

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МЫШЦ У СПОРТСМЕНОВ СОВРЕМЕННОГО ПЯТИБОРЬЯ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

© Заборова В.А.¹, Гуревич К.Г.², Никитюк Д.Б.³, Селуянов В.Н.⁴, Рыбаков В.А.⁴

¹Кафедра спортивной медицины и медицинской реабилитации Первого Московского государственного университета им. И.М. Сеченова, Москва; ²кафедра ЮНЕСКО «Здоровый образ жизни – залог успешного развития» Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова, Москва; ³Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва; ⁴Лаборатория спортивной адаптологии Московского физико-технического института (государственный университет), Москва
E-mail: vaz111v@gmail.com

Целью настоящей работы явилось изучение особенностей функционального состояния мышц у спортсменов современного пятиборья. Было обследовано 68 человек: 32 спортсмена-пятиборца высшей спортивной квалификации и 36 человек, не занимающихся спортом. Оценка физического развития проводили по показателям длины и обхватов туловища и конечностей, размерам кожно-жировых складок. Функциональное состояние мышц оценивали по результатам выполнения тестов «Спринт» и «Ступенчатый тест» на велоэргометрах. В результате исследования было выявлено, что у спортсменов-пятиборцев показатели аэробных возможностей при работе руками оказались выше у мужчин в 2,7, а у женщин в 3,3 раза; при работе ногами у мужчин в 2,2 раза, а у женщин в 2,7 раза, чем у лиц, не занимающихся спортом.

Ключевые слова: функциональное состояние мышц, современное пятиборье.

FUNCTIONAL STATE OF MUSCLES IN PENTATHLETES OF THE HIGHEST QUALIFICATION

Zaborova V.A.¹, Gurevich R.G.², Nikityuk D.B.³, Seluyanov V.N.⁴, Rybakov V.A.⁴

¹Department of Sports Medicine and Medical Rehabilitation of I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow; ²UNESCO Department "Healthy Lifestyle Is the Key to Successful Development" of A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow; ³Federal Research Centre for Nutrition, Biotechnology and Food safety, Moscow;

⁴Laboratory of Sports Adaptology of Moscow Institute of Physics and Technology (State University), Moscow

The work aims at studying the peculiarities of the functional state of muscles of the pentathletes. We examined 68 patients: 32 pentathletes of the highest sports qualification and 36 individuals not involved in sports. The assessment of physical development was carried out according to length and circumference of trunk and extremities, the size of dermal-fat folds. The assessment of functional muscular state results from performing the tests "Sprint" and "Speed test" on bicycles. The study revealed that the pentathletes' indicators of aerobic capacity when exercising with hands were 2.7 higher in men, 3.3 – in women; when exercising with legs – 2.2 in men, and 2.7 – in women as compared to persons not involved in sports.

Keywords: functional state of muscles, modern pentathlon.

Актуальной проблемой спортивной медицины является оценка морфофункционального состояния и адаптационных резервов организма при выполнении физической нагрузки. Характер реакции на физическую нагрузку и способность организма быстро восстанавливаться определяется при функциональном тестировании спортсменов. Для интегральной оценки результатов тестирования была разработана шкала оценки показателей физической и психологической готовности с учетом спортивной специализации и гендерных различий [4].

Реакция организма при выполнении физической нагрузки, особенно в состоянии спортивной формы имеет широкий диапазон и характеризует профессиональную адаптацию спортсменов [5]. Показатели аэробных и анаэробных возможностей мышц квалифицированных спортсменов

отличаются от таковых у людей, не занимающихся спортом, что диктует необходимость применения специализированных методик при оценке функционального состояния спортсменов [2, 6].

Современное пятиборье – многоборье в котором сочетаются разные виды: циклические (плавание, бег), координационные (стрельба), комплексные (фехтование) и верховая езда.

1. Современное пятиборье представляет собой комбинацию двух циклических видов и трех сложно-координационных видов.

2. Современное пятиборье включает верховую езду, которая подразумевает работу с лошадьми, следовательно, возможен перенос микроорганизмов от животного человеку и наоборот.

3. Экипировка в современном пятиборье включает купальный костюм, плавательную

шапочку и очки, как в спортивном плавании, а также костюм фехтовальщика, всадника и бегуна.

4. Ежедневные тренировки спортсменов современного пятиборья составляют 5-6 часов в сутки, из них 1 час в воде, и 4-5 часов в спортивном зале и/или под открытым небом (в зависимости от времени года).

5. Требования, предъявляемые к физической подготовке: особенностью данного вида спорта, является разносторонняя подготовка спортсмена и работа всех мышечных групп. В плавании масса тела спортсмена не имеет принципиального значения, а в беге – наоборот, поэтому пятиборцы должны быть легкими по весу и обладать минимальным гидравлическим сопротивлением [1].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения поставленной задачи мы обследовали 32 спортсмена-пятиборца высшей квалификации (разряд МС и МСМК), средний возраст мужчин в подгруппе современного пятиборья составил $25,5 \pm 0,5$ года, а женщин – $25,5 \pm 1,5$ года. Контрольную группу составили 36 человек (18 мужчин и 18 женщин), не занимающихся спортом, средний возраст мужчин в контрольной группе составил $23,2 \pm 3,3$ года, а женщин – $22,8 \pm 4,1$.

На первом этапе исследования мы проводили антропометрию. Антропометром определяли (в см) рост, высоты антропометрических точек и длины сегментов тела: кисть, предплечье, плечо, стопа голень, бедро, туловище, а также рост и длину ноги и руки. Толстотным циркулем определяли ширину плеч, таза, сагиттальный и фронтальный диаметры грудной клетки, диафизов предплечья, плеча, бедра, голени, ширину стопы и кисти.

Измерение обхватов туловища и конечностей проводили при помощи измерительной ленты. При измерении лента плотно прилегала к коже измеряемого участка тела, но не сдавливала подлежащие ткани. При этом рука находилась в расслабленном состоянии и свободно висела вдоль тела. Исследование проводили трижды с последующим расчетом среднего значения. При измерении обхватов (кроме головы и шеи) ленту располагали перпендикулярно оси измеряемого участка.

Измерение кожно-жировых складок (КЖС) проводили при помощи калипера. Толщину складок (в мм) измеряли калипером, который оказывает постоянное давление на кожу (10 г/см^2). Кожу и подкожно-жировую клетчатку захватывали большим и указательным пальцами, оттягивали на 1 см и накладывали калипер

дистальнее захвата пальцев по середине расстояния между вершиной и основанием образовавшейся складки. Измерение проводили через 2-3 секунды после фиксации складки, с точностью до 0,5 см, при этом складку не отпускали. После трехкратного измерения определяли среднее значение [3].

Функциональное состояние мышц оценивали во время тестов «Спринт» и «Ступенчатого теста» на велоэргометрах фирмы «Монарк» – модели 828 и 894 для ног и 834 для рук.

Статистическую обработку данных выполняли при помощи программ Excel с использованием t-критерия Стьюдента для несвязанных выборок, нормальность распределения оценивали по показателям асимметрии и эксцесса.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При оценке показателей антропометрии в подгруппе современного пятиборья следует отметить наличие статистически достоверных ($p < 0,05$) отличий между показателями средней массы тела мужчин ($75,5 \pm 4,4$ кг) и женщин ($58,3 \pm 3,2$ кг), роста мужчин ($181,1 \pm 4,8$) и женщин ($166,0 \pm 6,1$ см).

При сравнении показателей индекса массы тела мужчин ($23,0 \pm 1,6$) и женщин ($21,1 \pm 1,2$) в подгруппе современного пятиборья с показателями мужчин и женщин, не занимающихся спортом, отмечаются статистически достоверные ($p < 0,05$) отличия. При сравнении индекса тощей массы тела мужчин ($21,1 \pm 1,4$) и женщин ($19,8 \pm 1,4$) в подгруппе современного пятиборья статистически достоверных отличий не обнаружено. Индекс тощей массы тела у мужчин на 106,6% выше индекса тощей массы у женщин в подгруппе современного пятиборья.

Показатели цилиндричности грудной клетки у мужчин в подгруппе современного пятиборья статистически достоверно ($p < 0,05$) меньше, чем показатели мужчин, не занимающихся спортом. Показатели широкоплечести у мужчин в подгруппе современного пятиборья статистически достоверно ($p < 0,05$) больше, чем у мужчин, не занимающихся спортом.

Показатели цилиндричности грудной клетки широкоплечести и у женщин в подгруппе современного пятиборья статистически достоверно ($p < 0,05$) больше, чем у женщин, не занимающихся спортом.

Антропометрические показатели длины тела, ноги, руки и ширины плеч у мужчин и женщин в подгруппе современного пятиборья статистически достоверно ($p < 0,05$) выше, чем показатели мужчин и женщин, не занимающихся спортом.

Антропометрические показатели и состав тела мужчин в подгруппе современного пятиборья и контрольной группе

Длина (см)	Контроль	Современное пятиборье	Обхват (см)	Контроль	Современное пятиборье	КЖС (мм)	Контроль	Современное пятиборье
Нога	94,5±4,6	100±3,0*	Кисть	21,6±0,9	21,4±0,4	Кисть	2,0±0,0	2,0±0,0
Бедро	47,8±2,5	52,0±1,5*	Запястье	18,2±0,6	17,0±0,3*	Предплечье	6,6±4,5	3,2±0,3*
Голень	39,3±2,2	42,0±1,4*	Предплечье	28,3±1,4	27,2±0,9	Плечо спереди	6,2±4,2	3,3±0,3*
Рука	78,2±3,3	80,5±2,6*	Плечо	30,8±2,2	32,3±1,2	Грудь (м)	12,8±7,0	5,4±0,3*
Плечо	33,7±1,7	34,0±1,1	Голова	57,5±1,6	57,0±0,9	Мечевидный отросток	12,7±6,8	6,1±0,4*
Предплечье	26,5±1,2	27,0±1,4	Шея	39,9±1,8	39,0±0,5	Живот	18,3±7,2	8,5±0,9*
Кисть	18,0±1,2	19,5±0,8*	Грудь	95,8±5,7	99,0±1,5*	П.П. ость	9,4±4,0	5,1±0,7*
Диаметр (см)			Объем груди (ж)	-	-	Плечо сзади	10,2±5,1	6,3±0,4*
Кисть	8,1±0,6	8,2±0,3	Талия	88,0±8,2	78,9±1,6*	Лопатка	14,0±6,7	7,1±0,5*
Запястье	5,7±0,4	6,1±0,2	Бедер	98,0±4,9	96,8±1,9	Бедро спереди	11,6±5,0	5,1±0,4*
Локоть	7,2±0,3	7,0±0,3	Бедра	54,8±3,6	57,1±1,8	Голень	7,2±1,6	6,2±0,5*
Стопа	12,0±0,9	12,2±0,6	Голень	37,9±1,9	38,1±0,5	Состав тела (%)		
Голень	7,7±0,4	8,6±0,4	Лодыжка	24,1±0,9	23,1±0,3*	Жир общий	14,6±4,6	8,2 ±1,1*
Бедро	10,0±0,5	9,8±0,3	Стопа	25,3±1,0	25,1±0,4	Жир подкожный	10,3±2,9	5,1±0,9*
Гр. клетки фронтальный	31,5±1,8	30,3±1,1	Ширина плеч	39,8±1,4	41,6±0,8*	Мышцы	40,7±2,7	58,2±1,2*
Гр. клетки сагиттальный	22,5±2,4	19,2±1,2*	Ширина таза	29,1±1,3	28,5±0,6*	Скелет	16,2±1,3	16,1±0,5
Рост (см)	176±6,9	181,1±4,8*	Цилиндричность (%)	72,0±2,7	63,3±3,4*	ИМТ	25,9±2,4	23,0±1,6*
Масса тела (кг)	78,5±10,6	75,5±4,4	Широкоплечность (%)	136,0±1,8	145,9±3,9*	ИТМТ	22,1±2,5	21,1±1,4

Примечание: * – достоверность различий по отношению к показателям контрольной группы ($p < 0,05$).

Таблица 2

Антропометрические показатели и состав тела женщин в подгруппе современного пятиборья и контрольной группе

Длина (см)	Контроль	Современное пятиборье	Обхват (см)	Контроль	Современное пятиборье	КЖС (мм)	Контроль	Современное пятиборье
Нога	84,3±4,2	95,5±3,3*	Кисть	19,6±0,8	18,4±0,4*	Кисть	2,0±0,0	2,0±0,0
Бедро	42,8±2,2	49,0±1,4*	Запястье	17,0±0,6	15,0±0,3*	Предплечье	6,6±4,5	3,8±0,3*
Голень	37,2±2,1	41,3±1,2*	Предплечье	23,3±1,4	23,2±0,9	Плечо спереди	6,2±4,2	3,9±0,3*
Рука	71,5±3,2	74,2±2,3*	Плечо	24,8±2,0	26,3±1,2*	Грудь (м)	-	-
Плечо	30,0±1,4	31,4±1,1	Голова	55,1±1,5	55,0±0,9	Мечевидный отросток	13,7±7,8	6,7±0,4*
Предплечье	24,5±1,1	25,3±1,3	Шея	36,9±1,9	34,0±0,5*	Живот	20,3±8,2	8,9±0,9*
Кисть	17,0±1,1	18,5±0,7	Грудь	91,8±6,7	85,6±1,5*	П.П. ость	11,4±4,5	6,1±0,7*
Диаметр (см)			Объем груди (ж)	94,6±6,1	86,4±1,5*	Плечо сзади	12,2±5,8	8,3±0,4*
Кисть	7,1±0,4	7,2±0,3	Талия	81,2±8,1	68,9±1,6*	Лопатка	16,0±6,9	8,1±0,5*
Запястье	5,0±0,3	4,9±0,2	Бедер	98,0±8,9	89,8±1,9*	Бедро спереди	19,6±7,0	10,1±0,4*
Локоть	6,1±0,3	6,0±0,3	Бедра	56,2±4,6	52,1±0,8*	Голень	15,2±1,9	9,2±0,5*
Стопа	11,0±0,7	10,2±0,6	Голень	35,9±2,5	34,1±0,5*	Состав тела (%)		
Голень	6,7±0,4	7,6±0,4	Лодыжка	22,6±1,4	21,1±0,3*	Жир общий	20,6±3,6	16,2±1,9*
Бедро	9,0±0,4	9,0±0,3	Стопа	24,3±1,1	21,1±0,4*	Жир подкожный	14,4±2,5	9,8±0,9*
Гр. клетки фронтальный	27,5±1,8	25,3±1,1*	Ширина плеч	37,2±1,1	38,6±0,8*	Мышцы	36,7±2,8	52,3±1,2*
Гр. клетки сагитальный	17,5±2,0	18,2±1,2*	Ширина таза	28,1±1,1	26,5±0,6*	Скелет	14,2±1,5	15,8±0,4
Рост (см)	156±4,9	166,0±6,1*	Цилиндричность (%)	63,7±2,9	72,0±3,4*	ИМТ	24,5±2,3	21,1±1,2*
Масса тела (кг)	58,5±5,6	58,3±3,2	Широкоплечье (%)	132,0±1,8	145,6±3,7*	ИТМТ	19,1±2,5	19,8±1,4

Примечание: * – достоверность различий по отношению к показателям контрольной группы (p<0,05).

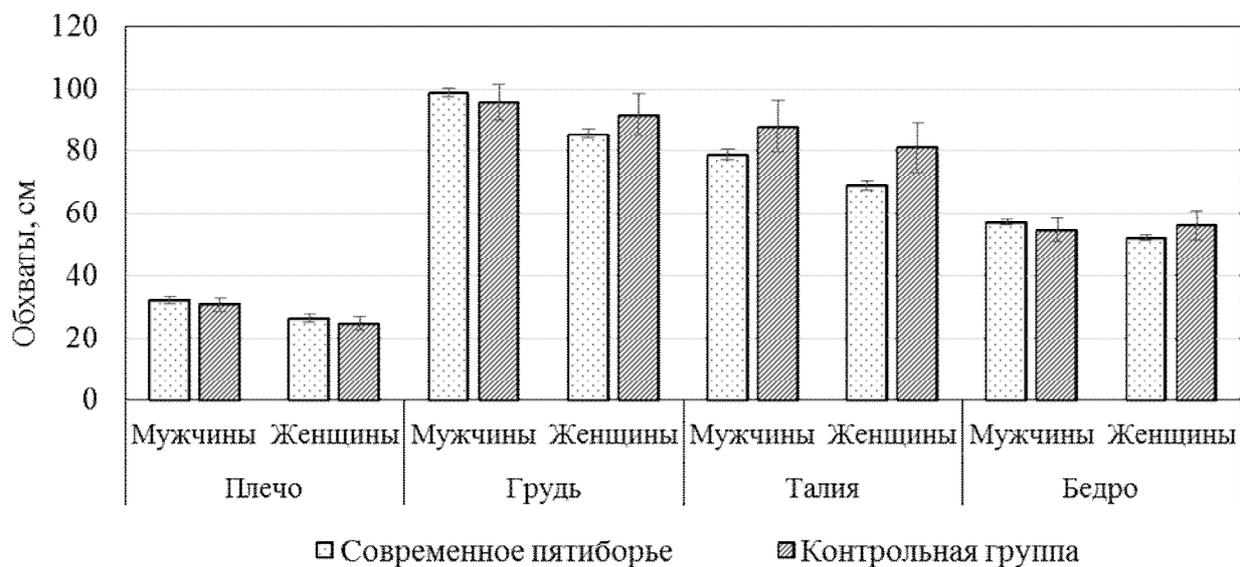


Рис. 1. Сравнительная характеристика обхватов тела в подгруппе современного пятиборья (средние величины со стандартным отклонением).

Показатели ширины таза, сагиттального и фронтального диаметров грудной клетки у мужчин и женщин в подгруппе современного пятиборья статистически достоверно ($p < 0,05$) меньше, чем показатели мужчин и женщин, не занимающихся спортом.

У мужчин в подгруппе современного пятиборья обхват груди статистически достоверно ($p < 0,05$) больше, чем обхват груди у мужчин, не занимающихся спортом, что связано с гипертрофией мышц туловища. Обхват талии у мужчин в подгруппе современного пятиборья статистически достоверно ($p < 0,05$) меньше, чем обхват талии у мужчин, не занимающихся спортом, что обусловлено меньшей шириной таза и размером кожно-жировых складок на лопатке и животе.

У женщин в подгруппе современного пятиборья обхват плеча статистически достоверно ($p < 0,05$) больше, чем обхват плеча у женщин не занимающихся спортом. Обхваты бедра, груди, талии и бедер у женщин в подгруппе современного пятиборья статистически достоверно ($p < 0,05$) меньше, чем у женщин, не занимающихся спортом, что связано с меньшими размерами таза, грудной клетки и кожно-жировых складок на лопатке и животе (рис. 1).

Состав тела мужчин в подгруппе современного пятиборья характеризуется низким развитием жировой массы на уровне 8,2% и высоким развитием мышечной массы на уровне 58,2%. При сравнении показателей состава тела мужчин в подгруппе современного пятиборья с показателями мужчин, не занимающихся спортом, видно, что масса жира у мужчин в подгруппе современного пятиборья меньше в 2,5 раза, а масса мышц больше в 1,3 раза.

Состав тела женщин в подгруппе современного пятиборья характеризуется развитием жировой массы на уровне 16,2%, а мышечной массы на уровне 52,3%. При сравнении показателей состава тела в подгруппе современного пятиборья с показателями женщин, не занимающихся спортом, видно, что масса жира у женщин в подгруппе современного пятиборья меньше в 1,5 раза, а мышечная масса больше в 1,4 раза.

На следующем этапе мы проводили функциональное тестирование основных мышечных групп, которыми в современном пятиборье являются мышцы верхних и нижних конечностей. Показатели потребления кислорода мышцами верхних и нижних конечностей на аэробном пороге у мужчин в подгруппе современного пятиборья статистически достоверно ($p < 0,05$) превышают аналогичные показатели у мужчин, не занимающихся спортом.

У мужчин в подгруппе современного пятиборья показатели потребления кислорода мышцами нижних конечностей на анаэробном пороге статистически достоверно ($p < 0,05$) выше в 2,2 раза, а максимального потребления кислорода выше в 1,7 раза, чем у мужчин, не занимающихся спортом. Показатели максимальной алактатной мощности мышц у мужчин в подгруппе современного пятиборья статистически достоверно ($p < 0,05$) выше, чем у мужчин, не занимающихся спортом: для мышц нижних конечностей в 1,7 раза, а для мышц верхних конечностей в 1,95 раза.

Показатели потребления кислорода мышцами верхних и нижних конечностей на аэробном пороге у женщин в подгруппе современного пятиборья статистически достоверно ($p < 0,05$) превышают аналогичные показатели у женщин, не занимающихся спортом.

Таблица 3

Показатели функционального тестирования мышц мужчин и женщин в подгруппе современного пятиборья (относительно массы тела)

Показатели	Мужчины		Женщины	
	ПНК	ПВК	ПНК	ПВК
ПК АнП, мл/мин/кг	48,9 ± 1,9	40,6 ± 1,8*	43,9 ± 1,9	33,2 ± 1,9*
МПК, мл/мин/кг	68,5 ± 1,3	48,8 ± 1,5*	64,5 ± 1,3	44,5 ± 1,8*
УОС max, мл/кг	2,15 ± 0,16	1,45 ± 0,18*	2,14 ± 0,16	1,25 ± 0,11*
МAM, Вт/кг	13,8 ± 1,8	12,2 ± 1,9*	10,1 ± 1,5	6,3 ± 0,9*

Примечание: * – достоверность различий по сравнению с показателями в контрольной группе ($p < 0,05$), ПК АнП – потребление кислорода на уровне анаэробного порога, МПК – максимальное потребление кислорода при локальной работе, УОС max – максимальный ударный объем сердца, МAM – максимальная алактатная мощность, ПНК – пояс нижних конечностей, ПВК – пояс верхних конечностей.

У женщин в подгруппе современного пятиборья показатели потребления кислорода мышцами нижних конечностей на анаэробном пороге статистически достоверно ($p < 0,05$) в 2,7 раза выше, а максимального потребления кислорода выше в 2,3 раза, чем у женщин, не занимающихся спортом. Показатели потребления кислорода мышцами верхних конечностей на анаэробном пороге у женщин в подгруппе современного пятиборья статистически достоверно ($p < 0,05$) в 3,3 раза выше, а максимального потребления кислорода выше в 2,3 раза, чем у женщин, не занимающихся спортом.

У женщин в подгруппе современного пятиборья максимальная алактатная мощность мышц статистически достоверно ($p < 0,05$) выше, чем аналогичные показатели у женщин, не занимающихся спортом: для мышц нижних конечностей в 1,6 раза, а для мышц верхних конечностей в 1,4 раза.

Соотношение функционального состояния мышц конечностей в подгруппе современного пятиборья показало, что по потреблению кислорода на анаэробном пороге подготовленность нижних конечностей лучше верхних в 1,3 раза, максимальное потребление кислорода нижними конечностями больше, чем верхними, в 1,45 раза, максимальная алактатная мощность при работе ногами больше, чем руками, в 1,6 раза.

При тестировании мышц верхних конечностей у мужчин и женщин в подгруппе современного пятиборья были получены статистически достоверные ($p < 0,05$) различия по всем показателям: мощность и потребление кислорода на уровне аэробного и анаэробного порога, максимальное потребление кислорода, ударный объем сердца и максимальная алактатная мощность (табл. 3).

Анализ функционального состояния мышц у мужчин и женщин в подгруппе современного пятиборья показал высокий уровень аэробной подготовленности нижних конечностей и низкий уровень подготовленности верхних конечностей.

Таким образом, при систематических занятиях современным пятиборьем у мужчин показате-

ли антропометрии характеризуются увеличением длины тела и конечностей, ширины плеч, диаметров грудной клетки, изменением ее формы, увеличением обхвата груди по сравнению с мужчинами, не занимающимися спортом. Аналогичные показатели у женщин в подгруппе современного пятиборья не имеют статистически достоверных отличий от женщин, не занимающихся спортом, кроме обхвата плеча, который оказался статистически достоверно ($p > 0,05$) больше.

Следует отметить, что данные, полученные при тестировании, являются модельными характеристиками пятиборцев высшей квалификации и представляют генеральную совокупность лучших спортсменов мужчин и женщин международной федерации современного пятиборья (UIPM) (в 2011-2016 гг. члены сборной команды России становились победителями и призерами чемпионатов мира и Европы).

ЛИТЕРАТУРА

1. Варакин А.П. Современное пятиборье: Учебник для институтов физической культуры / Под общ. ред. А.П. Варакина. – М.: Физкультура и спорт, 1985. – 256 с.
2. Заборова В.А., Селуянов В.Н., Гаврилов В.Б., Рыбаков В.А., Зубкова А.В. Современные методики оценки физической подготовленности спортсменов-пятиборцев // Спортивная медицина: наука и практика. – 2011. – № 2(3). – С. 25-28.
3. Мартиросов Э.Г. Методы исследования в спортивной антропологии – М.: Ф и С, 1982. – 200 с.
4. Мирошникова Ю.В., Самойлов А.С., Горячев А.И., Пушкина Т.А. Современная концепция медицинского и медико-биологического обеспечения спортсменов спортивных сборных команд России // Спортивная медицина: наука и практика. – 2014. – № 3. – С. 89-98.
5. Bangsbo J., Mohr M., Poulsen A., Perez-Gomez J., Krustup P. Training and testing the elite athlete // J Exerc Sci Fit. – 2006. – Vol. 4, N 1. – P. 1-14.
6. Skinner J.S., MacLellan T.H. The transition from aerobic to anaerobic metabolism. // Res. Q. Ex. Sport. – 1980. – Vol. 51, N 1. – P. 234-248. – doi: 10.1080/02701367.1980.10609285.