

8. Jorge M, Hull ML. Analysis of EMG measurements during pedaling. Journal of Biomechanics, 1986;19:683-94.
9. Monogarov VD, Bratkovsky VK. Coordination motions of sportsmen in the period of the compensated fatigue during muscular work of cyclic character. Optimization of management by the process of perfection technical trade of sportsmen higher qualification, Kiev, 1979:36-43.
10. Patterson RP, Pearson JL, Fisher SV. The influence of flywheel weight and pedalling frequency on the biomechanics and physiological responses to bicycle exercise. Ergonomics, 1983;26:659-668.
11. Person RS. Electromyography in researches of man. Moscow, Medicine, 1969.
12. Petrofsky JS. Frequency and amplitude analysis of the EMG during exercise on the bicycle ergometer. European Journal of Applied Physiology & Occupational Pyhsiology, 1979;41:1-15.
13. Theurel J, Crepin M, Foissac M, Temprado JJ. Effects of different pedalling techniques on muscle fatigue and mechanical efficiency during prolonged cycling. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 2011;22:714-721.
14. Ting LH, Kautz SA, Brown DA, Zajac FE. Phase reversal of biomechanical functions and muscle activity in backward pedaling. Journal of Neurophysiology, 1999;81:544-551.

01.03.2017

УДК 797.122.3

ОЦЕНКА СИЛОВОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ ВЕДУЩИХ ГРУПП МЫШЦ ГРЕБЦОВ-КАНОИСТОВ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ

Д. А. Лукашевич, магистр пед. наук,

Белорусский национальный технический университет;

И. Ю. Михута, канд. пед. наук, доцент,

УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»,
Республика Беларусь

Аннотация

В статье изложены проблемы оценки силовой выносливости спортсменов-ребцов. Показана возможность контроля силовой выносливости ведущих групп мышц методом электромиографии при выполнении специальных тестовых заданий на гребных тренажерах. Применение современных мобильных аппаратно-программных средств для диагностики биоэлектрической активности ведущих мышечных групп позволяет объективно и точно оценить уровень развития силовой выносливости спортсменов, специализирующихся в гребном спорте. В результате проведенного исследования выявлена динамика биоэлектрической активности мышц при выполнении соревновательного упражнения в различных тренировочных режимах и при разных степенях утомления.

EVALUATION OF THE STRENGTH ENDURANCE OF THE LEADING GROUPS OF MUSCLE OF CANOEISTS USING ELECTROMYOGRAPHY METHOD

Annotation

The article develop the problems of the evaluation of the strength endurance of rowers. The possibility of controlling the strength endurance of the leading muscle

groups by the method of electromyography during special test tasks on rowing machines is shown. The application of modern mobile hardware and software for the diagnosis of bioelectric activity of leading muscle groups allows to objectively and accurately assess the level of development of strength endurance of the rowing athletes. As a result of the study the dynamics of the bioelectrical activity of muscles was revealed during the performance of a competitive exercise in different training regimes and at different level of fatigue.

Введение

В настоящее время в гребном спорте достижение высоких спортивных результатов невозможно без высокого уровня двигательного-кондиционного потенциала спортсменов, а именно компоненты общей работоспособности и специальной силовой выносливости организма гребца. Силовая выносливость по своей структуре является одним из наиболее сложных для оценки качеств, что обусловлено зависимостью от возможностей нервно-мышечного аппарата, скорости расходования ресурсов внутримышечных источников энергии, от техники владения двигательными действиями и уровня развития других физических качеств. В связи с этим особую важность приобретают исследования, направленные на поиск и разработку новых высокоинформативных методов оценки уровня развития отдельных компонентов выносливости спортсменов в гребном спорте.

Для оценки силовой выносливости важным является знание системообразующих факторов, которые определяют уровень ее развития, а именно: структура мышц; внутримышечная координация; межмышечная координация; иннервация мышц; запас креатинфосфата в мышцах; скорость восстановления запасов креатинфосфата; продуктивность работы систем энергетического обеспечения. Кроме того, силовая выносливость имеет ряд форм в зависимости от характера вовлеченности тех или иных групп мышц в работу при выполнении двигательного задания. Прежде всего, в гребле следует выделить статическую и динамическую силовую выносливость, которая проявляется в комплексе: статическая силовая выносливость необходима для удержания весла и сохранения рабочей позы, динамическая силовая выносливость – для выполнения на дистанции большего числа гребков без снижения вкладываемых в них усилий [1].

Объективная оценка эффективности планирования учебно-тренировочного процесса в гребле осуществляется посредством комплексного контроля с применением тестовых заданий и аппаратно-программных средств, которые позволяют выполнять мониторинг ведущих показателей резервных возможностей спортсменов. На основе постоянного мониторинга важнейших компонентов силовой выносливости возможно выявить и оценить лимитирующие факторы сильных и слабых сторон подготовленности спортсмена. В этой связи без специальных метрологически обоснованных методов исследования невозможно получить объективную информацию об уровне развития составляющих компонентов силовой выносливости [2–5]. Важным условием объективности в оценке силовой выносливости спортсменов высокого уровня является соответствие структуры тестового задания особенностям структуры основного соревновательного упражнения [6].

Несмотря на ряд исследований, проводимых специалистами, занимающимися проблемами оценки силовой выносливости, в практике педагогического и медико-биологического контроля отсутствуют наиболее значимые количественные и качественные критерии оценки уровня развития данного физического качества. В этой связи возникает необходимость поиска методики диаг-

ности и разработки количественных критериев оценки силовой выносливости ведущих групп мышц спортсменов в гребном спорте [7].

Проанализировав работы, связанные с оценкой силовой выносливости спортсменов-гребцов, следует отметить, что основными причинами отсутствия достоверных методик и критериев оценки данного качества являются: отсутствие экспериментально обоснованных средств и методов развития силовой выносливости; отсутствие метрологически обоснованных тестов, отвечающих требованиям добротности (надежности, информативности и объективности) [1, 8].

Одним из путей к решению проблемы получения надежных и объективных результатов тестирования с минимальными погрешностями являются современные технологии диагностики, основанные на применении мобильных аппаратно-программных средств. Однако в связи со спецификой гребного спорта (соревновательная и тренировочная деятельность осуществляется на стыке воздушной и водной сред) возникает проблема, обусловленная сложностью сбора информации при выполнении двигательных заданий непосредственно на воде. Дополнительное исследовательское оборудование, размещенное в лодке, оказывает заметное влияние на биомеханические характеристики движения лодки, что приводит к регистрации недостаточно объективных и даже ошибочных данных. Датчики и приборы, с помощью которых возможно в настоящее время оценивать уровень развития силовой выносливости, требуют гидроизоляции, что, в свою очередь, сказывается на их точности. Поэтому поиск методов оценки силовой выносливости является одним из основных резервов совершенствования системы спортивной подготовки гребцов, что тем самым позволит создать необходимые условия для рационального управления тренировочным процессом.

Актуальность исследований в данном направлении обусловлена высоким ростом конкуренции в гребном спорте, что требует поиска современных средств и методов учебно-тренировочного процесса как системообразующего фактора наивысших спортивных достижений. Практическая значимость данной работы заключается в том, что полученные результаты могут использоваться для совершенствования методики развития силовой выносливости спортсменов в гребном спорте, основанной на целенаправленном включении ведущих групп мышц, а также для разработки модельных параметров межмышечной активности при выполнении соревновательных упражнений.

Цель исследования: разработать методику оценки ведущих групп мышц гребцов-каноистов с применением мобильных аппаратно-программных средств.

Объект исследования: учебно-тренировочный процесс гребцов-каноистов.

Предмет исследования: уровень силовой выносливости ведущих групп мышц гребцов-каноистов при выполнении основного соревновательного упражнения.

Методы и организация исследования

В рамках исследования применялись следующие методы: анализ и обобщение научно-методической литературы, экспериментально-эмпирические методы, методы математической статистики.

Исследование проводилось в г. Бресте в рамках учебно-тренировочного сбора национальной команды Республики Беларусь по гребле на каноэ в подготовительном периоде.

Результаты исследования и их обсуждение

Для оценки силовой выносливости ведущих групп мышц были разработаны три тестовых задания на специальных гребных тренажерах различной силовой направленности, соответствующих структуре выполнения основного сорев-

новательного упражнения и позволяющих воспроизводить пространственную и силовую структуру гребка.

Для каждого тренажера регламентированы требования проведения исследования, которые одинаковы для однородной группы испытуемых: продолжительность выполнения задания, темп выполнения (для тренажеров № 1 и № 2), величина отягощения (для тренажеров № 1 и № 2), высота угла наклона опорной поверхности (для тренажера № 3).

Продолжительность выполнения тестового задания на каждом тренажере составляла одну минуту. Величина темпа для тренажера № 1 составляла 55 гребков в минуту, а для тренажера № 2 – 65 гребков в минуту, что соответствовало соревновательному темпу движений в реальных условиях гребли. При выборе данных темповых режимов нами было установлено, что условия выполнения упражнений на тренажерах должны в максимальной степени быть приближены к условиям выполнения реального соревновательного упражнения, в процессе которого проявляется силовая выносливость спортсменов. На тренажере № 3 выполнялась работа статодинамического характера, что предполагало работу с максимальной амплитудой движений и максимальной мощностью проталкивания подвижного механизма по опоре.

Для оценки силовой выносливости ведущих групп мышц использовался аппаратно-программный комплекс регистрации электрической активности мышц Delsys Tringo. В рамках данного метода на спортсмене крепились беспроводные датчики регистрации суммарной биоэлектрической активности мышц, далее осуществлялась имитация основного соревновательного движения на специальных гребных тренажерах. В качестве ведущих групп мышц, участвующих при выполнении главного соревновательного упражнения, были выделены следующие: двуглавая мышца плеча, трехглавая мышца плеча, дельтовидная мышца, прямая мышца живота, прямая мышца бедра, поясничная фасция спины, двуглавая мышца бедра, широчайшая мышца спины и мышца предплечья. Выбор ведущих групп мышц обусловлен теоретическим, эмпирическим и экспертным анализом.

При обработке экспериментальных данных для оценки протекания процессов утомления были выделены три цикла в каждом тестовом задании (в начале, в середине и в конце выполнения теста). Каждый цикл соответствовал одному полному выполнению имитируемого гребка на тренажере. Количественные значения показателей, характеризующих среднюю амплитуду и среднюю частоту потенциалов электромиограммы, представлены в таблице 1.

Представленные в таблице значения средней амплитуды и средней частоты прежде всего определялись количеством возбужденных двигательных единиц, а также степенью синхронизации развивающихся в каждой из них колебаний потенциала. Как отмечается в ряде исследований, амплитуда электромиограммы нарастает градуально, сначала активируются двигательные единицы, обладающие наибольшей возбудимостью, а затем начинают активироваться другие двигательные единицы [9]. Это справедливо и для нашего случая, что подтверждается средними значениями амплитудно-частотных характеристик всех исследуемых групп мышц (от цикла к циклу отмечается увеличение показателей средней амплитуды и уменьшение показателей средней частоты).

Таблица 1 – Экспериментальные данные электромиографического анализа по средней амплитуде и частоте биоэлектрических потенциалов мышц

Мышцы	1-й ТРЕНАЖЕР			2-й ТРЕНАЖЕР			3-й ТРЕНАЖЕР		
	ЭМГ			ЭМГ			ЭМГ		
	1 Ц	2Ц	3Ц	1 Ц	2Ц	3Ц	1 Ц	2Ц	3Ц
	АМПЛИТУДА			АМПЛИТУДА			АМПЛИТУДА		
R BICEPS BRACHII	50,07	79,56	106,45	56,09	80,62	89,66	36,15	36,10	38,14
L BICEPS BRACHII	72,13	83,54	88,82	82,29	94,10	93,09	49,39	39,57	49,86
R RECTUS ABDOMINIS	18,52	21,24	22,66	23,88	26,60	30,01	20,24	19,99	21,54
L RECTUS ABDOMINIS	19,50	22,01	20,22	24,99	22,09	26,20	16,19	15,42	17,78
R DELTOID	49,24	43,16	48,14	36,16	27,17	30,37	18,31	23,33	24,54
L DELTOID	39,55	45,15	35,04	42,69	36,13	34,48	32,81	32,71	31,90
R RECTUS FEMORIS	12,53	15,23	14,28	11,79	12,68	12,08	10,96	10,97	11,12
L RECTUS FEMORIS	21,21	28,09	25,67	21,64	23,37	27,14	19,21	19,46	21,52
R TRICEPS BRACHII	108,80	88,63	101,70	106,16	111,63	111,17	85,10	107,27	100,52
L TRICEPS BRACHII	71,40	63,76	71,69	87,34	84,02	72,43	87,53	96,45	80,02
L THORACOLUMBAR FASCIA	24,94	34,77	38,03	24,93	31,42	70,82	38,54	50,11	83,71
R THORACOLUMBAR FASCIA	106,82	159,33	178,05	122,55	220,28	397,04	698,93	756,92	679,50
R BICEPS FEMORIS	25,55	29,05	27,54	22,82	23,18	21,41	18,14	18,01	23,52
R LATISSIMUS DORSI	58,11	79,37	63,04	60,53	56,31	78,99	59,35	81,07	42,79
L BRACHIORADIALIS	148,70	149,49	126,13	78,03	77,10	60,04	73,66	75,76	76,80
R BRACHIORADIALIS	61,48	85,14	90,95	85,52	94,49	99,12	59,66	62,58	93,34
Среднее значение	55,53	64,22	66,15	55,46	63,83	78,38	82,76	90,36	87,29
	ЧАСТОТА			ЧАСТОТА			ЧАСТОТА		
R BICEPS BRACHII	52,24	39,85	50,05	52,44	56,40	49,68	39,10	32,02	42,06
L BICEPS BRACHII	51,74	61,61	51,59	55,97	48,43	48,29	41,10	32,06	35,90
R RECTUS ABDOMINIS	13,21	12,54	15,81	18,23	19,74	19,53	14,20	16,27	17,45
L RECTUS ABDOMINIS	17,68	19,02	19,78	27,08	23,49	24,00	15,59	29,78	21,29
R DELTOID	72,37	59,41	57,11	63,62	50,69	53,68	28,86	42,53	36,76
L DELTOID	41,13	58,39	31,05	46,05	33,60	25,03	17,00	12,88	15,51
R RECTUS FEMORIS	6,55	11,59	11,73	4,13	6,94	5,03	3,00	3,00	3,06
L RECTUS FEMORIS	6,58	11,37	11,51	5,56	7,66	8,94	3,84	4,57	6,35
R TRICEPS BRACHII	77,74	63,66	57,43	73,77	68,26	66,79	71,90	85,24	75,53
L TRICEPS BRACHII	55,82	63,80	49,16	64,79	59,09	53,41	57,61	57,51	56,47
L THORACOLUMBAR FASCIA	55,13	51,37	40,35	47,05	31,26	26,68	39,04	32,24	35,67
R THORACOLUMBAR FASCIA	27,50	65,22	26,57	21,28	20,26	37,41	22,53	72,90	26,61
R BICEPS FEMORIS	42,74	34,54	28,41	40,28	34,09	26,50	19,96	23,37	29,61
R LATISSIMUS DORSI	68,61	48,59	57,92	73,26	58,23	52,97	61,51	55,88	72,33
L BRACHIORADIALIS	45,11	41,22	39,65	50,62	41,80	45,65	54,86	55,71	67,49
R BRACHIORADIALIS	53,00	49,63	55,05	67,18	68,77	64,24	38,24	42,59	52,71
Среднее значение	42,95	43,24	37,70	44,46	39,29	37,99	33,02	37,41	37,17

При субмаксимальных (моделирование условий выполнения соревновательного упражнения на тренажере № 1 с темпом 55 гребков в минуту) и максимальных усилиях (моделирование условий выполнения соревновательного упражнения на тренажере № 2 с темпом 65 гребков в минуту) отмечается увели-

чение потенциалов действия амплитуды с уменьшением частоты, что свидетельствует о нарастающем утомлении. Чем более явными выглядят процессы изменения количественных показателей амплитуды и частоты биоэлектрических потенциалов мышц, тем активнее протекает процесс утомления в организме спортсмена. При выполнении тестового задания на тренажере № 3 данные закономерности выявлены не были, что может быть связано со статодинамическим характером работы на тренажере. Кроме того, темп выполнения на данном тренажере был невысок (по условиям методики тестирования задание необходимо было выполнять с максимальной амплитудой и мощностью), что позволяло спортсменам выполнять задание с большей концентрацией и корректировать свои действия в ходе выполнения по собственным ощущениям.

Для визуальной оценки динамики средней амплитуды и частоты биоэлектрических потенциалов мышц с ростом утомления от цикла к циклу на примере выполнения тестового задания на тренажере № 1 построены графики, представленные на рисунках 1 и 2.

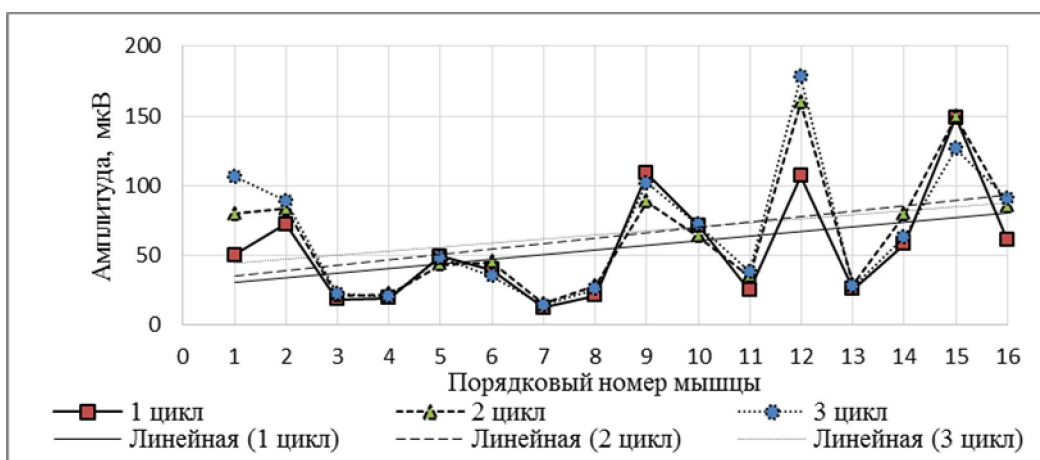


Рисунок 1 – График динамики амплитуды биоэлектрических потенциалов мышц от цикла к циклу для тренажера № 1

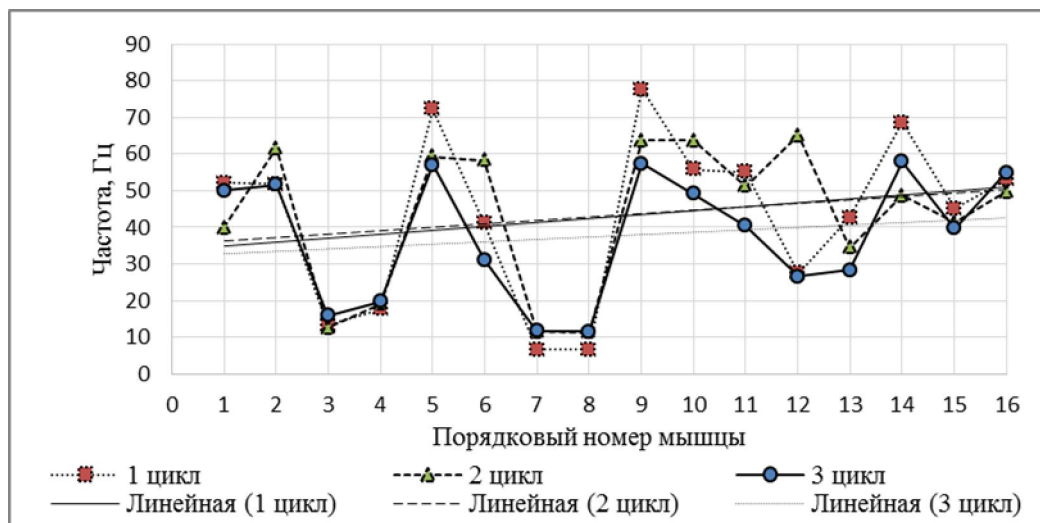


Рисунок 2 – График динамики частоты биоэлектрических потенциалов мышц от цикла к циклу для тренажера № 1

На каждом графике представлены три кривые, каждая из которых отражает значения средней амплитуды (для рисунка 1) и средней частоты (для рисунка 2) биоэлектрических потенциалов мышц от цикла к циклу. Для каждой кривой построена линия тренда, отражающая работу всех мышц в определенном цикле. Из графиков видно, что от цикла к циклу линия тренда средней амплитуды имеет тенденцию к увеличению, а линия тренда средней частоты – к уменьшению. Пересечение прямых линий тренда на рисунке 1 свидетельствует о перераспределении усилий с одних групп мышц на другие, что было вызвано процессами утомления в организме спортсмена (неспособность одними группами мышц поддерживать условия выполнения задания компенсируется более активным включением в работу других групп мышц).

Таким образом, предложенная методика оценки силовой выносливости ведущих групп мышц позволила на практике подтвердить закономерности изменения амплитудно-частотных характеристик электромиограммы с ростом утомления в условиях выполнения специальных тестовых заданий, позволяющих имитировать главное соревновательное упражнение в гребле на каноэ. В эксперименте были разработаны и обоснованы достоверные и объективные критерии оценки силовой выносливости гребцов-каноистов.

Выводы

Постоянный поиск современных средств и методов совершенствования силовой выносливости гребцов-каноистов на разных этапах подготовки является системообразующим фактором в повышении спортивных результатов. Оценка силовой выносливости в гребле затруднена из-за отсутствия объективной информации о степени включения ведущих мышечных групп в работу и снижении их работоспособности на всех стадиях утомления. Применение современных технологий электромиографической диагностики, основанных на использовании мобильных аппаратно-программных средств, позволяет объективно оценить уровень развития отдельных компонентов силовой выносливости гребцов.

Для решения проблемы получения достоверной, точной, количественной информации об уровне силовой выносливости ведущих групп мышц разработана и апробирована методика, основанная на применении метода оценки биоэлектрической активности мышц в условиях выполнения соревновательного упражнения на специальных гребных тренажерах. Выявлена динамика основных показателей биоэлектрических потенциалов мышц при различных режимах работы и в зависимости от степени утомления. Оперативный контроль и информативная оценка силовой выносливости позволяет осуществлять эффективную коррекцию учебно-тренировочного процесса на разных этапах подготовки спортсменов.

Список использованных источников

1. Холодов, Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта: учеб. пособие для студ. высших учеб. заведений / Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов. – М.: Академия, 2000. – 480 с.
2. Зациорский, В.М. Физические качества спортсмена (Основы теории и методики физического воспитания) / В.М. Зациорский. – М.: Физкультура и спорт, 1970. – 200 с.
3. Зимкин, Н.В. Об общей физиологической характеристике и способах определения выносливости у спортсменов // Физиологическая характеристика и методы определения выносливости в спорте / Н.В. Зимкин. – М., 1972. – С. 6–19.

4. Уткин, В.Л. Энергетическое обеспечение и оптимальные режимы циклической мышечной работы: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / В.Л. Уткин. – М., 1985. – 46 с.

5. Shephard, R.J. Physical activity and aging. – London: Croom Helm lim., 1978.

6. Дьяченко, А.Ю. Специализированная оценка работоспособности, как основополагающий фактор формирования специальной выносливости гребцов-академистов высокого класса / А.Ю. Дьяченко, А.С. Федотов // Физическое воспитание студентов. – № 3. – 2009 – С. 8–18.

7. Полевщиков, М.М. Количественная оценка уровня развития физической выносливости / М.М. Полевщиков и др. // Вестник ЮУрГУ. – 2010. – № 6 – С. 119–122.

8. Дункан Мак-Дуггал, Дж. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса / Под ред. Дж. Дункана Мак-Дуггала. – К.: Олимпийская литература, 1997. – 504 с.

9. Александров, Ю.И. Основы психофизиологии: Учебник / Ю.И. Александров. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 349 с.

13.04.2017

УДК 796.922.093.642

СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СПОРТСМЕНОВ В БИАТЛОНЕ

И. Л. Рыбина, д-р биол. наук,

А. А. Цибульский, заслуженный тренер Республики Беларусь,

Р. П. Синиченко, О. В. Назарова, Л. В. Калининчик,

Общественное объединение «Белорусская федерация биатлона»

Аннотация

В статье представлены основные положения концепции подготовки конкурентоспособного резерва в биатлоне. Целью программы является разработка и внедрение в практику работы научно обоснованной программы оценки перспективности и сопровождения подготовки спортивного резерва. В концептуальном плане инновационная программа представляет собой неразрывное единство необходимых составляющих научно обоснованного подхода к подготовке спортивного резерва в биатлоне – программы отбора и определения перспективности и программы сопровождения подготовки отобранных детей. В основу программы отбора положены научные предпосылки определения фактора одаренности как комбинации двух основных компонентов: предрасположенности к определенной спортивной деятельности и тренируемости при использовании соответствующих спортивных нагрузок. Методология реализации программы отбора и определения перспективности спортсменов в биатлоне является многоуровневой научной задачей, которая состоит из трех последовательно решаемых этапов. Эффективность каждого последовательного этапа неразрывно связана с эффективностью предыдущего этапа и в научном плане требует использования комплекса тестов, обладающих высокой информативностью и прогностической ценностью для успешности в биатлоне.