



ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА У СПОРТСМЕНОВ И АРТИСТОВ БАЛЕТА С ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВЫМ БОЛЕВЫМ СИНДРОМОМ

С.П. Миронов, М.Б. Цыкунов, Г.М. Бурмакова

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, Россия

В статье приведены оценки нарушения функции при пояснично-крестцовых болях у 898 пациентов — спортсменов, артистов балета и цирка (537 мужчин и 361 женщина) в возрасте от 15 до 45 лет (средний возраст 25,8 года). У 409 пациентов болевой синдром был обусловлен остеохондрозом поясничного отдела позвоночника, у 238 — спондилолизом нижнепоясничных позвонков, у 172 — фасеточным синдромом, спондилоартрозом и у 79 — патологией связок пояснично-крестцового отдела позвоночника. Отмечена асимметрия по силе, тону мышц-стабилизаторов позвоночника и их биоэлектрической активности, которая устраняется в процессе лечения.

Ключевые слова: боли внизу спины, реабилитационный диагноз, спортсмены

Конфликт интересов: не заявлен

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Миронов С.П., Цыкунов М.Б., Бурмакова Г.М. Оценка функционального состояния позвоночника у спортсменов и артистов балета с пояснично-крестцовым болевым синдромом. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2019;3:21-30. <https://doi.org/10.17116/vto201903121>

ASSESSMENT OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE SPINE IN ATHLETES AND BALLET DANCERS WITH LUMBOSACRAL PAIN SYNDROME

S.P. Mironov, M.B. Tsykunov, G.M. Burmakova

National medical research center for traumatology and orthopedics N.N. Priorova Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

The paper presents the data of evaluation of dysfunction in lumbosacral pain in 898 athletes, ballet and circus artists aged 15 to 45 years. The median age was 25.8 year. 537 men and 361 women. In 409 people, pain syndrome is caused by osteochondrosis of the lumbar spine. 238 patients were diagnosed with spondylolysis of the lower lumbar vertebrae, 172 with facet syndrome, spondylarthrosis and 79 with pathology of the ligaments of the lumbosacral spine.

Asymmetry in strength, tone of muscles-stabilizers of the spine and their bioelectric activity, which are eliminated in the course of treatment, was noted.

Keywords: lower back pain, rehabilitation diagnosis, athletes

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Mironov SP, Tsykunov MB, Burmakova GM. Assessment of the functional state of the spine in athletes and ballet dancers with lumbosacral pain syndrome. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2019;3:21-30. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201903121>

При повреждениях и заболеваниях позвоночника возникают как морфологические изменения, так и функциональные нарушения. У спортсменов и артистов балета в таких случаях очень быстро снижаются работоспособность и выносливость к физическим нагрузкам, нарушается координация движений. Это ведет к ухудшению или потере основных двигательных качеств и утрате специальных двигательных навыков. В последующем на восстановление приходится тратить много сил, что значительно увеличивает сроки возвращения спортсмена или артиста балета в строй. Таким образом, раннее и адекватное функциональное обследование пациентов способствует скорейшей профессиональной реабилитации.

Цель исследования — разработка методики функционального обследования пациентов — спортсменов и артистов балета с пояснично-крестцовым болевым синдромом (ПКБС).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовали 898 пациентов с ПКБС — спортсменов, артистов балета и цирка (537 мужчин и 361 женщина) в возрасте от 15 до 45 лет (средний возраст 25,8 года). Из них у 409 болевой синдром был обусловлен остеохондрозом поясничного отдела позвоночника, у 238 — спондилолизом нижнепоясничных позвонков, у 172 — фасеточным синдромом, спондилоартрозом и у 79 — патологией связок пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Характеристика пациентов представлена в **табл. 1**.

Из общего числа пациентов были 776 спортсменов и 122 артиста балета. Из артистов балета 65 были классическими танцорами, 17 — исполнителями народного, 20 — современного эстрадного танца, 20 — учащимися хореографического училища и ведущих танцевальных коллективов. Поскольку 57 артистов цирка (акробаты, силовые жонглеры, наездники) в про-

Табл. 1. Распределение пациентов по видам физической активности, полу и характеру патологии пояснично-крестцового отдела позвоночника**Table 1.** Distribution of patients by type of physical activity, gender and nature of lumbosacral spine pathology

Вид физической активности	Остеохондроз		Фасеточный синдром		Спондилолиз		Патология связок		Число пациентов
	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	
Тяжелая атлетика	93	8	20	5	6	3	—	—	135
Гимнастика спортивная	34	14	8	5	31	33	5	4	134
Борьба	79	3	29	7	8	2	—	—	128
Балет	22	15	10	6	17	18	—	34	122
Гимнастика художественная	—	14	—	4	—	11	—	21	50
Акробатика	6	5	5	6	5	7	3	5	42
Фигурное катание	8	8	5	2	6	5	—	2	36
Гребля	11	2	15	7	—	—	—	—	35
Легкая атлетика	12	6	—	—	7	3	2	—	30
Прыжки в воду	4	2	—	3	8	7	2	—	26
Волейбол	3	3	3	3	3	5	—	—	20
Фристайл	3	3	4	2	2	4	1	—	19
Футбол	10	2	5	—	—	—	—	—	17
Хоккей	7	—	—	—	5	—	—	—	12
Фехтование	5	—	—	1	—	—	—	—	6
Прочее	15	12	8	2	19	23	—	—	79
Всего	312	97	112	60	117	121	13	66	898

шлом занимались спортом и имели высокую спортивную квалификацию, они были отнесены к группе спортсменов.

Консервативное лечение было проведено 701 пациенту, хирургическое — 197, из них 95 пациентам с дискордикулярным конфликтом была произведена лазерная вапоризация межпозвонкового диска, 102 с фасеточным синдромом — чрескожная радиочастотная деструкция фасеточных нервов.

В настоящей работе приведены данные по функциональному обследованию пациентов, которые лечились консервативно.

Для субъективной оценки болевого синдрома была использована анкета, которая заполнялась пациентом до и после лечения (табл. 2).

Особое значение для спортсменов и артистов балета имеет пункт №9, в котором оценивается функциональная пригодность позвоночника. При самом неблагоприятном варианте течения заболевания больной может набрать 35 баллов, а при полном отсутствии боли — 0 баллов.

В заключении опроса уточнялась общая самооценка соответствия состояния поясничного отдела позвоночника уровню функциональных притязаний пациента, которую регистрировали, соотнося с соответствующими шкалами (табл. 3).

Гониометрия

При патологии позвоночника его подвижность обычно нарушается в различных плоскостях, однако чаще страдают сгибание и разгибание. Для измерения амплитуды движений в позвоночнике использовались линейные измерения с помощью сантиметровой ленты.

Для определения амплитуды движений позвоночника в сагиттальной плоскости измеряли расстояние от остистого отростка CVII до крестца в положении стоя при максимальном сгибании и разгибании позвоночника. При латерофлексии (наклон в сторону) определяли расстояние от гребня подвздошной кости до расположенной над ним точки XII ребра. Амплитуда ротационных движений соотносилась с расстоянием от верхнего угла ромба Михаэлиса до мечевидного отростка грудины при вращении туловища в соответствующую сторону.

Оценка нарушений движений в позвоночнике осуществлялась по соответствующей шкале (табл. 4).

Выявление функциональной недостаточности мышц

Исследование мышечной силы является важным показателем функции опорно-двигательного аппарата. В настоящем исследовании применялся метод мануального мышечного тестирования (ММТ), предложенный проф. Р. Ловеттом и в последующем модифицированный. ММТ дает сведения о силе определенной мышцы или мышечной группы при их активном сокращении и их способности участвовать в необходимом движении. Наиболее принята градация, ориентированная на силу нормальной мышцы.

Степень 5 (норма 100%), определяет силу, соответствующую нормальной мышце, которая может совершать движения с полной амплитудой, преодолевая максимальное мануальное сопротивление.

Степень 4 (хорошая — 75% нормы), определяет силу мышцы, способной совершать движение с полной амплитудой при умеренном мануальном сопротивлении.

Табл. 2. Анкета субъективной оценки болевого синдрома
Table 2. Questionnaire of subjective assessment of pain syndrome

№	Наличие и характер боли	Оценка в баллах
1	Боль в позвоночнике:	
	нет	0
	да	1
2	Периодичность боли:	
	нет боли	0
	эпизодическая	1
	постоянная	2
3	Характер боли:	
	нет боли	0
	тупая, ноющая, тянущая, давящая	1
	острая, пульсирующая, жгучая, стреляющая	2
4	Интенсивность боли в позвоночнике (ВАШ)	0–10
5	Боль в нижней конечности/конечностях:	
	нет	0
	да	1
6	Периодичность боли:	
	нет боли	0
	эпизодическая	1
	постоянная	2
7	Характер боли:	
	нет боли	0
	тупая, ноющая, тянущая, давящая	1
	острая, пульсирующая, жгучая, стреляющая	2
8	Интенсивность боли в нижней конечности/конечностях (ВАШ)	0–10
9	Функциональная пригодность позвоночника:	
	не снижена	0
	периодически снижается, но профессиональная нагрузка возможна	1
	периодически снижается, профессиональная нагрузка возможна после приема обезболивающих препаратов	2
	постоянно снижается, профессиональная нагрузка возможна после курса лечения	3
	постоянно снижена, возможна бытовая нагрузка	4
	нагрузка невозможна	5

Табл. 3. Шкала самооценки пациентов
Table 3. Patient self-assessment scales

Шкала	Оценка, баллы
Самооценка уровня функциональных возможностей:	
высокий уровень (спорт, балет и т.п.)	5
бытовой уровень	3
низкий уровень — значительное ограничение двигательных возможностей	0
Уровень функциональных притязаний:	
высокий (спорт, балет и т.п.)	5
средний (бытовой)	3
низкий — функция позвоночника не влияет на профессиональную деятельность	0

Табл. 4. Шкала оценки нарушения движений в позвоночнике
Table 4. Scale of assessment of movement disorders in the spine

Направление движения, мм	Норма, мм	Оценка результатов гониометрии, баллы			
		5	4	3	1
Сгибание	50–60	50–60	30–49	10–29	0–9
Разгибание	50–60	50–60	30–49	10–29	0–9
Наклоны в сторону	50–60	50–60	30–49	10–29	0–9
Ротация	50–60	50–60	30–49	10–29	0–9

Степень 3 (удовлетворительная — 50% нормы), определяет силу мышцы, способной совершать движение с полной амплитудой и преодолением веса перемещаемого сегмента без внешнего мануального сопротивления.

Степень 2 (плохая — 25–30% нормы), определяет силу мышцы, способной совершать движения с полной амплитудой только в облегченных условиях (не может преодолеть вес перемещаемого сегмента).

Степень 1 (очень плохо — 5–10% нормы). При попытке совершить движение отмечается видимое и пальпируемое сокращение мышцы, недостаточное для выполнения какого-либо движения.

Степень 0 — при попытке совершить движение не удается выявить признаки сокращения мышцы.

Важным показателем, характеризующим функциональное состояние мышц, является выносливость к продолжительной статической и динамической работе.

Для оценки выносливости к статической работе проводили пробы со стандартной нагрузкой в виде тестовых заданий. Так, для тестирования мышц спины (мышц-разгибателей) больному предлагали в положении лежа на животе разогнуть туловище, положив руки на голову. При удовлетворительном физическом развитии время удержания туловища на весу составляет не менее 3 мин, при хорошем — более 5 мин. Для тестирования мышц брюшной стенки (мышц-сгибателей) предлагалось удерживать нижние конечности под углом 30° в положении лежа на спине или туловище с руками на затылке при согнутых коленях и фиксированных стопах. Время удержания поз у пациентов с удовлетворительным физическим развитием составляет 1,5–2 мин, при хорошем — более 3 мин.

Очень важной характеристикой функционального состояния спортсменов и артистов балета являются пробы с динамической нагрузкой для мышц туловища. Тестирование выносливости к динамическим нагрузкам осуществлялось с помощью стандартных динамических упражнений с заданным ритмом и амплитудой движений до отказа от нагрузки. Подсчитывалось время выполнения пробы или число выполненных движений.

Миотонусометрия

Тонус мышц — длительное не сопровождающее их утомлением сокращение, которое возникает и поддерживается рефлекторно. О тонусе мышцы судят по ее упругости, измеряемой специальным прибором — тонометром. На основании разности показателей между «тонусом покоя» и «тонусом напряжения» оценивают сократительную способность мышц. Чем больше разница, тем лучше показатель [Каптелин А.Ф., Большакова М.Б., Крупаткин А.И., 1990]. Наиболее важным для клинической интерпретации полученных данных является вычисление разницы между показателями тонуса покоя и максимального произвольного напряжения.

Для измерения мышечного тонуса использовался миотонومتر Pat.D «SZIRMAI» (Венгрия), имеющий шкалу, тарированную в условных единицах (у.е.) со-

противления, которое оказывает мышца при погружении в нее датчика.

Обследование проводилось в положении больного лежа на животе. Измерения упругости паравертебральных мышц в симметричных точках с обеих сторон осуществляли трижды как в состоянии покоя, так и при максимальном изометрическом напряжении. После этого вычисляли разницу между максимальным и минимальным значением (показатель эффективности сокращения мышц). Для определения симметричности поражения мышц использовали коэффициент асимметрии тонуса мышц в покое и при максимальном напряжении, который оценивал цифровой стороне. Измерения проводились до лечения, а также в динамике процесса восстановления или компенсации функции позвоночника. При этом существенное значение имело изменение мышечного тонуса как ответ на лечебные мероприятия.

Изометрическое и изокинетическое тестирование

Для объективной оценки функциональных возможностей мышц используются различные изокинетические динамометры, например аппарат системы BIODEX (США).

Процедура тренировки или тестирования отдельного звена кинематической цепи заключается в следующем: пациент располагается в кресле, с помощью ремней фиксируют туловище к специальной насадке, закрепленной на оси силовой установки. В зависимости от задач тестирования, электродвигатель силовой установки оказывает сопротивление движению позвоночника либо обеспечивает его пассивное перемещение.

Применяемый в настоящем исследовании аппарат системы BIODEX позволял с достаточной точностью регистрировать углы перемещения, силу сопротивления движению в пассивном режиме, мышечную силу и работу в изотоническом, изометрическом, изокинетическом, эксцентрическом режимах. Все параметры записывались и обрабатывались персональным компьютером.

Изокинетическое тестирование

Тестирование осуществляли следующим образом. Пациента фиксировали по стандартной методике BIODEX Corporation. В режиме программирования задавали полный объем безболезненных пассивных движений в позвоночнике, затем аппарат переключали на изокинетический режим и устанавливали константы скоростей сгибания и разгибания. Больному предлагалось с максимальной силой наклоняться вперед и назад. Компьютер регистрировал работу мышц, производимую при перемещении позвоночника и рычага прибора. При анализе записанных данных оценивалась работоспособность мышц в изокинетических условиях в каждой точке заданного объема пассивных движений, которую представляли в реальном масштабе времени в виде графиков.

Использование приведенных инструментальных тестов давало возможность объективно оценить си-

ловые возможности мышц, их утомляемость, соотношение работоспособности мышц-агонистов и антагонистов в зависимости от вида патологии пояснично-крестцового отдела позвоночника.

При всех вариантах пояснично-крестцовых болей наблюдался пологий характер кривой с плато вместо остроконечного пика на максимуме нагрузки разгибателей спины. При некоторых вариантах вертеброгенных болей, например при положительных симптомах ПВН и Наффцигера, момент вращения плавно увеличивается, а затем резко уменьшается, что находит отражение в характере кривой. При дискорадикулярных конфликтах, сопровождающихся боковым наклоном позвоночника, картина аналогичная, однако значение максимального момента вращения существенно ниже. При патологии пояснично-подвздошных связок картина иная. Момент вращения быстро увеличивается до значений, регистрируемых в норме, а затем, когда связки натягиваются, отмечаются резкое падение, затем вновь подъем. Это отражается в виде специфичной М-образной кривой. Подобная картина наблюдается и при спондилоартрозе.

В процессе лечения проводилось изокинетическое тестирование мышц-стабилизаторов. При подостром болевом синдроме наблюдалось быстрое нарастание момента вращения с последующим резким сбросом. При этом отмечалось преобладание мышц-разгибателей. В процессе лечения вследствие уменьшения боли и восстановления функциональных возможностей мышц, возрастала амплитуда мышечного сокращения, ликвидировался мышечный дисбаланс с преобладанием уже мышц брюшной стенки.

Тестирование на установке BIODEX в процессе лечения помогало оценить адекватность реабилитационных мероприятий и при необходимости внести коррективы в программу лечения.

Изометрическое тестирование

При восстановлении функции позвоночника у спортсменов, кроме указанных характеристик, выявляемых с помощью изокинетических тестов, оценивали также способность мышц к выполнению координированных (точных) движений. Координация движений обеспечивается тонко организованным взаимодействием рецепторного и сократительного аппаратов мышц, смысл которого состоит в обработке информации рецепторов, расположенных в мышцах, сухожилиях, капсульно-связочных структурах, коже, надкостнице, и в генерации стимулов сокращения двигательных единиц в необходимом объеме с адекватной двигательной задаче частотой. Существует множество методик оценки характеристик проприоцепции и ее влияния на реализацию двигательного акта. Большинство из них основаны на регистрации точности воспроизведения сегментом конечности заданного положения или амплитуды движений. Однако при этом условия приближены к облегченным и не соответствуют реальным.

Для повышения точности оценки способности выполнять координированные движения применялся модифицированный М.Б. Цыкуновым, И.С. Косовым

(1998) динамометрический тест Ю.М. Уфлянда (1965). Методика была реализована на аппарате BIODEX в изометрическом режиме. Таз и поясничный отдел позвоночника пациента фиксировали в положении небольшого кифозирования (сгибания под углом 30°). Пациенту предлагалось с максимальной силой разгибать позвоночник в течение 5 с. По графику силы определяли достигнутый уровень. После 5-секундной паузы напряжение мышц повторяли 5 раз на уровне 50% от максимальной силы циклами по 5 с (пауза 5 с). Ориентиром интенсивности напряжения для больного служила кривая силы на мониторе. Три последних цикла пациент выполнял с закрытыми глазами (без обратной связи).

Учитывая, что точность силовой дифференцировки характеризует состояние проприоцепторного аппарата (мышечные веретена, контролирующие степень растяжения, сухожильные органы, отслеживающие напряжение мышц и др.) полагаем, что оценка силовых дифференцировок с зрительным самоконтролем и без него позволяет более точно характеризовать состояние проприоцепторного аппарата элементов позвоночного столба при различных его патологических состояниях.

Комбинированные тесты

Для объективной оценки такого важного двигательного качества, как способность длительно выполнять статическую работу, использовали комбинированный тест с изометрическим напряжением, равным 50% от максимального. Динамография при выполнении теста осуществлялась так же, как было описано ранее, одновременно устанавливались стандартные накожные электроды на двигательные точки мышц сгибателей и разгибателей туловища и записывалась их биоэлектрическая активность. Вся информация регистрировалась с помощью компьютеризированной системы ConAn по четырем каналам, что обеспечивало синхронизацию.

В начале исследования одновременно регистрировались максимальное усилие и биоэлектрическая активность мышц. Пациент удерживал напряжение мышц-разгибателей на уровне более 50% от максимального напряжения до отказа от нагрузки. Отказом считалось снижение интенсивности напряжения ниже заданного уровня. Затем проводился спектральный анализ частот биопотенциалов отдельных мышц с использованием пакета программ ConAn [4].

Электромиография

Для оценки состояния нервно-мышечного аппарата применялась интегральная электромиография (ЭМГ) с помощью поверхностных электродов. В настоящей работе для этого использовали 8-канальную миографическую приставку системы ConAn и другие электромиографы.

Регистрировалась интегральная биоэлектрическая активность симметричных участков мышц спины в состоянии покоя и максимальном напряжении мышц (проба «ласточка»), при стандартном, дозированном и произвольном максимальном напряжении.

Конкретный протокол исследования зависел от его задач. Так, при оценке функционального состояния мышц до и после лечения оценивалась биоэлектрическая активность паравертебральных мышц правой и левой сторон при максимальном напряжении. При выявлении степени участия мышц в выполнении определенных упражнений фиксировалась биоэлектрическая активность при стандартном противодействии. Комбинированные усталостные тесты выполнялись в процессе лечения для контроля функционального состояния мышц. В частности, осуществлялась проба на выносливость паравертебральных мышц: при утомлении мышцы наблюдалось уменьшение числа осцилляций (с 50–60 до 30 Гц) и увеличение их амплитуды.

В соответствии с характером выявленных нарушений функции при пояснично-крестцовых болях у спортсменов составлялась индивидуальная программа медицинской реабилитации, принципы составления которой были опубликованы ранее [5, 6].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для интегральной оценки функции позвоночника у спортсменов и артистов балета была разработана оригинальная система комплексной оценки функционального состояния позвоночника. Результаты большинства клинических и части инструментальных методов (гониометрия, миотонусометрия, мануальное мышечное тестирование) соотносились с размерностью шкал, которые были необходимы для получения интегрального показателя.

В зависимости от функционального состояния позвоночника каждому признаку выставляли определенный балл — 5, 4, 3, 2, 1 или 0: 5 баллов — при отсутствии патологических изменений, что соответствует компенсации функции; 3–4 балла — при умеренно выраженных изменениях, если состояние позвоночника субкомпенсировано; 2–0 баллов — при выра-

женных изменениях, если его состояние декомпенсировано.

Интегральный показатель равен среднему баллу исследованных признаков. Компенсации функции соответствуют показатели более 4 баллов, субкомпенсации — 3–4 балла, декомпенсации — менее 3 баллов.

Гониометрия

Данные гониометрии, полученные при обследовании 155 пациентов (достоверность $p < 0,05$) представлены в табл. 5.

Наибольшее ограничение движений в сагиттальной плоскости наблюдалось при остеохондрозе, а именно — при дискордикулярном конфликте. Значительно были ограничены движения и при спондилолизе вследствие выраженного защитного напряжения мышц поясничного отдела и болезненности дуги позвонка. При фасеточном синдроме, наряду с некоторым ограничением наклонов вперед, было отмечено значительное ограничение разгибания позвоночника. Связочная патология практически не влияла на движения позвоночника в сагиттальной плоскости.

Наклоны в сторону были ограничены при остеохондрозе и фасеточном синдроме, в меньшей степени — при спондилолизе и лигаментопатиях.

Ротационные движения в поясничном отделе позвоночника были уменьшены у всех пациентов, однако в большей степени — при остеохондрозе и фасеточном синдроме.

После лечения подвижность позвоночника увеличивалась вплоть до полного восстановления. Это было отмечено у большей части пациентов с лигаментопатиями. Сохранялось небольшое ограничение движений в позвоночнике у пациентов с остеохондрозом и фасеточным синдромом. При спондилолизе амплитуда наклонов вперед и назад не достигала нормальных значений, что было обусловлено длительностью процессов костной перестройки. Амплитуда

Табл. 5. Результаты гониометрии до и после лечения, баллы
Table 5. Goniometry results before and after treatment, scores

Показатель	Число пациентов	Подвижность позвоночника, баллы <i>M±m</i>			
		сгибание	разгибание	наклоны в сторону	ротация
Остеохондроз:	74				
до лечения		2,5±0,28	3,5±0,19	3,0±0,05	1,0±0,02
после лечения		4,3±0,36	4,8±0,14	4,5±0,08	3,8±0,51
Фасеточный синдром:	21				
до лечения		4,5±0,03	1,1±0,05	3,4±0,03	1,7±0,01
после лечения		4,8±0,01	4,1±0,12	3,9±0,15	4,2±0,03
Спондилолиз:	28				
до лечения		2,2±0,21	3,6±0,13	4,0±0,24	4,2±0,04
после лечения		2,8±0,67	3,8±0,18	4,7±0,11	4,5±0,09
Лигаментопатия:	32				
до лечения		4,85±0,02	4,90±0,06	4,6±0,03	3,8±0,05
после лечения		4,97±0,03	4,98±0,01	4,78±0,09	4,6±0,22

наклонов вперед и назад свидетельствует о субкомпенсации функции.

Миотонусометрия

Миотонусометрия паравертебральных мышц поясничной области в покое и максимальном напряжении производилась у 43 больных. Аналогичное исследование было проведено 20 здоровым, не предъявлявшим жалоб на боли в позвоночнике и нарушение его функции (контрольная группа) (табл. 6).

При болевом поясничном синдроме, обусловленном остеохондрозом позвоночника, тонус мышц в состоянии покоя был увеличен, а при максимальном напряжении уменьшался по сравнению с контрольной группой. При этом показатель сократительной способности мышц уменьшился в 1,47 (68,3%) раза. Кроме того, была отмечена асимметрия показателей мышечного тонуса как в состоянии покоя, так и при напряжении, что было обусловлено преобладанием в основной группе пациентов одностороннего дискорадикулярного конфликта. После лечения в связи с уменьшением напряжения паравертебральных мышц уменьшился и показатель тонуса в покое. Наоборот, показатель тонуса при максимальном напряжении возрос. Показатель сократительной способности мышц приблизился к показателю контрольной группы (97,6%). Также уменьшился и коэффициент асимметрии как в покое, так и при максимальном напряжении.

При фасеточном синдроме разница с контролем не была настолько выраженной, как при остеохондрозе позвоночника, хотя также отмечалось повышение тонуса в покое и некоторое снижение при максимальном напряжении ($p>0,05$). Показатель сократительной способности мышц только в 1,1 (90,1%) раза был меньше показателя контрольной группы. Асимметрия показателей тонуса в покое не была выражена, она наблюдалась при максимальном напряжении.

После лечения снизился тонус в покое и увеличился при напряжении, следовательно, увеличилась сократительная способность мышц — она достигла показателя контрольной группы (98,8%). Уменьшился показатель асимметрии при максимальном напряжении, хотя он и не достиг уровня контрольной группы. Очевидно, это было также обусловлено преобладанием у пациентов основной группы одностороннего процесса.

При спондилолизе отмечался также высокий показатель тонуса в покое, как и при остеохондрозе, и более резкое падение его при максимальном напряжении. В связи с выраженным болевым синдромом сократительная способность мышц была меньше показателя контрольной группы в 1,53 (65,4%) раза. Коэффициент асимметрии тонуса в покое и максимальном напряжении был близок к уровню контрольной группы. После лечения определялось уменьшение тонуса в покое и увеличение его при максимальном напряжении. Улучшилась и сократительная способность мышц, хотя она все же осталась ниже уровня контрольной группы.

Лигаментопатии связок пояснично-крестцового отдела позвоночника и таза характеризовались снижением мышечного тонуса в покое и при максимальном напряжении по сравнению с контролем. Сократительная способность мышц составила 86,5%. После лечения у пациентов наблюдалось повышение тонуса в покое ($p>0,05$) и при максимальном напряжении. Сократительная способность мышц приблизилась к контролю (98,5%). Большая часть показателей миотонусометрии имела достоверные различия ($p<0,05$).

Для оценки интегрального показателя функционального состояния паравертебральных мышц была использована соответствующая шкала (табл. 7).

Таким образом, исходя из анализа результатов миотонусометрии, можно сделать вывод о высоких функциональных возможностях паравертебральных

Табл. 6. Данные миотонусометрии паравертебральных мышц
Table 6. These myotonometry paravertebral muscles

Показатель	Число пациентов	Состояние покоя	Состояние максимального напряжения	Показатель сократительной способности мышц		Коэффициент асимметрии	
				абс.	%	тонус покоя	тонус при максимальном напряжении
Контрольная группа:	20	60,5±1,8	165,7±1,9	105,2±1,5	100	1,005±0,01	1,008±0,03
Остеохондроз	15						
до лечения		81,9±3,3	152,7±2,4	77,8±1,3	68,3	1,37±0,05	1,31±0,01
после лечения		63,8±1,5	167,5±3,1	102,7 ±2,5	97,6	1,18±0,03	1,2±0,10
Фасеточный синдром:	12						
до лечения		64,4±2,1	161,1±1,7	95,7±0,9	90,1	1,08±0,02	1,31±0,02
после лечения		61,4±1,4	166,3±2,5	103,9±2,8	98,8	1,05±0,01	1,18±0,03
Спондилолиз:	7						
до лечения		67,5±1,6	136,3±3,5	68,8±0,7	65,4	1,08±0,01	1,01±0,02
после лечения		60,5±0,9	158,4±2,8	98,9±1,4	94,0	1,03±0,03	1,01±0,01
Лигаментопатия:	9				86,5		
до лечения		58,7±1,4	150,0±0,2	91,3±2,1		1,05±0,02	1,2±0,007
после лечения		61,9±2,2	166,5±1,1	103,6±0,1	98,5	1,03±0,04	1,15±0,01

Табл. 7. Шкала оценки функционального состояния паравертебральных мышц**Table 7.** Scale of evaluation of functional state of para-vertebral muscles

Сократительная способность мышц по отношению к аналогичному показателю контрольной группы	Оценка, баллы
80–100% нормы	5
60–79% нормы	4
40–59% нормы	3
20–39% нормы	2
<20% нормы	1
Отсутствие различий между тонусом покоя и напряжения	0

мышц у спортсменов и артистов балета. Несмотря на наличие дегенеративно-дистрофических изменений в позвоночнике и выраженность болевого синдрома, сократительная способность мышц была на достаточно высоком уровне: 4 балла у пациентов с остеохондрозом и спондилолизом и 5 баллов у пациентов с фасеточным синдромом и лигаментопатиями. После лечения у всех пациентов функциональное состояние оценивалось в 5 баллов.

Мануальное мышечное тестирование (ММТ) позволяет весьма точно определить силу сгибателей и разгибателей позвоночника. Эта методика была использована у 173 пациентов до и после лечения. Для сравнения подобные измерения были произведены 12 здоровым спортсменам контрольной группы. Оценка силовых возможностей мышц проводилась по 5-балльной шкале (**табл. 8**).

Как следует из приведенных данных, в норме коэффициент, показывающий соотношение силы сгибателей и разгибателей, приближается к единице. При различных патологических состояниях позвоночника это соотношение нарушается в сторону снижения силы сгибателей туловища и преобладания мышц-разгибателей. Особенно это выражено при лигаментопатии связок пояснично-крестцового отдела и таза и при спондилолизе. После проведенного ле-

чения коэффициент приблизился к единице. На основании проведенных исследований был сделан вывод, что определение коэффициента мышечного баланса «сгибатели/разгибатели» поясничного отдела позвоночника очень важно при проведении восстановительного лечения. Это обусловлено тем, что даже у высококвалифицированных спортсменов и танцоров нередко встречается мышечный дисбаланс с преобладанием мышц-разгибателей, который приводит к срыву адаптации и развитию патологических изменений в различных элементах позвоночного двигательного сегмента.

При ЭМГ наиболее информативными показателями функционального состояния паравертебральных мышц являются интегральная биоэлектрическая активность и асимметрия биоэлектрической активности при максимальном мышечном напряжении, о чем свидетельствует ее коэффициент асимметрии (отношение биоэлектрической активности мышц-разгибателей справа от позвоночника к биоэлектрической активности мышц-разгибателей слева от позвоночника). Были обследованы 39 пациентов с патологией позвоночника. Контрольная группа состояла из 12 здоровых спортсменов и танцоров. Результаты исследования представлены в **табл. 9**.

У всех пациентов до лечения имелось снижение интегральной биоэлектрической активности паравертебральных мышц. Кроме того, наблюдалось увеличение биоэлектрической активности мышц на стороне болевого синдрома. Наиболее выраженная асимметрия выявлялась у пациентов с дискорадикулярным конфликтом ($p < 0,05$). Менее выраженная асимметрия определялась у пациентов с фасеточным синдромом. У пациентов со спондилолизом и лигаментопатией показатели суммарной биоэлектрической активности были практически одинаковы с обеих сторон. После лечения отмечалось достоверное увеличение биоэлектрической активности у всех больных и уменьшение коэффициента асимметрии биоэлектрической активности.

Табл. 8. Данные ММТ мышц-сгибателей и разгибателей туловища до и после лечения, баллы ($p < 0,05$)**Table 8.** MMT data of flexor and extensor muscles before and after treatment, scores ($p < 0.05$)

Показатель	Число пациентов	Мышцы-сгибатели	Мышцы-разгибатели	Коэффициент «сгибатели/разгибатели»
Контрольная группа:	12	4,5±0,2	4,6±0,15	0,98±0,01
Остеохондроз	75			
до лечения		3,1±0,5	4,0±0,1	0,77±0,05
после лечения		4,1±0,2	4,5±0,02	0,92±0,02
Фасеточный синдром:	37			
до лечения		3,2±0,1	4,1±0,2	0,78± 0,01
после лечения		4,0±0,3	4,3±0,5	0,93±0,02
Спондилолиз:	41			
до лечения		2,1±0,8	3,5±0,6	0,6± 0,08
после лечения		4,0±0,1	4,6±0,2	0,87±0,02
Лигаментопатия:	20			
до лечения		2,7±0,9	4,1±0,2	0,66±0,10
после лечения		4,1±0,1	4,2±0,3	0,98±0,01

Табл. 9. Биоэлектрическая активность паравертебральных мышц при поясничных болях различного генеза
Table 9. Bioelectric activity of paravertebral muscles in lumbar pain of different Genesis

Показатель	Число пациентов	Интегральная БА при напряжении мышц (мкВ/с)	Коэффициент асимметрии БА
Контрольная группа	12	125,0±1,2	1,01±0,8
Остеохондроз:	15		
до лечения		108,6±2,1	1,30±0,42
после лечения		123,5±1,7	1,1±0,85
Фасеточный синдром:	8		
до лечения		121,3±1,0	1,16±0,72
после лечения		125,1±2,1	1,08±0,56
Спондилолиз:	7		
до лечения		113,3±2,8	1,05±0,17
после лечения		119,7±1,5	1,02±0,53
Лигаментопатия:	9		
до лечения		105,5±2,1	1,01±0,24
после лечения		120,1±1,8	1,00±0,33

ОБСУЖДЕНИЕ

С помощью функциональных методов исследования (ММТ, миотонусометрии, ЭМГ) были выявлены изменения функционального состояния мышц брюшной стенки и спины у спортсменов и артистов балета с ПКБС, обусловленным остеохондрозом позвоночника, фасеточным синдромом, спондилолизом или лигаментопатией, что соответствует представлениям многих исследователей [7, 8]. По данным ММТ был отмечен дисбаланс мышц сгибателей и разгибателей, а именно — преобладание силы мышц-разгибателей. Согласно настоящим наблюдениям, мышечный дисбаланс является одной из главных причин ПКБС у артистов балета и спортсменов. Как показало исследование функционального состояния паравертебральных мышц, до лечения имелось их асимметричное нарушение, проявляющееся снижением биоэлектрической активности ($p < 0,05$) и эффективности мышечного сокращения ($p < 0,05$).

После лечения определялось достоверное ($p < 0,05$) увеличение силы сгибателей позвоночника у всех пациентов и приближение коэффициента соотношения сгибатели/разгибатели к 1 (показатель контрольной группы). Состояние паравертебральных мышц также улучшилось: их сократительная способность достоверно увеличилась (остеохондроз до 97,6%, синдром фасеток до 98,8%, спондилолиз до 94%, лигаментопатии до 98,5%), выросли и показатели биологической активности во всех группах больных, уменьшился ее коэффициент асимметрии у пациентов с остеохондрозом и синдромом фасеток.

Следует отметить, что в последнее время появилась возможность объективно оценивать нарушения функции мышц-стабилизаторов позвоночника при пояснично-крестцовых болях более точно с помощью 3D-тестирования в изокинетическом режиме, результаты этих исследований были опубликованы ранее [9, 10].

Заключение. Таким образом, комплексное функциональное обследование пациентов — спортсменов и артистов балета с использованием современных

и инструментальных методов тестирования позволяет оценить их функциональное состояние, что особенно важно при выборе адекватного метода лечения и объективного контроля эффективности проводимого комплекса реабилитационных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Бадалян Л.О., Скворцов И.А. Клиническая электронейромиография. М., 1986. [Badalyan L.O., Skvortsov I.A. Klinicheskaya elektronejromiografiya. Moskva; 1986. (In Russ.).]
2. Белова А.Н. Нейрореабилитация. М., 2000. [Belova A.N. Nejroreabilitaciya. M., 2000. (In Russ.).]
3. Бурмакова Г.М. Пояснично-крестцовый болевой синдром у спортсменов и артистов балета: дифференциальная диагностика. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2004;1: 68-71. [Burmakova G.M. Poyasnichno-krestcovyj bolevoj sindrom u sportsmenov i artistov baleta: differencial'naya diagnostika. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2004;1: 68-71. (In Russ.).]
4. Кулайчев А.П. Компьютерная электрофизиология. М., 2002. [Kulajchev A.P. Komp'yuternaya elektrofiziologiya. M., 2002. (In Russ.).]
5. Миронов С.П., Цыкунов М.Б. Основы реабилитации спортсменов и артистов балета при повреждениях и заболеваниях опорно-двигательного аппарата. М., 1998. [Mironov S.P., Cykunov M.B. Osnovy reabilitacii sportsmenov i artistov baleta pri povrezhdeniyah i zabolevaniyah oporn-dvigatel'nogo apparata. M., 1998. (In Russ.).]
6. Миронов С.П., Бурмакова Г.М., Цыкунов М.Б. Пояснично-крестцовый болевой синдром у спортсменов и артистов балета. Клиника, диагностика, лечение. М., 2006. [Mironov S.P., Burmakova G.M., Cykunov M.B. Poyasnichno-krestcovyj bolevoj sindrom u sportsmenov i artistov baleta. Klinika, diagnostika, lechenie. M., 2006. (In Russ.).]
7. Новиков Ю.О. Обследование больных дорсалгиями (обзор). Мануальная терапия. 2001;3(3): 64-7. [Novikov Yu.O. Obsledovanie bol'nyh dorsalgiiami (obzor). Manual'naya terapiya. 2001;3(3): 64-7. (In Russ.).]
8. Новиков Ю.О., Заинчуковская Л.П., Шакуров Л.Ф. Реабилитация больных с вертеброгенными заболеваниями нервной системы в сб.е: Современные методы диагностики и лечения заболеваний нервной системы. Материалы конференции. 1996. [Novikov Yu.O., Zainchukovskaya L.P., Shakurov L.F. Reabilitaciya bol'nyh s vertebrogennymi zabolevaniyami nervnoj sistemy v sb.e: Sovremennye metody diagnostiki i lecheniya zabolevanij nervnoj sistemy. Materialy konferencii. 1996. (In Russ.).]
9. Цыкунов М.Б., Шмырев В.И., Мусорина В.Л. Изокинетическое 3D-тестирование мышц-стабилизаторов позво-

ночника как новый диагностический метод для оценки функционального состояния мышечной системы. Вестник восстановительной медицины. 2017;6(82):75-80. [Сыкунов М.В., Шмырев В.И., Мусорина В.Л. Изокинетическое 3D тестирование мышц-стабилизаторов позвоночника как новый диагностический метод для оценки функционального состояния мышечной системы. Вестник восстановительной медицины. 2017;6(82):75-80. (In Russ.)].

10. Сыкунов М.В. 3D-тестирование мышц-стабилизаторов позвоночника. Вестник восстановительной медицины. 2014;3(61):14-9. [Сыкунов М.В. 3D Testirovanie myshc-stabilizatorov pozvonochnika. Vestnik vosstanovitel'noj mediciny. 2014;3(61):14-9. (In Russ.)].

Сведения об авторах: *Миронов С.П.* — акад. РАН, д.м.н., проф., президент ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия; *Сыкунов М.В.* — д.м.н., проф. кафедры медицинской реабилитации ФДПО ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, зав. отд. мед. реабилитации ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия; *Бурмакова Г.М.* — д.м.н., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Для контактов: Сыкунов М.В. — e-mail: rehcito@mail.ru

Information about the authors: *Mironov S.P.* — Acad. RAS, doctor of medical Sciences, prof., President Priorov National medical research center of traumatology and orthopedics Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia; *Tsykunov M.B.* — doctor of medical Sciences, Professor of the Department of medical rehabilitation FDPO FGBOU VO Russian national research medical University. N. I. Pirogova Ministry of health of Russia, Priorov National medical research center of traumatology and orthopedics Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia; *Burmakova G.M.* — MD, PhD, Priorov National medical research center of traumatology and orthopedics Ministry of Health Of Russia, Moscow, Russia

Contact: Tsykunov M.B. — e-mail: rehcito@mail.ru