

## СИЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ВЗРОСЛЫХ БОЛЬНЫХ СО СПОНДИЛОЛИСТЕЗОМ

© Н.С. Гвоздев, Е.Н. Щурова

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова, Курган, Российская Федерация

**Цель.** Исследовать максимальные моменты силы мышц нижних конечностей у взрослых больных со спондилолистезом.

**Материал и методы.** В исследовании принимали участие 37 больных со спондилолистезом I, II и III степени смещения, в возрасте от 40 до 66 лет. Функциональное состояние пациентов оценивалось по шкале Oswestry, болевой синдром – по шкалам NRS и VAS. С помощью динамометрических стенов была произведена оценка абсолютного, а затем расчет относительного (с учетом массы тела) максимальных моментов силы мышц нижних конечностей: разгибателей голени, сгибателей голени, подошвенных сгибателей стопы, тыльных сгибателей стопы. Контрольную группу составили 50 здоровых обследуемых в возрасте от 40 до 65 лет.

**Результаты.** У больных со спондилолистезом при I, II и III степени смещения наблюдается значительное снижение величин абсолютного и относительного момента силы разгибателей и сгибателей голени, подошвенных сгибателей стопы (на 20-67%, в среднем –  $52,6 \pm 3,2\%$ ). Показатели тыльных сгибателей стопы имеют меньшую величину снижения при I, II степенях смещения (на 12-32%, в среднем  $21,3 \pm 4,7\%$ ), а при III степени, ввиду увеличения процента больных мужского пола, достоверно не отличаются от значений контрольной группы.

**Заключение.** У взрослых больных со спондилолистезом при I, II и III степени смещения наблюдается значительное снижение максимальных моментов силы «антигравитационных мышц»: разгибателей и сгибателей голени, подошвенных сгибателей стопы. Тыльные сгибатели стопы имеют менее выраженный уровень уменьшения силовых характеристик.

**Ключевые слова:** спондилолистез у взрослых больных; сила мышц нижних конечностей; абсолютный момент силы мышц; относительный момент силы мышц.

## STRENGTH CHARACTERISTICS OF THE LOWER LIMB MUSCLES IN ADULT PATIENTS WITH SPONDYLOLISTHESIS

N.S. Gvozdev, E.N. Shchurova

National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

**Aim.** To study maximum muscle strength of the lower limbs in adult patients with spondylolisthesis.

**Material and Methods.** 37 Patients with spondylolisthesis of I, II and III Degree displacement at the age 40-66 years took part in the study. Functional state of the patients was evaluated on

Oswestry scale, pain syndrome – on NRS and VAS scales. The evaluation of absolute and relative (taking body weight into account) maximal moments of strength of muscle (leg extensors, leg flexors, plantar foot flexors, dorsal foot flexors) was performed using dynamometer stands. Control group consisted of 50 healthy individuals of 40-65 years of age.

**Results.** In patients with spondylolisthesis with I, II and III Degree displacement, a significant decrease in the values of the absolute and relative moments of strength of the leg extensors and flexors, plantar foot flexors was observed (by 20-67%, on average – by  $52.6 \pm 3.2\%$ ). The parameters of dorsal foot flexors demonstrated a lower reduction value in I, II Degree displacement (by 12-32%, on average – by  $21.3 \pm 4.7\%$ ), and in III Degree no reliable differences were found with the control group values due to increase in the percentage of male patients.

**Conclusion.** In adult patients with spondylolisthesis with I, II and III Degree displacement, a significant reduction in the maximal moments of strength of «antigravity muscles»: extensors and flexors of the leg, plantar flexors of the foot was observed. Dorsal flexors of the foot demonstrated a less pronounced reduction of strength characteristics.

**Keywords:** *spondylolisthesis in adult patients; muscle strength of the lower limbs; absolute moment of strength of muscles; relative moment of strength of muscles.*

Одной из наиболее тяжелых форм патологии позвоночника является спондилолистез, который приводит к значительной деформации пояснично-крестцового отдела позвоночника и перестройки всей опорно-двигательной системы [1-3]. Развивающиеся пояснично-крестцовые кифозы способствуют сагиттальному дисбалансу позвоночника и компенсаторным изменениям – грудному гипокифозу и поясничному гиперлордозу, которые корректируют линию таза. Пациенты со спондилолистезом ходят с согнутыми бедрами и коленями, им трудно стоять в вертикальном положении, в виду возникновения боли и усталости [4,5]. Вопросы этиологии, патогенеза и диагностики смещений поясничных позвонков, по-прежнему, не утратили своей актуальности.

При оценке функционального состояния и результатов лечения у больных со спондилолистезом используют, как правило, различные шкалы и опросники [6,7,8], инструментальным количественным методам исследования двигательной сферы, силовым характеристикам мышц нижних конечностей у данной категории больных уделено мало внимания [9-11].

*Цель* – исследовать максимальные моменты силы мышц нижних конечностей у взрослых больных со спондилолистезом.

## Материал и методы

Работа основана на результатах обследования 37 больных со спондилолистезом в возрасте от 40 до 66 лет ( $53,0 \pm 1,4$  лет). Было 12 мужчин и 25 женщин. У 14 больных была зарегистрирована I степень смещения, в 18 случаях – II степень смещения, и у 5 больных – III степень смещения (по классификации Н.В. Meyerding) [12]. У 21 больного был определен дегенеративный спондилолистез, в 16 случаях – спондилолизный (по Wiltse LL, Newman PH, Macnab I.) [13]. В процессе обследования больных было выявлено наличие: люмбалгии – у 4 больных; люмбоишиалгии с одной стороны – у 6 больных; люмбоишиалгии с двух сторон – у 12 больных; корешковый синдром с двух сторон – у 6 больных; корешковый синдром с одной стороны – у 9 больных.

Выполняли функциональное рентгенологическое исследование (ФРИ) с определением степени смещения позвонка (см) при сгибании, в обычном физиологическом положении и положении разгибания. Производили оценку болевого синдрома (по шкалам NRS и VAS) и функционального состояния пациентов по шкале Oswestry (индекс ODI) [14].

Силу мышц нижних конечностей исследовали с помощью динамометрических стенов для бедра и голени [15,16]. Все

измерения проводили при произвольном сокращении мышц в режиме, близком к изометрическому. Анализ функционального состояния мышц заключался в оценки сначала абсолютного максимального момента силы ( $H^*m$ ), а потом расчета относительного (с учетом массы тела) момента силы мышц нижних конечностей ( $H^*m/kg$ ).

Контрольную группу составили 50 обследуемых в возрасте от 40 до 65 лет (в среднем  $51,4 \pm 0,98$  года), у которых отсутствовали клинические признаки неврологического дефицита, травмы и хирургических вмешательств на позвоночнике, спинном мозге, нижних конечностях (субъективно здоровые).

Статистическую обработку результатов проводили с помощью пакета для анализа данных Microsoft Excel 2010 с надстройкой Attestat. Рассчитывали среднее арифметическое значение показателей ( $M$ ) и стандартную ошибку средней ( $m$ ). Использовали критерий Шапиро-Уилка для определения нормальности распределения выборки. При нормальном распределении применяли t-критерий Стьюдента, в ос-

тальных случаях использовали непараметрические методы. Результаты считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты и их обсуждение

При проведении исследования больные были разделены на три группы, в зависимости от степени смещения (табл. 1). Функциональная подвижность смещенного позвонка при сгибании в группе больных со II и III степенью смещения была достоверно больше, чем у пациентов с I степенью смещения на 133% ( $p=0,008$ ) и 266% ( $p=0,009$ ) соответственно. При разгибании позвоночника показатель функциональной подвижности достоверно не различался в группах больных с различными степенями смещения.

Следует заметить, что эти группы больных достоверно не отличаются по возрасту, полу, росту, весу, показателям боли по шкале NRS, VAS. Однако величина индекса ODI (отражающий функциональное состояние пациента), при III степени смещения была достоверно больше, чем при I (на 16%,  $p=0,049$ ) и II (на 15%,  $p=0,007$ ).

Таблица 1

### Характеристика больных со спондилолистезом ( $M \pm m$ )

Показатели	Степень смещения (по Н.В. Meyerding) [12]		
	I (n=14)	II (n=18)	III (n=5)
Возраст (годы)	$52,2 \pm 1,5$ (диапазон, 41-61)	$52,0 \pm 2,5$ (диапазон, 40-66)	$59,0 \pm 2,5$ (диапазон, 53-65)
Пол	Мужчины – 4 Женщины – 10	Мужчины – 5 Женщины – 13	Мужчины – 3 Женщины – 2
Рост (см)	$165,3 \pm 3,7$	$163,1 \pm 1,7$	$171,3 \pm 3,0$
Вес (кг)	$77,4 \pm 4,3$	$87,4 \pm 3,6$	$83,0 \pm 8,5$
ФРИ при сгибании (см)	$0,3 \pm 0,05$	$0,7 \pm 0,08^*$	$1,1 \pm 0,3^*$
ФРИ при разгибании (см)	$0,6 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,1$	$2,15 \pm 0,3$
Боль (шкала NRS, баллы)	$3,6 \pm 0,5$	$4,8 \pm 0,5$	$3,8 \pm 1,1$
Боль (шкала VAS, %)	$46,1 \pm 4,6$	$60,8 \pm 4,2$	$50,1 \pm 10,4$
ODI (%)	$59,5 \pm 2,2$	$60,0 \pm 1,7$	$69,0 \pm 1,8^*$

*Примечание:* \* – достоверность отличия от показателей больных I степени смещения,  $p < 0,05$

Абсолютные максимальные моменты силы мышц нижних конечностей у больных со спондилолистезом при I, II (всех исследуемых групп мышц) и III (кроме тыльных сгибателей стопы) степе-

ни смещения были достоверно снижены относительно значений контрольной группы (табл. 2).

При I степени смещения были уменьшены абсолютные максимальные

Таблица 2

**Показатели абсолютного максимального момента силы мышц нижних конечностей ( $H^*m$ ) у больных со спондилолистезом ( $M \pm m$ )**

Показатели	Контрольная группа (n=50)	Степень смещения		
		I (n=14, 28 конечностей)	II (n=18, 36 конечностей)	III (n=5, 10 конечностей)
ММС разгибателей голени	146,1±6,6 (47-213)	67,6±7,1* (15-168)	53,5±5,5* (10-129)	70,8±12,2* (50-122)
ММС сгибателей голени	129,3±6,0 (33-205)	54,0±5,8* (26-132)	53,2±6,0* (14-125)	104,2±5,7* (89-129)
ММС подошвенных сгибателей стопы	139,4±6,5 (44-225)	58,3±5,2* (15-103)	45,5±5,6* (15-112)	81,0±8,9* (58-122)
ММС тыльных сгибателей стопы	46,0 ±1,4 (21,4-66)	40,4±4,8* (7-83)	34,0±3,0* (5,1-66)	43,5±8,5 (5-64)

*Примечание:*\* – достоверность отличия показателей от значений контрольной группы,  $p < 0,05$ . ММС – максимальный момент силы

моменты силы мышц: разгибателей голени на 54% ( $p=1,0516E-08$ ); сгибателей голени – на 58,2% ( $p=2,49599E-09$ ); подошвенных сгибателей стопы – на 58,3% ( $p=2,04661E-09$ ); тыльных сгибателей стопы – на 12% ( $p=0,0306$ ) (табл. 2). При второй степени смещения, во всех исследуемых группах мышц, также наблюдалось снижение максимального момента силы, и процент отличия от показателей нормы был больше, чем при I степени смещения. Так при исследовании разгибателей голени величина снижения составляла 63,4% ( $p=2,07447E-11$ ), сгибателей голени – 59,0% ( $p=6,22E-10$ ), подошвенных сгибателей стопы – 67,4% ( $p=3,25187E-11$ ), тыльных сгибателей стопы – 26% ( $p=0,0005$ ).

При третьей степени смещения достоверно снижен максимальный момент силы разгибателей голени на 51,5% ( $p=0,0017$ ), сгибателей голени на 20% ( $p=0,0427$ ), подошвенных сгибателей стопы на 42% ( $p=0,007343$ ). Показатели тыльных сгибателей стопы в этой группе больных достоверно не отличались от значений контрольной группы ( $p=0,8482$ ). Такой характер изменений моментов силы мышц может быть обусловлен тем, что в этой группе больных, в отличие от первых двух, процент мужчин выше (60% против 28% и 38% в 1 и 2 группах соответственно).

Анализ относительного момента силы мышц (табл. 3) показывает такой же характер изменений, как и при исследовании абсолютного момента.

Таблица 3

**Показатели относительного максимального момента силы мышц нижних конечностей ( $H^*m/kg$ ) у больных со спондилолистезом ( $M \pm m$ )**

Показатели	Контрольная группа (n=50)	Степень смещения		
		I (n=14, 28 конечностей)	II (n=18, 36 конечностей)	III (n=5, 10 конечностей)
ММС разгибателей голени	1,85±0,08 (0,48-2,6)	0,88±0,1* (0,2-2,6)	0,68±0,07* (0,2-1,4)	0,89±0,2* (0,42-1,4)
ММС сгибателей голени	1,66±0,07 (0,54-2,5)	0,74±0,1* (0,2-2,1)	0,68±0,08* (0,15-1,3)	1,3±0,1* (0,98-1,5)
ММС подошвенных сгибателей стопы	1,77±0,08 (0,53-2,6)	0,77±0,07* (0,2-1,3)	0,55±0,07* (0,18-1,5)	0,99±0,1* (0,62-1,4)
ММС тыльных сгибателей стопы	0,59±0,01	0,50±0,06* (0,2-1)	0,40±0,06* (0,1-0,72)	0,54±0,1

*Примечание:*\* – достоверность отличия показателей от значений контрольной группы,  $p < 0,05$ . ММС – максимальный момент силы

Так при I степени смещения, в группах мышц разгибателей голени, сгибателей голени, подошвенных сгибателей стопы, тыльных сгибателей стопы относительные моменты силы были снижены на 52,4% ( $p=2,14686E-08$ ), 55,4% ( $p=7,42312E-09$ ), 56,5% ( $p=2,2556E-09$ ), 15% ( $p=0,0085$ ) соответственно. У больных со второй степенью смещения, во всех исследуемых группах мышц, наблюдается снижение относительного момента силы больше: разгибателей голени – на 63,2% ( $p=1,95441E-11$ ); сгибателей голени – на 59,0% ( $p=2,58671E-11$ ); подошвенных сгибателей стопы – на 69,0% ( $p=2,16371E-11$ ); тыльных сгибателей стопы – на 32% ( $p=4,63292E-05$ ).

При третьей степени смещения относительные моменты силы достоверно снижены в разгибателях голени на 52,0% ( $p=0,0007$ ), сгибателях голени – на 22% ( $p=0,0154$ ), подошвенных сгибателях стопы на 44% ( $p=0,0026$ ). Показатели тыльных сгибателей стопы в этой группе больных достоверно не отличались от значений контрольной группы ( $p=0,9896$ ).

Таким образом, у взрослых больных со спондилолистезом при I, II и III степени смещения наблюдается значительное снижение абсолютного и относительного момента силы разгибателей и сгибателей голени, подошвенных сгибателей стопы (на 20-67%, в среднем –  $52,6\pm 3,2\%$ ). Показатели тыльных сгибателей стопы имеют меньшую величину снижения при I, II степенях смещения (на 12-32%, в среднем  $21,3\pm 4,7\%$ ), при III степени достоверно не отличаются от значений контрольной группы.

Спондилолистез в процессе развития приводит к перестройке, как позвоночного столба, так и всей опорно-двигательной системы [2].

Деформация корешков конского хвоста на уровне смещения позвонка в условиях нестабильности позвоночника может привести к развитию неврологических расстройств у данной категории пациентов [1,17]. Следует отметить, что нейрофизиологические признаки сенсомоторного дефицита в системе нижних конечностей регистрируются практически у всех больных

со спондилолистезом, независимо от того присутствуют или отсутствуют его клинические симптомы [10].

Ухудшение функции корешков конского хвоста может быть обусловлено развивающимися циркуляторными нарушениями вследствие натяжения и сдавления, которые приводят к ишемической дистрофии [17,18].

Кроме того, отек и фиброзные изменения эпидуральной клетчатки, гипертрофия желтой связки, венозный застой, выход провоспалительных веществ в эпидуральное пространство также могут вызывать негативные изменения [1].

Нельзя не учитывать и тот факт, что у больных со спондилолистезом происходят биомеханические изменения в статике и при ходьбе, снижается объем движений [4]. Эти факторы могут приводить к снижению функции мышц.

Различными авторами установлено, что чувствительность некоторых мышц нижней конечности к гиподинамии определяется степенью их гравитационной зависимости [19,20]. «Антигравитационные мышцы» – это целая группа мышц, главным образом разгибательных, которые помогают в активном поддержании тела в вертикальном положении и помогают в преодолении силы тяжести.

В нашем исследовании это мышцы: 1) задней стороны бедра (двуглавая, полусухожильная, полуперепончатая) – сгибатели голени; 2) задней стороны голени (икроножная и камбаловидная мышцы) – подошвенные сгибатели стопы; 3) передней стороны бедра (прямая мышца бедра) – разгибатели голени. Именно максимальные моменты этих групп мышц значительно снижены у взрослых больных со спондилолистезом. Тыльные сгибатели стопы (передняя большеберцовая мышца), в меньшей степени обладают гравитационной зависимостью и имеют менее выраженное снижение силы.

Данный факт соответствует результатам исследований других авторов, которые отмечали в условиях гиподинамии, меньшую степень снижения сократитель-

ных свойств в передней большеберцовой мышце, чем в камбаловидной мышце [19].

Также показано, что длительное по времени снижение функциональной нагрузки на постуральные мышцы и в частности камбаловидные, приводит к структурно-функциональной перестройке мышечной ткани: 1) сокращению объема ядерного и миофибриллярного аппарата; 2) уменьшению размеров волокон; 3) падению сократительной способности мышц (силы); 4) снижению тонуса мышц [20].

Кроме того, следует подчеркнуть, что факт менее выраженного снижения моментов силы мышц нижних конечностей при III степени смещения может быть обусловлен тем, что в этой группе больных, в отличие от первых двух, процент мужчин выше (60% против 28% и 38% в 1 и 2 группах соответственно). По данным H.F. Wu et al., взрослые больные со спондилолистезом женского пола сталкиваются с более высоким риском предоперационной инвалидности [21], чем мужчины. Что также подтверждается результатами исследований А.П. Шеин с соавт. [10,22].

### Заключение

Таким образом, у взрослых больных

со спондилолистезом при I, II и III степени смещения наблюдается значительное снижение абсолютного и относительного момента силы «антигравитационных мышц»: разгибателей и сгибателей голени, подошвенных сгибателей стопы (в среднем – на  $52,6 \pm 3,2\%$ ). Тыльные сгибатели стопы имеют меньшую величину снижения силовых характеристик при I, II степенях смещения (в среднем – на  $21,3 \pm 4,7\%$ ), а при III степени – ввиду увеличения процента больных мужского пола, достоверно не отличаются от значений контрольной группы.

### Дополнительная информация

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, о которых необходимо сообщить в связи с публикацией данной статьи.

**Этика.** В исследовании использованы данные людей в соответствии с подписанным информированным согласием.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

### Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования, написание текста статьи – Щурова Е.Н.

Сбор материала, статистическая обработка, поиск литературы, написание текста – Гвоздев Н.С.

### Литература

1. Митбрейт И.М. Спондилолистез. М.: Медицина; 1978.
2. Kalichman L., Kim D.H., Li L., et al. Spondylolysis and spondylolisthesis: prevalence and association with low back pain in the adult community-based // Spine. 2009. Vol. 34, №2. P. 199-205. doi:10.1097/BRS.0b013e31818edcfd
3. Chan A.K., Sharma V., Robinson L.C., et al. Summary of Guidelines for the Treatment of Lumbar Spondylolisthesis // Neurosurgery Clinics of North America. 2019. Vol. 30, №3. P. 353-364. doi:10.1016/j.nec.2019.02.009
4. Agabegi S.S., Fischgrund J.S. Contemporary management of isthmic spondylolisthesis: pediatric and adult // The Spine Journal. 2010. Vol. 10, №6. P. 530-543. doi:10.1016/j.spinee.2010.02.023
5. Бурцев А.В., Рябых С.О., Котельников А.О., и др. Клинические аспекты сагиттального баланса у взрослых // Гений ортопедии. 2017. Т. 23, №2. С. 228-235. doi:10.18019/1028-4427-2017-23-2-228-235
6. Руденко В.В., Гуляев Д.А., Годанюк Д.С., и др. Функциональные результаты хирургического
7. Ives O., Häkkinen A., Dekker J., et al. Quality of life and disability: can they be improved by active postoperative rehabilitation after spinal fusion surgery in patients with spondylolisthesis? A randomised controlled trial with 12-month follow-up // European Spine Journal. 2017. Vol. 26, №3. P. 777-784. doi:10.1007/s00586-016-4789-5
8. Vanti C., Ferrari S., Villafañe J.H., et al. Responsiveness and minimum important change of the Oswestry Disability Index in Italian subjects with symptomatic lumbar spondylolisthesis // Journal of Orthopaedics and Traumatology. 2017. Vol. 18, №2. P. 145-150. doi:10.1007/s10195-017-0446-y
9. Gundanna M., Eskenazi M., Bendo J., et al. Somatosensory evoked potential monitoring of lumbar pedicle screw placement for in situ posterior spinal fusion // The Spine Journal. 2003. Vol. 3, №5. P. 370-376. doi:10.1016/s1529-9430(03)00144-x
10. Шеин А.П., Колчанов К.В., Криворучко Г.А. ЭНМГ – характеристики неврологического де-

- фицита у пациентов разных возрастных групп при поясничном спондилолистезе // *Гений ортопедии*. 2014. №3. С. 53-56.
11. Morita M., Miyauchi A., Okuda S., et al. Electrophysiological Study for Nerve Root Entrapment in Patients With Isthmic Spondylolisthesis // *Clinical Spine Surgery*. 2017. Vol. 30, №3. P. E198-E204. doi:10.1097/BSD.0000000000000047
  12. Meyerding H.W. Spondylolisthesis // *Surgery, Gynecology and Obstetrics*. 1932. Vol. 54. P. 371-377.
  13. Wiltse L.L., Newman P.H., Macnab I. Classification of spondylolysis and spondylolisthesis // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1976. Vol. 117. P. 23-29. doi:10.1097/00003086-197606000-00003
  14. Fairbank J.C., Couper J., Davies J.B., et al. The Oswestry low back pain disability questionnaire // *Physiotherapy*. 1980. Vol. 66, №8. P. 271-273.
  15. Shchurov V.A., Dolganova T.I., Dolganov D.V. A Femoral Muscle Dynamometer // *Biomedical Engineering*. 2014. Vol. 48, №1. P. 30-32. doi:10.1007/s10527-014-9410-9
  16. Щуров В.А. Устройство для ангулодинамометрии. Патент РФ на изобретение №2029536. 15.05.92. Бюл. 6. Доступно по: <http://www.free-patent.ru/patents/2029536>. Ссылка активна на 20.10.2019.
  17. Лазорт Г., Гуаза А., Джинджиан Р. Васкуляризация и гемодинамика спинного мозга. М.: Медицина; 1977.
  18. Щурова Е.Н., Худяев А.Т., Люлин С.В., и др. Определение уровня недостаточности кровоснабжения невралных структур у больных со спондилолистезом // *Методология флуориметрии*. 2003. Вып. 7. С. 43-50.
  19. Хуснутдинова Д.Р., Нетреба А.И., Миллер Т.Ф. Влияние безопорности и опорной стимуляции на сократительные свойства мышц голени // *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. 2004. Т. 90, №8(1). С. 422.
  20. Туртикова О.В., Алтаева Э.Г., Таракина М.В., и др. Клеточные эффекты функциональной разгрузки и пассивного напряжения m. soleus мышцей, дефектных по дистрофину // *Цитология*. 2008. Т. 50, №2. С. 132-139.
  21. Wu H.F., Hsu T.L., Hung S.H., et al. Preoperative disability and its influencing factors in patients with lumbar spondylolisthesis // *Hu Li Za Zhi*. 2018. Vol. 65, №1. P. 33-41. doi:10.6224/JN.201802\_65(1).06
  22. Шейн А.П., Криворучко Г.А. Электронеуромиографические характеристики у пациентов со спондилолистезом различного генеза // *Хирургия позвоночника*. 2011. №1. С. 56-61.
- References**
1. Mitbreyt IM. *Spondilolistez*. Moscow: Meditsina; 1978. (In Russ).
  2. Kalichman L, Kim DH, Li L, et al. Spondylolysis and spondylolisthesis: prevalence and association with low back pain in the adult community-based. *Spine*. 2009;34(2):199-205. doi:10.1097/BRS.0b013e31818edcfd
  3. Chan AK, Sharma V, Robinson LC, et al. Summary of Guidelines for the Treatment of Lumbar Spondylolisthesis. *Neurosurgery Clinics of North America*. 2019;30(3):353-64. doi:10.1016/j.nec.2019.02.009
  4. Agabegi SS, Fischgrund JS. Contemporary management of isthmic spondylolisthesis: pediatric and adult. *The Spine Journal*. 2010;10(6):530-43. doi:10.1016/j.spinee.2010.02.023
  5. Burtsev AV, Ryabykh SO, Kotelnikov AO, et al. Clinical issues of the sagittal balance in adults. *Genij Ortopedii*. 2017;23(2):228-35. (In Russ). doi:10.18019/1028-4427-2017-23-2-228-235
  6. Rudenko VV, Gulyaev DA, Godanyuk DS, et al. Functional results of surgical treatment for isthmic spondylolisthesis using anterior and posterior exposures. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii*. 2013; (1):44-50. (In Russ).
  7. Ilves O, Häkkinen A, Dekker J, et al. Quality of life and disability: can they be improved by active postoperative rehabilitation after spinal fusion surgery in patients with spondylolisthesis? A randomised controlled trial with 12-month follow-up. *European Spine Journal*. 2017;26(3):777-84. doi:10.1007/s00586-016-4789-5
  8. Vanti C, Ferrari S, Villafañe JH, et al. Responsiveness and minimum important change of the Oswestry Disability Index in Italian subjects with symptomatic lumbar spondylolisthesis. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*. 2017;18(2):145-50. doi:10.1007/s10195-017-0446-y
  9. Gundanna M, Eskenazi M, Bendo J, et al. Somatosensory evoked potential monitoring of lumbar pedicle screw placement for in situ posterior spinal fusion. *The Spine Journal*. 2003;3(5):370-6. doi:10.1016/s1529-9430(03)00144-x
  10. Shein AP, Kolchanov KV, Krivoruchko GA, et al. ENMG – characteristics of neurological deficit in patients of different age groups with lumbar spondylolisthesis. *Genij Ortopedii*. 2014;(3):53-6. (In Russ).
  11. Morita M, Miyauchi A, Okuda S, et al. Electrophysiological Study for Nerve Root Entrapment in Patients With Isthmic Spondylolisthesis. *Clinical Spine Surgery*. 2017;30(3):E198-204. doi:10.1097/BSD.0000000000000047
  12. Meyerding HW. Spondylolisthesis. *Surgery, Gynecology and Obstetrics*. 1932;54:371-7.
  13. Wiltse LL, Newman PH, Macnab I. Classification of spondylolysis and spondylolisthesis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1976;117:23-9. doi:10.1097/00003086-197606000-00003
  14. Fairbank JC, Couper J, Davies JB, et al. The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy*. 1980;66(8):271-3.
  15. Shchurov VA, Dolganova TI, Dolganov DV. A Femoral Muscle Dynamometer. *Biomedical Engineering*. 2014;48(1):30-2. (In Russ). doi:10.1007/s10527-014-9410-9
  16. Shchurov VA. *Ustroystvo dlya angulodinamo-*

- metrii*. Patent RUS №2029536. 15.05.92. Byul. 6 Available at: <http://www.freepatent.ru/patents/2029536>. Accessed: 2019 October 20. (In Russ).
17. Lazort G, Guaze A, Dzhindzhian R. *Vaskulyarizatsiya i gemodinamika spinnogo mozga*. Moscow: Meditsina; 1977. (In Russ).
18. Shchurova EN, Khudyayev AT, Lyulin SV, et al. Opredeleniye urovnya nedostatochnosti krovo-snabzheniya nevrал'nykh struktur u bol'nykh so spondilolistezom. *Metodologiya Fluorimetrii*. 2003; 7:43-50. (In Russ).
19. Khusnutdinova DR, Neteba AI, Miller TF. Vliyaniye bezopornosti i opornoy stimulyatsii na sokratitel'nyye svoystva myshts goleni. *Rossiyskiy Fiziologicheskiy Zhurnal imeni I.M. Sechenov*. 2004;90(8-1):422. (In Russ).
20. Turtikova OV, Altaeva EG, Tarakina MV, et al. The cellulat effects of functional unloading and passive stretch on m. solcus of dystrophin-deficient mdx mice. *Citologiya*. 2008;50(2):132-9. (In Russ).
21. Wu HF, Hsu TL, Hung SH, et al. Preoperative disability and its influencing factors in patients with lumbar spondylolisthesis. *Hu Li Za Zhi*. 2018;65(1): 33-41. (In Chinese). doi:10.6224/JN.201802\_65(1).06
22. Shein AP, Krivoruchko GA. Electroneuromyographic characteristics of lower limb muscles in patients with spondylolisthesis of different genesis. *Hirurgiâ Pozvonočnika*. 2011;(1):56-61. (In Russ).

---

#### Информация об авторах [Authors Info]

\***Гвоздев Никита Сергеевич** – аспирант, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Курган, Российская Федерация. E-mail:nikitozgzvozdev@mail.ru  
SPIN: 1412-5077, ORCID ID: 0000-0003-3428-3742.

**Nikita S. Gvozdev** – PhD-student, of National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation. E-mail:nikitozgzvozdev@mail.ru  
SPIN: 1412-5077, ORCID ID: 0000-0003-3428-3742.

**Щурова Елена Николаевна** – д.биол.н., в.н.с., Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Курган, Российская Федерация.  
SPIN: 6919-1265, ORCID ID: 0000-0003-0816-1004.

**Elena N. Shchurova** – PhD in Biological Sciences, Leading Scientific Worker, National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation.  
SPIN: 6919-1265, ORCID ID: 0000-0003-0816-1004.

---

**Цитировать:** Гвоздев Н.С., Щурова Е.Н. Силовые характеристики мышц нижних конечностей у взрослых больных со спондилолистезом // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2020. Т. 8, №3. С. 355-362. doi:10.23888/HMJ202083355-362

**To cite this article:** Gvozdev NS, Shchurova EN. Strength characteristics of the lower limb muscles in adult patients with spondylolisthesis. *Science of the young (Eruditio Juvenium)*. 2020;8(3):355-62. doi:10.23888/HMJ202083355-362

**Поступила / Received:** 12.11.2019  
**Принята в печать / Accepted:** 02.09.2020