

УДК 797.123.1

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ КОМПОНЕНТОВ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ В АКАДЕМИЧЕСКОЙ ГРЕБЛЕ

С.Н. Павлов¹, А.М. Стромкин¹, А.А. Померанцев², А.А. Шашков³¹ ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», Казань, Россия² ФГБОУ ВО «Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тянь-Шанского», Липецк, Россия³ ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия

Для связи с авторами: 1992alex.s@mail.ru

Аннотация

Цель – выявить наиболее значимые факторы интегральной подготовки для качественного построения тренировочного процесса в академической гребле.

Методы и организация исследования. В ходе исследования были применены следующие методы: анализ протоколов официальных соревнований, анкетирование, тестирование, корреляционный анализ с использованием параметрического показателя по Браве-Пирсону, метод факторного анализа – «Варимакс».

Для анализа специальной физической подготовленности использовался официальный протокол соревнований «Осенние старты» по гребному спорту (гребля-индор), прошедших 5-9 октября 2017 г. на гребном канале «Крылатское». Для оценки общей физической подготовленности были использованы несколько различных протоколов соревнований по ОФП, а также результаты тестирования. Тестирование проходило в период с 10 по 20 октября в г. Задонск Липецкой области. Техническая подготовленность оценивалась двумя экспертами по анализу видеозаписи соревнований. Вычислялась средняя оценка двух экспертов.

Результаты. Качество спортивной подготовки в академической гребле зависит от правильности построения тренировочных программ с пониманием того, насколько важен каждый фактор для успешности соревновательной деятельности. В ходе проведения исследования проанализировано 24 показателя интегральной подготовленности 29 высококвалифицированных спортсменов. В результате было выявлено, что факторы интегральной подготовки развиваются не изолированно, а находятся в различной по тесноте связи друг с другом. Факторный анализ позволил ограничить исследуемое пространство переменных интегральной подготовленности до 5 наиболее значимых факторов, а также интерпретировать каждый из них.

Заключение. В результате исследования были определены 300 коэффициентов, характеризующих взаимосвязь различных сторон интегральной подготовленности. Полученные коэффициенты позволили выявить тесноту связи между различными переменными интегральной подготовленности. Был выявлен ряд коэффициентов, характеризующих высокой теснотой связи (более 0,5) между показателями специальной подготовленности, а также между показателями специальной и общефизической подготовленности.

Ключевые слова: академическая гребля, факторный анализ, интегральная подготовка

FACTOR ANALYSIS OF INTEGRAL TRAINING COMPONENTS IN ROWING

S.N. Pavlov¹, A.M. Stromkin¹, A.A. Pomerancev², A.A. Shashkov³¹ Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, Kazan, Russia² Lipetsk State Pedagogical University named after P.P. Semenov-Tyan-Shansky, Lipetsk, Russia³ Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

Abstract

Purpose - The aim of the article is to identify the essential factors of integral training for the qualitative construction of the training process in rowing.

Methods and organization of research. The research included the following methods: analysis of the protocols of official competitions, questionnaires, testing, correlation analysis with Bravais-Pearson parametric index, "Varimax" method of factor analysis.

For the special physical fitness analysis the authors used the official Protocol of "Autumn starts" rowing competitions (indoor rowing) which was held on 5-9 October 2017 on the "Krylatskoye" rowing channel. Several different protocols of physical fitness competitions and testing results were used to assess the overall physical condition. Testing was carried out on 10 - 20 October in Zadosnk, Lipetsk region. Techniques were assessed by two experts according to the analysis of the video recording of the competition. The average score of two experts was calculated.

Results. The quality of sports training in rowing depends on well-structured training programs with the consideration of each factor for successful competition activities. In the framework of the experiment 24 indicators of integral training of 29 highly qualified athletes were analyzed. As a result, it was revealed that the factors of integral training do not develop separately, but in different correlation with each other. Factor analysis made it possible to limit the investigated space of integral training variables up to 5 most significant factors, and also to interpret each of them.

Conclusion. The survey resulted in determination of 300 coefficients characterizing the interconnection between the various aspects of integral training. The obtained coefficients made it possible to reveal the close cohesion between different variables of integral training. The authors managed to identify a number of coefficients characterized by a high cohesion (over 0.5) between the indicators of special training, as well as between the indicators of special and general physical fitness.

Keywords: rowing, factor analysis, integral training.

ВВЕДЕНИЕ

В академической гребле успех соревновательной деятельности обусловлен многими факторами: морфофункциональными показателями спортсменов, уровнем развития различных функциональных систем, психологическими особенностями спортсмена, слаженностью командной гребли, а также эффективностью техники гребли [3, 4, 9, 11]. Интегральная подготовка гребца-академиста – сложный многофакторный процесс, где качество подготовки зависит не только от принципа построения тренировочных программ, но и от учета значимости каждого фактора в обеспечении соревновательного результата. Большинство факторов не развиваются изолированно, а находятся в тесной связи друг с другом. Понимание степени значимости отдельных факторов в обеспечении соревновательного результата позволяет тренеру более рационально использовать тренировочное время и избирательно определять направленность тренировочных занятий.

Целью исследования стало выявление наиболее значимых факторов интегральной подготовки для качественного построения тренировочного процесса в академической гребле.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для формирования первичного массива данных были исследованы следующие показатели интегральной подготовленности гребцов-академистов:

1. Специальная физическая подготовленность – важнейшая составляющая интегральной подготовленности. Тестирование специальной физической подготовленности

требует от гребцов вовлеченности в процесс, максимальной мотивации, предельной реализации волевых и физических усилий, что, как правило, реализуется в рамках соревнований. Для исследования были использованы данные официального протокола соревнований «Осенние старты» по гребному спорту (гребля-индор), прошедших 5-9 октября 2017 г. на гребном канале «Крылатское». Протокол соревнований содержал персональные данные гребцов: Ф.И.О., год рождения, звание; а также показатели индивидуальной соревновательной результативности: время прохождения дистанции 2000 м, занятое место, вес спортсмена, коэффициент гребли, мощность гребли, среднюю скорость прохождения дистанции 500 м, занятое место по коэффициенту полезного действия, занятое место в абсолютном первенстве.

В качестве рабочей гипотезы было выдвинуто следующее положение: большинство показателей специальной физической подготовленности находится в тесной связи друг с другом, а остальные имеют функциональную зависимость. Корреляционный анализ в дальнейшем полностью подтвердил это предположение.

2. Для сбора данных по общефизической подготовленности было использовано несколько различных протоколов соревнований по ОФП, а также результаты целенаправленного тестирования. Тестирование спортсменов проходило в период с 10 по 20 октября в г. Задонск Липецкой области.

Выбирая показатели общефизической подготовленности для тестирования, мы руководствовались принципом разносторонности и

наиболее полного охвата показателей интегральной подготовленности.

В первичный массив показателей интегральной подготовленности были включены следующие упражнения: бег 100 м – индикатор развития быстроты; бег 1000 м – индикатор аэробно-анаэробной выносливости; бег 3000 м – индикатор аэробной выносливости; жим штанги лежа с максимальным весом – индикатор абсолютной силы грудных мышц; тяга штанги лежа с максимальным весом – индикатор абсолютной силы мышц спины; приседание со штангой с максимальным весом – индикатор абсолютной силы мышц ног; жим штанги лежа с 80% от максимального веса на количество повторений – индикатор силовой выносливости; прыжок в длину с места – индикатор скоростно-силовых способностей; наклон вперед – индикатор гибкости; сгибание-разгибание рук в упоре лежа и подтягивание на количество повторений – индикаторы относительной силы.

3. Теоретическая подготовленность – неотъемлемая составная часть интегральной подготовленности. Для того чтобы понять, как связана теоретическая подготовленность с другими показателями интегральной подготовленности, было проведено анкетирование. Анкета включала в себя 25 закрытых вопросов по теории и методике спортивной тренировки в академической гребле. Анкетирование проводилось с использованием специализированной программы тестирования. За каждый правильный ответ начислялось 0,5 балла. Диапазон шкалы оценивания составлял от 0 до 12,5 баллов. Полученные таким образом баллы заносились в исходный массив данных интегральной подготовленности в графу «Теоретическая подготовленность».

Помимо анализа таких показателей, как коэффициент гребли и мощность гребли, нами фиксировалось целостное восприятие техничности. Для оценки технической подготовленности были привлечены 2 эксперта (тренеры по академической гребле) со стажем работы не менее 10 лет, имеющие опыт подготовки мастеров спорта. Эксперты выставляли свои оценки каждому из гребцов, анализируя видеозаписи, сделанные во время проведения

соревнований. Экспертная оценка во многом строилась на субъективном восприятии техничности, поэтому для объективизации вычислялась средняя оценка двух экспертов.

Следует отметить, что биомеханические параметры не рассчитывались, а оценка техничности строилась исключительно на визуальном восприятии экспертов. Средние значения экспертных оценок заносились в массив исходных данных в графу «Визуальная техничность».

4. Большинство первичных значений было получено либо в шкале отношений, либо в шкале рангов (место на соревнованиях). Данные, представленные в шкале наименований (звания, Ф.И.О.), также были преобразованы в шкалу рангов. Принимая во внимание положение о нормативе распределения данных, отсутствие показателей в номинальной шкале, мы использовали параметрический показатель по Браве-Пирсону.

5. Факторный анализ как инструмент аналитики все чаще находит свое применение в спорте [1, 2, 5, 6, 7, 8]. Во многом данная тенденция связана с доступностью программных приложений по математической статистике [10].

Ряд признаков массива интегральной подготовленности в некоторой степени дублируют друг друга, а вся полученная информация в целом избыточна. Предполагалось, что за взаимосвязанными друг с другом переменными скрывается влияние некоторых неочевидных переменных или факторов, с помощью которых возможно не только упростить процесс анализа, но и детерминировать переменные интегральной подготовленности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для проведения факторного анализа интегральной подготовки гребцов-академистов был сформирован первичный массив данных, включавший 24 критерия.

Для установления взаимозависимости показателей была рассчитана матрица корреляции, включавшая более 300 коэффициентов, отражающих внутренние взаимосвязи между показателями.

В ходе анализа корреляционной матрицы, помимо очевидных связей, были выявлены следующие факты:

1. Возраст участников соревнований «Осенние старты» по гребному спорту (диапазон от 23 до 39 лет) не имеет высокой тесноты связи с результатами соревнований (-0,32). Вместе с тем возраст имеет значительную корреляцию со спортивными званиями и разрядами: чем младше спортсмен, тем ниже спортивное звание (0,52). Спортивные звания в выборке не имеют корреляции не только с показателями общефизической подготовки, но и с показателями специальной подготовки.
2. Вес спортсмена положительно влияет на показатели абсолютной силы: жима штанги лёжа (0,51), приседания со штангой (0,53), тяги штанги лежа (0,56), и отрицательно сказывается на показателях относительной силы: отжимания (-0,12) и подтягивания (-0,31).
3. Коэффициент гребли, мощность гребли и занятое место являются смежными характеристиками проявления специальной подготовленности гребцов-академистов. Во всех взаимоотношениях этих характеристик наблюдаются коэффициенты корреляции, близкие к единице. Мы предполагали, что за массивом с различными показателями интегральной подготов-

ленности гребцов стоят скрытые факторы, которые могут объяснить совокупность выявленных при тестировании показателей.

Для факторизации корреляционной матрицы был использован метод главных компонент. Он заключался в выборе новой ортогональной системы координат в пространстве наблюдений. В качестве первой главной компоненты было выбрано направление, вдоль которого массив данных имеет наибольший разброс. В нашем случае таким оказался фактор специальной подготовленности.

В последующем выбор главной компоненты происходил так, что разброс данных вдоль нее был максимальным, и так, чтобы исследуемый главный компонент был ортогонален другим главным компонентам, выбранным прежде. В результате было получено несколько главных компонент, каждая следующая из которых несет все меньше информации из исходного набора.

В исследовании был использован метод факторного анализа – «Варимакс», позволивший минимизировать количество переменных, имеющих высокие нагрузки на данный фактор. После расчета факторных нагрузок для каждой переменной интегральной подготовленности были определены объём объясняе-

Главные компоненты	Собственное значение	Вклад в результат	Суммарный вклад
<input checked="" type="checkbox"/> Значение 1	8,002	32,0069 %	32,0069 %
<input checked="" type="checkbox"/> Значение 2	2,945	11,7812 %	43,7881 %
<input checked="" type="checkbox"/> Значение 3	2,610	10,4384 %	54,2265 %
<input checked="" type="checkbox"/> Значение 4	2,100	08,4013 %	62,6278 %
<input checked="" type="checkbox"/> Значение 5	1,796	07,1837 %	69,8116 %
<input type="checkbox"/> Значение 6	1,405	05,6206 %	
<input type="checkbox"/> Значение 7	1,242	04,9695 %	
<input type="checkbox"/> Значение 8	0,873	03,4903 %	
<input type="checkbox"/> Значение 9	0,770	03,0812 %	
<input type="checkbox"/> Значение 10	0,750	03,0009 %	
<input type="checkbox"/> Значение 11	0,617	02,4680 %	
<input type="checkbox"/> Значение 12	0,555	02,2191 %	
<input type="checkbox"/> Значение 13	0,367	01,4682 %	
<input type="checkbox"/> Значение 14	0,323	01,2919 %	
<input type="checkbox"/> Значение 15	0,220	00,8806 %	
<input type="checkbox"/> Значение 16	0,158	00,6312 %	
<input type="checkbox"/> Значение 17	0,107	00,4276 %	

Порог значимости (%)

Рисунок 1 – Суммарный вклад каждого полученного фактора с указанием доли воспроизводимой им дисперсии (интерфейс программы Deductor Academic)

мой дисперсии в процентах, а также суммарный процент дисперсии (рисунок 1).

Из рисунка 1 видно, что существенные имеют только первые 3 фактора, а оставшиеся 4 и 5-й факторы обеспечивают вклад в результат на порядок меньше.

Нагрузкой в факторном анализе принято называть корреляцию между исходными данными и выявленными факторами. Анализируя переменные, а также уровни их нагрузки, мы интерпретировали следующие существенные факторы (рисунок 2):

Фактор № 1 – фактор специализированной подготовленности (максимальная нагрузка с временем прохождения дистанции 2000 м, занятым местом на соревнованиях, мощностью и коэффициентом времени, КПД гребли).

Фактор № 2 – фактор гребного опыта и статуса (звание и год рождения).

Фактор № 3 – фактор силовой и аэробной выносливости (бег 3000 метров и жим штанги лежа, 80% от максимального веса).

Фактор № 4 – фактор роста (рост, прыжок в длину с места).

Фактор № 5 – фактор беговой локомоции (бег 100 м, бег 1000 м).

Первый наиболее значимый фактор вполне объясним. Мощность, коэффициент гребли,

средняя скорость логично взаимосвязаны и определяют успешность соревновательной деятельности.

Фактор силовой и аэробной выносливости выделился в самостоятельное направление. Из таблицы корреляции видно, что время бега на 3000 метров и время прохождения дистанции 2000 метров не имеют корреляции (-0,13). Данные локомоции хоть и задействуют схожие физиологические механизмы обеспечения, но имеют много различий. Например, помимо различной техники выполнения двигательного действия, две локомоции связаны с различными оптимальными антропологическими показателями. Предполагаем, что два принципиальных вида выносливости связывают между собой волевые качества и способность преодолевать физическое утомление. В целом же ни жим штанги с непредельным весом, ни бег на 3000 метров не сказываются существенно на эффективности соревновательной деятельности в академической гребле.

Обращает на себя внимание тот факт, что ни техничность гребли, ни теоретическая подготовка не имеют высокой корреляции с другими показателями и не выделяются в отдельный фактор.

Сокращение 24 переменных интегральной

Переменные	Окончательные факторы (Варимакс метод)				
	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5
ФИО	-0,9455				
Год рождения		0,6118			
Звание		-0,7466			
Время, 2000	-0,9527				
Место по времени	-0,9530				
Вес					
Рост				0,7489	
Козф	0,9389				
W	0,9613				
средняя V500 м.	-0,9525				
Место по КПД	-0,9400				
Абсолютное первенство	-0,9467				
Бег 100 м.					0,6256
Бег 1000 м					-0,7620
Бег 3000 м.			0,7004		
Жим штанги лежа, макс					
Жим штанги с 60%, кол-во			0,7931		
Прыжок в длину с места				0,7698	
Наклон вперед, см					
Тяга лежа, кг					
Приседание со штангой					
Визуальная техничность					
Теоретическая подготовле...					
Отжимания					
Подтягивания					-0,6178

Рисунок 2 – Нагрузка переменных интегральной подготовленности на выявленные факторы (порог отображения > 0,6)

подготовки позволяет упростить анализ интегральной подготовки и лучше понять зависимость. Полученный уменьшенный массив данных из 5 факторов может быть использован в дальнейшем для построения регрессионных моделей интегральной подготовки и прогнозирования спортивного результата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Используя корреляционный анализ, мы определили 300 коэффициентов, характеризующих взаимосвязь различных сторон интегральной подготовленности. Полученные

коэффициенты позволили выявить тесноту связи между различными переменными интегральной подготовленности. Был выявлен целый ряд коэффициентов, характеризующихся высокой теснотой связи (более 0,5) между показателями специальной подготовленности, а также между показателями специальной и общефизической подготовленности.

Факторный анализ позволил структурировать большое количество переменных интегральной подготовленности. Таким образом, 24 переменные были объяснены пятью наиболее значимыми факторами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеева, И. В. Факторная структура специальной физической и технической подготовленности борцов-самбистов разных возрастных групп / И. В. Алексеева, А. Б. Петров // Теория и практика физической культуры. – 2010. – № 6. – С. 69-72.
2. Верхошанский, Ю. В. Основы специальной физической подготовки спортсменов / Ю. В. Верхошанский. – М.: ФиС, 1988. – 331 с.: ил. – (Наука – спорту).
3. Гребной спорт / Под общей ред. И. Ф. Емчука. – М.: ФиС, 1976. – 245 с.: ил.
4. Гребной спорт : учебник для ИФК/ Под ред. А. К. Чупруна. – М.: ФиС, 1987. – 288 с.: ил.
5. Квашук, П. В. Исследование факторов, определяющих спортивный результат высококвалифицированных гребцов на каноэ / П. В. Квашук, Г. Н. Семаева, И. Н. Маслова // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2016. – № 3 (133). – С. 111-115.
6. Квашук, П. В. Факторный анализ биомеханических показателей гребли мужчин-байдарочников / П. В. Квашук, Г. Н. Семаева, И. Н. Маслова // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2015. – № 9 (127). – С. 114-116.

LIST OF REFERENCES

1. Alekseeva, I. V. Factor structure of the special physical and technical fitness of sambo wrestlers of different age groups / I. V. Alekseeva, A. B. Petrov // Theory and practice of physical culture. – 2010. – No. 6. – P. 69-72.
2. Verkhoshansky, Yu. V. Fundamentals of special physical training of athletes / Yu. V. Verkhoshansky. – M.: FIS, 1988. – 331 p.: il. – (Nauka – sportu [Science to sports]).
3. Rowing / Edited by I. F. Emchuk. – M.: FIS, 1976. – 245 p.: il.
4. Rowing : textbook for institutes of physical education, ed. by A. K. Chuprun. – M.: FIS, 1987. – 288 p.: il.
5. Kvashuk, P. V. Study of the factors determining sport result of highly qualified canoe paddlers / P. V. Kvashuk, G. N. Semaeva, I. N. Maslova // Scientific notes of P. F. Lesgaft University. – 2016. – № 3 (133). – P. 111-115.
6. Kvashuk, P. V. Factor analysis of the biomechanical parameters of male kayakers/ P. V. Kvashuk, G. N. Semaeva, I. N. Maslova// Scientific notes of P. F. Lesgaft University. – 2015. – № 9 (127). - P. 114-116.

7. Корольков, А. Н. Оценка общей физической подготовленности с помощью центроидного метода главных компонентов для многих переменных / А. Н. Корольков // Вестник спортивной науки. – 2013. – N 1. – С. 15-19.
8. Кравец, А. Г. Возрастные изменения факторной структуры физических способностей у юных спортсменов / А. Г. Кравец // Теория и практика физ. культуры. – 1983. – № 7. – С. 26-28.
9. Михайлова, Т. В. Гребной спорт / Т. В. Михайлова, А. Ф. Комаров и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 400 с.
10. Самсонова, А. В. Возможности применения факторного анализа для решения задач в области физической культуры и спорта / А. В. Самсонова // Материалы итоговой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава Санкт-Петербургского государственного университета физической культуры имени П. Ф. Лесгафта за 2005 год. – 2006. – С. 21-22
11. Слаутина, И. Н. Факторная структура подготовленности спортсменов различной специализации как основа построения тренировочного процесса в академической гребле : автореф. дис. ... канд. пед. наук / И. Н. Слаутина. – Москва, 2006. – 23 с.

7. Korolkov, A. N. Assessment of general physical fitness with centroid method of core components for many variables / A. N. Korolkov // Bulletin of sport science. – 2013. – N 1. – P. 15-19.
8. Kravets, A. G. Age-related changes in the factor structure of physical abilities in young athletes / A. G. Kravets // Theory and practice of physical culture. – 1983. – No. 7. – P. 26-28.
9. Mikhailova, T. V. Rowing / T. V. Mikhailova, A. F. Komarov, et al. – M.: Publishing center "Akademiya", 2006. – 400 P.
10. Samsonova, A. V. Validity of factor analysis for problems solution in the field of physical culture and sport / A. V. Samsonova // Materials of the final Conference on Science and Practice for faculty members of Lesgaft National State University of Physical Culture, 2005. – 2006. – P. 21-22.
11. Slautina, I. N. The factor fitness structure of female athletes of different profiles as the basis of the training process in rowing : dis. thesis ... cand. ped. sciences / I. N. Slautina. – Moscow, 2006. – 23 p.