

СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА

ИЗМЕНЕНИЯ ПРОЯВЛЕНИЙ СИЛОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЫШЦ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ ПРИ КОРРЕКЦИИ ТОНУСНО-СИЛОВОГО ДИСБАЛАНСА

М.Н. АЛФИМОВ, Т.Ф. АБРАМОВА,
ВНИИФК;
О.В. КУЗНЕЦОВ,
РГМУ им. Н.И. Пирогова

Аннотация

Изучено влияние коррекции тонусно-силового дисбаланса мышц ног с различной степенью патологии нижних конечностей на динамику их силовых проявлений и мозаику тонической составляющей. Показано, что тоническая функциональность мышц нижней конечности отражает характер патологии, а также является маркером предпатологического состояния. Восстановление нормотоничности мышцы на оперированной конечности приводит к рефлекторному снижению излишней возбудимости с контралатеральной конечности, снижая уровень вынужденной компенсации. Незначительные болевые синдромы в области суставов и мышц нижних конечностей свидетельствуют об их тонусно-силовом дисбалансе, наличии механизмов компенсации при ограничении развития максимальной силы. Различные уровни компенсации опорно-двигательного аппарата имеют обратимый (функциональный), рефлекторно-тонический характер формирования.

Ключевые слова: тонусно-силовой дисбаланс, гипотония, силовые проявления, динамометрия, спортсмены, болевой мышечный синдром, оперированный коленный сустав.

Abstract

This article focuses on the research of the influence on the dynamic of the power symptom and the picture of tone component by the method of tone-power imbalance of leg muscles with a different level of pathology lower extremities. Several things have been determined in the research: muscle tone function of lower extremities is determined by a pathology rate. Recovery of normal tone rate with a high pathology level leaves to extremity hyper excitability reflex reduction of the extremity that hasn't been operated. The result of this process is the reduction of compensation rate. Slight pain muscular and joint syndrome of lower extremities indicates its tone-power disbalance. Also it shows availability of compensatory mechanism and a lack of developing maximal muscular power opportunity. The different support-motor apparatus compensation levels have reflex, reflex-tone formation character.

Key words: tone-power disbalance, hypotension, power symptom, dynamometry, sportsmen, pain muscular syndrome, operated knee joint.

Введение

Известно, что оптимальная локомоция предполагает минимизацию энергетических затрат, произвольного контроля и других расходов со стороны организма [1]. В основе нарушения генетически обусловленного паттерна движения, определяемого межмышечной координацией (тонусно-силовой баланс), лежит гиповозбудимость мышцы-агониста как результат его функциональной слабости с последующим формированием гиперактивности других мышечных групп и укорочения компенсаторных мышц, что в совокупности и является факторами ограничения оптимальности динамической реализации [2].

Тонусно-силовой мышечный дисбаланс сопровождается перераспределением нагрузок в звеньях кинематической цепи с развитием биомеханической дезорганизации и возникновением компенсаторных процессов, снижающих не выгодную организму с точки зрения энергетики и биомеханики патологическую асимметрию [3, 4]. В спорте результатом нарушения оптимальной биомеханики нижних конечностей часто является повреждение коленного сустава, среди травм которого частотой выделяются повреждения мениска (21,4% от общего количества травм ОДА). В дальнейшем в ходе оперативного вмешательства происходит физическое повреж-

дение капсульно-связочного аппарата, которое усиливает дискоординацию мышечно-сухожильного аппарата и формирует новые компенсаторные активации в других мышечных регионах, позволяющие снизить недостаточность опорной и силовой функций одной из нижних конечностей и оптимизировать соотношение движение – энергия между конечностями [1].

Современная послеоперационная реабилитация во всем разнообразии своих подходов включает общие принципы медицинской реабилитации в сочетании с отдельными частными методиками, в большой мере способствуя закреплению компенсаторных механизмов, вызывающих формирование неоптимальных двигательных стереотипов, ограничивая проявления физических возможностей с последующим истощением функциональных резервов организма.

Цель: исследовать проявление силовых возможностей мышц нижней конечности с различной степенью функциональных нарушений при коррекции тонусно-силового дисбаланса.

Материалы, методы и организация исследования

В исследовании участвовали 38 спортсменов высокой квалификации (от КМС до МСМК), представители циклических (марафон, триатлон) и игровых (футбол, хоккей, теннис, волейбол) видов спорта, разделенных в соответствии со степенью функциональных нарушений нижних конечностей на 2 группы. Первую группу составили 17 спортсменов, перенесших артроскопическую операцию коленного сустава (ОКС) по удалению медиального мениска, находящихся на стадии физической реабилитации от 8 до 15 недель. Вторая группа представлена 21 спортсменом с 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, диагностику и устранение (коррекцию) тонусно-силового дисбаланса мышечно-фасциальной системы по методу прикладной кинезиологии техникой коррекции миофасциальных цепей; до и после коррекции проводилось динамометрическое тестирование силовых показателей нижних конечностей. Повторное мануальное мышечное тестирование мышц нижней конечности не требовалось, т.к. результат коррекции – восстановление нормотоничности исследованных мышц.

Мануальное мышечное тестирование оценивает изменения тонической реакции скелетных мышц к нагрузке в условиях изометрического сокращения, возникающие

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.

Электронная динамометрия четырехглавой мышцы бедра проводилась на динамометре «Biodex multi-joint system 3». Электронный динамометр «Biodex multi-joint system 3» имеет кресло фиксированной высоты, способное перемещаться по направляющим и ротируемое на 340°; динамометр с жесткой фиксацией основания, регулируемый по высоте, с ротацией 340°.

Изометрическое тестирование силы проходило на угле 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 и обсуждение

Мышечное тестирование в группе спортсменов показало существенные различия в тонусно-силовом балансе мышц нижней конечности в зависимости от степени нарушения.

В группе ОКС было выявлено значительное преобладание нормотонии мышц здоровой (З) нижней конечности наряду с высоким преобладанием гипотонии в большей части мышц оперированной (О) конечности (табл. 1). Встречаемость нормотоничных мышц здоровой конечности высока и варьирует от 72 до 97%, тогда как на оперированной конечности состояние нормотоничности характерно только для двух мышц – большой ягодичной (38%) и задней большеберцовой (8% случаев). Проявление гипотоничности мышц в большей мере характерно для оперированной конечности (в среднем – 65%), существенно реже проявляясь на здоровой (17%). Сочетанность гипотонии и фасциальных укорочений как проявление механизма компенсации проявляется на оперированной конечности для 6 из 8 протестированных мышц как возможное следствие тотальной гипотоничности мышц этой конечности.

Таблица 1

Частота выявления нормотоничных, гипотоничных и укороченных мышц у спортсменов в группе ОКС для здоровой и оперированной ноги (%)

Тестируемая мышца	Нормотоничные		Гипотоничные		Укороченные	
	З	О	З	О	З	О
Медиальная головка четырехглавой мышцы	97	–	3	100	–	–
Латеральная головка четырехглавой мышцы	82	–	18	8	–	92

Окончание табл. 1

Тестируемая мышца	Нормотоничные		Гипотоничные		Укороченные	
	З	О	З	О	З	О
Длинная приводящая мышца	78	–	22	98	–	2
Короткая приводящая мышца	79	–	21	9	–	91
Передняя большеберцовая мышца	78	–	12	78	10	22
Задняя большеберцовая мышца	72	8	28	92	–	–
Большая ягодичная мышца	87	38	7	39	6	23
Средняя ягодичная мышца	72	–	28	97	–	3

У спортсменов группы БМС отмечается значительное преобладание мышц с наличием гипотонии (в среднем 56% – на правой и 62% – на левой конечности) (табл. 2). Исключение из общего проявления гипотонии в этой группе на обеих конечностях составили лишь большая ягодичная (28 и 38% случаев гипотонии – на правой

и левой конечностях соответственно) и средняя ягодичная (10 и 14% случаев гипотонии – на правой и левой конечностях соответственно). Фасциальные укорочения в отличие от гипотонии в группе с болевыми синдромами отмечаются для ограниченного количества мышц (4 из 8 мышц) и в малой частоте (2–19%).

Таблица 2

Частота выявления нормотоничных, гипотоничных и укороченных мышц у спортсменов в группе БМС для правой и левой ноги (%)

Тестируемая мышца	Нормотоничные		Гипотоничные		Укороченные	
	правая	левая	правая	левая	правая	левая
Медиальная головка четырехглавой мышцы бедра	37	23	63	77	–	–
Латеральная головка четырехглавой мышцы бедра	26	18	74	82	–	–
Длинная приводящая мышца	29	37	52	60	19	3
Короткая приводящая мышца	26	17	72	83	2	–
Передняя большеберцовая мышца	28	32	72	68	–	–
Задняя большеберцовая мышца	22	28	78	72	–	–
Большая ягодичная мышца	69	62	28	38	3	–
Средняя ягодичная мышца	83	86	10	14	7	–

Таким образом, нормотоничность убывает, а гипотоничность возрастает в последовательности – здоровая нога в группе оперированных спортсменов – обе ноги в группе спортсменов с болевым синдромом – оперированная конечность. Фасциальные укорочения, отражая нарушение, в группе ОКС максимально проявляются также на оперированной конечности при значительно более низкой частоте и более или менее равном представителе на здоровой ноге в группе ОКС и на обеих ногах в группе БМС.

Результаты проведения силового динамометрического тестирования показали, что различная степень патологии нижней конечности дифференцирует возможности силовых проявлений. Так, в группе ОКС в исходе силовые

проявления здоровой конечности значительно и достоверно выше, чем оперированной, разница в абсолютном и относительном показателях (ПВМ и ПВМ/ВТ) составила 25,5 и 30,3%. В группе БМС в исходе различия абсолютных и относительных показателей силы между правой и левой конечностями значительно менее выражены и недостоверны, составляют 4,9 и 2,1% соответственно.

В группе ОКС сразу после коррекции величина пикового вращающего момента мышц – разгибателей голени оперированной конечности увеличилась по абсолютному и относительному показателям (на 11 и 18,8% соответственно), тогда как в случае здоровой конечности абсолютная и относительная величины пикового вращающего момента снизились на 8–9%; все различия достоверны (табл. 3).

Таблица 3

Изменение силовых проявлений в группе ОКС до и сразу после коррекции

Состояние конечности (сустава)	Показатели	До		После		Δ%	t-критерий Стьюдента
		X	σ	X	σ		
Неоперированная конечность	ПВМ	241,3	42,11	220,4	42,52	–8,7	5,01
	ПВМ/ВТ	277,3	43,10	255,3	45,74	–9,2	9,76
Оперированная конечность	ПВМ	179,8	49,09	199,5	62,87	11	2,30
	ПВМ/ВТ	194,1	84,65	230,6	79,95	18,8	4,60



В случае БМС силовые проявления разгибателя голени, как в абсолютном, так и в относительном выражении, увеличивались практически равным образом

для обеих конечностей: на правой ноге – на 5,6 и 7,4% соответственно; на левой – на 6,1 и 9,3% соответственно; различия в большей мере недостоверны (табл. 4).

Таблица 4

Изменение силовых проявлений в группе БМС до и сразу после коррекции

Конечность	Показатели	До		После		Δ%	t-критерий Стьюдента
		X	σ	X	σ		
Левая нога	ПВМ	240,3	109,97	255,0	112,58	6,1	
	ПВМ/ВТ	296,5	118,24	324,2	105,68	9,3	2,40
Правая нога	ПВМ	229,0	99,88	241,9	100,62	5,6	
	ПВМ/ВТ	290,4	106,78	312,0	92,99	7,4	

После проведения корригирующей процедуры в группе ОКС различия в абсолютном и относительном показателях пикового вращающего момента мышц – разгибателей голени здоровой и оперированной конечности сократились до 9,5 и 9,6% соответственно, в группе БМС в тех же показателях разница практически не изменилась, оставшись низкой (5,2 и 3,7% соответственно). Данная специфика изменений показателей позволяет предположить, что различия в динамике силовых проявлений в группах после коррекции маркируют уровень компенсации. В группе БМС однонаправленное изменение силовых проявлений указывает на механизм компенсации уровня ипсилатеральной конечности. Данный уровень характеризуется включением в механизм компенсации всех суставов и мышц пораженной конечности (изменением биомеханики самой конечности). Разнонаправленный рисунок силовых проявлений в группе ОКС определяет наличие уровня межконечностного взаимодействия, характеризующегося невозможностью компенсации с использованием конечности стороны поражения и вовлечением здоровой контралатеральной конечности. Это нормальный механизм компенсации, позволяющий разгрузить пораженную конечность за счет повышения нагрузки на контралатеральную конечность. В таких случаях контралатеральная конечность выполняет функцию опоры, а поврежденная – функцию переноса. В тяжелых случаях патологическая асимметрия достигает порядка 20% и выше [1].

Результаты динамометрического исследования сочетаются с результатами мышечного тестирования. Так, в группе БМС правая и левая конечность, имеющие сходную встречаемость гипотоничных мышц, проявили также однонаправленную динамику силовых показателей после коррекции. В группе ОКС оперированная конечность с преобладанием тотальной гипотоничности и большим

количеством укороченных мышц проявляет значительно меньшие силовые показатели относительно здоровой конечности до коррекции.

Выводы

1. Рисунок тонической функциональности мышц нижних конечностей определяется гипотонией мышц, дифференцированно формирующей различную степень компенсации. Здоровая конечность по состоянию тонической функциональности контрастирует с контралатеральной оперированной конечностью так, что оперированная отличается ансамблем мышц с предельной гипотонией и компенсаторным укорочением при наличии компенсации межконечностного взаимодействия. В случае болевого мышечного синдрома тоническая функциональность на обеих конечностях проявляется умеренно критическим количеством мышц с наличием функциональной слабости, уровень компенсации ипсилатеральный.

2. Восстановление нормотоничности мышц на оперированной конечности обеспечивает рефлекторное снижение излишней возбудимости и вовлеченности в движение противоположной – здоровой конечности, понижая уровень вынужденной компенсации межконечностного взаимодействия с результирующей оптимизацией силовых проявлений.

3. Незначительные болевые синдромы в области суставов и мышц нижних конечностей свидетельствуют о наличии тонусно-силового дисбаланса и механизмов компенсации, устранение которых повышает возможности проявления максимальных усилий.

4. Различные уровни компенсации ОДА, определяемые степенью вовлечения звеньев биомеханической цепи, имеют обратимый (функциональный) рефлекторно-тонический характер формирования.

Литература

1. Батышева Т.Т., Скворцов Д.В., Труханов А.И. Современные технологии диагностики и реабилитации в неврологии и ортопедии. – М.: Медика, 2005.
2. Васильева Л.Ф. Нейрогенные механизмы и патогенетическая терапия атипичных моторных паттернов при болевых мышечных синдромах: дис. ... д-ра мед. наук. – М., 1998.

3. Донской Д.Д. Биомеханика физических упражнений / Д.Д. Донской. – М.: Физкультура и спорт, 1958.
4. Baeyer H. Die Wirkung der Muskeln auf die menschlichen Gliederketten in Theorie und Praxis / H. Baeyer Z. Orthor. Chir. – 1924.