

ISSN 0365-9615
Электронная версия
ISSN 2413-1008

**БЮЛЛЕТЕНЬ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
БИОЛОГИИ
И МЕДИЦИНЫ**

5

2017

БЮЛЛЕТЕНЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ

2017 Том 163 №5

МАЙ

СОДЕРЖАНИЕ

Физиология

Кинетика механоиндуцированной выработки оксида азота
в желудочковых кардиомиоцитах крысы

*Шим А.Л., Митрохин В.М., Горбачева Л.Р., Савинкова И.Г.,
Пустовит К.Б., Младенов М.И., Камкин А.Г.* 532

Диаденозиновые полифосфаты подавляют эффекты стимуляции
симпатических нервов в пейсмекере сердца кролика

Абрамочкин Д.В., Пустовит К.Б., Кузьмин В.С. 536

Особенности элементного статуса студентов с разным уровнем адаптации

Нотова С.В., Кияева Е.В., Радьш И.В., Ларюшина И.Э., Благодравов М.Л. 541

Общая патология и патологическая физиология

Влияние неонатального введения неопиатного аналога лей-энкефалина
на отдаленные церебральные последствия антенатальной гипоксии

Симанкова А.А., Сазонова Е.Н., Лебедько О.А. 544

Влияние электросудорожной терапии на когнитивные функции крыс при
депрессивно-подобном состоянии, сформированном ультразвуковым воздействием

*Ушакова В.М., Зубков Е.А., Морозова А.Ю., Горлова А.В.,
Павлов Д.А., Иноземцев А.Н., Чехонин В.П.* 549

Влияние физиологического донора оксида азота на окислительный
метаболизм крови крыс

Мартусевич А.К., Давыдюк А.В., Мартусевич А.А., Ковалева Л.К. 553

Активность пролинспецифических протеиназ в сыворотке крови
и спинномозговой жидкости крыс с фетальным вальпроатным синдромом

Иванова Е.А., Капица И.Г., Золотов Н.Н., Позднев В.Ф., Воронина Т.А. 556

Адипокиновый и цитокиновый профили эпикардальной и подкожной
жировой ткани у пациентов с ишемической болезнью сердца

*Груздева О.В., Акбашева О.Е., Дылева Ю.А., Антонова Л.В., Матвеева В.Г.,
Учасова Е.Г., Фанаскова Е.В., Каретникова В.Н., Иванов С.В., Барбараш О.Л.* 560

Ритмоинотропная реакция папиллярных мышц крыс при разной
выраженности постинфарктного кардиосклероза

Кондратьева Д.С., Афанасьев С.А., Усов В.Ю., Попов С.В. 564

Изменение симпатической иннервации сердца крысы при экспериментальном
инфаркте миокарда; влияние пептида Семакс

Гаврилова С.А., Марков М.А., Бердалин А.Б., Куренкова А.Д., Кошелев В.Б. 570

Биофизика и биохимия

Изменения в протеоме кератиноцитов линии HaCaT
при воздействии цитотоксического вещества Тритон X-100

*Русанов А.Л., Наход К.В., Наход В.И., Поверенная Е.А.,
Петушкова Н.А., Лузгина Н.Г. 574*

Взаимосвязь содержания в мононуклеарных лейкоцитах цельной крови
в постклиническую фазу внебольничной пневмонии циклинов,
циклинзависимых киназ и их ингибиторов под влиянием микроволн частотой 1 ГГц

Зилов В.Г., Хадарцев А.А., Терехов И.В., Бондарь С.С. 578

Фармакология и токсикология

Алкогольная кардиомиопатия: трансляционная модель

*Крыжановский С.А., Колик Л.Г., Цорин И.Б., Столярук В.Н.,
Вититнова М.Б., Ионова Е.О., Сорокина А.В., Дурнев А.Д. 582*

Влияние производного флуоренкарбоновой кислоты на содержание
моноаминов и их метаболитов в структурах мозга при моделировании
депрессивно-подобного состояния у крыс

Хныченко Л.К., Яковлева Е.Е., Бычков Е.Р., Шабанов П.Д. 587

Эффекты пегилированной формы аналога глюкагоноподобного
пептида-1 у мышей линии C57Bl/6 в условиях оптимальной
жизнедеятельности и стрептозотоцининдуцированного диабета

*Скурихин Е.Г., Стронин О.В., Епанчинцев А.А., Першина О.В.,
Ермакова Н.Н., Крупин В.А., Пахомова А.В., Ваизова О.Е., Дыгай А.М. 591*

Экспериментальное исследование препарата дрожжевой РНК как возможного
радиопротектора при радиотерапии злокачественных опухолей

Николин В.П., Богачев С.С., Попова Н.А., Торнуев Ю.В., Виноградова Е.В. 596

Генетика

Роль генов семейства глутатион-S-трансфераз в мужском бесплодии

*Колесникова Л.И., Курашова Н.А., Баирова Т.А., Долгих М.И.,
Ершова О.А., Дашиев Б.Г., Корытов Л.И., Королева Н.В. 600*

Дифференциальное гидроксиметилирование ДНК клеток миом матки человека
в зависимости от фазы менструального цикла и наличия мутаций в гене *MED12*

*Кольцова А.С., Пендина А.А., Ефимова О.А., Каминская А.Н., Тихонов А.В.,
Осиновская Н.С., Султанов И.Ю., Швед Н.Ю., Кахиани М.И., Баранов В.С. 604*

Полиморфизм генов матриксных металлопротеиназ *MMP1*, *MMP2*, *MMP3*
и *MMP7* и риск варикозной болезни нижних конечностей

*Шадрина А.С., Сметанина М.А., Севостьянова К.С., Шевела А.И.,
Селиверстов Е.И., Захарова Е.А., Воронина Е.Н., Илюхин Е.А.,
Золотухин И.А., Кириенко А.И., Филипенко М.Л. 608*

Онкология

Поиск *in silico* микроРНК, регулирующих рецепторный статус рака молочной железы, и экспериментальное подтверждение их экспрессии в опухолях
Черный В.С., Тарасова П.В., Козлов В.В., Сайк О.В., Кушлинский Н.Е., Гуляева Л.Ф. 613

микроРНК hsa-miR-1973 имеет выраженную дифференциальную экспрессию в линии аденокарциномы молочной железы MDA-MB-231 и полученных на ее основе ксенографтах
Фомичева К.А., Князев Е.Н., Мальцева Д.В. 618

Матриксины в ротовой жидкости пациентов с новообразованиями челюстно-лицевой области на этапе ортопедической реабилитации различными протетическими конструкциями
Кочурова Е.В., Николенко В.Н. 622

Иммунология и микробиология

Репарационные и иммуномодулирующие свойства метаболитов *Vacillus sp.* из многолетнемерзлых пород
Калёнова Л.Ф., Мельников В.П., Беседин И.М., Бажин А.С., Габдулин М.А., Кольванова С.С. 626

Биогеронтология

Пептиды (эпигенетические регуляторы) в структуре белков долго- и короткоживущих грызунов
Хавинсон В.Х., Кормилец Д.Ю., Марьянович А.Т. 631

Экспериментальные методы — клинике

Влияние накожного нанесения антисептика-стимулятора Дорогова на поведенческие реакции крыс
Пьявченко Г.А., Дутта П., Новикова Н.С., Пугач В.А., Корнева Е.А., Ноздрин В.И. 637

Морфология и патоморфология

Морфологические изменения тимуса, состава его клеток и субпопуляций лимфоцитов периферической крови при экспериментальном остром язвенном колите
Макарова О.В., Постовалова Е.А. 641

Зависимость устойчивости к гипоксии половозрелых самцов крыс от фазы 4-суточного биоритма кортикостерона
Джалилова Д.Ш., Косырева А.М., Диатроптов М.Е., Макарова О.В. 647

Методики

Экспериментальная оценка эффективности липидного модуля, обогащенного докозагексаеновой кислотой и астаксантином
Сидорова Ю.С., Саркисян В.А., Петров Н.А., Кочеткова А.А., Мазо В.К. 652

Влияние агониста рецептора GPR119 соединения MBX-2982 на активность глюкокиназы человека
Спасов А.А., Косолапов В.А., Бабков Д.А., Майка О.Ю. 657



ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА СТУДЕНТОВ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ АДАПТАЦИИ

С.В.Нотова*, Е.В.Кияева*, И.В.Радыш, И.Э.Ларюшина*, М.Л.Благонравов

ФГАОУ ВО РУДН, Москва, РФ; *Оренбургский государственный университет, Оренбург, РФ

У студентов с разным уровнем адаптации, определенным по показателям кардиоинтервалографии, выявляли особенности элементного статуса. Содержание химических элементов в волосах определяли методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии. Обнаружено достоверное повышение уровня кобальта и снижение содержания марганца и магния в волосах студентов, вегетативный статус которых характеризовался симпатикотонией. Выявлено снижение содержания селена в 2.3 раза в волосах участников исследования по сравнению со среднероссийскими значениями. Содержание токсичных элементов не превышало нормальных значений. Нами определены значимые положительные корреляции между содержанием в волосах магния и кальция, а также калия и натрия.

Ключевые слова: микроэлементы, адаптация, вегетативный статус, студенты

В процессе обучения студенты высших учебных заведений подвержены воздействию стрессовых факторов разной интенсивности. В качестве одного из индикаторов адаптационно-приспособительных реакций целостного организма можно рассматривать показатели деятельности сердечно-сосудистой системы, на которые значительно влияет вегетативный статус. Кардиоинтервалография является одним из методов, позволяющих оценить адаптационные процессы организма человека, связанные с вегетативной регуляцией сердечной деятельности [1,2,5]. Маркерами адаптационных реакций на молекулярном уровне могут служить гормональный и элементный статусы организма. Исследование взаимосвязи элементного состава разных биосубстратов организма человека и изменений в гормональном профиле проводилось ранее [12]. Кроме того, изучается изменение элементного статуса при разных проявлениях расстройства адаптации [10], а также ведется поиск возможных путей коррекции нарушений адаптации [3].

Цель исследования — изучение особенностей элементного состава волос студентов с разным уровнем адаптации.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Выполнено одномоментное наблюдательное исследование студентов мужского пола ($N=60$), обучающихся в Оренбургском государственном университете, средний возраст — 18.7 ± 0.1 года. Все испытуемые проживали на территории Оренбургской области последние 5 и более лет, не имели жалоб на состояние здоровья в период проведения обследования и дали информированное согласие на участие в исследовании. Студенты были разделены на две группы в зависимости от показателей кардиоинтервалографии. Метод кардиоинтервалографии, в основу которого положена концепция Р.М.Баевского, может применяться для изучения адаптационно-компенсаторных реакций организма [1].

В 1-й группе студентов средние данные индекса напряжения соответствовали зоне адаптивных изменений, т.е. нормотонии (50-150 усл. ед.). У юношей 2-й группы фоновый индекс напряжения был достоверно выше в 1.65 раза, чем у юношей 1-й группы (более 150 усл. ед.). Таким образом, вегетативный тонус юношей 2-й группы можно описать как симпатикотонию, что является свидетельством перенапряжения регуляторных систем.

Для оценки активности симпатико-адреналовых, парасимпатических, центральных и гуморальных

механизмов, их соотношения, а также напряжения адаптационных реакций использовали кардиоинтервалографию [1]. Определение уровней содержания тиреотропного гормона (ТТГ), свободного тироксина (T_4) и тестостерона (ТС) в сыворотке крови проводили стандартными методами.

Анализ исследуемых образцов (волосы) проводили в лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (Москва). Содержание химических элементов в волосах определяли методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с использованием спектрометров «Elan 9000» и «Optima 2000 DV» («PerkinElmer»).

Обработку полученного материала проводили общепринятыми статистическими методами в программе «Microsoft Excel». Проверку нормальности выборок проводили с помощью критерия нормальности Колмогорова—Смирнова. Параметры описательной статистики для количественных показателей приведены в виде медианы (Me) и интерквартильной широты (25-й; 75-й процентиль — Q_1 ; Q_3). Поскольку $n < 30$ и значения признаков не подчиняются закону нормального распределения, для оценки значимости сходства (различия) двух независимых выборок использовали U критерий Манна—Уитни. Корреляционный анализ выполняли с применением коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Достоверными принимали значения при $p < 0.05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На первом этапе исследования оценивали некоторые параметры гормонального статуса студентов. Известно, что в регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы принимают участие многие факторы, в том числе гормоны щитовидной железы и ТС [8,11]. При анализе полученных данных достоверных межгрупповых отличий для ТТГ, свободного T_4 и ТС не выявлено (табл. 1). Все полученные значения находились в пределах нормы.

На следующем этапе исследования изучали элементный состав волос респондентов. Содержание кобальта было достоверно выше в 1.47 раза в волосах студентов 1-й группы по сравнению со 2-й (табл. 2). Недостаток кобальта в организме человека может проявляться вегетососудистыми нарушениями, общей слабостью, утомляемостью; выраженный дефицит кобальта приводит к развитию анемии [4]. Существуют данные о влиянии кобальта на регуляцию деятельности сердечно-сосудистой системы [6].

Содержание марганца в волосах студентов 1-й группы было достоверно ниже в 2 раза, чем во 2-й группе. Повышенное содержание марганца в волосах может свидетельствовать об интенсивном

выведении элемента из организма, что происходит в том числе при психоэмоциональных перегрузках [4]. Содержание марганца увеличено в волосах людей с неврологическими расстройствами [7].

Достоверных межгрупповых отличий для остальных исследуемых эссенциальных элементов не выявлено.

Таблица 1. Гормональные показатели студентов (Me(Q_1 - Q_3))

Показатель	Норма (Q_1 - Q_3)	1-я группа	2-я группа
ТС, нмоль/л	12-42	18.2 (15.3-21.3)	18.49 (15.3-21.4)
Свободный T_4 , пмоль/л	9-22	15.85 (12.2-18.3)	16.3 (12.5-19.6)
ТТГ, мЕд/л	0.4-4.0	2.97 (2.6-3.7)	3.34 (2.8-3.5)

Таблица 2. Содержание эссенциальных элементов (мг/кг) в волосах студентов (Me(Q_1 - Q_3))

Элемент	Средне-российские значения (Q_1 - Q_3)	1-я группа	2-я группа
Co	0.04-0.16	0.025 (0.018-0.101)	0.017 (0.015-0.023)*
Cr	0.32-0.96	0.79 (0.52-1.08)	0.78 (0.53-1.08)
Cu	9.00-14.0	10.7 (10.0-12.8)	10.9 (10.1-12.7)
Fe	11.0-24.0	33.6 (27.2-40.2)	34.2 (23.6-37.5)
I	0.27-4.20	1.00 (0.73-1.70)	0.84 (0.73-1.32)
Li	0.00-0.02	0.04 (0.03-0.05)	0.04 (0.026-0.049)
Mn	0.32-1.13	0.73 (0.56-1.36)	1.44 (0.763-1.36)*
Ni	0.14-0.53	0.28 (0.20-0.31)	0.27 (0.172-0.294)
Se	0.69-2.2	0.31 (0.26-0.33)	0.33 (0.27-0.39)
Si	11.0-37.0	26.1 (21.6-32.2)	28.8 (21.8-33.4)
Zn	155.0-206.0	165.2 (122.8-179.3)	177.2 (157.5-188.1)*

Примечание. Здесь и в табл. 3: * $p < 0.05$ по сравнению с 1-й группой.

Таблица 3. Содержание макроэлементов (мг/кг) в волосах студентов (Ме(Q₁-Q₃))

Элемент	Средне- русские значения (Q ₁ -Q ₃)	1-я группа	2-я группа
Ca	494-1619	786.5 (481.8-1510.1)	705.9 (471.7-1193.2)
K	29-159	110.9 (57.5-168.5)	97.4 (49.2-171.5)
Mg	39-137	117.5 (89.5-190.3)	92.9 (59.5-131.3)*
Na	73-331	369.5 (273.1-479.7)	375.5 (327.2-459.7)
P	135-181	154.0 (138.9-161.3)	150.4 (141.4-163.1)

Макроэлементный анализ состава волос юношей выявил достоверное снижение содержания магния в волосах студентов 2-й группы в 1.27 раза по сравнению с 1-й группой (табл. 3). Снижение содержания магния в организме человека проявляется утомляемостью, раздражительностью, заболеваниями сердечно-сосудистой системы [4,9].

Полученные данные о содержании макро- и микроэлементов в волосах студентов также сравнивали со среднероссийскими значениями [4]. Практически все значения находились в пределах рекомендованных центильных интервалов, и обнаруженные отклонения были незначительными. Однако нами отмечено низкое содержание селена в волосах обследованных. Значение медианы для селена в волосах юношей обеих групп было ниже 25-го центиля среднероссийских значений в 2.3 раза.

Содержание токсичных элементов (алюминия, кадмия, ртути, свинца, олова) в волосах юношей обеих групп не превышало нормальных значений. Существенных межгрупповых отличий для токсичных элементов также не выявлено.

Корреляционный анализ выявил некоторые межэлементные корреляции. Положительные корреляции выявлены между содержанием в волосах магния и кальция (1-я группа — $r=0.63$; 2-я группа — $r=0.76$), а также калия и натрия (1-я группа — $r=0.85$; 2-я — группа $r=0.76$). Полученные данные согласуются с многочисленными исследованиями, демонстрирующими сопряженность обменных процессов данных элементов [4].

Таким образом, выявлены различия в элементном составе волос юношей с разным уровнем адаптации. Межгрупповых отличий для ТТГ, свободного Т₄ и ТС не получено. Обнаружено достоверное повышение уровня кобальта и снижение содержания марганца и магния в волосах студентов,

вегетативный статус которых характеризовался симпатикотонией.

Исследование выполнено в рамках госзадания № 262 по проекту “Особенности психофизиологической адаптации студентов в процессе реализации фенотипа в различных социальных условиях”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М., 1997.
2. Давлетьярова К.В., Капилевич Л.В., Солтанова В.Л., Баранова Е.В., Андреев В.И. Адаптационные возможности организма студентов, занимающихся лечебной физической культурой // Бюл. сиб. мед. 2011. Т. 10, № 3. С. 116-119.
3. Никулина А.В. Влияние биопрепарата “Селенес+” и дополнительных физических упражнений на адаптацию студентов младших курсов к условиям обучения в высшей школе // Бюл. экспер. биол. 2015. Т. 159, № 2. С. 192-195.
4. Радыш И.В., Скальный А.В. Введение медицинскую элементологию. М., 2015.
5. Савельева А.В., Сабурцев С.А. Особенности адаптации студентов медицинского колледжа к процессу обучения по данным кардиоинтервалографии // Вестн. РУДН. Сер. Медицина. 2009. № 4. С. 149-153.
6. Святова Н.В., Ситдииков Ф.Г., Егеров Е.С. Влияние кобальта на показатели сердечно-сосудистой системы детей младшего школьного возраста // Бюл. экспер. биол. 2013. Т. 155, № 3. С. 286-288.
7. Arain M.S., Afridi H.I., Kazi T.G., Talpur F.N., Arain M.B., Kazi A., Arain S.A., Ali J. Correlation of aluminum and manganese concentration in scalp hair samples of patients having neurological disorders // Environ. Monit. Assess. 2015. Vol. 187, N 2. P. 10.
8. Ortiga Carvalho T.M., Chiamolera M.I., Pazos-Moura C.C., Wondisford F.E. Hypothalamus pituitary thyroid axis // Compr. Physiol. 2016. Vol. 6, N 3. P. 1387-1428.
9. Rebacz-Maroon E., Baranowska-Bosiacka I., Gutowska I., Chlubek D. Blood pressure and levels of Fe, Ca, Mg, Zn, Cu, Na and K in the hair of young Bantu men from Tanzania // Biol. Trace Elem. Res. 2013. Vol. 151, N3. P. 350-359.
10. Schöpfer J., Schrauzer G.N. Lithium and other elements in scalp hair of residents of Tokyo Prefecture as investigational predictors of suicide risk // Biol. Trace Elem. Res. 2011. Vol. 144, N 1-3. P. 418-425.
11. Tambo A., Roshan M.H., Pace N.P. Testosterone and cardiovascular disease // Open Cardiovasc. Med. J. 2016. Vol. 10. P. 1-10.
12. Ubajaka C.F., Meludu S.C., Dioka C.E., Onah C.E., Osuji C.U., Modebe I.A., Ifeadike G.C., Okwara J.E., Amah U.K., Nnebue C.C. Evaluation of male sex hormones and trace elements in male type 2 diabetic patients attending Nnamdi Azikiwe University teaching hospital diabetic clinics // Niger. J. Med. 2015. Vol. 24, N 2. P. 162-168.