

DOI: 10.30906/0869-2092-2018-81-4-28-32

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОСЛЕ НАГРУЗОК В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

С. В. Оковитый, С. В. Радько<sup>1</sup>

Проведена оценка влияния ремаксола на тренировочный процесс при введении до и после тренировочных нагрузок в сравнении с препаратами, обладающими актопротекторным действием — этилтиобензимидазола гидрохлоридом и производным диэтил-аминоэтанола — бис {2-[(2E)-4-гидрокси-4-оксобут-2-еноилокси]-N,N-диэтилэтанаминия} бутандиоатом. Установлено, что повышение физической работоспособности животных ремаксолом достигается при его применении после тренировочных нагрузок. Оно сопоставимо с таковым при применении препаратов сравнения. Выносливость животных, оцениваемая по максимальному времени плавания с грузом, равным 7,5 % массы тела, на фоне применения ремаксола после тренировок возросла в 2,49 и 2,34 раза относительно исходных значений и значений контрольной группы, соответственно. Применение ремаксола до тренировок не приводило к изменениям в работоспособности.

**Ключевые слова:** физическая работоспособность; ремаксол; этилтиобензимидазола гидрохлорид; бис {2-[(2E)-4-гидрокси-4-оксобут-2-еноилокси]-N,N-диэтилэтанаминия} бутандиоат; мышцы.

### ВВЕДЕНИЕ

Для нагрузок высокой интенсивности характерно развитие тканевой гипоксии вследствие возрастания энергопотребности работающих мышц выше максимально возможной энергопродукции, истощения запасов АТФ и гликогена в мышцах и печени, избыточного образования свободных радикалов с усилением перекисного окисления липидов (ПОЛ) и последующего повреждения клеточных мембран (цитоплазматической, митохондриальной), формирование ацидоза и микротравм мышечных волокон, что приводит к снижению работоспособности организма [1]. Одним из основных направлений повышения физической работоспособности является ускорение процессов восстановления после физической нагрузки [5]. В свете этого интерес вызывают препараты, обладающие комплексным действием на процессы восстановления, способные устранять постнагрузочные метаболические нарушения, ускорять восполнение энергетических запасов и активировать репарацию мышечных волокон за счет увеличения пула аминокислот и усиления синтеза белков.

Целью исследования стала оценка влияния комбинированного сукцинатсодержащего антигипоксанта ремаксола на некоторые параметры физической работоспособности мышцей при курсовом применении в различных режимах.

### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эксперименты проводили на 48 белых беспородных мышцах самцах массой 22 – 26 г. Исследование выполняли в соответствии с Национальным стандартом РФ ГОСТ Р 53434-2009 “Принципы надлежащей лабораторной практики”, приказом Минздрава России от 01.04.2016 г. № 199н “Об утверждении правил надлежащей лабораторной практики”, согласно утвержденному письменному протоколу. Животные были получены из питомника “Рапполово” (Ленинградская область), прошли необходимый карантин и содержались в стандартных условиях вивария на обычном пищевом рационе со свободным доступом к воде.

В качестве основного тренирующего режима использовали методику вынужденного плавания [5], которую проводили в специальном плавательном бассейне (длина 1,8 м, ширина 0,15 м, высота 0,3 м), разделенном перегородками на 8 отсеков 0,15 × 0,15 м каждый. Бассейн заполняли до половины предварительно отстоянной в течение 1 сут десатурированной водой с температурой 22 – 24 °С.

Перед рандомизацией проводили оценку максимального времени вынужденного плавания животных с грузом, равным 7,5 % массы тела, соответствующего аэробно-анаэробному уровню нагрузки, для исключения мышцей с крайними значениями показателя [5]. Утяжеляющий груз фиксировали в области межреберья с помощью специального крепления [15]. После проведения теста все животные были разделены на 6 групп по 8 особей в каждой: первая (интактная) получала 0,9 % раствор NaCl и не тренировалась; вторая

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО СПбХФА, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 14.

(контрольная) получала 0,9 % раствор NaCl (после тренировки); третья — препарат сравнения этилтиобензимидазола гидрохлорид (ЭТБИ) в дозе 25 мг/кг (сразу после окончания тренировки); четвертая получала ремаксол (“ООО “НТФФ “Полисан”, Санкт-Петербург) в объеме 0,2 мл на 10 г животного за 30 мин до начала тренировки; пятая — ремаксол в том же объеме сразу после окончания тренировки; шестая — производное аминокетона и дикарбоновых кислот — бис{2-[(2E)-4-гидрокси-4-оксобут-2-еноилокси]-N,N-диэтилэтанамина} бутандиоат (ФДЭС) в дозе 75 мг/кг за 30 мин до тренировки. Введение препаратов осуществляли внутривентрикулярно с помощью зонда, кроме ремаксола, который вводили внутривентрикулярно.

Выбор в качестве препарата сравнения этилтиобензимидазола гидрохлорида обусловлен тем, что он является наиболее хорошо исследованным “эталонным” представителем синтетических адаптогенов с выраженным актопротекторным действием [6]. Он используется для повышения физической работоспособности в обычных и осложненных условиях. Его основным механизмом действия считается активация синтеза РНК и белков. Среди активно образуемых под его влиянием белков наибольшее значение имеют короткоживущие белки, играющие ключевую роль в процессах адаптации-деадаптации [18]. Наиболее выраженный эффект достигается при назначении препарата в режиме тренировочных нагрузок после выполнения физической работы в качестве средства с восстанавливающим действием [5]. Другой референсный препарат — ФДЭС — обладает актопротекторными свойствами

и выраженным эффектом последствия. Наибольший эффект достигается при его назначении в режиме тренировочных нагрузок до выполнения физической работы [14].

Во время тренировки утяжеляющий груз, составлявший 10 % от массы тела, фиксировали в области межреберья с помощью специального крепления, затем животных помещали в соответствующий отсек бассейна и сразу включали секундомер. Выбор для тренировок более тяжелого груза обусловлен рекомендацией использования в предсоревновательный период тренировочного цикла нагрузок высокой интенсивности [17]. Тренировку заканчивали, когда животное погружалось с носом под воду более чем на 3 с, после чего его извлекали из бассейна, обсушивали мягкой тканью и помещали в стандартную клетку. Тренировки проводили 3 раза в неделю через день в течение 6 недель.

Начиная с 4 недели, в конце каждой недели осуществляли промежуточную оценку физической работоспособности, оценивая максимальное время плавания с грузом 7,5 %. Завершающим этапом эксперимента было исследование последствия препаратов через 1 и 2 недели после окончания тренировок. Схема тренировочного процесса представлена в табл. 1.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета программ “Statistica 6.0”. Осуществляли проверку нормальности распределения количественных признаков при малом числе наблюдений с использованием *W*-критерия Шапиро — Уилка, оценивали значимость различий при нормаль-

Таблица 1. Схема тренировочного процесса

Показатель		Тренировки с утяжеляющим грузом (% от массы тела)		Препарат
		7,5 %	10 %	
Первичный тест	0 день	+		–
1 неделя	1 – 3 дни	+		+
	4 – 5 дни		+	+
	6 – 7 дни	Отдых		–
2 неделя	8 – 12 дни		+	+
	13 – 14 дни	Отдых		–
3 неделя	15 – 19 дни		+	+
	20 – 21 дни	Отдых		–
4 неделя	22 – 26 дни		+	+
	27 день	Отдых		–
	28 день	+		–
5 неделя	29 – 33 дни		+	+
	34 день	Отдых		–
	35 день	+		–
6 неделя	36 – 40 дни		+	+
	41 день	Отдых		–
	42 день	+		–
Оценка последствия	43 – 48 дни	Отдых		–
	49 день	+		–
Оценка последствия	50 – 55 дни	Отдых		–
	56 день	+		–

ном распределении количественных признаков с помощью *t*-критерия Стьюдента (для независимых выборок), а при ненормальном распределении — с помощью непараметрического критерия Манна — Уитни (для сравнения 2 попарно не связанных между собой вариационных рядов). Статистическую значимость изменений показателей в динамике у животных одной и той же группы оценивали, применяя критерий Вилкоксона для связанных выборок. Числовые данные, приводимые в таблицах, представлены в виде: средняя арифметическая ( $M$ )  $\pm$  стандартное отклонение ( $SD$ ). Уровень доверительной вероятности был задан равным 95 %.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенными исследованиями установлено, что выполнение тренирующей физической нагрузки животными контрольной группы хотя и приводило к увеличению времени их плавания в итоговых тестах к 4–6 неделям, однако эти различия не достигали статистической значимости, по сравнению с исходными показателями. В период оценки последствий (7–8 недели) работоспособность постепенно снижалась практически до исходного уровня (табл. 2). В группе интактных животных изменений работоспособности не произошло.

В группе животных, получавших ремаксол до тренировки, к 4 неделе время плавания осталось без изменений относительно исходного и было несколько выше (в 1,12 раза) соответствующего показателя контрольной группы, и недостоверно в 1,24 ниже показателя группы ФДЭС. К 6 неделе время плавания несколько увеличилось (в 1,11 раза), по сравнению с исходным значением, и в 1,13 раза, по сравнению с контролем, однако эти изменения оказались недостоверны. На 6 неделе время плавания было в 1,17 раза ниже, чем в группе, получавшей ФДЭС ( $p > 0,05$ ). В период оценки последствий с 7 по 8 недели работоспособность мышей достоверно снизилась

относительно исходных значений и была ниже значений группы ФДЭС в 1,9 и 1,83 раза соответственно.

Применение ремаксол после тренировки, к 4 неделе занятий время плавания достоверно возросло в 1,92 раза относительно исходных значений. Этот показатель, по сравнению с контролем, увеличился в 1,95 раза ( $p > 0,05$ ) и был выше такового в группе ЭТБИ в 1,12 раза ( $p > 0,05$ ). На 5 и 6 неделях время плавания возросло относительно начального в 2,38 и 2,49 раза соответственно ( $p > 0,05$ ), достоверно превышая показатель контрольной группы в 2,4 и 2,34 раза соответственно, будучи в 1,46 раза выше, чем в группе ЭТБИ. Через 1 и 2 недели после окончания тренировок, показатель работоспособности остался практически на прежнем уровне, достоверно превосходя исходный в 1,99 и 2,31 раза, соответственно ( $p > 0,05$ ) и в 1,97 и 2,36 раза превосходя показатель контрольной группы ( $p > 0,05$ ). Относительно препарата сравнения — ЭТБИ — этот показатель на 7 и 8 неделях был в 1,23 и 1,2 раза выше, но эта разница была статистически недостоверна (табл. 2).

У животных, получавших этилтиобензимидазола гидрохлорид, после 4 недель тренировок физическая работоспособность достоверно увеличилась в 2,07 раза, превосходя таковой показатель в контроле в 1,73 раза. К 5 и 6 неделям увеличение относительно исходных значений составило 1,96 и 2,05 раза соответственно ( $p > 0,05$ ), и было в 1,64 и 1,6 раза выше, чем в контрольной группе. При оценке последствий было установлено, что даже после прекращения тренировок и введения препарата время плавания оставалось достоверно повышенным к 7 и 8 неделям в 1,95 и 2,32 раза, по сравнению с исходными значениями, и в 1,6 и 1,97 раза, по сравнению с контролем.

В группе животных, получавших ФДЭС, к 4 неделе исследуемый показатель увеличился в 1,52 раза относительно исходного и в 1,4 раза относительно соответствующего показателя контрольной группы ( $p > 0,05$ ). Во время оценочных тестов на 5 и 6 неделях время

Таблица 2. Длительность плавания мышей в тесте вынужденного (предельного) плавания ( $M \pm SD$ )

Группа	Длительность плавания, мин					
	Исходно	итоговые тесты			оценка последствий	
		4 неделя	5 неделя	6 неделя	7 неделя	8 неделя
Группа 1, интактные	307,5 $\pm$ 22,55	287,25 $\pm$ 14,78	256,25 $\pm$ 21,8	232,75 $\pm$ 16,3	204,25 $\pm$ 13,9	228,25 $\pm$ 12,5
Группа 2, контроль	363,1 $\pm$ 65,6	388,5 $\pm$ 69,0	390,39 $\pm$ 42,0	418,38 $\pm$ 75,6	397,0 $\pm$ 45,3	385,66 $\pm$ 51,0
Группа 3, ЭТБИ	326,85 $\pm$ 47,3 <sup>1</sup>	675,0 $\pm$ 125,6 <sup>1</sup>	640,5 $\pm$ 94,7 <sup>1</sup>	669,4 $\pm$ 94,9 <sup>1,2</sup>	636,5 $\pm$ 77,2 <sup>1</sup>	759,8 $\pm$ 90,0 <sup>1</sup>
Группа 4, ремаксол (до тренировки)	426,1 $\pm$ 22,8	438,0 $\pm$ 78,8	446,6 $\pm$ 58,2	474,3 $\pm$ 89,29	281,6 $\pm$ 22,0	300,8 $\pm$ 28,8
Группа 5, ремаксол (после тренировки)	393,5 $\pm$ 86,5	758,3 $\pm$ 57,1 <sup>1,2</sup>	939,8 $\pm$ 101,3 <sup>1,2,4</sup>	981,0 $\pm$ 123,4 <sup>1,2,3,4</sup>	783,8 $\pm$ 90,3 <sup>1,2,4</sup>	911,8 $\pm$ 167,3 <sup>1,2,4</sup>
Группа 6, ФДЭС	358,2 $\pm$ 34,73 <sup>1,2</sup>	547,0 $\pm$ 29,8 <sup>1,2</sup>	522,6 $\pm$ 24,5 <sup>1,2</sup>	555,94 $\pm$ 28,3 <sup>1,2</sup>	535,9 $\pm$ 27,4 <sup>1,2</sup>	550,5 $\pm$ 30,3 <sup>1,2</sup>

**Примечание:** <sup>1</sup> достоверные отличия от соответствующего исходного показателя ( $p < 0,05$ ); <sup>2</sup> достоверные отличия от соответствующего показателя контрольной группы ( $p < 0,05$ ); <sup>3</sup> достоверные отличия от соответствующего показателя группы ЭТБИ ( $p < 0,05$ ); <sup>4</sup> достоверные отличия от соответствующего показателя группы ФДЭС ( $p < 0,05$ ).

плавания мышей было достоверно выше исходного в 1,45 и 1,55 раза, соответственно, превышая таковое в контрольной группе в 1,33 и 1,32 раза ( $p < 0,05$ ). Через 1 и 2 недели после окончания тренировок показатель работоспособности остался практически на прежнем уровне, достоверно превышая исходный в 1,49 и 1,53 раза, соответственно, и в 1,34 и 1,42 раза показатель контрольной группы.

Интенсивная физическая работа ведет к развитию утомления, причиной которого является недостаточность процессов восстановления физиологических затрат, вызванных нагрузкой [6]. В качестве представителя фармакологических веществ, ускоряющих восстановление после нагрузки может рассматриваться ремаксол — комбинированный препарат, в состав которого входят инозин, янтарная кислота (ЯК), метионин и никотинамид. Его компоненты обладают синергичным действием, обеспечивающим полноценное восстановление в постнагрузочный период. Так, инозин усиливает ресинтез АТФ и повышает АТФ-азную активность миозина, и уменьшает ацидоз, стимулируя окисление молочной кислоты [9], ускоряет диссоциацию оксигемоглобина [11], подавляет процессы ПОЛ [3], усиливает синтез белков при интенсивных нагрузках [4].

Однако в исследованиях на спортсменах-бегунах было показано, что ежедневное применение инозина в дозе 6 г/сут не приводит к увеличению аэробной работоспособности [25]. В исследованиях на спортсменах-велосипедистах, получавших по 5 г/день инозина в течение 5 дней, не было отмечено значимого влияния на аэробную нагрузку, однако происходило повышение выносливости в тесте SPN (субмаксимальный велосипедный спринт), который характеризуется субмаксимальной нагрузкой, более схожей с условиями данного эксперимента [24].

Метионин является иницирующей аминокислотой в синтезе белка [16], в виде адеметионина участвует в биологических реакциях трансметилирования и транссульфатирования, восстанавливающих пул эндогенного глутатиона, играющего важную роль в антиоксидантной защите [22].

Никотинамид входит в состав НАД и НАДФ, катализирующих окислительно-восстановительные процессы в клетках, включая клеточное дыхание. НАД является важным ко-субстратом для нескольких классов ферментов, таких как сиртуины (SIR2) и поли(АДФ-рибоза)-полимеразы (PARP), регулирующих множество сигнальных путей, обмен веществ, старение и продолжительность жизни. Увеличение содержания НАД приводит к увеличению экспрессии митохондриальных генов, влияющих на метаболизм, предотвращая накопление жира в мышцах [20]. Применение никотинамида мононуклеотида увеличивает содержание сиртуина-1 в скелетных мышцах как у старых, так и у молодых животных [23], способствуя восстановлению работоспособности у старых животных на фоне физи-

ческой нагрузки. Использование рибозиданикотинамида предотвращает возрастные метаболические изменения в мышцах [21].

ЯК может играть важную роль в обеспечении процессов восстановления после окончания физической нагрузки [12]. Расход накопившейся ЯК наиболее интенсивен в течение первого получаса отдыха, когда усиливаются синтез креатинфосфата и выведение молочной кислоты. Возрастание концентрации ЯК отмечается через 1 ч после завершения нагрузки, одновременно с суперкомпенсацией содержания креатинфосфата и гликогена [8].

Интересные факты были получены при применении одного из производных ЯК — сукцината аммония, стимулирующего образование глутамата, который далее декарбоксилируется до гамма-аминомасляной кислоты и затем переаминируется в гамма-оксибутират. Поступление в организм сукцината аммония может оказывать двойной эффект, в большинстве случаев (примерно в 70 %) проявляется активирующее действие в виде повышения бодрости и работоспособности, но до 30 % людей реагируют на сукцинат аммония как на успокаивающее средство, снимающее стрессовое напряжение, иногда вплоть до легкой заторможенности и даже засыпания [13].

Опосредованное влияние на работоспособность могут оказывать комбинированные сукцинатсодержащие препараты. Так, в одном из проведенных исследований установлено, что введение ремаксола в течение 10 дней вызывает повышение уровня ферментов, участвующих в антиоксидантной защите: глутатионредуктазы, глутатионпероксидазы, глутатион-S-трансферазы, а также каталазы, являющейся биохимическим синергистом глутатионпероксидазы. Это приводило к уменьшению образования ПОЛ-зависимых продуктов — малонового диальдегида и диеновых конъюгатов. Кроме того, повышалась активность ключевого фермента пентозофосфатного цикла — глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы, способствующей образованию восстановленного НАДФ в реакциях пентозофосфатного пути окисления глюкозы [7, 19]. Такое вторичное антиоксидантное действие ремаксола может обуславливать снижение окислительного повреждения мышц после физической нагрузки, способствовать более быстрому их восстановлению их функционального резерва и результирующему повышению физической работоспособности.

Незначительный эффект ремаксола при его введении до тренировки, вероятно, обусловлен тем, что его компоненты не могут обеспечить необходимый мобилизирующий эффект на физическую работоспособность, так как большинство из них не обладает прямым активирующим действием. Кроме того, в большинстве исследований показано преимущественно именно восстанавливающее действие ЯК и содержащих ее препаратов (например, цитофлавина) на работоспособность [10].

Известно, что после физической нагрузки происходит снижение работоспособности, за ним следует восстановление и суперкомпенсация [2]. Чем энергичнее происходит восстановление, тем быстрее можно проводить следующую тренировку и улучшать тренируемый показатель. Таким образом, использование ремаксола повышает работоспособность за счет ускорения восстановления и более быстрого наступления суперкомпенсации.

## ВЫВОДЫ

1. Курсовое применение ремаксола при тренирующих нагрузках в режиме введения после тренировки повышает физическую работоспособность мышечной ткани в среднем в 1,92 – 2,4 раза ( $p > 0,05$ ) и приводит к развитию феномена последействия, сохраняющегося по меньшей мере в течение 2 недель после прекращения нагрузок.

2. Повышение работоспособности грызунов при применении ремаксола сопоставимо с таковым эталонного синтетического адаптогена с выраженным актопротекторным действием — этилтиобензимидазола гидрохлорида.

Выраженность феномена последействия оказалась наиболее выраженной в группах животных, получавших этилтиобензимидазола гидрохлорид и ремаксол, превосходя таковую у ФДЭС.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Н. И. Волков, Э. Н. Несен, А. А. Осипенко, С. Н. Корсун, *Биохимия мышечной деятельности*, Олимпийская литература, Киев (2013).
2. Б. С. Гиппенрейтер, *Восстановительные процессы при спортивной деятельности*, Физкультура и спорт, Москва (1961).
3. И. М. Герасимец, Б. И. Рудык, Н. Г. Блинова, *Гиперт. болезнь, атеросклероз и коронар. недостаточность*, № 22, 63 – 68 (1990).
4. В. В. Дунаев, В. С. Тишкин, Е. И. Евдокимов и др., *Фармакол. и токсикол.*, № 6, 56 – 58 (1989).

5. Н. Н. Каркищенко, В. В. Уйба, В. Н. Каркищенко и др., *Очерки спортивной фармакологии*, Т. 1, Векторы экстраполяции, Айсинг, Санкт-Петербург (2013).
6. Н. Н. Каркищенко, В. В. Уйба, В. Н. Каркищенко и др., *Очерки спортивной фармакологии*, Т. 2, Векторы фармакопротекции, Айсинг, Санкт-Петербург (2014).
7. В. К. Козлов, В. Г. Радченко, В. В. Стельмах, *Тер. архив*, № 2, 67 – 71 (2011).
8. М. Н. Кондрашова, Н. Р. Чаговец, *Докл. АН СССР*, **198**(1), 243 – 246 (1971).
9. В. А. Кононова, Г. М. Попова, *Бюл. эксперим. биол. и мед.*, **47**(4), 484 – 486 (1984).
10. В. А. Косинец, В. В. Столбицкий, И. П. Штурич, *Клин. мед.*, № 7, 56 – 58 (2012).
11. В. Г. Кукес, Н. М. Форова, Э. Ф. Буриан и др., *Сов. медицина*, № 2, 84 – 86 (1983).
12. С. В. Оковитый, С. В. Радько, *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физ. культуры*, **92**(6), 59 – 65 (2015).
13. А. Б. Песков, Е. И. Маевский, М. Л. Учитель, *Оценка эффективности “малых воздействий” в клинике внутренних болезней*, Ульяновск (2006).
14. С. В. Радько, *Инновации в здоровье нации*, Санкт-Петербург (2016), 154 – 157.
15. С. В. Радько, К. А. Гусев, М. В. Краснова, С. В. Оковитый, Патент РФ № 172475 (2017).
16. Е. С. Северин (ред.), *Биохимия*, Москва (2016).
17. В. Н. Селуянов, *Лыжный спорт*, № 21, 16 (2002).
18. А. В. Смирнов, *Фармакологические средства повышения физической работоспособности*, Типография ВМедА им. С. М. Кирова, Ленинград (1989).
19. Н. Г. Смирнова, С. Г. Чефу, А. Л. Коваленко, *Хирургия. Ж. им. Н. И. Пирогова*, № 3, 50 – 55 (2011).
20. S. R. Costford, B. Brouwers, M. E. Hopf, et al., *Molec. Metabol.*, **7**, 1 – 11 (2018).
21. R. S. Fletcher, J. Ratajczak, C. L. Doig, et al., *Molec. Metabol.*, **6**(8), 819 – 832 (2017).
22. Y. Ingenbleek, *Nutrients*, **9**(9), 1035 – 1048 (2017).
23. P. Melitta, A. Cselko, C. Vargaet, et al., *Biogerontology*, **18**(4), 593 – 600 (2017).
24. R. D. Starling, T. A. Trappe, K. R. Shortet al., *Med. Sci. Sports Exerc.*, **28**(9), 1193 – 1198 (1996).
25. M. H. Williams, R. B. Kreider, D. W. Hunter, et al., *Med. Sci. Sports Exerc.*, **22**(4), 517 – 522 (1990).

Поступила 23.03.18

## INFLUENCE OF VARIOUS PHARMACOLOGICAL AGENTS ON PHYSICAL WORK CAPACITY RESTORATION AFTER TRAINING LOADS IN EXPERIMENTAL ANIMALS

S. V. Okovityi and S. V. Rad'ko

Pharmacology Department, St. Petersburg State Chemical Pharmaceutical Academy, ul. Prof. Popova 14, St. Petersburg, 197376 Russia

The effect of remaxol administered before and after training loads was evaluated in mice in comparison to preparations known to produce pronounced actoprotective effects: ethylthiobenzimidazole hydrochloride and a derivative of aminoethanol and dicarboxylic acids (FDES). It is established that an increase in physical performance of animals treated with remaxol is achieved when it is administered after training loads. The effect is comparable to that of the reference drugs. The endurance of animals receiving remaxol after training, as estimated by the maximum swimming time with a load of 7.5% body weight, increased 2.49 and 2.34 times relative to the initial values and values in the control group, respectively. The use of remaxol prior to training did not lead to changes in physical performance.

**Keywords:** physical work capacity; remaxol; ethylthiobenzimidazole hydrochloride; bis[2-[(2E)-4-hydroxy-4-oxobut-2-enoyloxy]-N,N-diethylethylamine]; butanedioate; mice.