

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СПОРТА

БИОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ НАРУШЕНИЙ И ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРРЕКЦИИ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО ДИСБАЛАНСА МЫШЦ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

М.Н. АЛФИМОВ, Т.Ф. АБРАМОВА,
ВНИИФК;
В.Л. КРАШЕНИННИКОВ,
РГМУ

Аннотация

Изучено состояние тонических реакций мышц нижних конечностей, состояние крестцово-подвздошного сочленения до, а также состояние и динамика силовых проявлений и стабилومترических характеристик до и после коррекции нервно-мышечного дисбаланса в группах с различной степенью нарушений нижней конечности. Определено, что критериями нарушения нервно-мышечного дисбаланса являются: дисфункция крестцово-подвздошных сочленений; снижение силовых проявлений от 6 до 11%, увеличение различий до 30%; при стойке на одной ноге – повышение площади ОЦД за счет фронтальной и сагиттальной плоскостей; в стойке на двух ногах – ограничение скорости ОЦД.

Критериями эффективности коррекции нервно-мышечного дисбаланса являются: повышение силовых возможностей на конечностях с различной степенью нарушения (до 11%); оптимизация механизмов регуляции позы устойчивости – снижение площади и скорости, амплитуды колебания в сагиттальной плоскости ОЦД при стойке на травмированной ноге; при стойке на двух ногах – снижение амплитуды колебания во фронтальной плоскости.

Ключевые слова: нервно-мышечный дисбаланс, тонические реакции мышц, силовые проявления, динамометрия, стабилметрия, спортсмены, болевой мышечный синдром, оперированный коленный сустав.

Abstract

This article focuses on the research of the tonic test of lower extremities muscles; on the sacroiliac joint condition before restoration of myoneural misbalance. Also a condition and dynamic power guide and stabilometric characteristics before and after correction of myoneural misbalance in the groups with a different rate of lower extremities damage. Next things have been determined in the research. The guides of myoneural misbalance damage are dysfunction of sacroiliac joints; power guides reduction from 6 till 11%, increase of disparities till 30%; due to frontal and sagittal planes the general support center area increases in position on one leg; general support center speed reduction in position on two legs. The guides of correction effectiveness of myoneural misbalance are: increase of extremities power guides with a different damage degree (till 11%); improvement of mechanisms vertical body position support is expressed in speed and area reduction, in sagittal plane range reduction of general support center in position on injured leg; also in range reduction in frontal plane in position on two legs.

Key words: myoneural misbalance, tonic muscles test, power guide, dynamometry, stabilometria, sportsmen, pain muscular syndrome, operated knee joint.

Введение

Отличительной чертой современного спорта является интенсификация календарного графика, что, с одной стороны, сопряжено с необходимостью поддержания высокого уровня спортивной формы и высокой частотой

травматизма – с другой. Все это неизбежно предъявляет высокие требования к сохранности и дееспособности опорно-двигательного аппарата [4, 5, 7]. В связи с этим на первый план выходят не только мероприятия по скорейшей реабилитации, но и мероприятия, позволяющие

быстро и эффективно осуществлять раннюю мониторинг-диагностику, выявляющую маркеры перенапряжения опорно-двигательного аппарата, и позволяющие быстро и эффективно их устранять.

В этой связи применение методов, используемых в практике прикладной кинезиологии для лечения болевых мышечных синдромов и перенапряжения опорно-двигательного аппарата, позволит выявлять ранние нарушения в работе опорно-двигательного аппарата и эффективно их устранять в «полевых» условиях.

Методы, используемые в прикладной кинезиологии, базируются на работах о теории построения движения Н.А. Бернштейна (1947), М.Р. Могеновича (1941) и дополнены современными исследованиями V. Janda, и Л.Ф. Васильевой [3]. В основе методологии лежат мониторинг и нормализация тонических реакций мышц, лежащих в основе нервно-мышечного взаимодействия (баланса), а также в оптимальной статической и динамической реализации опорно-двигательного аппарата [1, 2].

На сегодняшний день отсутствуют количественные критерии оценки изменения функционального состояния такого элемента опорно-двигательного аппарата, как нижняя конечность, при коррекции с использованием данной методологии. В связи с этим в целях внедрения методов прикладной кинезиологии в практику спортивной подготовки представилось целесообразным выявить критерии изменения функциональных возможностей нижней конечности при коррекции нарушений с использованием данных методов.

Цель: разработка количественных критериев оценки нарушения и эффективности коррекции нервно-мышечного дисбаланса мышц нижней конечности у спортсменов.

Материалы, методы и организация исследования

В исследовании принимали участие 38 спортсменов в возрасте 19–29 лет, высокой квалификации (от КМС до МСМК), представители циклических (марафон, триатлон) и игровых (футбол, хоккей, теннис, волейбол) видов спорта со стажем занятий от 7 до 17 лет. Испытуемые в соответствии со степенью патологии нижних конечностей были разделены на 2 группы. Первую группу составили 17 спортсменов, перенесших артроскопическую операцию коленного сустава (ОКС) по удалению медиального мениска на левой конечности, находящихся на стадии физической реабилитации от 8 до 15 недель. Вторая группа представлена 21 действующим спортсменом с рефлекторными болевыми мышечными синдромами (БМС) в области нижних конечностей (голеностоп, колено, тазобедренный сустав) и поясничного отдела.

Исследование включало исходное мануальное мышечное тестирование мышц левой и правой нижней конечности, ортопедическое исследование (сгибательный тест, позвоночный тест), диагностику и устранение (нормализацию тонических реакций мышц) нарушений нервно-мышечного взаимодействия методом коррекции миофасциальных цепей используемым в прикладной кинезиологии (техники: ишемическая компрессия триг-

герных пунктов, рольфинг, постизометрическая релаксация). Метод разработан Л.Ф. Васильевой, О.В. Кузнецовым, А.Ю. Мочаловым (РУ № ФС 001/2005 от 24.02.2005 г.) и рекомендован МЗ РФ к практическому использованию [6]. До и после коррекции проводились стабилметрическое тестирование характеристик поддержания ортоградного положения тела и динамометрическое тестирование силовых показателей нижних конечностей. Повторное мануальное мышечное тестирование мышц нижней конечности и ортопедическое исследование не требовались, т.к. результат коррекции – нормализация тонических реакций мышц и устранение нарушений, выявленных при ортопедическом исследовании.

Мануальное мышечное тестирование оценивает изменения тонической реакции скелетных мышц к нагрузке в условиях изометрического сокращения, возникающих вследствие нарушения собственных рефлекторно-трофических процессов или ингибирующего влияния патологических рефлексов со стороны других органов и систем. Критериями оценки являются тонические реакции мышцы: нормотоничность – усиление мышечного сокращения, гипотоничность – снижение мышечного сокращения, укороченность фасции мышцы – ослабление мышечного сокращения нормотоничной мышцы после кратковременного растягивания. Мануальное мышечное тестирование проводилось для медиальной и латеральной головки четырехглавой мышцы бедра; длинной и короткой приводящей мышцы; передней и задней большеберцовой мышцы; большой и средней ягодичной мышцы.

Ортопедическое тестирование (сгибательный тест, позвоночный тест) применяется для оценки функции крестцово-подвздошного сочленения. Оценка положительных ортопедических тестов, указывающих на наличие дисфункции подвздошно-крестцового сочленения, проводилась по четырем критериям:

- наличие положительного сгибательного теста;
- наличие положительного позвоночного теста;
- наличие любого положительного теста на дисфункцию в крестцово-подвздошном суставе;
- наличие одновременно двух положительных ортопедических тестов, встречавшихся у одного спортсмена.

Стабилметрия – метод исследования функций организма, связанных с поддержанием равновесия. Стабилметрическое тестирование проводилось на компьютерном стабиланализаторе с биологической обратной связью «СтабилАн-01», г. Таганрог. Исследование проводилось с открытыми глазами (тест Ромберга) в основной европейской стойке (пятки вместе, носки разведены на угол в 30°), а также на каждой конечности (тест «стойка на одной ноге»). Регистрировались показатели: скорость перемещения общего центра давления (ОЦД), площадь статокинезиограммы, среднеквадратическое отклонение и среднее положение и ОЦД во фронтальной и сагиттальной плоскостях, а также среднее направление колебаний.

Электронная динамометрия четырехглавой мышцы бедра проводилась на динамометре «Biodex multi-joint system 3». Электронный динамометр «Biodex multi-joint system 3» имеет кресло фиксированной высоты, спо-

собное перемещаться по направляющим и ротируемое на 340°; динамометр с жесткой фиксацией основания, регулируемый по высоте с ротацией 340°. Изометрическое тестирование силы проходило под углом 60° в движении разгибание (четырёхглавая м. бедра), в коленном суставе, в 3-х попытках с максимальной силой давления продолжительностью 5 с. Рассматривались: индикатор мышечной силы – пиковый вращающий момент (ПВМ) и пиковый вращающий момент относительно веса тела (ПВМ / ВТ).

Результаты исследования. Результаты мануального мышечного тестирования

Было показано, что в группе ОКС нормотоничные мышцы наиболее часто встречаются на здоровой конечности (72–97%, в среднем 80,6%), тогда как на оперированной конечности нормотоничность отмечается только для двух мышц (большая ягодичная задняя – 38% случаев, большеберцовая мышца – 8%, в среднем – 5,8%). Гипотония мышц нижней конечности в группе ОКС наблюдается для подавляющего числа мышц оперированного сустава (в среднем – 65%) при значительно меньшей частоте встречаемости гипотонии на здоровой ноге (в среднем – 17,3%). Кроме того, наиболее частое нарушение тонической реакции на оперированной ноге отмечается для медиальной головки четырехглавой мышцы (100%), длинной приводящей мышцы (98%), передней большеберцовой (78%), задней большеберцовой (92%) и средней ягодичной мышц (97%) при, напротив, более редкой частоте подобного отклонения для латеральной головки четырехглавой мышцы, большой ягодичной и короткой приводящей (8–39%).

Фасциальные укорочения на здоровой конечности выявляются редко и только на двух мышцах – передней большеберцовой (10% случаев) и большой ягодичной (6% случаев). На оперированной конечности фасциальные укорочения, напротив, встречаются для большей части всех протестированных мышц (в шести из восьми случаев), однако с разной частотой: максимальная частота встречаемости отмечается для латеральной головки

четырёхглавой мышцы и короткой приводящей мышцы бедра (92 и 91% соотв.), значительно реже укорочения отмечаются на передней большеберцовой (22%) и большой ягодичной (23%) мышцах, крайне редко – на средней ягодичной и длинной приводящей мышцах (3 и 2% соотв.).

Таким образом, мышечное тестирование в группе ОКС показало высокое преобладание нормотонии мышц здоровой нижней конечности наряду с высоким преобладанием гипотонии в большей части мышц оперированной конечности.

В группе БМС средняя частота проявлений нормотоничности мышц нижних конечностей для правой и левой конечности схожа и составляет в среднем 40% – для правой и 38% – для левой конечности.

Гипотония для мышц нижних конечностей в данной группе наблюдается в среднем достаточно часто на обеих конечностях. Так, на мышцах правой конечности она составила в среднем 56% случаев, на левой – 62%.

Фасциальные укорочения, в отличие от гипотонии, в группе БМС отмечаются для ограниченного количества мышц и в малой частоте.

Таким образом, группа БМС обусловлена равномерной гипотонией основных мышц нижней конечности при принципиально меньшем влиянии нарушения тоничности мышц, стабилизирующих тазобедренный сустав. Состояние тоничности мышц в группе ОКС отражается в дифференцированном изменении тонических реакций мышц с повышением до максимума гипотонии медиальной головки четырехглавой, длинной приводящей, задней большеберцовой, средней ягодичной, передней большеберцовой мышц при снижении частоты гипотонии для латеральной головки четырехглавой, короткой приводящей и большой ягодичной мышц на фоне их фасциального укорочения.

Результаты ортопедических тестов

Анализ результатов ортопедического тестирования показал, что в обеих группах испытуемых высока частота наличия положительного сгибательного и позвоночного тестов (в среднем 59,7 и 49,6% соотв.) (табл. 1).

Таблица 1

Частота положительных ортопедических тестов в группах БМС и ОКС

| Тесты | Группы испытуемых | |
|---|-------------------|--------|
| | БМС, % | ОКС, % |
| Сгибательный тест | 42,9 | 76,5 |
| Позвоночный тест | 28,6 | 70,6 |
| Сгибательный тест или позвоночный тест | 71,4 | 100 |
| Позвоночный тест и сгиб-тест одновременно | 9,5 | 41,2 |

В случае оценки результатов тестирования по наличию одного из двух представленных тестов в группе ОКС выявлено 100% случаев положительного теста, в группе БМС – 71,4%. Одновременная встречаемость сгибательного и позвоночного теста проявляется значительно реже.

Таким образом, можно отметить, что высокая частота и дифференцированное представительство отклонений результатов ортопедических тестов свидетельствуют о наличии дисфункции в крестцово-подвздошном суставе, перенапряжении в ОДА и сформированных уже механизмов компенсации, что более выражено в группе

ОКС по сравнению с группой БМС, что коррелирует со спецификой тонических реакций мышц в этих группах.

Результаты динамометрии

В группе ОКС, сразу после нормализации тонических реакций, величина пикового вращающего момента мышц – разгибателей голени оперированного сустава увеличилась по абсолютному показателю (ПВМ) на 11%, а по относительному (ПВМ / ВТ) – на 18,8%, тогда как в случае контралатеральной конечности абсолютная и относительная величины пикового вращающего момента снизились до 9% (рис. 1).

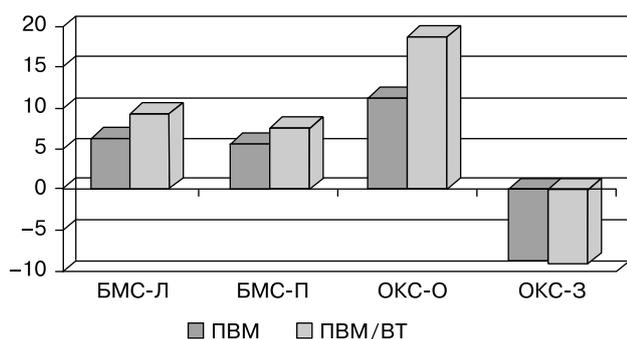


Рис. 1. Изменение показателей динамометрии у спортсменов групп БМС (Л – левая и П – правая конечности) и ОКС (О – оперированная и З – здоровая конечности) после нормализации тонических реакций мышц нижних конечностей (%)

В группе БМС, ПВМ и ПВМ/ВТ увеличивались практически равным образом для обеих конечностей: на правой ноге абсолютные проявления силы разгибателей голени увеличивались на 5,6%, относительные – на 7,4%; на левой – на 6,1 и 9,3% соотв.

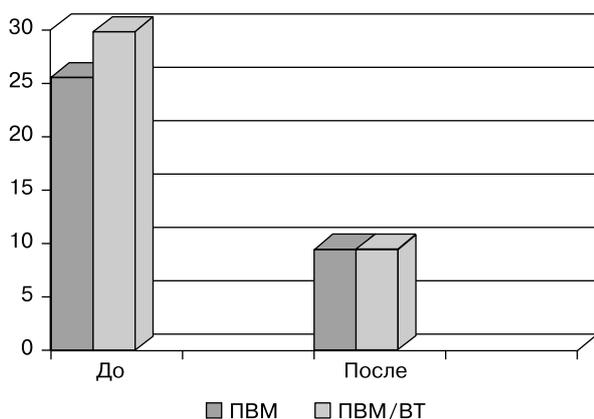


Рис. 2. Изменение различий проявления силовых возможностей в группе ОКС между оперированной и здоровой конечностями до и после нормализации тонических реакций мышц нижних конечностей (%)

Сравнительный анализ уровня силовых проявлений конечностей в группе ОКС показал, что после проведения коррекции различия между здоровой и оперированной конечностью изменились. Так, до коррекции разница в проявлении силовых показателей между здоровой и прооперированной конечностью в данной группе составляла 25,5 и 30,0% по ПВМ и ПВМ / ВТ. После коррекции разница силовых проявлений разгибателей голени между здоровой и оперированной конечностями снизилась до 9,5 и 9,6% соотв. за счет снижения на здоровой конечности и повышения на оперированной (рис. 2).

В группе БМС различия между правой и левой ногой по ПВМ и ПВМ / ВТ до осуществления коррекции оказались незначительными и составили 4,95 и 2,06% соотв. После коррекции различия, напротив, несколько возросли, оставшись маловыраженными (5,22 и 3,76% соотв.).

Таким образом, результаты проведения силового тестирования показали, что различное состояние нижней конечности дифференцирует особенности динамики силовых проявлений после осуществления коррекции ее состояния.

Результаты стабилотрии.

Оценка данных стабилотрии в позе Ромберга в группах спортсменов до и после проведения коррекции

Статистическая обработка данных стабилотрии показала, что группы ОКС и БМС в среднем имеют близкие значения по большей части показателей, отражающих способность поддерживать ортоградное положение тела: площади и амплитуды колебания ОЦД в фронтальной и сагиттальной плоскостях, но достоверно различаются по скорости перемещения ОЦД ($p < 0,05$), которая была ниже в группе ОКС, что может отражать более высокий уровень контроля со стороны центральных механизмов регуляции.

Проведение коррекционных мероприятий привело (рис. 3) к однонаправленным, но разно выраженным из-

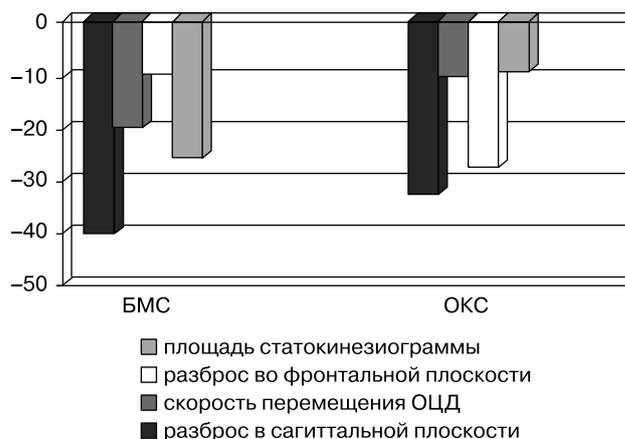


Рис. 3. Изменение основных показателей стабилотрии в тесте Ромберга у спортсменов групп БМС и ОКС после нормализации тонических реакций мышц нижних конечностей (%)

менениям в характеристиках механизмов поддержания ортоградного положения в обеих группах спортсменов: снизились характеристики площади (на 40,3% – в группе БМС, на 32,5 – в группе ОКС) и скорости (20,4 и 9,7% в группе БМС и ОКС соотв.), уменьшился разброс колебаний ОЦД во фронтальной (на 10,2% – БМС, 27,7% – ОКС) и сагиттальной (на 26,5% – у БМС, на 10,7 – ОКС) плоскостях статокинезиограммы. Следует отметить, что статистически достоверные изменения характерны только для амплитуды колебаний во фронтальной плоскости в группе ОКС в тесте Ромберга, изменения по остальным показателям носят характер тенденций.

Ведущим признаком оптимизации функциональных возможностей мышц нижних конечностей при стабиллометрическом тестировании в позе Ромберга является снижение скорости, площади и амплитуд колебаний ОЦД с выделением амплитуды колебаний ОЦД во фронтальной плоскости.

Анализ результатов тестирования спортсменов в позе «стойка на одной ноге» до и после коррекции

Проведенный анализ данных тестирования нижних конечностей в позе «стойка на одной ноге» показывает, что полученные результаты имеют близкие значения данных стабиллометрии, отражающих способность поддержания ортоградного положения тела спортсменов, в частности площадь и амплитуда колебаний ОЦД во фронтальной и сагиттальной плоскости, и в то же время выявляются различия по показателям средней скорости перемещения ОЦД (более низкая в группе БМС) и показателям средней площади (более высокие значения в группе ОКС).

Высокая степень нарушений нижней конечности определяет механизмы поддержания ортоградного положения в стойке на одной ноге у спортсменов, которые проявляются разнонаправленной стратегией для оперированной и здоровой конечности. Маркирующими признаками выраженных нарушений конечности в условиях стойки на поврежденной конечности явля-

ются выраженное повышение площади ОЦД (на более 20%), снижение скорости ОЦД (порядка 6%), повышение амплитуды колебаний во фронтальной и сагиттальной плоскостях (13–16%), тогда как для стойки на здоровой конечности характерно снижение площади статокинезиограммы (около 20%), повышение скорости ОЦД при снижении амплитуд колебаний ОЦД во фронтальной и сагиттальной плоскостях с приоритетом сагиттальной (3 и 14%). При этом маркирующими признаками являются и различия показателей стабиллометрии при стойке на больной и здоровой конечностях: с выделением площади статокинезиограммы (больше в случае оперированной конечности на 34%), амплитуд колебания во фронтальной и сагиттальной плоскостях (на 13–16%), в меньшей мере – скорости ОЦД (меньше на 6%).

Нормализация тонических реакций на мышцах нижней конечности привела в характеристиках механизмов поддержания ортоградного положения к однонаправленным изменениям в группе БМС и некоторым разнонаправленным – в группе оперированных спортсменов (рис. 4). Так, характеристики площади в группе БМС снизились при стойке на обеих конечностях (11,6% – на левой, 7,8% – на правой). В группе ОКС эти же характеристики изменились разнонаправленно для разных конечностей: на оперированной конечности снизились на 28,6%, на здоровой конечности, напротив, выросли на 12,9%. Показатели скорости также снизились в обеих группах: в группе БМС – на 12,9 и 11,5% при стойке на левой и правой конечности (соотв.); в группе ОКС наиболее значительное снижение скорости перемещения ОЦД произошло на оперированной конечности (18,5%) при значительно менее выраженном снижении на здоровой конечности (2,9%). Разброс колебаний ОЦД во фронтальной плоскости в группе БМС уменьшился на обеих конечностях на 3,8 и 6,8% (на левой и правой конечностях соотв.), тогда как в группе ОКС произошли разнонаправленные изменения по конечностям: на оперированной конечности разброс во фронтальной плоскости снизился на 4,2%, а на здоровой вырос на 2,7%. В показателях разброса колебаний ОЦД в сагиттальной плоскости вы-

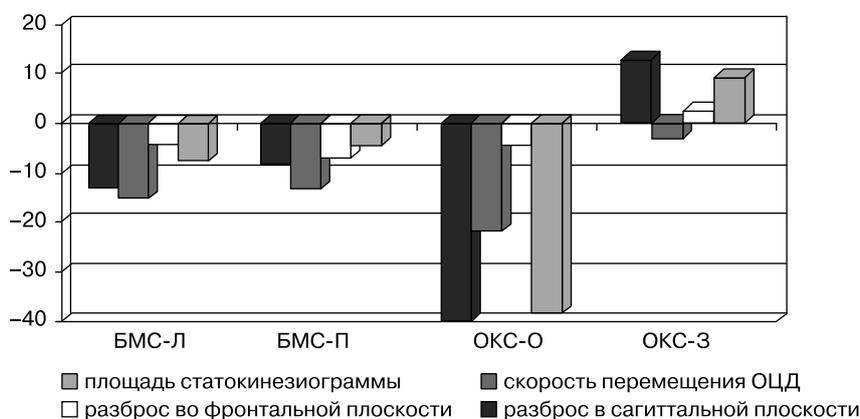


Рис. 4. Изменение основных показателей стабиллометрии в тесте «стойка на одной ноге» у спортсменов групп БМС (Л – левая и П – правая конечности) и ОКС (О – оперированная и З – здоровая конечности) после нормализации тонических реакций мышц нижних конечностей (%)

явлена схожая динамика изменений (снижение разброса в группе БМС на 6,9 и 3,7% на левой и правой соотв.) и разнонаправленная динамика в группе ОКС – снижение размаха колебаний на оперированной и увеличение на здоровой конечности (на 27,7 и 9,4% соотв.).

Следует заметить, что статистически достоверные изменения произошли только по площади, скорости и амплитуде колебаний в сагиттальной плоскости для оперированной конечности в группе ОКС при стойке на одной ноге, в остальных случаях изменения носят характер тенденций.

На основании полученных исследовательских данных было показано (табл. 2), что критериями нарушения и эффективности коррекции нервно-мышечного дисбаланса мышц нижней конечности у спортсменов являются: дис-

функция крестцово-подвздошных сочленений; снижение силовых проявлений от 6 до 11%, увеличение различий до 30%; при стойке на одной ноге – повышение площади ОЦД за счет фронтальной и сагиттальной (в большей мере) плоскостей; в стойке на двух ногах – ограничение скорости ОЦД. Также критериями эффективности коррекции нарушений нервно-мышечного взаимодействия являются: повышение силовых возможностей на конечностях с различной степенью нарушения (до 11%); оптимизация механизмов регуляции позы устойчивости – снижение площади и скорости, амплитуды колебания в сагиттальной плоскости ОЦД при стойке на травмированной ноге; при стойке на двух ногах – снижение амплитуды колебания во фронтальной плоскости.

Таблица 2

Критерии нарушения и эффективности коррекции нервно-мышечного дисбаланса мышц нижней конечности у спортсменов

| Критерии | Состояние крестцово-подвздошного сочленения | Состояние тонической реактивности | Силовые проявления (динамометрия) | Регуляция позиционной устойчивости (стабилометрия) |
|------------------------|---|--|---|--|
| Критерии нарушения | Дисфункция | Наличие мышечной гипотонии от 10 до 100% | Снижение от 6 до 11%. Увеличение различий до 30% | Повышение площади ОЦД (стойка на одной ноге), ограничение скорости ОЦД (тест Ромберга) |
| Критерии эффективности | Отсутствие дисфункции | Мышечная нормотония | Увеличение силовых проявлений до 11%. Снижение силовых различий между конечностями | Снижение площади, скорости и амплитуды колебания ОЦД |

Литература

1. Васильева Л.Ф. Мануальная диагностика и терапия. Клиническая биомеханика и патобиомеханика: руководство для врачей. – СПб.: Фолиант, 2000. – 400с.
2. Васильева Л.Ф. Гипотония мышцы, мышечный дисбаланс и боль // Прикладная кинезиология. – 2004. – № 2. – С. 9–13.
3. Васильева Л.Ф. История развития прикладной кинезиологии // Прикладная кинезиология. – 2008. – № 10–11. – С. 128.
4. Дембо А.Г. Заболевания и повреждения при занятиях спортом. – Л., 1991. – 335 с.
5. Коваленко Ю.А. Проблемы травматологии в современном спорте // Теория и практика физ. культуры. – 2006. – № 5. – С. 22–26.
6. Методические рекомендации МЗ РФ «Мануальная терапия. Диагностика и коррекция патобиомеханических изменений, возникающих при спондилогенных заболеваниях – Медицинская технология». – М., 2005. РУ № ФС 001/2005/ от 24.02.2005 г.
7. Петерсон Л., Ренстрем Л. Травмы в спорте. – М.: Физкультура и спорт, 1981. – 271 с.
8. Абрамова Т.Ф., Арьков В.В., Иванов В.В., Никитина Т.М., Супрун Д. Особенности поддержания вертикальной стойки у спортсменов различных специализаций // Вестник спортивной науки. – 2008. – № 4. – С. 64–69.