Suponeva

Research Center of Neurology; 80 Volokolamskoe shosse, Moscow 125367, Russia

Contacts: Darya Aleksandrovna Grishina dgrishina82@gmail.com

Background. The study of the sensitive portion of the medial plantar nerve is relevant not only in the examination of patients with tibial nerve mononeuropathy or its branches, but also in the diagnosis of polyneuropathies.

Objective: to analyze the normative parameters of the sensory potential recorded during the study of the medial plantar nerve by the orthodromic method in healthy adults.

Materials and methods. 126 sensitive fibers of the medial plantar nerves were studied on the Dantec Keypoint G4 device (Denmark) in 63 healthy individuals (31 men and 32 women; age from 20 to 80 years). 3 groups were identified taking into account age: group 1 included healthy people aged 20 to 39 years ($n = 23$); group 2 consisted of people aged 40 to 60 years ($n = 20$); and 3 – older than 60 years ($n = 20$). The parameters of the sensory potential of the medial plantar nerve are analyzed.

Results. The sensory potential in the study of the sensitive portion of the medial plantar nerve was registered in all 126 healthy subjects. Comparative statistical analysis did not demonstrate significant differences between groups 1–3 in the values of such parameters of the sensory potential as the latency of the onset, the duration of the negative phase and the rate of propagation of excitation. At the same time, in groups 2 and 3, the magnitude of the amplitude from peak to peak of the sensory potential was significantly lower compared to group 1, and averaged 8.92 and 7.86 MV, respectively.

Conclusion. Knowledge of the regulatory parameters will allow expanding the use of electroneuromyography of the sensitive portion of the medial plantar nerve in clinical and research practice.

Key words: medial plantar nerve, sensitive portion, electroneuromyography, sensory potential, normative parameters, orthodromic method

For citation: Grishina D.A., Suponeva N.A. Medial plantar nerve: normative parameters of an electroneuromyographic study in adults. *Nervno-myshechnye bolezni = Neuromuscular Diseases* 2021;11(2):28–34. (In Russ.). DOI: 10.17650/2222-8721-2021-11-2-28-34.

Введение

Медиальный подошвенный нерв является одной из 2 крупных конечных ветвей большеберцового нерва (сегмент L5–S1), образованных вследствие бифуркации последнего дистальнее тарсального канала (медиальной лодыжки голеностопного сустава). Медиальный подошвенный нерв является смешанным: его моторная порция иннервирует мышцу, отводящую большой палец стопы, короткий сгибатель пальцев стопы, медиальную головку короткого сгибателя большого пальца стопы и 1–2 червеобразные мышцы; сенсорная – обеспечивает чувствительную иннервацию кожи медиальной поверхности подошвы и 1–4 пальцев стопы [1].

Электронейромиографическое (ЭНМГ) исследование чувствительной порции медиального подошвенного нерва (ЧПМПН) актуально не только при компрессионном или травматическом поражении большеберцового нерва и его ветвей, которые встречаются не так часто, но и при хронических полинейропатиях, распространенность которых в популяции чрезвычайно высока и составляет около 2400 на 100 000 (2,4 %), увеличиваясь с возрастом до 8000 (8 %) [2]. Так, исследование ЧПМПН входит в научно-обоснованные рекомендации по протоколу ЭНМГ-исследования при дистальной симметричной полинейропатии [3], ряд авторов рекомендуют включать в исследование ЧПМПН для ранней (доклинической) диагностики диабетической полинейропатии как наиболее «чувствительный» тест [4–9].

Однако, как показывает практика, среди нейрофизиологов исследование ЧПМПН широкого распространения не получило. Наиболее вероятно, это обусловлено отсутствием актуальной нормативной базы. Последние крупные исследования по определению норм сенсорного потенциала (СП) ЧПМПН датируются 70–80-ми годами прошлого века (табл. 1). Большинство современных отечественных авторов продолжают ссылаться на нормы, рекомендованные 50 лет назад (С.Г. Николаев, 2015; В.Н. Команцев, 2006), а крупных современных исследований в нашей стране по определению норм параметров исследова-

ния ЧПМПН, учитывающих возраст, не проводилось. Кроме того, в нейрофизиологическом сообществе бытует мнение о том, что у лиц старшей возрастной группы исследование ЧПМПН вовсе нецелесообразно, так как СП часто в норме не регистрируется.

Цель исследования — проанализировать нормативные параметры СП, регистрируемого при исследовании ЧПМПН ортодромным методом, у взрослых; оценить реализацию СП у лиц старшей 40 лет.

Материалы и методы

Проведено ЭНМГ-исследование 126 чувствительных волокон медиальных подошвенных нервов у 63 здоровых человек (31 мужчина и 32 женщины; возраст от 20 до 80 лет). Критериями исключения из исследования являлись наличие субъективных и объективных чувствительных нарушений в нижних конечностях, наличие в анамнезе сахарного диабета, злоупотребления алкоголем и иных хронических интоксикаций, химиотерапии, травм нервов и трофических поражений кожи ног, клинически значимых дегенеративно-дистрофических изменений пояснично-крестцового отдела позвоночника и ортопедических нарушений стоп, иных доказанных полинейропатий с отсутствием сенсорных нарушений.

Стимуляционное ЭНМГ-исследование проводилось на приборе Dantec Keypoint G4 (Дания), параметры усилителя 20 Гц — 10 кГц. Исследовались чувствительные волокна медиального подошвенного нерва с 2 сторон ортодромным методом (рис. 1). Расстояние между активным отводящим электродом и катодом стимулирующего электрода не было фиксированным, зависело от длины стопы и роста пациента и составило в среднем 130 см (минимум — 110 см, максимум — 140 см). Температура кожных покровов на стопе во время исследования фиксировалась 2-кратно — перед исследованием с одной и с другой стороны — и была строго не менее 32 °С.

Выделены 3 группы с учетом возраста исследуемых лиц: в 1-ю группу вошли здоровые лица в возрасте от 20 до 39 лет, 2-ю группу составили лица от 40 до 60 лет,

Таблица 1. Обзорные данные по нормативным параметрам электронейромиографического исследования чувствительной порции медиального подошвенного нерва

Table 1. Overview data on the normative parameters of the electroneuromyographic study of the sensitive portion of the medial plantar nerve

Авторы Authors	Год публикации Year of publication	Число исследованных человек (возраст, лет) Number of people studied (age, years)	Латентность сенсорного потенциала (мс), средняя величина, стандартное отклонение (дистанция 130–140 см) Sensory potential latency (ms), average value, standard deviation (distance 130–140 cm)	Амплитуда сенсорного потенциала пик — пик (мкВ), средняя величина, стандартное отклонение Peak-to-peak sensory potential amplitude (MV), average value, standard deviation	Скорость распространения возбуждения (м/с), средняя величина, стандартное отклонение Conduction velocity (m/s) average value, standard deviation
Guiloff R.J. et al. [8]	1977	$n = 69$ (10–70)	Латентность начала $4,8 \pm 0,7$ Латентность пика $5,7 \pm 1,1$ Onset latency 4.8 ± 0.7 Peak latency 5.7 ± 1.1	$2,3 \pm 1,4$	$35,6 \pm 5,6$
Oh S.J. et al. [10]	1979	$n = 20$ (19–50)	Нет данных No data available	$3,61$ (2–6)	$35,22 \pm 6,3$
Saeed M.A., Gatens P.F. [11]	1982	$n = 41$ (20–76)	Латентность пика $3,16 \pm 0,26$ (2,6–3,7) Peak latency 3.16 ± 0.26 (2.6–3.7)	10–30	Нет данных No data available
Iyer K.S. et al. [12]	1984	$n = 30$ (—)	$2,5 \pm 0,35$	$16,5 \pm 7,14$	Нет данных No data available
Ponsford S.N. et al. [13]	1988	$n = 59$ (14–85)	Латентность начала $2,8 \pm 0,53$ Латентность пика $3,62 \pm 0,66$ Onset latency 2.8 ± 0.53 Peak latency 3.62 ± 0.66	$9,94 \pm 3,5$ (2–30)	$50,1 \pm 5,8$ (30–65)
Løseth S. et al. [14]	2007	$n = 98$ (19–79)	Нет данных No data available	3–25	38–77
Preston D.C., Shapiro B.E. [15]	2020	Нет данных No data available	Латентность пика $<3,7$ мс Peak latency <3.7 ms	>3	>45

Заземляющий электрод (между регистрирующими и стимулирующим электродами) / *Grounding electrode (between the recording and stimulating electrodes)*

Стимулирующий электрод (катод проксимально) / *Stimulating electrode (cathode proximally)*



Измерение расстояния для расчета скорости распространения возбуждения / *Distance measurement for calculating conduction velocity*

Активный (дистально) и референтный (проксимально) отводящие (регистрирующие) электроды / *Active (distal) and reference (proximal) discharge (recording) electrodes*

Рис. 1. Исследование чувствительной порции медиального подошвенного нерва ортодромным методом [15]

Fig. 1. Investigation of the sensitive portion of the medial plantar nerve by the orthodromic method [15]

Таблица 2. Характеристика групп здоровых лиц, вошедших в исследование

Table 2. Characteristics of groups of healthy individuals included in the study

Показатель Parameter	Группа 1 (20–39 лет) Group 1 (20–39 years old)	Группа 2 (40–60 лет) Group 2 (40–60 years old)	Группа 3 (>60 лет) Group 3 (>60 years old)	Всего Total
Число человек, <i>n</i> Number of people, <i>n</i>	23	20	20	63
Количество исследованных нервов, <i>n</i> Number of nerves examined, <i>n</i>	46	40	40	126
Мужчины: женщины, <i>n</i> Men: women, <i>n</i>	11: 12	11: 9	9: 11	31: 32
Возраст (лет), средняя величина (медиана), минимум–максимум Age (years), average value (median), minimum–maximum	32 (34) 20–38	52 (52,5) 41–57	66,85 (64) 61–80	49 (52) 20–80

и 3-ю — старше 60 лет. Характеристика групп представлена в табл. 2.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы Microsoft Office Excel 2016. Количественные данные описаны с помощью среднего, стандартного отклонения, медианы, минимума и максимума. Качественные данные описаны в виде частот и процентов. Нормальность распределения данных оценивалась с помощью теста Шапиро–Уилка. Для сравнения 2 независимых выборок в случае нормального распределения использовался *t*-критерий Стьюдента, в ином случае — тест Манна–Уитни. Корреляционный анализ проводился с помощью метода ранговой корреляции Спирмена. Статистический уровень значимости принимался равным 0,05.

Исследование было одобрено локальным этическим комитетом ФГБНУ «Научный центр неврологии», протокол № 11–2/20 от 05.02.2020. Все испытуемые подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Результаты

Параметры стимуляции, использованные в настоящем исследовании при регистрации СП ЧПМПН, представлены в табл. 3. Они существенно не отличаются от стандартных параметров стимуляции при исследовании других (рутинных) чувствительных нервов ног.

Сенсорный потенциал при исследовании ЧПМПН был зарегистрирован во всех 126 случаях, таким образом, показатель реализации СП, в том числе у лиц старше 40 лет (группы 2 и 3; *n* = 80; средний возраст — 59,5 года; минимум — 41 год, максимум — 80 лет), составил 100 %.

Морфология СП ЧПМПН была аналогична таковой СП, регистрируемого при исследовании других (рутинных) чувствительных нервов ног (рис. 2).

В группах 1–3 определены нормативные параметры СП при исследовании ЧПМПН, которые представлены в табл. 4.

Таблица 3. Параметры стимуляции, используемые при исследовании чувствительной порции медиального подошвенного нерва с 2 сторон у 63 здоровых лиц

Table 3. Stimulation parameters used in the study of sensitive portion of the medial plantar nerve from two sides in 63 healthy individuals

Параметр стимула Incentive parameter	Группа 1 (<i>n</i> = 46) Group 1 (<i>n</i> = 46)	Группа 2 (<i>n</i> = 40) Group 2 (<i>n</i> = 40)	Группа 3 (<i>n</i> = 40) Group 3 (<i>n</i> = 40)
Расстояние между активным отводящим электродом и катодом стимулирующего электрода, средняя величина (медиана), минимум–максимум The distance between the active discharge electrode and the cathode of the stimulating electrode, average value (median), minimum–maximum	128,8 (130) 110–140	130 (130) 120–140	128 (130) 110–135
Сила стимула (мА), средняя величина (медиана), минимум–максимум Stimulus strength (mA), average value (median), minimum–maximum	12,1 (12) 7–20	12,9 (13) 8–18	15 (16) 10–18
Частота стимуляции, Гц Frequency of stimulation, Hz	4	4	4
Количество усреднений (<i>n</i>), средняя величина (медиана), минимум–максимум Number of averages (<i>n</i>), average value (median), minimum–maximum	15,5 (15) 12–22	16 (15) 15–25	16 (15) 14–24

Сравнительный статистический анализ не продемонстрировал значимых различий в группах 1–3 величин таких параметров СП, как латентность начала, длительность негативной фазы и скорость распространения возбуждения. При этом в группах 2 и 3 величина амплитуды от пика до пика СП ЧПМПН оказалась достоверно ниже по сравнению с группой 1 (см. табл. 4, рис. 3).

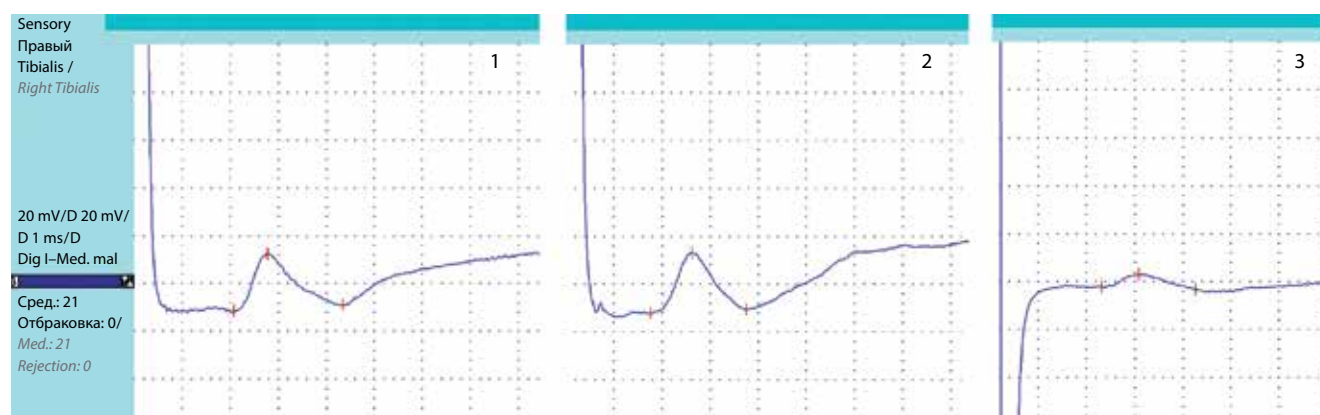


Рис. 2. Морфология сенсорного потенциала, регистрируемого ортодромно при исследовании чувствительной порции медиального подошвенного нерва в группах 1–3

Fig. 2. Morphology of sensory potential registered orthodromically during the study of sensitive portion of the medial plantar nerve in groups 1–3

Таблица 4. Нормативные параметры сенсорного потенциала, зарегистрированного при исследовании 126 чувствительных порций медиальных подошвенных нервов

Table 4. Normative parameters of the sensory potential registered during the study of the 126 sensitive portion of the medial plantar nerve

Электронейромиографический параметр сенсорного потенциала Electroneuromyographic parameter of the sensory potential	Группа 1 (n = 46) Group 1 (n = 46)	Группа 2 (n = 40) Group 2 (n = 40)	Группа 3 (n = 40) Group 3 (n = 40)
Латентность начала (мс), средняя величина (медиана), стандартное отклонение, минимум–максимум Latency to onset (ms): average value (median); standard deviation; minimum–maximum	2,07 (1,99) ± 0,4 1,23–3,37	2,043 (2,13) ± 0,4 1,3–2,7	1,9 (1,8) ± 0,3 1,6–2,81
Амплитуда пик – пик (мкВ), средняя величина (медиана), стандартное отклонение, минимум–максимум Amplitude peak-to-peak (mkV), average value (median), standard deviation, minimum–maximum	15* (12,5) ± 7,1 4,8–30,3	8,92 (8,65) ± 2,9 4,5–17,1	7,86 (6,2) ± 5,8 0,5–26,7
Длительность негативной фазы (мс), средняя величина (медиана), стандартное отклонение, минимум–максимум Duration of the negative phase (ms), average value (median), standard deviation, minimum–maximum	1,87 (1,75) ± 0,5 1,23–3,9	1,89 (1,9) ± 0,2 1,37–2,5	1,8 (1,7) ± 0,3 1,2–2,9
Скорость распространения возбуждения на уровне подошвы (м/с), средняя величина (медиана), стандартное отклонение, минимум–максимум Conduction velocity at the sole level (m/s), average value (median), standard deviation, minimum–maximum	64,5 (63,7) ± 9,3 41–89	65 (62,35) ± 11,2 52–87	60 (60) ± 10,1 44–81

* $p < 0,001$ по сравнению с группами 2 и 3.

* $p < 0,001$ compared to groups 2 and 3.

Средняя величина асимметрии сторон основных параметров СП ЧПМПН составила: для латентности начала – 0,1 мс (минимум – 0,01 мс; максимум – 0,4 мс), для амплитуды от пика до пика – 1,25 (минимум – 0 мс; максимум – 4 мс).

Обсуждение

Методика исследования ЧПМПН не отличается от ортодромной регистрации СП при исследовании других чувствительных нервов и не представляет трудностей. Ортодромное исследование ЧПМПН имеет преимущество перед антидромной методикой, так как минимизируется возможность возникновения моторного артефакта [15].

Настоящее исследование показало, что СП при исследовании ЧПМПН регистрируется у здоровых в 100 % случаев, включая лиц старше 60 лет. Наши данные согласуются с результатами коллег: R.J. Guiloff и соавт. (1977), проведя исследование ЧПМПН у 69 человек, не смогли зарегистрировать СП только у 3 людей старше 60 лет (4 %); S.N. Ponsford и соавт. (1988) зарегистрировали СП при исследовании ЧПМПН у всех 59 здоровых испытуемых, в том числе лиц старше 80 лет; S. Løseth и соавт. (2007) не удалось реализовать СП только у 1 человека из 98 здоровых, которому было 78 лет. Таким образом, данные литературы и проведенное исследование подтверждают, что мнение о том, что показатель реализации СП при исследовании

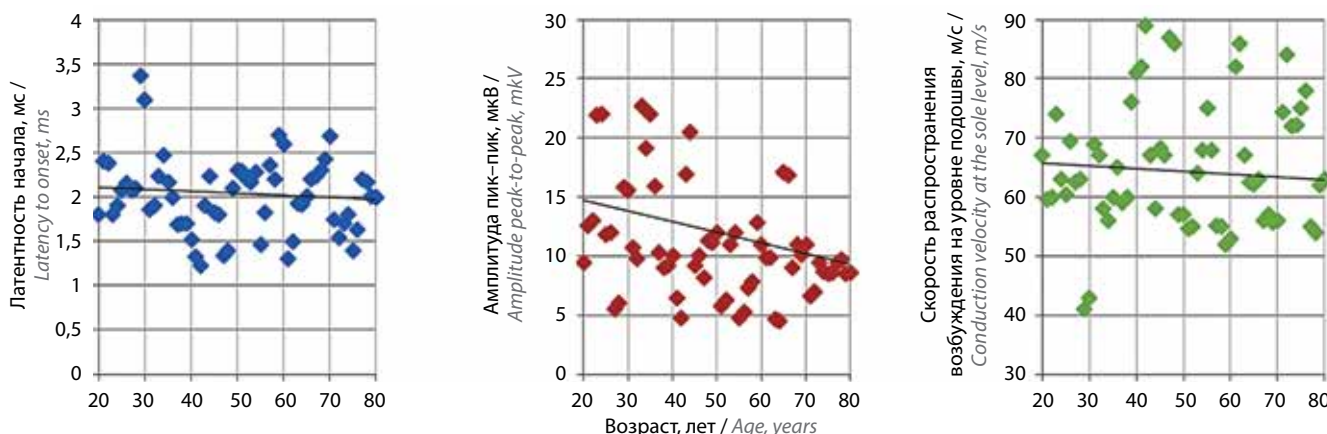


Рис. 3. Зависимость параметров сенсорного потенциала чувствительной порции медиальных подошвенных нервов от возраста

Fig. 3. The dependence of the parameters of the sensory potential of the sensitive portion of the medial plantar nerve on age

ЧПМПН у здоровых лиц старшей возрастной группы низок, является ошибочным.

В ходе исследования определены нормативные параметры СП, регистрируемого при ортодромном исследовании ЧПМПН (табл. 5). Величина латентности начала СП во всех возрастных группах не превышала 3,5 мс при расстоянии между катодом стимулирующего электрода и активным отводящим электродом в среднем 130 см, что согласуется с данными литературы [8–15].

Таблица 5. Рекомендуемые нормативные параметры сенсорного потенциала при исследовании чувствительной порции медиального подошвенного нерва для разных возрастных групп

Table 5. Recommended normative parameters of sensory potential in the study of the sensitive portion of the medial plantar nerve for different age groups

Параметр сенсорного потенциала Sensor potential parameter	20–39 лет 20–39 years old	40–60 лет 40–60 years old	>60 лет > 60 years old
Латентность начала, мс Latency to onset, ms	<3		
Амплитуда пик–пик, мкВ Amplitude peak-to-peak, mkV	>10	>8	>6
Длительность негативной фазы, мс Duration of the negative phase, ms	<2		
Скорость распространения возбуждения на уровне подошвы, м/с Conduction velocity at the level of the sole, m/s	>40		

Впервые определена нормативная величина длительности негативной фазы СП ЧПМПН, что важно,

прежде всего, с позиции дифференцирования СП от моторного артефакта. Длительность негативной фазы СП ЧПМПН в среднем составила 1,8 мс и не зависела от возраста.

Нормативная величина амплитуды от пика до пика СП при исследовании ЧПМПН определена в разных возрастных группах. Сравнительный анализ показал наличие статистически значимой разности между группой 1 (20–39 лет) и группами 2–3 (>40 лет). При этом достоверной разницы величин амплитуд СП ЧПМПН между группами 2 (40–60 лет) и 3 (>60 лет) получено не было. Зависимость величины амплитуды СП ЧПМПН от возраста была продемонстрирована ранее и другими авторами [8, 13, 14]. Наличие подобной статистической разницы, вероятно, обусловлено несколькими причинами: уменьшением с возрастом диаметра периферических нервов и изменением их электровозбудимости и электропроводимости, а также увеличением подкожной жировой клетчатки, частоты трофических и лимфостатических нарушений с развитием пастозности ног. По совокупности факторов при ЭНМГ-исследовании ЧПМПН важно учитывать возраст пациента.

Впервые при исследовании ЧПМПН с 2 сторон у здоровых лиц определены допустимые величины асимметрии основных параметров СП, что важно при обследовании пациентов с мононевропатией большеберцового нерва и его ветвей, например при тарсальном туннельном синдроме. Допустимая величина асимметрии сторон латентности начала СП должна быть <0,5 мс, амплитуды от пика до пика – <5 мкВ.

Выводы

Знание нормативных параметров позволит расширить использование ЭНМГ-исследования ЧПМПН в клинической и исследовательской практике.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Мументалер М. Поражения периферических нервов и корешковые синдромы. МЕДпресс-информ, 2014. [Mumentaler M. Lesions of peripheral nerves and radicular syndromes. MEDpress-inform, 2014. (In Russ.)].
2. Martyn C.N., Hughes R.A. Epidemiology of peripheral neuropathy. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1997;62(4):310–8. DOI: 10.1136/jnnp.62.4.310. PMID: 9120441.
3. Tankisi H., Pughdahl K., Beniczky S. et al. Evidence-based recommendations for examination and diagnostic strategies of polyneuropathy electrodiagnosis. Clin Neurophysiol Pract 2019;4:214–22. DOI: 10.1016/j.cnp.2019.10.005.
4. Uluc K., Isak B., Borucu D. et al. Medial plantar and dorsal sural nerve conduction studies increase the sensitivity in the detection of neuropathy in diabetic patients. Clin Neurophysiol 2008;119(4):880–5. DOI: 10.1016/j.clinph.2008.01.001. PMID: 18291716.
5. Kannan M.A., Sarva S., Kandadai R.M. et al. Prevalence of neuropathy in patients with impaired glucose tolerance using various electrophysiological tests. Neurol India 2014;62(6):656–61. DOI: 10.4103/0028-3886.149393. PMID: 25591680.
6. An J.Y., Park M.S., Kim J.S. et al. Comparison of diabetic neuropathy symptom score and medial plantar sensory nerve conduction studies in diabetic patients showing normal routine nerve conduction studies. Intern Med 2008;47(15):1395–8. DOI: 10.2169/internalmedicine.47.0901. PMID: 18670144.
7. Kahraman Koytak P., Alibas H., Omercikoglu Ozden H. et al. Medial plantar-to-radial amplitude ratio: does it have electrodiagnostic utility in distal sensory polyneuropathy? Int J Neurosci 2017;127(4):356–60. DOI: 10.3109/00207454.2016.1174119. PMID: 27043973.
8. Guiloff R.J., Sherratt R.M. Sensory conduction in medial plantar nerve: normal values, clinical applications, and a comparison with the sural and upper limb sensory nerve action potentials in peripheral neuropathy. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1977;40(12):1168–81. DOI: 10.1136/jnnp.40.12.1168. PMID: 201733.
9. Супонева Н.А., Белова Н.В., Зайцева Н.И. и др. Невропатия тонких волокон. Анализы клинической и экспериментальной неврологии 2017;11(1):73–9. [Suponeva N.A., Belova N.V., Zaitseva N.I. et al. Small fiber neuropathy. Ann Clin Exp Neurology 2017;11(1):73–9. (In Russ.)].
10. Oh S.J., Sarala P.K., Kuba T., Elmore R.S. Tarsal tunnel syndrome: electrophysiological study. Ann Neurol 1979;5(4):327–30. DOI: 10.1002/ana.410050404. PMID: 443767.
11. Saeed M.A., Gatens P.F. Compound nerve action potentials of the medial and lateral plantar nerves through the tarsal tunnel. Arch Phys Med Rehabil 1982;63:304–7.
12. Iyer K.S., Kaplan E., Goodgold J. Sensory nerve action potentials of the medial and lateral plantar nerve. Arch Phys Med Rehabil 1984;65(9):529–30. PMID: 6477086.
13. Ponsford S.N. Sensory conduction in medial and lateral plantar nerves. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1988;51(2):188–91. DOI: 10.1136/jnnp.51.2.188. PMID: 2831304.
14. Løseth S., Nebuchennyykh M., Stålberg E., Mellgren S.I. Medial plantar nerve conduction studies in healthy controls and diabetics. Clin Neurophysiol 2007;118(5):1155–61. DOI: 10.1016/j.clinph.2007.01.008. PMID: 17321794.
15. Preston D.C., Shapiro B.E. Electromyography and neuromuscular disorders (Third Edition). Elsevier Health Sciences, 2013. Pp. 644.

Вклад авторов

Д.А. Гришина: сбор и анализ материалов, написание текста рукописи, обзор публикаций по теме статьи;

Н.А. Супонева: научное руководство исследованием, редактирование текста рукописи.

Authors' contributions

D.A. Grishina: collection and analysis of materials, writing the article, review of publications on the topic of the article;

N.A. Suponeva: scientific management of the research, editing the article.

ORCID авторов / ORCID of authors

Д.А. Гришина / D.A. Grishina: <https://orcid.org/0000-0002-7924-3405>

Н.А. Супонева / N.A. Suponeva: <https://orcid.org/0000-0003-3956-6362>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Financing. The study was done without sponsorship.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики

Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике ФГБНУ «Научный центр неврологии» (протокол № 11-2/20 от 05.02.2020). Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Compliance with patient rights and principles of bioethics

The study protocol was approved by the biomedical ethics committee of Research Center of Neurology (protocol No. 11-2/20 from 05.02.2020). All patients signed written informed consent to participate in the study.

Статья поступила: 21.06.2021. Принята к публикации: 20.07.2021.

Article submitted: 21.06.2021. Accepted for publication: 20.07.2021.