

УДК 616.8-009.7-002.1-031.2-07

<https://doi.org/10.51523/2708-6011.2024-21-3-15>

Особенности ранних изменений поздних ответов при радикулопатии L₅

В. И. Ходулев¹, О. В. Кобылко²

¹Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии, г. Минск, Беларусь

²Гомельская областная клиническая больница, г. Гомель, Беларусь

Резюме

Представлен клинический случай радикулопатии L₅ с началом болевого синдрома в нижней части ноги (ниже колена) с дальнейшим присоединением боли внизу спины через один месяц. В неврологическом статусе отмечалась гипестезия и снижение мышечной силы в длинном разгибателе большого пальца левой стопы. Проведено последовательное трехкратное электронейромиографическое исследование. При тестировании большеберцового нерва с мышцы, отводящей большой палец стопы, была выявлена А-волна, которая регистрировалась после F-волны, тогда как через два месяца от начала заболевания А-волна исчезла, но объединенная длительность F-волны была увеличена. Таким образом, анализ электронейромиографических данных в виде наличия А-волны с ее локализацией после F-волны и увеличение объединенной длительности всего комплекса F-волн при исследовании большеберцового нерва в сочетании с клиническими и нейровизуализационными данными имеет важное значение для диагностики радикулопатии L₅.

Ключевые слова: радикулопатия, электронейромиография, поздние ответы, боль в нижней части ноги

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочитали и одобрили финальную версию для публикации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Ходулев ВИ, Кобылко ОВ. Особенности ранних изменений поздних ответов при радикулопатии L₅. Проблемы здоровья и экологии. 2024;21(3):106–113. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2024-21-3-15>

Features of early changes in late response in L₅ radiculopathy

Vasily I. Khodulev¹, Aleh V. Kabyłka²

¹Republican Research and Practical Center of Neurology and Neurosurgery, Minsk, Belarus

²Gomel Regional Clinical Hospital, Gomel, Belarus

Abstract

A clinical case of L₅ radiculopathy with the onset of pain in the lower leg with subsequent addition of pain in the lower back after one month is presented. In the neurological status, hypoaesthesia and decreased muscle strength in the extensor hallucis longus of the left foot were noted. A serial three-fold electroneuromyographic study was performed. When testing the tibial nerve from the abductor hallucis, an A-wave was detected, which was recorded after the F-wave, whereas two months after the onset of the disease, the A-wave disappeared, but the combined duration of the F-wave was increased. Thus, the analysis of electroneuromyographic data in the form of the presence of the A-wave with its localization after the F-wave and an increase in the combined duration of the entire F-wave complex during the study of the tibial nerve in combination with clinical and neuroimaging data is important for the diagnosis of L₅ radiculopathy.

Keywords: isolated lumbosacral radiculopathy L₅, electroneuromyography, A-wave, F-wave, lower leg pain

Author contributions. All authors made significant contributions to the search and analytical work and preparation of the article, read and approved the final version before publication.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The study was conducted without sponsorship.

For citation: Khodulev VI, Kabyłka AV. Features of early changes in late response in L₅ radiculopathy. Health and Ecology Issues. 2024;21(3):106–113. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2024-21-3-15>

Введение

Болевой синдром в нижних конечностях, возникающий как в сочетании с болями в пояснично-крестцовой области, так и без них представляет собой значимую проблему в области клинической неврологии. Болевой синдром может быть следствием патологических процессов непосредственно в тканях, на уровне которых ощущается боль (локальная ноцицептивная боль) или вследствие повреждения костно-мышечных структур, расположенных на некотором расстоянии от источника боли (отраженная ноцицептивная боль), а также вследствие повреждения невралгических структур на различных уровнях (проекционная невропатическая / корешковая боль). Основной трудностью в исследовании патофизиологии боли, локализованной в пояснично-крестцовой области и/или в нижних конечностях, является невозможность в большинстве случаев точно установить источник болевой импульсации. Это связано с высокой сложностью анатомического строения позвоночника, включающего в себя костную, мышечную и нервную системы, а также функциональных процессов, происходящих в этих структурах. Дополнительной проблемой является отсутствие надежной корреляции между клиническими проявлениями и изменениями, обнаруживаемыми при нейровизуализации позвоночника [1, 2].

В связи с этим исследования нервной проводимости во взаимосвязи с клиническими данными имеют уникальные возможности для оценки функциональной и структурной целостности периферической нервной системы. Электронейромиография (ЭНМГ) считается золотым стандартом при диагностике поражения периферической нервной системы. Одной из методик тестирования проксимального двигательного сегмента является исследование F-волны. Она представляет собой отраженный импульс от мотонейронов, возникающий при супрамаксимальной стимуляции периферического нерва в дистальном сегменте. Наиболее часто используемым параметром F-волны является минимальная латентность на стороне поражения. Другими параметрами являются средняя и максимальная латентность, дисперсия, длительность F-волны [3].

При невралгической патологии при исследовании F-волн может регистрироваться A-волна, которая также представляет собой поздний мышечный ответ, характеризующийся в отличие от F-волны постоянной латентностью и формой в серии записей. В настоящее время нет четких данных по интерпретации A-волны, хотя A-волна была обнаружена при различных нейрогенных расстройствах и предлагается в качестве маркера патологии нерва [4]. Таким образом, болевой

синдром в нижних конечностях, возникающий в сочетании с болями в пояснично-крестцовой области или без них, как с позиций клинической неврологии, так и нейрофизиологии требует детального изучения.

Целью данного исследования было установить диагностическую ценность изучения поздних ответов, зарегистрированных во время стандартного исследования F-волны при серийных ее записях у пациентки с радикулопатией L₅ с преимущественно болевым синдромом в нижних конечностях.

Случай из клинической практики

Пациентка 20 лет, предъявляла жалобы на чувство ползания мурашек и онемение в области передненаружной поверхности левой голени, которые появились один месяц назад. Пациентка связывала эти симптомы с длительным плаванием в море. Через три недели эти ощущения появились в правой голени, тогда они возникали после длительного сидения, а в настоящее время и в положении лежа на спине.

При неврологическом обследовании выявлено снижение болевой чувствительности в области передненаружной поверхности голени и легкая слабость длинного разгибателя большого пальца левой стопы (4,0 балла). Коленные, ахилловы, подошвенные рефлексы были средней живости, симметричны. Симптомы натяжения были отрицательными. Согласно опроснику DN4 болевой синдром составил 4,0 балла. С целью исключения демиелинизирующего заболевания центральной нервной системы выполнена магнитно-резонансная томография (МРТ) головного мозга и грудного отдела позвоночника: данных об объемном процессе, демиелинизирующем заболевании не выявлено. Далее с диагнозом «Подострая воспалительная демиелинизирующая сенсорная полиневропатия» пациентка была направлена на ЭНМГ-исследование, которое показало отсутствие повреждения нервов нижних конечностей.

Электронейромиография была выполнена в динамике на 30-й, 37-й и 43-й день от начала заболевания. При исследовании левого и правого малоберцового нервов скорость проведения была 52 м/с, а при тестировании большеберцовых нервов — 46 и 53 м/с соответственно. Амплитуда M-ответа, рассчитанная от пика до пика, незначительно варьировала между исследованиями и представлена максимальными значениями. При исследовании левого и правого малоберцового нервов она составила 8,0 и 11,6 мВ, а при исследовании большеберцовых нервов — 30,0 и 39,2 мВ соответственно. Скорость проведения по икроножным нервам была 56 и 52 м/с, амплитуда

потенциала действия чувствительного нерва — 35 и 38 мкс. Исследование Н-рефлекса не выявило каких-либо отклонений от нормы.

При исследовании серии из 16 последовательных стимуляций малоберцового и большеберцового нервов на уровне лодыжки минимальная латентность F-волн была в пределах нормальных значений. Однако при исследовании левого большеберцового нерва при стимуляции дистальной точки (уровень лодыжки) с мышцы, отводящей большой палец стопы, на конечной фазе F-волны зарегистрирован повторяемый по форме потенциал с частотой регистрации 25 %, одинаковой латентностью — 61,3 мс, амплитудой — 0,2 мВ и длительностью — 4,1 мс. По своим характеристикам этот нейрофизиологический потенциал был расценен как А-волна (рисунок 1А).

Время его возникновения составило 15,7 мс от начала F-волны. Кроме того, в двух случаях (12,5 %) зарегистрирована вторая А-волна с латентным периодом 63,9 мс, длительностью — 5,1 мс и амплитудой — 0,1 мВ, а время его возникновения было 18,3 мс от начала F-волны. Объединенная длительность всего комплекса F-волн, включающего и А-волну, была увеличена до 22,5 мс (норма — $16,4 \pm 2,2$ мс). Объединенную длительность комплекса F-волн определяли как разницу между минимальной латентностью возникновения F-волны и максимальной латентностью ее окончания (возвращением к изолинии) среди всей серии F-волн. Справа также зарегистрирована А-волна низкой амплитуды — 0,04 мВ, латентностью — 62,0 мс и представленностью — 18,8 %. Объединенная длительность всех F-волн составила 20 мс (рисунок 1Б).

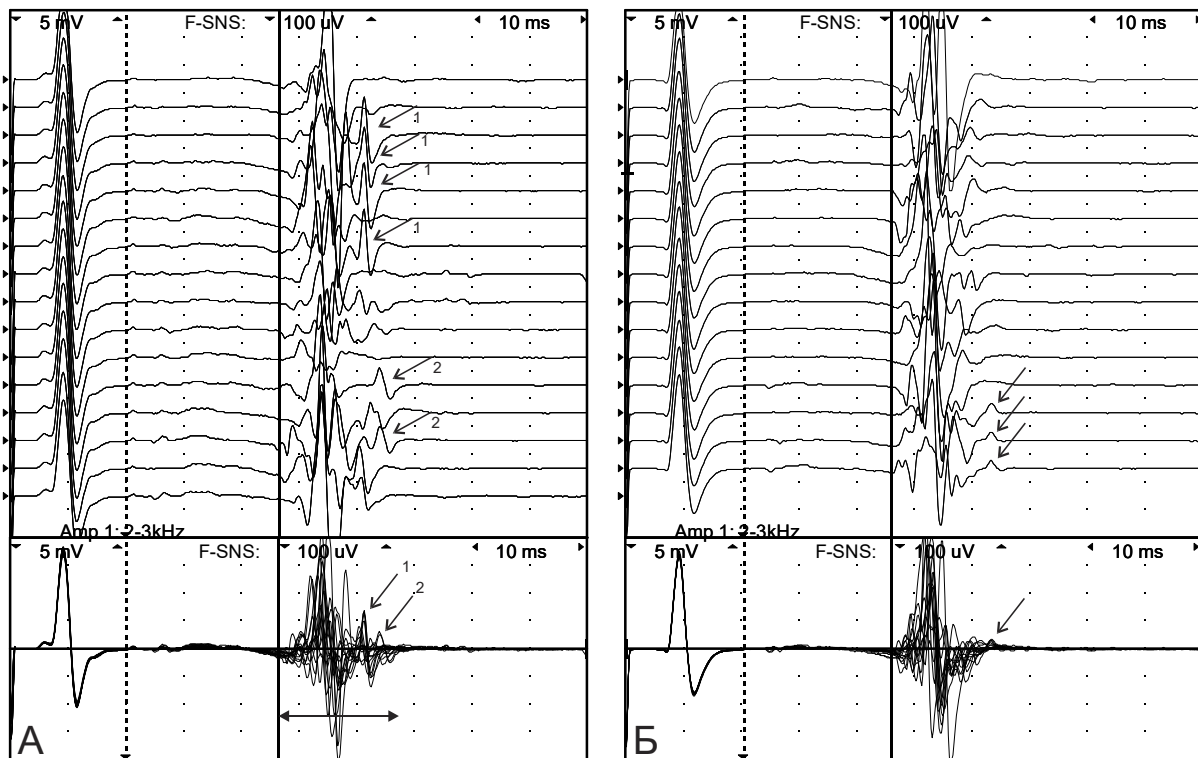


Рисунок 1. F-волны, записанные с мышцы, отводящей большой палец стопы, при дистальной стимуляции левого (А) и правого (Б) большеберцового нерва в растровом (верхний рисунок) и наложенном (нижний рисунок) режимах на 30-й день заболевания. Стрелка 1 показывает первую А-волну, стрелка 2 — вторую А-волну.

Горизонтальная двусторонняя стрелка показывает объединенную длительность всего комплекса F-волн (upper figure) and superimposed (lower figure) modes on day 30 of the disease. Arrow 1 shows the first A-wave, arrow 2 — the second A-wave. The horizontal double-sided arrow shows the combined duration of the entire F-wave complex

На МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника выявлен ретролистез L_V позвонка до 6,4 мм с наличием задней, с латерализацией влево грыжей межпозвоночных дисков $L_{IV}-L_V$ до 4,1 мм и задней срединной грыжи L_V-S_1

до 5,5 мм с компрессией переднего арахноидального пространства (рисунок 2). Сагиттальный размер позвоночного канала на данном уровне — 15 и 13 мм соответственно. Также отмечался субхондральный склероз замыкательных пластинок

и снижение высоты и сигнала от межпозвонковых дисков $L_{IV}-L_V-S_1$. Рентгенография поясничного отдела позвоночника показала правосторонний сколиоз 1-й степени с минимальной ротацией позвонков вправо, остеохондроз межпозвонковых дисков $L_{IV}-L_V$, L_V-S_1 1-й степени, задний остеофит L_V . На функциональных рентгенограммах также выявлен ретролистез позвонка L_V на 5 мм). По

результатам МРТ тазобедренных и коленных суставов данных об объемном процессе, асептическом некрозе не выявлено. Ультразвуковое исследование артерий и вен нижних конечностей не выявило изменений. Показатели общего анализа крови, мочи и биохимического анализа крови были в пределах нормальных значений.



Рисунок 2. МРТ поясничного отдела позвоночника в сагиттальной проекции. Ретролистез L_V позвонка (стрелка)
Figure 2. MRI of the lumbar spine in the sagittal projection. Retrolisthesis of the L_V vertebra (arrow)

Через 3 дня после обращения и проведения первого ЭНМГ-исследования у пациентки появились боли в поясничной области, которые соответствовали 3 баллам по визуально-аналоговой шкале. Повторное ЭНМГ-исследование (через 7 дней) левого большеберцового нерва показало наличие А-волны большей амплитуды — 0,3 мВ, латентностью — 61,3 мс и длительностью — 7,1 мс (рисунок 3А). Время ее возникновения составило 13,9 мс от начала F-волны. Вторая А-волна не регистрировалась. Длительность комплекса F-волн оставалась прежней — 22,5 мс. А-волна не была зарегистрирована при проксимальной стимуляции в подколенной ямке. Справа длительность комплекса составила 20,8 мс. А-волна низкой амплитуды (0,04 мВ) с латент-

ностью — 75 мс и представленностью — 31,25 % была зарегистрирована на некотором расстоянии после F-волны (рисунок 3Б).

Третье ЭНМГ-исследование было выполнено на 43-й день болезни после проведенного лечения (мелоксикам, омепразол, ипидакрин, тиоктовая кислота, витамины группы В, троксерутин, физиолечение, лечебная физкультура) на фоне уменьшения степени выраженности сенсорных нарушений. Исследование поздних ответов при стимуляции левого и правого большеберцового нерва показало исчезновение А-волн, а длительность комплекса F-волн осталась без изменений (рисунок 4).

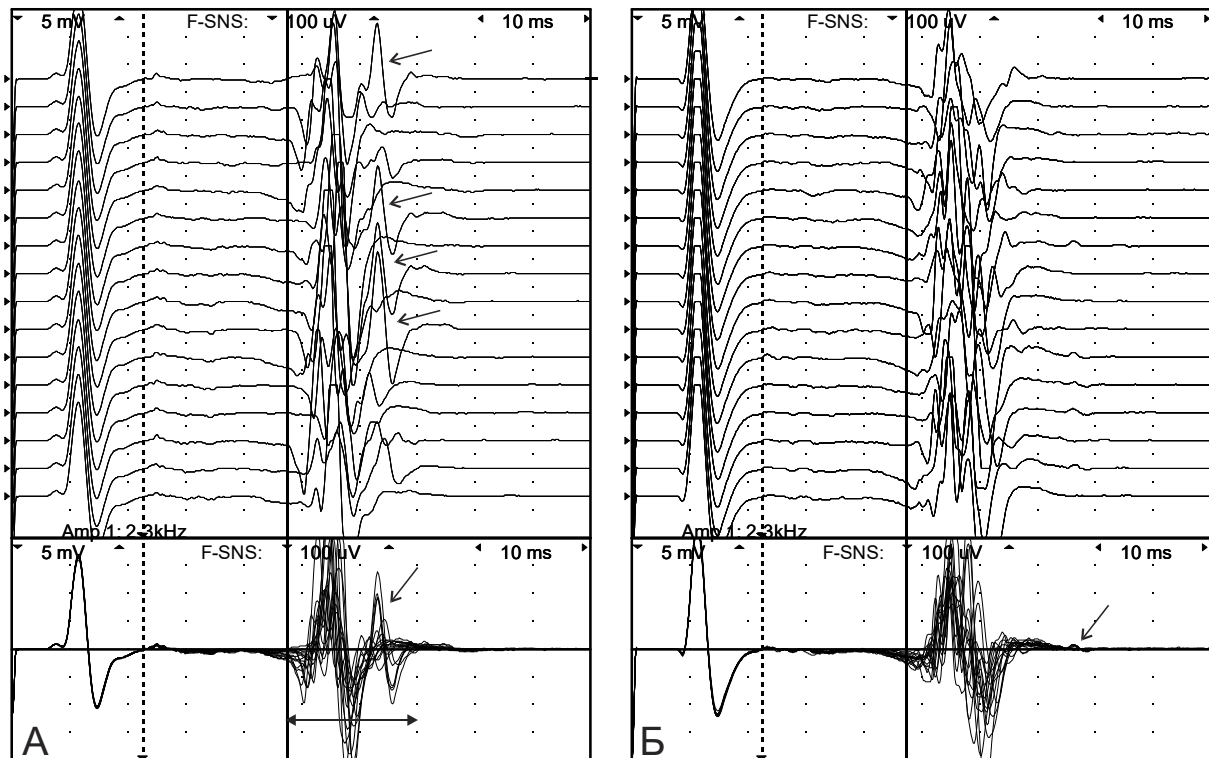


Рисунок 3. F-волны, записанные с мышцы, отводящей большой палец стопы, при дистальной стимуляции левого (А) и правого (Б) большеберцового нерва в растровом (верхний рисунок) и наложенном (нижний рисунок) режимах на 37-й день заболевания. Стрелка показывает А-волну

Figure 3. F-waves recorded from the abductor hallucis muscle during distal stimulation of the left (A) and right (B) tibial nerve in raster (upper figure) and superimposed (lower figure) modes on day 37 of illness. The arrow shows the A-wave

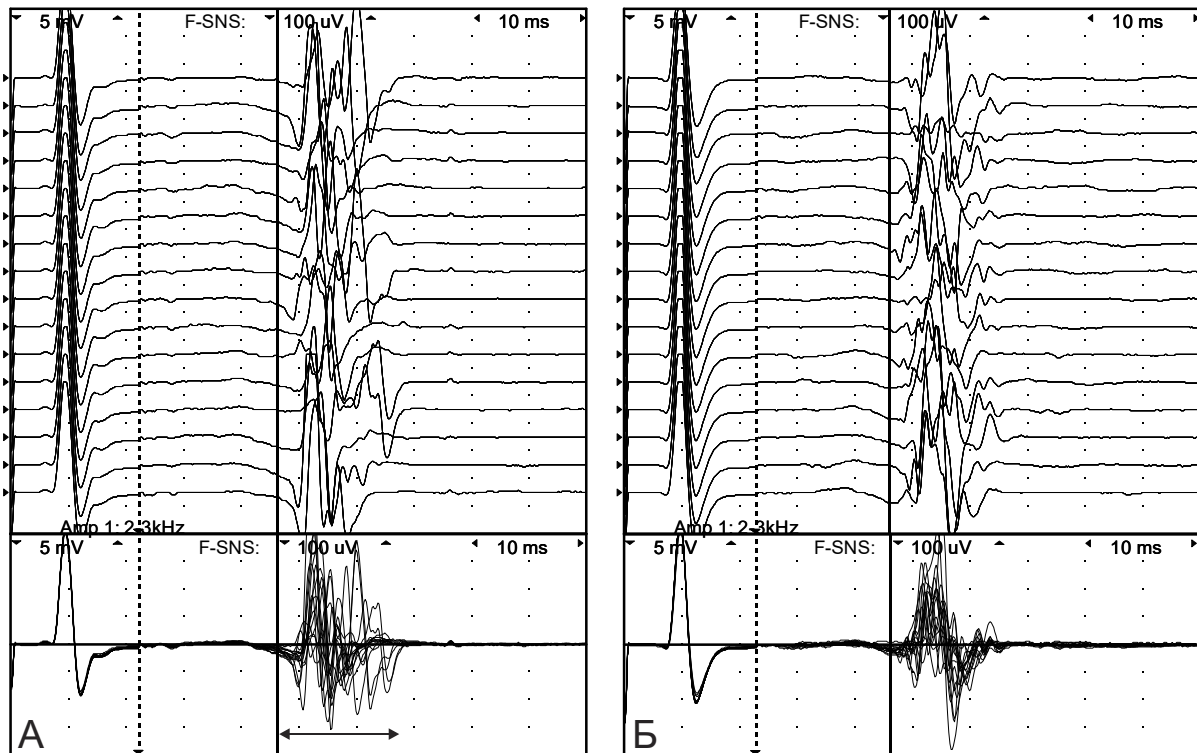


Рисунок 4. F-волны, записанные с мышцы, отводящей большой палец стопы, при дистальной стимуляции левого (А) и правого (Б) большеберцового нерва в растровом (верхний рисунок) и наложенном (нижний рисунок) режимах на 43-й день заболевания. Горизонтальная двусторонняя стрелка показывает объединенную длительность всего комплекса F-волн

Figure 4. F-waves recorded from the abductor hallucis muscle during distal stimulation of the left (A) and right (B) tibial nerve in raster (upper figure) and superimposed (lower figure) modes on day 43 of illness. The horizontal double-headed arrow shows the combined duration of the entire F-wave complex

Обсуждение

Изолированная боль в нижних конечностях без боли или с незначительной болью в поясничной области достаточно часто встречается в клинической практике, но недостаточно представлена в научных публикациях. В общей популяции боль в пояснице с болью в ногах, распространяющейся ниже колена, имеет годовую распространенность, которая варьируется от 9,9 до 25 % [5]. Хотя анамнез пациента, характер распределения боли и клиническое обследование могут привести к предположительному диагнозу пояснично-крестцовой корешковой боли, в ряде случаев требуются дополнительные визуализационные и электрофизиологические исследования, которые помогут подтвердить или исключить основные повреждения и выявить повреждение нервных корешков. Во многих случаях нейровизуализационные данные остаются клинически незначимыми, и напротив, при незначительных морфологических изменениях позвоночных и невралгических структур может наблюдаться выраженный болевой синдром [2]. Стандартная ЭНМГ также не всегда указывает на функциональные изменения со стороны периферических нервов. Таким образом, диагноз пояснично-крестцовой корешковой боли основывается на сочетании анамнеза, клинического обследования и дополнительных исследований.

Описание отдельных случаев служат источником идей, гипотез и вопросов и открывают путь для новых диагностических обнаружений. В данном случае начало заболевания с подострыми симптомами, отсутствие значительных клинических проявлений и молодой возраст пациентки предоставляют уникальную возможность изучить ранние изменения в нервной системе. Это контрастирует с пожилым возрастом, когда в организме уже присутствует множество хронических изменений со стороны различных систем организма, что затрудняет анализ начальных стадий заболевания, который в свою очередь служит ключом для понимания патогенеза заболевания.

Обнаружение источника боли в нижних конечностях важно для постановки правильного диагноза и соответствующего лечения. Корешковая боль часто бывает расплывчатой, не всегда типичной и субъективно по-разному воспринимается пациентами, что вызывает затруднение в ее интерпретации. Кроме того, согласно литературным данным, при корешковой боли во многих случаях нет признаков компрессии корешков при визуализационных исследованиях на МРТ или компьютерной томографии [6, 7].

В данном случае отмечались неприятные ощущения в виде парестезии и гипестезии в передненаружной области голени, которые прово-

цировались длительным нахождением в определенном положении тела. Эти симптомы были подтверждены объективными чувствительными (гипестезия болевой чувствительности) и двигательными (слабость длинного разгибателя большого пальца стопы) нарушениями. Имеющиеся клинические данные позволили предположить повреждение L₅ корешка в виде его раздражения и сдавления. Кроме того, нейровизуализационные данные показали наличие ретролистеза L_V позвонка и грыж межпозвоночных дисков L_{IV}–L_V, L_V–S_I, которые могли вызвать повреждение L₅ корешка, что также подтверждало нейроанатомическую основу боли. Напротив, была исключена локальная патология костно-мышечной и сосудистой систем, компрессионные синдромы нервов голени, а также демиелинизирующие заболевания периферической и центральной нервной системы.

Исследования нервной проводимости являются важной частью изучения периферических невропатий, и в частности радикулопатий. Особое внимание обращают на себя следующие результаты.

Первое — это наличие А-волны, которая является нейрофизиологическим признаком дисфункции периферических нервов, особенно при демиелинизации. Существует несколько возможных патофизиологических механизмов, ответственных за генерацию А-волн, в том числе проксимальное повторное возбуждение аксона или трансаксональная эфаптическая передача. Показано, что возникновение А-волн как единственного электрофизиологического признака имеет значительную прогностическую силу для будущего развития более выраженной невропатии или радикулопатии и, следовательно, обеспечивает начальные изменения в исследуемом периферическом нерве. Кроме того, А-волны чаще наблюдаются при проксимальных поражениях нерва, чем при дистальных, и они обычно связаны с демиелинизирующими невропатиями и радикулопатиями [4].

Второе — это наличие изменений поздних ответов (А-волны и F-волны), записанных с мышцы, отводящей большой палец стопы, при исследовании большеберцового нерва при радикулопатии L₅. При тестировании спинномозгового L₅ корешка общепринято оценивать F-волну с короткой мышцы, разгибающей пальцы стопы, так как эта мышца иннервируется преимущественно L₅ корешком, тогда как при исследовании S₁ корешка проводится анализ поздних ответов с мышцы, отводящей большой палец стопы, который иннервируется преимущественно S₁–S₂ корешками. Однако нет однозначных данных по сегментарной иннервации этой мышцы. По

разным литературным источникам, эта мышца может иннервироваться, начиная с L_4 и заканчивая S_3 корешками с преобладанием S_1 корешка [8]. Объяснением того, что изменения поздних ответов при радикулопатии L_5 возникают при исследовании большеберцового нерва, вероятно, может служить то, что топографически волокна, исходящие из L_5 корешка и затем входящие в большеберцовый нерв, лежат более поверхностно и, следовательно, подвергаются повреждению в первую очередь.

Третьей особенностью является локализация А-волны. Она может регистрироваться до, на фоне и/или после F-волны. В данном случае она регистрировалась непосредственно после F-волны при стимуляции большеберцового нерва. Ранее было выявлено, что при радикулопатии S_1 А-волна регистрировалась, как правило, перед F-волной при идентичных условиях стимуляции [9]. Объяснением этой локализации А-волны является, по-видимому, то, что А-волна формируется в области повреждения нервных корешков. Длина моторного сегмента от мышцы, отводящей большой палец стопы, до места повреждения корешка L_5 будет длиннее, чем до места повреждения S_1 . Следовательно, времени на распространение электрического импульса потребуется больше и А-волну мы сможем зарегистрировать несколько позже — в пределах или сразу после F-волны. Идентификация А-волны в пределах F-волны вызывает сложности вследствие погашения фаз потенциала А-волны с потенциалом F-волны при их суммации. Однако в режиме суперпозиции на F-волнах могут быть видны отдельные синхронизированные пики, которые, возможно, также могут являться А-волнами. Эти синхронные пики могут быть представлены также повторными F-волнами, которые генерируются мотонейронами в отличие от А-волн, которые возникают в аксонах.

Четвертой особенностью является динамика изменений поздних моторных ответов. На начальном этапе была выявлена А-волна, которая локализовалась непосредственно после F-волны и сохранялась на протяжении некоторого времени. После клинического улучшения А-волна исчезла, но длительность F-волны осталась увеличенной. После лечения и временного фактора происхо-

дит ремиелинизация поврежденных участков корешка и А-волна исчезает, но проводимость по ремиелинизированным волокнам остается сниженной. Кроме того, дисперсия между отдельными потенциалами действия поврежденных и неповрежденных волокон повышается, что приводит к пролонгированию длительности F-волны. Ранее мы уже сообщали об увеличении длительности F-волны при стимуляции большеберцового нерва при радикулопатии S_1 и предложили новый ЭНМГ-параметр — объединенная длительность всего комплекса F-волн [10].

В итоге был выставлен диагноз вертеброгенной (ретролистез L_V , грыжа межпозвонкового диска $L_{IV}-L_V$) радикулопатии L_5 слева с легким парезом длинного разгибателя большого пальца стопы и невропатическим болевым синдромом. На основе этих данных мы можем предположить, что при легком сдавлении, раздражении и/или воспалении L_5 корешка произошла фокальная демиелинизация некоторых волокон. При повреждении сенсорных волокон клиническая картина проявилась гипестезией и парестезией. Однако с помощью ЭНМГ эти изменения невозможно зарегистрировать, тогда как, повреждение моторных волокон проявилось слабостью разгибания большого пальца, а нейрофизиологические исследования показали изменения поздних ответов, в частности F-волны и А-волны.

Заключение

Таким образом, данное наблюдение указывает на важность анализа поздних ответов при исследовании не только малоберцового, но и большеберцового нерва при радикулопатии L_5 , особенно на ранней стадии, когда болевой синдром наблюдается в нижней конечности при его отсутствии в нижней части спины. Подробный анамнез, клинические данные в сочетании с электрофизиологическими и визуализационными методами могут обеспечить всестороннее понимание этих радикулопатий. Устранение причинных факторов и ранние терапевтические вмешательства имеют важное значение для предотвращения дальнейшего повреждения и для восстановления функции.

Список литературы / References

1. Robinson JR. Lower extremity pain of lumbar spine origin: differentiating somatic referred and radicular pain. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*. 2003;11(4):223-234. DOI: <https://doi.org/10.1179/106698103790825519>
2. Олизарович М.В. Корреляция болевого синдрома и томографических данных при поясничном остеохондрозе. *Проблемы здоровья и экологии*. 2013;(4):78-83. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2013-10-4-14>

3. Olizarovich MV. Correlation of pain syndrome and tomographic data in lumbar degenerative disc disease. *Health and Ecology Issues*. 2013;(4):78-83. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2013-10-4-14>
3. Fisher MA. F-waves—physiology and clinical uses. *The Scientific World Journal*. 2007;7(1):144-160. DOI: <https://doi.org/10.1100/tsw.2007.49>

4. Rampello L, Rampello L, Arcidiacono A, Patti F. A waves in electroneurography: differential diagnosis with other late responses. *Neurol Sci.* 2020;41(12):3537-3545. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10072-020-04649-2>
5. Peene L, Cohen SP, Kallewaard JW, Wolff A, Huygen F, Gaag AV, Monique S, Vissers K, Gilligan C, Van Zundert J, Van Boxem K. 1. Lumbosacral radicular pain. *Pain Pract.* 2024;24(3):525-552. DOI: <https://doi.org/10.1111/papr.13317>
6. Dower A, Davies MA, Ghahreman A. Pathologic basis of lumbar radicular pain. *World Neurosurg.* 2019;128:114-121. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.04.147>
7. Vukojević Z, Dominović-Kovačević A, Perić S, Božović I, Grgić S, Basta I, Lavrić D. Assessment of the neuropathic component in a chronic low back pain syndrome. *Vojnosanitetski pregled.* 2022;79(1):25-30. DOI: <https://doi.org/10.2298/VSP181002069V>
8. Liveson JA, Ma DM. Laboratory reference for clinical neurophysiology. Oxford University Press; 1992. 513 p.
9. Khodulev V, Kabyłka A, Klimko A. Significance of A-waves in Isolated Calf Pain as a Manifestation of Radicular Pain During F-wave Studies: A Case Report. *Cureus.* 2023;15(2). DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.35254>
10. Ходулев ВИ, Кобылко ОВ, Ковалев АА. Клиническая и электромиографическая характеристика пациентов с изолированной радикулопатией S1. *Медицинские новости.* 2023;347(8):54-57.
- Khodulev V.I., Kabyłka A.V., Kovalev A.A. Clinical and electromyographic characteristics of patients with isolated S1 radiculopathy. *Meditsinskie novosti.* 2023;347(8):54-57. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors

Ходулев Василий Иосифович, д.м.н., доцент, профессор образовательного центра, заведующий отделением функциональной диагностики, ГУ «Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии», Минск, Беларусь.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0427-0601>

e-mail: khodulev@tut.by

Кобылко Олег Викторович, врач-невролог неврологического отделения, У «Гомельская областная клиническая больница», Гомель, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3782-0313>

e-mail: kobyлко-ol@mail.ru

Vasily I. Khodulev, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Professor of the Educational Center, Head of the Functional Diagnostics Department, Republican Research and Clinical Center of Neurology and Neurosurgery of the Ministry of Health of the Republic of Belarus, Minsk, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0427-0601>

e-mail: khodulev@tut.by

Aleh V. Kabyłka, Neurologist at the Neurological Department, Gomel Regional Clinical Hospital, Gomel, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3782-0313>

e-mail: kobyлко-ol@mail.ru

Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Ходулев Василий Иосифович

e-mail: khodulev@tut.by

Vasily I. Khodulev

e-mail: khodulev@tut.by

Поступила в редакцию / Received 25.06.2024

Поступила после рецензирования / Accepted 30.06.2024

Принята к публикации / Revised 14.08.2024