

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.1.47

УДК: 61:796/799

Влияние курсового приема супероксиддисмутазы на параметры аэробной и анаэробной производительности квалифицированных спортсменов

Т.А. Пушкина¹, С.П. Левушкин², М.И. Малахов², В.Д. Сонькин²

¹ФГБУ ГНЦ РФ Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, ФМБА России, г. Москва, Россия

²ФГБОУ ВО Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Министерство спорта РФ, г. Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: оценка способности препарата супероксиддисмутазы (СОД), при его пероральном введении спортсменам, повлиять на показатели их аэробной и анаэробной работоспособности. **Материалы и методы:** в работе в качестве испытуемых принимали участие 8 баскетболистов и 8 пловцов, имеющих уровень спортивной квалификации не ниже 1 взрослого разряда. Для оценки эффектов применения СОД трижды (до начала приема СОД; через 7 и 14 дней после начала приема СОД) проводились тестовые испытания по стандартной схеме: проведение антропометрических измерений и регистрация фонового уровня физиологических показателей; измерение максимальной анаэробной мощности в тесте на велоэргометре; отдых не менее 1 часа; измерение показателей аэробной производительности в рамптесте на велоэргометре. В процессе проведения указанных тестов регистрировали: частоту сердечных сокращений, показатели внешнего дыхания и газообмена, содержание лактата в крови. **Результаты:** через 7 дней после начала приема препарата СОД выявлено снижение максимальной аэробной производительности. При этом затраты кислорода на выполнение единицы работы снижаются в экспериментальной группе через 7 дней, но возвращаются на исходный уровень к концу второй недели воздействия препарата. Скорее всего, это не свидетельствует о позитивном воздействии СОД на механизмы аэробной энергопродукции. Общий результат анаэробного тестирования состоит в том, что в экспериментальной группе, по сравнению с контрольной, все мощностные показатели увеличиваются, а временные – снижаются. Возрастает мгновенная максимальная мощность, максимальная усредненная мощность, а также суммарная работа в тесте в расчете на 1 кг массы тела. Напротив, имеют выраженную тенденцию к снижению время достижения максимальной мощности и время ее удержания. Выраженными почти все эти различия становятся лишь через 2 недели приема СОД участниками экспериментальной группы. Из этого следует, что 1 неделя недостаточно для проявления в полной мере эффектов супероксиддисмутазы на параметры работоспособности спортсменов. **Выводы:** 1. Полученные результаты свидетельствуют в пользу предположения, что экзогенная СОД благоприятно сказывается на характеристиках анаэробной производительности. 2. Полученные результаты позволяют считать двухнедельный период минимальным для получения эргогенного эффекта экзогенной СОД при пероральном приеме препарата.

Ключевые слова: супероксиддисмутазы, аэробная и анаэробная производительность, анаэробный порог, максимальное потребление кислорода, максимальная анаэробная мощность

Для цитирования: Пушкина Т.А., Левушкин С.П., Малахов М.И., Сонькин В.Д. Влияние курсового приема супероксиддисмутазы на параметры аэробной и анаэробной производительности квалифицированных спортсменов // Спортивная медицина: наука и практика. 2019. Т.9, №1. С. 47-54. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.1.47.

Influence of course reception of superoxide dismutase on the parameters of aerobic and anaerobic performance of qualified athletes

Tatyana A. Pushkina¹, Sergey P. Levushkin², Maksim I. Malachov², Valentin D. Sonkin²

¹State Research Center Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

²Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism, Moscow, Russia

ABSTRACT

Objective: to evaluate the ability of the drug SOD, when administered orally to athletes, to affect the performance of their aerobic and anaerobic performance. **Materials and methods:** 8 basketball players and 8 swimmers with the level of sports qualification not lower than 1 adult category took part in the work as subjects. To assess the effects of SOD use, three times (before the beginning of SOD administration; 7 and 14 days after the start of SOD administration), standard tests were carried out in the following way: anthropometric measurements and the background level of physiological parameters recording; measurement of the maximum anaerobic power in the test on the bicycle ergometer; at least 1 hour of rest; measurement of aerobic performance in ramp test on a bicycle ergometer. Heart rate, external respiration and gas exchange, the content of lactate in the blood were

recorded during these tests. **Results:** 7 days after the start of SOD administration, a decrease in the maximum aerobic performance was found. At the same time, the cost of oxygen per unit of work was reduced in the experimental group after 7 days, but returns to the initial level by the end of the second week of exposure to the drug. Most likely, this fact didn't indicate a positive effect of SOD on the mechanisms of aerobic energy production. The overall result of anaerobic testing was that in the experimental group, compared with the control group, all the power indices increased, and the temporal parameters decreased. The instantaneous maximum power, the maximum averaged power, as well as the total work in the test per 1 kg of body weight increased. On the contrary, there was a pronounced tendency to reduce the time to reach the maximum power and the time of its retention. Almost all these differences became apparent only after 2 weeks of taking SOD by participants in the experimental group. From this it follows that 1 week is not enough for the manifestation of the full effect of superoxide dismutase on the performance parameters of athletes. **Conclusions:** 1. The results speak in favor of the assumption that exogenous SOD has a positive effect on the characteristics of anaerobic performance. 2. The results obtained allow us to consider the two-week period as the minimum for obtaining the ergogenic effect of exogenous SOD when taken orally.

Key words: superoxide dismutase, aerobic and anaerobic performance, anaerobic threshold, maximum oxygen consumption, maximum anaerobic power

For citation: Pushkina TA, Levushkin SP, Malachov MI, Sonkin VD. Influence of course reception of superoxide dismutase on the parameters of aerobic and anaerobic performance of qualified athletes. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2019;9(1):47-54. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.1.47.

1.1 Введение

Повышенные физические нагрузки, характерные для соревновательного спорта, негативно сказываются на состоянии клеток и тканей организма спортсмена, что заставляет искать все новые методы защиты клеточных структур от такого рода повреждающих воздействий [1]. Одним из мощных негативных факторов, активизирующихся при выполнении тяжелых нагрузок, являются так называемые активные формы кислорода (АФК) и перекисное окисление липидов (ПОЛ). И то, и другое разрушительно действует на клеточные мембраны, нарушая их функцию и приводя к тяжелым последствиям [2-4].

Поиски средств, способных противостоять АФК и ПОЛ, привели к выявлению ряда субстанций, способных включаться в клеточные метаболические процессы и стабилизировать клеточные мембраны [5]. В этом ряду стоит фермент супероксиддисмутаза (СОД) – низкомолекулярный пептид, вырабатываемый во многих многоклеточных организмах, в том числе в организме человека, функция которого как раз и состоит в противодействии АФК [6-8]. Недавно найден способ получения активных форм СОД из растительного сырья и создан препарат, представляющий собой СОД, упакованный в особую защитную оболочку, благодаря чему активное вещество не повреждается в желудочно-кишечном тракте и в неизменной виде поступает в кровь [9, 10]. Показано, что введенная таким образом СОД стимулирует синтез собственной СОД организмом, что и определяет конечный позитивный эффект [11-13]. Препарат СОД не является лекарственным средством, а представляет собой сертифицированную растительную пищевую добавку, не вызывающую побочных эффекты [10].

Несмотря на широкий поиск различного рода пищевых добавок, способных помочь спортсмену в его стремлении к оптимизации функционального состояния организма, препараты СОД до настоящего времени не были использованы в спорте высших достижений. Полученные ранее нами данные лабораторных исследований на подопытных мышах и крысах продемонстрировали позитивное влияние экзогенной СОД на координационные способности и работоспособность животных [14].

Целью исследования – оценить, способен ли препарат супероксиддисмутаза, при пероральном введении спортсменам, повлиять на характеристики их аэробной и анаэробной производительности.

1.2 Материалы и методы

В работе в качестве испытуемых приняли участие 16 спортсменов мужского пола, имеющих спортивную квалификацию не ниже первого взрослого разряда (8 баскетболистов и 8 пловцов). Средний возраст – $19 \pm 2,1$ лет, стаж занятий спортом – не менее 6 лет. Все испытуемые были в случайном порядке разделены на две группы – экспериментальную (8 человек) и контрольную (8 человек). Экспериментальная группа получала препарат супероксиддисмутаза в виде капсул для ежедневного приема по установленной схеме, тогда как спортсмены контрольной группы принимали похожие капсулы, содержащие плацебо (мальтодекстрин).

При проведении исследования соблюдали все нормы биомедицинской этики в соответствии с Хельсинкской декларацией, каждый испытуемый добровольец давал письменное информированное согласие на участие в исследовании. Перед началом исследования каждый спортсмен прошел медицинское освидетельствование, включая кардиолога. В таблице 1 приведены результаты антропометрических измерений участников контрольной и экспериментальной групп до начала исследования.

Для оценки эффектов применения СОД трижды (до начала приема СОД; через 7 дней после начала приема СОД; через 14 дней после начала приема СОД) проводили тестовые испытания по стандартной схеме: проведение антропометрических измерений и регистрация фонового уровня физиологических показателей; измерение максимальной анаэробной мощности (МАМ) в тесте на механическом велоэргометре; отдых не менее 1 часа; измерение показателей аэробной производительности в рамптесте на электромеханическом велоэргометре.

В процессе проведения указанных тестов регистрировали: частоту сердечных сокращений (непрерывно, с помощью системы Polar, Финляндия); показатели внешнего дыхания и газообмена (непрерывно, с помощью

Таблица 1

Антропометрические характеристики спортсменов (M±δ)

Table 1

Anthropometric characteristics of athletes (M±δ)

Показатель/ Parameter	Контрольная группа/Control group (n=8)	Экспериментальная группа/Experimental group (n=8)
Масса тела/ Body mass, кг/kg	76,2±6,5	72,6±6,3
Длина тела/ Body length, см/sm	180±6,6	178,7±3,3
Масса жирового компонента/Fat mass, %	9,2±2,9	8,3±0,7
Масса организма без жирового компонента/ Body mass without fat, кг/kg	70,9±5,5	67,3±5,3
Масса воды в организме/ Weight of water, кг/kg	51,9±4	47,9±3,8

Metalzyzer 3B, Германия); содержание лактата в крови (в исходном состоянии; в процессе выполнения нагрузки; в восстановительном периоде – с помощью анализатора лактата LactatePlus (Sport), США).

Статистический анализ результатов производили средствами, доступными в MSEXCEL. При этом рассчитывали среднее арифметическое (M), среднеквадратическое отклонение (δ), ошибку среднего арифметического (m), достоверность различий (по Стьюденту). В качестве критического уровня значимости при оценке результатов статистического анализа использовался уровень значимости P<0,05.

1.3 Результаты и их обсуждение

Результаты исследований представлены в таблице 2 в виде парных графиков, отражающих динамику изменений признака в контрольной и экспериментальной группах. В каждой строке таблицы отображен тот или иной функциональный показатель в динамике от 1 к 3 измерениям. Здесь 1 измерение соответствует исходным значениям, полученным до начала использования препарата СОД; 2 измерение произведено через 7 дней регулярного приема препарата (или плацебо – в контрольной группе); 3 измерение выполнено еще через неделю приема препарата. Дальнейшего наблюдения за динамикой состояния спортсменов мы не проводили.

Показатели сгруппированы в три блока: 1 блок – характеристика состояния организма на уровне анаэробного порога (АП), то есть при оптимальных для аэробного метаболизма условиях; 2 блок – характеристика состояния организма на уровне максимального потребления кислорода (МПК), то есть при реализации максимальной аэробной производительности; 3 блок – характеристика результатов тестирования максимальной анаэробной мощности (МAM).

Все значения на диаграммах представлены в виде процентов по отношению к исходному состоянию. Расчет процентных изменений производили для каждого испытуемого по его персональным данным, а потом усредняли для получения групповой характеристики. По этой причине даже небольшие по величине отклонения в ряде случаев носят достоверный характер, что будет указано на графиках по ходу представления материала.

На уровне анаэробного порога мы наблюдаем экономизацию функций кардиореспираторной системы под влиянием приема препарата СОД. Через 7 дней после начала эксперимента снижаются показатели ЧСС, легочной вентиляции, потребления кислорода, а также мощности нагрузки, при которой регистрируется анаэробный порог. В контрольной группе все эти показатели через неделю остаются примерно на исходном уровне. К концу второй недели показатели активности кардиореспираторной системы в экспериментальной группе либо продолжают снижаться, либо остаются на том же уровне; в контрольной группе наблюдается незначительное снижение перечисленных показателей. Никаких различий в динамике показателя «дыхательный коэффициент», который отражает метаболическое состояние организма, между контрольной и экспериментальной группой не выявлено. В обеих группах от первого ко второму измерению показатель несколько вырос, а затем остался примерно на достигнутом уровне.

Таким образом, имеется основание констатировать экономизацию кардиореспираторной функции у испытуемых под воздействием СОД при нагрузке, соответствующей активному аэробному метаболизму.

В таблице 3 представлены кривые, полученные по тому же набору показателей в условиях предельно напряженной активации аэробных процессов, то есть на уровне максимального потребления кислорода.

В таких условиях мы не видим значимых различий в динамике кардиореспираторных показателей между контрольной и экспериментальной группами. Некоторые показатели изменяются вообще синхронно – например, ЧСС и дыхательный коэффициент. Потребление кислорода в экспериментальной группе удерживается на одном уровне, а в контроле несколько возрастает к концу наблюдения (на грани достоверности). Мощность нагрузки, при которой достигается МПК, в экспериментальной группе снижается, тогда как в контрольной остается практически неизменной. Это может означать, что под воздействием СОД снижается максимальная аэробная производительность, причем эти изменения наступают уже через 7 дней после начала приема пищевой добавки, содержащей СОД. При этом затраты кислорода на выполнение единицы работы снижаются в экспериментальной группе через 7 дней, но возвращаются на исходный уровень к концу второй недели воздействия препарата. Все это, скорее всего, не свидетельствует о позитивном воздействии СОД на механизмы аэробной энергопродукции.

В таблице 4 представлены результаты, полученные при проведении Вингейтского анаэробного теста.

Таблица 2

Динамические изменения функциональных показателей организма спортсменов на уровне АП в контрольной и в экспериментальной группах под влиянием ежедневного приема экзогенной СОД

Table 2

Dynamic changes in the functional parameters of the body of athletes at the level of anaerobic threshold in the control and experimental groups under the influence of daily intake of exogenous SOD

Показатель/ Parameter	График/Graphic												
<p>ЧСС при достижении АП/ HR upon reaching the anaerobic threshold</p>	<p>График/Graphic ЧСС, (1/мин) в %</p> <table border="1"> <caption>ЧСС, (1/мин) в %</caption> <thead> <tr> <th>Группа</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Кон</td> <td>100</td> <td>99,0</td> <td>97,2</td> </tr> <tr> <td>Экс</td> <td>100</td> <td>94,4</td> <td>95,8</td> </tr> </tbody> </table>	Группа	1	2	3	Кон	100	99,0	97,2	Экс	100	94,4	95,8
Группа	1	2	3										
Кон	100	99,0	97,2										
Экс	100	94,4	95,8										
<p>Вентиляция легких при достижении АП/ Lung ventilation upon reaching the anaerobic threshold</p>	<p>График/Graphic V'E (ВТПС), (л/мин) в %</p> <table border="1"> <caption>V'E (ВТПС), (л/мин) в %</caption> <thead> <tr> <th>Группа</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Кон</td> <td>100</td> <td>104,0</td> <td>97,5</td> </tr> <tr> <td>Экс</td> <td>100</td> <td>97,1</td> <td>88,0</td> </tr> </tbody> </table>	Группа	1	2	3	Кон	100	104,0	97,5	Экс	100	97,1	88,0
Группа	1	2	3										
Кон	100	104,0	97,5										
Экс	100	97,1	88,0										
<p>Дыхательный коэффициент при достижении АП/ Respiratory coefficient upon reaching the anaerobic threshold</p>	<p>График/Graphic RER в %</p> <table border="1"> <caption>RER в %</caption> <thead> <tr> <th>Группа</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Кон</td> <td>100</td> <td>109,9</td> <td>106,7</td> </tr> <tr> <td>Экс</td> <td>100</td> <td>113,5</td> <td>109,1</td> </tr> </tbody> </table>	Группа	1	2	3	Кон	100	109,9	106,7	Экс	100	113,5	109,1
Группа	1	2	3										
Кон	100	109,9	106,7										
Экс	100	113,5	109,1										
<p>Поглощение кислорода при достижении АП/ Oxygen consumption upon reaching the anaerobic threshold</p>	<p>График/Graphic V'O2 (СТРД), (л/мин) в %</p> <table border="1"> <caption>V'O2 (СТРД), (л/мин) в %</caption> <thead> <tr> <th>Группа</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Кон</td> <td>100</td> <td>102</td> <td>103,1</td> </tr> <tr> <td>Экс</td> <td>100</td> <td>80,6</td> <td>78,3</td> </tr> </tbody> </table>	Группа	1	2	3	Кон	100	102	103,1	Экс	100	80,6	78,3
Группа	1	2	3										
Кон	100	102	103,1										
Экс	100	80,6	78,3										
<p>Мощность работы при достижении АП/ Work power upon reaching the anaerobic threshold</p>	<p>График/Graphic WR, Вт в %</p> <table border="1"> <caption>WR, Вт в %</caption> <thead> <tr> <th>Группа</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Кон</td> <td>100</td> <td>103</td> <td>98,4</td> </tr> <tr> <td>Экс</td> <td>100</td> <td>93,7</td> <td>89,6</td> </tr> </tbody> </table>	Группа	1	2	3	Кон	100	103	98,4	Экс	100	93,7	89,6
Группа	1	2	3										
Кон	100	103	98,4										
Экс	100	93,7	89,6										

Таблица 3

Динамические изменения функциональных показателей на уровне МПК в контрольной и в экспериментальной группе под влиянием экзогенной СОД

Table 3

Dynamic changes in functional indicators upon reaching MOC in the control and experimental group under the influence of exogenous SOD

Показатель/ Parameter	График/ Graphic												
ЧСС при достижении МПК/ HR upon reaching MOC	<p>ЧСС, (1/мин) в %</p> <table border="1"> <caption>ЧСС, (1/мин) в %</caption> <thead> <tr> <th>Группа</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Кон</td> <td>100</td> <td>101.8</td> <td>101.7</td> </tr> <tr> <td>Экс</td> <td>100</td> <td>101.5</td> <td>101.4</td> </tr> </tbody> </table>	Группа	1	2	3	Кон	100	101.8	101.7	Экс	100	101.5	101.4
Группа	1	2	3										
Кон	100	101.8	101.7										
Экс	100	101.5	101.4										
Вентиляция легких при достижении МПК/ Lung ventilation upon reaching MOC	<p>V'E (ВТРС), (л/мин) в %</p> <table border="1"> <caption>V'E (ВТРС), (л/мин) в %</caption> <thead> <tr> <th>Группа</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Кон</td> <td>100</td> <td>123.8</td> <td>119.1</td> </tr> <tr> <td>Экс</td> <td>100</td> <td>123.1</td> <td>114.8</td> </tr> </tbody> </table>	Группа	1	2	3	Кон	100	123.8	119.1	Экс	100	123.1	114.8
Группа	1	2	3										
Кон	100	123.8	119.1										
Экс	100	123.1	114.8										
Дыхательный коэффициент при достижении МПК/ Respiratory coefficient upon reaching MOC	<p>RER в %</p> <table border="1"> <caption>RER в %</caption> <thead> <tr> <th>Группа</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Кон</td> <td>100</td> <td>115.0</td> <td>114.5</td> </tr> <tr> <td>Экс</td> <td>100</td> <td>112.7</td> <td>108.6</td> </tr> </tbody> </table>	Группа	1	2	3	Кон	100	115.0	114.5	Экс	100	112.7	108.6
Группа	1	2	3										
Кон	100	115.0	114.5										
Экс	100	112.7	108.6										
Поглощение кислорода при достижении МПК/ Oxygen consumption upon reaching MOC	<p>V'O2 (СТРД), (л/мин) в %</p> <table border="1"> <caption>V'O2 (СТРД), (л/мин) в %</caption> <thead> <tr> <th>Группа</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Кон</td> <td>100</td> <td>104.0</td> <td>110.1</td> </tr> <tr> <td>Экс</td> <td>100</td> <td>101.4</td> <td>102.1</td> </tr> </tbody> </table>	Группа	1	2	3	Кон	100	104.0	110.1	Экс	100	101.4	102.1
Группа	1	2	3										
Кон	100	104.0	110.1										
Экс	100	101.4	102.1										
Мощность работы при достижении МПК/ Work power upon reaching MOC	<p>WR, Вт в %</p> <table border="1"> <caption>WR, Вт в %</caption> <thead> <tr> <th>Группа</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Кон</td> <td>100</td> <td>104.1</td> <td>103.7</td> </tr> <tr> <td>Экс</td> <td>100</td> <td>98.8</td> <td>105.6</td> </tr> </tbody> </table>	Группа	1	2	3	Кон	100	104.1	103.7	Экс	100	98.8	105.6
Группа	1	2	3										
Кон	100	104.1	103.7										
Экс	100	98.8	105.6										

Таблица 4

Динамические изменения анаэробных показателей в контрольной и в экспериментальной группе под влиянием экзогенной СОД

Table 4

Dynamic changes of anaerobic parameters in the control and in the experimental group under the influence of exogenous SOD

Показатель/ Parameter	График/Graphic												
<p>Максимальная мгновенная мощность на 1кг массы испытуемого/ Peak power per 1 kg of body mass</p>	<p>График/Graphic Wм/М, (вт/кг) в %</p> <table border="1"> <tr><th>Группа</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th></tr> <tr><td>Конт.</td><td>100</td><td>104,6</td><td>99,0</td></tr> <tr><td>Экс.</td><td>100</td><td>106,8</td><td>106,1*</td></tr> </table>	Группа	1	2	3	Конт.	100	104,6	99,0	Экс.	100	106,8	106,1*
Группа	1	2	3										
Конт.	100	104,6	99,0										
Экс.	100	106,8	106,1*										
<p>Время выхода на максимальную мгновенную мощность/ Retention time of peak power</p>	<p>тв.ампл., (сек.) в %</p> <table border="1"> <tr><th>Группа</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th></tr> <tr><td>Конт.</td><td>100</td><td>100,6</td><td>73,7</td></tr> <tr><td>Экс.</td><td>100</td><td>82,8</td><td>84,1</td></tr> </table>	Группа	1	2	3	Конт.	100	100,6	73,7	Экс.	100	82,8	84,1
Группа	1	2	3										
Конт.	100	100,6	73,7										
Экс.	100	82,8	84,1										
<p>Максимальная усреднённая мощность на 1 кг массы испытуемого/ Maximum average power per 1 kg of body mass</p>	<p>Wм.ср/М, (вт/кг) в %</p> <table border="1"> <tr><th>Группа</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th></tr> <tr><td>Конт.</td><td>100</td><td>101,1</td><td>98,3</td></tr> <tr><td>Экс.</td><td>100</td><td>102,6</td><td>105,1*</td></tr> </table>	Группа	1	2	3	Конт.	100	101,1	98,3	Экс.	100	102,6	105,1*
Группа	1	2	3										
Конт.	100	101,1	98,3										
Экс.	100	102,6	105,1*										
<p>Время выхода на максимальную усреднённую мощность/ Retention time of maximum average power</p>	<p>тв, (сек.) в %</p> <table border="1"> <tr><th>Группа</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th></tr> <tr><td>Конт.</td><td>100</td><td>93,3</td><td>99,7</td></tr> <tr><td>Экс.</td><td>100</td><td>91,9</td><td>93,3*</td></tr> </table>	Группа	1	2	3	Конт.	100	93,3	99,7	Экс.	100	91,9	93,3*
Группа	1	2	3										
Конт.	100	93,3	99,7										
Экс.	100	91,9	93,3*										
<p>Время удержания максимальной усреднённой мощности на уровне 0,9/ Residence time of the maximum average power per level 0.9</p>	<p>тy, (сек.) в %</p> <table border="1"> <tr><th>Группа</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th></tr> <tr><td>Конт.</td><td>100</td><td>110,0</td><td>113,0</td></tr> <tr><td>Экс.</td><td>100</td><td>99,1</td><td>106,5</td></tr> </table>	Группа	1	2	3	Конт.	100	110,0	113,0	Экс.	100	99,1	106,5
Группа	1	2	3										
Конт.	100	110,0	113,0										
Экс.	100	99,1	106,5										
<p>Суммарная работа на 1 кг массы испытуемого за одно повторение/ The overall work per 1 kg of body mass for one repetition</p>	<p>Ал/М, (дж/кг) в %</p> <table border="1"> <tr><th>Группа</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th></tr> <tr><td>Конт.</td><td>100</td><td>101,5</td><td>99,0</td></tr> <tr><td>Экс.</td><td>100</td><td>100,3</td><td>104,3*</td></tr> </table>	Группа	1	2	3	Конт.	100	101,5	99,0	Экс.	100	100,3	104,3*
Группа	1	2	3										
Конт.	100	101,5	99,0										
Экс.	100	100,3	104,3*										

Общий результат анаэробного тестирования состоит в том, что в экспериментальной группе, по сравнению с контрольной, все мощностные показатели увеличиваются, а временные – снижаются. Так, возрастает мгновенная максимальная мощность, максимальная усредненная мощность, а также суммарная работа в тесте в расчете на 1 кг массы тела. Напротив, имеют выраженную тенденцию к снижению время достижения максимальной мощности и время ее удержания. И напротив, была выявлена выраженная тенденция снижения времени достижения максимальной мощности и времени ее удержания.

Следует отметить, что выраженными почти все эти различия становятся лишь через 2 недели приема СОД участниками экспериментальной группы. Из этого следует, что 1 недели недостаточно для проявления в пол-

ной мере эффектов супероксиддисмутазы на параметры работоспособности спортсменов.

1.4 Выводы

1. Полученные результаты свидетельствуют в пользу предположения, что экзогенная СОД благоприятно сказывается на характеристиках анаэробной производительности. По-видимому, этот механизм подключается именно в тех условиях, в которых отмечается активизация производства активных форм кислорода в тканях организма – а это наблюдается при активном участии анаэробного гликолиза в энергообеспечении мышечной работы [1].

2. Полученные результаты позволяют считать двухнедельный период минимальным для получения эргогенного эффекта экзогенной СОД при пероральном приеме препарата.

Список литературы

1. Skarpanska-Stejnborn A, Pilczynska-Szczesniak I, Basta P, Deskur-Smielecka E, Woitas-Slubowska D, Adach Z. Effects of oral supplementation with plant superoxide dismutase extract on selected redox parameters and an inflammatory marker in a 2,000-m rowing-ergometer test // International journal of sport nutrition and exercise metabolism. 2011. №21(2). P. 124-34.
2. Younus H. Therapeutic potentials of superoxide dismutase // Int J Health Sci (Qassim). 2018. Vol.12, №3. P. 88-93.
3. Halliwell B. Oxidants and human disease: some new concepts // The FASEB Journal. 1987. Vol.1, №5. P. 358-64.
4. Bonetta R. Potential Therapeutic Applications of MnSODs and SOD-Mimetics // Chemistry. 2018. Vol.24, №20. P. 5032-41. DOI: 10.1002/chem.201704561.
5. Шанин Ю.Н., Шанин В.Ю., Зиновьев Е.В. Антиоксидантная терапия в клинической практике. СПб.: ЭЛБИ-СПб., 2003. 131 с.
6. McCord JM. The evolution of free radicals and oxidative stress // Am J Med. 2000. Vol.108, №8. P. 652-9.
7. Fridovich I. Superoxide radical and superoxide dismutases // Annual review of biochemistry. 1995. Vol.64, №1. P. 97-112.
8. Hassan W, Noreen H, Rehman S, Gul S, Kamal MA, Kamdem JP, Zaman B, da Rocha JBT. Oxidative Stress and Antioxidant Potential of One Hundred Medicinal Plants // Curr Top Med Chem. 2017. Vol.17, №12. P. 1336-70. DOI: 10.2174/1568026617666170102125648.
9. Carillon J, Fouret G, Feillet-Coudray C, Lacan D, Cristol JP, Rouanet JM. Short-term assessment of toxicological aspects, oxidative and inflammatory response to dietary melon superoxide dismutase in rats // Food Chem Tox. 2013. Vol.55. P. 323-8.
10. Décordé K, Ventura E, Lacan D, Ramos J, Cristol JP, Rouanet JM. An SOD rich melon extract Extramel prevents aortic lipids and liver steatosis in diet-induced model of atherosclerosis // Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. 2010. №20(5). P. 301-7.
11. Lalles JP, Lacan D, David JC. A melon pulp concentrate rich in superoxide dismutase reduces stress proteins along the gastrointestinal tract of pigs // Nutrition. 2011. Vol.27, №3. P. 358-63.
12. Kost OA, Beznos OV, Davydova NG, Manickam DS, Nikolskaya II, Guller AE, Binevski PV, Chesnokova NB, Shekhter AB, Klyachko NL, Kabanov AV. Superoxide Dismutase 1 Nanozyme for Treatment of Eye Inflammation // Oxid Med Cell Longev. 2015. e:5194239. DOI: 10.1155/2016/5194239.

References

1. Skarpanska-Stejnborn A, Pilczynska-Szczesniak I, Basta P, Deskur-Smielecka E, Woitas-Slubowska D, Adach Z. Effects of oral supplementation with plant superoxide dismutase extract on selected redox parameters and an inflammatory marker in a 2,000-m rowing-ergometer test. International journal of sport nutrition and exercise metabolism. 2011;21(2):124-34.
2. Younus H. Therapeutic potentials of superoxide dismutase. Int J Health Sci (Qassim). 2018;12(3):88-93.
3. Halliwell B. Oxidants and human disease: some new concepts. The FASEB Journal. 1987;1(5):358-64.
4. Bonetta R. Potential Therapeutic Applications of MnSODs and SOD-Mimetics. Chemistry. 2018;24(20):5032-41. DOI: 10.1002/chem.201704561.
5. Shanin YuN, Shanin VYu, Zinoviev EV. Antioxidant therapy in clinical cases. Saint-Petersburg, ELBI-SPb, 2003. 131 p. Russian.
6. McCord JM. The evolution of free radicals and oxidative stress. Am J Med. 2000;108(8):652-9.
7. Fridovich I. Superoxide radical and superoxide dismutases. Annual review of biochemistry. 1995;64(1):97-112.
8. Hassan W, Noreen H, Rehman S, Gul S, Kamal MA, Kamdem JP, Zaman B, da Rocha JBT. Oxidative Stress and Antioxidant Potential of One Hundred Medicinal Plants. Curr Top Med Chem. 2017;17(12):1336-70. DOI: 10.2174/1568026617666170102125648.
9. Carillon J, Fouret G, Feillet-Coudray C, Lacan D, Cristol JP, Rouanet JM. Short-term assessment of toxicological aspects, oxidative and inflammatory response to dietary melon superoxide dismutase in rats. Food ChemTox. 2013;55:323-8.
10. Décordé K, Ventura E, Lacan D, Ramos J, Cristol JP, Rouanet JM. An SOD rich melon extract Extramel prevents aortic lipids and liver steatosis in diet-induced model of atherosclerosis. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. 2010;20(5):301-7.
11. Lalles JP, Lacan D, David JC. A melon pulp concentrate rich in superoxide dismutase reduces stress proteins along the gastrointestinal tract of pigs. Nutrition. 2011;27(3):358-63.
12. Kost OA, Beznos OV, Davydova NG, Manickam DS, Nikolskaya II, Guller AE, Binevski PV, Chesnokova NB, Shekhter AB, Klyachko NL, Kabanov AV. Superoxide Dismutase 1 Nanozyme for Treatment of Eye Inflammation. Oxid Med Cell Longev. 2015:e:5194239. DOI: 10.1155/2016/5194239.

13. Silva GÁF, Nunes RAL, Morale MG, Boccardo E, Aguayo F, Termini L. Oxidative stress: therapeutic approaches for cervical cancer treatment // Clinics (Sao Paulo). 2018. e:548. DOI: 10.6061/clinics/2018/e548s.

14. Пушкина Т.А., Токаев Э.С., Попова Т.С., Мурашев А.Н., Тропская Н.С., Кислякова Е.А., Шашкова И.Г., Жеребцов А.В. Доклинические исследования эффективности специализированного продукта спортивного питания для коррекции физической работоспособности и психофизиологического состояния при интенсивных нагрузках // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. №3. С. 5-12.

Информация об авторах:

Пушкина Татьяна Анатольевна, ассистент кафедры восстановительной медицины, спортивной медицины, курортологии и физиотерапии ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. ORCID ID: 0000-0003-2910-3137

Левушкин Сергей Петрович, директор НИИ спорта и спортивной медицины Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма Минспорта России, д.б.н., проф. ORCID ID: 0000-0001-6250-2231 (+7 (916) 965-00-94, levushkinsp@mail.ru)

Малахов Максим Игоревич, аспирант кафедры физиологии Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма Минспорта России. ORCID ID: 0000-0003-4704-9234

Сонькин Валентин Дмитриевич, заведующий кафедрой физиологии Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма Минспорта России, д.б.н., проф. ORCID ID: 0000-0003-3834-8080

Information about the authors:

Tatyana A. Pushkina, Assistant of the Department of Restorative Medicine, Sports Medicine, Balneology and Physiotherapy of the State Research Center Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical and Biological Agency of Russia. ORCID ID: 0000-0003-2910-3137

Sergey P. Levushkin, Ph.D. (Biology), Prof., Director of the Scientific Research Institute of Sports and Sports Medicine of the Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism. ORCID ID: 0000-0001-6250-2231 (+7 (916) 965-00-94, levushkinsp@mail.ru)

Maksim I. Malakhov, Postgraduate Student of the Department of Physiology of the Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism. ORCID ID: 0000-0003-4704-9234

Valentin D. Sonkin, Ph.D. (Biology), Prof., Head of the Department of Physiology of the Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism. ORCID ID: 0000-0003-3834-8080

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 20.12.2018

Принята к публикации: 24.01.2019

Received: 20 December 2018

Accepted: 24 January 2019