



А.А. РОГОЖИН, Ф.И. ДЕВЛИКАМОВА

Казанская государственная медицинская академия

УДК 616.8

Электромиографическая диагностика радикулопатий

Рогожин Александр Александрович

кандидат медицинских наук, ассистент кафедры неврологии и мануальной терапии

420021, г. Казань, ул. Ватутина, д. 13, тел. (843) 278-97-28, e-mail: alex_rogozhin@mail.ru

В статье представлены применяемые на практике методы нейрофизиологической диагностики радикулопатий. Представлены данные по чувствительности используемых методик. Приведены рекомендации практическим врачам по особенностям направления на исследование и интерпретации результатов.

Ключевые слова: радикулопатия, электромиография, чувствительность.

A.A. ROGOZHIN, F.I. DEVLIKAMOVA

Kazan State Medical Academy

Electromyography of radiculopathies

The article presents the methods used in practice neurophysiological diagnostics radiculopathies. Data on the sensitivity of the methods being used are presented. Recommendations for neurologist and general practitioners in tasks for electromyography and assessment or neurophysiologic conclusions are proposed.

Keywords: radiculopathy, electromyography, sensitivity.

Радикулопатия нередко встречается среди заболеваний периферической нервной системы. Около 7% пациентов с острой болью в пояснице имеют повреждение спинномозгового корешка или неврологические осложнения стеноза позвоночного канала. В этой связи, радикулопатия является одной из самых частых причин направления пациента на электромиографическое исследование.

В настоящее время алгоритм нейрофизиологического исследования при радикулопатии включает исследование методом игольчатой электромиографии двух мышц, иннервируемых пораженным корешком, но разными нервами, и по одной мышце, иннервируемой вышележащим и нижележащим корешком. Первое позволяет дифференцировать повреждение спинномозгового корешка и периферического нерва, второе — ограничить распространенность процесса. Также должна быть исследована проводимость как минимум одного двигательного и одного чувствительного нерва, формируемого данным корешком, на пораженной стороне. Данная рекомендация позволяет исключить сопутствующие нейропатии, а также повышает уверенность исследователя в корешковой природе изменений, выявляемых при игольчатой ЭМГ. Необходимо указать, что диагноз радикулопатии остается клиническим и формально не требует проведения нейрофизиологической диагностики. Поэтому к электромиографии часто прибегают в случае затруднений в клинической диагностике, дифференциальном диагнозе

с поражением периферического нерва или плексопатией, при выявлении сопутствующей патологии, а также в случае медико-социальной экспертизы. Это приводит к частым отступлениям от указанного алгоритма в зависимости от поставленной перед нейрофизиологом задачи. В результате у врачей-неврологов могут возникать значительные затруднения при направлении пациента на нейрофизиологическое обследование и в клинической интерпретации результатов исследования. В данной статье будут рассмотрены применяющиеся нейрофизиологические методы диагностики, в том числе с позиций их клинической интерпретации.

В течение более 50 лет подтверждением поражения спинномозгового корешка (СМК) служат патологические изменения в заинтересованном миотоме по данным игольчатой ЭМГ. В первые десятилетия использования игольчатой электромиографии (ЭМГ) сообщалось о чувствительности данного метода более чем в 90% случаев [17]. В дальнейшем опыт отечественных и зарубежных исследователей позволил говорить о чувствительности игольчатой ЭМГ при радикулопатии в пределах 70-80% [27, 25, 11, 2, 23]. Таким образом, у некоторых пациентов поражение спинномозгового корешка не подтверждается данными игольчатой ЭМГ. Это объясняется сохранной функцией аксонов, когда поражение корешка ограничивается демиелинизацией либо просто невозможностью проведения импульса. Данное состояние, по классификации



Седдон, является нейропраксией, не сопровождается классической денервацией и реиннервацией, так как не приводит к Валлеровскому перерождению и длится от нескольких часов до нескольких месяцев (в среднем 6-8 недель).

В мышцах, иннервируемых поврежденным корешком, игольчатая ЭМГ позволяет выявить признаки денервации и реиннервации. Для этого оцениваются спонтанная активность (электрическая активность мышцы в состоянии ее полного расслабления) и произвольная активность.

К признакам денервации относится спонтанная активность мышечных волокон: в первую очередь возникают потенциалы фибрилляций (ПФ), затем положительные острые волны (ПОВ) [25, 23, 15]. Возникновение потенциалов фибрилляций отражает нестабильность мембран денервированных мышечных волокон. Важно учитывать, что для развития изменений в мембране мышечного волокна, приводящих к генерации потенциалов фибрилляций требуется сочетание двух факторов: повреждения аксона и истечения достаточного времени с момента повреждения. Появление фибрилляций в мышце наступает тем ранее, чем дистальнее поражен нерв. Так в паравертебральной мускулатуре фибрилляции появляются через 7 дней после поражения корешка, а в мышцах конечностей их появление может откладываться на 14 дней. В связи с этим игольчатая электромиография пациентам с предполагаемой компрессией спинномозгового корешка должна проводиться не ранее чем через 2 недели после дебюта заболевания. Потенциалы фибрилляций при радикулопатии могут сохраняться от 18 до 24 месяцев или дольше, пока не завершится реиннервация [22]. При неполной реиннервации потенциалы фибрилляций сменяются положительными острыми волнами. Их появление свидетельствует о более давнем и более тяжелом процессе [25] и является прогностически неблагоприятным признаком.

При произвольном напряжении мышцы игольчатым электродом регистрируются потенциалы функциональных единиц периферического отдела двигательной системы — двигательных единиц. Двигательная единица состоит из мотонейрона и иннервируемых им мышечных волокон. Изменение количества и плотности мышечных волокон в двигательных единицах приводят к изменению электрической активности. Реиннервация приводит к формированию двигательных единиц с большим, чем в норме, количеством мышечных волокон и нарастанию плотности мышечных волокон, что приводит к увеличению, соответственно, длительности и амплитуды потенциалов двигательных единиц (ПДЕ) [10]. Стандартная игольчатая ЭМГ позволяет выявить изменения параметров ПДЕ через несколько недель-месяцев после начала денервационно-реиннервационного процесса. Возрастание плотности мышечных волокон приводит к увеличению числа волокон, участвующих в генерации ПДЕ, что имеет свое отражение в изменении формы потенциала, включающее большее количество турнов [8]. Имеются сведения, что у пациентов с радикулопатией полифазные потенциалы могут быть единственным патологическим признаком [21].

В зоне иннервации пораженного корешка встречаются ПДЕ как сниженной, так и увеличенной длительности. Появление увеличенных по длительности потенциалов связывают с процессом реиннервации. Средняя длительность ПДЕ мышц с вертеброгенным поражением корешков существенно не меняется, при этом во всех мышцах, иннервируемых пораженными корешками, гистограммы распределения ПДЕ отклоняются от нормы. Наиболее типичной для вертеброгенных радикулярных синдромов являются III А и III Б стадии денервационно-реиннервационного процесса (ДРП) по Б.М. Гехту [28]. Нередко не только средняя длительность, но и гистограмма распре-

деления ПДЕ у пациентов с радикулопатией остаются нормальными, и выявляется только увеличение амплитуды ПДЕ в пределах одного миотома [26, 25, 6].

Таким образом, основным ориентиром при нейрофизиологической диагностике радикулопатии является выявление изменений в пределах одного миотома. К таким изменениям может относиться любой из признаков денервации (ПФ или ПОВ) и/или реиннервации: увеличение длительности, увеличение амплитуды ПДЕ или увеличение числа полифазных ПДЕ. Эти признаки могут сочетаться, а могут быть представлены изолированно. Фактически игольчатая ЭМГ при использовании ее в диагностике радикулопатий не имеет патогномоничных признаков, поэтому представляет собой инструментальную топическую диагностику поражения нервной системы. Так же, как невролог, определяя поражен корешок или нерв, выявляет клинические признаки в виде слабости мышц и пытается определить, принадлежат ли мышцы или мышечные группы, в которых выявляется парез, одному сплетению, нерву, корешку или нескольким нервам; нейрофизиолог регистрирует признаки денервации в исследуемых мышцах, а затем, исходя из знаний нормальной анатомии, определяет, укладываются ли найденные отклонения в зону иннервации сплетения или корешки или нерва ит.д.

Важно учитывать временные рамки. Игольчатая ЭМГ может оказаться неинформативной для выявления радикулопатии в течение первых 14 суток, то есть отрицательные результаты диагностики не исключают диагноза. В течение следующих 1-2 недель изменения ограничиваются признаками денервации в виде потенциалов фибрилляции и только затем присоединяются признаки реиннервации в виде изменения параметров ПДЕ. У некоторых пациентов признаки денервации могут не выявляться в течение 4-6 недель. Отсутствие изменений, по данным игольчатой ЭМГ, у пациентов с клиникой радикулопатии может объясняться изолированной демиелинизацией спинномозгового корешка. При этом у пациента двигательные и сенсорные симптомы выпадения не будут сопровождаться нарушением трофики тканей, в первую очередь мышц, а нейрофизиологически — отсутствием денервации. Маловероятно, что данное состояние может длиться более 6-8 недель: при более длительном течении значительно возрастает вероятность присоединения поражения аксонов и, соответственно, выявления изменений при ЭМГ.

Несмотря на высокую чувствительность игольчатой ЭМГ, существуют практические и теоретические причины для использования в диагностике дополнительных электрофизиологических методов. В частности требуется исключение патологических изменений ДЕ, связанных с полинейропатией или фокальным поражением нерва [1, 9]. В связи с этим обследование часто включает в себя исследование проводимости нервов, которое позволяет оценить как двигательные, так и чувствительные волокна. Основной целью является дифференциальная диагностика между поражением корешка и нерва, а также выявление сопутствующей патологии. Несомненным плюсом данной методики является ее неинвазивность. Во время исследования проводится электрическая стимуляция нерва в нескольких точках с регистрацией ответа с одной из иннервируемых мышц. Обычно ответ регистрируется с наиболее дистальной мышцы, что позволяет исследовать нерв на большей протяженности. При исследовании моторных волокон оцениваются амплитуда М-ответа и скорость распространения возбуждения по нерву. М-ответ является следствием алгебраической суммы потенциалов всех мышечных волокон исследуемой мышцы и ее снижение при радикулопатии отражает уменьшение количества аксонов исследуемого нерва. СРВ зависит от сохранности миелиновой оболочки нерва, повреждение которой приводит



к замедлению СРВ. Необходимо отметить, что повреждение миелина можно выявить только между двумя точками стимуляции нерва. Таким образом, повреждение миелиновой оболочки корешка не может быть обнаружено при исследовании проводимости нерва.

Отклонения, выявляемые при исследовании моторных волокон, так же как и изменения, выявляемые игольчатой ЭМГ, зависят от типа поражения спинномозгового корешка. При изолированном поражении миелина, несмотря на наличие двигательных и чувствительных симптомов, амплитуда М-ответа останется нормальной. Повреждение аксона через определенный промежуток времени (также около 14 дней) приведет к снижению амплитуды М-ответа, а в редких случаях при радикулопатии L5 к отсутствию М-ответа короткого разгибателя пальцев. Важным аспектом исследования проводимости нервов является исключение блоков проведения или локального замедления СРВ, которые будут свидетельствовать о локальном поражении нерва, хотя это не исключает наличия одновременного поражения СМК и нерва.

Снижение амплитуд сенсорных ответов возникает при поражении сенсорных аксонов или нейронов спинномозговых узлов. При поражении спинномозгового узла, несмотря на возникновение чувствительных нарушений, нейроны спинномозговых узлов не повреждаются и амплитуда сенсорного ответа не меняется. Нормальная амплитуда ответов сенсорных волокон нервов является признаком, отличающим постганглионарное (сплетение, нерв) от преганглионарного (мотонейрон, корешок) повреждение. Тем не менее у части пациентов с радикулопатиями L5 и S1 сообщалось об изменениях сенсорных ответов малоберцового и икроножного нерва. Практически у всех пациентов изменения сенсорных ответов характеризуются его отсутствием. При этом необходимо помнить, что у каждого четвертого пациента старше 60 лет в норме отсутствует сенсорный ответ поверхностного малоберцового нерва [24]. В большинстве случаев диссоциация в виде снижения амплитуды М-ответа при сохранности амплитуды сенсорного ответа соответствующего нерва свидетельствует в пользу радикулопатии, одновременное снижение М-ответа и сенсорного ответа — в пользу нейропатии или плексопатии.

Требуется исследование по меньшей мере одного моторного и одного сенсорного нерва на стороне поражения. При невозможности проведения игольчатой электромиографии исследование проводимости нервов у части пациентов позволяет дифференцировать преганглионарный и постганглионарный уровень поражения. Нормальные параметры стимуляционной ЭМГ не исключают наличия радикулопатии, что особенно важно помнить у экспертных пациентов.

Подтверждение демиелинизации спинномозгового корешка у значительной части пациентов возможно при помощи исследования поздних ответов или F-волн. Традиционно исследование F-волн входит в исследование моторных волокон и не требует отдельного упоминания в направлении. F-волна, или F-ответ, это вызванный непрямым супрамаксимальной стимуляцией мышцы ответ, возникающий через десятки миллисекунд после М-ответа. F-волна является следствием антидромного возбуждения двигательных нейронов спинного мозга [13]. Для возникновения F-волны импульсу необходимо пройти по моторным волокнам антидромно к телу мотонейрона, через межнейрональные взаимодействия возбудить часть нейронов, чьи аксоны формируют исследуемый нерв, и ортодромно вернуться по двигательным волокнам к мышце. Таким образом, электрический импульс дважды проходит по поврежденному спинномозговому корешку, что теоретически повышает вероятность выявления изменений. Однако необходимо помнить, что каждый нерв формируется несколькими корешками, и по-

вреждение только одного из них может не влиять на результаты исследования.

Основными параметрами F-волн, изменяющимися при радикулопатии, являются процент регистрации F-волн, латентность F-волн и хронодисперсия, то есть разница минимальной и максимальной латентности F-волны. Крайне важно обращать внимание не только на абсолютные показатели, но и на межстороннюю асимметрию данных параметров.

Чувствительность исследования F-волн в диагностике радикулопатии при оценке увеличения латентности или межсторонней асимметрии колеблется в пределах 50-80% [5, 18]. Чувствительность метода оказалась особенно высока при радикулопатии S₁. Однако некоторые исследователи подвергают сомнению ценность F-волн в диагностике радикулопатий. Было установлено, что методика F-волн обладает меньшей чувствительностью, чем игольчатая ЭМГ [2].

Оценка хронодисперсии F-волн значительно повышает чувствительность метода особенно в отношении к радикулопатиям L₅, S₁. В то время как увеличение латентности или выпадение F-волн регистрировались примерно у 40% пациентов с радикулопатиями, патологическая хронодисперсия выявлялась у 76% [3]. В другом исследовании у подобных пациентов с радикулопатией L₅ и S₁ чувствительность игольчатой ЭМГ составила 70%, а патологические изменения F-волн в 69% [16, 2]. Сходные данные были получены и в других исследованиях [20, 4].

Особый интерес представляет использование F-волн в качестве нейрофизиологического подтверждения каудогенной перемежающейся хромоты. Было показано, что при исследовании F-волн у пациентов с узким позвоночным каналом и многоуровневым поражением корешков 3-минутное нахождение в положении стоя вызывает появление патологических отклонений, связанных преимущественно с увеличением хронодисперсии. У некоторых пациентов хронодисперсия увеличивалась до 8 мс [19]. Таким образом, исследование F-волн может быть использовано при оценке динамических изменений в нервных корешках [14, 7].

Несмотря на достаточно высокую чувствительность метода в диагностике радикулопатий, наличие изменений F-волн является неспецифическим признаком, особенно при оценке нервов нижних конечностей. Данное исследование проводится всем пациентам с радикулопатиями, но является, скорее, дополнительным, а не ведущим методом. У экспертных пациентов данный метод может применяться для объективного подтверждения каудогенной перемежающейся хромоты.

В заключение следует отметить, что электромиография является методом подтверждения, но не методом исключения радикулопатии. Для диагностики может быть использована как игольчатая, так и стимуляционная электромиография. При этом выбор метода зависит от задачи, поставленной перед нейрофизиологом. Врач, направляющий пациента с радикулопатией на нейрофизиологическое исследование, должен указать предварительный диагноз и цель предполагаемого исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Albeck M.J. Diagnostic value of electrodiagnostic tests in patients with sciatica / M.J. Albeck, G. Taher, M. Lauritzen, W. Trojaborg // *Acta Neurol Scand.* — 2000. — Vol. 101. — P. 249-254.
2. Aminoff M.J. *Electrodiagnosis in clinical neurology* 4th Edition / M.J. Aminoff // New-York: Churchill Livingstone, 1999. — 792 p.
3. Berger A.R. Comparison of motor conduction abnormalities in lumbosacral radiculopathy and axonal polyneuropathy. / A.R. Berger, K. Sharma, R.B. Lipton // *Muscle Nerve.* — 1999. — Vol. 22. — P. 1053-1057.

4. Buschbacher R.M. Peroneal nerve F-wave latencies recorded from the extensor digitorum brevis / R.M. Buschbacher // *Am. Journal Phys Med Rehabil.* — 1999. — Vol 78 (suppl). — P. 48-52.
5. Eisen A. An electrophysiological method for examining lumbosacral root compression. / A. Eisen, D. Schomer, C. Melmed // *Can J Neurol Sci.* — 1977. — Vol. 4. — P. 117-123.
6. Fisher M.A. Electrophysiology of radiculopathies. / M.A. Fisher // *Clinical Neurophysiology.* — 2002. — Vol. 113. — P. 317-335.
7. Fisher M.A. H reflexes and F waves. Fundamentals, normal and abnormal patterns. / M.A. Fisher // *Neurologic Clinics.* — 2002. — Vol. 20, № 2. — P. 145-151.
8. Gilai A.N. Analysis of turns and amplitude in EMG / A.N. Gilai // *Computer-Aided Electromyography and Expert Systems* [Ed. J.E. Desmedt]. — Elsevier Science Publishers B.V., 1989. — Chapter 12. — P. 143-160.
9. Hurtevent J.F. The place of electroneuromyography in the exploration of radiculopathy. / J.F. Hurtevent // *Rev Neurol (Paris).* — 2002. — Vol. 158. — P. 1232-1235.
10. Kimura J. Electromyography // *Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle: principles and practice* / Ed. F.A. Davis. — Philadelphia, 1989. — 2nd ed. — 678 p.
11. Knutsson B. Comparative value of electromyographic, myelographic and clinical-neurological examination in the diagnosis of lumbar root compression syndromes / B. Knutsson // *Acta Orthop Scand.* — 1961. — Vol. 49 (Suppl). — P. 121-135.
12. Kraft G.H. Fibrillation potential amplitude and muscle atrophy following peripheral nerve injury / G.H. Kraft // *Muscle Nerve.* — 1990. — Vol. 13. — P. 814-821.
13. Lane M.E. Discogenic radiculopathy / M.E. Lane, M.N. Tamhankar, J.T. Demopulos // *NY State J Med.* — 1978. — Vol. 78. — P. 32-36.
14. Magladery J.W. Electrophysiological studies of nerve and reflex activity in normal man. II The effects of peripheral ischemia / J.W. Magladery, D.B. McDougal, J. Stoll // *Bull Johns Hopkins Hosp.*, 1950. — P. 291-312.
15. Robinson L.R. Electromyography, magnetic resonance imaging, and radiculopathy: it's time to focus on specificity / L.R. Robinson // *Muscle Nerve.* — 1999. — Vol. 22. — P. 149-150.
16. Scelsa S.N. The diagnostic utility of F-waves in L5/S1 radiculopathy / S.N. Scelsa, S. Herskovitz, A.R. Berger // *Muscle Nerve.* — 1995. — Vol. 18. — P. 1496-1497.
17. Shea P.A. Electromyography in diagnosis of nerve root compression syndrome / P.A. Shea, W.W. Woods, D.H. Werden // *Arch Neurol Psychiatry.* — 1950. — Vol. 64. — P. 93-104.
18. Tang L.M. Postural effects on F-wave parameters in lumbar root compression and canal stenosis / L.M. Tang, M.S. Schwartz, M. Swash // *Brain.* — 1988. — Vol. 207. — P. 207-213.
19. Toyokura M. F-wave study in patients with lumbosacral radiculopathies / M. Toyokura, K. Murakami // *Electromyogr Clin Neurophysiol.* — 1997. — Vol. 37. — P. 19-26.
20. Tsur A. Exhausting fatigue influences F-wave and peripheral conduction velocity, following lumbar radiculopathy / A. Tsur // *Disabil Rehabil.* — 2002. — Vol. 24 (13). — P. 647-653.
21. Waylonis G.W. Electromyographic findings in chronic cervical radicular syndromes / G.W. Waylonis // *Arch Phys Med Rehabil.* — 1968. — Vol. 49. — P. 407-412.
22. Wilbourn A.J. Radiculopathies / A.J. Wilbourn, M.J. Aminoff // *Clinical electromyography*, 2nd ed. [Ed. Brown W.F., Bolton C.F.]. — Boston, MA: Butterworth-Heinemann, 1993. — P. 177-209.
23. Wilbourn A.J. The electrodiagnostic examination in patients with radiculopathies / A.J. Wilbourn, M.J. Aminoff // *Muscle Nerve.* — 1998 — Vol. 21. — P. 1621-1631.
24. Ying-Hao Ho. Sensory Nerve Conduction Studies of the Superficial Peroneal Nerve in L5 Radiculopathy Ying-Hao Ho, Sui-Hing Yan, Yuh-Te Lin and Yuk-Keung Lo *Acta Neurol Taiwan* 2004; 13: 114-119.
25. Гехт Б.М. Электромиография в диагностике нервно-мышечных заболеваний / Б.М. Гехт, Л.Ф. Касаткина, М.И. Самойлов, А.Г. Санадзе; — Таганрог: Издательство ТРТУ, — 1997. — 370 с.
26. Коуэн Х. Руководство по электромиографии и электродиагностике / Х. Коуэн, Дж. Брумлик; [пер. с англ.]. — М.: Медицина, 1975. — 192 с.
27. Розмарин В.Ш. Электромиографическая диагностика вертеброгенного поражения пояснично-крестцовых корешков: автореф. дис. ... канд. мед. наук / В.Ш. Розмарин. — М., 1981. — 31 с.
28. Хабиров Ф.А. Мышечная боль / Ф.А. Хабиров, Р.А. Хабиров. — Казань, 1995. — 206 с.

НОВОЕ В МЕДИЦИНЕ. ИНТЕРЕСНЫЕ ФАКТЫ

КОСТНЫЙ МОЗГ ПОМОЖЕТ СПРАВИТЬСЯ С РАССЕЯННЫМ СКЛЕРОЗОМ

Британские врачи из Бристольского университета собираются в ближайшее время провести революционное испытание клеточной технологии. Они надеются остановить или обратить вспять развитие рассеянного склероза с помощью стволовых клеток, добытых из костного мозга, пишет The Telegraph. Для тестирования методики ученые собираются набрать группу из 80 человек. Пробное исследование, проводившееся на шестерых добровольцах, дало интригующие результаты, правда, однозначного улучшения в состоянии пациентов добиться не удалось. Технология предполагает забор костного мозга у пациента, выделение стволовых клеток и их введение человеку в тот же день. Смысл в том, что стволовые клетки помогают убрать повреждения защитных оболочек нервных клеток, состоящих из миелина. В Европе многие клиники уже подхватили инициативу и, не дождавшись окончательного вердикта в отношении методики, стали предлагать ее клиентам. Поставить точку в этом вопросе должно испытание, которое начнется в феврале.

<http://www.med2.ru>