

*С.С. Осочук, Г.Н. Бузук, В.В. Редненко, Г.Д. Коробов, А.А. Карусевич*  
**Изменения содержания лактата и мочевины в крови  
экспериментальных животных под влиянием медикаментозной  
стимуляции работоспособности**

*УО Витебский государственный ордена Дружбы Народов медицинский  
университет*

В работе представлены данные исследования отличий содержания лактата и мочевины сыворотки крови взятой в конце истощающей физической нагрузки у экспериментальных самок белых мышей, принимавших экстракт листьев левзеи сафлоровидной и контроле. Установлено, что у самок, получавших экстракт, наблюдалось увеличение длительности плавания на фоне более высокого содержания мочевины и более низкого содержания лактата в крови по сравнению с мышами, не получавшими препарат. Сделан вывод о более высокой метаболической активности печени у животных получавших экстракт листьев левзеи.

Разработка новых подходов к повышению работоспособности человека является актуальной задачей оптимизации деятельности в различных видах экстремальных условий. Одним из таких подходов является медикаментозное воздействие на организм с целью повышения работоспособности за счет увеличения резервных возможностей организма. Данная проблема актуальна для различных профессий: военнослужащие, деятельность которых в особые периоды и периоды боевых действий сопряжена с колоссальными нервно-психическими и физическими нагрузками, спортсмены во время подготовки и участия в соревнованиях высокого ранга, спасатели МЧС и др.

Вместе с тем, повышение работоспособности сверх определенных пределов, может приводить к исчерпанию резервных возможностей организма и срыву механизмов адаптации. Именно поэтому, при разработке медикаментозных схем воздействия, необходимо учитывать не только достигаемый конечный результат, но и биохимические механизмы, обеспечивающие достижение этого результата.

Ранее нами показана способность экстракта листьев левзеи сафлоровидной увеличивать продолжительность плавания экспериментальных животных в тесте плавания с 5% нагрузкой от массы тела в воде с различным температурным режимом [1, 3]. Известно, что одними из основных факторов снижающих работоспособность мышцы являются лактат и аммиак [2]. Оба эти метаболита утилизируются в печени и от быстроты их утилизации во многом зависит работоспособность мышечной ткани. Целью настоящей работы было сопоставить изменения содержания лактата и мочевины в крови экспериментальных мышей самок принимавших и не принимавших экстракт листьев левзеи сафлоровидной и плававших с 5% от массы тела нагрузкой до максимального утомления.

#### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Исследования проводились на 48 самках мышей линии СВА. Опытным животным внутрижелудочно вводили 10мкг (в пересчете на 20-

гидроксиэксдизон) экстракта листьев левзеи, за 24 часа до плавания при температуре воды  $40 \pm 0,5^\circ\text{C}$ . Животные разделены на 4 группы по 12 особей:

1. Интактные (контроль);
2. Плавание до появления признаков предельного (неоднократный уход под воду) истощения без нагрузки;
3. Плавание с 5% нагрузкой до появления признаков предельного истощения;
4. Введение экстракта левзеи, плавание с 5% нагрузкой до появления признаков предельного истощения.

Каждая мышь перед плаванием была взвешена. Груз (5% от массы тела) вешался на хвост. Длительность плавания отмечали в секундах. Сразу после плавания у каждой мыши забиралась кровь в пробирки и до образования сгустка помещалась в холодильник при  $4^\circ\text{C}$ . Сгусток осаждали центрифугированием, сыворотку хранили до обработки в морозильной камере при температуре  $-16-20^\circ\text{C}$ . Концентрацию лактата определяли на лактометре. Концентрацию мочевины определяли с использованием коммерческих наборов CormayDiana. Для статистической обработки полученных результатов использовался пакет прикладных программ Statistica 6.0. RUS.

С целью выбора методов статистического анализа была проведена оценка статистического распределения показателей массы тела экспериментальных животных и исходных значений лактат и мочевины у интактных животных без нагрузки плаванием (рис. 1, 2, 3).

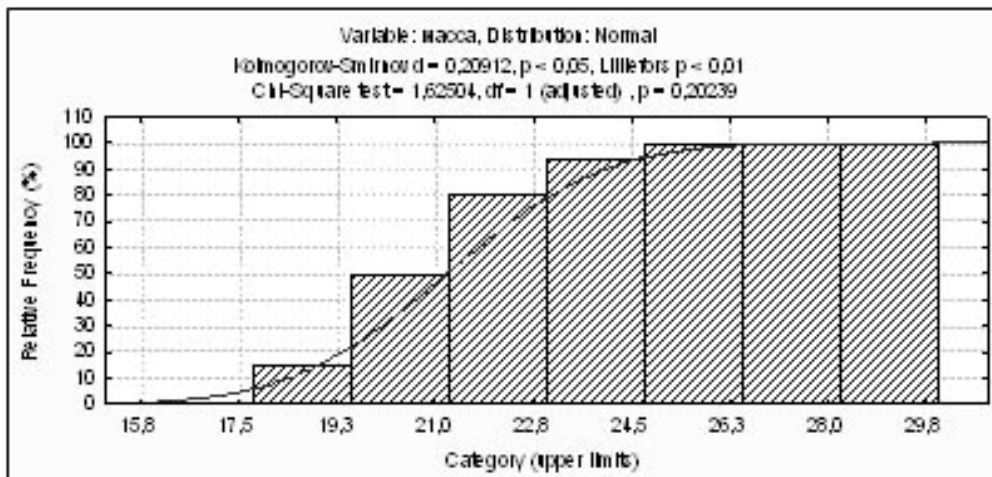


Рис. 1 Полигон распределение массы тела самок белых мышей во всех группах наблюдения

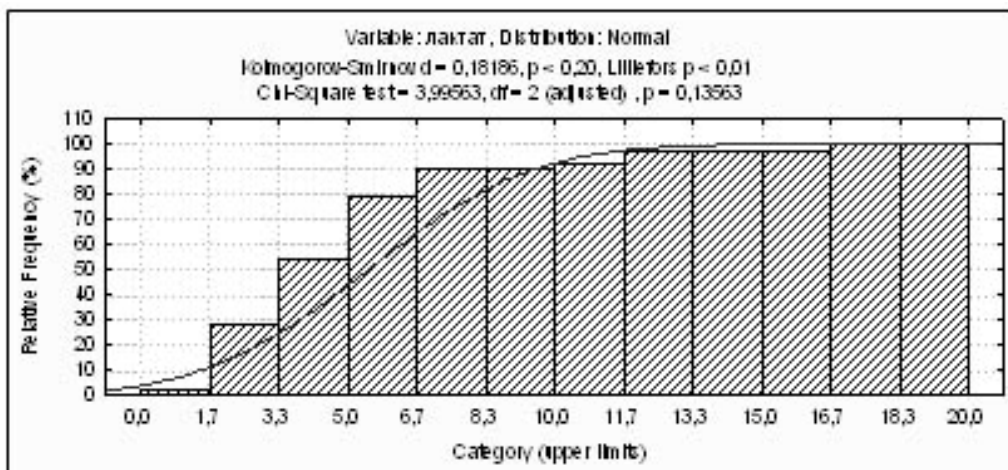


Рис. 2 Полигон распределение содержания лактата в крови самок белых мышей во всех группах наблюдения

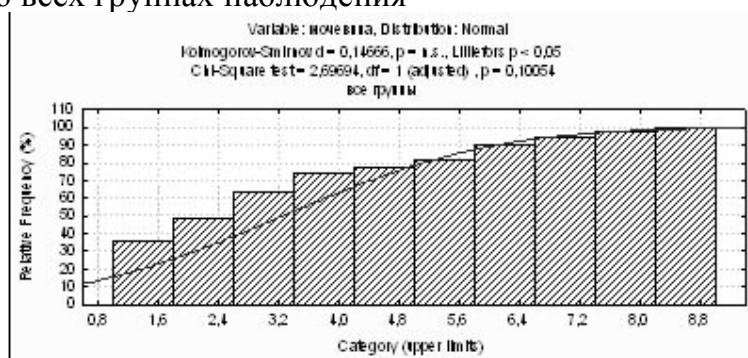


Рис. 3 Полигон распределение содержания мочевины в крови самок белых мышей во всех группах наблюдения

Анализ распределения массы тела суммарно по всей выборке показал, что оно было близко к нормальному (критерий Хи-квадрат Пирсона составил 1,625 при  $p=0,202$ ). Сравнение массы между группами животных проведено с помощью критерия серий Вальда-Вольфовица, который не выявил достоверных различий ( $Z=0.196 \div 0.841$  при  $p > 0,40$ ). Это позволило нам считать, что все особи животных принадлежат к одной и той же выборке.

Аналогичный анализ был проведен и при оценке исходного уровня лактата и мочевины у интактных животных. Достоверных значений Хи-квадрат Пирсона, свидетельствующих о несоответствии изученных показателей нормальному распределению не было (см. рис.2 и 3).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На первом этапе анализа была проведена сравнительная оценка средних значений лактата и мочевины, а также длительности плавания в исследуемых группах. Так как оценка внутригрупповой гетерогенности показателей не входила в наши задачи, и учитывая вышепоказанный характер распределений, мы ограничились использованием Т-критерия Стьюдента. Полученные результаты представлены в табл. 1.

		Descriptive Statistics (Самцы и самки (лакта мочевины длит плавания) sta) 1-я группа									
Variable	Valid N	Mean	Confidence -95,000%	Confidence +95,000%	Median	Minimum	Maximum	Lower Quartile	Upper Quartile	Standard Error	
лактат	12,0	2,9	2,5	3,4	3,0	1,2	3,7	2,8	3,3	0,2	
мочевина	12,0	1,8	1,3	2,4	1,6	0,8	3,7	1,3	2,3	0,2	
		Descriptive Statistics (Самцы и самки (лакта мочевины длит плавания) sta) 2-я группа									
Variable	Valid N	Mean	Confidence -95,000%	Confidence +95,000%	Median	Minimum	Maximum	Lower Quartile	Upper Quartile	Standard Error	
длительность плавания	11	1188,2	757,7	1618,6	1437,0	67,000	1800,0	500,00	1800,0	193,19	
лактат	9	5,6	4,5	6,7	5,8	3,200	8,1	5,20	6,2	0,47	
мочевина	9	2,2	1,1	3,3	1,8	0,300	4,7	1,20	3,0	0,47	
		Descriptive Statistics (Самцы и самки (лакта мочевины длит плавания) sta) 3-я группа									
Variable	Valid N	Mean	Confidence -95,000%	Confidence +95,000%	Median	Minimum	Maximum	Lower Quartile	Upper Quartile	Standard Error	
длительность плавания	10	267,6	150,9	384,3	206,5	77,00	508,0	132,0	424,0	51,59	
лактат	7	9,4	5,6	13,3	7,2	5,40	16,8	6,4	12,8	1,56	
мочевина	7	3,5	1,4	5,5	3,3	0,70	6,7	1,0	5,8	0,84	
		Descriptive Statistics (Самцы и самки (лакта мочевины длит плавания) sta) 4-я группа									
Variable	Valid N	Mean	Confidence -95,000%	Confidence +95,000%	Median	Minimum	Maximum	Lower Quartile	Upper Quartile	Standard Error	
длительность плавания	13	625,1	483,6	766,5	633,0	194,0	951,0	440,0	812,0	64,93	
лактат	11	5,7	4,0	7,4	4,8	3,5	12,6	4,4	6,0	0,77	
мочевина	11	5,5	4,1	6,9	6,0	2,3	8,7	3,4	7,0	0,64	

Таблица 1 Средние значения длительности плавания, содержания лактата и мочевины крови экспериментальных животных

Попарное сравнение указанных параметров в группах наблюдения показало, что наименьшее содержание лактата наблюдалось в интактной группе животных и составляло  $2,5 \div 3,4$  мМ/л. Максимальное же содержание ( $5,6 \div 13,3$  мМ/л) имело место в группе самок плававших с 5% нагрузкой. Интересным является феномен практически одинакового содержания лактата в группах животных плававших без нагрузки и плававших с нагрузкой, но предварительно, получивших препарат левзеи сафлоровидной. Данный феномен говорит о том, что вводимый препарат нивелировал действие нагрузочного фактора. Следует подчеркнуть, что между группой интактных животных и группами животных плававших с нагрузкой без препарата и плававшими без нагрузки, а также группой получавшей препарат и плававшей с нагрузкой 5% от массы тела, достоверность различий по Т-критерию Стьюдента везде была статистически значимой с ошибкой менее 2%. Это может быть объяснено более высокой эффективностью аэробного распада глюкозы или глюкозо-лактатного цикла в группе принимавшей исследуемый препарат.

Минимальное содержание мочевины наблюдалось также в интактной группе и составляло  $1,3 \div 2,4$  мМ/л. Максимальное содержание ( $4,1 \div 6,9$  мМ/л) установлено в группе, плававшей с нагрузкой и предварительно получавшей исследуемый препарат. Причем статистически это увеличение по сравнению с другими группами было значимым с ошибкой менее 1%. Выявленные закономерности представлены в графическом виде на рисунке 4. Одним из факторов, лимитирующих активность мышц при работе на выносливость является, образующийся при разрушении белков аммиак [2]. Его накопление способно затруднить работу цикла трикарбоновых кислот и, как следствие, снизить активность аэробного распада глюкозы. Более высокое содержание мочевины говорит об эффективном обезвреживании аммиака в печени, что может улучшить энергообеспечение мышечной ткани. Вместе с тем мочевина является высоко осмотически активным соединением [4], способным изменить водно-электролитный баланс, что особенно важно в условиях эксперимента с

плаванием при температуре +40С. Возможно, нивелирование осмотической активности мочевины позволит существенно улучшить эффективность разрабатываемого препарата.

Следует отметить, что указанные закономерности имели четко выражение сопряжение со средней длительностью плавления:

1. Группа плававших без нагрузки – 757÷1618 секунд.
2. Группа плававших с нагрузкой – 150÷384 секунды.
3. Группа плававших с нагрузкой и получивших препарат – 484÷767 секунд.

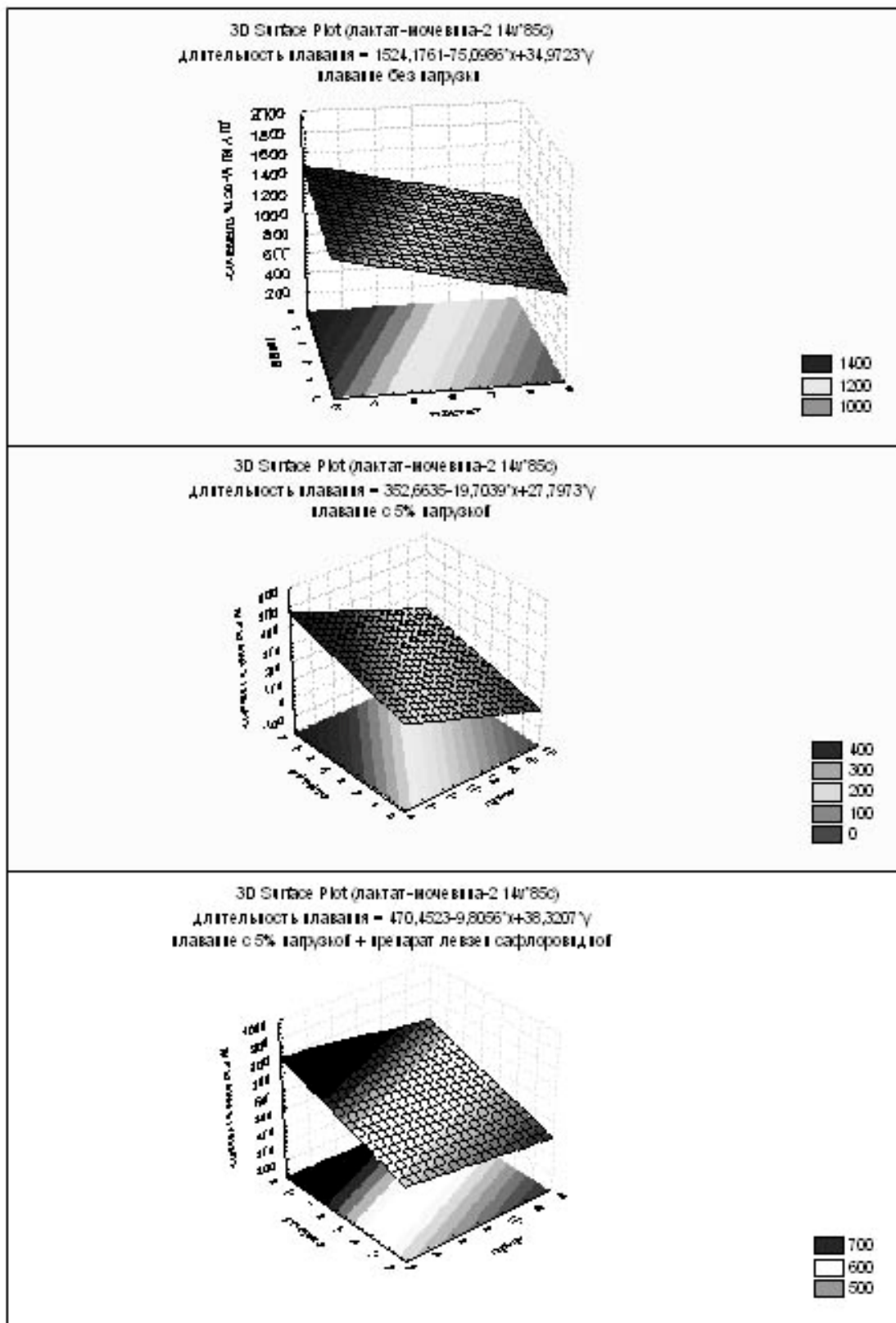


Рисунок 4 Сопряженные показатели длительности плавания и содержания лактата и мочевины в различных группах наблюдения  
 Степень влияния условий эксперимента на длительность плавания изучена методом однофакторного дисперсионного анализа ANOVA (рис. 5)

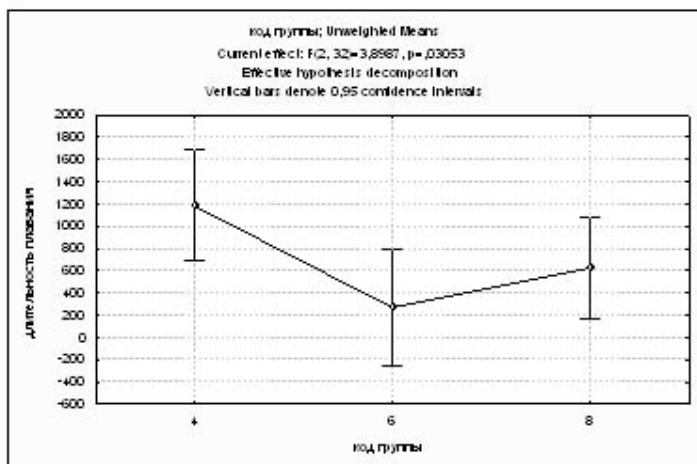


Рисунок 5 Результаты однофакторного дисперсионного анализа ANOVA

При этом установлено, что степень влияния нагрузки на длительность плавания была равна 19,6%. Увеличение же времени в группе, получивших экстракт листьев левзеи сафлоровидной также примерно на 19,2% определялась полученным препаратом. Данный результат позволят заключить, что вводимый препарат практически нивелировал действие 5% нагрузки.

#### Выводы:

1. Исследуемый препарат снижает количество лактата в крови животных при максимальной нагрузке, что свидетельствует о более высокой, чем в группе сравнения, эффективности работы глюкозо-лактатного цикла.
2. Введение препарата увеличивает содержание мочевины в крови животных опытной группы при максимальной нагрузке, что можно расценить как факт, свидетельствующий о высокой активности обезвреживания аммиака в печени этих животных.
3. Экстракт листьев левзеи практически отменял эффект воздействия 5% от массы тела нагрузки.

#### Литература

1. Бузук, Г. Н. Эндостероиды как стимуляторы физической работоспособности: тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного назначения / Г. Н. Бузук [и др.]. Минск, 2005. С. 228–229.
2. Волков, И. И. Биохимия мышечной деятельности «Олимпийская литература» / И. И. Волков [и др.]. 2000. 503 с.
3. Осочук, С. С. Медикаментозное повышение выносливости организма в условиях экстремальных нагрузок / С. С. Осочук [и др.] // Военная медицина. 2008. № 3. Т. 8. С. 102–106.
4. Решетников, С. Г. Инфузионная терапия в периоперационном периоде: обзор литературы / С. Г. Решетников [и др.] // Интенсивная терапия. 2008. № 1. С. 114–127.