

УДК 616.1/9-02:614.7

ЗНАЧЕНИЕ КАДМИЯ, КАЛИЯ И КАЛЬЦИЯ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ

Решетняк О.А.¹, Евстафьева И.А.¹, Евстафьева Е.В.², Грузжевская В.Ф.¹

¹*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина*

²*Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, Симферополь, Украина*

E-mail: olgasportTNU@mail.ru

Проведено функциональное обследование сердечно-сосудистой системы у 80-ти студентов, из которых 40 спортсменов и 40 студентов, не занимающихся спортом, которые были обследованы на предмет содержания кадмия, калия и кальция в организме. Выявлена физиологическая роль токсичного и эссенциальных элементов для функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов и студентов, не занимающихся спортом.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, спортсмены, кадмий, калий, кальций.

ВВЕДЕНИЕ

Ухудшение состояния здоровья человеческой популяции в последние десятилетия в значительной степени обусловлено высокими темпами антропогенной трансформации биосферы и снижением под влиянием антропогенного прессинга адаптационных возможностей организма [1-3].

К числу антропогенных факторов, способных оказывать наиболее существенное влияние на функционирование организма человека следует отнести химические факторы среды и, прежде всего, дисбаланс химических элементов в пользу токсичных, концентрация которых в окружающей среде и организме человека увеличивается на фоне снижения эссенциальных микро- и макроэлементов [1; 3; 4]. Малейшие изменения концентрации последних в организме приводят к существенным изменениям функций и, в том числе, – адаптационных возможностей организма. Это обусловлено их входением в качестве активных центров в структуру ферментов, коферментов, гормонов, биологически активных веществ, их участием в биоэлектрических процессах [1].

Изучение механизма адаптационных процессов, происходящих в организме спортсменов в условиях современной антропогенной среды, является важной задачей не только экологической физиологии человека, но и физиологии спорта. При этом особого внимания заслуживает сердечно-сосудистая система, состояние которой с одной стороны, отражает ход и эффективность адаптационных процессов [3], а с другой, – дает наиболее объективное представление о приспособительных возможностях организма спортсменов. С точки зрения обеспечения химическими элементами этой системы особый интерес представляют такие элементы, как

кальций (Ca^{++}), калий (K^+) и являющийся антагонистом Ca^{++} и считающийся токсичным элементом – кадмий (Cd^+).

В связи с этим целью данной работы явилось – определить особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы и ее реагирования на физическую нагрузку у спортсменов и студентов, не занимающихся спортом, в зависимости от содержания в организме Cd^{++} , Ca^{++} и K^+ .

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 80 человек, из которых: 40 студентов-спортсменов ТНУ им. В.И. Вернадского занимающихся футболом, а так же 40 студентов КГМУ им. В.И. Георгиевского занимающихся физическим воспитанием в пределах учебной программы.

У обследуемых определяли содержание Cd^{++} , Ca^{++} и K^+ в волосах рентгенофлюоресцентным методом в лаборатории научно-исследовательского центра «ВИРИА» г. Киева. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы оценивали по 9-ти показателям центральной кардиогемодинамики и 5-ти ЭКГ-параметрам. Исследование проводили в состоянии физиологического покоя, после физической нагрузки на велоэргометре и в восстановительном периоде.

Статистическую обработку данных проводили посредством непараметрического корреляционного анализа по Спирмену и статистического сравнения по методу Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Прежде всего, следует отметить, что средние значения содержания определяемых в данной работе химических элементов в организме исследуемых спортсменов находилось в пределах условной, принятой на сегодняшний день, нормы [2; 5]. В то же время у студентов, не занимающихся спортом, отмечался дефицит Ca^{++} и, в особенности, K^+ в организме (табл. 1).

Таблица 1
Концентрация (мкг/г) химических элементов в волосах исследуемых студентов

Химический элемент	Минимальная	Максимальна	$\bar{X} \pm S_x$	Условная норма
Cd (кадмий) спортсмены не спортсмены	0,00 0,00	0,28 0,17	0,08 \pm 0,01 0,05 \pm 0,01**	0-1
Ca (кальций) спортсмены не портсмены	183,67 145,62	929,69 718,19	353,31 \pm 28,40*** 179,50 \pm 25,38	300-700
K (калий) спортсмены не портсмены	0,00 0,00	185,34 301,21	84,90 \pm 10,26 40,49 \pm 8,87***	70-170

Примечание. Различия между группами достоверны ** – при $p < 0,01$; *** – при $p < 0,001$.

Полученные нами данные согласуются с данными о различиях в составе волос профессиональных спортсменов, в целом, в сторону повышения концентрации основных (биофильных) химических элементов (Ca, Mg, Na, P, K) по сравнению с показателями здоровых мужчин, не занимающихся спортом [2]. Это явление, по крайней мере, в отношении некоторых элементов, обсуждается в литературе. В нашем случае более высокое содержание Ca^{++} в волосах у спортсменов, по сравнению со студентами, не занимающимися спортом, скорее всего отражает усиленный кругооборот и выведение этого элемента при систематических физических нагрузках (кумулятивный эффект физических нагрузок), что, с другой стороны, может говорить о «скрытом» риске его дефицита. В пользу этого свидетельствует и более высокое содержание Cd^{++} в организме спортсменов по сравнению со студентами, не занимающимися спортом, усвоение которого Ca^{++} ухудшает.

Пониженное содержание эссенциальных элементов в организме студентов, не занимающихся спортом, может быть, в свою очередь, обусловлено рядом причин, среди которых может быть усиленный расход в результате стрессорных воздействий, чрезмерным употреблением кофеин-содержащих продуктов и курение [2].

В любом случае элементный статус организма спортсменов по результатам настоящего и ряда других исследований, можно расценивать скорее как более благоприятный у спортсменов, чем таковой, у не занимающихся спортом студентов, и обусловлен он, по всей видимости, теми адаптационно-приспособительными изменениями, которые возникают в ответ на повышенные физические и эмоциональные нагрузки и отражают специфику физиологических процессов у профессиональных спортсменов.

Среди изученных элементов наиболее существенное влияние на ЭКГ-характеристики обнаружено со стороны токсичного Cd^{++} , хотя его содержание в организме студентов было незначительным.

У спортсменов такая зависимость наблюдалась даже в состоянии физиологического покоя, проявляясь в отрицательной корреляционной связи длительности предсердно-желудочковой проводимости сердца (интервал PQ) и проведения возбуждения по желудочкам (комплекс QRS), указывая на прямой дромотропный и хронотропный эффект Cd^{++} , т.е. чем выше было содержание Cd^{++} в организме, тем меньше была длительность интервала PQ и комплекс QRS, а, следовательно, время проведения возбуждения по сердцу (табл. 2.).

Предъявление физической нагрузки позволило выявить большее количество корреляционных связей, не только для спортсменов, но и для студентов, не занимающихся спортом.

Так, во время выполнения физической нагрузки у спортсменов выявленный в состоянии покоя положительный хронотропный эффект Cd^{++} подтвердился для большего числа ЭКГ-параметров, а у студентов, не занимающихся спортом, впервые проявился отрицательный хронотропный эффект.

Что касается механической работы сердца, его сократительной функции, то она также определенным образом реагировала на уровень Cd^{++} в организме, опять же противоположным, у спортсменов и не тренирующихся студентов.

Таблица 2

Данные корреляционного анализа содержания кадмия и показателей сердечно-сосудистой системы у исследуемых студентов

Этапы исследования	Показатели	Спортсмены (n=40)		Не спортсмены (n=40)	
		r	p	r	p
покой	Интервал PQ	-0,47	0,01		
	Комплекс QRS	-0,47	0,01		
	УИ	-0,55	0,02		
нагрузка	Интервал PQ	0,54	0,01	0,40	0,01
	Комплекс QRS	-0,35	0,02		
	Интервал QRST	-0,53	0,01		
	Сегмент ST			0,46	0,02
	Интервал R-R	-0,45	0,02	0,35	0,02
	УИ	-0,56	0,01		
восстановление	Интервал PQ	-0,43	0,05		
	Интервал QRST	-0,56	0,01		
	Сегмент ST	0,52	0,01	-0,37	0,01

Меньшая, чем при физической нагрузке, но большая, чем в состоянии физиологического покоя, чувствительность ЭКГ-параметров сердца к присутствию в организме Cd^{++} наблюдалась и в восстановительный период.

Таким образом, можно отметить, что значимость Cd^{++} для функционального состояния сердечно-сосудистой системы носила в основном кардиотропный характер, поскольку проявлялась преимущественно по отношению к показателям деятельности сердца.

Особый интерес представляет выявленная физиологическая значимость эссенциальных элементов.

Так K^+ обнаружил большое количество корреляционных связей, у студентов, не занимающихся спортом, (в то время как Ca^{++} играл более важную роль для функционирования сердечно-сосудистой системы спортсменов) и подтвердил классический отрицательный хронотропный эффект. Он способствовал увеличению времени возбуждения желудочков и, за счет этого, – всего сердечного цикла (R-R) при физической нагрузке у студентов, не занимающихся спортом, в то время как у спортсменов K^+ влиял противоположным образом на желудочковый комплекс в целом (табл. 3.).

Он также, по-видимому, «улучшал» механическую работу сердца, обнаруживая положительную корреляционную связь с рядом параметров работы сердца.

Таблица 3

Данные корреляционного анализа содержания калия и показателей сердечно-сосудистой системы у исследуемых студентов

Показатели	Спортсмены						Не спортсмены					
	покой		нагрузка		восст-е		покой		нагрузка		восст-е	
	г	р	г	р	г	р	г	р	г	р	г	р
Комплекс QRS									0,36	0,01	0,31	0,05
Интервал QRST			-0,54	0,01					0,40	0,03	0,40	0,02
Сегмент ST									-0,45	0,02		
Интервал R-R									0,40	0,03		
МО							0,51	0,01	0,44	0,01	0,40	0,02
УО							0,54	0,01	0,39	0,04	0,41	0,02
УИ							0,61	0,01	0,45	0,02	0,42	0,01
СИ							0,57	0,02	0,37	0,04	0,41	0,02
ОПСС							-0,52	0,01				
ДАД									0,39	0,01	0,40	0,02
Ср.АД											0,38	0,03

Что касается Ca^{++} , то он проявлял классический положительный хронотропный эффект, способствуя уменьшению длительности сердечного цикла (R-R) у спортсменов, в то время как у студентов, не занимающихся спортом, вообще не был значим. Посредством реографии выявлено, что Ca^{++} влиял на два показателя сердечной деятельности (МО и СИ) у спортсменов, что указывает на общеизвестную значимость этого химического элемента для сократительной способности миокарда (табл. 4.).

Общее число корреляционных связей свидетельствует о большей чувствительности сердечно-сосудистой системы организма студентов, не занимающихся спортом, к дисбалансу эссенциальных элементов, прежде всего – K^+ , вероятно в связи с его низким содержанием в организме, затем Cd^{++} и Ca^{++} .

У спортсменов, для которых был характерен нормальный баланс исследованных элементов, наиболее существенным влиянием обладал Cd^{++} , а затем эссенциальные Ca^{++} и K^+ .

Таблица 4

Данные корреляционного анализа содержания кальция и показателей сердечно-сосудистой системы у исследуемых студентов

Этапы исследования	Показатели	Спортсмены		Не спортсмены	
		г	р	г	р
покой	МО	0,45	0,02		
	СИ	0,40	0,07		
	ДАД			-0,33	0,06
	МО	0,45	0,02		
	Ср.АД			-0,34	0,06
нагрузка	Интервал QRST	0,44	0,05		
	Интервал R-R	-0,46	0,01		
восстановление	Интервал R-R	-0,47	0,04		

Кроме того, исходя из общего числа установленных корреляционных связей, можно констатировать, что их максимальное количество обнаруживалось при предъявлении физической нагрузки, затем в восстановительном периоде и минимально – в состоянии физиологического покоя, что позволяет говорить о компенсированных изменениях реактивности сердечно-сосудистой системы и ее адаптационных возможностей при изменении содержания соответствующих химических элементов, что определенным образом сказывается на ее функциональном состоянии.

ВЫВОДЫ

1. Обнаружено, что среднее содержание химических элементов в организме спортсменов находилось в пределах условной физиологической нормы, в то время как у студентов, не занимающихся спортом, отмечался дефицит кальция и, в особенности, калия в организме.
2. Установлено, что кадмий оказывал определенное влияние на показатели деятельности сердца спортсменов – как электрофизиологические: интервал PQ, комплекс QRS, интервал QRST, сегмент ST, интервал R-R при $-0,35 \leq r \leq -0,56$ и $0,01 \leq p \leq 0,04$, так и на такие, что характеризуют его сократительную функцию (ударный индекс; $r = -0,55$; $p \leq 0,02$), в состоянии физиологического покоя, при физической нагрузке и в восстановительном периоде. У студентов, не занимающихся спортом, кадмий не обладал такой выраженной значимостью, за исключением его общего влияния на длительность сердечного цикла за счет удлинения атриовентрикулярного проведения (интервал PQ ($r = 0,40$; $p \leq 0,01$) и периода общего возбуждения желудочков (сегмент ST ($r = 0,46$; $p \leq 0,02$)) причем противоположным, чем у спортсменов, образом и практически исключительно во время физической нагрузки.
3. Функциональная значимость эссенциальных элементов для студентов, не занимающихся спортом, проявлялась только после физической нагрузки и, в

меньшей степени, в восстановительном периоде, тогда как у спортсменов такая зависимость наблюдалась и в состоянии физиологического покоя, указывая на более высокую потребность в соответствующем микроэлементном обеспечении при систематических физических нагрузках.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека / Н.А. Агаджанян, А.В. Скальный. – М.: КМК, 2001. – 84 с.
2. Ревич Б.А. Химические элементы в волосах человека как индикатор воздействия загрязненного производства и окружающей среды / Б.А. Ревич // Гигиена и санитария. – 1990. – № 3. – С. 28–30.
3. Скальный А.В. Макро- и микроэлементы в физической культуре и спорте / Скальный А.В., Орджоникидзе З.Г., Громова О.А. – М., 2000. – 71 с.
4. Трахтенберг И.М. Тяжелые металлы во внешней среде: современные гигиенические и токсикологические аспекты / Трахтенберг И.М., Колесников В.С., Луковенко В.П. – Минск: Наука и техника, 1994. – 258 с.
5. Grandjean P. Mercury Risks: Controversy or Just Uncertainty? / P. Grandjean, J.A. Frentsos, J.T. Baer // Public Health Reports. – 1999. – Vol. 114. – P. 512–517.

Решетняк О.А. Значення кадмію, калія і кальцію для функціонального стану серцево-судинної системи спортсменів / О.А. Решетняк, І.А. Евстафьева, Е.В. Евстафьева, В.Ф. Гружевська // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2010. – Т. 23 (62), № 3. – С. 129-135.

Проведено функціональне обстеження серцево-судинної системи 80 спортсменів та студентів, які не займаються спортом, які були обстежені на предмет вмісту кадмію, калію і кальцію в організмі. Виявлена фізіологічна значимість токсичного та есенціальних елементів для функціонального стану серцево-судинної системи спортсменів та осіб, що не займаються спортом.

Ключові слова: змінне магнітне поле, головний мозок, метаболічні крос-кореляції.

Reshetniak O.A. Value of cadmium, potassium and calcium for a functional condition of cardiovascular system of sportsmen / O.A. Reshetniak, I.A. Evstafyeva, H.V. Evstafyeva, V.F. Gruzevsrya // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2010. – Vol. 23 (62), No 3. – P. 129-135.

The functional inspection cardiovascular system is conducted at 80 the sportsmen and physically untrained students, who have been surveyed about the maintenance of cadmium, potassium and calcium in an organism. The physiological role toxic and essential elements for an action of the heart of sportsmen and the persons who are not going in for sports is revealed.

Keywords: cardiovascular system, sportsmen, cadmium, potassium, calcium.

Поступила в редакцію 24.10.2010 г.