

УДК 796.015.686

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В ДИАГНОСТИКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Н.Н. Иванчикова¹, А.И. Нехвядович², А.Н. Будко³

^{1,2,3}Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта», Минск, Республика Беларусь

Для связи с авторами: ivanchic_nat@mail.ru, nai.sport@mail.ru, Nastya.Budko@mail.ru

Аннотация:

В результате наших исследований было выявлено, что высококвалифицированные гребцы-академисты реализуют неодинаковые по объему и интенсивности тренировочные программы. Также были определены ведущие факторы функциональной подготовленности спортсменов с целью направленной коррекции тренировочного процесса по величине нагрузок, наращивая функциональные возможности в слабых звеньях.

Ключевые слова: функциональное состояние, академическая гребля, зоны энергообеспечения.

INTEGRATED APPROACH TO DIAGNOSTICS FUNCTIONAL STATES HIGHLY SKILLED ATHLETES

N.N. Ivanchikova¹, A.I. Nehvyadovich², A.N. Budko³

^{1,2,3}State Institution «Republican research and practical sport center», Minsk, Belarus

Abstract:

It was shown in our study that highly trained rowers actualized training schedules not equal in volume and extent. The leading factors of functional preparedness were also detected to correct training process in load to improve performance in weakest links.

Key words: functional state, rowing, power supply zones.

ВВЕДЕНИЕ

Основной проблемой в планировании учебно-тренировочного процесса является объективная оценка состояния спортсмена в ответ на задаваемую тренировочную нагрузку [1]. При подготовке спортсменов международного уровня мастерства следует ориентироваться на средства и методы, формирующие положительные адаптационные реакции в деятельности различных функциональных систем. Определение интенсивности тренировочных нагрузок, соответствующих уровню функциональной подготовленности спортсмена на данном этапе, является главным условием для формирования благоприятных адаптационных реакций в организме. Значительное превышение интенсивности и объема тренировочных нагрузок приводит к срыву адаптации организма спортсменов, снижению скорости восстановления и развитию утомления [2].

Организм спортсмена высокой квалификации является сложной системой, поэтому при его изучении необходимо определять главные показатели, характеризующие суть изучаемого явления. Объединение близких признаков в группы дает возможность использовать их в качестве маркеров тренированности и позволяет оценивать динамику функционального состояния спортсменов в процессе подготовки к ответственным соревнованиям. Решить поставленную задачу возможно при использовании факторного анализа, позволяющего определить взаимосвязи между переменными (классифицировать их) путем сокращения их числа. При анализе в один фактор объединяются сильно коррелирующие между собой переменные, как следствие, происходит перераспределение дисперсии между компонентами и получается максимально простая и наглядная структура факторов [3].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

1. Определить соотношение нагрузок в различных зонах энергообеспечения гребцов-академистов высокой квалификации на подготовительном и соревновательном этапах подготовки.
2. Классифицировать показатели, характеризующие функциональное состояние спортсменов в зависимости от соотношения тренировочных нагрузок различной интенсивности на этапах подготовки.

ОГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании принимали участие 18 гребцов-академистов международного уровня мастерства (МСМК) в возрасте от 23 до 33 лет на подготовительном и соревновательном этапах подготовки.

Показатели центральной гемодинамики определялись с помощью компьютерной методики "Импекард-М" методом тетраполярной реографии. Содержание тестостерона и кортизола определяли в сыворотке крови иммуноферментным методом, измерения проводили на иммуноферментном анализаторе "SUNRISE" (Франция); содержание лактата – энзиматическим колориметрическим методом; мочевины – кинетическим методом стандартными наборами ЗАО "Диакон ДС" (Россия) с использованием полуавтоматического спектрофотометра "Солар" (Беларусь). Гематологические показатели крови спортсменов определяли на автоматическом анализаторе "Немо_Control" (Польша). Антропометрические измерения проводили по общепринятой в спортивной антропологии методике [4].

Идентификацию факторов проводили методом главных компонент с вращением "Нормализованный варимакс".

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как видно из данных, представленных в таблице 1, гребцы-академисты высокой квалификации реализовывали неодинаковые по объему и интенсивности тренировочные нагрузки на различных этапах подготовки, что позволило разделить их на две группы.

Гребцы первой группы основной объем тренировочной работы на подготовительном этапе выполняли за счет нагрузок второй зоны энергообеспечения (уровень порога анаэробного обмена, развивающая аэробная нагрузка). На соревновательном этапе подготовки отмечалось увеличение объемов работы в первой зоне энергообеспечения (порог аэробного обмена) на 38,33 % и снижение объемов работы во второй зоне – на 25,05 %. Увеличились объемы тренировочных нагрузок в третьей зоне энергообеспечения на 12,20 %, в четвертой – в 6,10 раза, пятой – в 2,56 раза.

У спортсменов второй группы на соревновательном этапе подготовки отмечалось увеличение объемов тренировочных нагрузок в четвертой зоне энергообеспечения (развивающая гликолитическая) на 13,73 %. Объемы работы в других зонах энергообеспечения практически не менялись.

В связи с тем, что функциональные изменения в организме спортсменов обусловлены объемом и интенсивностью выполняемых нагрузок, а структура тренировочного процесса отличалась у спортсменов первой и второй групп, факторный анализ проводился в каждой группе отдельно. Были выбраны следующие четырнадцать показателей, характеризующих функциональное состояние спортсменов: концентрация кортизола и тестостерона в сыворотке крови, концентрация гемоглобина и уровень гематокрита крови, содержание моче-

Таблица 1 – Объемы тренировочных нагрузок гребцов-академистов на различных этапах подготовки (%)

Зона интенсивности	Первая группа			Вторая группа		
	I	II	D	I	II	D
Первая (лактат до 2,00 ммоль/л)	35,59	49,2	+ 38,33	58,71	57,09	– 2,76
Вторая (лактат 4,00 ммоль/л)	62,31	46,7	– 25,05	30,17	31,38	+ 4,01
Третья (лактат 6,00–8,00 ммоль/л)	1,64	1,84	+ 12,20	7,36	7,35	– 0,14
Четвертая (лактат более 8,00 ммоль/л)	0,30	1,83	в 6,10 раз	2,84	3,23	+13,73
Пятая	0,16	0,41	в 2,56 раз	0,92	0,95	+ 3,26

Примечания: I – подготовительный этап, II – соревновательный этап, D

Таблица 2 – Значение процента общей дисперсии факторов функционального состояния высококвалифицированных гребцов-академистов

Процент от общей дисперсии			
Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
Первая группа			
30,6	19,3	14,4	12,6
Вторая группа			
25,7	20,0	17,9	11,7

Таблица 3 – Матрица факторных нагрузок функционального состояния гребцов-академистов высокой квалификации

Показатель	Фактор 1		Фактор 2		Фактор 3		Фактор 4	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Гематокрит	-0,30	-0,15	-0,43	0,83	-0,07	0,07	-0,63	0,01
Гемоглобин	-0,27	-0,23	-0,47	0,66	0,01	0,19	-0,70	-0,36
Мочевина	0,51	0,61	0,36	-0,20	-0,65	-0,54	0,15	0,12
Кортизол	0,26	0,43	-0,01	0,70	0,31	-0,34	-0,70	-0,10
Тестостерон	0,42	-0,76	0,75	0,24	0,05	0,15	-0,27	0,26
Масса тела	0,24	-0,04	-0,33	0,77	0,20	0,18	0,74	0,40
Мышечная масса тела	0,59	0,44	-0,04	0,03	-0,62	0,63	0,43	-0,02
Жировая масса тела	0,14	-0,09	0,08	0,60	0,66	-0,11	0,04	0,69
Динамометрия левой кисти	-0,06	0,86	0,82	0,21	-0,07	0,17	0,29	0,16
Динамометрия правой кисти	0,24	0,89	0,90	-0,06	0,01	-0,02	0,03	-0,03
Давление систолическое	0,86	-0,04	0,09	-0,11	0,04	-0,86	0,20	0,29
Давление диастолическое	0,85	0,13	-0,01	0,03	-0,08	-0,92	0,01	-0,15
Частота сердечных сокращений	-0,33	-0,09	0,81	0,07	0,01	0,08	0,02	-0,86
Лактат	0,07	0,63	0,01	-0,17	-0,80	0,18	-0,04	0,36

Примечание: жирным шрифтом отмечено значение факторной нагрузки выше 0,70, I – первая группа спортсменов, II – вторая группа спортсменов

вины, масса тела, абсолютные значение жировой и мышечной массы тела, диастолическое и систолическое давление, частота сердечных сокращений в покое, концентрация лактата в сыворотке крови после выполнения контрольного тестирования, динамометрия левой и правой кисти. При этом исключались расчетные показатели для уменьшения информационного шума. В каждой группе спортсменов было выделено по четыре фактора (таблица 2). В первой группе спортсменов генеральный фактор с процентным значением 30,6 % назван «Сосудистым» и выявил высокие нагрузки на показатели систолического и диастолического давления крови (таблица 3). Одной из главных функций кровообращения является доставка питательных веществ, кислорода, физиологически активных веществ, в том числе гормонов, воды, солей, а также выведение из тканей углекислоты и других продуктов обмена веществ в них, то есть поддержание гомеостаза [5].

Второй фактор назван «Силовым» с процентным значением 19,3 % и включал показатели динамометрии левой и правой кисти, содержание тестостерона в сыворотке крови и частоту сердечных сокращений в покое. Показана

взаимосвязь между динамикой силовых показателей спортсменов в контрольных испытаниях и временем прохождения соревновательной дистанции высококвалифицированных спортсменов [6,7]. Необходимо отметить, что адаптация при тренировках на скорость и силу протекает по схожим механизмам: повышается АТФ-азная активность мышц, совершенствуется креатинфосфатный ресинтез АТФ, увеличивается содержание сократительных белков [8]. Третий фактор с процентным значением 14,4 % состоял из показателя концентрации лактата в сыворотке крови и определен как «Энергетический». Отрицательное значение факторной нагрузки данного показателя рассматривается как положительная адаптационная перестройка, поскольку снижение концентрации лактата в сыворотке крови при выполнении той же работы свидетельствует об увеличении экономичности выполняемой работы [9]. Четвертый фактор с процентным значением 12,6 % назван «Антропометрическим» и включал значения массы тела спортсменов. Данный показатель суммарно выражает уровень развития костно-мышечного аппарата, подкожно-жирового слоя и внутренних органов [8]. Однако компонентный состав массы

тела спортсмена дает более точную информацию о резервных возможностях, чем размеры и масса тела [4].

У спортсменов второй группы в состав генерального фактора вошли показатели динамометрии правой и левой кисти, значения тестостерона в сыворотке крови. Назван данный фактор «Силовым» (25,7 %). Концентрация тестостерона в сыворотке крови косвенно характеризует силовые возможности спортсменов [10]. Второй фактор назван «Гематологическим» с процентным значением 20,0 % и включал показатели гематокрита крови и массы тела. Адаптация к нагрузкам субмаксимальной мощности, характерной для соревновательной деятельности в академической гребле, происходит за счет оптимизации функционирования сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Значительную роль в работе первой играет гематокрит крови. Снижение данного показателя на соревновательном этапе подготовки облегчает передвижение крови по сосудам и создает основу для повышения работоспособности спортсменов [11]. Третий фактор (17,9 %) состоял из показателей систолического и диастолического давления и определен как «Сосудистый». Четвертый фактор (11,7 %) назван «Функциональным» и включал значения частоты сердечных сокращений в покое. Данный показатель вошел в факторную структуру с отрицательным коэффициентом нагрузки. Снижение частоты сердечных сокращений в покое является признаком физиологической адаптации организма к нагрузкам на выносливость [12], а также степень брадикардии покоя положительно коррелирует с МПК и спортивным результатом [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Базулько, А.С. Биохимические основы спортивной мышечной деятельности / А.С. Базулько. — Минск, 1997.— 84 с.
2. Верхошанский, Ю.В. Программирование и организация тренировочного процесса / Ю.В. Верхошанский. — М.: Физкультура и спорт, 1985.— 175 с.
3. Дубковский, А.С. Силовая подготовленность как один из факторов, определяющих результативность высококвалифицированных байдарочниц в соревнованиях / А.С. Дубковский, С.Е. Жуков // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь : сборник научных трудов / Научно-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Выявлены различия в объемах работы в различных зонах энергообеспечения у высококвалифицированных гребцов-академистов. На подготовительном этапе у спортсменов первой группы основной объем работы приходился на вторую зону энергообеспечения. На соревновательном этапе подготовки доля работы в первой зоне энергообеспечения увеличилась на 38,2 %, в четвертой зоне – в 6,0 раз, в пятой – в 2,0 раза. У спортсменов второй группы соотношение объемов работы в различных зонах энергообеспечения на этапах годичной подготовки практически не менялось. Основной объем работы приходился на первую зону энергообеспечения.

2. По результатам факторного анализа определены общие и индивидуальные факторы в структуре функционального состояния двух групп высококвалифицированных гребцов-академистов в зависимости от объемов работы в различных зонах энергообеспечения. К общим отнесены «Сосудистый» и «Силовой» факторы. К индивидуальным факторам функционального состояния в первой группе спортсменов относятся «Энергетический» и «Антропометрический» факторы, ко второй группе – «Гематологический» и «Функциональный» факторы.

Сравнение структуры функциональной подготовленности гребцов-академистов обеих групп с текущими значениями на этапах годичной подготовки дает возможность своевременно диагностировать слабые стороны в функциональной подготовленности спортсменов и оперативно вносить коррективы в тренировочных процесс.

- исследовательский институт физической культуры и спорта Республики Беларусь. — Минск, 2007.— Вып. 6. — С. 46—49.
4. Иссурин, В.Б. Информативность специальной силовой подготовленности гребцов на байдарках и каноэ / В.Б. Иссурин, К.Ю. Шубин, И.В. Шаробайко // Теория и практика физической культуры. — 1993. — № 1. — С. 7—9.
 5. Коган, О.С. Медико-биологические проблемы спортивного отбора профессионалов / О.С. Коган // Теория и практика физической культуры. — 2003. — № 8. — С. 43—46.
 6. Левтов, В.А. Реология крови / В.А. Левтов, С.А. Реги-

- пер, Н.Х. Шадрина.— М.: Медицина, 1982.— 272 с.
7. Мартиросов, Э.Г. Морфологические особенности, здоровье, медицина и спорт / Э.Г. Мартиросов // Спортивная медицина и здоровье.— 2001.— № 2.— С. 30—34.
 8. Михайлов, С.С. Спортивная биохимия / С.С. Михайлов.— М.: Советский спорт, 2006.— 260 с.
 9. Остапенко, Л.А. Анаболические средства в современном силовом спорте / Л.А. Остапенко, М.В. Клестов.— М.: СпортСервис, 2002.— 288 с.
 10. Солодков, А.С. Физиология спорта. Общая. Спортивная. Возрастная / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб.— М.: Олимпия-Пресс, 2005.— 528 с.
 11. Уилмор, Дж.Х. Физиология спорта и двигательной активности / Дж.Х. Уилмор, Д.Л. Костилл.— Киев: Олимпийская литература, 1997.— 504 с.
 12. Факторный анализ как альтернативный метод определения морфологических характеристик / Д. Попович, М. Бранкович, Р. Бубань [и др.] // Теория и практика физической культуры.— 1991.— № 3.— С. 54—57.

BIBLIOGRAPHY

1. Bazulko, A.S. Biochemical basis of athletic muscular activity / A.S. Bazulko.— Minsk, 1997.— 84 p.
2. Dubkovsky, A.S. Force readiness as one of the factors determining the effectiveness of rowers / A.S. Dubkovsky, S.E. Zhukov // Proceedings of the Research Institute of Physical Culture and Sports of Belarus: collection of scientific papers / Research Institute of Physical Culture and Sports of Belarus.— Minsk, 2007.— Vol. 6.— P. 46—49.
3. Factor analysis as an alternative method of determining the morphological characteristics / D. Popovic, M. Brankovic, R. Bubanj [et al.] // Theory and Practice of Physical Culture.— 1991.— № 3.— P. 54—57.
4. Issurin, V.B. Informativeness special force readiness rowers / V.B. Issurin, K.Y. Shubin, I.V. Sharobayko // Theory and Practice of Physical Culture.— 1993.— № 1.— P. 7—9.
5. Kogan, O.S. Medical and biological problems of sports selection of professionals / O.S. Kogan // Theory and Practice of Physical Culture.— 2003.— № 8.— P. 43—46.
6. Lefty, V.A. Rheology of blood / V.A. Lefty, S.A. Regirer, N.H. Shadrina.— M.: Medicine, 1982.— 272 p.
7. Martirosov, E.G. Morphological features, health, medicine and sport / E.G. Martirosov // Sports medicine and health.— 2001.— № 2.— P. 30—34.
8. Mikhailov, S.S. Sport biochemistry / S.S. Mikhailov.— M.: Soviet Sport, 2006.— 260 p.
9. Ostapenko, L.A. Anabolic means in modern power sport / L.A. Ostapenko, M.V. Crossbills.— M.: Sportservice, 2002.— 288 p.
10. Solodkov, A.S. Physiology of sport. General. Sportswear. Age / A.S. Solodkov, E.B. Sologub.— M.: Olympia Press, 2005.— 528 p.
11. Verkhoshansky, U.V. Programming and organization of the training process / U.V. Verkhoshansky.— M.: Physical Culture and Sport, 1985.— 175 p.
12. Wilmore, J.H. Physiology of sport and motor activity / J.H. Wilmore, D.L. Costilla.— Kiev: Olympic Literature, 1997.— 504 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Иванчикова Наталья Николаевна¹ — кандидат биологических наук государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр спорта».

Нехвядович Антонина Ивановна² — кандидат педагогических наук, доцент государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр спорта».

Будко Анастасия Николаевна³ — старший научный сотрудник государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр спорта».