УДК 796.8
ББК 75.0

DOI:10.14526/2070-4798-2020-15-2-115-124

Технологии оптимизации функционального состояние мышечно-связочного аппарата позвоночника у юных спортсменов, занимающихся джиу-джитсу

*Питиркин Ф.Ю., Коломиец О.И. *, Петрушкина Н.П., Сазонова Е.А.*

Уральский государственный университет физической культуры

г. Челябинск, Россия

ORCID: 0000-0002-4744-2135, fil5_888@mail.ru

*ORCID: 0000-0003-4623-856X, Kolomiec_o@mail.ru**

ORCID: 0000-0002-0830-0206, 25ppnn@mail.ru

ORCID: 0000-0002-2802-3285, sazonovae@yandex.ru

Аннотация: Спецификой тренировочного и соревновательного процесса в джиу-джитсу является неблагоприятное воздействие силовых и ударных нагрузок на различные элементы позвоночного столба, в связи с чем спортсмены подвергаются постоянному риску травмирования. Достижение высокого уровня морфофункционального состояния мышечно-связочного аппарата позвоночника является одним из средств профилактики спортивного травматизма. **Материалы.** Для оценки эффективности процедур, направленных на оптимизацию функционального состояния мышечно-связочного аппарата позвоночника, обследованы 144 человека (средний возраст $13,5 \pm 2,41$), из них 68 занимались общей физической подготовкой, 68 – джиу-джитсу в течение 3-5 лет. **Методы исследования.** Анализ и обобщение научной литературы, методы математической статистики, интерференционный (поверхностный) метод электромиографии: одновременное исследование силы паравертебральных мышц в 3 отделах (шейный, грудной, поясничный) с правой (D) и левой (L) стороны, в состоянии покоя и напряжения. **Результаты.** На 1-м этапе по признакам дисфункции мышечно-связочного аппарата позвоночника у юных спортсменов, занимающихся джиу-джитсу, выявили группу риска травматизма по таким признакам, как выраженная асимметрия биопотенциала «в покое», изменение показателя биопотенциала «в напряжении» мышц менее чем на 300 мк/В, недостаточное расслабление «в покое» или «гиперсинхронизация» при напряжении (дистония мышц). На 2-м этапе исследования были сформированы две группы спортсменов, у которых, согласно данным электромиографии, риск травмирования был повышен. Спортсмены (Corden+PT) группы (n=30) выполняли упражнения на тренажере «Corden» и прогрессивную рефлексотерапию на аппликаторе Редокс (ежедневно по 30 мин, самостоятельно). В (ЛФК+М) группе (n=30) массажистом и инструктором проводились массаж воротниковой зоны и лечебная физическая культура. По окончании эксперимента зарегистрированы признаки улучшения мышечного тонуса в паравертебральных мышцах всех отделов позвоночного столба в обеих группах. В группе, использовавшей комплекс упражнений на тренажере Corden и прогрессивную рефлексотерапию, изменения статистически значимы. **Заключение.** Результаты данного исследования позволяют рекомендовать применение комплекса упражнений на тренажере Corden и рефлексотерапию для профилактики травм шейного отдела позвоночника у юных спортсменов, занимающихся джиу-джитсу.

Ключевые слова: спортсмены, джиу-джитсу, мышечный тонус, электромиография, тренажер Corden, прогрессивная рефлексотерапия.

Для цитирования: Питиркин Ф.Ю., Коломиец О.И. *, Петрушкина Н.П., Сазонова Е.А. Технологии оптимизации функционального состояние мышечно-связочного аппарата позвоночника у юных спортсменов, занимающихся джиу-джитсу. Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2020; 15(2): 115-124. DOI:10.14526/2070-4798-2020-15-2-115-124

Optimization technologies of spine muscular-ligamentous apparatus functional state in young athletes, who go in for jiu-jitsu

Filipp Yu. Pitirkin, Olga I. Kolomiets*, Nadezhda P. Petrushkina, Elena A. Sazanova

Ural State University of Physical Culture
Chelyabinsk, Russia

ORCID: 0000-0002-4744-2135, fil5_888@mail.ru

ORCID: 0000-0003-4623-856X, Kolomiec_o@mail.ru*

ORCID: 0000-0002-0830-0206, 25ppnn@mail.ru

ORCID: 0000-0002-2802-3285, sazanovae@yandex.ru

Abstract: The specificity of training and competitive process in Jiu-jitsu is unfavorable influence of power oriented and impact loads on different elements of spinal column. In this connection athletes are always in danger of constant injuries. High level of spine muscular-ligamentous apparatus morpho-functional state is one of the preventive means of sports traumatism.

Materials. For the procedures effectiveness estimation, directed toward functional state of spine muscular-ligamentous apparatus optimization, we examined 136 people (the average age 13,5±2,41): 68 of them went in for general physical training and 68 people went in for Jiu-jitsu during 3-5 years. **Research methods.** Information sources analysis and summarizing, methods of mathematical statistics, an interference (surface) method of electromyography: simultaneous study of paravertebral muscles strength in 3 sections (cervical, thoracic, lumbar) on the right (D) and left (L) sides, at rest and tension. **Results.** At the 1st stage according to the signs of spine muscular-ligamentous apparatus dysfunction in young athletes, who go in for Ju-jitsu, we revealed a risk injuries group according to the following characteristics: distinct «at rest» biopotential asymmetry, “in tension” biopotential of muscles change less than for 300 µm/V, insufficient relaxation “at rest” or “hypersynchronization” during tension (muscles dystonia). At the 2nd stage of the research we formed two groups of athletes. For them according to electromyography results the risk of injuries was the highest. Athletes in the group (Corden+progressive reflexotherapy) (n=30) performed the exercises at “Corden” training simulator and progressive reflexology at “Redox” applicator (30 minutes a day - independently). In (Remedial gymnastics+Massage) group (n=30), the masseur and the instructor performed collar zone massage and physical therapy. At the end of the experiment we registered the signs of muscle tone improvement in paravertebral muscles in all parts of the vertebral column in both groups. There were statistically valid changes in the group. They used the complex of exercises at Corden training simulators and progressive reflexotherapy. **Conclusion.** The results of the research helped to recommend the complex of exercises at Corden training simulator and reflexotherapy for cervical part of spine injuries prevention in young athletes, who go in for Jiu-jitsu.

Keywords: athletes, Ju-jitsu, muscle tone, electromyography, “Corden” training simulator, progressive reflexotherapy.

For citation: Filipp Yu. Pitirkin, Olga I. Kolomiets*, Nadezhda P. Petrushkina, Elena A. Sazanova. Optimization technologies of spine muscular-ligamentous apparatus functional state in young athletes, who go in for jiu-jitsu. Russian journal of Physical Education and Sport. 2020; 15(2): 115-124. DOI:10.14526/2070-4798-2020-15-2-115-124

ВВЕДЕНИЕ

Согласно статистическим данным [1, 2, 3, 4], по общему числу травм на 1000 спортсменов единоборства занимают третье место после регби и хоккея, составляя 5,2 случая на 1000 чел. При расчетах частоты травм на 1000 соревнований борьба также входит в первые четыре наиболее травматичные виды спорта, составляя 26,4 случая (хоккей – 16,3 сл., футбол – 18,8 сл., американский футбол – 36,9 сл.).

В единоборствах наиболее

травмируемым органом является позвоночник. Травмирования шейного отдела позвоночника составляют 70% от всех травм борцов. Частым и наиболее опасным следствием подобных травм является нарушение мозгового кровотока, которое может проявиться даже в отдаленном периоде [6] и привести к инвалидизации борцов и завершению их спортивной карьеры.

С точки зрения биомеханики возникновение травм шейного отдела

позвоночника связано с вертикальным механизмом повреждения и обусловлено «функциональным положением позвоночника в нейтральной позиции и действием силы опорной реакции, направленной исключительно по оси позвоночника» [14]. Спортивный травматизм – в определенной мере процесс управляемый. Считается, что при организации надлежащих мер профилактики спортивные травмы можно свести к минимуму. Среди основных причин спортивных травм рассматриваются и неправильная организация занятий; и недочеты и ошибки в методике проведения занятий; и неудовлетворительное состояние мест занятий и спортивного оборудования и др. [5].

Не менее важными факторами профилактики травматизма являются физическая и психическая подготовленность, а также морфофункциональные особенности спортсменов. Учитывая тот факт, что спецификой тренировочного и соревновательного процесса в джиу-джитсу является неблагоприятное воздействие силовых и ударных нагрузок на различные элементы позвоночного столба, важность укрепления мышечно-связочного аппарата позвоночника в процессе овладения техникой борьбы очевидна. Поиск методов оптимизации функционального состояния мышечно-связочного аппарата позвоночника юных спортсменов продолжается. Таким образом актуальность исследования не вызывает сомнений.

Механизм действия прогрессивной рефлексотерапии (ПР) на аппликаторе Редокс (нержавеющая сталь с напылением цинка и серебра) с углом наклона игл 45 заключается в многофакторном взаимодействии регуляторных механизмов, активизации резервных возможностей функциональных систем, контролирующих в том числе и метаболические реакции [8].

Одним из инновационных методов воздействия на позвоночник является применение аппарата Corden, который широко используется в медицине для лечения

различных нарушений: от остеохондроза и нарушений осанки до грыжи межпозвоночных дисков и различных невралгий. Упражнения на «Corden» выполняются для снятия хронического мышечного перенапряжения и биомеханических нарушений опорно-двигательного аппарата, вызванных последствиями тренировочных нагрузок [10,11,12].

Физиологический механизм лечебного действия аппарата исследователи связывают с раздражением кинестетических рецепторов, глубоких мышечных групп спины, фасций, суставно-связочного аппарата позвоночника, растяжения укороченных мышц. Раскрытие дугоотростчатых суставов позволяет восстановить их подвижность. По-видимому, применение аппарата Corden в группе спортсменов, занимающихся единоборствами, может способствовать укреплению позвоночника, и таким образом занять одно из ведущих мест в системе профилактики травматизма [10,11].

Цель настоящего исследования состояла в оценке эффективности реабилитационных программ, включающих применение аппарата Corden, по показателям функционального состояния мышечно-связочного аппарата позвоночника у юных спортсменов, занимающихся джиу-джитсу.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на кафедре спортивной медицины и физической реабилитации (УралГУФК, Челябинск) в рамках выполнения госзадания на проведение прикладных научных исследований в области физической культуры и спорта (приказ Министерства спорта РФ от 20 декабря 2019 г. № 1080). Были обследованы 136 спортсменов 10-16 лет (средний возраст $13,75 \pm 2,39$): 68 юношей, занимающихся общей физической подготовкой (группа ОФП), и 68 спортсменов, занимающихся джиу-джитсу в течение 3-5 лет (группа ДД). На проведение исследования получено разрешение Этического комитета и информированное согласие участников эксперимента и их родителей [7].

Для оценки функционального состояния связочно-мышечного аппарата позвоночника участников исследования проводили электромиографию с регистрацией биопотенциала мышц на аппарате «Нейромиан» (модель 401, «Медиком», Россия). Был применен неинвазивный интерференционный (поверхностный) метод электромиографии. Проводилось одновременное исследование силы мышц с правой (D) и левой (S) стороны в 3 отделах: шейном (C), грудном (Th) и поясничном (L). Получены показатели электромиографии в состоянии покоя (в норме – менее 100 мк/В) и напряжения (нормальный диапазон – от 300 до 1500 мк/В) [13].

На первом этапе проведено сопоставление показателей электромиографии в группе ДД и ОФП. Изменение мышечного тонуса менее чем на 300 мк/В, выраженная асимметрия мышц в состоянии покоя, а также дистония мышечного тонуса (недостаточное расслабление в покое и гиперсинхронизация при напряжении) свидетельствуют о повышенном риске травмирования [13].

На 2-м этапе исследования были сформированы две группы спортсменов, у которых, согласно данным электромиографии, риск травмирования был повышен. Спортсмены (Corden+PT) группы (n=30) выполняли упражнения на тренажере «Corden» и прогрессивную рефлексотерапию на аппликаторе Редокс (после обучения методике, а потом самостоятельно ежедневно по 30 мин). В другой группе (n=30) массажистом и инструктором проводились массаж воротниковой зоны и лечебная физическая культура (ЛФК+М) (ежедневно по 30 мин).

Оценка эффективности применяемых технологий оценивалась по динамике изменения показателей электромиографии. Полученные результаты обработаны методами традиционной биостатистики. Рассчитаны средние значения (M), ошибки средних (m) и стандартные отклонения (σ). Далее для оценки достоверности различий использовали t-критерий Стьюдента (количественные оценки) и F-критерий Фишера

(качественные признаки) [9]. Различия между группами считали статистически достоверными при значении $t \geq 1,96$ и при $F \geq 4,098$. Принят 95% уровень значимости.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты отражены в таблицах. Как следует из данных, представленных в таблице 1, средние значения показателей мышечного тонуса в состоянии покоя в группе ДД и в группе ОФП достоверно не различались.

По результатам первичного обследования в состоянии напряжения юные спортсмены обеих групп были разделены на подгруппы: с нормальным мышечным тонусом, с гипертонусом и гипотонусом. Как в группе ДД, так и в группе ОФП были проведены расчеты средних значений мышечного тонуса в выделенных подгруппах юных спортсменов, занимающихся джиу-джитсу и ОФП, в состоянии напряжения (таблица 2). Достоверные различия не обнаружены. Эти данные, а также тот факт, что в состоянии напряжения частота отклонений от нормальных значений в состоянии напряжения также имела значительное сходство как в группе ДД, так и в группе ОФП (таблица 3), свидетельствуют о достаточно широкой распространенности их в детской популяции как спортсменов, так и «неспортсменов». Очевидно, отмеченный в данном исследовании мышечный дисбаланс является проблемой роста и возрастной особенностью, но может быть связан и с рядом других причин, в том числе с неправильным и нерациональным двигательным режимом, малоподвижным образом жизни, долгим пребыванием в сидячем положении (за столом или компьютером) и др.

Таблица 1 – Средние показатели мышечного тонуса у юных спортсменов, занимающихся Джиу-джитсу и ОФП в состоянии покоя (мк/В)

Отдел позвоночника	Сторона	Группы, число обследованных, М - средние значения (мк/В) ± m - ошибка средней, уровень достоверности различий				
		Группа ДД		Группа ОФП		p*
		n=68		n=68		
		М	±m	М	±m	
С	D	90,6	5,85	94,1	5,93	>0,05
	S	99,6	4,89	98,7	4,46	>0,05
Th	D	46,5	7,16	40,5	4,65	>0,05
	S	45,2	3,96	44,5	3,76	>0,05
L	D	70,1	4,34	65,5	5,24	>0,05
	S	78,6	3,97	64,9	5,14	>0,05

* - достоверные различия между группами при p < 0,05

Таблица 2 – Средние значения мышечного тонуса у юных спортсменов, занимающихся Джиу-джитсу и ОФП в состоянии напряжения (мк/В)

Отдел позвоночника	Оценка мышечного тонуса	Группы, число обследованных, М - средние значения (мк/В), ± m - ошибка средней, уровень достоверности различий				
		Группа ДД		Группа ОФП		p*
		n=68		n=68		
		М	±m	М	±m	
С	норма	368,4	7,71	350,4	3,42	>0,05
	гипертонус	1590,4	5,82	1600,4	6,71	>0,05
	гипотонус	203,6	5,31	220,4	3,93	>0,05
Th	норма	310,3	0,82	309,4	2,14	>0,05
	гипертонус	1530,1	4,12	1510,8	3,32	>0,05
	гипотонус	290,6	2,01	289,3	4,01	>0,05
L	норма	340,0	6,43	349,4	0,63	>0,05
	гипертонус	1533,2	3,31	1594,1	7,81	>0,05
	гипотонус	280,4	3,91	272,3	4,41	>0,05

* - достоверные различия между группами при p < 0,05

Таблица 3 - Распределение юных спортсменов, занимающихся Джиу-джитсу и ОФП, по оценкам мышечного тонуса в состоянии напряжения (абс. / %)

Отдел позвоночника	Оценка мышечного тонуса	Группы, число обследованных, абс. число, процент, уровень достоверности различий				p*
		Группа ДД		Группа ОФП		
		n=68		n=68		
		абс.	%	абс.	%	
С	норма	8	11,8	6	8,8	>0,05
	гипертонус	22	32,3	30	29,4	>0,05
	гипотонус	38	55,9	42	61,8	>0,05
Th	норма	8	11,8	6	8,8	>0,05
	гипертонус	22	32,3	30	29,4	>0,05
	гипотонус	38	55,9	42	61,8	>0,05
L	норма	8	11,8	6	8,8	>0,05
	гипертонус	22	32,3	30	29,4	>0,05
	гипотонус	38	55,9	42	61,8	>0,05

* - достоверные различия между группами при $p < 0,05$

Данные электромиографии в группе ДД свидетельствуют о достаточном, но асимметричном развитии произвольного усилия мышц грудного отдела (Th): от $46,5 \pm 7,16$ до $289,9 \pm 43,92$ – справа и от $45,2 \pm 3,96$ до $345,2 \pm 41,64$ – слева. В поясничном (L) отделе отмечено достаточное и симметричное развитие произвольного усилия мышцами: справа – от $70,1 \pm 4,34$ до $524,7 \pm 33,45$, слева – от $70,6 \pm 3,97$ до $580,5 \pm 18,22$, т.е. более 300 мкВ. Вместе с тем в шейном отделе отмечалась асинхронная амплитуда мощности (от $97,6 \pm 5,85$ до $320,4 \pm 89,97$ – справа и от $99,6 \pm 4,89$ до $343,4 \pm 88,86$ – слева), что свидетельствует о недостаточном развитии произвольного усилия мышцами поясничного отдела (<300 мкВ).

Как указывалось выше, гипотонус и гипертонус мышц позвоночника в состоянии напряжения, выраженная асимметрия мышц в покое и дистония мышц (недостаточное расслабление в покое и недостаточное развитие мышц произвольного усиления) свидетельствуют о повышенном риске травмирования. С учетом этого для выполнения второго этапа исследования спортсмены

с гипертоническими и гипотоническими реакциями на напряжение (60 человек) были выбраны для апробации реабилитационных мероприятий. Методом случайной выборки сформированы две одинаковые по численности (по 30 чел.) группы спортсменов. В первой группе проводили комплекс ЛФК и массаж (ЛФК+М). Спортсменов второй группы обучили упражнениям на тренажере Corden и дополнительно использовали рефлексотерапию (Corden+РТ).

Динамика результатов миографии по окончании реабилитационной программы представлена в таблицах 4-5, из которых следует, что до проведения реабилитации статистически значимых различий между группами не было ($p > 0,05$). Однако при детальном анализе исходных показателей электромиографии шейного и поясничного отдела зарегистрирована асимметрия амплитудных характеристик как в состоянии покоя, так и после напряжения, при этом мышечное напряжение было более выражено с правой стороны.

Таблица 4 – Динамика средних значений мышечного тонуса в покое у юных спортсменов с различными программами реабилитации, (мк/В)

Отдел позвоночника	Сторона	Группы, число обследованных, М - средние значения (мк/В) ± m - ошибка средней, уровень достоверности различий						
		Группа ЛФК+М			Группа Corden+РТ			p*
		n=30			n=30			
		до	после		до	после		
		1	2		3	4		
С	D	93,3±3,32	66,6±8,23	99,3±0,14	55,0±4,01	$p_{2-4} < 0,05$		
	S	94,2±2,91	60,3±3,41	96,4±2,13	50,8±2,32	$p_{2-4} < 0,05$		
		$p > 0,05$		$p > 0,05$				
Th	D	46,3±7,82	40,3±4,13	48,5±1,21	30,4±0,91	$p_{2-4} < 0,05$		
	S	49,2±3,32	45,6±4,02	46,3±2,44	42,3±0,82			
		$p > 0,05$		$p > 0,05$				
L	D	70,9±1,13	59,8±0,11	69,9±2,12	36,4±8,04	$p_{2-4} < 0,05$		
	S	72,3±3,97	56,4±0,34	73,8±3,43	40,3±0,91	$p_{2-4} < 0,05$		
		$p > 0,05$		$p > 0,05$				

* - достоверные различия между группами при $p < 0,05$

Таблица 5 – Динамика средних значений мышечного тонуса в состоянии напряжения у юных спортсменов с различными программами реабилитации, (мк/В)

Отдел позвоночника	Сторона	Группы, число обследованных, М - средние значения (мк/В) ± m - ошибка средней, уровень достоверности различий						
		Группа ЛФК+М			Группа Corden+РТ			p*
		n=30			n=30			
		до	после		до	после		
		1	2		3	4		
С	D	1593,3±3,41	1203,4±1,13	1601,4±0,91	1101,4±3,04	$P_{2-4} < 0,05$		
	S	208,3±5,62	364,2±2,24	230,4±3,12	409,9±5,41	$P_{2-4} < 0,05$		
Th	D	1523,4±2,13	1404,3±7,81	1515,9±3,13	1204,3±1,13	$P_{2-4} < 0,05$		
	S	284,0±3,32	300,4±2,12	287,0±0,91	390,1±0,92	$P_{2-4} < 0,05$		
L	D	1591,4±2,24	1223,4±0,91	1590,0±1,03	1150,2±2,21	$P_{2-4} < 0,05$		
	S	209,1±0,34	390,1±3,14	273,2±4,15	415,4±1,32	$P_{2-4} < 0,05$		

* - достоверные различия между группами при $p < 0,05$

В целом в обеих группах отмечено достоверное улучшение мышечного тонуса во всех отделах позвоночного столба, однако в группе Corden+РТ динамика оказалась более выраженной (различия достоверны), что свидетельствует о большей эффективности комплекса упражнений на тренажере Corden и рефлексотерапии.

Биопотенциал мышц в состоянии покоя у спортсменов, занимающихся джиу-джитсу, до проведения реабилитации находился в пределах от 40 до 99 мк/В. Следует отметить, что какой-либо фоновой патологии в различных отделах позвоночного столба не было выявлено. После пройденного курса реабилитации в Corden+РТ группе показатели мышечного напряжения в состоянии покоя снизились до уровня 34,8-82 мк/В. Показатели интерференционной поверхности электромиографии (таблица 4) в обеих группах соответствовали насыщенной амплитуде – свыше 300 мк/В.

В целом, как и следовало ожидать, в обеих группах отмечено достоверное улучшение мышечного тонуса во всех отделах позвоночного столба, однако в группе Corden+РТ динамика оказалась более выраженной, что свидетельствует о большей эффективности комплекса упражнений на тренажере Corden и рефлексотерапии.

Особенность воздействия тренажера Corden состоит в том, что он оказывает влияние на околопозвоночные глубокие мышцы (длинный разгибатель спины, сегментная позвоночная мышца, межпозвоночные мышцы), которые находятся глубоко и не поддаются расслаблению при массаже. Многократное расслабление околопозвоночных мышц под влиянием этой процедуры возвращает их в нормальный мышечный тонус, вследствие чего снимается мышечная блокада дисков, восстанавливается гибкость позвоночника и т.д. Очевидно, что такие изменения способствуют снижению риска травматизма.

Продолжение исследования предусматривает детальный анализ травматизма (в подготовительном и соревновательном периоде) в группах спортсменов, занимающихся

джиу-джитсу, в отношении которых применяются различные процедуры, направленные на улучшение функционального состояния позвоночника.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты интерференционной (поверхностной) электромиографии, проведенной в состоянии покоя и в момент напряжения мышц позвоночника после курса занятий на тренажере Corden, подтвердили положительное воздействие на функциональное состояние мышечно-связочного аппарата позвоночника у юных спортсменов, занимающихся джиу-джитсу. Занятия на тренажере Corden в сочетании с прогрессивной рефлексотерапией статистически достоверно улучшают тонические качества мышц шейного, грудного и поясничного отделов позвоночника. В целом эти занятия оказывают более выраженное, чем традиционные методы физической реабилитации (массаж и ЛФК), положительное влияние на функциональное состояние связочно-мышечного аппарата позвоночника юных спортсменов, занимающихся джиу-джитсу. В связи с этим тренажер Corden в сочетании с прогрессивной рефлексотерапией может быть рекомендован для профилактики наиболее часто регистрируемых травм шейного отдела позвоночника у юных спортсменов, занимающихся единоборствами. Очевидно, при более длительном использовании этой технологии можно добиться значительных результатов без привлечения специалистов по массажу и ЛФК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Eismont F.J., Currier B.L., McGuire R.A. Jr. Cervical spine and spinal cord injuries: recognition and treatment. *Instr Course Lect.* 2004; 53: 341-358.
2. Hootman J.M., Dick R., Agel J. Epidemiology of Collegiate Injuries for 15 Sports: Summary and Recommendations for Injury Prevention Initiatives. *J Athl Train.* 2007, 42(2): 311-319.
3. McKay D., Broderick C., Steinbeck K. The Adolescent Athlete: A Developmental Approach to Injury Risk. *Pediatr Exerc Sci.* 2016; 28(4):

- 488-500. DOI: 10.1123/pes.2016-0021.
4. Petrushkina N.P., Kolomietz O.I., Simonova N.A., Kolupaev V.A. Role of morphofunctional status of adolescent athletes in injury production. *Theory and Practice of Physical Culture*. 2016; 5: 12-14.
 5. Афонина И.П. Исследование влияния тренировочных воздействий на организм борцов. *Известия ТулГУ. Физическая культура. Спорт*. 2013; 3.
 6. Березуцкий В.И. Скрытые последствия травмы шейного отдела позвоночника. *Политравма*. 2016; 3: 86-89.
 7. Быков Е.В., Коломиец О.И., Коваленко А.Н., Чипышев А.В., Макунина О.А. Особенности организации научного исследования в сфере физической культуры и спорта (работа этического комитета УралГУФК). *Научно-спортивный вестник Урала и Сибири*. 2019; 1(21): 63-69.
 8. Быков Е.В., Потапова Т.В., Гильметдинов Р.Ф., Чипышев А.В. Влияние поверхностной рефлексотерапии (редокс-терапии) на психофизиологическое состояние спортсменов. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2009; 1: 11-16.
 9. Быков Е.В., Коломиец О.И., Петрушкина Н.П., Симонова Н.А. Методологические подходы при организации научных исследований в сфере физической культуры и спорта. *Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта*. 2019; 14(1): 176-184. DOI: 10.14526/2070-4798-2019-14-1-176-184
 10. Денисенко В. Синдром боли в спине. Аутогравитационная терапия при занятиях различными видами борьбы. *Национальные виды спорта: актуальные проблемы развития и научно-методического обеспечения : Матер. Всерос. науч.-практ. конф.* Челябинск: Изд. Центр «Уральская академия». 2016: 53-59.
 11. Денисенко В.С., Быков Е.В. Гравитационная терапия CORDEN в коррекции мышечного тонуса спортсменов. *Современные методы организации тренировочного процесса, оценки функционального состояния и восстановления спортсменов: Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. (г. Челябинск, 24-25 октября 2017 г.): в 2 т.* Челябинск: УралГУФК. 2017; 1: 70-74.
 12. Крапивкин А.И., Гнетнева Е.С., Иванова А.О., Бурова В.А., Зайцева Ю.С., Елисеев Д.Э., Островская М.А. Методические рекомендации по локальному восстановлению нервно-мышечного аппарата и повышению мышечной работоспособности высококвалифицированных спортсменов, оценке локальной работоспособности и утомления нервно-мышечного аппарата на основе анализа сигналов интерференционной поверхностной электроэлектромиографии. *Методические рекомендации*. М.: ФМБА России. 2018: 49.
 13. Николаев С.Г. *Электромиография: клинический практикум*. Иваново. 2013: 264
 14. Шахов А.А., Мелихов В.В., Понарина О.С. Здоровьесбережение занимающихся дзюдо и самбо на основе учета воздействий техники бросков на позвоночник. *Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта*. 2010; 2(60).
 15. Keller T.S., Colloca C.J., Harrison D.E., Janik T.J. Influence of spine morphology on intervertebral disc loads and stresses in asymptomatic adults: implications for the ideal spine. *The Spine Journal*. 2005; 5: 297-300.
 16. Kums T., Erelina J., Gapeyeva H., Paasuke M., Vain A. Spinal curvature and trunk muscle tone in rhythmic gymnasts and untrained girls. *Journal of Back Musculoskeletal Rehabilitation*. 2007; 20: 87-95.
 17. Lopez-Minarro P.A., Alacid F., Rodriguez P.L. Comparison of sagittal spinal curvatures and hamstring muscle extensibility among elite paddlers and non-athletes. *International SportMed Journal*. 2010; 11: 301-312.
 18. Wodecki P., Guigui P., Hanotel M., Cardinne L., Deburge A. Sagittal alignment of the spine: comparison between soccer players and subjects

without sports activities. *Revue de Chirurgie Orthopedique et Reparatrice de l'appareil Moteur*. 2002; 88: 328-336.

Статья поступила в редакцию: 20.03.2020

Питиркин Филипп Юрьевич – аспирант, Уральский государственный университет физической культуры, 454091, Россия, г. Челябинск, ул. Орджоникидзе, дом 1, e-mail: fil5_888@mail.ru

Коломиец Ольга Ивановна – кандидат биологических наук, доцент, Уральский государственный университет физической культуры, 454091, Россия, г. Челябинск, ул. Орджоникидзе, дом 1, e-mail: Kolomiiec_o@mail.ru

Петрушкина Надежда Петровна – доктор медицинских наук, старший научный сотрудник, Уральский государственный университет физической культуры, 454091, Россия, г. Челябинск, ул. Орджоникидзе, дом 1, e-mail: 25pppp@mail.ru

Сазонова Елена Александровна – кандидат медицинских наук, доцент, Уральский государственный университет физической культуры, 454091, Россия, г. Челябинск, ул. Орджоникидзе, дом 1, e-mail: sazonovae@yandex.ru