

**A.P. Шеин, Г.А. Криворучко, К.В. Колчанов**

**ДИНАМИКА ЭМГ-ХАРАКТЕРИСТИК МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ  
ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ СО СПОНДИЛОЛИСТЕЗОМ  
РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗА**

*Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия»  
им. акад. Г.А. Илизарова, г. Курган*

Реферат. Уточнена роль этиологического и возрастного факторов в формировании дооперационного нейрофизиологического статуса и послеоперационной динамики показателей произвольной и вызванной биоэлектрической активности мышц нижних конечностей при оперативном лечении больных с неврологически осложненным спондилолистезом в поясничном отделе позвоночника. У больных с так называемым дегенеративным и травматическим спондилолистезом по сравнению с больными, у которых имел место спондилолистез, возникший на фоне врожденной аномалии развития позвоночника, отмечалось более выраженное дооперационное отклонение ЭМГ-показателей от контрольных величин.

Ключевые слова: спондилолистез, нижние конечности, М-ответы, Н-рефлексы, транскраниально вызванные потенциалы, суммарная ЭМГ.

А.П. Шеин, Г.А. Криворучко, К.В. Колчанов

ТӨРЛЕ-ТӨРЛЕ ГЕНЕЗДАН БУЛГАН СПОНДИЛОЛИСТЕЗ ЧИРЕНН·Н ИНТЕГҮЧЕ КЕШЕЛ·РНЕ ОПЕРАЦИЯ ЯСАУ ЮЛЫ БЕЛ·Н Д·ВАЛАГАНДА ТҮБ·НГЕ ОЧЛЫКЛАРНЫ· ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЯ (ЭМГ-ХАРАКТЕРИСТИКА) ДИНАМИКАСЫ

Умыртка баганаңыны· бил өлеңенд· неврологик яктан катлаулы булган спондилолистез авыруы бел·н чирл·г·н кешел·рне· операцияг· кад·рге нейрофизиологик хал·тен, · инде операция ясал д·валаганда түб·нге очлык мускулларыны· ирекле h·м биоолектрик активлыгы китерап чыгарган үзг·реш күрс·тм·л·рен булдыруга этнологик h·м яшь яғыннан булган факторларны· ролен ачыклауга багышланған. Дегенератив h·м травматик спондилолистез авыруы бел·н чирл·чел·р д·, умыртка баганаңы үсешенд· тумыштан булган аномалия ·ирлегенд· килем чыккан электромиограмма күрс·ткечл·рене· контроль зурлыклардан операцияг· кад·рге тайпышлар аеруча калку өткөн.

Төп тәшенч·л·р: спондилолистез, түб·нгэ очлыклар, М-аваплар, Н-рефлекслар, транскраниаль төст· китерап чыгарылған потенциал, электромиография ·ыелмасы.

A.P. Shein, G.A. Krivoruchko, K.V. Kolchanov

DYNAMICS OF EMG-CHARACTERISTICS  
OF LOW EXTREMITY MUSCLES AT SURGICAL  
TREATMENT OF PATIENTS WITH  
SPONDYLOLISTHESIS OF DIFFERENT GENESIS

There was studied a role of etiologic and age factors in formation of pre-surgical neurophysiologic status and post-surgery dynamics of indices of arbitrarily and generated

bioelectrical activity of low extremity muscles at surgical treatment of patients with neurologically complicated spondylolisthesis in the spine lumbar pat. In patients, having degenerative and traumatic spondylolisthesis, there was noticed more manifested presurgery deviation of EMG (electromyogram) indices from control ones, compared to patients, having spondylolisthesis, caused by congenital spinal anomaly.

Key words: spondylolisthesis, low extremities, M-responses, H-reflexes, transcranially generated potentials, total EMG.

Известно, что спондилолистез в пояснично-крестцовом отделе позвоночника на определенной стадии заболевания влечет за собой появление неврологических расстройств, связанных с компрессией как сегментарных корешков, так и дурального мешка в целом (синдром «конского хвоста»). Последнее при отсутствии радикального хирургического лечения, основанного на применении аппарата наружной транспедикулярной фиксации (НТФ) позвоночника [2, 3], создает угрозу развития тотального сенсомоторного дефицита в системе нижних конечностей.

Цель работы состояла в уточнении роли этиологического (сопряженность и несопряженность спондилолистеза с врожденными аномалиями развития позвоночника) и возрастного факторов в формировании дооперационного нейрофизиологического статуса и послеоперационной динамики показателей произвольной и вызванной биоэлектрической активности мышц нижних конечностей при оперативном лечении больных с неврологически осложненным спондилолистезом в поясничном отделе позвоночника.

Комплексное нейрофизиологическое тестирование [4] было проведено у 46 больных 13—62 лет

(21 — мужского и 24 женского пола), поступивших на оперативное лечение в РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова [3] по поводу неврологически осложненного (люмбалгия,mono- и полирадикулопатия, тазовые расстройства) спондилолистеза I-IV степени. Распределение выборки по локализации спондилолистеза: 2 — L3, 12 — L4, 27 — L5; 5 — L6; по степени смещения позвонка (СП): 6 — I, 27 — II, 9 — III, 4 — IV. Хирургические манипуляции при I и II степенях СП — ламинэктомия смещенного позвонка, иссечение рубцов и мобилизация дурального мешка, дискотомия на патологическом уровне с захватом обеих замыкательных пластинок двух смежных тел позвонков, установка (туго) в полость диска двух аутотрансплантатов, наложение аппарата НТФ; при III и IV степенях СП — вторым этапом после наложения аппарата и максимально возможного устранения СП осуществляли передний спондилодез между смещенным и смежным с ним позвонками в достигнутом положении аутотрансплантатами либо имплантатами из пористого никелида титана чрез- или внебрюшинным доступом. Для оценки влияния этиологического фактора на дооперационный статус и послеоперационную динамику ЭМГ-показателей обследованные больные были подразделены на две группы: 1-я — 28 больных в возрасте 13—60 ( $28,0 \pm 2,5$ ) лет (12 — мужского и 16 — женского пола) со спондилолистезом (СП: I — 3, II — 15, III — 6, IV — 4), возникшим на фоне врожденной аномалии развития позвоночника (несращение дуг позвонков, переходный L6 позвонок); 2-я — 18 больных в возрасте 13—62 ( $36,7 \pm 3,5$ ) лет (9 — мужского и 9 — женского пола) с так называемым дегенеративным и травматическим спондилолистезом (СП: I — 3, II — 12, III — 3). Распределение выборок больных по дооперационным клиническим признакам неврологического дефицита: 1-я группа — люмбалгия (28 — 100,0%), монорадикулопатия S1-корешка (3 — 10,7%), L5-корешка (2 — 7,1%), L4 (0 — 0,0%), полирадикулопатия (10 — 35,7%), тазовые расстройства (2 — 7,1%); 2-я группа — люмбалгия (18 — 100,0%), монорадикулопатия S1-корешка (1 — 5,6%), L5-корешка (3 — 16,7%), L4 (1 — 5,6%), полирадикулопатия (6 — 33,3%), тазовые расстройства (0 — 0,0%). Сроки нейрофизиологических обследований: до операции, через один месяц после операции, перед снятием аппарата НТФ, спустя 6, 12 и 24 месяца после снятия аппарата НТФ. Анализировали следующие показатели (слева и справа): амплитуду

(от пика до пика) униполярно зарегистрированных М-ответов m. rectus femoris, m. tibialis anterior, m. extensor digitorum brevis, m. gastrocnemius (c.l.), m. soleus, m. flexor digitorum brevis; амплитуду максимальных Н-рефлексов m. gastrocnemius (c.l.) и m. soleus; среднюю амплитуду (CA) и частоту следования колебаний (ЧСК) суммарной ЭМГ m. rectus femoris, m. biceps femoris, m. tibialis anterior, m. gastrocnemius (c.l.), зарегистрированной биполярно в условиях выполнения теста «максимальное произвольное напряжение», амплитуду и латентность транскраниально вызванных потенциалов (ТВП) m. tibialis anterior. В качестве дополнительного анализируемого признака использован предложенный нами индекс соматосенсорной недостаточности (ИСД) — интегральный показатель (среднее отклонение, выраженное в % от контрольных величин), рассчитываемый по всей совокупности ЭМГ-показателей тестируемых мышц слева и справа. С учетом возможной латерализации признаков неврологического дефицита ИСД был также рассчитан отдельно для правой и левой конечностей. С учетом полученных значений ИСД слева и справа у каждого пациента были выделены более пораженная и менее пораженная конечности. Используемое оборудование — цифровая система ЭМГ/ВП Viking-IV (Nicolet, США) и магнитоимпульсный стимулятор Quadropulse-500 (Magstim, Великобритания). В качестве контроля взяты данные 32 здоровых лиц в возрасте 15—26 лет [4]. Статистическую обработку данных производили с помощью пакета анализа данных Microsoft EXEL-2000, дополненного программами непараметрической статистики и оценки нормальности распределения [1]. Взаимосвязь признаков оценивали с помощью коэффициента линейной корреляции Пирсона. Для оценки достоверности различия сопоставляемых выборок показателей использованы t-критерий Стьюдента и непараметрический критерий Вилкоксона. Принятый уровень статистической значимости различий — 0,05.

При проведении сравнительного статистического анализа соответствующие показатели правой и левой конечностей были объединены с целью акцентировать внимание на динамике нейрофизиологических признаков неврологического дефицита, связанного преимущественно с компрессией и декомпрессией дурального мешка, т.е. всей совокупности корешков КХ, обеспечивающих сенсомоторную иннервацию в системе нижних конечностей.

Таблица 1

Амплитуда (мВ) транскраниально вызванных потенциалов *m. tibialis anterior* ( $M \pm m$ )

Группы	Сроки обследования					
	до операции (n <sub>1</sub> = 52, n <sub>2</sub> = 24)	через один месяц после операции (n <sub>1</sub> = 26, n <sub>2</sub> = 10)	После снятия аппарата через			
			5-7 дней (n <sub>1</sub> = 40, n <sub>2</sub> = 26)	6 месяцев (n <sub>1</sub> = 26, n <sub>2</sub> = 14)	1 год (n <sub>1</sub> = 10, n <sub>2</sub> = 7)	2 года (n <sub>1</sub> = 16, n <sub>2</sub> = 6)
1-я	5,82±0,43 *	3,66±0,50 #	5,20±0,55	5,13±0,46 *	6,23±0,76	5,37±0,47
2-я	4,25±0,41	3,63±0,52	4,08±0,41	3,33±0,55 к	6,81±1,59	5,74±1,42
К			5,0±0,5 (n <sub>k</sub> = 64)			

n<sub>1,2,k</sub> — объемы выборок больных 1 и 2-й групп и группы здоровых лиц (контроль); к — статистически значимое (p<0,05) отличие от контроля (К), # — от дооперационных величин, \* — от показателей 2-й группы.

До оперативного вмешательства амплитуда М-ответов по 6 парам отведений у больных 1-й группы ( $M_1$ ) составляла в среднем 94,4%, а во 2-й ( $M_2$ ) — 85,0% от контрольных величин. Различия между абсолютными величинами показателей у больных 1 и 2-й групп ( $M_1 > M_2$ ) сохранялись на протяжении всего периода лечения, а также после снятия аппарата НТФ и являлись наибольшими и статистически значимыми в отведениях от *m. rectus femoris* и *m. gastrocnemius* (с.л.), что, по-видимому, связано с преобладанием в анализируемой выборке числа больных со смещением L5 позвонка (преимущественное поражение S1-корешков) и компенсаторным снижением нагрузки на «антагравитационные» группы мышц нижних конечностей и позвоночник (гиподинамический синдром). Достаточно характерной реакцией на оперативное вмешательство является снижение амплитуды М-ответов, в наибольшей степени проявляющееся спустя один месяц после оперативного вмешательства. В частности, к указанному сроку обследования у больных 1-й группы анализируемый показатель уменьшился по сравнению с дооперационной величиной по шести отведениям в среднем до 80,9%, а у больных 2-й группы — до 77,1%. Наиболее выраженная реакция периферических нейромоторных структур на оперативное вмешательство (снижением М-ответа) отмечалась в отведении от *m. extensor digitorum brevis*. (у больных 1-й группы — в среднем до 49,3%, во 2-й — до 53,2% от дооперационных величин). Последующая динамика амплитуд М-ответов у больных 1 и 2-й групп характеризовалась постепенным выходом показателей на уровень, составлявший в отдаленные (24 месяца) сроки после снятия аппарата НТФ по шести отведениям в среднем 97,6% (1-я гр.) и 97,1% (2-я гр.) от дооперационных величин. В отдельных отведениях (*m. tibialis anterior* — 1 и 2-я группы, *m. rectus femoris* — 1 и 2-я, *m. flexor digitorum*

*brevis* — 2-я) средние величины амплитуд М-ответов спустя 1-2 года после снятия аппарата НТФ достигли значений, превышавших дооперационные в среднем на 8,0 (0,9—14,9) %.

Из приведенных в табл. 1 данных следует, что до оперативного вмешательства амплитуда ТВП *m. tibialis anterior* у больных 2-й группы была на 36,9% ниже, чем в 1-й группе. В целом послеоперационная динамика амплитуды ТВП соответствовала общей динамике М-ответов: в 1-й группе через один месяц после операции уменьшилась в среднем до 62,9% от дооперационной величины, во 2-й — до 85,4%.

Представленная в табл. 2 динамика абсолютных и относительных (%) от М-ответа) амплитуд максимальных Н-рефлексов *m. gastrocnemius* (с.л.) и *m. soleus* свидетельствовала о несколько более выраженной реактивности рефлекс-образующих сенсомоторных структур у больных 2-й группы, зависящих не только от сохранности сенсомоторной иннервации указанных мышц, но и от нисходящих пресинаптических супраспинальных влияний, интенсивность которых в значительной степени определяется фоновыми ноцицептивными влияниями (прямыми и опосредованными) из патологического очага [5—7].

Показатели СА и ЧСК суммарной ЭМГ, зарегистрированной до оперативного вмешательства у больных двух групп, несколько различались. В частности, у больных 1-й группы она составляла по четырем отведениям в среднем соответственно 81,0% и 89,9% от контрольных величин, а во 2-й — 97,4% и 96,3%. Степень послеоперационного снижения СА относительно дооперационных величин у больных обеих групп оказалась практически одинаковой (через один месяц после операции — 81,1%, через 5—7 дней после снятия аппарата НТФ — 83,1%). Межгрупповые расхождения в характере изменения СА и ЧСК отмечались лишь в ближайшие (6 месяцев) и отдаленные (1 и 2 года) сроки после лечения: у больных 1-й группы

# ДИНАМИКА ЭМГ-ХАРАКТЕРИСТИК МЫШЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ СО СПОНДИЛОЛИСТЕЗОМ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗА

Таблица 2

Амплитуда максимальных H-рефлексов *m. gastrocnemius* (c.l.) и *m. soleus*, выраженная в абсолютных (мВ) и относительных (%) от M-ответов величинах ( $M \pm m$ )

Мышцы	Группы	Сроки обследования					
		до операции ( $2n_1 = 56$ , $2n_2 = 36$ )	через один месяц после операции ( $2n_1 = 28$ , $2n_2 = 22$ )	После снятия аппарата через			
				5-7 дней ( $2n_1 = 48$ , $2n_2 = 34$ )	6 месяцев ( $2n_1 = 28$ , $2n_2 = 16$ )	1 год ( $2n_1 = 12$ , $2n_2 = 8$ )	2 года ( $2n_1 = 18$ , $2n_2 = 6$ )
m. gastrocnemius (c.l.)	1-я	мВ	6,20±0,53	6,12±0,78	5,73±0,49 к	5,43±0,58 к	7,06±0,85
		%	20,94±1,62	23,08±2,44	20,94±1,52	21,15±1,71 *	21,70±2,94
		мВ	5,96±0,46 к	5,12±0,74 к	4,84±0,51 к#	6,28±0,76	6,81±1,14 к
		%	23,11±2,07	23,20±2,44	22,10±2,08	27,74 ± 3,11	3,89±1,02
	2-я	мВ			7,24 ± 0,41 ( $2n_k = 64$ )		16,21±5,11 #
		%			22,1 ± 0,9 ( $2n_k = 64$ )		
		мВ	8,10 ± 0,68	6,91±1,00 к	6,88±0,60 к	6,48±0,71 к	8,76±1,15
		%	29,40±2,14 *	29,62±3,52	30,07±2,38 *	30,02±2,87 *	35,4±5,60
m. soleus	1-я	мВ	7,32±0,58 к	6,23±0,95 к	6,34±0,65 к	7,66±0,88	9,67±1,19 к
		%	31,41±3,02	30,20±3,45	30,56±3,12	34,09±4,46	5,53±1,39 к#
	2-я	мВ			9,66±0,53 ( $2n_k = 64$ )	38,07±6,18%	24,33±7,73
		%			37,6±1,8 ( $2n_k = 64$ )		

$2n_1$ ,  $2n_2$  и  $2n_k$  — количество обследованных мышц у больных 1 и 2-й групп и здоровых лиц (К); к — статистически значимое ( $p<0,05$ ) отличие от контроля (К), # — от дооперационных величин, \* — от показателей 2-й группы.

динамика характеризовалась выходом показателей на уровень, превышавший дооперационный, тогда как у больных 2-й группы этого не наблюдалось.

Полученные данные позволяют заключить, что у больных 1-й группы степень дооперационных изменений в периферических структурах нейромоторного аппарата нижних конечностей по показателям вызванной биоэлектрической активности (M-ответы, H-рефлексы, ТВП) оказалась менее выраженной, чем у больных 2-й группы, что связано с присутствием во 2-й группе лиц с последствиями травм позвоночника. Кроме того, средний возраст выборки больных 2-й группы был старше в среднем на 8,7 года ( $p \geq 0,05$ ), чем у больных 1-й группы. Выявленные межгрупповые различия ЭМГ-характеристик сохраняются на протяжении всего периода послеоперационных наблюдений. Что касается глубины и продолжительности послеоперационных изменений, связанных с компримирующими факторами оперативного вмешательства и функциональной разгрузкой нейромоторного аппарата нижних конечностей, то по совокупности ЭМГ-признаков развития и регресса послеоперационного сенсомоторного дефицита, объединенных в индексах сенсомоторного дефицита (ИСД), существенных различий между анализируемыми группами больных не наблюдалось. Показано наличие отрицательной взаимосвязи между индивидуально рассчитанными дооперационными значениями ИСД (левая + правая) и возрастом: коэффициент линейной корреляции Пирсона (R) для совокупной

выборки обследованных больных (46 чел.) составил -0,479 ( $P < 0,01$ ), при этом для больных 1-й группы  $r = -0,625$  ( $p < 0,01$ ), а во 2-й группе  $r = -0,365$  ( $p > 0,05$ ), что подтверждает гипотезу о взаимодействии возрастного и этиологического факторов в формировании дооперационного неврологического статуса. Результаты исследования могут быть использованы при выработке показаний к оперативному вмешательству, выборе тактики и оценки эффективности реабилитационных мероприятий, при решении задач прогнозирования (с учетом этиологического и возрастного факторов) и в послеоперационном мониторинге сенсомоторного дефицита в системе нижних конечностей.

## ЛИТЕРАТУРА

- Гайдышев И.П. Решение научных и инженерных задач средствами Excel, VBA и С/C++. — СПб, 2004.
- Миронов С.П., Ветрик С.Т., Ветрик М.С., Кулешов А.А. // Хирургия позвоночника. — 2004. — № 1. — С. 39—46.
- Шевцов В.И., Худяев А.Т., Люлин С.В., Россик О.С. // Хирургия позвоночника. — 2005. — № 3. — С. 97—100.
- Шеин А.П., Криворучко Г.А., Чухарева Н.А. Методы диагностики и электростимуляционной терапии в комплексной реабилитации больных со свежей и застарелой травмой позвоночника и спинного мозга / Пособие для врачей МЗ РФ / РНЦ «ВТО». — Курган, 2002. - 28 с.
- Dishman J. D., Cunningham B.M., Burke J. // J. Manipulative Physiol. Ther. — 2002. — Vol. 25. — № 5. — P. 318—325.
- Gianmneschi F. et al. // Clin. Neurophysiol. — 2007. — Vol. 118. — № 1. — P. 111—118.
- Mazzocchio R. et al. // J. Spinal Disord. — 2000. — Vol.13. — № 6. — P. 487—495.

Поступила 21.02.07.

• •