

3D ТЕСТИРОВАНИЕ МЫШЦ-СТАБИЛИЗАТОРОВ ПОЗВОНОЧНИКА

УДК 616-07

Цыкунов М.Б.

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова»
Минздрава РФ, г.Москва, Россия

3D TESTING OF SPINE MUSCLES-STABILIZERS

Tsykunov M.B.

«Central Scientific-Research Institute of Traumatology and orthopedics n.a. N.N. Priorova», Moscow, Russia

Введение

В обеспечении стабильности позвоночника принимают участие как пассивные (кости, связки, диски), так и активные мышечные структуры расположенные как непосредственно около позвоночника, так и на определенном расстоянии от него [4]. На протяжении многих лет проблема объективной оценки функциональных возможностей его мышц-стабилизаторов привлекает внимание исследователей [1–3, 5]. Так, традиционно в комплекс методов оценки функционального статуса физкультурника и спортсмена входит измерение становой силы с использованием станового динамометра. В этом случае получают данные, которые более или менее точно характеризуют статическую силу мышц разгибателей спины. Нужно сказать, что одновременно при таком измерении оцениваются и мышцы разгибатели бедра (прежде всего ягодичные). Для преодоления этого методического недостатка предложено множество способов, но чаще всего прибегают к пассивной фиксации таза с помощью пилотов или фиксирующих бандажей (ремней). Следует отметить, что измеряется лишь статическая сила и только одной мышечной группы. Для оценки силы мышц сгибателей, ротаторов и выполняющих боковой наклон туловища в последние годы стали применять специальные динамометры, они же обычно могут использоваться и в качестве тренажеров. Наиболее известным и удобным для подобных целей тренажером является Тергумед 3D, который обеспечивает как измерение, так и тренировку мышц-стабилизаторов позвоночника в различных плоскостях. Однако, как измерение, так и тренировка на нем выполняется лишь в статическом режиме. Вместе с тем, мышцы-стабилизаторы позвоночника как правило функционируют в динамическом режиме и экстраполировать данные статической силы не вполне правомерно.

Для тестирования силы мышц в динамическом режиме еще в 60-е годы был предложен изокинетический динамометр. В настоящее время для этих целей наибольшее распространение получили аппараты BIODEX (США), которые имеют специальную приставку для измерения и тренировки мышц сгибателей и разгибателей позвоночника. Наш 20-летний опыт работы с этим аппаратом показал, что наиболее информатив-

ным показателем является максимальный вращающий момент, прочие характеристики изокинетической кривой (график зависимости вращающего момента от угла) весьма вариабельны и не имеют существенного клинического значения. Следует обращать внимание на форму этой кривой. Обычно при возникновении анатомического препятствия или боли в момент выполнения движения происходит более или менее выраженное снижение мышечного усилия, что выражается или в волнистости ее (легкая степень), или М-образной форме (выраженные изменения), например, когда резко падает усилие из-за боли и затем восстанавливается.

Несколько лет назад бельгийские исследователи предложили оригинальный аппарат BioniX Sim 3D Pro, который позволяет производить тестирование как статической, так и динамической силы в трех плоскостях в положении стоя или сидя. Методика изометрического тестирования (статическая сила) аналогична той, что используется в немецком аппарате Тергумед 3D.

Итак, система BioniX Sim3 3D Pro предусматривает оценку движения вокруг трех осей:

- вращение;
- наклоны вперед/назад;
- наклоны вправо/влево.

Следует особо подчеркнуть, что эта система позволяет регистрировать усилие по всем осям движения одновременно, т.е. при сгибании или разгибании (наклон вперед\назад) фиксируются усилия вращение и наклон вправо\влево.

Именно это обеспечивает получение уникальной и ранее недоступной для исследователей стабилизаторов позвоночника информации.

Материалы и методы

Мы имеем полугодовой опыт подобного тестирования. Произведено 48 тестов у лиц в возрасте от 23 до 62 лет. Все мужчины, кроме одной женщины. В анамнезе испытуемых были различной интенсивности и продолжительности боли внизу спины. Однако жалоб на боли в момент исследования никто не предъявлял. Данные рентгенологического обследования показали отсутствие деструктивных изменений в структурах позвоночника. В 2 случаях имелись имплантаты в поясничной области после оперативных вмешательств по поводу грыж диска.

Методика исследования была следующая. С помощью лазерного луча аппарат тестировал положение оси, вокруг которой затем выполнялось сгибание и разгибание. Испытуемый вставал на подвижную платформу аппарата, и она смещалась до момента соприкосновения поясницы с тазовым фиксатором, его плечи и надплечья фиксировали пилотами (положение подбирали индивидуально и заносили в протокол исследования), скрещенными руками он захватывал ручки аппарата, в последующем пилотами фиксировали область бугристых большеберцовых костей (ниже коленных суставов) и в последнюю очередь фиксировали пилотами крылья таза на уровне передне-верхних остей. После размещения и фиксации испытуемого последовательно измеряли амплитуду активных движений вокруг трех осей (активное сгибание\разгибание, наклоны вправо\влево и ротация) и регистрировали ее пределы. Затем приступали к изометрическому тесту – просили трехкратно максимально сильно выполнить попытку сгибания и разгибания, после паузы отдыха, аналогично измеряли силу боковых наклонов и в конце ротации.

В последующем выполняли изокинетическое тестирование при движениях вокруг трех осей в пределах ранее заданной амплитуды. Тест производился в двух вариантах, а именно при угловой скорости 45 и 15 град. в сек.

По результатам тестирования создавался отчет, который включал как графические данные, так и результаты математического анализа и сравнения показателей агониста и антагониста. Отдельно в отчете приводились усредненные графические данные о движении в каждом направлении и усредненные усилия вокруг других осей.

Результаты и их обсуждение

В качестве примера приводим следующее наблюдение.

Анатолий К., 25 лет, рост 192 см, масса 79 кг, жалоб на боли в спине не предъявлял. Проведен изометрический тест (рис. 1–3).

При выполнении теста отмечено, что средний вращающий момент мышц спины и живота примерно равны и составляют 182,8 и 180,2 N*m. Компенсаторная ротация при сгибании равна 25,1 N*m, а боковой наклон туловища 19,1 N*m. При разгибании же компенсаторная ротация равна 14,2 N*m, а боковой наклон 20,5 N*m.

При выполнении теста отмечено, что средний вращающий момент мышц выполняющих боковые наклоны отличаются и составляют 181,6 и 209,8 N*m. Компенсаторная ротация при наклоне влево равна 11,6 N*m, а вправо 16,3 N*m. Компенсаторная попытка наклона вперед/назад более существенна и при наклоне влево составляет 47,9 N*m, а вправо 62,6 N*m. Вместе с тем по результатам изометрического теста сложно судить это попытка сгибания или разгибания туловища. Получить эту информацию позволяет изокинетический тест, о чем будет сказано далее.

При выполнении теста отмечено, что средний вращающий момент при ротации туловища вправо составляет 47,5 и влево 71,0 N*m, что указывает на выраженную асимметрию. Компенсаторный наклон туловища вперед/назад в данном случае весьма значителен и при повороте влево равен 32,4 N*m, а вправо 95,8 N*m. Это много и само по себе, и весьма существенно различие при поворотах в обе стороны. Схожая картина и в отно-

шении компенсаторных боковых наклонов туловища при выполнении его ротации. Так, при повороте влево величина вращающего момента вокруг оси боковых наклонов составляет 60,3 N*m, а при повороте вправо доходит до 169,0 N*m, что указывает на выращенную асимметрию.

Таким образом, по итогу изометрического теста можно заключить, что у испытуемого имеется скрытая, но весьма существенная асимметрия в работе мышц-стабилизаторов позвоночника. Это указывает на субклинический мышечный дисбаланс. Следует заметить, что через несколько дней после тестирования он обратился к нам с жалобами на чувство дискомфорта в области поясницы после продолжительной статической нагрузки, хотя до этого их никогда не было.

Далее приводим результаты экзокинетического тестирования того же испытуемого (рис. 4–9).

При выполнении теста отмечено, что средний максимальный вращающий момент мышц выполняющих наклон туловища вперед/назад составляют 118,4 и 130,2 N*m, что указывает на небольшие отличия между сгибателями и разгибателями позвоночника.

Величина компенсаторных усилий при выполнении этого движения незначительна и находится в пределах от 8,2 N*m до 14,4 N*m (боковой наклон при сгибании) и от 11,6 N*m до 17,8 N*m (ротация туловища). Более наглядно это видно на рис. 5, где сплошные линии графиков у основного среднего вращающего момента, а пунктирные у компенсаторных движений. Видно, что пунктирные линии незначительно отклоняются от минимальных значений.

При выполнении теста отмечено, что средний максимальный вращающий момент мышц выполняющих наклон туловища вправо/влево составляют 130,3 и 127,3 N*m, т.е. фактически равные значения.

Величина компенсаторных усилий при выполнении этого движения также незначительна и находится в пределах от 12,7 N*m до 24,8 N*m (наклон вперед/назад) и от 14,9 N*m до 12,3 N*m (ротация туловища). Более наглядно это видно на рис. 7, где сплошные линии графиков у основного среднего вращающего момента, а пунктирные у компенсаторных движений. Видно, что пунктирные линии незначительно отклоняются от минимальных значений.

При выполнении теста отмечено, что средний максимальный вращающий момент мышц выполняющих наклон туловища вправо/влево составляют 56,8 и 55,9 N*m, т.е. фактически равные значения. Вместе с тем нужно обратить внимание на саму форму кривых вращающих моментов при поворотах в обе стороны. Они имеют волнообразный характер, что, как уже говорилось, указывает на скрытый или субклинический мышечный дисбаланс.

Величина компенсаторных усилий при выполнении этого движения также, кажется, на первый взгляд незначительна и находится в пределах от 30,2 N*m до 23,4 N*m (наклон вперед/назад). Они существенны и находятся в пределах от 34,4 N*m до 87,8 N*m (боковые наклоны туловища). Вместе с тем следует обратить внимание на то, что направление этих компенсаторных движений при повороте влево даже меняет вектор, а при повороте

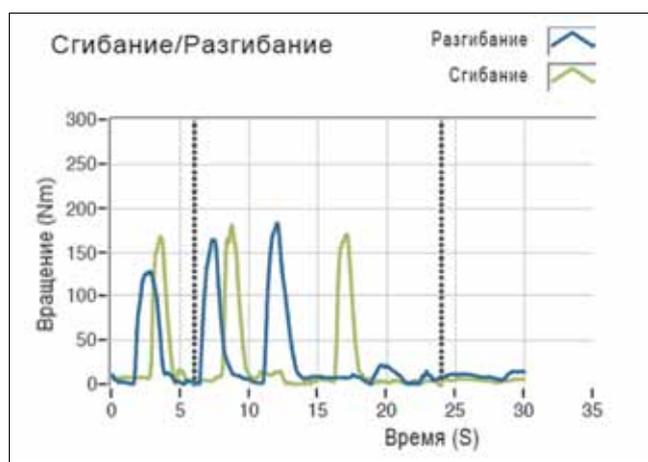


Рис. 1. Изометрическое тестирование наклон вперед/назад (сгибание/разгибание).



Рис. 2. Изометрическое тестирование – боковой наклон вправо/влево.

вправо существенно увеличивается. Более наглядно это видно на рис. 7, где сплошные линии графиков у основного среднего вращающего момента, а пунктирные у компенсаторных движений. Видно, что пунктирные линии значительно отклоняются от нулевых значений и фактически приближаются по величине и форме к графику вращающего момента основного ротационного движения, но имеют иной вектор.

Заключение

Оценка функциональных возможностей мышц-стабилизаторов позвоночника может быть выполнена с использованием современной технологии 3D тестирования на ряде аппаратов. Это может быть Тергумед 3D или BioniX Sim3 3D Pro. Тергумед 3D дает возможность производить тестирование в изометрическом режиме. BioniX Sim3 3D Pro позволяет выполнять тестирование, как в изометрическом, так и изокинетическом режиме.

По результатам изометрического и изокинетического тестирования мышц-стабилизаторов можно выявлять не только грубую патологию и недостаточность отдельных мышц, но и определять субклинические нарушения

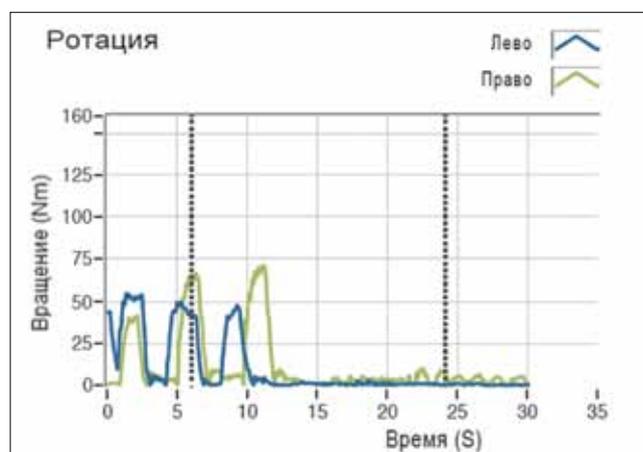


Рис. 3. Изометрическое тестирование – ротация туловища вправо/влево.

мышечного баланса, что является основой для составления индивидуальных программ реабилитации при патологии позвоночника.

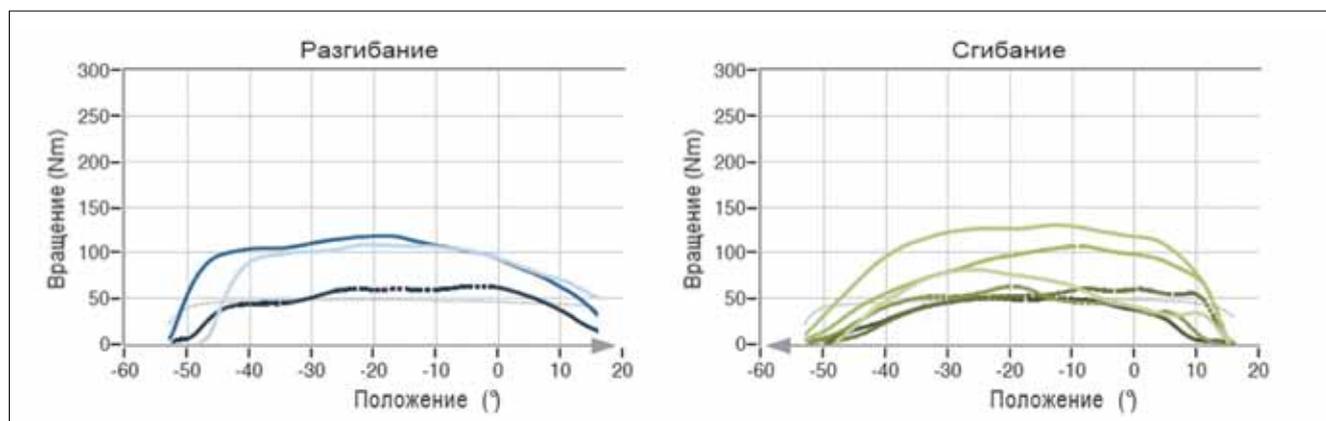


Рис. 4. Изокинетический тест – наклон туловища вперед/назад (сгибание/разгибание)

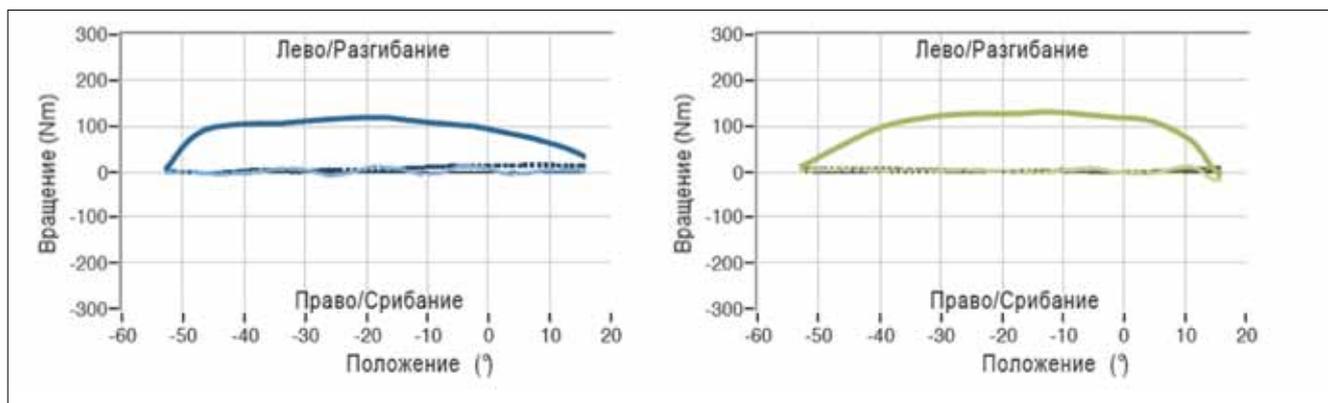


Рис. 5. Графики вращающих моментов основного и компенсаторного движения при наклоне туловища вперед/назад

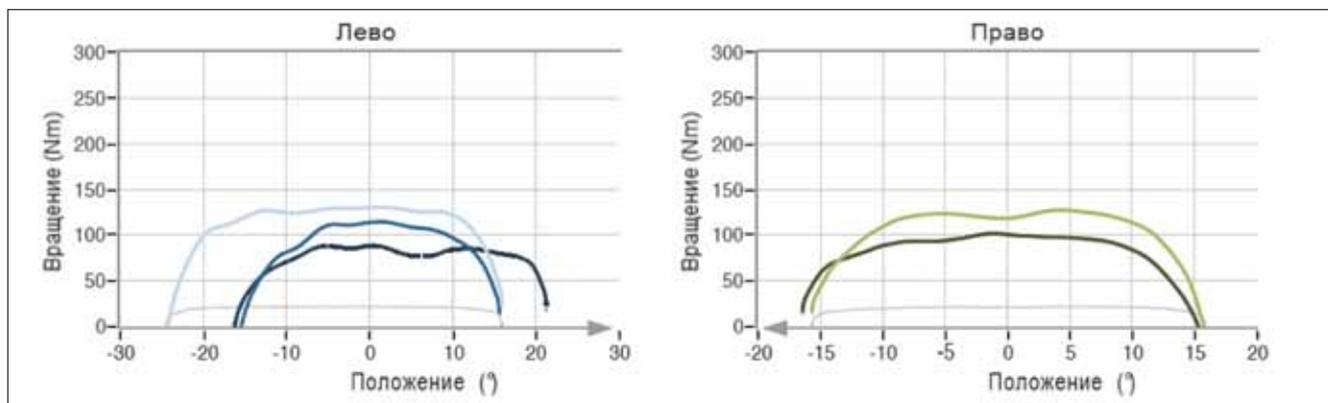


Рис. 6. Изокинетический тест – боковой наклон туловища

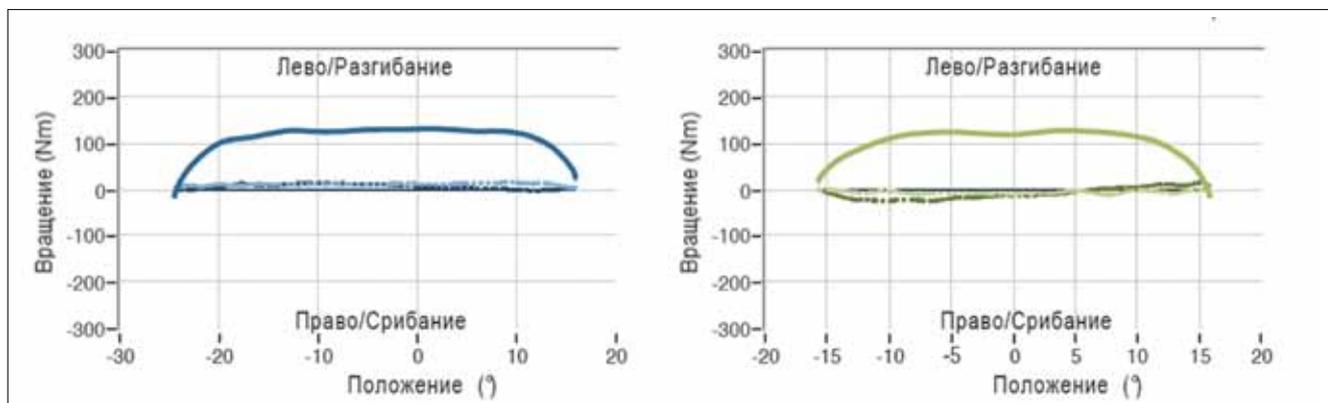


Рис. 7. Графики вращающих моментов основного и компенсаторного движения при наклоне туловища вправо/влево.

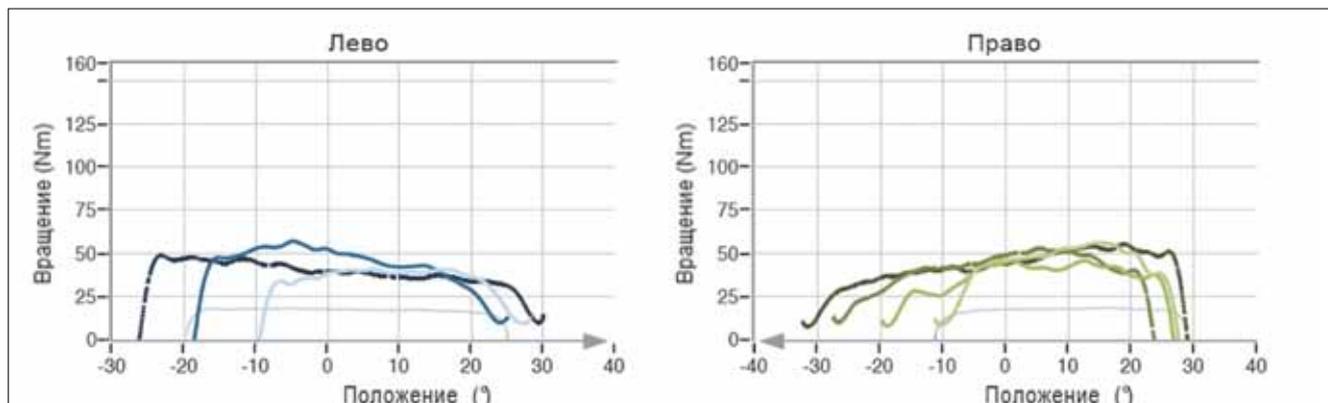


Рис. 8. Изокинетический тест – ротация туловища.

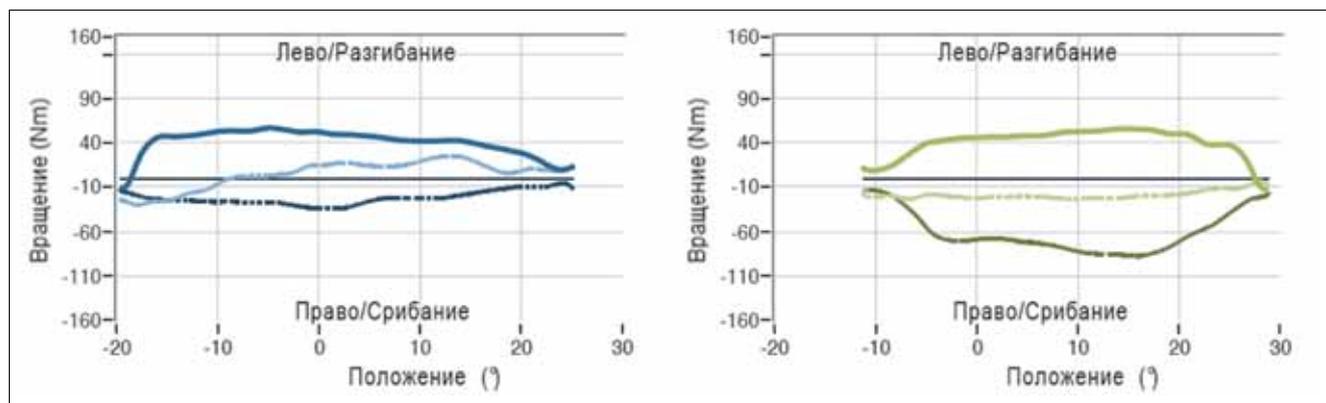


Рис.9. Графики вращающих моментов основного и компенсаторного движения при ротации туловища

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Миронов С.П., Бурмакова Г.М., Цыкунов М.Б. Пояснично-крестцовый болевой синдром у спортсменов и артистов балета. – М., Типография «Новости», 2006. – 292 с.
2. Цыкунов М.Б. Клинические методы диагностики нарушений мышечной системы. – Лечебная физкультура и спортивная медицина, М., 2011 № 9 и 10. – С. 59-64
3. Цыкунов М.Б. и соавт. Диагностика и консервативная коррекция статических деформаций. – М., РАСМИРБИ, 2004.- 176 с.
4. Bogduk N., Twomey L.T. Clinical anatomy of lumbar spine. – Melbourne, 1991.
5. Mironov S.P., Tsykunov M.B., Burmakova G.M., Andreev S.V. Treatment of back pain in children 8th Interdisciplinary World Congress on Low Back & Pelvic Pain Advances in Multidisciplinary Research for better Spinal/Pelvic Care, Dubai, United Arab Emirates, str. 744, S. 558-559

REFERENCES:

1. Mironov S.P., Burmakova G.M., Tsykunov M.B. Lumbosacral pain syndrome of athletes and ballet dancers. - M., Typography "News", 2006 - 292 p.
2. Tsykunov M.B. Clinical methods of diagnosis of the musculoskeletal system. - Physical therapy and sports medicine, M. 2011 number 9 and 10 - P. 59-64
3. Tsykunov M.B. et al. Diagnosis and conservative correction of static deformations. - M., RASMIRBI, 2004.- 176 p.
4. Bogduk N., Twomey L.T. Clinical anatomy of lumbar spine. – Melbourne, 1991.
5. Mironov S.P., Tsykunov M.B., Burmakova G.M., Andreev S.V. Treatment of back pain in children 8th Interdisciplinary World Congress on Low Back & Pelvic Pain Advances in Multidisciplinary Research for better Spinal/Pelvic Care, Dubai, United Arab Emirates, str. 744, S. 558-559

РЕЗЮМЕ

Стабильность позвоночника обеспечивают как пассивные (кости, связки, диски), так и активные мышечные структуры. На протяжении многих лет проблема объективной оценки функциональных возможностей мышц-стабилизаторов его привлекает пристальное внимание. Так, традиционной в комплекс методов оценки функционального статуса физкультурника и спортсмена входит измерение становой силы с использованием станового динамометра. В этом случае получают данные, которые более или менее точно характеризуют статическую силу мышц разгибателей спины. Следует отметить, что, как правило, измеряется лишь статическая сила и только одной мышечной группы. В последние годы для оценки силы сгибателей, ротаторов и мышц, выполняющих боковой наклон туловища стали применять специальные динамометры, они же используются и в качестве тренажеров.

Наиболее известным тренажером указанного типа является Тергумед 3D, который позволяет выполнять измерение статической силы и тренировку мышц-стабилизаторов позвоночника в различных плоскостях. Нужно отметить, что мышцы-стабилизаторы позвоночника, как правило, функционируют в динамическом режиме и экстраполировать на него полученные данные статической силы не вполне правомерно и можно лишь со значительной поправкой.

Для тестирования силы мышц в динамическом режиме еще в 60-е годы был предложен изокинетический динамометр. В настоящее время для этих целей наибольшее распространение получила система BIODEX (США), которая имеет специальную приставку для измерения и тренировки мышц сгибателей и разгибателей позвоночника. Наш 20-летний опыт работы с этим аппаратом показал, что наиболее информативным показателем является максимальный вращающий момент (peak torque), прочие характеристики весьма вариабельны и не имеют существенного клинического значения. Обычно при возникновении анатомического препятствия или боли в момент выполнения движения происходит более или менее выраженное снижение мышечного усилия, что выражается или в волнистости графика изменения вращающего момента (легкая степень), или М-образной его форме (выраженные изменения), например, когда резко падает усилие из-за боли и затем восстанавливается.

Несколько лет назад бельгийские исследователи предложили оригинальный аппарат BioniX sim 3D Pro, который позволяет производить тестирование как статической, так и динамической силы в трех плоскостях в положении стоя или сидя. Методика изометрического тестирования (статическая сила) аналогична той, что используется в немецком аппарате Тергумед 3D. Однако система BioniX Sim3 Pro предусматривает еще и возможность изокинетического тестирования, т.е. оценки движения вокруг трех осей: вращение; наклоны вперед/назад; наклоны вправо/влево.

Следует особо подчеркнуть, что эта система позволяет регистрировать усилие по всем осям движения одновременно, т.е. при сгибании или разгибании (наклон вперед\назад) фиксируются усилия вращение и наклон вправо\влево. Такая возможность есть как при изометрическом, так и при изокинетическом тестировании.

Именно это обеспечивает получение уникальной и ранее недоступной для исследователей стабилизаторов позвоночника информации.

В статье представлены данные тестирования мышц-стабилизаторов позвоночника с помощью изокинетического динамометра. Показано, что по его результатам можно выявлять мышечный дисбаланс даже на субклиническом уровне и составлять индивидуальные программы реабилитации.

Ключевые слова: позвоночник, диагностика, компенсация функции, реабилитация, тренажеры, динамометрия, нагрузочные тесты, сила мышц, изометрический тест, изокинетический тест, мышцы-стабилизаторы, боли в спине, боли внизу спины, мышцы-агонисты, мышцы-антагонисты, люмбаго (прострел).

ABSTRACT

The stability of the spine provide both passive (bones, ligaments, discs), and active muscle structure. For many years, the problem of an objective assessment of the functionality of muscle stabilizers it attracts attention. Thus, traditional methods in complex evaluation of the functional status of the athlete and the athlete enters the measurement of postural strength using a dynamometer mainstay. In this case, the data are obtained, which are more or less accurately characterize the static force of the extensor muscles of the back. It should be noted that usually measure only the static force and only one muscle group. In recent years, to assess the strength of the flexors, rotators and muscles performing lateral inclination of the trunk began to apply special dynamometers, they are also used as a simulator.

The most famous of this type is a simulator Tergumed 3D, which allows measurement of the static strength and muscle training stabilizers of the spine in different planes. It should be noted that muscle stabilizers of the spine usually operate in dynamic mode and extrapolate the data on it is not a static force is legitimate and can only with a significant correction.

For testing muscle strength in the dynamic mode in the 60-ies was proposed isokinetic dynamometer. Currently, for these purposes as principle sources-spread system BIODEX (USA), which have a special attachment for measurement and training flexor and extensor muscles of the spine. Our 20 years of experience with the product showed that the most informative indicator is the maximum torque (peak torque), other characteristics of highly variable and do not have significant clinical value. Typically, when an anatomic obstruction, or pain at the time the movement takes place more or less marked reduction in muscle force resulting in undulation or schedule changes torque (mild) or its M-shaped form (marked changes), for example falls sharply when force because of the pain, and then restored.

Several years ago, Belgian researchers have proposed the original machine BioniX sim3D Pro, which allows testing of both static and dynamic forces in three planes while standing or sitting. Methodology isometric testing (static power) is similar to that used in the German machine Tergumed 3D. However, the system BioniX Sim3 Pro provides also an opportunity isokinetic testing, ie The motion estimation around three axes: rotation; lean forward / backward; the slopes of the right / left.

It should be emphasized that this system allows you to register an effort on all axes of motion simultaneously, ie when bending or straightening (tilt forward \ back) fixed efforts tilting and rotating to the right \ left. Such a possibility is an isometric, and in isokinetic testing.

That this provides a unique and previously inaccessible to researchers stabilizers spine information.

The paper presents test data stabilizer muscles of the spine by the isokinetic dynamometer. It is shown that its results can identify muscle imbalances even subclinical and create individual rehabilitation program.

Keywords: spine, diagnosis, compensation function, rehabilitation, trainers, dynamometer, load tests, muscle strength, isometric test, isokinetic test, muscle-stabilizers, backache, lower back pain, muscle-agonists, antagonist muscles, lumbago.

Контакты:

Цыкунов Михаил Борисович. E-mail: rehcito@mail.ru.
