

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗОКИНЕТИЧЕСКОГО 3D ТЕСТИРОВАНИЯ МЫШЦ-СТАБИЛИЗАТОРОВ ПОЗВОНОЧНИКА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТАМ С БОЛЯМИ ВНИЗУ СПИНЫ

УДК 616.728.2–089.87

**Цыкунов М.Б.<sup>1,2</sup>, Шмырев В.И.<sup>3,4</sup>, Мусорина В.Л.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Кафедра медицинской реабилитации факультета дополнительного профессионального образования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

<sup>2</sup>Отделение медицинской реабилитации Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации Москва, Россия

<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента Российской Федерации Москва, Россия

<sup>4</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение дополнительного постдипломного образования «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, кафедра неврологии (Москва)

## THE EFFECTIVENESS OF ISOKINETIC 3D TESTING OF SPINAL MUSCLE STABILIZERS IN THE PLANNING OF REHABILITATION FOR PATIENTS WITH LOWER BACK PAIN

**Tsykunov M.B.<sup>1, 2</sup>, Shmiryov V.I.<sup>3, 4</sup>, Musorina V.L.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>The Department of Medical Rehabilitation of the Faculty of Additional Professional Education of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «The Russian National Medical Research University named after N.I. Pirogov» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Section of medical rehabilitation of the Federal State Budgetary Institution «National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov» of the Ministry of Health of the Russian Federation Moscow, Russia

<sup>3</sup>Federal State Budgetary Institution «Central Clinical Hospital with a Polyclinic» Office of the President of the Russian Federation Moscow, Russia

<sup>4</sup>Federal state budgetary institution of additional postgraduate education «Central State Medical Academy» of the Administration of the President of the Russian Federation, Department of Neurology (Moscow)

Боль в нижней части спины (БНЧС) является серьезной медицинской проблемой, которая наблюдается у 50–85 % населения планеты [2,4].

Оценка мышечной силы является важным показателем для пациентов с неврологическими и скелетно-мышечными заболеваниями. В настоящем исследовании использована система 3D Bionix Sim3 Pro (Бельгия), которая позволяет производить тестирование как статической, так и динамической силы в трёх плоскостях. В момент выполнения движения при возникновении анатомического препятствия или боли происходит снижение мышечного усилия (вращающего момента), что выражается в волнистости кривой, изменения его во времени или в М-образной ее форме (например, из-за боли резко падает усилие, а затем восстанавливается) [1].

### Цель исследования

Определение функциональных возможностей мышц-стабилизаторов позвоночника у пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника, имеющих миофасциальные болевые синдромы пояснично-крестцовой локализации, по результатам 3D-изокинетического тестирования до и после медицинской реабилитации.

### Материалы и методы

В динамике было проанализировано 60 историй болезней. Под нашим наблюдением находилось 60 пациентов с диагнозом дорсопатия (по МКБ-10 рубрики M40-M54): люмбагия, люмбоишиалгия, с развитием рефлекторных синдромов, в частности мышечно-тонических и миофасциальных болевых синдромов. В иссле-

довании участвовали пациенты в возрасте от 18 до 50 лет (30 женщин и 30 мужчин, средний возраст 35,5±9,9).

Пациенты были разделены на две группы:

– I группа (основная), состояла из 30 пациентов (15 женщин и 15 мужчин, средний возраст 35,9±10,3), которым в период госпитализации проводилось консервативное лечение имеющейся патологии, включающее медикаментозную терапию, методики массажа, физиотерапию, а также разработку индивидуальной лечебной гимнастики с учетом результатов тестирования на аппарате Bionix Sim3 Pro.

– II группа включала 30 больных (15 женщин и 15 мужчин, средний возраст 35,8±10,1) с аналогичной клинической картиной, которым проводилась общепринятая стандартная консервативная терапия. Максимальный возраст участника исследования составлял 50 лет, минимальный – 18 лет.

– В группу контроля (III группа) вошли 30 практически здоровых добровольцев (15 мужчин и 15 женщин) в возрасте от 18 до 50 лет (средний возраст 34,8±9,7 лет). Основным критерием включения в данную группу было отсутствие болей в пояснице в течение всей жизни, а также отсутствие патологии в пояснично-крестцовом отделе позвоночника по данным лучевых методов диагностики (рентгенография и др.).

Клиническое обследование пациентов включало вертеброневрологический осмотр. Оценку выраженности болевого синдрома в динамике проводили по визуально-аналоговой шкале (ВАШ). С целью выявления миофасциальных болевых синдромов нами проводилось мануальное мышечное тестирование при помощи поверхностной или пинцетной пальпации, в ходе которого выявлялись триггерные точки в пораженных мышцах. В данной работе основное внимание уделялось именно мышцам-стабилизаторам позвоночника. Клиническую оценку мышечной силы пациентов в динамике проводили с помощью 5-балльной шкалы, которая затем кодировалась по принципу шкалы МКФ: 1 – легкие нарушения (5–24%); 2 – умеренные нарушения (25–49%); 3 – тяжелые нарушения (50–95%); 4 – абсолютные нарушения (96–100%).

Для выявления структурных изменений в позвоночнике всем обследуемым была проведена рентгенография пояснично-крестцового отдела позвоночника в двух

**Таблица 1.** Сила мышц-стабилизаторов позвоночника по шкале МКФ

Группа мышц	Группа I	Группа II
Мышцы-ротаторы	2,46±1,19	2,17±0,94
Мышцы-разгибатели	2,16±0,98	2,32±0,94
Мышцы-сгибатели	1,63±1,18	1,82±1,24
Мышцы осуществляющие боковой наклон	1,96±1,10	2,07±0,85

стандартных проекциях, МРТ пояснично-крестцового отдела (при наличии противопоказаний – КТ пояснично-крестцового отдела).

Пациентам I и II групп в течение первых часов госпитализации назначалась общепринятая комплексная терапия неспецифической скелетно-мышечной боли. Основными стандартными компонентами медицинской реабилитации в группах I и II были: лекарственная терапия (нестероидные противовоспалительные средства, гормональные препараты с противовоспалительным эффектом, миорелаксанты, вазоактивные препараты, при необходимости – антидепрессанты, анксиолитики); немедикаментозный компонент был представлен гимнастикой, массажем, физиотерапией, и в ряде случаев иглорефлексотерапией. Методика лечебной гимнастики в I группе зависела от результатов тестирования на аппарате Bionix Sim 3 Pro.

Эффективность лечения и качество жизни оценивали по опроснику Освестри, адаптированному для пациентов с БНЧС.

В день купирования болевого синдрома (как правило, 2–3 сутки) пациентам основной группы проводилось обследование на аппарате Bionix Sim 3 Pro. Через месяц от момента первого исследования на аппарате Bionix проводилось повторное тестирование и корректировка терапии.

Методика обследования была описана ранее в статье в ВВМ, 4, 2017 [3].

**Результаты и обсуждение.**

МФБС, являясь наиболее распространенной патологией мышечно-связочного аппарата, проявляются не только формированием локальных болезненных мышеч-

**Таблица 2.** Сравнительная характеристика усредненных антропометрических и биометрических показателей среди трех групп

Показатель	Группа	Среднее	95% доверит. интервал для среднего значения		Min	Max
			Нижняя граница	Верхняя граница		
Возраст	I	35,933	32,098	39,769	18,0	50,0
	II	35,767	31,988	39,545		
	III	34,800	31,167	38,433		
Всего		35,500	33,418	37,582	18,0	50,0
Рост	I	172,767	169,246	176,287	160,0	196,0
	II	170,100	165,965	174,235		
	III	174,433	171,064	177,803		
Всего		172,433	170,353	174,514	150,0	196,0
Вес	I	80,000	75,077	84,923	52,0	105,0
	II	75,333	68,028	82,638		
	III	75,133	70,471	79,796		
Всего		76,822	73,596	80,048	51,0	105,0

**Таблица 3.** Определение значимости возраста, роста и веса для трех групп методом дисперсионного анализа (ANOVA)

Показатель	Различия	Сумма квадратов	Ср. квадрат	Значимость
Возраст	Между группами	22,467	11,233	0,895
	Внутри групп	8774,033	100,851	
	Всего	8796,500		
Рост	Между группами	286,667	143,333	0,236
	Внутри групп	8495,433	97,649	
	Всего	8782,100		
Вес	Между группами	455,022	227,511	0,388
	Внутри групп	20660,133	237,473	
	Всего	21115,156		

ных уплотнений в пораженной мышце, но и мышечной дисфункцией.

У всех пациентов как I, так и II группы выявлялись миофасциальные болевые синдромы паравerteбральных мышц, что сопровождалось сглаживанием поясничного лордоза, повышением упругости многораздельных мышц и квадратных мышц поясницы. Нарушений корешковых функций не отмечалось (симптомы натяжения были отрицательные; не отмечалось чувствительных и двигательных нарушений). У нескольких пациентов наблюдалась дисфункция крестцово-подвздошного сочленения (КПС), которая была устранена мануальным терапевтом.

По данным рентгенологического исследования и МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника у всех пациентов были выявлены дегенеративно-дистрофические изменения позвоночника (признаки остеохондроза, спондилоартроза, деформирующего спондилеза, а также аномалии – люмбализация, сакрализация).

Оценка интенсивности болевого синдрома по шкале ВАШ в I группе пациентов при поступлении составила: 33,3% – легкий болевой синдром (1–4 балла), 33,3% – умеренный болевой синдром (5–6 балла) и 33,4% – высокий болевой синдром (7–10 балла). Во II группе пациентов легкий болевой синдром отмечался в 43,4% случаев, умеренный – у 26,6% и выраженный – у 30%.

Функциональное мышечное тестирование в I и II группах при поступлении выявило мышечную слабость всех мышц-стабилизаторов позвоночника (табл. 1).

Учитывая разные антропометрические и биометрические показатели пациентов трех групп, первоначально

не пытались выявить различия по возрасту, росту и весу (табл. 2).

При сравнении средних параметров (возраст, рост, вес) в трех независимых выборках, выяснилось, что три группы сопоставимы по возрасту, росту и весу, то есть данные показатели не играют значимой роли при проведении тестирования ( $p > 0,05$ ), поэтому в дальнейшем они не учитывались (табл. 3).

В работе был проведен сравнительный многомерный дисперсионный анализ показателей изометрического и изокнетического тестирования мышц у первой и второй групп больных, который выявил статистически значимые различия между ними.

В двух группах сравнивали показатели peak torque (максимальный вращающий момент) при выполнении ротационных движений в изокнетическом режиме с большей и меньшей нагрузкой (ротация 1–45% и 2–15% соответственно) в двух временных точках. Для лучшей наглядности представлены усредненные значения peak torque. Как видно из таблицы (табл. 4), в группе пациентов с модифицированной программой реабилитации, для которых разрабатывалась индивидуальная гимнастика, показатель мышечной силы достоверно увеличился при повторном тестировании, в то время как во второй группе не прослеживалось значимой положительной динамики.

При выполнении ротационных движений с меньшей нагрузкой значения peak torque изначально были выше, чем в предыдущем тестировании, что подтверждается законом средних нагрузок: при увеличении нагрузки ди-

**Таблица 4.** Изменение максимального вращающего момента (peak torque) при ротационных движений в изокнетическом режиме (1–45%/s)

Группа	До лечения		После лечения	
	Лево	Право	Лево	Право
I	22±18,26	21,6±18,31	30,4±21	30,952±20,72
II	21,8±19,56	20,9±18,52	19,6±17,96	19,6±16,45
p-уровень значимости			0,001	<0,0005

**Таблица 5.** Изменение максимального вращающего момента (peak torque) при ротационных движений в изокнетическом режиме (1–15%/s)

Группа	До лечения		После лечения	
	Лево	Право	Лево	Право
I	40,4±23,42	40,543±22,56	53,039	51,922
II	33,8±21,03	32,9±20,66	29,2±18,8	29,1±19,05
p-уровень значимости			<0,0005	<0,0005

**Таблица 6.** Изменение максимального вращающего момента (*peak torque*) при сгибании/разгибании в изокINETическом режиме (1–45°/с)

Группа	До лечения		После лечения	
	Разгибание	Сгибание	Разгибание	Сгибание
I	14,8±20,94	20,2±32,78	33,5±36,61	39,1±44,63
II	17,68±28,13	21,46±38,1	13,6±20,45	22,3±34,05
p-уровень значимости			<0,0005	0,003

**Таблица 6.** Изменение максимального вращающего момента (*peak torque*) при сгибании/разгибании в изокINETическом режиме (1–45°/с)

Группа	До лечения		После лечения	
	Разгибание	Сгибание	Разгибание	Сгибание
I	14,8±20,94	20,2±32,78	33,5±36,61	39,1±44,63
II	17,68±28,13	21,46±38,1	13,6±20,45	22,3±34,05
p-уровень значимости			<0,0005	0,003

намическая работа мышцы вначале увеличивается, при средних нагрузках достигая максимальных значений; в случае дальнейшего повышения нагрузки работа мышцы снижается. В нашем исследовании после проведения реабилитационных мероприятий прослеживается тенденция статистически значимого повышения мышечной силы в первой группе. Во второй группе значение *peak torque* не изменилось (табл. 5).

Ротационным движениям поясничного отдела позвоночника способствуют глубокие околопозвоночные мышцы (поперечно-остистая мышца): длинные и короткие мышцы-вращатели и многораздельная мышца поясницы. Косые мышцы живота и полуостистая мышца подключаются к выполнению ротации грудного отдела позвоночника. Соучастие мышц выпрямляющей позвоночник в ротации незначительно.

Восстановление функциональной активности мышц, ротирующих поясничный отдел позвоночника, происходит медленно. Вероятно, это связано с анатомическими особенностями данных мышц и глубиной их залегания. Мышцы-вращатели в поясничной области развиты достаточно слабо. В основном, они выполняют роль динамических связок, осуществляя локальные передвижения позвонков с минимальной амплитудой. Многораздельная мышца поясницы ротирует позвоночник в противоположную сторону при одностороннем сокращении. Однако и мышцы-вращатели, и многораздельные мышцы поясницы представляют собой самый глубокий слой околопозвоночных мышц, поэтому воздействие на них специальными приемами массажа (растирание с отягощением, сдвигание и др.), магнитотерапии и общеукрепляющих упражнений не приводило к значимому уменьшению их дисбаланса, как видно на примере группы II. Добавление к стандартной лечебной гимнастике комплекса специальных упражнений для укрепления мышечных ротаторов привело к увеличению их мышечной силы у пациентов I группы.

Наклоны поясничного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости, т.е. разгибание и сгибание, осуществляется с участием целого ряда мышц.

Основную роль в разгибании позвоночника выполняет мышца, выпрямляющая позвоночник (МВП), которая

является мышцей-стабилизатором позвоночника. Она состоит из трех отдельных мышц: подвздошно-реберной, длиннейшей и остистой мышц, которые для удобства были разделены по топографическому критерию (различным местам начала и прикрепления) и функциям на отдельные порции. Учитывая небольшие размеры остистой мышцы и ее малое влияние на развитие МФБС, в данной работе она не рассматривается. В разгибании поясничного отдела позвоночника и удержании туловища в вертикальном положении при двухстороннем сокращении участвуют волокна подвздошно-реберных мышц поясницы и груди и длиннейшей мышцы груди. МВП своей максимальной активности достигает во время наклона туловища вперед в положении стоя под углом 90°.

При двухстороннем сокращении в разгибании участвуют помимо МВП многораздельная мышца поясницы, а также латеральные и медальные межпоперечные мышцы поясницы, которые стабилизируют поясничный отдел и препятствуют латеральной трансляции позвонков.

Для удержания вертикального положения тела и противостоянию гравитационным силам, необходимо оптимальное соотношение работы мышц-сгибателей и мышц-разгибателей поясничного отдела позвоночника, которое составляет 1:3. Таким образом, сила мышц-разгибателей должна превалировать над силой мышц-сгибателей позвоночника. При нарушении этого соотношения возникает мышечный дисбаланс, усугубляющий вертеброгенную патологию и способствующий формированию МФБС.

При исследовании силовых возможностей мышц-стабилизаторов позвоночника в сагиттальной плоскости (изокINETический режим, 1–45°/с) в двух группах значения *peak torque* превалировали при сгибании, что указывает на слабость мышц-разгибателей (табл. 6). При повторном тестировании отмечался достоверный прирост максимального вращающего момента в I группе больных (сгибание и разгибание), в то время как во II группе этот показатель значимо не изменился.

Исследование максимального вращающего момента при сгибании/разгибании с меньшей нагрузкой (2–15°/с) также выявило статистически достоверные различия

**Таблица 7.** Изменение максимального вращающего момента (*peak torque*) при сгибании/разгибании в изокинетическом режиме (2–15°/с)

Группа	До лечения		После лечения	
	Разгибание	Сгибание	Разгибание	Сгибание
I	53,1±43,42	61,9±53,08	80,9±46,7	89,9±48,56
II	52,7±38,71	63,1±47,66	41,7±29,52	59,4±41,9
p-уровень значимости			<0,0005	0,003

**Таблица 8.** Изменение максимального вращающего момента (*peak torque*) при боковых наклонах в изокинетическом режиме (1–45°/с)

Группа	До лечения		После лечения	
	Лево	Право	Лево	Право
I	17,495±15,075	16,523±16,51	34,395±26,9	32,618±28,722
II	23,384±27,236	20,024±23,93	20,096±25,636	18,048±22,824
p-уровень значимости			<0,0005	<0,0005

**Таблица 9.** Изменение максимального вращающего момента (*peak torque*) при боковых наклонах в изокинетическом режиме (2–15°/с)

Группа	До лечения		После лечения	
	Лево	Право	Лево	Право
I	58,3±32,7	55±36,36	79±35,85	79,7±39,01
II	56±29,86	51,4±27,7	46,3±24	42,3±21,15
p-уровень значимости			<0,0005	<0,0005

между группами больных (табл. 7). В I группе при повторном измерении отмечалось увеличение силы мышц-сгибателей и разгибателей.

Трудности лечения и реабилитации пациентов при выявленном дисбалансе между мышцами сгибателями и разгибателями поясницы, были обусловлены наличием МФБС в группе мышц-разгибателей поясницы. Учитывая сохраняющийся мышечный дисбаланс пациентам I группы было рекомендовано дома самостоятельно продолжить занятия гимнастикой по индивидуально разработанной программе, направленной на более активное укрепление мышц-разгибателей спины.

Латеральное сгибание поясничного отдела позвоночника обеспечивается за счет одностороннего сокращения подвздошно-реберной мышц груди и поясницы, длинной мышцей груди, многораздельной мышцей поясницы, а также квадратной мышцей поясницы. Относительно квадратной мышцей поясницы стоит дополнить, что ее двухсторонняя активность приводит к разгибанию позвоночника, а одностороннее сокращение при фиксированном позвоночнике – к подъему одноименного бедра.

При анализе вращающих моментов во время выполнения боковых наклонов с большей нагрузкой (1–45°/с) при первичном измерении II группа показала более хорошие результаты (табл. 8). Однако после проведенного лечения значения максимального вращающего момента I группе значимо возросли, во II группе остались на прежнем уровне.

Изокинетическое тестирование во фронтальной плоскости с меньшей нагрузкой (2–15°/с) также показало увеличение вращающего момента у пациентов I группы после проведения комплексного лечения (табл. 9).

Таким образом, по результатам анализа в общелинейной модели было выявлено, что для основного параметра *peak torque* (максимального вращающего момента), измеренного в трех плоскостях, было статистически значимо взаимодействие повторного измерения и группы. При всех тестах изокинетического режима, проведенных в трех плоскостях и с разной нагрузкой, выявлялась одна и та же тенденция: при повторном измерении *peak torque* у пациентов I группы наблюдалась значимая положительная динамика, а у пациентов II группы увеличение мышечной силы стабилизаторов позвоночника было незначимое.

При тестировании на аппарате как в изометрическом, так и в изокинетическом режиме, отражалось компенсаторное усилие мышц других групп при выполнении любого движения.

При выполнении ротации в изокинетическом режиме (1–45°/с) в группе I при повторном исследовании отмечалось статистически значимое увеличение усилий мышц, осуществляющих боковой наклон вправо ( $p=0,013$ ). При тестировании с меньшей нагрузкой (2–15°/с) в группе I также отмечалось значимое включение мышц, выполняющих боковое сгибание туловища вправо ( $p=0,009$ ). Во II группе компенсаторные усилия мышц других групп до и после лечения находились на одном уровне (табл. 10).

Если посмотреть на изменения компенсаторных усилий при повторном тестировании относительно сгибания/разгибания, то было выявлено статистически значимое увеличение компенсаторных усилий со стороны мышц, выполняющих боковые наклоны влево ( $p=0,001$ ). Изменения компенсаторных усилий всех мышц-стабилизаторов во второй группе были не значимы (табл. 11).

**Таблица 10.** Распределение компенсаторных усилий при ротации (изокинетический тест)

Группа	До лечения		После лечения	
	Ротация 1–45°/с			
	Сгибание	Разгибание	Сгибание	Разгибание
I	14,8±11,03	13,1±11,93	20,6±17,35	19,1±16,25
II	13,5±12,9	15±17,2	13,3±12,95	15,9±16,24
			p=0,079	p=0,074
	Боковой наклон влево	Боковой наклон вправо	Боковой наклон влево	Боковой наклон вправо
I	23,1±18,44	15,1±11,95	31,1±27,2	22,2±17,07
II	21,3±22,72	22,8±16,66	22,3±18,17	21,3±16,51
			p=0,064	p=0,013
Ротация 2–15°/с				
	Сгибание	Разгибание	Сгибание	Разгибание
I	22,4±18,7	23,9±23,51	27±19,44	23,6±15,83
II	20,3±18,92	20,9±18,18	19,4±15,26	17,6±13,57
			p=0,183	p=0,548
	Боковой наклон влево	Боковой наклон вправо	Боковой наклон влево	Боковой наклон вправо
I	36±22,54	31,3±22,69	43,1±22,84	45±24,35
II	38,3±25,54	34,2±19,12	36,1±21,64	33,5±22,25
			p=0,120	p=0,009

**Таблица 11.** Распределение компенсаторных усилий при сгибании/разгибании (изокинетический тест)

Группа	До лечения		После лечения	
	Сгибание/разгибание 1–45°/с			
	Ротация влево	Ротация вправо	Ротация влево	Ротация вправо
I	4,6±2,96	4,8±3,27	6,7±5,45	6,1±5,41
II	4,1±2,91	5±5,15	4,6±3,28	5,3±4,78
			p=0,149	p=0,287
	Боковой наклон влево	Боковой наклон вправо	Боковой наклон влево	Боковой наклон вправо
I	5,5±4,14	6,9±3,72	6,7±4,38	7,9±4,08
II	5,2±4,15	4,6±3,46	5,1±3,99	5,2±3,81
			p=0,398	p=0,711
Сгибание/разгибание 2–15°/с				
	Ротация влево	Ротация вправо	Ротация влево	Ротация вправо
I	6,2±5,64	5,7±4,63	7,4±5,47	6±4,14
II	4,5±3,05	9,6±23,53	5,1±3,18	4,6±3,01
			p=0,183	p=0,548
	Боковой наклон влево	Боковой наклон вправо	Боковой наклон влево	Боковой наклон вправо
I	7,5±4,95	8,5±4,63	10,6±6,52	10,4±6,64
II	7,5±5,49	6,7±5,06	5,6±3,44	6±5,25
			p=0,001	p=0,091

Компенсаторные усилия при выполнении боковых наклонов во время изокинетического тестирования с меньшей нагрузкой достоверно увеличились в группе I за счет активности мышц-ротаторов с двух сторон (p=0,0005) (табл. 12).

Таким образом, при анализе компенсаторного подключения мышц в выполнение основного тестируемо-

го движения, мы выявили тесную взаимосвязь между мышцами-ротаторами и мышцами, осуществляющими латеральное сгибание. То есть при дисбалансе мышц-ротаторов их функцию на себя берут мышцы, осуществляющие боковой наклон, и наоборот.

Сравнительный анализ изометрического тестирования мышц-стабилизаторов позвоночника проводился

**Таблица 12.** Распределение средних значений компенсаторных усилий при латеральном сгибании (изокинетический тест)

Группа	До лечения		После лечения	
	Боковые наклоны 1–45°/с			
	Ротация влево	Ротация вправо	Ротация влево	Ротация вправо
I	4,8±3,14	5,2±3,64	5,9±4,16	8,5±6,57
II	7±10,41	5,9±8,24	6,9±10,58	6,9±8,75
			p=0,147	p=0,081
	Разгибание	Сгибание	Разгибание	Сгибание
I	13,5±8,27	13,1±8,48	14,9±11,03	15,6±15,92
II	13,6±13,63	14,7±15,12	13,6±14,86	15±16,78
			p=0,459	p=0,405
Боковые наклоны 2–15°/с				
	Ротация влево	Ротация вправо	Ротация влево	Ротация вправо
I	8,5±5,81	9,4±5,19	12,2±7,19	13,1±6,53
II	10,4±10,71	10,8±12,42	8,8±9,09	9,6±10,05
			p=0,0005	p=0,0005
	Разгибание	Сгибание	Разгибание	Сгибание
I	22,1±13,55	20,9±15,81	22±14,22	22,9±18,06
II	17,8±13	18,9±13,68	17,1±11,41	17,2±12,28
			p=0,793	p=0,26

между двумя группами пациентов и контрольной группой. Также оценивался основной параметр – peak torque (максимальный вращающий момент мышц), который показывает максимальное усилие мышцы во время статического напряжения.

При сравнении peak torque во время выполнения ротационных движений отчетливо прослеживается пре-

**Таблица 13.** Peak torque при изометрическом тесте (ротация)

Группа	До лечения		После лечения	
	Лево	Право	Лево	Право
I	39,7 ± 22,7	40 ± 28,9	47 ± 21,7	45,5 ± 21,1
II	31,5 ± 21,5	29 ± 21,6	30,1 ± 18,2	27,7 ± 16,8
III	61,9 ± 28	60,9 ± 26,8	81,6 ± 20,4	93 ± 19,2

**Таблица 14.** Peak torque при изометрическом тесте (сгибание/разгибание)

Группа	До лечения		После лечения	
	Разгибание	Сгибание	Разгибание	Сгибание
I	73,7 ± 49,9	89,8 ± 57,1	98,5 ± 55,9	102,1 ± 56,2
II	64,6 ± 38,7	79,6 ± 56,8	62,6 ± 33,4	90,5 ± 52,7
III	135,3 ± 69,4	132,4 ± 69,5	135,8 ± 70,1	137 ± 70,6

**Таблица 15.** Peak torque при изометрическом тесте (боковые наклоны)

Группа	До лечения		После лечения	
	Лево	Право	Лево	Право
I	81,4 ± 50,6	83,1 ± 54,6	99,6 ± 54,2	102,8 ± 61,2
II	67,7 ± 43,6	65,1 ± 41	62,4 ± 33,2	60,5 ± 34,1
III	117,8 ± 54,4	118 ± 54,2	120,4 ± 50,1	122,9 ± 51,7

валирование его значений в группе контроля (III) (таб. 13). Также отмечается увеличение peak torque при повторном тестировании в I группе, что свидетельствует о более ускоренных темпах восстановления пациентов, которым была подобрана индивидуальная программа лечебной гимнастики.

При выполнении сгибания и разгибания в изометрическом тестировании в I группе на фоне лечения отмечено увеличение показателя peak torque мышц-сгибателей и мышц-разгибателей, а во II группе – только мышц-сгибателей. Однако в I группе нарушение соотношения сгибателей/разгибателей было меньшим, чем во II группе, что служит признаком более качественного восстановления пациентов I группы (табл. 14).

Изометрическое тестирование мышц, выполняющих боковые наклоны во временном диапазоне показало прирост peak torque в I группе; во II группе значение вращающего момента мышц оставалось на прежнем уровне (табл. 15).

Прирост мышечной силы в I группе пациентов отчетливо выявлялось и при мануальном мышечном тестировании. Так, у пациентов I группы при тестировании через месяц отмечалось увеличение силы мышц, в то время как во II группе – уменьшение мышечной силы (таб. 16).

Также улучшение в I группе пациентов было отмечено и по шкале ВАШ. Так, после курса лечения легкий болевой синдром сохранился только у одного пациента (3%), у остальных пациентов из I группы он регрессировал.

У пациентов из II группы легкий болевой синдром отмечался у 70% пациентов, умеренный – у 16,6%, и полное отсутствие болевого синдрома – у 13,4%.

#### Заключение.

Определена диагностическая эффективность аппарата Bionix Sim 3 Pro для выявления мышечной дисфункции и мышечной слабости у пациентов с миофасциальными болевыми синдромами пояснично-крестцовой локали-

**Таблица 16.** Сила мышц-стабилизаторов позвоночника в двух группах по шкале МКФ после курса медицинской реабилитации

Мышцы	Группа I	Группа II
Мышцы-ротаторы	1,34 ± 1,19	2,36 ± 0,75
Мышцы-разгибатели	1,43 ± 1,07	2,52 ± 0,77
Мышцы-сгибатели	1,21 ± 1,16	1,56 ± 1,15
Мышцы осуществляющие боковой наклон	1,26 ± 1,21	2,16 ± 0,8

зации. Он позволяет оценивать эффективность медикаментозной и немедикаментозной терапии и проводить ее корректировку.

Выявлено компенсаторное взаимодействие мышц-стабилизаторов позвоночника при выполнении латерального сгибания с мышцами-ротаторами.

По результатам проведенного исследования можно утверждать, что включение в комплекс реабилитационных мероприятий при миофасциальных болевых синдромах у пациентов с БНЧС индивидуально подобранного комплекса упражнений с учетом результатов изокинетического и изометрического тестирования имеет высокую эффективность.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Миронов С., Цыкунов М. Новый метод изокинетического 3D-тестирования мышц стабилизаторов позвоночника // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2014. № 2. С. 90–94. [Mironov S.P., Tsykunov M.B. New method of 3D-isokinetic test of spinal stabilizing muscles. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N.Priorova. 2014. №2. 90–94. In Russian]
2. Сулова Е., Парфенов В. Лечение боли в нижней части спины, применение мелоксикама // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2015. Т. 7. № 3. С. 51–56.
3. Цыкунов М., Шмырев В., Мусорина В. Изокинетическое 3D- тестирование мышц-стабилизаторов позвоночника как новый диагностический метод для оценки функционального состояния мышечной системы // Вестник восстановительной медицины. 2017. – N.6. –С.75–80.
4. Hoy D. и др. The global burden of low back pain: Estimates from the Global Burden of Disease 2010 study // Ann. Rheum. Dis. 2014. Т. 73. № 6. С. 968–974.

#### REFERENCES

1. Mironov S.P., Tsykunov M.B. New method of 3D-isokinetic test of spinal stabilizing muscles. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N.Priorova. 2014. №2. 90–94. In Russian.
2. Suslova E., Parfenov V. Treatment of low back pain, application of meloxicam. Nevrologiya, neyropsikhiatriya, psikhosomatika. 2015. Т. 7. № 3. С. 51–56. In Russian.
3. Tsykunov M., Shmyrev V., Musorina V. Isokinetic 3D testing of the muscle-stabilizers of the spine as a new diagnostic method for assessing the functional state of the muscular system. Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny. 2017. – N.6.75–80. In Russian
4. Hoy D. и др. The global burden of low back pain: Estimates from the Global Burden of Disease 2010 study // Ann. Rheum. Dis. 2014. Т. 73. № 6. С. 968–974.

#### РЕЗЮМЕ

Боль в нижней части спины (БНЧС) является серьезной медицинской проблемой, которая наблюдается у 50–85% населения планеты.

Оценка мышечной силы является важным показателем для пациентов с неврологическими и скелетно-мышечными заболеваниями. Для объективного анализа функционирования мышц-стабилизаторов позвоночника применяется 3D-изометрическое и изокинетическое тестирование на аппарате Bionix Sim3 Pro (Бельгия), которое позволяет оценить статическую и динамическую силы мышц в трёх плоскостях. В статье представлены результаты обследования и лечения 60 пациентов с миофасциальными болевыми синдромами пояснично-крестцовой локализации. С учетом результатов тестирования на аппарате Bionix разрабатывалась индивидуальная гимнастика для пациентов, которая повысила эффективность лечения и реабилитации.

**Ключевые слова:** позвоночник; боль в нижней части спины; мышцы-стабилизаторы позвоночника; изокинетическое тестирование мышц; изометрическое тестирование мышц.

#### ABSTRACT

Low back pain (LBP) is a serious medical problem, which is observed in 50–85% of the world population.

The evaluation of muscle strength is an important indicator for patients with neurological and musculoskeletal diseases. For an objective analysis of the functioning of the spine muscles, 3D isometric and isokinetic testing using the Bionix Sim3 Pro (Belgium) is used, which allows to evaluate the static and dynamic forces of the muscles in three planes. The article presents the results of examination and treatment of 60 patients with myofascial pain syndromes of lumbosacral localization. Taking into account the results of testing on the Bionix apparatus, individual gymnastics for patients was developed, which increased the effectiveness of treatment and rehabilitation.

**Keywords:** spine; low back pain; muscles-stabilizers of the spine; isokinetic testing; isometric testing.

#### Контакты:

Цыкунов М.Б. E-mail: rehcito@mail.ru