

Повышение $\dot{V}O_{2\max}$ у элитных спортсменов

Анатолий Павлик

$\dot{V}O_{2\max}$ elevation in elite athletes

Anatoliy Pavlik

ABSTRACT. *Objective.* Development of a differentiated approach to increase the maximum oxygen uptake ($\dot{V}O_{2\max}$) in elite athletes based on the individual use of targeted training effects.

Methods. Chronometry, ergometry, pulsometry, spirometry, gas analysis, mathematical statistics.

Results. The value of $\dot{V}O_{2\max}$ in athletes during exercise of maximum aerobic power directly affects the level of achievement of athletic work capacity and depends on the individual level of functional manifestations of the respiratory system in terms of minute tidal volume (\dot{V}_E) and oxygen concentration in exhaled air ($F_{E O_2}$). Between athletes with different levels of athletic work capacity there are quite significant differences in the demonstration of the quantitative level in their absolute values. Providing a differentiated impact on each of these functional manifestations of the respiratory system in the process of preparation using continuous and interval training methods, enables a real opportunity to purposefully increase $\dot{V}O_{2\max}$ in elite athletes and achieve on this basis a higher level of their functional capacities and athletic work capacity. A continuous method has a positive effect on the manifestation of the absolute value of $F_{E O_2}$ in exhaled air, whereas the interval method provides a stimulating influence on increasing the absolute value of \dot{V}_E .

Conclusions. The developed differentiated approach to improving the training process of elite athletes opens the way for objective increase of $\dot{V}O_{2\max}$ with account for the peculiarities of the individual level of the respiratory system functional manifestations based on the purposeful use of continuous and interval training methods.

Keywords: testing, aerobic productivity, respiratory system, respiratory minute volume, oxygen concentration.

Підвищення $\dot{V}O_{2\max}$ у елітних спортсменів

Анатолій Павлік

АНОТАЦІЯ. *Мета.* Розробка диференційованого підходу для підвищення максимального споживання кисню ($\dot{V}O_{2\max}$) у елітних спортсменів на основі індивідуального використання цілеспрямованих тренувальних впливів.

Методи. Хронометрія, ергометрія, пульсометрія, спірометрія, газоаналіз, математична статистика.

Результати. Величина $\dot{V}O_{2\max}$ у спортсменів при виконанні фізичного навантаження максимальної аеробної потужності безпосередньо впливає на рівень досягнення спортивної працездатності і залежить від індивідуального рівня функціональних проявів системи дихання за показниками хвилинного обсягу дихання (\dot{V}_E) і концентрації кисню в повітрі, що видихається ($F_{E O_2}$). Між спортсменами з різним рівнем спортивної працездатності відзначаються досить істотні розбіжності по демонстрації кількісного рівня за їх абсолютними величинами. Надаючи в процесі проведення підготовки диференційований вплив на кожне з таких функціональних проявів системи дихання з використанням безперервного та інтервального методів підготовки, надається реальна можливість для цілеспрямованого підвищення у елітних спортсменів $\dot{V}O_{2\max}$ і досягнення на цій основі більш високого рівня їх функціональних можливостей та спортивної працездатності. Використання безперервного методу надає позитивний вплив на прояв у спортсменів абсолютної величини $F_{E O_2}$ в повітрі, що видихається. Інтервальний метод надає стимулюючу дію на підвищення абсолютної величини \dot{V}_E .

Висновки. Розроблений диференційований підхід щодо вдосконалення тренувального процесу елітних спортсменів відкриває можливість для об'єктивного підвищення $\dot{V}O_{2\max}$ з урахуванням особливостей індивідуального рівня функціональних проявів системи дихання на основі цілеспрямованого використання засобів безперервного й інтервального методів підготовки.

Ключові слова: тестування, аеробна продуктивність, система дихання, хвилинний обсяг дихання, концентрація кисню.

Постановка проблемы. Проявление двигательных способностей спортсменов в процессе выполнения физической нагрузки обеспечивается избирательной деятельностью различного комплекса функциональных систем организма, степень развития которых определяет уровень их функциональных возможностей [1, 6, 11, 14, 16]. Исходя из этого, основная значимость процесса спортивной тренировки для повышения уровня подготовленности спортсменов должна определяться исключительно целенаправленным характером воздействий на такие функциональные системы организма и составляющие их структурные компоненты, которые обеспечивают эффективное выполнение ведущего двигательного действия [3, 17, 21].

Для каждого вида спорта и даже для его отдельной специализации существуют свои, наиболее значимые для проявления двигательных способностей спортсменов избирательные комплексы основных функциональных систем [11, 51, 55]. Зная структурное содержание систем и закономерные особенности их формирования для определенного вида двигательной деятельности, можно с использованием целенаправленных тренировочных воздействий объективно управлять формированием адаптационного процесса организма спортсменов и добиваться повышения уровня их подготовленности [1, 14, 16, 17, 25].

В циклических видах спорта с преимущественным проявлением такого основополагающего физического качества как выносливость уровень развития функциональных возможностей спортсменов является одним из наиболее значимых факторов достижения высоких спортивных результатов [11, 16, 34], которые в значительной степени зависят от проявления такого интегрального показателя аэробной производительности спортсменов, как величина максимального потребления кислорода ($\dot{V}O_2\max$) [11, 17, 30, 35, 45, 48, 51]. Ее повышение проводится в течение многолетнего периода подготовки с преимущественным использованием непрерывного и интервального методов в их различных вариациях [4, 14, 15, 17, 18, 29, 32]. Каждый из них оказывает свое определенное тренирующее воздействие на особенности формирования и модификацию системы аэробной производительности по характеру проявления деятельности такой из составляющих ее систем, как система дыхания.

Вместе с тем повышение величины $\dot{V}O_2\max$ для категории элитных спортсменов представляет собой определенную методическую сложность. При достижении высокого индивидуального уровня $\dot{V}O_2\max$ у спортсменов практически прекращается рост этого показателя [42]. Такое отсутствие повышения $\dot{V}O_2\max$ у элитных спортсменов при проведении тренировочного процесса свидетельствует о том, что те эмпирические подходы, которые использовались на предшествующих этапах их подготовки, уже не способны привести к достижению у них необходимого тренировочного эффекта, который

способен вызвать соответствующие адаптационные изменения в организме.

Поэтому, для повышения уровня функциональных возможностей элитных спортсменов актуальной, но не достаточно представленной в теории и методике спортивной тренировки, является задача исследования проявлений процессов аэробной производительности у спортсменов при достижении $\dot{V}O_2\max$ по характеру деятельности системы дыхания и разработка на этой основе подходов для ее дальнейшего повышения [16, 17, 25].

Цель исследования: разработать дифференцированный подход для повышения $\dot{V}O_2\max$ у элитных спортсменов на основе индивидуального использования целенаправленных тренировочных воздействий.

Методы исследования. Исследования проводились в лабораторных условиях в процессе участия спортсменов в этапных комплексных обследованиях (ЭКО) с использованием тестовой физической нагрузки максимальной аэробной мощности, по результатам выполнения которой определялся уровень их аэробной производительности [18, 47, 49]. Всего было обследовано 124 спортсмена сборных команд Украины в циклических видах спорта с преимущественным проявлением выносливости и спортивной квалификацией на уровне I разряда, КМС, МС.

Определение $\dot{V}O_2\max$ у спортсменов проводили при выполнении беговой работы инкрементной (возрастающей) мощности [8, 11, 18, 31, 37, 43]. Скорость бега на протяжении всего периода выполнения работы была постоянной и составляла $10 \text{ км}\cdot\text{ч}^{-1}$. Мощность работы повышалась каждые 10 с при увеличении угла наклона беговой поверхности тредбана на $0,17^\circ$ [2, 18]. Соответствие достижения спортсменами величины $\dot{V}O_2\max$ проводили на основе используемых для этого общепринятых критериев [2, 11, 39].

В процессе тестирования исследовали особенности проявления вентиляторного компонента системы дыхания по показателям минутного объема дыхания (\dot{V}_E , л·мин⁻¹), газообменного компонента по показателям концентрации кислорода в выдыхаемом воздухе ($F_{E}O_2$, %), абсолютным величинам показателей потребления кислорода ($\dot{V}O_2$, мл·мин⁻¹), в соответствии с мощностью выполняемой спортсменами работы (W, Вт).

Необходимо отметить, что один из таких важных исходных показателей, который характеризует особенности функциональных проявлений системы дыхания при выполнении физической нагрузки как $F_{E}O_2$, а также самым тесным образом взаимосвязанный с ним показатель концентрации углекислого газа в выдыхаемом воздухе ($F_{E}CO_2$) по результатам проведенного анализа литературных данных исследователями практически не используется для оценки функциональных возможностей спортсменов [21, 34, 40]. Такое положение привело к тому, что даже в одном из таких фундаментальных

изданий ACSM – The American College of Sports Medicine (Американский колледж спортивной медицины) как ACSM'S Guidelines for Exercise Testing and Prescription (Рекомендации ACSM по тестированию и предписанию, 2016), в котором приводится самый распространенный набор руководящих принципов для их использования профессионалами при выполнении тестирования по отдельным упражнениям или программам упражнений, среди 232 условных обозначений показателей, используемых в руководстве, показатели $F_{E}O_2$ и $F_{E}CO_2$ не представлены [28].

При проведении обследований использовался комплекс инструментальных методов исследований: хронометрия, эргометрия, спирометрия, газоанализ, пульсометрия, методы математической статистики.

Обследования спортсменов проводили с использованием бегового эргометра LE 500 (Erih Jaeger, GmbH, Hoehberg, Germany) [32], газоаналитического комплекса Oxycon Pro (Erich Jaeger GmbH, Hoehberg, Germany), телеметрического анализатора частоты сердечных сокращений (ЧСС) TP 31 (Polar, Finland).

Из-за существенных различий между спортсменами по уровню демонстрации максимальной мощности инкрементной работы (W_{max}) и длительности ее выполнения особенности функциональных проявлений системы аэробной производительности по показателям деятельности системы дыхания анализировали за последние 8 мин работы.

Статистическую обработку результатов обследований проводили с использованием пакета статистических программ STATISTICA V 6.1.

Результаты исследования. При выполнении физической нагрузки в организме спортсмена происходит активизация процессов аэробной производительности по характеру деятельности системы дыхания, которая обеспечивает доставку кислорода (O_2) к работающим мышцам и выведение образовавшихся продуктов метабо-

лизма [12, 17] (табл. 1). Исходя из этого, общеизвестным является факт того, что чем более высокой абсолютной величиной $\dot{V}O_{2max}$ обладает спортсмен, тем большим, в преимущественной степени, является и уровень его спортивной работоспособности [11].

Повышение ее уровня на этапе высшего спортивного мастерства и этапе сохранения достижений характеризуется выполнением спортсменами таких показателей объема и интенсивности тренировочных нагрузок, которые уже находятся на пределе их физических и психологических возможностей [14, 18, 43]. В соответствии с этим, процесс подготовки спортсменов на таких этапах подготовки должен проводиться с наиболее высокой степенью эффективности.

Анализ результатов обследований показал, что по итогам выполнения работы инкрементной мощности все спортсмены различаются между собой как по демонстрации уровня ее максимальной мощности (W_{max}), так и по уровню достижения $\dot{V}O_{2max}$ (см. табл. 1). Усреднение индивидуальных данных по функциональным проявлениям величин \dot{V}_E , $F_{E}O_2$ и $\dot{V}O_2$ свидетельствует о том, что в группе обследованных спортсменов за последние 8 мин выполнения работы также отмечается широкая вариативность их изменений.

Усреднение групповых данных также показало, что $\dot{V}O_{2max}$ у спортсменов достигается чаще всего не в момент непосредственного окончания работы, а в предшествующий этому период (рис. 1). После достижения $\dot{V}O_{2max}$ у большинства спортсменов на некоторое время наступает практически стабилизация показателей $\dot{V}O_2$ при дальнейшем незначительном повышении W выполняемой работы [50]. Наибольшая средняя по группе спортсменов величина $\dot{V}O_2$ при этом составила 4689 мл·мин⁻¹ и была достигнута за 30 с до окончания работы. В практике оценки функциональных возможностей спортсменов такое ее значение рассматривается как демонстрация величины $\dot{V}O_{2max}$, а величина мощ-

ТАБЛИЦА 1 – Показатели спортивной работоспособности и функциональных проявлений системы дыхания квалифицированных спортсменов по результатам выполнения инкрементной работы в режиме «до отказа» (n = 124)

Показатель	Минимальное значение	$\bar{X} - \sigma$	\bar{X}	$\bar{X} + \sigma$	Максимальное значение
Масса тела, кг	55,0	64,5	74,4	82,3	98,0
Время работы, мин:с	10:00	–	16:18	–	22:00
Максимальная мощность (W_{max}), Вт	246,0	359,0	420,0	481,0	556,0
Время удержания нагрузки «критической мощности» (W_{cr}), с	0	–	30	–	130
Минутный объем дыхания (\dot{V}_E), л·мин ⁻¹	114,0	141,7	166,1	189,0	237,0
Концентрация кислорода в выдыхаемом воздухе ($F_{E}O_2$), %	16,13	16,86	17,31	17,77	18,16
Максимальное абсолютное потребление кислорода ($\dot{V}O_{2max}$), мл·мин ⁻¹	3115	4056	4651	5245	6440
Максимальное удельное потребление кислорода ($\dot{V}O_{2max}$), мл·мин ⁻¹ ·кг ⁻¹	42,2	55,8	62,5	71,1	78,9

ности работы, при которой это происходит, определяется как уровень ее «критической мощности» (W_{cr}) [8, 11, 19, 31, 34, 37]. Среднее время выполнения работы на таком уровне мощности в обследованной группе спортсменов в итоге продолжалось всего на протяжении 30 с, а среднее значение достигнутой W_{cr} при этом составило 417 Вт. Максимальная мощность работы, которая была достигнута по группе спортсменов в момент ее непосредственного завершения, составила 421 Вт при величине $\dot{V}O_2$ составляющей 4651 мл·мин⁻¹. По сведениям литературных данных длительность выполнения работы на уровне W_{cr} у спортсменов высокого уровня подготовленности может составлять от 5 до 10 мин [12, 18]. В группе из 124 обследованных спортсменов по результатам выполнения инкрементной работы отсутствие стабилизации показателей $\dot{V}O_2$ после достижения $\dot{V}O_{2max}$ наблюдалось у 14 спортсменов (11,3 %). У остальных 110 спортсменов (88,7 %) такая стабилизация продолжалась от 10 с и до 2 мин 10 с. При этом, у 95 спортсменов (76,6 %) она продолжалась от 10 с и до 1 мин 10 с, а у остальных 15 спортсменов (12,1 %) она составляла от 1 мин 20 с и до 2 мин 10 с.

Что касается причины стабилизации у спортсменов $\dot{V}O_2$ в период, который предшествует окончанию работы, то одна из них состоит в том, что дальнейшее ее выполнение уже не в состоянии обеспечиваться только деятельностью процессов аэробной производительности [11]. И возможность ее некоторого продолжения происходит уже за счет более значительной активизации процессов анаэробной производительности, крайне неблагоприятным результатом деятельности которых является ускоренное повышение концентрации лактата в крови, достижению его высоких величин, что, в конечном итоге, и приводит к достаточно быстрому прекращению спортсменами работы [11, 19].

Полученные нами результаты исследований спортсменов по величинам достижения $\dot{V}O_{2max}$ при выполнении физической нагрузки максимальной аэробной мощности в своей основе соответствуют результатам исследований других авторов [40, 41, 52], которые при этом не объясняют истинную причину стабилизации величин $\dot{V}O_2$ и ограничиваются только фактом достижения спортсменами определенного уровня W_{max} и W_{cr} . На этом основании проводится индивидуальная оценка уровня аэробной производительности спортсмена по величине $\dot{V}O_{2max}$ и, в случае необходимости ее дальнейшего повышения, производят эмпирический выбор соответствующих тренировочных воздействий на последующий период подготовки спортсменов [12]. Для этого в специальной методической литературе приводятся общепринятые в теории и методике спортивной тренировки практические рекомендации по совершен-

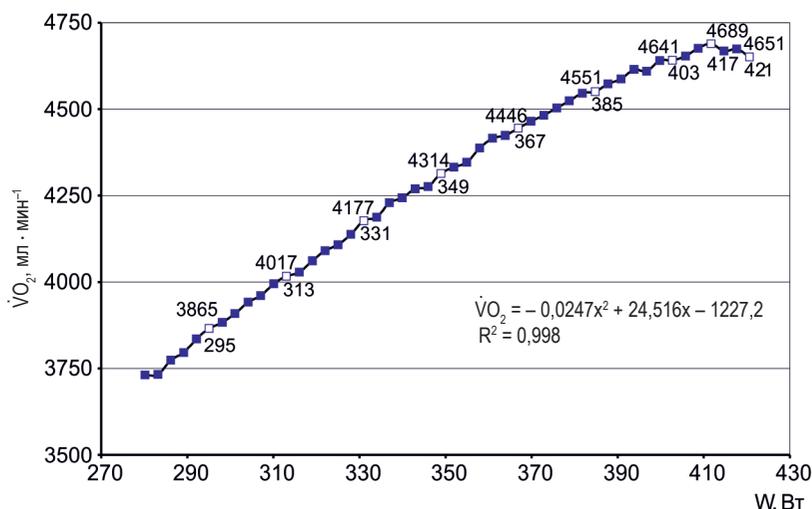


РИСУНОК 1 – Зависимость изменения потребления кислорода ($\dot{V}O_2$) от изменения мощности (W) тестовой физической нагрузки у спортсменов за последние 8 мин выполнения инкрементной работы (n = 124)

ствованию аэробной производительности спортсменов, связанные с использованием непрерывного и интервального методов подготовки в их различных вариациях. Каждый из них имеет свои характерные особенности использования при построении тренировочного процесса по совершенствованию аэробной производительности у спортсменов [1, 4, 15, 17].

Основная особенность их применения состоит в том, что каждый из этих методов существенным образом различается между собой по своему целенаправленному тренировочному воздействию на характер функциональных проявлений системы дыхания [4, 16]. При использовании непрерывного метода спортсмены выполняют тренировочные нагрузки аэробной направленности с умеренной интенсивностью. По своему целевому назначению непрерывный метод оказывает преимущественное влияние на эффективность деятельности газообменного компонента функциональных проявлений системы дыхания, уровень развития которого определяется по величине показателя $F_E O_2$ [12]. При использовании интервального метода спортсмены выполняют тренировочные воздействия анаэробной направленности с использованием кратковременных интенсивных нагрузок. Его применение оказывает активирующее влияние на деятельность вентиляторного компонента функциональных проявлений системы дыхания, уровень развития которого определяется по величине показателя \dot{V}_E [11].

Поэтому при использовании непрерывного и интервального методов подготовки повышение величины $\dot{V}O_2$ у спортсменов происходит за счет непосредственного воздействия на уровень проявления показателей \dot{V}_E и $F_E O_2$. Это достаточно просто определяется при рассмотрении методики расчета величины $\dot{V}O_2$, которая по характеру своего проявления является комплексным, расчетным показателем. Вместе с тем такое вполне

очевидное обстоятельство, несмотря на его важную практическую значимость для оценки возможностей и планирования подготовки спортсменов, до настоящего времени не выявлено для использования при оценке подготовленности спортсменов. Непосредственный расчет величины $\dot{V}O_2$ проводится по специальной формуле, в соответствии с которой ее значение определяется как разность между объемом вдыхаемого и объемом выдыхаемого спортсменом O_2 [8, 44, 57]:

$$\dot{V}O_2 = (F_iO_2 \cdot \dot{V}_i) - (F_eO_2 \cdot \dot{V}_e),$$

где F_iO_2 и F_eO_2 – величины концентрации кислорода во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе, %; \dot{V}_i и \dot{V}_e – величины минутного объема дыхания для вдыхаемого и выдыхаемого воздуха, л·мин⁻¹.

Анализ представленной формулы свидетельствует о том, что чем большей в момент окончания работы является \dot{V}_i и, соответственно, \dot{V}_e , а также при этом достигается как можно более низкая по своему абсолютному значению величина F_eO_2 , тем большее количество O_2 потребляется спортсменом. Особенность проявления такого показателя как F_eO_2 определяется его обратной зависимостью, особенность которой состоит в том, что чем меньше его абсолютная величина в выдыхаемом воздухе, тем более эффективным является процесс утилизации O_2 организмом спортсмена [44]. Величина F_eO_2 на показатели $\dot{V}O_2$ не влияет, так как в окружающем воздухе она является практически постоянной и составляет по своему абсолютному значению 20,93 %. А это значит, что величина $\dot{V}O_2$ у спортсмена зависит только от значения величин \dot{V}_i , \dot{V}_e и F_eO_2 . Поэтому для достижения наиболее высокой величины $\dot{V}O_{2max}$ спортсмену при выполнении физической нагрузки необходимо продемонстрировать к моменту окончания инкрементной работы максимальной аэробной мощности как можно большие по своему значению величины \dot{V}_i и \dot{V}_e и, одновременно с этим, как можно меньшую по своему абсолютному значению величину F_eO_2 . Исходя из этого, оказывая избирательное тренировочное воздействие на повышение величины показателя \dot{V}_e с использованием интервального метода подготовки и на снижение абсолютной величины показателя F_eO_2 с использованием непрерывного метода индивидуально для каждого отдельного спортсмена элитного уровня, предоставляется реальная возможность добиться соответствующего уровня их проявления для демонстрации необходимой для него величины $\dot{V}O_{2max}$ [20]. И именно в этом состоит суть механизма ее повышения у элитных спортсменов. А познание механизмов особенностей проявления ведущих для определенного вида деятельности процессов является одним из важнейших факторов для возможностей их целенаправленного совершенствования. По этому поводу ведущий спортивный биохимик Н. Н. Яковлев в одной из своих работ [27], обосновывая суждение относительно повышения эффективности путей управления подго-

товкой спортсменов, суть которого он даже вывел в заголовок своего сообщения, высказался о том, что «Для того, чтобы успешно управлять, надо знать механизмы». Исходя из такого заявления, механизм повышения величины $\dot{V}O_{2max}$ состоит не в бессистемном увеличении объемов и интенсивности выполняемых спортсменами тренировочных нагрузок, а исключительно в их целенаправленном воздействии на достижение у спортсмена как можно более высокой величины \dot{V}_e и наиболее низкой по своему значению абсолютной величины F_eO_2 в момент окончания физической нагрузки. А учитывая тот значительный диапазон вариативности величин показателей \dot{V}_e и F_eO_2 , который наблюдается у обследованных спортсменов к моменту ее окончания (табл. 1), представляется реальная возможность по использованию исключительно целенаправленных тренировочных воздействий на функциональные проявления системы дыхания для повышения ее возможностей путем дифференцированного совершенствования отдельных составляющих компонентов средствами интервального и непрерывного методов подготовки [4, 11, 17, 51, 55].

Такой дифференцированный подход к проведению тренировочного процесса по совершенствованию аэробной производительности у элитных спортсменов открывает дополнительные возможности по его объективному управлению для достижения максимального уровня проявления их функциональных возможностей [5, 14, 18, 24]. И в этом случае необходимо добиваться такой модификации функциональных проявлений системы дыхания, которые дадут возможность каждому отдельному спортсмену достигнуть как можно более высокого индивидуального уровня своей подготовленности [11, 17]. А само только проведение подготовки спортсменов, направленное исключительно на совершенствование величины $\dot{V}O_{2max}$ с бессистемным, а часто и бесконтрольным использованием даже самого широкого комплекса тренировочных воздействий различной тренировочной направленности, чаще всего приводит к существенной неопределенности их конкретного выбора и непредсказуемости получаемых результатов [6, 12]. Из самой только абсолютной величины $\dot{V}O_{2max}$ не совсем понятным является то, за счет каких особенностей проявления аэробной производительности она в итоге была достигнута и, что самое главное, у тренера в такой ситуации полностью отсутствуют четкие представления о том, как в дальнейшем и за счет чего необходимо проводить ее конкретное совершенствование – или за счет воздействия на вентиляторный компонент системы дыхания или за счет воздействия на ее газообменный компонент. И в этом случае у тренера остается только один единственный выбор проведения подготовки по совершенствованию аэробной производительности. Он состоит в том, чтобы руководствоваться теми общими положениями теории и методики спортивной тренировки, а также своим личным эмпирическим опытом проведения тренировочного процесса

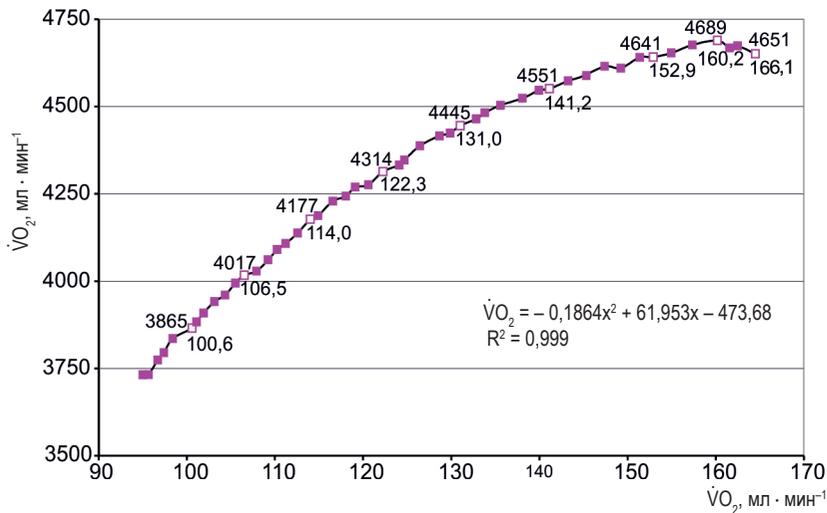


РИСУНОК 2 – Зависимость изменения потребления кислорода ($\dot{V}O_2$) от изменения минутного объема дыхания (\dot{V}_E) у спортсменов за последние 8 мин выполнения инкрементной работы (n = 124)

без возможностей учета индивидуальных функциональных особенностей каждого отдельного спортсмена [12, 13, 54].

Вместе с тем такой дифференцированный подход по характеру использования данных методов подготовки в теории и методике спортивной тренировки отсутствует, а вместо этого проводят только планомерное повышение количественных показателей объема и интенсивности выполняемых спортсменами тренировочных нагрузок, при котором основное предпочтение их выбора на высших этапах спортивной подготовки в настоящее время сводится в преимущественной степени к повышению показателей интенсивности выполняемой спортсменами работы без учета их индивидуальных особенностей [53]. Считается, что такое использование интенсивных средств специальной двигательной направленности будет оказывать более глубокое тренирующее воздействие на организм спортсменов и способно привести к дальнейшему повышению их подготовленности, в том числе и уровня аэробной производительности [12, 20].

Поэтому, в соответствии с поставленной целью наших исследований, возникает настоятельная необходимость выяснения вопроса о том, по какой причине и за счет чего у спортсменов перед окончанием выполнения работы инкрементного характера происходит существенная активация анаэробных процессов и стабилизация величин $\dot{V}O_2$ и что, самое главное, необходимо предпринять, чтобы это происходило при их как можно более высоких значениях?

Для выявления причин стабилизации величин $\dot{V}O_2$ у обследованных нами спортсменов после достижения $\dot{V}O_{2max}$ мы проследили характер проявления показателей \dot{V}_E и $F_{E}O_2$, от которых она зависит, за период времени предшествующий окончанию инкрементной работы. Для этих целей мы исследовали зависимость изменения показателей $\dot{V}O_2$ от изменения показателей \dot{V}_E и $F_{E}O_2$, а также характер их изменений между собой за последние 8 мин выполнения спортсменами работы.

Анализ полученной графической зависимости показал, что после достижения спортсменами величины $\dot{V}O_{2max}$ и практически последующей стабилизации величин $\dot{V}O_2$ на протяжении оставшихся 30 с выполнения работы величины \dot{V}_E продолжают свое дальнейшее повышение непосредственно до самого момента ее окончания (рис. 2) [22]. И максимальное значение \dot{V}_E ($\dot{V}_E max$) по результатам выполнения спортсменами работы в этом случае достигло 166,1 л·мин⁻¹ при величине $\dot{V}O_2$, составляющей 4651 мл·мин⁻¹. В момент достижения $\dot{V}O_{2max}$ равно 4689 мл·мин⁻¹ величина \dot{V}_E у спортсменов составила 160,2 л·мин⁻¹. То есть, практически при стабилизации величин $\dot{V}O_2$ в завершающий период работы у спортсменов происходит дальнейшее повышение величин \dot{V}_E , которые при этом уже не приводят к увеличению у них величин $\dot{V}O_2$. А такое положение свидетельствует о том, что у спортсменов в этом случае произошло значительное снижение эффективности процессов газообмена по обеспечению организма необходимым количеством O_2 . За период времени после достижения спортсменами $\dot{V}O_{2max}$ и до момента непосредственно-

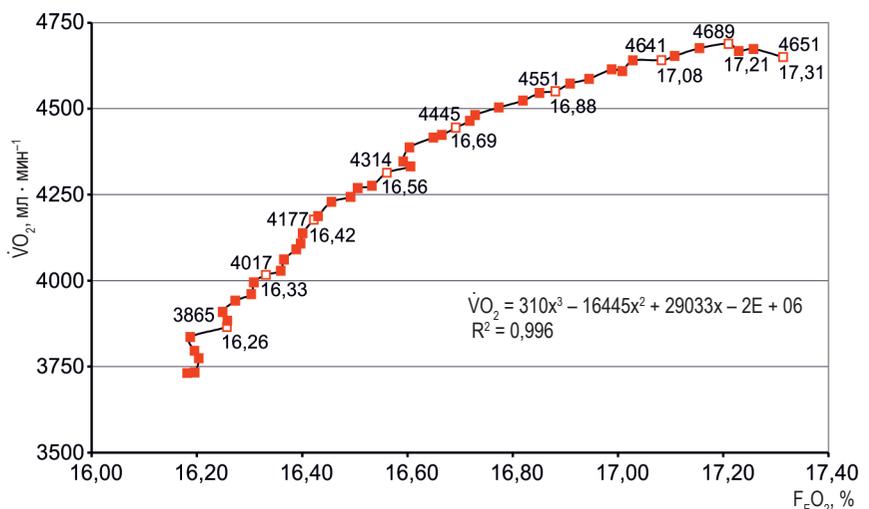


РИСУНОК 3 – Зависимость изменения потребления кислорода ($\dot{V}O_2$) в зависимости от изменения концентрации кислорода в выдыхаемом воздухе ($F_{E}O_2$) у спортсменов за последние 8 мин выполнения инкрементной работы (n = 124)

го окончания работы максимальной аэробной мощности величина \dot{V}_E по своей абсолютной величине возросла на $5,9 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$ (или на $3,7 \%$), а величина $\dot{V}_{E\text{max}}$ была достигнута уже не в момент демонстрации спортсменами величины $\dot{V}O_{2\text{max}}$. А это значит, что ее повышение не оказало влияния на возможность дальнейшего выполнения спортсменами работы.

Поэтому для выявления дальнейших возможных причин стабилизации $\dot{V}O_2$ в период, предшествующий окончанию инкрементной работы, был проведен анализ изменения $\dot{V}O_2$ в соответствии с изменениями $F_{E}O_2$ (рис. 3).

Анализ полученной графической зависимости показал, что по характеру изменения абсолютных величин $F_{E}O_2$ в период, предшествующий окончанию спортсменами работы, также наблюдается ситуация, аналогичная изменениям величин показателя \dot{V}_E . После достижения $\dot{V}O_{2\text{max}}$ и практически дальнейшей стабилизации показателей $\dot{V}O_2$ величины $F_{E}O_2$ по своему абсолютному значению продолжают возрастать непосредственно до самого момента окончания работы. А особенность проявления показателя $F_{E}O_2$ в процессе выполнения физической нагрузки, как было показано выше, состоит в том, что чем большей по своему значению является его абсолютная величина, тем менее эффективным является процесс газообмена O_2 в организме спортсмена [11, 44]. То есть, при стабилизации величин $\dot{V}O_2$ в период, предшествующий непосредственному прекращению спортсменами работы, у них, тем не менее, продолжалось дальнейшее повышение абсолютных величин $F_{E}O_2$ так же как и повышение величин \dot{V}_E , что при этом уже не приводило к повышению величин $\dot{V}O_2$. При достижении спортсменами $\dot{V}O_{2\text{max}}$ величина $F_{E}O_2$ по своей абсолютной величине составила $17,21 \%$ и до момента непосредственного окончания инкрементной работы (за последние 30 с) ее абсолютное максимальное значение повысилось на $0,1 \%$ до $17,31 \%$ (или на $0,6 \%$) и, так же как и по \dot{V}_E , произошло это уже не в момент достижения спортсменами $\dot{V}O_{2\text{max}}$.

Таким образом, проведенный анализ результатов обследования показал, что повышение показателей \dot{V}_E после достижения спортсменами $\dot{V}O_{2\text{max}}$ при выполнении работы максимальной аэробной мощности так же, как и повышение показателей $F_{E}O_2$, не вызвало у них дальнейшего повышения величин $\dot{V}O_2$, что привело в итоге к стабилизации обеспечения организма O_2 за счет проявления процессов аэробной производительности, в результате чего происходит активация процессов анаэробной производительности, активная деятельность которых достаточно быстро вызывает, в итоге, прекра-

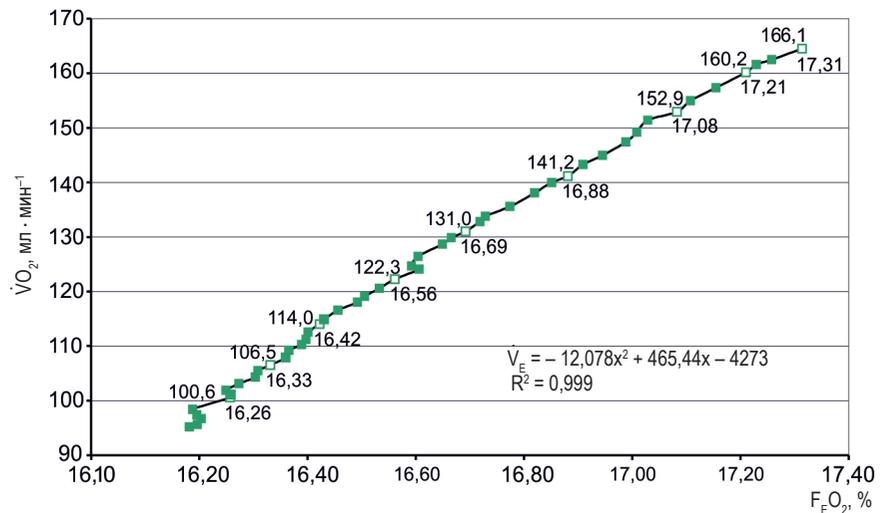


РИСУНОК 4 – Зависимость изменения минутного объема дыхания (\dot{V}_E) от изменения концентрации кислорода в выдыхаемом воздухе ($F_{E}O_2$) у спортсменов за последние 8 мин выполнения инкрементной работы ($n = 124$)

щение спортсменами работы. Поэтому для окончательного выявления особенностей проявления показателей \dot{V}_E и $F_{E}O_2$ при выполнении спортсменами работы максимальной аэробной мощности был проведен анализ характера их изменения между собой за период времени, который предшествовал ее непосредственному окончанию (рис. 4).

Анализ полученной графической зависимости показал, что после достижения тех абсолютных значений показателей \dot{V}_E и $F_{E}O_2$, которые соответствуют демонстрации спортсменами $\dot{V}O_{2\text{max}}$, они по характеру своего взаимодействия между собой продолжают линейно возрастать за последние 30 с перед окончанием работы. Это свидетельствует о том, что не смотря на стабилизацию $\dot{V}O_2$ у спортсменов продолжалось дальнейшее повышение абсолютных величин \dot{V}_E и $F_{E}O_2$, что уже не приводило к увеличению у них показателей $\dot{V}O_2$.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что завершение спортсменами работы инкрементной мощности, при выполнении которой они достигают $\dot{V}O_{2\text{max}}$ и W_{max} , происходит в силу невозможности обеспечения организма необходимым количеством O_2 за счет проявления аэробных процессов, а некоторое продолжение работы происходит уже вследствие значительной активации анаэробных процессов. В соответствии с тем, что основная задача процесса спортивной тренировки состоит в повышении уровня максимальной спортивной работоспособности, которая в значительной степени зависит и от $\dot{V}O_{2\text{max}}$, то для ее повышения необходимо использовать тренировочные воздействия с дифференцированным использованием непрерывного и интервального методов подготовки, оказывающие влияние на эффективность проявления вентиляторного и газообменного компонентов функциональных

проявлений системы дыхания спортсменов для достижения необходимой величины показателей \dot{V}_E и $F_E O_2$ [4, 13, 21].

Дискуссия. В условиях проведения многолетней подготовки индивидуальная абсолютная величина $\dot{V}O_{2max}$ у спортсменов циклических видов спорта с преимущественным проявлением выносливости по сведениям разных авторов может увеличиваться от 20 до 30 % и более [11, 17, 23]. Это зависит прежде всего от индивидуальной генетической предрасположенности спортсмена, исходной абсолютной величины $\dot{V}O_{2max}$, характера и направленности выполняемых тренировочных нагрузок по соотношению показателей их объема и интенсивности в процессе проведения многолетней подготовки и целого ряда других факторов.

В многочисленных публикациях по теории и методике спортивной тренировки их авторы приводят содержательные практические рекомендации по использованию тренировочных нагрузок различной двигательной направленности по совершенствованию уровня проявления аэробной производительности спортсменов, выполнение которых, в итоге, должно приводить к повышению у них $\dot{V}O_{2max}$ и способствовать достижению более высокого уровня спортивной работоспособности. Для этого авторы предлагают использовать непрерывный и интервальный методы подготовки в их различных вариациях [4, 12, 15, 32, 33, 35, 51, 53, 56]

Вместе с тем существенный недостаток предлагаемых практических рекомендаций по совершенствованию уровня проявления аэробной производительности у элитных спортсменов состоит в отсутствии у авторов понимания того, что $\dot{V}O_2$ по своей природе является комплексным, расчетным показателем, величина которого зависит от таких составляющих его величин как \dot{V}_E и $F_E O_2$, которые способны продемонстрировать спортсмены при выполнении физической нагрузки максимальной аэробной мощности. Такой подход по особенностям использования, например, интервального метода подготовки для совершенствования аэробной производительности спортсменов без достаточного понимания основ его физиологической сущности привел к заявлению одного из ведущих специалистов в области теории и методики спортивной тренировки о том, что «...рассмотренный (интервальный – А. П.) метод воспитания аэробной выносливости в некотором смысле парадоксален: эффект увеличения аэробных возможностей организма достигается в большой мере с помощью анаэробной работы» [9]. И этим, вероятно, можно объяснить те, достаточно часто происходящие случаи в практике циклических видов спорта, когда спортсмены проводят подготовку по совершенствованию выносливости с выполнением запланированных параметров тренировочных нагрузок, а спортивные результаты у них при этом практически не улучшаются. Такое положение может свидетельствовать о том, что применяемые подходы к проведению их подготовки в действительности

не соответствовали той необходимой тренировочной направленности, которую нужно было на самом деле соблюдать при совершенствовании уровня аэробной производительности спортсменов. Подтверждением такого положения является публикация в журнале «Легкая атлетика» о системе подготовки одного из наиболее известных и успешных тренеров настоящего времени по легкой атлетике как Ренато Канова (Renato Kanova), в которой указывается, что «Канова не перестает повторять, что тренировка – это не просто сделанная работа. Главное – какое воздействие на организм она оказала и какова стоимость этой нагрузки для организма» [7]. Здесь же указывается утверждение Ренато Кановы о том, что «Тренировка – это не то, что вы делаете, а то, какие адаптации это вызывает в организме» [10].

Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что только на основании проведения целенаправленной адаптации и использования дифференцированного подхода по совершенствованию такой ведущей для проявления спортивной работоспособности системы, как система аэробной производительности, предоставляется реальная возможность для достижения максимальной реализации функциональных возможностей элитных спортсменов в процессе тренировочной и особенно соревновательной деятельности [5, 11, 14, 18].

Таким образом, предлагаемый дифференцированный подход к проведению подготовки элитных спортсменов по повышению уровня аэробной производительности открывает для них возможность достижения максимальной реализации функциональных возможностей в условиях проведения подготовки на высших этапах ее совершенствования [2, 15, 16]. Исходя из этого, направленность такой подготовки будет строиться не на бессистемном и бесконтрольном выполнении тренировочных нагрузок, а на основе целенаправленного совершенствования исключительно таких составляющих аэробной производительности организма по характеру проявления системы дыхания, которые обеспечивают достижение уровня их спортивной работоспособности, необходимого для демонстрации планируемых спортивных результатов [11, 12, 13, 16].

Представленный дифференцированный подход к проведению тренировочного процесса элитных спортсменов по целенаправленному совершенствованию уровня их аэробной производительности для повышения $\dot{V}O_{2max}$ и спортивной работоспособности обозначен как «Дифференцированный метод Павлика Анатолия». Его использование в практике построения тренировочного процесса предоставит возможность по проведению подготовки элитных спортсменов на высших этапах спортивного совершенствования с наиболее оптимальной для них степенью эффективности.

Практическая реализация разработанного дифференцированного подхода по совершенствованию аэробной производительности возможна исключительно

но только с использованием регулярного проведения обследований функциональных возможностей элитных спортсменов по этапам их многолетней и годичной подготовки для систематического контроля изменения их состояния в зависимости от характера выполняемых тренировочных воздействий [19, 26]. В настоящее время существуют все методические и инструментальные возможности для реализации данного подхода в практику спорта высших достижений.

Выводы. Для категории элитных спортсменов, которые специализируются в циклических видах спорта с преимущественным проявлением выносливости, тренировочный процесс на этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей и на этапе сохранения достижений должен проводиться исключительно с использованием индивидуального подхода при выборе целенаправленных тренировочных воздействий по совершенствованию процессов аэробной производительности по характеру деятельности системы дыхания. Конкретный выбор таких воздействий для повышения величины $\dot{V}O_{2max}$ у спортсменов должен определяться индивидуальными особенностями уровня максималь-

ных проявлений абсолютных величин показателей \dot{V}_E и $F_{E}O_2$ при выполнении физической нагрузки максимальной аэробной мощности. Поэтому использование в условиях проведения тренировочного процесса разработанного дифференцированного подхода дает объективные основания для совершенствования проявлений аэробной производительности элитных спортсменов на основе целенаправленного применения средств непрерывного и интервального методов подготовки.

Перспективы дальнейших исследований связаны с экспериментальным обоснованием использования разработанного дифференцированного подхода по совершенствованию процессов аэробной производительности у элитных спортсменов сборных команд страны в видах спорта с преимущественным проявлением выносливости. Еще одно направление исследований связано с выявлением лимитирующих звеньев в системе обеспечения организма спортсменов необходимым количеством O_2 при выполнении физической нагрузки для достижения наиболее высокой величины $\dot{V}O_{2max}$.

Конфликт интересов. Автор заявляет, что в данной статье конфликта интересов не существует.

■ Литература

1. Булатова ММ. Теоретико-методические аспекты реализации функциональных резервов спортсменов высшей квалификации [Theoretico-methodical aspects of realizing functional reserves of elite athletes] [диссертация]. Киев; 1997. 462 с.
2. Ваваев АВ, Акимов ЕБ. Опыт функционального тестирования аэробных способностей в ЦСТиСК Москомспорта. [Experience of aerobic capacity functional testing in TSSiSK Moskomspor] Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Санкт-Петербург. Северо-Западный государственный медицинский университет им. ИИ. Мечникова, 2013. 12-14.
3. Доева АН. Определение понятия «адаптация на физическую нагрузку». [Determining "adaptation to physical load" term]. Ежеквартальный рецензируемый, реферируемый научный журнал «Вестник АГУ». 2018;2(218):115-8.
4. Жилкин АИ, Кузьмин ВС, Сидорчук ЕВ. Легкая атлетика [Track and field] [учебное пособие]. Москва. Академия; 2003. 464 с.
5. Кизько АП. Состояние и перспективы совершенствования системы управления подготовкой спортсменов [State and prospects of improving the system of athlete preparation management]. Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2016;4(134):120-126. DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2016.04.134.p120-6.
6. Коган ОС, Галиуллина СД. Факторы профессиональной спортивной деятельности, негативно влияющие на здоровье высококлассных спортсменов [Professional sports activity factors influencing the health of elite athletes]. Тысячелетие здоровья и образования. 2017;1:153-7.
7. Колпаков А. У Ренато Кановы секретов нет [Renato Canova has no secrets]. Легкая атлетика, 2006;1-2:25-8.
8. Мак-Дуггал ДД. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса. [Physiological testing of elite athlete]. Киев: Олимпийская литература; 1998. 119-89.
9. Матвеев ЛП. Теория и методика физической культуры (Общие основы теории и методики физического воспитания; теоретико-методические аспекты спорта и профессионально-прикладных форм физической культуры) [Theory and methods of physical culture]. Москва: Физкультура и спорт; 1991. с. 248.
10. Методические основы и принципы тренировок элитных бегунов Ренато Кановы [Methodical bases and principles of training of elite runners by Renato Canova]. [Электронный ресурс] 2013. Код доступа <http://skirun.ru/2013/09/25/renato-canova-training-running/#ixzz5X2QbLs3A>
11. Мищенко ВС. Функциональные возможности спортсменов [Athletes' functional capacities]. Киев: Здоров'я; 1990, 200 с.
12. Мосин ИВ, Мосина ИН, Мосина ЕИ. Технология эффективного использования средств и методов специальной тренировочной нагрузки в недельном микроцикле, в беге на средние дистанции [Technology for efficient usage of means and methods of special training load in weekly microcycle in middle distance running]. Материалы V межрегиональной научно-практической конференции с международным участием «Инновационные технологии в спорте и физическом воспитании» (18-19 апреля, 2016 г.). Форум «Физическая культура и спорт: наука, образование, практика». ЦСП и Москва, 2016; 210-216.
13. Мясинченко ЕБ, Лебедев ММ, Шестаков МП, Абалян АГ, Фомиченко ТГ. Методика разработки индивидуального тренировочного плана подготовки спортсменов высокой квалификации [Methods of elaborating individual training plan of elite athletes' preparation]. Вестник спортивной науки. 2018;4: 8-11.
14. Назаренко ЛД, Панова ЕЕ, Валкина ОН. Теоретическое обоснование значимости учета закономерностей адаптации организма в процессе спортивной подготовки [Theoretical substantiation of the significance of accounting the regularities of body adaptation in the process of sports preparation]. Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2018;13(1):184-193. DOI 10/14526/01_2018_299
15. Николаев АА. Развитие выносливости у спортсменов [Endurance development in athletes]. Москва: Спорт; 2017.
16. Платонов В. Теории адаптации и функциональных систем в развитии системы знаний в области подготовки спортсменов [Theory of adaptation and functional systems in the development of the system of knowledge in the field of preparing athletes]. Наука в олимпийском спорте. 2017;1:29-47.

17. Платонов ВН. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов [Motor capacities and physical training of athletes]. Киев: Олимпийская литература; 2017. 656 с.
18. Попов ДВ. Физиологические основы оценки аэробных возможностей и подбора тренировочных нагрузок в лыжном спорте и биатлоне. [Physiological bases of evaluating aerobic capacities and selecting training loads in ski sport and biathlon]. Москва: Советский спорт; 2014. 78 с.
19. Самойлов АС. Оптимизация системы медико-биологического обеспечения спортсменов сборных команд России зимних видов спорта (на примере подготовки и проведения XXII зимних Олимпийских игр в г. Сочи) [автореферат]. [Optimization of the system of medical and biological support for athletes of the Russian national winter sports teams (on the example of the preparation and holding of the XXII Winter Olympic Games in Sochi)]. 2016. 48 с.
20. Синиченко РП, Рыбина ИЛ, Цибульский АА, Ширковец ЕА. Анализ зависимости соревновательных результатов биатлонистов от уровня аэробной производительности. [Analysis of the dependence of biathletes' competitive results on aerobic power level]. Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2018;7(161):244-246.
21. Солопов ИН, Горбанёва ЕП, Чёмов ВВ, Шамардин АА, Медведев ДВ, Камчатников АГ. Физиологические основы функциональной подготовки спортсменов [Physiological bases of athletes' functional preparation]. Монография. Волгоград: ВГАФК, 2010. 351 с.
22. Филиппов ММ. Условия массопереноса кислорода в организме при максимальной физической нагрузке [Conditions of oxygen mass transfer in the body under maximum load]. Ульяновский медико-биологический журнал. 2012;4:120-124.
23. Фрил Д. Библия триатлета. Исчерпывающее руководство [Triathlete's bible. Comprehensive guide]. ООО Манн, Иванов и Фербер, 2018. Код доступа <https://www.litmir.me/br/?b=612456&p=1>
24. Фудин НА, Чернышев СВ, Классина СЯ. Медико-биологические технологии при подготовке спортсменов высшей квалификации (краткий обзор литературы) [Medico-biological technologies during elite athletes' preparation (review of literature)]. Вестник новых медицинских технологий. 2016;23(2):206-213. DOI: 10.12737/20450
25. Фудин НА. Физиологические механизмы произвольной регуляции дыхания при занятиях спортом [Электронный ресурс]: Монография. [Physiological mechanisms of respiration voluntary regulation during sports engagement]. Москва: Спорт; 2020. 224 с. <https://rucont.ru/efd/704138>
26. Черкашин ВП. Современные тенденции научно-методического сопровождения подготовки спортсменов высокой квалификации в олимпийском и паралимпийском спорте [Modern trends of scientific and methodical support of elite athletes' preparation in the Olympic and Paralympic sports]. Вестник спортивной науки, 2016;5:12-14.
27. Яковлев НН. Чтобы успешно управлять, надо знать механизмы. [To manage successfully, one should know the mechanisms]. Теория и практика физической культуры. 1976;4:21-5.
28. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. American College of Sports Medicine; 10th Edition. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health, 2016; 501 p. from: <https://www.academia.edu/36843773>
29. Astorino TA, Edmunds RM, Clark A, King L, Gallant RA, Namm S, Fischer A, Wood KM. High-Intensity Interval Training Increases Cardiac Output and $\dot{V}O_2$ max. Med Sci Sports Exerc. 2017;49(2):265-273. doi: 10.1249/MSS.0000000000001099
30. Bassett JDR, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. Med Sci Sports Exerc. 2000;32(1):70-84. doi: 10.1097/00005768-200001000-00012
31. Beltz NM, Gibson AL, Janot JM, Kravitz L, Mermier CM, and Dalleck LC. Graded Exercise Testing Protocols for the Determination of $\dot{V}O_2$ max: Historical Perspectives, Progress, and Future Considerations. J Sports Med. Vol. 2016; Article ID 3968393 <http://dx.doi.org/10.1155/2016/3968393>
32. Billat LV. Interval Training for Performance: A Scientific and Empirical Practice Special Recommendations for Middle- and Long-Distance Running. Part I: Aerobic Interval Training: Sports Med 2001;31(1):13-31. Doi: 0112-1642/01/0001-0013/Здоровья.\$22.00/0
33. Bompa TO, and Haff GG. Periodization: Theory and Methodology of Training. Human Kinetics. 5th ed. 2009. 287-314.
34. Bosquet L, Leger L. Methods to Determine Aerobic Endurance. Sports Medicine 2002;32(11):675-700. DOI: 10.2165/00007256-200232110-00002
35. Bossi AH, Mesquida C, Passfield L, Rønnestad BR, Hopker JG. Optimizing Interval Training Through Power-Output Variation Within the Work Intervals. in International Journal of Sports Physiology and Performance Volume, 2020;7:982-989. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijspp.2019-0260>
36. Cunha FA, Farinatti PTV, Midgley AW. Methodological and practical application issues in exercise prescription using the heart rate reserve and oxygen uptake reserve methods. J Sci Med Sport. 2011;14(1):46-57. doi: 10.1016/j.jsams.2010.07.008
37. Ferretti G. Maximal oxygen consumption in healthy humans: theories and facts. Eur J Appl Physiol. 2014;114:2007-2036. DOI: 10.1007/s00421-014-2911-0
38. Haugen T, Paulsen G, Seiler S, Sandbakk Ø. New Records in Human Power. In International Journal of Sports Physiology and Performance. 2018;13(6):678-686. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijspp.2017-0441>
39. Holmberg H-C. The elite cross-country skier provides unique insights into human exercise physiology. Scand J Med Sci Sports: 2015;25(Suppl. 4):100-109. doi: 10.1111/sms.12601
40. Jensen K, Johansen L, Secher NH. Influence of body mass on maximal oxygen uptake: effect of sample size. Eur J Appl Physiol. 2001;84:201-205. doi: 10.1007/s004210170005
41. Kiely J. Periodization Theory: Confronting an Inconvenient Truth. Sports Medicine 2018;48:753-764.
42. Lundby C, Robach P. Performance Enhancement: What Are the Physiological Limits? Physiology (Bethesda). 2015;30(4):282-92. doi: 10.1152/physiol.00052.2014
43. Petot H, Meilland R, Le Moyec L, Mille-Hamard L, Billat VL. A new incremental test for $\dot{V}O_2$ max accurate measurement by increasing $\dot{V}O_2$ max plateau duration, allowing the investigation of its limiting factors. European Journal of Applied Physiology. 2012;112:2267-76.
44. Plowman SA, Smith DL. Exercise Physiology. Exercise physiology for health, fitness, and performance. 3rd ed. Wolters Kluwer, 2011. 728 p.
45. Poole DC, Burnley M, Vanhatalo A, Rossiter HB, Jones AM. Critical Power: An Important Fatigue Threshold in Exercise Physiology. Med Sci Sports Exerc. 2016;48(11):2320-2334. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000939
46. Rai S, Sen DJ. $\dot{V}O_2$ max makes bridge between aerobic and anaerobic exercise. Pharma Times, 2018;50(3):pp. 18-22.
47. Rønnestad BR, Hansen J, Thylí V, Bakken TA, Sandbakk Ø. 5-week block periodization increases aerobic power in elite cross-country skiers. Scand J Med Sci Sports. 2015;26(2):140-6. doi: 10.1111/sms.12418.
48. Scheadler CM, Garver MJ, Hanson NJ. The Gas Sampling Interval Effect on $\dot{V}O_2$ peak Is Independent of Exercise Protocol. Med Sci Sports Exerc. 2017;49(9):1911-1916. doi: 10.1249/MSS.0000000000001301
49. Shruti R. and Sen. $\dot{V}O_2$ max makes bridge between aerobic and anaerobic exercise. World J Pharm Sci 2016;4(8):90-97.
50. Struhár I. Laboratory determination of maximum oxygen consumption. Do we actually test the maximum values? Journal: Studia sportiva. 2018;12(1):49-58.
51. Sylta O, Toknnessen E, Hammarstrom D, Danielsen J, Skovereng K, Ravn T, Rønnestad BR, Sandbakk O, Seiler S. The Effect of Different High-Intensity Periodization Models on Endurance Adaptations. Med Sci Sports Exerc. 2016;48(11):2165-2174. DOI: 10.1249/MSS.0000000000001007
52. Thomas H, Gøran P, Stephen S, Øyvind S. New Records in Human Power. International Journal of Sports Physiology and Performance. 2017, Volume 13: Issue 6. August:678-686. DOI: 10.1123/ijspp.2017-0441

53. Tønnessen E, Hisdal J, Ronnestad BR. Influence of Interval Training Frequency on Time-Trial Performance in Elite Endurance Athletes. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2020 May 4;17(9):3190. doi:10.3390/ijerph17093190
54. Stewart P, Comfort P, Turner A. Strength and conditioning: Coach or scientist? *Advanced Strength and Conditioning. An Evidence-based Approach*. Routledge, 2018:21-29.
55. Turner A, Bishop D. Repeat sprint ability and the role of highintensity interval training. *Routledge*, 2018:99-111.
56. Vesterinen V. Predicting and monitoring individual endurance training adaptation and individualizing training prescription with endurance performance, cardiac autonomic regulation and neuromuscular performance. *Jyväskylä: University of Jyväskylä*, 2016, 102 p.
57. Winter EM, Jones AM, Davison RCR, Bromley PD and Mercer TH. *Sport and exercise physiology*. Routledge. 2007. 267 p.

Автор для корреспонденции:

Павлик Анатолий Иванович – канд. пед. наук; Киев, Украина;
antvpavlik7@gmail.com

Corresponding author

Anatoliy Pavlik – PhD on Pedagogy; Kyiv, Ukraine;
antvpavlik7@gmail.com

Поступила 22.12.2020