

Контактная информация: zaharborec@mail.ru

Статья поступила в редакцию 15.04.2012.

УДК 796.01:61, 796.42

ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЛЕГКОАТЛЕТОВ

Светлана Игоревна Захарова, соискатель,

*Национальный государственный университет физической культуры,
спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург
(НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург),*

*Андрей Вячеславович Калинин, доктор медицинских наук,
Городской врачебно-физкультурный диспансер, Санкт-Петербург*

Аннотация

Проблема профилактики травм и заболеваний опорно-двигательной системы у легкоатлетов остается актуальной и требует объединения усилий специалистов различных отраслей. До настоящего времени недостаточно изученными остаются вопросы, связанные с патофункциональными изменениями в тканях опорно-двигательной системы, возникающими в результате перенапряжений, в особенности на ранних этапах заболевания. При электромиографическом исследовании мышц нижних конечностей определен рост биоэлектрической активности с ростом спортивной квалификации. При выполнении дозированной физической нагрузки отмечено достоверное снижение длительности мышечной активности с ростом уровня спортивной квалификации. Проведенные нами функциональные обследования позволили выделить четыре формы развития и течения патологического процесса, характерные для перенапряжений ОДС у спортсменов. Особый интерес представляет субклиническая стадия, когда отсутствуют клинические жалобы. Мы регистрировали разнонаправленные изменения биоэлектрической активности мышц. Полученные в нашей работе данные свидетельствуют о том, что: 1) для проведения профилактических мероприятий необходимо, прежде всего, раннее выявление функциональных отклонений, подчас субъективно даже не ощущаемых, тренирующимся спортсменом и влекущих за собой опасность развития патологического процесса, 2) проблема превентивного лечения перенапряжения ОДС требует комплексного поэтапного решения и не может ограничиваться средствами только медицинской реабилитации.

Ключевые слова: перенапряжение опорно-двигательной системы, электромиография, легкая атлетика.

DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2012.04.86.p43-48

ELECTROMYOGRAPHY PECULIARITIES OF OVERSTRAIN IN MUSCULOSKELETAL SYSTEM FOR TRACK AND FIELD ATHLETES

Svetlana Igorevna Zakharova, the competitor,

*Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St.-Petersburg,
Andrey Vyacheslavovich Kalinin, the doctor of medical sciences,
Sports medicine center of St.-Petersburg, Russia*

Annotation

The problem of preventive measures against injuries and muscular-skeleton system diseases among track and field athletes remains current and requires joining the efforts of different scientific field's specialists. Until now, there has been certain deficiency in learning the issues related to pathofunctional changes in tissue of muscular-skeleton system, arising because of strains, especially at early stages of disease. By electromyography, studying of muscles of lower limbs the growth of the bioelectric activity with an increase in athletic training has been determined. When dosing physical activity, the duration of muscle activity dramatically reduced with increasing level of athletic skill. The functional research conducted by us gave an opportunity to mark out four forms of development and course of pathological process, typical for overstrain of muscular-skeleton system among athletes. The subclinical stage is of particular interest,

when no clinical complaints are observed. We recorded differently directed changes of bioelectrical activity of muscles. The data obtained testify to necessity in early detection of functional deviation for the realization of preventive action. These deviations are not even observed by the training athletes, leading to the danger of the pathological process development. Preventive treatment of overstrain problem of the muscular-skeleton system requires an integrated and phased solutions and cannot be restricted only by means of medical rehabilitation.

Keywords: overstrain of muscular-skeleton system, electromyography, track and field.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В работе обобщены данные обследования 165 спортсменов-легкоатлетов в возрасте от 18 до 27 лет. В их состав вошли 115 человек, имеющие различные виды перенапряжений костно-суставного и мышечно-сухожильного аппарата нижних конечностей, а также 50 изначально практически здоровых спортсменов (группа контроля), за которыми проводилось клиническое и функциональное наблюдение в течение 2 лет. Среди спортсменов с перенапряжениями ОДС было 48 (41,7%) мужчин и 67 (58,3%) женщин. Большинство из них специализировались в беговых видах легкой атлетики: спринт – 36 (31,3%), бег на средние и длинные дистанции – 52 (45,2%), а 27 человек (23,4%) занимались легкоатлетическим многоборьем.

Все исследуемые легкоатлеты основной группы имели различный уровень спортивного мастерства (от 2-го разряда до мастеров спорта международного класса) и были представлены в следующем соотношении: 2-й разряд – 34 человека (29,5%), 1-й разряд – 21 человек (18,2%), кандидаты в мастера спорта (КМС) – 16 (13,9%), мастера спорта (МС) – 30 (26,1%), мастера спорта международного класса (МСМК) – 14 (12,2%).

Среди лиц группы контрольного наблюдения было 22 мужчины (44%) и 28 женщин (56%). Все они также занимались бегом на короткие – 13 (26%), средние и длинные – 20 (40%) дистанции и легкоатлетическим многоборьем – 17 (34%). Квалификации 2-го разряда имели 14 человек (28%), 1-го разряда – 10 (20%), КМС – 8 (16%), МС – 13 (26%), МСМК – (10%).

Поскольку различия спортивного мастерства у легкоатлетов соседних квалификаций в определенной степени условны, мы посчитали возможным разделить всех спортсменов на две квалификационные группы. 1 группа – «высшая квалификация» состояла из кандидатов, мастеров и мастеров спорта международного класса, 2 группа – «средняя квалификация» состояла из спортсменов, имеющих 1 и 2 спортивные разряды (табл. 1.).

Таблица 1

Распределение обследуемых легкоатлетов в зависимости от специализации и квалификации

Контингент обследуемых	Вид спорта	Высшая квалификация (1 группа)	Средняя квалификация (2 группа)
Спортсмены с перенапряжениями ОДС	Спринт	17 (14,8%)	19 (16,5%)
	Средние дистанции	31 (26,9%)	21 (18,4%)
	Многоборье	12 (10,4%)	15 (13,0%)
	Итого:	60 (52,1%)	55 (47,9%)
Практически здоровые спортсмены	Спринт	5 (10,0%)	8 (16,0%)
	Средние дистанции	13 (26,0%)	7 (14,0%)
	Многоборья	8 (16,0%)	9 (18,0%)
	Итого:	26 (52,0%)	24 (48,0%)

Электромиография была использована для исследования нервно-мышечного аппарата нижних конечностей. По мнению многих авторов, это – наиболее объективный метод оценки состояния нервно-мышечного аппарата. В целях диагностики повреждений и заболеваний ОДС спортсменов электромиографию успешно применяли отечественные и зарубежные исследователи [1,2,3,4,10].

Обследование легкоатлетов проводилось в экранированном помещении в положе-

нии лежа. В группе контрольного наблюдения биопотенциалы отводились от основных мышц, осуществляющих флексорные и экстензорные движения звеньев (бедро, голень, стопа) нижней конечности: прямой мышцы бедра (ПМБ), двуглавой мышцы бедра (ДМБ), передней большеберцовой мышцы (ПБМ) и икроножной мышцы (ИМ). При перенапряжениях регистрировались активность вовлеченных в патологический процесс мышц. Как правило, это были мышцы (74,8%), обследованные в группе контрольного наблюдения. В качестве наиболее простого, удобного и пригодного в научно-практических целях показателя функционального состояния мышц в процессе диагностики или реабилитации использовали величину биоэлектрической активности мышц при их максимальном произвольном напряжении.

Биопотенциалы мышц регистрировались с помощью электромиографа фирмы «Медикор». Отведение их осуществлялось накожными электродами размером 5x10 мм с постоянным межэлектродным расстоянием 20 мм. Электромиограмма записывалась синхронно с одноименных мышц контралатеральных конечностей при скорости движения 160 мм/с. При анализе ЭМГ учитывались средняя амплитуда и частота биоэлектрической активности за 1 с, соответственно, в микровольтах (мкВ) и импульсах в секунду (имп/с).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При электромиографическом исследовании мышц нижних конечностей было выявлено, что с ростом квалификации возрастает величина их суммарной биоэлектрической активности во время максимального напряжения, что вполне согласуется с данными ряда исследователей. Иная электромиографическая картина была получена при регистрации биопотенциалов во время выполнения спортсменами дозированной велоэргометрической пробы. Выявлено, что с ростом профессионального мастерства снижается длительность включения в работу мышц за один цикл педалирования. Как показали исследования ряда авторов, наиболее характерной чертой изменения координации движений при выработке навыка является переход от возбуждения, распространенного, генерализованного в пространстве и времени, к возбуждению, более локальному, концентрированному и, следовательно, более экономичному. Это происходит из-за того, что при часто повторяющихся двигательных координациях в нервной системе постепенно формируется управляющая программа, которая в процессе накопления опыта (в частности, тренировочного) осуществляет регуляцию этих событий с указанием оптимальных временных интервалов для протекания отдельных элементов локомоторного акта.

Проведенные нами функциональные обследования позволили выделить четыре формы развития и течения патологического процесса, характерные для перенапряжений ОДС у спортсменов: I – субклиническая, II – острая, III – хроническая и IV – хроническая в фазе обострения. Наибольший интерес представляет субклиническая форма, поскольку ее функциональная характеристика в литературе практически не отражена. По мнению Д.Шойлева [9], ранние стадии перенапряжений отличаются преимущественно вегетативно-сосудистыми реакциями и болями функционального характера. Наши наблюдения показывают, что в этот период клиническая симптоматика, как правило, отсутствует, а возникающим во время тренировочной деятельности субъективным ощущениям дискомфорта в сегментах конечностей часто не уделяется должного внимания ни спортсменами, ни тренерами. Однако в эти моменты, по-видимому, и происходит «завязка» патологического процесса, приводящего к перенапряжению и заболеванию тканей ОДС.

Функциональное обследование спортсменов с субклиническими формами перенапряжений ОДС позволило нам определить характер патогенетических изменений в этот период заболевания. Нарушение метаболической активности тканей происходит значительно раньше возникновения клинических признаков перенапряжения. Можно предположить, что часто повторяющиеся и интенсивные тренировочные нагрузки приводят пучки мышечных волокон в состояние гипертонуса, в результате чего происходят спаз-

матические явления в сосудах, осуществляющих кровоснабжение данной мышцы.

Многие исследователи считали, что при перенапряжениях ОДС нарушается функциональное состояние нервно-мышечного аппарата, выражающееся в изменении интегрированной биоэлектрической активности мышц [2,6]. При этом регистрировали как увеличение электрогенеза, так и его снижение. Столь разнонаправленные реакции, по всей видимости, обусловлены разнородностью изучаемых нозологических форм перенапряжений ОДС. Согласно нашим исследованиям при субклинических формах патологического процесса вообще не обнаруживается изменений в ЭМГ «заинтересованных» мышц.

Острые формы перенапряжений характеризовались наличием выраженного болевого синдрома, первично возникшего в тех или иных отделах нижней конечности, вместе с тем биоэлектрическая активность мышц, вовлеченных в перенапряжение, уже заметно снижена, особенно при поражениях мышечно-сухожильного аппарата и суставов. З.С. Мироновой с соавторами [5] было показано, что уже через 3-4 дня после возникновения травмы или перенапряжения в коленном суставе обнаруживаются атрофические изменения в четырехглавой мышце бедра в виде очагов микролиза. По-видимому, эти изменения на фоне развивающегося асептического воспаления и приводят к снижению биоэлектрической активности мышц. Существенную роль в этом может играть и наличие болевого синдрома.

При хронических поражениях ОДС клиническая симптоматика была выражена незначительно. Отмечалось снижение функциональной активности мускулатуры бедра, установленное на основании электромиографических исследований.

Важнейшей задачей врачебно-педагогических наблюдений в настоящее время является создание системы лечебных профилактических мероприятий, которые способствовали бы раннему выявлению неблагоприятных влияний физических нагрузок на ОДС, своевременному стимулированию регенераторных и компенсаторных возможностей организма спортсмена и возвращению его к полноценной тренировочной деятельности. Однако большая часть исследований, опубликованных в медицинской литературе, посвящена методам лечения уже выраженной и сформировавшейся патологии. Процесс выздоровления в этом случае может затягиваться на длительное время: от 0,5 до 2 лет. С другой стороны, в литературе имеются сведения о возможности предотвращения дальнейшего развития перенапряжения ОДС при применении лечебных мероприятий на его ранних стадиях. Подобный терапевтический подход, на наш взгляд, правомерно охарактеризовать как «превентивное лечение». Полученные в нашей работе данные свидетельствуют о том, что проблема превентивного лечения перенапряжения ОДС требует комплексного поэтапного решения и не может ограничиваться средствами только медицинской реабилитации. Для проведения профилактических мероприятий необходимо, прежде всего, раннее выявление функциональных отклонений, подчас субъективно даже не ощущаемых тренирующимся спортсменом и влекущих за собой опасность развития патологического процесса. Подобный подход, по нашему мнению, целесообразно использовать в диспансерах для обследований не только спортсменов, но и представителей других профессий, связанных с чрезмерными физическими нагрузками (артистов балета, цирка, военных).

ВЫВОДЫ

1. Перенапряжение опорно-двигательной системы (ОДС) – состояние дезадаптации, обусловленное чрезмерными физическими напряжениями костно-суставного, мышечно-сухожильного и капсульно-связочного аппаратов. Оно проявляется, прежде всего, в изменении функционального состояния тканей ОДС и, как правило, выражается в следующих четырех формах: субклинической, острой, хронической, хронической в фазу обострения. Каждая из форм имеет свои физиологические и биомеханические особенно-

сти, которые позволяют выявлять одну из них и отличать ее от других.

2. Субклиническая форма перенапряжения ОДС характеризуется нарушениями в системе микроциркуляции тканей, протекающими преимущественно по типу сосудистого спазма, что характерно для перенапряжения мышц и сухожилий. Клиническая асимптоматичность этой формы перенапряжения обуславливает отсутствие нарушений в кинематической структуре походки, регистрируемой в обычных условиях.

3. Острая форма перенапряжения развивается на фоне асептического воспалительного процесса и характеризуется возникновением первичного болевого синдрома.

4. Хроническая форма перенапряжения проявляется постепенным развитием физиологических нарушений в тканях ОДС: угнетается активность местных метаболических процессов, возникают дегенеративно-дистрофические изменения, снижается биоэлектрическая активность мышц. Все эти функциональные сдвиги на фоне сохраняющихся тренировочных нагрузок приводят к возникновению вторичного воспаления и переходу к форме хронического перенапряжения в фазу обострения.

5. Хроническое перенапряжение в фазу обострения характеризуется возникновением выраженного воспалительно-болевого синдрома, снижением электрогенеза мышц. Наряду с этим происходит значительное изменение биомеханической структуры походки, а при проведении функциональных проб отмечается снижение статической опороспособности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадалян, Л.О. Клиническая электромиография / Л.О. Бадалян, И.А. Скворцов. – М. : Медицина, 1986. – 386 с.
2. Высочин, Ю.В. Полимиография – метод исследования функционального состояния нервно-мышечной системы спортсменов / Ю.В. Высочин // Теория и практика физ. культуры. – 1978. – № 6. – С. 26-29.
3. Электромиография в диагностике нервно-мышечных заболеваний / Б.М. Гехт, Л.Ф. Касаткина, М.И. Самойлов, А.Г. Санадзе. – Таганрог : Изд-во Таганрогского радиотехн. ун-та, 1997. – 370 с.
4. Канькин, А.Ю. Перенапряжения опорно-двигательной системы у спортсменов и их лечение / А.Ю. Канькин. – СПб. : [б.и.], 2002. – 251 с.
5. Перенапряжения опорно-двигательного аппарата у спортсменов / З.С. Миронова, Г.А. Меркулова, Е.В. Багуцкая, И.А. Баднин. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 96 с.
6. Миронова, З.С. Патологические изменения надколенника при микротравмах у спортсменов / З.С. Миронова, Г.А. Миносян, С.В. Архипов // Профилактика, диагностика и лечение повреждений и заболеваний позвоночника и конечностей. Вып. 27. – М., 1983. – С. 61-65.
7. Мойкин, Ю.В. Психофизиологические основы профилактики перенапряжения / Ю.В. Мойкин, А.И. Киколов, В.И. Тхоревский. – М. : Медицина, 1987. – 255 с.
8. Санадзе, А.Г. Клиническая электромиография для практических неврологов / А.Г. Санадзе, Л.Ф. Касаткина. – М. : ГОЭТАР-Медиа, 2008. – 64 с.
9. Шойлев, Д. Спортивная медицина / Д. Шойлев. – София : Медицина и физкультура, 1986. – 192 с.
10. De Luca, C.J. Common drive of motor units in regulation of muscle force / De Luca C.J., Erim Z. // Trends. Neurosci. – 1994. – V. 17. – P. 299-305.

REFERENCES

1. Badalyan, L.O. and Skvortsov, I.A. (1986), *Clinical electromyography*, Medicine, Moscow, Russian Federation.
2. Vysochin, Y.V. (1978), "Polymyography as a method for studying the functional

state of athletes neuromuscular system", *Theory and Practice of Physical Education*, No. 6, pp. 26-29.

3. Gecht, B.M., Kasatkina, L.F., Samoylov, M.I. and Sanadze, A.G. (1997), *Electromyography in the diagnosis of neuromuscular diseases*, TRTU Publishing, Taganrog, Russian Federation.

4. Kanykin, A.Y. (2002), *Overstrains in muscular-skeleton system of athletes and their treatment*, Saint Petersburg, Russian Federation.

5. Mironova, Z.S., Merkulova, G.A., Bagutskaya, E.V. and Badnin, I.A. (1982), *Overstrains of muscular-skeleton apparatus of athletes*, Physical Education and Sport, Moscow, Russian Federation.

6. Mironova, Z.S., Minosyan G.A. and Arkhipov S.V. (1983), "Pathological changes of patella due to athletes micro traumas", *Prevention, diacrisis and treatment of injuries and diseases of the spine and extremities*, Issue.27, Moscow, pp. 61-65.

7. Moykin, Y.V. Kikolov, A.I. and Tkharevskiy, V.I. (1987), *Physiological basics of overstrain prevention*, Medicine, Moscow, Russian Federation.

8. Sanadze, A.G. and Kasatkina, L.F. (2008), *Clinical electromyography for practical neurologists*, GOETAR-Media, Moscow, Russian Federation.

9. Shoylev, D. (1986), *Sports Medicine*, Medicine and Physical Education, Sophia, Bulgaria.

10. De Luca C.J. and Erim Z. (1994), "Common drive of motor units in regulation of muscle force", *Trends. Neurosci*, Vol. 17, pp.299-305.

Контактная информация: svetlana_zaharova633@mail.ru

Статья поступила в редакцию 17.02.2012.

УДК 797.122.3.081.012.5:685.648.712.3

УСЛОВИЯ ОПРОКИДЫВАНИЯ СКОЛЬЗЯЩЕГО ПО СНЕГУ «ТРЕНАЖЁР-КАНОЭ» С ПОЗИЦИЙ БИОМЕХАНИКИ ГРЕБЛИ

Леонид Александрович Зеленин, кандидат педагогических наук, профессор,
чемпион Мира по гребле,

Сергей Павлович Катаев, кандидат физико-математических наук, доцент,
Пермский государственный национальный исследовательский университет

Аннотация

В статье с позиций биомеханики гребли изложен режим динамики скольжения «Тренажёр-каное» с изменением положения центра тяжести каноеиста. Последний активно влияет на удержание специфического равновесия при наклоне туловища с разворотом на сторону гребли вперёд к носу лодки с вытянутыми в руках веслом-имитатором. Весло выполняет многократные гребковые движения подъёмом спины. Это приводит к изменению силы трения полозьев тренажёра о поверхность уплотнённого снега. Конечным результатом биомеханического анализа является выявление условий опрокидывания «Тренажёр-каное» при чрезмерном отклонении туловища гребца от вертикальной плоскости. Установлено, что при учёте наклонов туловища в вертикальной плоскости режим движения гребного устройства изменяется по сравнению с тем, который был получен в случае горизонтального движения центра масс туловища. С учётом наклона туловища при его движении относительно тренажёра изменяется и реакция поверхности опоры, что приводит к изменению силы трения полозьев о поверхность снега. Этим и объясняется изменение режима движения «Тренажёр-каное».

Ключевые слова: «тренажёр-каное», скользящий по снегу; специфическое (водное) равновесие каноеистов, устойчивость положения тела, техника гребли.