

КАРТИРОВАНИЕ СПИНАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У БАСКЕТБОЛИСТОВ С ТРАВМАМИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

О.В. Ланская, Е.Ю. Андриянова

*ФГБОУ ВПО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта»
(г. Великие Луки)*

В результате построения и анализа карт порогов и амплитуд мультисегментарных моносинаптических ответов мышц бедра, голени и стопы у баскетболистов, страдающих травматическими повреждениями коленного сустава в анамнезе, а также здоровых спортсменов определены проекционные зоны исследованных мышц, сосредоточенные на уровнях спинного мозга между позвонками T12-L1 и T11-T12 соответственно.

Ключевые слова: травмы коленного сустава; спортсмены; спинной мозг; мышцы; нижние конечности.

Ланская Ольга Владимировна — кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры физиологии и спортивной медицины ФГБОУ ВПО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта», e-mail: lanskaya2012@yandex.ru

Андриянова Екатерина Юрьевна — доктор биологических наук, профессор, проректор по учебной работе ФГБОУ ВПО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта», e-mail: vlgafo@mail.ru

Введение. Современный спорт характеризуется возрастанием объемов и интенсивности тренировочных нагрузок, что предъявляет к организму спортсмена высокие требования и повышает степень риска получения различных травм опорно-двигательного аппарата (ОДА) [2]. Наиболее частыми среди травм ОДА являются повреждения коленного сустава, в частности, у представителей такого травмоопасного вида спорта, как баскетбол. К факторам, провоцирующим травматизм, относится и специфика баскетбола, которая состоит в том, что мощные угловые ускорения со сменой направления, темпа перемежаются с форсированными прыжками. Все это на фоне постоянного контакта с противником создает экстремальную нагрузку на коленный сустав и делает его уязвимым как для острых повреждений, так и для хронических микро- и макротравм. Травматические повреждения коленного сустава могут затрагивать мышечный аппарат, около- и внутрисуставные связки, хрящевые структуры сустава, а также распространяться за его пределы. И наоборот, их могут провоцировать проблемы в других структурах ОДА. Как правило, травматизация коленного сустава происходит на фоне сформировавшейся

субклинической анатомо-функциональной патологии ОДА и является отражением неоптимального двигательного стереотипа спортсмена. Поэтому при диагностике причин перегрузок и травм коленного сустава необходимо тщательное обследование всего ОДА [1, 3]. В свою очередь, повреждения ОДА вызывают компенсаторные перестройки особенно со стороны корковых и спинальных центров регуляции движений.

Использование современных нейрофизиологических методов и, в частности, транскраниальной магнитной стимуляции позволяет оценивать верхнюю и нижнюю составляющие кортикоспинального тракта, а также анализировать функциональные взаимоотношения корковых мотонейронов и сегментарных рефлекторных контуров, активируемых при участии кортикоспинальных путей и сигналов с периферии, в норме и при патологии [4]. В настоящее время в литературе имеются достаточно обширные сведения о смещении кортикомоторных проекционных зон (картирование мозга человека) мышц ног и других функциональных перестройках в моторной коре при повреждениях ОДА нижних конечностей [4]. Наряду с этим остаются малоизученными особенности организации спинально-мотонейронных проекций мышц нижних конечностей под влиянием внешних условий, в том числе неблагоприятных. С учетом вышеизложенного было произведено картирование представительства в спинном мозге восьми билатеральных мышц бедра, голени и стопы у баскетболистов с неоднократными травматическими повреждениями коленного сустава.

Организация и методика исследования. Исследования мультисегментарных моносинаптических ответов (MMRs) проводились в лаборатории нейрофизиологии НИИ проблем спорта и оздоровительной физической культуры на базе ФГБОУ ВПО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта». В исследовании принимали участие 26 спортсменов-баскетболистов в возрасте от 19 до 22 лет, имеющих квалификацию на момент регистрации 1-й взрослый разряд и кандидат в мастера спорта. Исследование было одобрено комитетом по биоэтике ВЛГАФК и соответствовало Хельсинской декларации. У 13-ти из общего числа обследованных спортсменов ранее уже были диагностированы травматические повреждения коленного сустава и прилегающих к нему структур, в частности, разрыв передней крестообразной связки, повреждения менисков, вывих надколенника, зафиксированные в медицинских амбулаторных картах. У некоторых спортсменов были диагностированы неоднократные повреждения менисков, а также хроническая нестабильность надколенника. Испытуемых со спортивными травмами колена дифференцировали в экспериментальную группу, в которую также были включены спортсмены, перенесшие заболевания ОДА нижних конечностей, локализованные преимущественно в области коленного сустава. Среди них — бурсит, посттравматический синовит, киста Бейкера, болезнь Осгуд-Шляттера, плоскостопие, которые также были указаны в соответствующем медицинском документе. В контрольную группу были включены 13 здоровых спортсменов без нарушений ОДА. Исследования проводились в середине осеннего подготовительного периода к соревновательному сезону при построении годичной тренировки на основе двух макроциклов (осенне-зимнего и весенне-летнего).

При проведении исследования была использована техника вызова эквивалентных моносинаптическому Н-рефлексу одновременных билатеральных MMRs [5] целого ряда скелетных мышц нижних конечностей в ответ на накожную электрическую стимуляцию умеренной интенсивности, приложенную на нижнегрудном и поясничном спинальных уровнях. Регистрацию биоэлектрических ответов выполняли с использованием биполярных накожных электродов с межэлектродным расстоянием 2 см, устанавливавшихся на 8-ми билатерально расположенных мышцах ног — двуглавых бедра, подколенных, камбаловидных и коротких сгибателях пальцев. Каждая пара

электродов была установлена по центру над брюшком мышцы с ориентацией вдоль волокон. Для стимуляции катод располагали поверх кожи над межпозвоночной щелью последовательно между T11—T12, T12—L1, L1—L2, L2—L3, L3—L4 позвонками, а два больших анода билатерально по передней поверхности подвздошных гребней. Для каждого вышеуказанного уровня поверхностной проекции спинного мозга выявлялась оптимальная позиция с самым низким порогом и наибольшим значением амплитуды MMRs тестируемых мышц ног, предположительно свидетельствующая о наибольшей плотности мотонейронного представительства исследуемых мышц. Таким образом строились карты пороговых значений и амплитуды MMRs мышц бедра, голени и стопы. Испытуемые находились в положении лёжа на спине.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате сравнительного анализа было установлено, что зарегистрированные на уровнях T11—T12, T12—L1, L1—L2 среднегрупповые значения порогов MMRs билатеральных двуглавых мышц бедра, подколенных и камбаловидных у спортсменов в контрольной группе оказались достоверно ниже соответствующих величин, полученных при стимуляции на уровне L3—L4 ($p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$). При этом в данной группе испытуемых значимых различий между пороговыми значениями MMRs билатеральных коротких сгибателей пальцев стопы, полученными при стимуляции исследованных выше- и нижележащих уровней спинного мозга, не обнаружено ($p > 0,05$). У баскетболистов в экспериментальной группе пороги MMRs всех исследованных мышц, зафиксированные на пяти уровнях стимуляции спинномозговых сегментов, существенно не отличались между собой ($p > 0,05$).

Таблица

**Пороговые величины MMRs билатеральных мышц нижних конечностей
в исследованных группах спортсменов (мА), $M \pm m$**

Мышцы	Исследуемые уровни стимуляции спинного мозга									
	T11-T12		T12-L1		L1-L2		L2-L3		L3-L4	
	Экспериментальная n=13	Контрольная n=13	Экспериментальная n=13	Контрольная n=13	Экспериментальная n=13	Контрольная n=13	Экспериментальная n=13	Контрольная n=13	Экспериментальная n=13	Контрольная n=13
Двуглавая мышца бедра, левая	47,56 = 3,07	36,18±1,72 ***	46,83 = 3,28	37,85±2,60 ***	47,36 = 3,01	38,75±3,05 **	48,07 = 4,24	46,74 = 2,35	48,87 = 3,92	52,21 = 2,57
	p < 0,01		p < 0,05		p > 0,05		p > 0,05		p > 0,05	
Двуглавая мышца бедра, правая	49,47 = 3,34	36,91±1,90 ***	45,97 = 3,54	38,92±3,17 **	52,28 = 3,50	40,52±3,27 **	49,65 = 4,42	49,56 = 2,40	53,75 = 4,37	54,45 = 3,00
	p < 0,01		p > 0,05		p < 0,05		p > 0,05		p > 0,05	
Подколенная мышца, левая	44,76 = 2,11	36,74±3,03 **	44,11 = 4,01	39,43±1,82 **	44,55 = 2,43	41,75±2,58 *	47,82 = 4,54	45,55 = 2,47	52,01 = 4,75	51,43 = 3,84
	p < 0,05		p > 0,05		p > 0,05		p > 0,05		p > 0,05	
Подколенная мышца, правая	45,97 = 3,38	36,24±2,11 ***	40,62±4,21 *	40,54±3,06 **	46,18 = 4,84	45,22±2,78 *	51,78 = 4,48	49,31 = 3,35	55,13 = 4,70	54,69 = 2,85
	p < 0,05		p > 0,05		p > 0,05		p > 0,05		p > 0,05	
Камбаловидная, левая	46,06 = 2,14	34,94±2,59 **	43,03 = 2,61	35,12±1,99 **	44,77 = 2,78	35,79±2,49 **	50,18 = 3,14	38,00±3,14 *	50,08 = 4,61	51,04 = 4,16
	p < 0,01		p < 0,05		p < 0,05		p < 0,05		p > 0,05	
Камбаловидная, правая	46,25 = 3,58	35,44±1,66 ***	45,70 = 3,47	36,32±2,25 **	48,84 = 2,68	39,58±3,38 *	54,15 = 4,18	41,10±3,26 *	55,48 = 5,10	51,58 = 3,72
	p < 0,05		p < 0,05		p < 0,05		p < 0,05		p > 0,05	
Короткий сгибатель пальцев, левая	61,45 = 3,01	46,50±2,30 ***	50,08 = 2,41	47,89±3,02	53,07 = 2,00	48,81±2,27	55,55 = 2,38	50,58 = 1,80	57,04 = 3,42	52,82 = 3,33
	p < 0,001		p > 0,05		p > 0,05		p > 0,05		p > 0,05	
Короткий сгибатель пальцев, правая	56,85 = 4,02	50,90 = 3,20	50,96 = 3,33	49,52±3,38 ***	51,61 = 3,30	50,90±3,28	54,98 = 3,47	54,97 = 3,41	57,68 = 4,31	54,71 = 2,88
	p > 0,05		p > 0,05		p > 0,05		p > 0,05		p > 0,05	

Примечание. Достоверность отличия от соответствующего параметра, полученного при стимуляции на уровне L3—L4: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

Выявлено, что оптимальной позицией, соответствующей точке с самым низким порогом появления рефлекторных двигательных ответов, для большинства исследованных мышц в контрольной группе являлся уровень T11—T12, а в экспериментальной — T12—L1 (см. табл.). Это подтверждалось и наивысшими значениями максимальной амплитуды MMRs тестируемых мышц, зарегистрированными на этих уровнях у баскетболистов в данных группах. Обращает на себя внимание тот факт, что практически на всех изучаемых уровнях стимуляции спинного мозга у спортсменов в экспериментальной группе в большинстве случаев зарегистрированы более высокие относительно второй группы испытуемых пороги появления MMRs мышц нижних конечностей (табл. 1) наряду со сниженной амплитудой двигательных ответов. В ряде случаев выявлены достоверно значимые различия в показателях ($p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$). Данный факт свидетельствует о том, что у спортсменов с травмами коленного сустава имеет место снижение рефлекторной возбудимости спинальных мотонейронов билатеральных двуглавых мышц бедра, подколенных, камбаловидных и коротких сгибателей пальцев.

Заключение. Полученные результаты исследования свидетельствуют о перестройках нейрональных сетей спинного мозга, выраженных в снижении рефлекторной возбудимости и смещении зон локализации спинально-мотонейронных пулов исследованных мышц бедра, голени и стопы у баскетболистов, неоднократно перенесших травматические повреждения коленного сустава и прилегающих к нему структур.

Список литературы

1. Болотов Д. А. Травмы коленного сустава в баскетболе и других видах спорта. «Колено прыгуна» / Д. А. Болотов, Д. В. Матвеев // Мануальный терапевт. — 2010. — № 4. — С. 59–69.
2. Мустаева С. Э. Результаты реабилитации при посттравматической нестабильности коленного сустава / С. Э. Мустаева // Морфологические ведомости. — 2002. — № 1. — С. 79–81.
3. Новосельцев С. В. Диагностические тесты и приемы мобилизации крестцово-подвздошных суставов / С. В. Новосельцев // Мануальная терапия. — 2008. — № 4 (32). — С. 78–84.
4. Capaday C. Studies on the corticospinal control of human walking. I. Responses to focal transcranial magnetic stimulation of the motor cortex / C. Capaday [et al.] // J. Neurophysiol. — 1999. — Vol. 81 (1). — P. 129–139.
5. Courtine G. Modulation of multisegmental monosynaptic responses in a variety of leg muscles during walking and running in humans / G. Courtine, S. J. Harkema, C. Dy // The Journal of Physiology. — 2007. — Vol. 582 (3). — P. 1125–1139.

MAPPING OF SPINAL PROJECTIONS OF LOWER LIMB MUSCLES OF BASKETBALL PLAYERS WITH THE KNEE JOINT TRAUMAS

O.V. Lanskaya, E.Y. Andriyanova

*FSEI HPE Velikie Luki State Academy of Physical Education and Sports
(Velikie Luki c.)*

As a result of construction and the analysis of maps of thresholds and amplitudes of multisegmental monosynaptic responses of hip, shin and foot muscles of basketball players with traumas of the knee joint, and of the healthy sportsmen the projective zones of the investigated muscles concentrated at levels of a spinal cord between vertebrae T12—L1 and T11—T12 accordingly are defined.

Keywords: knee joint traumas; sportsmen; spinal cord; muscles; lower limbs.

About authors:

Lanskaya Olga Vladimirovna — candidate of biological sciences, senior teacher of physiology and sports medicine chair at FSEI HPE Velikie Luki State Academy of Physical Education and Sports, e-mail: lanskaya2012@yandex.ru

Andriyanova Ekaterina Yurievna — doctor of biological sciences, professor, pro-rector on study at FSEI HPE Velikie Luki State Academy of Physical Education and Sports, e-mail: vlgafc@mail.ru

List of the Literature:

1. Bolotov D. A. Traumas of the knee joint in basketball and other sports. «Knee of the jumper» / D. A. Bolotov, D. V. Matveev // Manual therapist. — 2010. — № 4. — P. 59–69.
2. Mustaeva S. E. Results of aftertreatment at posttraumatic instability of the knee joint / S. E. Mustaeva // Morphological journal. — 2002. — № 1. — P.
3. Novoseltsev S. V. Diagnostic tests and practices of sacroiliac joints mobilization / S. V. Novoseltsev // Manual therapy. — 2008. — № 4 (32). — P. 78–84.
4. Capaday C. Studies on the corticospinal control of human walking. I. Responses to focal transcranial magnetic stimulation of the motor cortex / C. Capaday [et al.] // J. Neurophysiol. — 1999. — Vol. 81 (1). — P. 129–139.
5. Courtine G. Modulation of multisegmental monosynaptic responses in a variety of leg muscles during walking and running in humans / G. Courtine, S. J. Harkema, C. Dy // The Journal of Physiology. — 2007. — Vol. 582 (3). — P. 1125–1139.