

А.П. Шейн, Г.А. Криворучко

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ СМЕЩЕНИЯ ПОЗВОНКА НА ВЫРАЖЕННОСТЬ ЭНМГ-ПРОЯВЛЕНИЙ СЕНСОМОТОРНОГО ДЕФИЦИТА В СИСТЕМЕ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У БОЛЬНЫХ СО СПОНДИЛОЛИСТЕЗОМ ПОЯСНИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова (Курган)

Комплексному нейрофизиологическому тестированию подвергнуто 82 больных (34 человека мужского, 48 — женского пола) в возрасте 13–77 лет с неврологически осложненным спондилолистезом L3–L5 позвонков. Установлено, что выраженность ЭНМГ-проявлений неврологического дефицита в системе нижних конечностей зависела от уровня смещения позвонка. Чем краниальнее был этот уровень, тем более глубокие изменения наблюдались в иннервационном статусе нижних конечностей.

Ключевые слова: спондилолистез, уровень смещения позвонка, неврологический дефицит, ЭНМГ

INFLUENCE OF VERTEBRA DISPLACEMENT LEVEL ON THE EXPRESSION OF ELECTRONEUROMYOGRAFIC MANIFESTATIONS OF SENSOMOTOR DEFICIENCY IN THE LOWER EXTREMITIES SYSTEM IN PATIENTS WITH LUMBAR SPONDYLOLISTHESIS

A.P. Shein, G.A. Krivoruchko

Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics» named after academician G.A. Ilizarov, Kurgan

82 patients (34 males, 48 females) at the age of 13–77 years with the neurologically complicated lumbar (L3–L5) spondylolisthesis underwent complex neurophysiological testing. It was found that the intensity of electroneuromyographic manifestations of neurological deficiency in the lower extremities system depended on the vertebra displacement level. The more cranial this level was, the more profound changes were revealed in the lower extremities innervation status.

Key words: spondylolisthesis, vertebra displacement level, neurological deficiency, electroneuromyography

Характер и выраженность неврологического дефицита у больных со спондилолистезом поясничной локализации, обусловленным развитием компрессионно-ишемических моно- или полирадикулопатий различной степени тяжести, принято связывать с влиянием комплекса взаимодействующих факторов, среди которых особое значение придается этиологии спондилолистеза, степени смещения позвонка, а также наличию патологической подвижности в пораженном сегменте позвоночника [3]. При этом роль уровня смещения позвонка в оценке тяжести имеющихся у пациента неврологических расстройств остается малоизученной.

Цель настоящей работы состояла в оценке влияния уровня смещения позвонка на выраженность электронейромиографических (ЭНМГ) проявлений сенсомоторного дефицита у больных со спондилолистезом поясничной локализации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Комплексному нейрофизиологическому тестированию подвергнуто 82 больных (34 человека мужского, 48 — женского пола) в возрасте 13–77 ($36,7 \pm 1,8$) лет с неврологически осложненным спондилолистезом, поступивших на лечение в отделение нейрохирургии Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова.

С целью последующего сопоставления ЭНМГ-характеристик сенсомоторного дефицита, развившегося вследствие компримирования корешковых структур, вся выборка обследованных пациентов были распределены по уровню смещения позвонка на три группы: 1-я группа (L_3) — 6 больных, 2-я группа (L_4) — 25, 3-я группа (L_5) — 51. Ниже представлено внутригрупповое распределение сравниваемых выборок пациентов по основным признакам указанного заболевания позвоночного столба (этиологии спондилолистеза, степени смещения позвонка, а также наличию рентгенографических признаков патологической подвижности на уровне смещения позвонка).

Распределение пациентов 1-й группы по этиологии заболевания [10]: 5 (83,3 %) — дегенеративный, 1 (16,7 %) — истмический; 2-й группы: 16 (64,0 %) — дегенеративный, 8 (32,0 %) — истмический, 1 (4,0 %) — диспластический; 3-й группы: 9 (17,6 %) — дегенеративный, 31 (60,8 %) — истмический, 6 (11,8 %) — диспластический, 5 (9,8 %) — травматический. Распределение выборок по степени смещения позвонка [9] в 1-й группе: 1 (16,7 %) — I степень, 5 (83,3 %) — II степень; во 2-й группе: 7 (28,0 %) — I степень, 14 (56,0 %) — II степень, 4 (16,0 %) — III степень; в 3-й группе: 9 (17,6 %) — I степень, 26 (51,0 %) — II степень, 8 (15,7 %) — III степень, 8 (15,7 %) — IV степень. Наличие признаков

патологической подвижности на уровне смещения позвонка отмечено у 3 (50,0 %) больных 1-й группы, 12 больных (48,0 %) 2-й группы и 15 (28,4 %) больных 3-й группы.

У каждого пациента регистрировались следующие показатели: амплитуда («от пика до пика») униполярно зарегистрированных М-ответов *m. rectus femoris*, *m. tibialis anterior*, *m. extensor digitorum brevis*, *m. gastrocnemius* (с.л.), *m. soleus*, *m. flexor digitorum brevis*; амплитуда максимальных Н-рефлексов *m. gastrocnemius* (с.л.) и *m. soleus*; средняя амплитуда и частота следования колебаний суммарной ЭМГ *m. rectus femoris*, *m. biceps femoris*, *m. tibialis anterior*, *m. gastrocnemius* (с.л.), зарегистрированной биполярно в условиях выполнения теста «максимальное произвольное напряжение», а также амплитуда («от пика до пика») транскраниально вызванных потенциалов (ТВП) *m. tibialis anterior*. В качестве основного анализируемого признака использован предложенный нами индекс сенсомоторного дефицита (ИСД) — среднее значение относительных величин ЭНМГ-показателей, выраженный в процентах от контроля:

$$ИСД = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i$$

где $A_i = 100 \% \frac{x_i}{K_i}$; x_i — показатель; K_i — его контрольная величина; n — число показателей, использованных для расчета ИСД. Индекс сенсомоторного дефицита может быть рассчитан как по всей совокупности анализируемых ЭНМГ-показателей слева и справа ($ИСД_{общ.}$), так и по отдельным парам миотомов, иннервируемых со стороны корешков L_4 , L_5 и S_1 ($ИСД_{L_4}$, $ИСД_{L_5}$ и $ИСД_{S_1}$).

Используемое оборудование — цифровая система ЭМГ/ВП Viking-IV (Nicolet, США) и магнитоимпульсный стимулятор Quadropulse-500 (Magstim, Великобритания). В качестве контроля использованы данные 32 здоровых испытуемых в возрасте 15–26 лет.

Статистическая обработка данных производилась с помощью пакета анализа данных Microsoft Excel 2003, дополненного программами непараметрической статистики [1]. Для оценки достоверности различия сопоставляемых выборок показателей использованы t-критерий Стьюдента и непараметрический критерий Вилкоксона. Принятый уровень статистической значимости выводов — 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У всех пациентов, вошедших в базовую выборку (82 человека), наблюдался синдром люмбагии. В ряде случаев синдром «low back pain» сопровождался иррадиацией боли по ходу нервных стволов, формирующихся в поясничном сплетении («синдром люмбоишиалгии»). Это явление наблюдалось у всех 6 (100 %) пациентов 1-й группы, у 19 (76,0 %) пациентов 2-й группы и у 24 (47,1 %) пациентов 3-й группы.

Двигательные нарушения в виде нижнего вялого преимущественно дистального моно- или

парапареза различной степени тяжести, характеризующегося различным сочетанием миотомов со сниженными функциональными возможностями, наблюдались у 3 (50,0 %) пациентов 1-й группы (умеренный), 15 (60,0 %) пациентов 2-й группы (легкий — 10, умеренный — 5) и 15 (29,4 %) пациентов 3-й группы (легкий — 9, умеренный — 6).

Одно- и двусторонние нарушения чувствительности (гипоалгезия) по корешковому типу выявлены у 3 (50,0 %) пациентов 1-й группы (1 — в дерматоме L_4 слева + справа и L_5 справа; 1 — в L_5-S_1 справа; 1 — в $L_4-L_5-S_1$ справа), у 13 (52,0 %) пациентов 2-й группы (1 — в L_4 справа; 1 — в L_5 справа; 3 — в L_5 слева + справа; 1 — в L_4-L_5 справа; 2 — в L_5-S_1 слева; 2 — в L_5-S_1 слева + справа; 1 — в $L_2-L_3-L_4$ слева + справа; 1 — в $L_5-S_1-S_2$ справа), у 20 (39,2 %) пациентов 3-й группы (1 — в L_4 слева + справа; 1 — в L_5 слева; 1 — в L_5 справа; 2 — в L_5 слева + справа; 2 — в S_1 слева; 3 — в S_1 слева + справа; 1 — в $L_4-L_5-S_1$ справа; 2 — в L_5-S_1 слева + справа; 1 — в L_5-S_1 слева; 3 — в L_5-S_1 слева + справа; 1 — в L_4 слева — L_5 слева + справа — S_1 слева + справа).

Признаки нарушения функции тазовых органов отмечены у 1 (16,7 %) пациента 1-й группы, 2 (8,0 %) пациентов 2-й группы и у 3 (5,9 %) пациентов 3-й группы.

Из представленных выше данных следует, что клинические проявления различного рода иннервационных расстройств с наибольшей вероятностью возникали у больных со смещением L_3 и L_4 позвонков.

Результаты проведенной нами инструментальной оценки функционального состояния нейромоторного аппарата нижних конечностей, представленные в виде усредненных интегральных ЭНМГ-характеристик (табл. 1), свидетельствуют о том, что у пациентов 1-й группы имеет место наиболее выраженное (по сравнению с пациентами 2-й и 3-й групп) снижение средних величин $ИСД_{общ.}$ (в среднем до $68,9 \pm 9,1 \%$), характеризующих состояние нервных структур поясничного сплетения в целом. С одной стороны представленные изменения могут быть обусловлены пространственно более генерализованным дегенеративным процессом, протекающим в поясничной области позвоночного столба и так или иначе компримирующим все нервные структуры, выходящие из позвоночного канала через межпозвонковые отверстия. Это предположение подтверждается преобладанием в данной группе пациентов лиц с дегенеративной природой спондилолистеза. С другой стороны, большая часть пациентов, входящих в исследуемую группу (5 из 6) — женщины старшего возраста (средний возраст по данной группе составил 52 ± 3 года), которые, как известно, в силу анатомических и гормональных особенностей в наибольшей степени подвержены риску развития дегенеративных изменений соединительной ткани, в том числе и костно-хрящевых структур позвоночного столба. Кроме того, у пациентов данной группы наблюдается клиничко-нейрофизиологическая картина

изменений в корешках, формирующих в конечном итоге бедренный и седалищный нервы, может быть обусловлена компрессией структур «конского хвоста», развивающейся вследствие стеноза позвоночного канала на наиболее высоком уровне (за счет смещения кпереди тела и дуги L₃ позвонка) и наличием у 50 % пациентов патологической подвижности в пораженном отделе позвоночного столба. При оценке клинко-нейрофизиологического статуса пациентов 1-й группы целесообразно также учитывать и фактор снижения эффективности компенсаторно-адаптивных механизмов у лиц старшего возраста. Следует также отметить (табл. 1), что наибольшим изменениям в процессе развития заболевания подверглись нервные волокна, входящие в состав пары S₁-корешков, что связывается, в частности, с минимальным (по сравнению с волокнами других тестируемых корешков) расстоянием от зоны их альтерации до тел соответствующих нервных клеток. На роли этого интервала в патофизиологическом механизмах развития стойких изменений в иннервационном статусе конечностей мы остановимся ниже.

Так же, как и в 1-й группе, большинство пациентов 2-й группы было женского пола: 21 (84,0 %) женщина и 4 (16,0 %) мужчины. Средний возраст больных составил 53 ± 2 года. Среди пациентов этой группы наиболее часто встречался спондилолистез дегенеративной (16 случаев; 64,0 %) и в несколько меньшей степени — истмической этиологии (8 случаев; 32,0 %). Функциональное состояние всей совокупности тестируемых корешков (L₄, L₅, S₁), отраженное в показателе ИСД_{общ.}, оказалось несколько лучше ($78,4 \pm 3,4$ %), чем у пациентов 1-й группы, однако отмеченное различие не является статистически значимым в силу относительно высокой вариативности ИСД_{общ.} пациентов 1-й группы. У больных 2-й группы наибольшие изменения функционального состояния отмечены со стороны пар L₄ и S₁ корешков.

В 3-й группе больных соотношение лиц мужского и женского пола оказалось практически равным — 29 (56,9 %) и 22 (43,1 %) соответственно. Средний возраст пациентов составил 28 ± 2 года, что оказалось статистически значимо ниже, чем у пациентов 1-й и 2-й групп. В данной группе больных преобладала истмическая форма спондилолистеза — 31 случай (60,8 %), другие формы патологии позвоночного столба встречались с примерно одинаковой частотой. Функциональное состояние

всей совокупности тестируемых нервных структур (ИСД_{общ.}) характеризовалось незначительным, в среднем в пределах 10 %, отклонением исходных ЭНМГ-показателей ($90,6 \pm 2,5$ %) от контрольных величин. Сопоставление ИСД, рассчитанных для отдельных пар корешков, выявило наибольшие изменения со стороны S₁-корешка и наименьшие — со стороны L₅. Последнее связывается прежде всего с эффектом т.н. «спонтанной декомпрессии» нервных структур, присутствующим у пациентов с истмической формой спондилолистеза.

Следует учесть, что у пациентов всех трех групп на формирование общих и частных («корешковых») значений ИСД, несомненно, влияет общий уровень двигательного режима пациента, как известно достаточно жестко лимитируемый выраженностью болевого синдрома. Хронический дефицит рутинной функциональной нагрузки на т.н. «антигравитационные» мышцы (передняя группа мышц бедра и задняя группа мышц голени) приводит к их гипотрофии и снижению произвольной (в условиях выполнения теста «максимальное произвольное напряжение») и вызванных (М-ответы, Н-рефлексы, транскраниально вызванные потенциалы) форм биоэлектрической активности. Резкое усиление боли по ходу нервных стволов при выполнении функциональных проб «максимальное произвольное напряжение» также оказывает существенное влияние на показатели суммарной ЭМГ и, соответственно, на значения ИСД.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные данные свидетельствуют о том, что у обследованных нами больных со спондилолистезом поясничной локализации выраженность ЭНМГ-проявлений неврологического дефицита в системе нижних конечностей заметно зависела от уровня смещения позвонка. Чем краниальнее был этот уровень, тем более глубокие изменения наблюдались в иннервационном статусе нижних конечностей. Последнее количественно отражается в зарегистрированном нами кранио-каудальном градиенте значений предложенного нами интегрального ЭНМГ-показателя (ИСД).

Учитывая все многообразие факторов, способных так или иначе повлиять на текущие значения общих (ИСД_{общ.}) и частных (корешковых) ИСД у каждого конкретного больного, целесообразно подчеркнуть, что в качестве одной из важных со-

Таблица 1

Средние величины ИСД ($M \pm m$; %) у пациентов трех групп

Группы пациентов	ИСД _{общ.}	ИСД-L ₄	ИСД-L ₅	ИСД-S ₁
1-я группа (L3), n = 6	68,9 ± 9,1	69,2 ± 4,3	74,8 ± 5,3	62,4 ± 7,8
2-я группа (L4) n = 25	78,4 ± 3,4	69,7 ± 3,4	93,6 ± 4,2*	73,8 ± 4,2
3-я группа (L5) n = 51	90,6 ± 2,5*#	90,1 ± 3,7*#	95,0 ± 3,2#	88,5 ± 2,6*#

Примечание: n — количество обследованных больных; * — статистически значимое отличие показателя от данных пациентов 1-й группы; # — статистически значимое отличие показателя от данных пациентов 2-й группы.

ставляющих этих влияний следует рассматривать количество вовлеченных в реакцию нервных волокон и специфику реакции нервной клетки в ответ на повреждение аксона на различном расстоянии от сомы нейрона.

Не вызывает сомнения тот факт, что чем краиняльнее уровень смещения позвонка, тем большее число проводниковых элементов «конского хвоста» оказывается вовлеченным в реакцию на статические и динамические компримирующие воздействия в зоне смещения позвонка и тем более низких значений $ИСД_{общ.}$ следует ожидать.

Есть также основание полагать, что определенную роль в динамике и выраженности сенсомоторного дефицита играет степень приближенности компримирующих (компрессионно-ишемических и тракционных) воздействий на нервные волокна к соме двигательных и чувствительных нейронов, отростки которых формируют проводниковые структуры каудального отдела спинного мозга (корешки «конского хвоста»). Известно, что при повреждениях нервных волокон в непосредственной близости от спинного мозга (т.е. при «корешковом уровне» нейротравмы) ретроградные изменения нервных клеток (хроматолиз) наблюдаются чаще, чем при повреждении нервов на периферии, в значительном отдалении от сомы нейрона [2, 8]. На наш взгляд, это обстоятельство в значительной степени способствует увеличению вклада необратимых органических изменений в общую картину развившегося вследствие спондилолистеза неврологического (сенсомоторного) дефицита.

Предполагается, что процент изменений, связанных с развитием хроматолиза и последующей гибелью части двигательных и сенсорных нейронов, имеет тенденцию к постепенному накоплению в связи со значительной (многолетней) продолжительностью компримирующих воздействий на корешковые структуры, коррелирующей с возрастом пациентов [4]. Учитывая это обстоятельство, не следует ожидать, что хирургическое вмешательство, направленное на редукцию смещения позвонка и устранение нестабильности в пораженном сегменте позвоночника, приведет к немедленному и полному исчезновению всех симптомов развившихся в результате указанного заболевания позвоночного столба неврологических расстройств. Последнее нашло подтверждение в результатах проведенной

нами серии послеоперационных клинико-нейрофизиологических исследований [4, 5, 6, 7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайдышев И.П. Решение научных и инженерных задач средствами Excel, VBA и C/C++ + . — СПб. : ВХВ-Петербург, 2004. — 512 с.
2. Григорович К.А. Хирургическое лечение повреждений нервов. — Л. : Медицина, 1981. — 304 с.
3. Митбрейт И.М. Спондилолистез. — М. : Медицина, 1978. — 272 с.
4. Шеин А.П., Криворучко Г.А., Колчанов К.В. Динамика ЭМГ-характеристик мышц нижних конечностей при оперативном лечении больных со спондилолистезом различного генеза // Неврологический вестник. — 2008. — Т. XL, Вып. 1. — С. 60 — 63.
5. Шеин А.П., Криворучко Г.А., Колчанов К.В. ЭМГ-оценка эффективности оперативного лечения больных со спондилолистезом L3 — L5 позвонков // Сибирский медицинский журнал. — 2008. — № 2. — С. 17 — 21.
6. Шеин А.П., Колчанов К.В., Криворучко Г.А. ЭМГ-признаки реактивности сенсомоторных структур в системе нижних конечностей при оперативном лечении больных с неврологически осложненным спондилолистезом поясничной локализации // Медицинская наука и образование Урала. — 2008. — № 2. — С. 108 — 111.
7. Шеин А.П., Криворучко Г.А., Колчанов К.В. Влияние различных модификаций хирургического лечения больных со спондилолистезом поясничной локализации на послеоперационную динамику интегральных ЭНМГ-показателей сенсомоторного дефицита в системе нижних конечностей // Медицинская наука и образование Урала. — 2009. — № 3. — С. 49 — 51.
8. Kobayashi S., Uchida K., Yayama T. et al. Motor neuron involvement in experimental lumbar nerve root compression: A light and electron microscopic study // Spine. — 2007. — Vol. 32. — N 6. — P. 627 — 634.
9. Meyerding H.W. Spondylolisthesis. Surgical treatment and results // Surg. Gynecol. Obstet. — 1932. — Vol. 54. — P. 371 — 377.
10. Wiltse L.L., Newman P.H., Macnab I. Classification of spondylolysis and spondylolisthesis // Clin. Orthop. Relat. Res. — 1976. — Vol. 117. — P. 23 — 29.

Сведения об авторах

Шеин Александр Порфирьевич — доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией физиологии движений и нейрофизиологии Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова (640014, г. Курган, а/я 1809; e-mail: sheinap@mail.ru).

Криворучко Галина Алексеевна — старший научный сотрудник лаборатории физиологии движений и нейрофизиологии Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова.