



## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

**КРИТЕРИИ И ПРЕДИКТОРЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРЕНИРОВОК СПОРТСМЕНОВ-ПЛОВЦОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГОРЬЯ**

УДК 612.01; 612.06

<sup>1</sup>Амбразжук И.И.: старший врач по спортивной медицине;<sup>2</sup>Яковлев М.Ю.: научный сотрудник.<sup>1</sup>ФГБУЗ «Центр спортивной медицины» ФМБА России, г. Москва, Россия<sup>2</sup>ФГБУ «Российский научный центр медицинской реабилитации и курортологии» МЗ РФ, г. Москва, Россия**CRITERIA AND PREDICTORS OF PERFORMANCE TRAINING OF ATHLETES-SWIMMERS HIGHER QUALIFICATION IN THE CONDITIONS OF MIDDLE MOUNTAINS**

Ambrazhuk II; Jakovlev MJu

**Введение**

После XIX Олимпийских игр в Мехико тренировка в условиях среднегорья прочно вошла в систему подготовки спортсменов различных специализаций. Она проводится в ходе подготовки ко всем крупным стартам (чемпионат России, чемпионат Европы и мира, а также к Олимпийским Играм). Тренировки в условиях среднегорья проводят не только пловцы, но и, тяжелоатлеты, велосипедисты, штангисты, легкоатлеты и борцы.

Считается доказанным, что данные тренировки приводят к повышению уровня функционального состояния и спортивного результата при последующем выступлении в равнинных условиях, если, учебно-тренировочные мероприятия в условиях среднегорья заканчивают за сорок дней до начала соревнований (в циклических видах спорта) [1].

В литературе содержится множество данных об эффективности подготовки спортсменов в горах и положительной динамике уровня функциональных резервов организма в результате тренировочного процесса, проведенного в условиях среднегорья [1]. Регулярное использование среднегорья для повышения спортивного результата у пловцов в России началось с 1970 года. С учетом принятого расписания крупных международных соревнований, как правило, первый выезд в Цахкадзор (Армения) обычно проходит в конце сентября, второй – в феврале, третий – в мае.

В настоящий момент используется схема пребывания в условиях среднегорья в течение 21 дня. Данный вариант характеризуется щадящим режимом тренировки в фазе острой акклиматизации (3–7 дней) и постепенным повышением интенсивности тренировочных нагрузок в следующем периоде (до уровня порога анаэробного обмена). В конце сбора тренировка проходит при нагрузках в зоне максимального потребления кислорода, с постепенным увеличением объема плавания [2].

В системе медицинского обеспечения тренировочного процесса в условиях среднегорья особую роль играет правильность питания. Его общие принципы сводятся к использованию высококалорийных диет, продуктов с хорошей усвояемостью, с повышенным содержанием белков и биоактивных минералов при увеличенном объеме потребляемой жидкости в период после прохождения этапа острой адаптации [3].

В условиях сбора в г. Цахкадзор (Армения) особое внимание уделяется применению напитков, приготовленных на основе питательных смесей (белково-минеральных и углеводосодержащих) которые дополняются использованием БАД, являющихся компактным источником энергии и других важных биологически активных веществ [4].

Также стоит отметить роль используемых в питании спортсменов незаменимых аминокислот лейцин, изолейцин, валин, способствующих улучшению выносливости и ускорению регенерации мышечной ткани, гепатопротекторов и витаминов [5, 6].

В последние годы в восстановительной и спортивной медицине большое внимание уделяется индивидуальному подходу к применению различных медицинских технологий, используемых с целью повышения функциональных возможностей организма при оздоровлении лиц групп риска и медицинской реабилитации [7, 8, 9, 10, 11].

В данной работе, принципы персонализации программ восстановительной медицины использованы с целью повышения эффективности тренировочного процесса подготовки спортсменов-пловцов высшей квалификации в условиях среднегорья.

**Цель исследования**

Изучить критерии и предикторы эффективности тренировок спортсменов-пловцов высшей квалификации в условиях среднегорья.

### Материалы и методы

Настоящее исследование проведено с участием 21 спортсмена-пловца высшей квалификации, в возрасте от 17 до 26 лет, проходивших периодическое обследование во время тренировочного сбора в условиях среднегорья (г. Цахкадзор, Армения, высота 1792 метра над уровнем моря) в феврале месяце на этапе подготовки к чемпионату России и отбору на чемпионат мира.

В течение всего сбора спортсмены принимали различные медикаменты и биологически активные добавки, что являлось базовой программой: Витрум Суперстресс (поливитамин и минералы), ВСАА Amino Vital AJINOMOTO (лейцин, изолейцин, валин), ZMA Optimum Nutrition (цинк, магний, витамин А), Омега – 3 (полиненасыщенные жирные кислоты), Гепабене (гепатопротектор), Sponser Recovery Shake (белковый напиток), Sponser Isotonic (углеводный напиток), Экдистен (препарат корневища левзеи) При необходимости корректировки функционального состояния применялись дополнительно Гептрал (гепатопротектор), Мексидол (антигипоксикант и антиоксидант), Семакс (нейропептидный препарат со свойствами антигипоксиканта и антиоксиданта), Мексикор (антигипоксикант и антиоксидант). Дозировки препаратов были индивидуальными в зависимости от массы тела и интенсивности тренировок.

Обследование проводилось всем спортсменам в начале, середине и конце сбора. Газоанализ выдыхаемого воздуха у каждого спортсмена проводился 2 раза (в конце первой недели и в течение третьей недели). Исследования выполнены с использованием портативного мобильного комплекса MetaMax 3В фирмы CORTEX (Германия). Нагрузочное тестирование с использованием газоанализа проводилось в бассейне на фоне ступенчатого теста с постепенным увеличением скорости плавания на дистанции 200 метров. Отдых между заплывами составлял 45 секунд. Заканчивался тест при достижении респираторного индекса (R-R интервал) равного 1,0 (количество потребляемого кислорода равно количеству выделяемого углекислого газа), т.е. при достижении порога анаэробного обмена (ПАНО). Также определялись биохимические показатели крови и проводился биоимпедансный анализ оценки водных секторов организма (анализ структуры тела, в т.ч. активной клеточной массы, включающая в себя массу мышц, внутренних органов и нервных клеток; параллельно определялся фазовый угол, который отражает уровень общей работоспособности и интенсивности обмена веществ) с помощью «ABC-01 МЕДАСС» с базовой программой оценки состава тела ABC-0362 в начале, середине и конце сбора, преимущественно на

следующий день после теста. Биохимические анализы крови (АСТ, АЛТ, КФК, кортизол, гемоглобин, железо) проводился с использованием фотометра Bio Systems BTS-350 (Испания).

Статистическая обработка данных производилась при помощи пакета прикладных программ SPSS 19. Количественные признаки с распределениями, отличными от нормального закона, описывались медианами (Me) и квартилями (нижним, Q1, и верхним, Q3) в формате Me [Q1; Q3]. Для сравнения связанных групп (анализ динамики) применялся метод Вилкоксона. При решении диагностической задачи по разделению групп с различной степенью эффективности проведения тренировочного процесса в условиях среднегорья использовались корреляционный и дискриминантный анализы.

### Результаты и их обсуждение

Для оценки эффективности медико-биологического обеспечения при тренировке в условиях среднегорья сравнивали уровень глюкозы и кортизола, данные КФК, АСТ и АЛТ, а также потребление кислорода, время проплывания 200 метров в начале и в конце сборов (Таблица 1).

Как видно из таблицы 1, в ходе сбора количественно увеличился фазовый угол, что показывает повышение работоспособности к концу сбора на фоне повышенных физических нагрузок. Уровень глюкозы умеренно увеличился или, как у некоторых пловцов, остался без изменения, что говорит об адекватной реакции показателей углеводного обмена в организме у спортсменов на предъявляемые нагрузки, в т.ч. в период постнагрузочного восстановления. Также отмечается существенной повышение уровня кортизола, которое, в среднем, едва не переходит верхние границы нормы. Данный показатель говорит о значительном, хотя и также адекватном напряжении гормональных механизмов выполнения повышенных физических нагрузок. Увеличение потребления кислорода наряду с улучшением результата проплывания дистанции в зоне ПАНО в конце сбора, свидетельствует об эффективности тренировочного процесса в данных условиях [1].

В целом, динамика вышеуказанных показателей свидетельствует о высокой эффективности медико-биологического обеспечения при тренировке в условиях среднегорья. Кроме этого, при этом доказана эффективность применения индивидуальных программ коррекции функционального состояния спортсменов при данном виде тренировки в условиях естественной гипоксии, которая заключается в поэтапном повышении нагрузок к третьей неделе пребывания в горах и тренировках на уровне ПАНО [12]. В качестве допол-

**Таблица 1.** Динамика показателей у спортсменов в ходе тренировки в условиях среднегорья

Показатели	Тренировка в условиях среднегорья (n=21)	
	В начале	В конце
Фазовый угол (град)	7,23 [6,83;7,65]	7,46 [7,2;7,93]*
Глюкоза (ммоль/л)	4,3 [4,1;4,49]	4,5 [4,39;4,75]*
Кортизол (нмоль/л)	543 [480;517]	733 [661;814]*
Потребление кислорода (л/мин)	3,54 [2,68;3,78]	3,79 [2,94;4,01]*
Время проплывания 200 м (своим ведущим стилем в зоне ПАНО)	144 [138,8;165,3]	137 [135;139]*

**Примечание:** сравнение двух связанных выборок (до и после лечения) проведено по критерию Вилкоксона, \* $p < 0,05$ . Данные представлены в виде медианы (Me) и квартилями (нижним, Q1, и верхним, Q3)

нительных критериев оценки и прогноза эффективности тренировочного процесса в начале и в конце сборов были также исследованы следующие показатели: активная клеточная масса, содержание гемоглобина, активность АЛТ, АСТ, КФК в плазме крови.

В результате выполненных исследований у спортсменов к концу тренировочного цикла в условиях среднегорья отмечено повышение уровня активной клеточной массы, что, вероятно, было связано с увеличением мышечной массы и может свидетельствовать о сбалансированном питании (с учетом применения биологически-активных добавок к пище). Повышение уровня гемоглобина, что прямо пропорционально отражало уровень адаптации организма к физическим нагрузкам в условиях гипоксии [2]. Показатели активности КФК, АСТ, АЛТ находились в пределах нормы, что также свидетельствовало о высокой степени адаптации спортсменов к физическим нагрузкам [13, 14].

Потребление кислорода и время проплывания отрезков длиной 200 метров также имеют положительную динамику при тренировке в условиях среднегорья, а их показатели могут быть использованы как критерии эффективности тренировок при определении предикторов успешности тренировочного процесса и использованных при этом средств коррекции функционального состояния спортсменов. Данное исследование выполнено путем корреляционного анализа, в ходе которого определялась взаимосвязь между данными фонового обследования спортсменов и показателями эффективности тренировок и рассчитывался коэффициент корреляции по Спирмену. В итоге получено, что динамика потребления кислорода к концу тренировочного сбора взаимосвязана с динамикой содержания железа в крови и активной клеточной массы ( $r = -0,542$ ,  $p < 0,01$  и  $r = 0,818$ ,  $p < 0,01$ ).

Благодаря проведенному математическому анализу данных, было доказано, что наиболее информативными

показателями для прогноза эффективности тренировок является следующая совокупность: уровень железа в крови и активная клеточная масса. Соответственно, стало возможным решение диагностической задачи по разделению спортсменов с различной степенью эффективности проведения тренировочного процесса в условиях среднегорья с использованием индивидуальных корректирующих программ.

Для решения диагностической задачи использовался дискриминантный анализ. В начале анализа мы рассчитывали собственное значение дискриминантной функции. В общем случае большие значения указывают на высокую точность подобранной дискриминантной функции. В нашем случае мы получили, что функция подобрана точно, об этом свидетельствуют собственные значения функции, представленные в таблице 3.

Для определения (тестирования) уровня соблюдения общего дискриминантного критерия, то есть условия максимально четкого разграничения групп исследуемых элементов, использовался критерий лямбда Вилкса. В нашем случае статистическая значимость ( $p < 0,01$ ) указывает на существенные различия между средними значениями дискриминантных функций в двух исследуемых группах зависимой переменной.

Для решения диагностической задачи были рассчитаны (см. таблицу 5) и использованы дискриминантные функции F1 и F2, имеющие суммарный вклад в дисперсию анализируемых показателей 100%. При этом дискриминантные функции имеют вид:

$$F1 = 4,910 * Fe + 2,211 * \text{АктКлМасса} - 101,162$$

$$F2 = 5,414 * Fe + 2,494 * \text{АктКлМасса} - 124,961$$

Проведение внутригрупповых ковариаций и корреляций показателей между собой показало, что переменные слабо коррелируют ( $r = -0,310$ ), т.е. каждая из них в отдельности несет свою информацию об эффективности лечения. При классификации результатов получено, что 81,0% значений распределены, верно,

**Таблица 2.** Динамика исследованных показателей у спортсменов-пловцов после тренировок в условиях среднегорья при использовании индивидуальных программ коррекции функционального состояния

Показатели	Тренировка в условиях среднегорья (n=21)	
	В начале	В конце
Активная клеточная масса (кг)	37,1 [26,6:40,3]	38,4 [27,5:40,5]*
Гемоглобин (г/л)	143 [131:159]	151 [147:164,5]*
АЛТ (Ед)	19 [16:30]	27 [23:31]*
АСТ (Ед)	32 [28,5:37,5]	38 [33:40]*
КФК (Ед)	202 [149,5:393]	150 [127:257]*

**Примечание:** сравнение двух связанных выборок (до и после лечения) проведено по критерию Вилкоксона, \* $p < 0,05$ . Данные представлены в виде медианы (Me) и квартилями (нижним, Q1, и верхним, Q3)

**Таблица 3.** Собственные значения дискриминантной функции

Функция	Собственное значение	% объясненной дисперсии	Кумулятивный %	Каноническая корреляция
1	0,601	95,8	95,8	0,613
2	0,027	4,2	100,0	0,161

**Таблица 4.** Лямбда Вилкса

Тест функции	Лямбда Уилкса	Chi - квадрат	df	Значимость
1	0,625	8,456	2	0,015

Таблица 5. Коэффициенты классифицирующей функции

	Функции	
	1,00	2,00
Fe	4,910	5,414
Активная клеточная масса	2,211	2,494
(Константа)	-101,162	-124,961

что еще раз подтверждает возможность использования полученной математической модели в качестве инструмента определения предикторов и показателей эффективности. Полученные результаты дискриминантного анализа, позволяющие решить диагностическую задачу по разделению пациентов с различной степенью эффективности тренировочного процесса.



Рис. 1. Области вероятного распределения координат спортсменов с различной эффективностью тренировочного процесса в условиях среднегорья с медико-биологическим обеспечением.

В дальнейшем полученная диагностическая модель может уточняться по мере накопления базы данных и коррекции базы знаний.

#### Выводы

В настоящее время очевидна необходимость мониторинга оценки эффективности коррекции показателей функционального состояния спортсмена в период проведения учебно-тренировочного мероприятия. Положительная динамика критериев эффективности тренировочного процесса спортсменов – пловцов в условиях среднегорья позволила определить и рассчитать предикторы эффективности использования индивидуальных программ тренировок.

Так в ходе тренировочного процесса наблюдалось увеличение фазового угла, что показывает повышение работоспособности к концу сбора на фоне повышенных физических нагрузок. Повышение уровня гемоглобина, активной клеточной массы, потребления кислорода совместно с улучшением результата проплыwania дистанции в зоне ПАНУ в конце сбора, говорит об эффективности тренировочного процесса, высоком уровне адаптации и правильно сбалансированном питании (с учетом примененных биологически – активных добавок к пище). Существенное повышение уровня кортизола, которое не переходит верхние границы нормы, а также предельно нормальные значения КФК, АСТ, АЛТ свидетельствуют о высокой адаптации спортсменов к нагрузкам.

Проведение корреляционного и дискриминантного анализа, с целью решения диагностической задачи по определению лиц с различной степенью эффективности применения разработанной методики показали, что в качестве предикторов эффективности тренировок и их медико-биологического обеспечения могут быть использованы полученные в ходе исследования дискриминантные функции, отражающие совокупность показателей активной клеточной массы и содержания железа в плазме крови.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Платонова В.Н. Плавание. – Киев Олимпийская литература. – 2000. – 496 с.
2. Спортивная медицина: национальное руководство / под ред. акад. РАН и РАМН С.П. Миронова, проф. Б.А. Поляева, проф. Г.А. Макаровой. – М. ГЭОТАР-Медиа. – 2012. – 1184 с.
3. Макарова Г.А. Спортивная медицина: Учебник. – М.: Советский спорт, 2003. – 480 с.
4. Burke L.M., Cox G.R., Cummings N.K., Desbrow B. Guidelines for daily CHO intake: do athletes achieve them// Sports Medicine. – 2001, №31. – 2001. – P. 267–299.
5. Кулиничков О.С. Фармакологическая помощь спортсмену. Коррекция факторов, лимитирующих спортивный результат. – М.: Советский спорт. – 2007. – 240 с.
6. Кулиничков О.С. Фармакология спорта. – М.: МЕДпресс-информ. – 2007. – 104 с.
7. Бобровникий И.П., Василенко А.М. Принципы персонализации и предсказательности в восстановительной медицине // Вестник восстановительной медицины. – 2013, №1. – С. 3.
8. Яковлев М.Ю., Бобровникий И.П., Лебедева О.Д. Применение диагностического программного модуля мониторинга функциональных резервов организма для оценки эффективности оздоровительно-реабилитационных мероприятий // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2011, №5. – С. 25.
9. Бобровникий И.П., Лебедева О.Д., Яковлев М.Ю. Оценка функциональных резервов организма и выявление лиц групп риска распространенных заболеваний // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2011, №6. – С. 40–43.

10. Яковлев М.Ю., Бобровницкий И.П., Лебедева О.Д.. Применение диагностического программного модуля мониторинга функциональных резервов организма для оценки эффективности оздоровительно-реабилитационных мероприятий. // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2012. – №2. С. – 23–27.
11. Бобровницкий И.П., Лебедева О.Д. Яковлев М.Ю. Применение диагностического программного комплекса оценки функциональных резервов для анализа эффективности лечения.// Журнал «Вестник восстановительной медицины». – №6. – с. 7–9.
12. Суслов Ф.П., Гипперейтер Е.Б. Подготовка спортсмена в горных условиях. – М.: Терра-Спорт Олимпия PRESS. – 2000. – 175 с.
13. Halson SL, Jeukendrup A.E. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research.// Sports Med. – 2004, №34 (14). – P. 967–981.
14. Meeusen, R., Duclos, M., Gleeson, M., Rietjens, G., Steinacker, j., Urthausen, A. Prevention, diagnosis and the treatment of the Overtraining Syndrome.// European Journal of Sport Science 6. – 2006. – P. 1–14.

---

---

## РЕЗЮМЕ

Оценка показателей функционального состояния спортсменов-пловцов, подтверждает целесообразность медико-биологического обеспечения в тренировочном процессе и позволяет определить предикторы эффективности представленной методики. Индивидуальный подход, а также своевременная коррекция индивидуальных программ медико-биологического обеспечения, напрямую взаимосвязаны с показателями функционального состояния организма спортсмена, что наиболее важно в период тренировок в условиях среднегорья. В результате учебно-тренировочного сбора отмечалось увеличение показателей АСТ, АЛТ, КФК в пределах нормы, а также повышение уровня кортизола, что говорит об адекватном напряжении систем организма в ответ на представленные нагрузки в совокупности с применением препаратов фармакологической коррекции.

Была выявлена взаимосвязь фоновых показателей содержания железа в крови и активной клеточной массы с порогом анаэробного обмена, что в дальнейшем позволило решить диагностическую задачу по прогнозу эффективности медико-биологического обеспечения тренировочного процесса. В результате был проведен дискриминантный анализ, позволивший получить уравнения и области значений с различной степенью эффективности.

**Ключевые слова:** тренировки спортсменов-пловцов в условиях среднегорья, критерии и предикторы функциональных резервов организма спортсменов-пловцов.

## ABSTRACT

Evaluation of the functional state of athletes swimmers, confirms the feasibility of biomedical support in the training process and to determine predictors of the effectiveness of the provided methods. Individual approach, as well as the timely correction of individual programs of biomedical support, directly linked to the performance of the functional state of an athlete, the most important period of training in midlands. As a result, training camp was an increase in indicators of AST, ALT, CK in the normal range, as well as increased levels of cortisol, indicating that adequate voltage systems of the body in response to the load presented in conjunction with the use of pharmacological agents correction.

Relationship was identified baseline indicators of iron in the blood and the active cell mass with a threshold of anaerobic metabolism, which further helped to solve the diagnostic task of predicting the effectiveness of biomedical support of the training process. As a result, discriminant analysis was performed, which provided the equation and the range of values with varying degrees of effectiveness.

**Keywords:** training of athletes-swimmers in the conditions of middle mountains criteria and predictors of of the functional state of athletes-swimmers.

---

---

### Контакты:

**Амбразжук Иван Иванович.** E-mail: ambrazhuk-ivan@yandex.ru

**Яковлев Максим Юрьевич.** E-mail: masdat@mail.ru