

УДК 615.324:612.433.018-092.4

DOI 10.31684/25418475-2022-4-109

ГОРМОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КРОВИ КРЫС ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ЭКСТРАКТА ИЗ ПАНТОВ МАРАЛА «АКВАПАНТЫ»

¹Томский НИИ Курортологии и физиотерапии ФМБА России, г. Томск 634009, РФ, г. Томск, ул. Р. Люксембург, д.1.

²Алтайский государственный медицинский университет, г. Барнаул (АГМУ) 656038, РФ, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, д. 40.

Авхименко В.А.¹, Абдулкина Н.Г.¹, Тонкошкурова А.В.¹, Жариков А.Ю.², Мазко О.Н.², Макарова О.Г.²

Резюме

Применение пантовых ванн способствует мобилизации адаптационных возможностей к физическим нагрузкам, в связи с чем они могут быть рекомендованы спортсменам. Для разработки конкретных схем применения нового экстракта пантов марала с целью адаптации спортсменов к высоким физическим нагрузкам и эффективного восстановления резервных возможностей организма представляет интерес изучить гормональные изменения в крови под влиянием экстракта в зависимости от различных его концентраций.

Цель исследования: изучить влияние курсового применения ванн на основе концентрата водного экстракта из пантов марала «Аквапанты» в трех различных концентрациях на уровень кальция, паратгормона, кальцитонина, тестостерона и на активность фосфодиэстеразы (ФДЭ) в крови крыс.

Материал и методы. Эксперименты проведены на 40 аутобредных крысах-самцах сток Вистар, разделенных на 4 группы: контрольная группа (прием ванн с водой), подопытная группа-1 (прием ванн с 100% раствором экстракта «АкваПанты»), подопытная группа-2 (прием ванн с 75% раствором экстракта «АкваПанты»), подопытная группа-3 (прием ванн с 50% раствором экстракта «АкваПанты»). Ванны применялись ежедневно по 15 минут на протяжении 10 дней. По истечении 10 дней производился забор крови в объеме 5 мл из печеночного синуса наркотизированных крыс, а также хирургическим путем извлекали сердце. В крови определялись концентрация ионов кальция, паратгормона, кальцитонина, тестостерона. Уровень сфингомиелина фосфодиэстеразы-3 определялся в кардиомиоцитах.

Результаты и обсуждение. Концентрация ионов кальция во всех трех подопытных группах увеличилась относительно контроля: в 1,6 раза (100% экстракт), в 2,1 раза (75% экстракт), в 1,7 раза (50% экстракт). Концентрация паратгормона во всех трех подопытных группах также увеличивалась относительно контроля: в 3,8 раза (100% экстракт), в 3 раза (75% экстракт), в 1,5 раза (50% экстракт). Концентрация кальцитонина у крыс при применении 100% и 75% экстракта увеличивалась относительно контроля в 3,9 раза, при применении 50% экстракта в сравнении с контролем не изменялась. Уровень сфингомиелина фосфодиэстеразы-3 при применении 100% экстракта увеличивался в 2,4 раза, при применении 75% экстракта – увеличивался в 1,9 раза. При применении 50%, напротив, снижался в 1,6 раза.

Заключение. При применении экстракта «АкваПанты» происходит стимуляция выработки паратгормона, тестостерона и адреналина (на что указывает рост активности ФДЭ в кардиомиоцитах), а интенсивность их выработки напрямую зависит от концентрации используемого экстракта.

Ключевые слова: пантовые ванны, «АкваПанты», гормональные изменения, паратгормон, тестостерон, адреналин.

HORMONAL CHANGES IN THE BLOOD OF RATS WHEN USING THE EXTRACT FROM MARAL ANTLERS «AQUAPANTY»

¹Tomsk Research Institute of Balneology and Physiotherapy FMBA of Russia, Tomsk 634009, RF, Tomsk, R. Luxemburg st., 1.

²Altai State Medical University, Barnaul (ASMU) 656038, RF, Altai Krai, Barnaul, Lenin Ave. 40.

Avkhimenko V.A.¹, Abdulkina N.G.¹, Tonkoshkurova A.V.¹, Zharikov A.Yu.², Mazko O.N.², Makarova O.G.²

Abstract

Application of antler baths promotes the mobilization of adaptive possibilities to physical activity, in this connection they can be recommended to athletes. To develop concrete schemes of the application of a new extract of maral antler with the purpose of adaptation of athletes to high physical activity and effective restoration of reserve

possibilities of an organism, it is interesting to study hormonal changes in blood under the influence of the extract depending on its various concentrations. This study the influence of a course of application of baths on the basis of concentrate of water extract from red deer antler "Aquapanty" in three different concentrations on the level of calcium, parathormone, calcitonin, testosterone and on activity of phosphodiesterase (PDE) in the blood of rats.

Materials and methods. Experiments were carried out on 40 outbred male Wistar rats divided into 4 groups: control group (bathing with water), experimental group-1 (bathing with 100% solution of "Aquapanty" extract), experimental group-2 (bathing with 75% solution of "Aquapanty" extract), experimental group-3 (bathing with 50% solution of "Aquapanty" extract). The baths were used daily for 15 min for 10 days. At the end of 10 days, blood was drawn in a volume of 5 ml from the liver sinus of anesthetized rats, as well as the heart was surgically extracted. Blood concentrations of calcium ions, parathormone, calcitonin, and testosterone were determined. The level of sphingomyelin phosphodiesterase-3 was determined in cardiomyocytes.

Results and discussion. The concentration of calcium ions in all three experimental groups increased relative to the control: 1.6-fold (100% extract), 2.1-fold (75% extract), 1.7-fold (50% extract). The concentration of parathormone in all three experimental groups also increased relative to control: 3.8-fold (100% extract), 3-fold (75% extract), 1.5-fold (50% extract). Calcitonin concentration in rats when using 100% and 75% extract increased relative to control: 3.9 times, when using 50% extract compared with control did not change. The level of sphingomyelin phosphodiesterase-3 increased 2.4-fold when 100% extract was used, and increased 1.9-fold when 75% extract was used. In contrast, when 50% was used, it decreased 1.6-fold.

Conclusion. At the application of extract "Aquapanty" there is a stimulation of production of parathormone, testosterone and adrenaline (as indicated by growth of PDE activity in cardiomyocytes), and the intensity of their production depends directly on the concentration of the extract used.

Keywords: antler baths, "Aquapanty", hormonal changes, parathormone, testosterone, adrenaline.

Введение

Ранее было установлено, что при применении пантовых ванн происходит мобилизация адаптационных возможностей крыс к физическим нагрузкам [1,2]. Результаты этих исследований позволяют рекомендовать спортсменам использовать пантовые ванны в межсоревновательный период и в первые дни соревнований с целью ускорения реабилитации и восстановления резервных возможностей организма [1].

При разработке новых препаратов на основе продукции пантового оленеводства большое значение традиционно имеет технология экстракции. По современным представлениям, одним из наиболее эффективных методов является электроимпульсная экстракция, т.к. обеспечивает извлечение активных компонентов из животного материала путем избирательного растворения в экстрагенте (воде) без нагревания [3]. На основе такой технологии нами был получен новый водный электроимпульсный экстракт пантов марала, продемонстрировавший в экспериментах на мышах выраженное актопротекторное действие при энтеральном введении [4].

Это обосновывает перспективу использования данного экстракта в спортивной фармакологии. В то же время, для разработки конкретных схем применения нового экстракта пантов марала с целью адаптации спортсменов к высоким физическим нагрузкам и эффективного восстановления резервных возможностей организма представляет интерес изучить гормональные изменения в крови под влиянием экстракта в зависимости от различных его концентраций.

Цель исследования: изучить влияние курсового применения ванн на основе концентрата водного экстракта из пантов марала «Аквапанты» в трех различных концентрациях на уровень кальция, паратгормона, кальцитонина, тестостерона и на активность фосфодиэстеразы в крови крыс.

Материал и методы

Эксперименты проведены на 40 аутбредных крысах-самцах сток Вистар возрастом 3-4 месяца и массой от 300 до 400 граммов. Животные были выращены в отделении генетики животных и человека Федерального исследовательского центра «Институт цитологии и генетики» Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск). Исследования на крысах проводили согласно Правилам надлежащей лабораторной практики (GLP), утвержденными Приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 23.08.2010г. №-708н и требованиям Федерального закона «О защите животных от жестокого обращения» от 01.09.1997г. На протяжении всего эксперимента для кормления крыс использовался стандартный лабораторный рацион.

Животные были разделены на 4 экспериментальные группы по 10 особей в каждой группе. В контрольной группе крысам осуществлялся ежедневный прием ванн с водой продолжительностью 15 минут на протяжении 10 дней. В подопытной группе-1 по аналогичной схеме применялся 100% раствор экстракта «АкваПанты», в подопытной группе-2 – 75% раствор экстракта «АкваПанты», в подопытной группе-3 – 50% раствор экстракта «АкваПанты». Объем

том исследования являлся концентрат водного экстракта из пантов марала «Аквапанты». Жидкость красновато-бурого цвета со специфическим запахом и бурым осадком.

По истечении 10 дней опыта у крыс каждой группы проводили забор крови, а также хирургическим путем извлекали сердце.

Забор крови у экспериментальных животных, которые были предварительно наркотизированы препаратом «Телазол», осуществлялся после окончания цикла процедур с пантовыми ваннами. Кровь для проведения диагностических манипуляций в объеме 5 мл забиралась из печеночного синуса крыс в полистироловый градуированный шприц с широкой иглой, содержащий 0,11 М (3,8%) трехзамещенного 5,5-водного цитрата натрия (соотношение крови и цитрата - 9:1). Для получения плазмы крови производилось ее центрифугирование при комнатной температуре (+18... +25°C) в полистироловых градуированных пробирках с закручивающейся крышкой.

В полученной плазме крови определяли концентрацию ионов кальция, паратгормона, кальцитонина, тестостерона. Уровень сфингомиелина фосфодиэстеразы-3 (маркер активности фосфодиэстеразы-3) определяли в кардиомиоцитах.

Концентрацию ионов кальция измеряли на автоматическом биохимическом анализаторе DIRUI CS-T240 (Китай) с применением набора реагентов «Кальций АС ДиаС» для количественного определения кальция методом с арсеназо III в сыворотке крови и моче (Россия).

Концентрацию кальцитонина определяли методом ИФА с использованием набора СЕА472Ra (Cloud-Clone Corp., США). Концентрацию паратгормона определяли методом ИФА с использованием набора СЕА866Ra (Cloud-Clone Corp., США). Концентрацию тестостерона определяли методом ИФА с использованием набора НЕА458Ge (Cloud-Clone Corp., США). Концентрацию сфингомиелина фосфодиэстеразы 3 (SMPD3) определяли методом ИФА с использованием набора SEG163Ra (Cloud-Clone Corp., США).

Статистическую обработку проводили с помощью программы «Statistica for Windows 12.0». Рассчитывали медиану и интерквартильный размах Me (25%; 75%) для выявления статистической значимости различий использовали непараметрические критерии, а именно: для зависимых показателей внутри групп использовали непараметрический критерий Вилкоксона, для оценки межгрупповых различий использовали непараметрический критерий Манна-Уитни [5].

Результаты и обсуждение

В результате проведенных экспериментов установлено, что во всех трех подопытных группах происходило статистически значимое увеличение концентрации ионов кальция в крови крыс относительно уровня контрольной группы: в подопытной группе 1 – в 1,6 раза, в подопытной группе 2 – в 2,1 раза, в подопытной группе 3 – в 1,7 раза (табл. 1).

Таблица 1

Показатели концентрации кальция, паратгормона и кальцитонина в крови крыс контрольной и подопытных групп

Группа	Кальций, ммоль/л	Паратгормон, нг/мл	Кальцитонин, нг/мл
Контрольная (вода)	0,44 (0,39; 0,63)	0,04 (0,03; 0,05)	0,07 (0,04; 0,09)
Подопытная группа 1	0,70 (0,56; 0,95) p=0,031	0,15 (0,12; 0,16) p< 0,001	0,27 (0,20; 0,32) p=0,003
Подопытная группа 2	0,90 (0,86; 0,99) p=0,001	0,12 (0,08; 0,21) p< 0,001	0,27 (0,18; 0,38) p=0,003
Подопытная группа 3	0,74 (0,68; 0,88) p=0,004	0,06 (0,06; 0,08) p=0,006	0,05 (0,04; 0,08)

Кроме того, как следует из таблицы 1, в подопытной группе 1 наблюдалось статистически значимое увеличение концентрации в крови крыс паратгормона в 3,8 раза по сравнению с контрольной группой. Аналогичная в целом картина наблюдалась и в подопытных группах

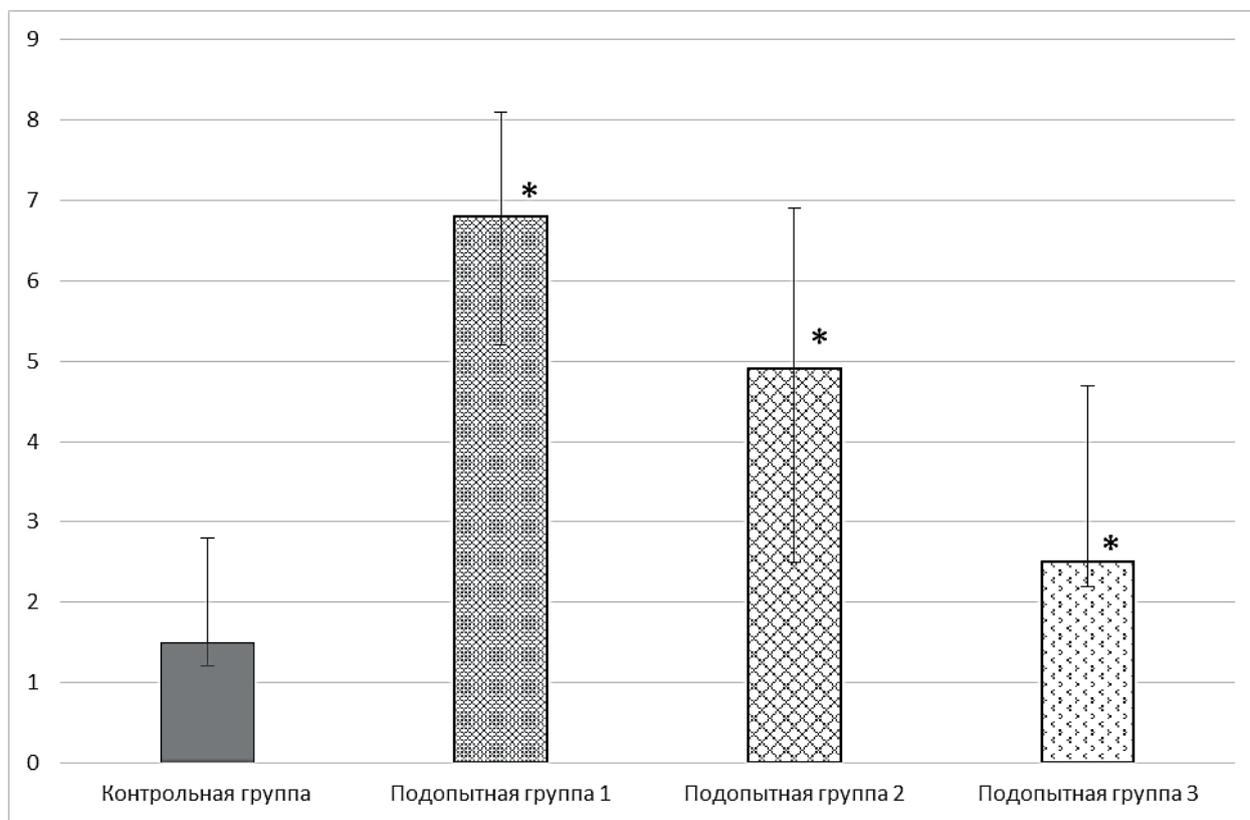
2 и 3: увеличение концентрации паратгормона относительно контроля в 3 и 1,5 раза соответственно.

На этом фоне отмечались схожие по характеру изменения концентрации кальцитонина в крови: в подопытных группах 1 и 2 – рост от-

носительно контрольной группы в 3,9 раза, в подопытной группе 3 – отсутствие статистически значимых изменений в сравнении с контролем.

При изучении влияния курсового применения ванн экстракта «АкваПанты» на уровень тестостерона в крови было установлено, что по-

сле 10-дневного курса применения изучаемого экстракта в подопытной группе 1 уровень тестостерона в крови превышал таковой у контрольных крыс в 4,5 раза: 6,8 (5,2;8,1) нг/мл против 1,5 (1,2;2,8) нг/мл соответственно ($p < 0,001$) (рис.1).



Примечание: По горизонтальной оси – название экспериментальных групп. По вертикальной оси – значение показателя (нг/мл). Звездочкой обозначены статистически значимые различия в подопытных группах по сравнению с контрольной группой.

Рисунок 1. Сравнение концентрации тестостерона в крови крыс контрольной группы и подопытных групп

В подопытной группе 2 величина описываемого показателя была выше, чем в контроле в 3,3 раза ($p=0,011$) и равнялась 4,9 (2,5;6,9) нг/мл. В подопытной группе 3 концентрация тестостерона в крови крыс превосходила уровень контрольной группы в 1,7 раза ($p=0,045$), составив 2,5 (2,2;4,7) нг/мл (рис.1).

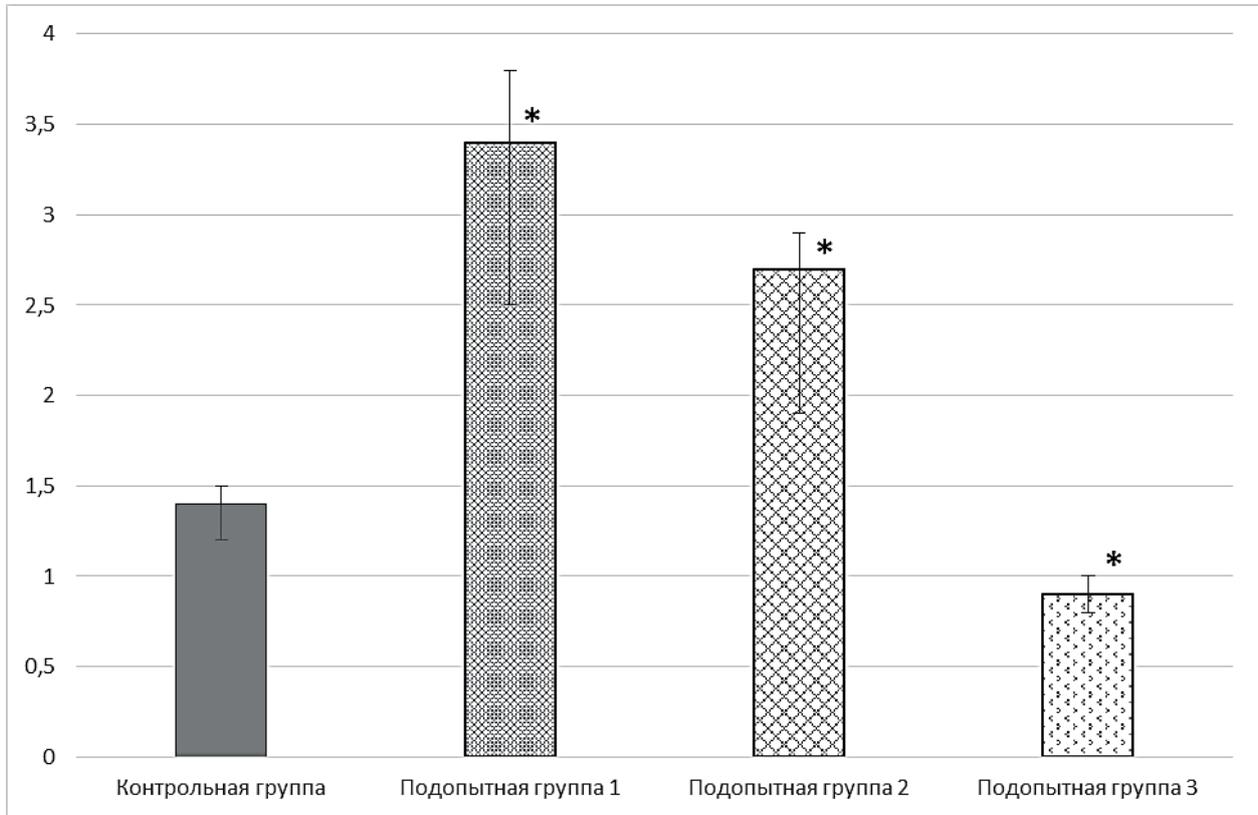
При изучении влияния курсового применения ванн экстракта «АкваПанты» на уровень фосфодиэстеразы-3 в кардиомиоцитах установлено, что в кардиомиоцитах крыс контрольной группы он составил 1,4 (1,2;1,5) нг/мл (рис. 2). При этом в подопытной группе 1, где применялся 100%-ный экстракт «АкваПанты», величина описываемого показателя статистически значимо увеличилась относительно контроля в 2,4 раза и равнялась 3,4 (2,5;3,8) нг/мл ($p < 0,001$). В подопытной группе 2 концентрация ФДЭ аналогично статистически значимо возростала: в 1,9 раза до 2,7 (1,9;2,9) нг/мл ($p < 0,001$). В то же время, в подопытной группе 3 уровень ФДЭ, напротив, статистически значимо снижался отно-

сительно контрольной группы в 1,6 раза и равнялся 0,9 (0,8;1,0) нг/мл ($p < 0,001$).

Таким образом, в результате проведенного исследования было установлено, что применение ванн экстракта «АкваПанты» вызывает у крыс существенные гормональные изменения. Установлено, что в концентрациях 100% и 75% изучаемый экстракт при наружном применении вызывал значительный рост концентрации ионов кальция в крови крыс, что сопровождалось столь же значительным увеличением секреции паратормона и кальцитонина. Применение экстракта в концентрации 50% сопровождалось сопоставимым ростом концентрации в крови ионов кальция, однако при этом увеличение секреции паратормона было значительно менее выражено, а уровень кальцитонина не изменялся вовсе. Учитывая хорошо известную биологическую роль указанных гормонов, можно предположить, что применение экстракта «АкваПанты» во всех трех изученных концентрациях вызывает стимуляцию секреции па-

ратгормона, что приводит к росту плазменной концентрации кальция. Сопутствующее повышение продукции кальцитонина при применении экстракта в высоких концентрациях,

по-видимому, носит компенсаторный характер и направлено на нормализацию параметров кальциевого обмена в организме [6].



Примечание: По горизонтальной оси – название экспериментальных групп. По вертикальной оси – значение показателя (нг/мл). Звездочкой обозначены статистически значимые различия в подопытных группах по сравнению с контрольной группой.

Рисунок 2. Сравнение концентрации фосфодиэстеразы-3 в кардиомиоцитах крыс контрольной группы и подопытных групп

Параллельно было установлено, что применение экстракта «АкваПанты» во всех трех изученных концентрациях сопровождается существенным увеличением концентрации тестостерона в крови крыс в прямой зависимости от увеличения концентрации экстракта.

Результаты изучения влияния экстракта «АкваПанты» на активность фосфодиэстеразы (ФДЭ) в миокарде крыс показали следующее. В концентрациях 100% и 75% наблюдался статистически значимый рост содержания ФДЭ в кардиомиоцитах, в концентрации 50% – напротив, снижение. Как известно, фосфодиэстераза инактивирует молекулы цАМФ, что предотвращает патологически избыточную стимуляцию клеток. При этом активность ФДЭ определяется концентрацией субстрата, поэтому активность ФДЭ возрастает при высокой концентрации цАМФ, в то время как при низких концентрациях вторичных посредников ФДЭ остаются неактивными [7]. Зафиксированные в нашем исследовании изменения активности ФДЭ можно расценивать как компенсаторную реакцию

на активацию аденилатциклазного сигнального пути в клетках миокарда, вызванную накоплением адреналина под влиянием изучаемого экстракта и стимуляцией β_1 -адренорецепторов на мембране кардиомиоцитов.

Таким образом, следует заключить, что при применении экстракта «АкваПанты» происходит стимуляция выработки паратгормона, тестостерона и адреналина, а интенсивность их выработки напрямую зависит от концентрации используемого экстракта. Полученные результаты обосновывают перспективу дальнейших исследований с целью разработки конкретных схем применения экстракта «АкваПанты» в спортивной фармакологии для адаптации к высоким физическим нагрузкам и эффективного восстановления резервных возможностей организма.

Заключение

При применении экстракта «АкваПанты» происходит стимуляция выработки паратгормона, тестостерона и адреналина (на что указы-

вает рост активности ФДЭ в кардиомиоцитах), а интенсивность их выработки напрямую зависит от концентрации используемого экстракта.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы:

1. Гостюхина А.А., Жукова О.Б., Замошина Т.А., Зайцев К.В. Мобилизирующее воздействие пантовых ванн на адаптационные возможности крыс к физическим нагрузкам. Курортная медицина. 2015; (1): 18-22.

2. Гостюхина А.А., Замошина Т.А., Зайцев К.В., Жукова О.Б., Зайцев А.А., Абдулкина Н.Г. Влияние курсового применения пантовых ванн на адаптивные реакции организма крыс с хронической физической нагрузкой. Современные вопросы биомедицины. 2018; 2(1(2)): 7.

3. Евсеева С.Б., Сысуев Е.Б. Экстракты растительного сырья как компоненты косметических и наружных лекарственных средств: ассортимента продукции, особенности получения (обзор). Фармация и фармакология. 2016; 4(3): 4-37.

4. Смирнова И.Н., Тонкошкурова А.В., Гостюхина А.А., Антипова И.И., Тицкая Е.В., Авхименко В.А., Абдулкина Н.Г., Мотов В.С., Уфандеев А.А., Стрелкова Е.Н., Мациевский А.М., Салчак М.А. Влияние курсового приема водного электроимпульсного экстракта пантов марала на двигательную активность и моторно-координационные функции мышей стока BALB/C. Курортная медицина. 2021; (4): 71-77.

5. Хафазиянова Р.Х., Бурькин И.М., Алеева Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной и клинической фармакологии. Казань: Медицина. 2006: 374 с.

6. Архипова Н.Н. Роль тиреокальцитонина и паратиреоидного гормона в сохранении фосфатно-кальциевого гомеостаза. Практическая медицина. 2008; 3(27): 25-27.

7. Архипов В.В. Клиническая фармакология ингибиторов фосфодиэстеразы. Практическая пульмонология. 2014; (3): 35-43.

References

1. Gostyukhina A.A., Zhukova O.B., Zamoshchina T.A., Zaitsev K.V. Mobilizing effect of antler baths on the adaptive capacity of rats to physical activity. Spa medicine. 2015; (1): 18-22. (In Russ.)

2. Gostyukhina A.A., Zamoshchina T.A., Zaitsev K.V., Zhukova O.B., Zaitsev A.A., Abdulkina N.G. Effect of course application of antler baths on the adaptive responses of the body of rats with chronic physical exertion. Modern issues of biomedicine. 2018; 2(1(2)): 7. (In Russ.)

3. Evseeva S.B., Sysuev E.B. Extracts of plant raw materials as components of cosmetic and external medicines: product range, features of

receipt (review). Pharmacy and pharmacology. 2016; 4(3): 4-37. (In Russ.)

4. Smirnova I.N., Tonkoshkurova A.V., Gostyukhina A.A., Antipova A.I., Titskaya E.V., Avkhimenko V.A., Abdulkina N.G., Motov V.S., Ufandeev A.A., Strelkova E.N., Matsievsky A.M., Salchak M.A. Influence of a course of reception of an aqueous electro-pulsed extract of maral antlers on motor activity and motor-coordination functions of BALB/C mice stock. Spa Medicine. 2021; (4): 71-77. (In Russ.)

5. Khafazianova R.Kh., Burykin I.M., Aleeva G.N. Mathematical statistics in experimental and clinical pharmacology. Kazan: Medicine. 2006: 374 с. (In Russ.)

6. Arkhipova N.N. The role of thyrocalcitonin and parathyroid hormone in the preservation of phosphate-calcium homeostasis. Practical Medicine. 2008; 3(27): 25-27. (In Russ.)

7. Arkhipov V.V. Clinical pharmacology of phosphodiesterase inhibitors. Practical pulmonology. 2014; (3): 35-43.1. (In Russ.)

Контактные данные

Автор, ответственный за переписку: Жариков Александр Юрьевич, д.б.н., доцент, заведующий кафедрой фармакологии имени профессора В.М. Брюханова, Алтайский государственный медицинский университет, г. Барнаул 656038, РФ, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 40.

E-mail: zharikov_a_y@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0003-4884-220X>

Информация об авторах

Авхименко Виктор Александрович, к.м.н., главный научный сотрудник отдела санаторно-курортного лечения и медицинской реабилитации Томского НИИКИФ ФФГБУ ФНКЦ МРиК ФМБА России.

E-mail: AvhimenkoVA@med.tomsk.ru

<http://orcid.org/0000-0002-2178-601X>

Абдулкина Наталья Геннадьевна, д.м.н., заместитель директора по науке Томского НИИКИФ ФФГБУ ФНКЦ МРиК ФМБА России.

E-mail: nauka@niikf.tomsk.ru

<http://orcid.org/0000-0001-8965-8703>

Тонкошкурова Анна Владимировна, к.м.н., старший научный сотрудник терапевтического отделения Томского НИИКИФ ФФГБУ ФНКЦ МРиК ФМБА России, г. Томск

E-mail: annatonkoshkurova@gmail.com;

<http://orcid.org/0000-0001-9260-0596>

Мазко Олеся Николаевна, к.б.н., директор института фармации, Алтайский государственный медицинский университет, г. Барнаул

E-mail: olesia.mazko@yandex.ru

<http://orcid.org/0000-0001-7299-4516>

Макарова Олеся Геннадьевна, к. фарм.н., доцент кафедры фармакологии им. профессора В.М. Брюханова, Алтайский государственный медицинский университет, г. Барнаул
E-mail: olesia552@mail.ru
<http://orcid.org/0000-0001-7771-9468>

Contact information

Corresponding author: Zharikov Alexander Yurievich, Dr. Sci. (Biol.), Associate Professor, Head of Pharmacology Department named after Professor V.M. Bryukhanov, Altai State Medical University, Barnaul
656038, RF, Altai Krai, Barnaul, Lenin Ave. 40.
E-mail: zharikov_a_y@mail.ru
ORCID 0000-0003-4884-220X

Author information

Avkhimenko Victor Aleksandrovich, Cand. Sci. (Med.), Chief Scientific Associate, Department of Sanatorium Treatment and Medical Rehabilitation, Tomsk Research Institute of Balneology and Physiotherapy FMBA of Russia, Tomsk
E-mail: AvhimenkoVA@med.tomsk.ru
<http://orcid.org/0000-0002-2178-601X>

Abdulkina Natalya Gennadyevna, Dr. Sci. (Med.), Deputy Director for Science, Tomsk Research Institute of Balneology and Physiotherapy FMBA of Russia, Tomsk.
E-mail: nauka@niikf.tomsk.ru
<http://orcid.org/0000-0001-8965-8703>

Tonkoshkurova Anna Vladimirovna, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher of the Therapeutic Department, Tomsk Research Institute of Balneology and Physiotherapy FMBA of Russia, Tomsk
E-mail: annatonkoshkurova@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0001-9260-0596>

Mazko Olesya Nikolaevna, Cand. Sci. (Biol.), Director of the Institute of Pharmacy, Altai State Medical University, Barnaul
E-mail: olesia.mazko@yandex.ru
<http://orcid.org/0000-0001-7299-4516>

Makarova Olesya Gennadyevna, Cand. Sci. (Pharm.), Associate Professor V.M. Brukhanov Pharmacology Department, Altai State Medical University, Barnaul
E-mail: olesia552@mail.ru
<http://orcid.org/0000-0001-7771-9468>

Поступила в редакцию 14.10.2022

Принята к публикации 07.11.2022

Для цитирования: Авхименко В.А., Абдулкина Н.Г., Тонкошкурова А.В., Жариков А.Ю., Мазко О.Н., Макарова О.Г. Гормональные изменения в крови крыс при применении экстракта из пантов марала «Аквапанты». *Бюллетень медицинской науки*. 2022; 4(28): 109-115.

Citation: Avkhimenko V.A., Abdulkina N.G., Tonkoshkurova A.V., Zharikov A.Yu., Mazko O.N., Makarova O.G. Hormonal changes in the blood of rats when using the extract from maral antlers «Aquapanty». *Bulletin of Medical Science*. 2022; 4(28): 109-115. (In Russ.)