

## ВЛИЯНИЕ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ ВЫНОСЛИВОСТЬ ВОЛЕЙБОЛИСТОВ

Rzhanov A.A.

### INFLUENCE OF HYPOXIC TRAINING ON FUNCTIONAL ENDURANCE OF VOLLEYBALL PLAYERS

**Аннотация.** В статье описывается влияние гипоксических нагрузок на развитие функциональной выносливости через задержку дыхания, как наиболее щадящего метода, повышающего частоту сердечных сокращений и величину максимального потребления кислорода.

**Ключевые слова:** задержка дыхания, кислородное голодание, выносливость, функциональное состояние, оценка.

**Abstract.** The article describes the influence of hypoxic loads on the development of functional endurance through breath holding, as the gentlest method that increases the heart rate and the value of maximum oxygen consumption.

**Keywords:** breath holding, oxygen starvation, endurance, functional state, assessment.

В современных условиях при возрастающей конкуренции и требованиях к подготовке спортсменов, достижение высоких результатов возможно через изучение и внедрение новых методов развития двигательных характеристик. Функциональная выносливость спортсменов - одна из базовых характеристик во всех спортивных дисциплинах.

Аэробные возможности организма определяются величиной максимального потребления кислорода [12] и являются базовой величиной, которая определяет функциональные возможности организма [4].

В спортивной подготовке все чаще применяются инновационные методы, повышающие работоспособность и обеспечивающие переносимость нагрузок. Гипоксическая тренировка оказывает эффект в увеличении мышечной выносливости, а также оптимизирует реакции сердечно-сосудистой системы на физические нагрузки за счет расширения функциональных резервов организма [5]. Функциональная выносливость организма человека имеет прямую зависимость к клеточному питанию и выработке энергии в клетках организма. Митохондрии, входящие в состав клетки, имеют основную функцию выработки энергии [11]. При этом количество калорий, полученных организмом из одинакового количества съедобных продуктов, не будет одинаковой, а зависит от качества работы митохондрий и их количества.

Маркером определения анаэробного порога могут служить как прямые критерии: уровень лактата или кислотнo-щелочного равновесия, так и косвенные: потребление кислорода и выделения двуокиси углерода, легочный эквивалент [10].

Используя в спортивной тренировке регламентированную задержку дыхания за счет раннего недостатка окислителя, можно добиться более раннего

перехода в анаэробный порог [1, 2]. Также, если не поднимать частоту сердечных сокращений (ЧСС) до наступления критической фазы, время которой можно будет отодвигать за счет регулярных гипоксических тренировок, увеличивая продолжительность наступления анаэробного порога и увеличения за счет этого показателя максимального употребления кислорода (МКП), можно добиться более раннего перехода в анаэробный порог [13].

Для подтверждения и научного обоснования эффективности гипоксической тренировки с регламентированными задержками дыхания и повышения функциональной выносливости был организован и проведен эксперимент. Эксперимент состоял из внедрения развивающей методики в тренировочный процесс учебно-тренировочной группы волейболистов в возрасте 13-16 лет. В состав методики вошли селективные развивающие упражнения с регламентированной задержкой дыхания и методы оценки функционального состояния. 38 воспитанников спортивной школы «Ангара» города Ангарска были поделены на контрольную группу (КГ) и экспериментальную группу (ЭГ) по собственному желанию и с разрешения законных представителей. Эксперимент продолжался в течение 8 месяцев (с 1 октября по 1 мая 2023 года), в КГ было 17 участников, в ЭГ – 21 участник. Однородность подготовки спортсменов на начало эксперимента и различие в завершении определялось оценкой в пробах Штанге и Генчи, а также функциональных тестов с измерением артериального давления (АД) и ЧСС. Результаты в тестах оценивались приборами: секундомером, электронным тонометром и пульсоксиметром для моментального изменения ЧСС. Для измерения МПК использовался метод Астранда и номограмма. Функциональные тесты изображены в таблице 1.

Таблица 1

Функциональные тесты

№	Функциональная проба	Описание теста
1	(ВИ) – вегетативный индекс Кердо. Характеризует состояние вегетативной нервной системы, раскрывает соотношение отделов нервной системы.	Расчет ВИ индекса Кердо производится из значений ЧСС и систолического кровяного давления по формуле: $ВИ = (1 - САД / ЧСС) \cdot 100$ В результате тестирования пробой ВИ определяется преобладание симпатической нервной системы при положительных значениях и парасимпатической нервной системы при отрицательных.
2	(АП) – индекс адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы. При любом	$АП = 0,0011 \cdot ЧП + 0,014 \cdot САД + 0,008 \cdot ДАД + 0,009 \cdot МТ - 0,009 \cdot Р + 0,014 \cdot В - 0,27,$ где АП – адаптационный потенциал системы кровообращения в баллах; ЧП – частота пульса (уд/мин); САД и ДАД – систолическое и диастолическое артериальное давление (в миллиметрах

	негативном сдвиге адаптационного потенциала всегда наблюдается смещение показателей миокардиально-гемодинамического гомеостаза, увеличивается напряжение систем регулирования.	ртутного столба); Р – рост (в сантиметрах); МТ – масса тела (в килограммах); В – возраст (полных лет). По значениям адаптационного потенциала определяется функциональное состояние испытуемого. Срыв адаптации является результатом перенапряжения всех систем и истощения механизмов регуляции. Перетренированность спортсмена, в первую очередь, сказывается на срыве мышечной адаптации, затем нервной системы и в завершении на психологическом состоянии.
3	(КЭК) – коэффициент эффективности кровообращения.	$\text{КЭК} = (\text{САД} - \text{ДАД}) \times \text{ЧСС}$ Для хорошего состояния всей жизнедеятельности организма, который способен противостоять возмущающим факторам, требуется функциональный резерв ССС (сердечно-сосудистой системы). Адаптационный потенциал спортсмена может определяться исходя из диапазона функций сосудов и сердца.
4	(МКП) $\text{VO}_2 \text{ max}$ – максимальное потребление кислорода, (л/мин.)	Косвенный метод определения по номограмме Астранда с использованием ступеньки для восхождения и измерения ЧСС прибором пульсоксиметром.
5	Проба Штанге (сек.)	Измеряется максимальное время задержки дыхания по секундомеру после глубокого вдоха (рот закрыт, нос зажат пальцами) [3].
6	Проба Генчи (сек.)	Измеряется максимальное время задержки дыхания по секундомеру после полного выдоха (рот закрыт, нос зажат пальцами) [3, с. 92].

Гипоксические характеристики, составляющие функциональную выносливость испытуемых ЭГ в методике, развивались через упражнения с регламентированной задержкой дыхания на вдохе (от 10 до 30 секунд) и на выдохе (от 5 до 15 секунд), что гарантировало безопасность и исключение перехода к холотропному дыханию после нагрузок [7]. Упражнения использовались те же, что и с контрольной, но на задержке дыхания [6, 9]. Рассмотрим следующие упражнения.

Упражнение 1. Каждый игрок работает с мячом от лицевой отметки. По сигналу тренера на задержке дыхания выполняется 10 выпрыгиваний, отжиманий, выталкиваний ногами и т.д., продолжая задерживать воздух, каждый игрок выполняет силовую подачу.

Упражнение 2. Каждый игрок работает с мячом от лицевой отметки. По очереди с зоны №1 на задержке дыхания игрок выполняет удар мячом в пол из-за головы двумя руками, догоняет его приемом снизу и, продолжая задерживать воздух, выполняет атаку, скидку, передачу и т.д. в прыжке через сетку.

Упражнение 3. Связующий в зоне № 2 стоит в упоре лежа, задержав дыхание. Игрок бьет в пол мяч из зоны № 1 в сторону сетки на задержке дыхания и готовится принимать мяч, отправленный связующим в падении или без него, далее готовится и выполняет атаку с передачи связующего. Дышать начинают оба только по завершению атаки.

Упражнения имели различные вариации и усложнялись с каждым микроциклом. Утомляемость экспериментальной группы за время тренировки возрастала быстрее по отношению к КГ и время задержки дыхания сокращалось [3]. Задержка дыхания во время нагрузки давала более интенсивный рост ЧСС, что свидетельствовало о более быстром наступлении анаэробного порога. С улучшением физической подготовленности в результате адаптации к двигательной гипоксии время задержки нарастало [8].

Функциональные тесты 1, 2, 3 проводились с целью изучения адаптации организма спортсменов к нагрузкам, возможного срыва адаптации и исключения подобных негативных факторов [14]. Результаты оценки – в таблице 2.

Таблица 2

Результаты оценки функциональных тестов

№	ЭГ		КГ	
	начало	конец	начало	конец
1	$-10,4 \pm 0,25$	$-9,8 \pm 0,19$	$-9,4 \pm 0,61$	$-9,3 \pm 0,42$
2	$68,1 \pm 1,4$	$69,1 \pm 1,6$	$71,8 \pm 1,7$	$75,6 \pm 1,8$
3	$0,79 \pm 0,7$ (21,4%)	$0,89 \pm 0,8$ (23,8%)	$0,69 \pm 0,6$ (11,9%)	$0,59 \pm 0,5$ (12,1%)

Таблица 3

Результаты оценки функциональных тестов

№	ЭГ		КГ	
	начало	конец	начало	конец
1	$4,45 \pm 0,31$	$4,97 \pm 0,61$	$4,51 \pm 0,25$	$4,54 \pm 0,28$
2	$0,48 \pm 0,12$	$1,55 \pm 0,24$	$0,51 \pm 0,15$	$0,57 \pm 0,18$
3	$0,25 \pm 0,07$	$0,58 \pm 0,10$	$0,31 \pm 0,09$	$0,28 \pm 0,11$

На начало эксперимента КГ и ЭГ имеют однородность в оценке МПК и пробах Штанге и Генчи. Полученные результаты оценки в функциональном и гипоксическом исследовании в завершении эксперимента свидетельствуют о значимых изменениях в ЭГ относительно КГ. За счет методического воздействия на ЭГ тренировок на задержку дыхания за восемь месяцев эксперимента

удалось повысить выносливость спортсменов к кислородному голоданию за счет клеточного изменения состава митохондрий и прогрессивного увеличения аэробного коридора.

Таким образом, средние групповые результаты в функциональной оценке ВИ, АП, КЭК и гипоксических проб МПК, Штанге и Генчи группы ЭГ, осуществлявшей подготовку с регламентированными задержками дыхания, выросли по отношению к КГ по всем параметрам, что на прямую указывает о позитивном влиянии упражнений на рост функциональной выносливости [15, 16].

Регламентированные задержки дыхания в спортивной тренировке как способ наступления быстрого кислородного голодания повышают МПК, безопасно наращивают функциональные характеристики [17, 18].

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Биктимирова, А. А.** Применение кардиореспираторного нагрузочного тестирования в спортивной медицине / А. А. Биктимирова, Н. В. Рылова, А. С. Самойлов // Практическая медицина. Современные вопросы диагностики. – 2014. – № 3 (79). – С. 50-53.

2. **Колормолюк, Н. С.** Особенности адаптации дыхательной системы футболистов борцов в тренировочном процессе. / Колормолюк Н. С., Войтюк Н. Р. // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. 2016. Т. 1, № 94 3.

3. **Кылосов, А. А.** Влияние утомления от однократной тренировочной нагрузки на быстроту зрительно-моторной реакции волейболисток. / Кылосов А. А., Деньмухомедова Д. А., Шахмирова А. Ш., Сборцева Т. В. // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2018. С. 85- 90.

4. **Кубряк, О. В.** Гипоксическая тренировка. / 16(2), Russian journal of the physical therapy, balneotherapy and rehabilitation // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2017 г. С. 107- 111; 16(2).

5. **Орел, В. Р.** Влияние сосудистой нагрузки сердца и его сократимости на ЧСС у спортсменов / Орел В. Р., Тамбовцева Р.В., Туркова Е. А. // Вестник Новых медицинских технологий. 2017. С. 89-92 // DOI: 12737/25245.

6. **Ржанов, А. А.** Методика оптимизации двигательных способностей в спортивной тренировке / А. А. Ржанов, О. А. Шишлянникова, Е. Н. Матросова, Н. В. Сметанина-Крушевски // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2020. – № 8 (186) с. 247-252. DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2020.8. p. 247-252.

7. **Ржанов, А. А.** Использование задержки дыхания в спортивной тренировке детей 10-12 лет как способ повышения их функциональной выносливости // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. – 2020. № 4 (54). С. 162-168. DOI: <https://doi.org/10.25146/1995-0861-2020-54-4-252>.

8. **Ржанов, А. А.** Методика спортивного отбора подростков с учетом их способности к решению двигательных задач // Вестник КГПУ им. В. П. Астафьева.

ва. – 2021. № 1 (55) с. 133-143. DOI: <https://doi.org/10.25146/1995-0861-2021-55-1-265>.

9. **Ржанов, А. А.** Пространственно-временные психомоторные ориентиры двигательных характеристик в волейболе / А. А. Ржанов, В. Ю. Лебединский, А. А. Ахматгатин, А. Г. Харьковская // Теория и практика физической культуры. Теория и методика спорта. – 2022. № 9 (112). С. 29-32.

10. **Руненко, С. Д.** Исследование и оценка функционального состояния спортсменов: учебное пособие / С. Д. Руненко, Е. А. Таламбум, Е. Е. Ачкасов. – М.: Профиль, 2010. – 72 с.

11. **Рямова, К. С.** Особенности дыхания митохондрий при гипоксии и ацидозе. / Рямова К. С., Розенфельд А. С. / Интегрированная физиология. Образование, здравоохранение, физическая культура. Выпуск 16 // Вестник ЮУрГУ №19, 2008. С.31-35.

12. **Рылова, Н. В.** Уровень максимального потребления кислорода как показатель работоспособности спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта. / Рылова Н. В., Биктимирова А. А., Назаренко А. С. // Практическая медицина. – 2015. С.147- 150.

13. **Соколов, Е. В.** Индивидуально-типологические особенности состояния вентиляционной функции легких и биомеханических факторов дыхания у детей 9-13 лет, в зависимости от состояния здоровья / Соколов Е. В., Разживина И. М. // Новые исследования. – 2013. – № 1 (34). – С. 79-101.

14. **Ржанов, А. А.** Теория и методика обучения базовым видам спорта (пляжный волейбол). (Бакалавриат). Учебник / Ржанов А. А. – Москва: Русайнс, 2022. – 146 с.

15. **Фероян, Э. В.** Сравнительная оценка функциональных показателей кардиореспираторной системы юных велосипедистов различного возраста / Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2016. –Том – 11. – № 1. – С. 102-113.

16. **Черкасов, Р. М.** Инновационные методы развития выносливости / ISSN 2075-9908. – Историческая и социально-образовательная мысль. Том 8 №3 / 1, Historical and Social Educational Ideas. Volume 8 №3 / 1, 2016. С. 83-88 // DOI: 10.17748/2075-9908-2016-8-3/1-209-212.

17. **Шелков, М. В.** Влияние гипоксической тренировки на показатели гомеостаза у конькобежцев в подготовительном периоде / Шелков М. В., Щербина Ф. А., Баканов М. В. // International Journal of Humanities and Natural Sciences, vol.7-1 Международный журнал гуманитарных и естественных наук 2019. С. 84-86 // DOI:10.24411/2500-1000-2019-11375.

18. **Jeppesen, J.** Regulation and limitations to fatty acid oxidation during exercise / J. Jeppesen, B. Kiens // The Journal of physiology. 2012. – Т. 590. – №. 5. – С. 1059-1068.