

ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЦА ФИЗИЧЕСКИ ТРЕНИРОВАННЫХ И НЕТРЕНИРОВАННЫХ СТУДЕНТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ

Решет няк О.А., Евст афьева И.А., Грузевская В.Ф., Евст афьева Е.В.

Проведено функциональное обследование сердечной деятельности у 80 физически тренированных и нетренированных студентов, которые были обследованы на предмет содержания кадмия, кальция и калия в организме. Выявлена физиологическая роль токсичного и эссенциальных элементов для деятельности сердца спортсменов и лиц, не занимающихся спортом.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, спортсмены, химические элементы.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что систематические занятия физическими упражнениями ведут к существенной оптимизации функционального состояния сердечно-сосудистой системы организма, повышению функциональных резервов данной системы, что требует и соответствующего микроэлементного обеспечения. Кроме того, систематические физические нагрузки являются благоприятным фактором, способствующим выведению токсичных элементов из организма [1]. В связи с этим изучение состояния элементного баланса в организме в условиях загрязнения окружающей среды, в особенности при систематических физических нагрузках, является актуальным направлением физической культуры и спорта. К числу таких важных для организма спортсменов элементов относят кальций (Ca^{++}) и калий (K^{+}), при недостатке или избытке которых наблюдаются расстройства функционирования мышечной ткани. В то же время некоторые из распространенных загрязнителей окружающей среды, например, кадмий (Cd^{++}), могут выступать в качестве физиологических антагонистов этих элементов [2].

В связи с этим целью исследования явилось изучение особенностей функционального состояния сердечно-сосудистой системы у физически тренированных и нетренированных студентов, в зависимости от содержания кадмия, кальция и калия в организме в состоянии физиологического покоя, при физической нагрузке и в период восстановления.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимало участие 80 студентов, из них: 40 студентов-спортсменов футболистов в возрасте от 18 до 22 лет (1-я группа) и 40 студентов-медиков КГМУ не занимающихся спортом этого же возраста (2-я группа). У

обследуемых определяли содержание Cd⁺⁺, Ca⁺⁺ и K⁺ в волосах рентгено-флюоресцентным методом в лаборатории научно-исследовательского центра «ВИРИА» г. Киева, и электрофизиологические показатели сердечной деятельности путем регистрации ЭКГ на аппаратно-программном велоэргометрическом комплексе (АПК) «Эргокард».

Все испытуемые выполняли одинаковую по мощности, длительности и структуре движений работу (комбинированную ступенчатую непрерывную физическую нагрузку на велоэргометре, состоящую из 8 стадий по 3 минуты), с частотой вращения педалей 60 об/мин.

Статистическую обработку данных проводили посредством непараметрического корреляционного метода по Спирмену и Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Прежде всего, следует отметить, что среднее содержание всех химических элементов в организме тестируемых спортсменов находилось в пределах условной, принятой на сегодняшний день, нормы [3-5], в то время у нетренированных студентов-медиков отмечался дефицит Ca⁺⁺ и, в особенности, K⁺ в волосах (Табл. 1).

Таблица 1.

Концентрация химических элементов в волосах тестируемых студентов

Хим. элемент	Концентрация в волосах (мкг/г)	
	Средняя	Условная норма
Cd (кадмий)		
1-я группа	0,08±0,01	0-1
2-я группа	0,05±0,01**	
Ca (кальций)		
1-я группа	353,31±28,40	300-700
2-я группа	179,50±25,38***	
K (калий)		
1-я группа	84,90±10,26	70-170
2-я группа	40,49±8,87***	

Примечание: **достоверность различий при $p \leq 0,01$; ***– при $p \leq 0,001$ по сравнению с физически тренированными студентами (1 группа).

Полученные нами данные согласуются с данными о различиях в составе волос профессиональных спортсменов, в целом, в сторону повышения концентрации большинства химических элементов (Ca, Mg, Na, P, K), по сравнению с показателями здоровых мужчин, не занимающихся спортом [1]. Это явление, по крайней мере, в отношении некоторых элементов, обсуждается в литературе.

Так, считают, что повышенная концентрация Ca⁺⁺ в волосах у спортсменов может не столько отражать более высокое содержание его в организме, сколько указывать на усиленный кругооборот и выведение при систематических физических

нагрузках (кумулятивный эффект физических нагрузок), что, с другой стороны, может говорить о «скрытом» риске возникновения его дефицита. Усиленный метаболизм Ca^{++} , также может отражать воздействие тренировочного процесса и соревнований, а, может быть, - и применение фармакологических средств спортсменами. В пользу этого свидетельствует и более высокое содержание Ca^{++} в организме спортсменов, усвоение которого Ca^{++} ухудшает [1,2].

Так или иначе, более высокое содержание исследуемых элементов может говорить как о лучшем элементном статусе организма спортсменов, так и об элиминирующем воздействии мышечных нагрузок, которые влияют не только на динамику токсичных, но и на содержащихся в организме жизненно необходимых химических элементов.

Пониженное же содержание кальция в организме студентов, не занимающихся спортом, может быть, в свою очередь, обусловлено рядом причин. Прежде всего, дефицит Ca^{++} связывают с его низким содержанием в пищевых продуктах, и в этом отношении дефицит Ca^{++} у современного молодого поколения – явление достаточно распространенное [2]. Его снижение также может наблюдаться в связи с усиленным расходом в результате стрессорных воздействий, чрезмерным употреблением кофеин-содержащих продуктов, курения. На последнее указывает и недостаток K^+ в волосах у студентов, не занимающихся спортом, который отмечается обычно при психическом переутомлении, ослаблении адаптационно-приспособительных механизмов.

Средние значения исследуемых показателей деятельности сердца в состоянии физиологического покоя существенно не отличались у студентов, занимающихся и не занимающихся спортом и, в целом, соответствовали нормативным значениям, то есть либо находились в пределах принятой физиологической нормы, либо незначительно отличались от нее у отдельных исследуемых (табл. 2.).

Таблица 2.

Показатели деятельности сердца физически тренированных и нетренированных студентов в состоянии физиологического покоя

Показатели	Среднее \pm стандартное отклонение		Норма
	спортсмены (n=40)	не спортсмены (n=40)	
Интервал PQ (с)	0,128 \pm 0,01***	0,131 \pm 0,002	0,12-0,20
Комплекс QRS (с)	0,090 \pm 0,001	0,093 \pm 0,001	0,06-0,08
Сегмент ST (с)	0,057 \pm 0,001***	0,065 \pm 0,001	Зависит от инд. особенностей
Интервал QRST (с)	0,160 \pm 0,001*	0,158 \pm 0,001	
Интервал R-R (с)	1,228 \pm 0,145	1,220 \pm 0,185	0,350-1,150

Примечание: * достоверность различий при $p \leq 0,05$; ** – при $p \leq 0,01$; *** – при $p \leq 0,001$ по сравнению с физически тренированными студентами.

Результаты сравнительного анализа ЭКГ-показателей у студентов-спортсменов и студентов, не занимающихся спортом, свидетельствовали о том, что выявленные достоверные различия интервалов PQ и QRST, а также сегмента ST (табл. 2.), могут быть следствием адаптации организма к высоким физическим нагрузкам, которые в течение долгого времени не вызывают нарушений миокардиально-гемодинамического гомеостаза, а лишь ведут к некоторому смещению значений физиологических показателей, обусловленному долговременными структурными механизмами адаптации к систематическим нагрузкам в течение длительного времени [6] что, очевидно, имело место и в данном исследовании.

Результаты корреляционного анализа, полученные в настоящем исследовании, свидетельствуют в пользу этого теоретически обоснованного предположения. Они характеризуются наличием зависимости электрокардиографических характеристик сердца от уровня изученных химических элементов в организме на всех этапах тестирования, выраженной в разной степени и различным образом (табл. 3. и табл. 4.).

Таблица 3.

Корреляционный анализ показателей деятельности сердца и химических элементов в волосах физически нетренированных студентов

МЭ	Показат.	Коэф-т коррел в покое ®	Уровень знач-ти в покое (p)	Коэф-т коррел. После нагрузки ®	Уровень знач-ти после нагрузки (p)	Коэф-т коррел. После восст-я ®	Уровень знач-ти после восст-я (p)
Cd	Инт. PQ	-	-	0,37	0,01		
	Сег. ST	-	-	0,46	0,02	-0,41	0,02
	Инт. R-R	-	-			0,36	0,02
K	Ком. QRS	-	-	0,40	0,02	0,31	0,05
	Сег. ST	-	-	-0,45	0,01		
	Инт. QRST	-	-	0,38	0,03	0,40	0,02
	Инт. R-R	-	-	0,37	0,02		

Таблица 4.

Корреляционный анализ показателей деятельности сердца и химических элементов в волосах физически тренированных студентов

МЭ	Показатели	Коэф-т коррел. В покое ®	Уровень знач-ти в покое (p)	Коэф-т коррел. После нагрузки ®	Уровень знач-ти после нагрузки (p)	Коэф-т коррел. После восст-я ®	Уровень знач-ти после восст-я (p)
Cd	Инт. PQ	-0,47	0,03	-0,52	0,01	-0,43	0,05
	Ком. QRS	-0,47	0,03	-0,48	0,03		
	Ком. QRST			-0,50	0,02	-0,56	0,01
	Сег. ST					0,52	0,01
	Инт. R-R			-0,31	0,04		
Ca	Инт. QRST			0,44	0,05		
	Инт. R-R			-0,46	0,01	-0,37	0,04
K	Инт. QRST			-0,54	0,01		

Прежде всего, следует отметить, что у студентов-медиков эта зависимость проявлялась только после физической нагрузки и, в меньшей степени, в восстановительном периоде с двумя элементами из трех (табл.3). У спортсменов такая зависимость наблюдалась и в состоянии покоя; тем или иным образом ЭКГ-характеристики реагировали на все три элемента и характер этого реагирования был иным, чем у нетренированных студентов (табл.4). Количество реагирующих параметров и выявленных корреляционных связей также было больше у студентов-спортсменов, что, по-видимому, позволяет говорить о более высокой чувствительности их организма к колебаниям уровня данных элементов в организме, что может быть связано с более высокой потребностью в соответствующем микроэлементном обеспечении при систематических физических нагрузках. С этой точки зрения понятны, например, корреляционные связи интервала QRST, R-R с уровнем Ca^{++} у спортсменов, но не у студентов-медиков, а также противоположная по характеру корреляция с его функциональным антагонистом K^+ (табл.4). Корреляции с концентрацией K^+ выявлены и у студентов-медиков с желудочковым комплексом. При этом их разнонаправленный характер позволяет полагать, что может иметь место разнонаправленное влияние калия на разные этапы фазы возбуждения желудочков.

Однако наиболее существенное влияние и у тех и у других студентов на ЭКГ-характеристики обнаружено со стороны токсичного Cd^{++} , хотя его содержание в организме было очень незначительным. Так, у физически нетренированных, чем выше было содержание Cd^{++} , тем дольше длилось проведение возбуждения от предсердий к желудочкам во время физической нагрузки. Противоположная ситуация наблюдалась у тренированных студентов, причем на всех этапах тестирования: до, после физической нагрузки и после восстановительного периода.

Влияние Cd⁺⁺ у нетренированных имело место только на длительность полного возбуждения обоих желудочков (сегмент ST), в то время как у спортсменов это были разные этапы возбуждения желудочков, при этом характер зависимости был противоположным: чем выше уровень Cd, тем меньше времени требовалось на проведение возбуждения. Иными словами, имел место положительный дромотропный эффект. Это согласуется с данными о положительном хронотропном эффекте кадмия, обнаруженном у 15-летних подростков г.Симферополя, которые, однако не занимались систематически спортом, но содержание Cd⁺⁺ у них было в 2,5 раза выше, чем у тестируемых студентов [7].

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 электрофизиологические показатели деятельности сердца спортсменов: интервал PQ, комплекс QRS, интервал QRST, сегмент ST, интервал R-R при $0,31 \leq r \leq 0,52$ и $0,01 \leq p \leq 0,04$, в покое, на различных этапах нагрузки и в восстановительном периоде. У нетренированных студентов кадмий не обладал такой выраженной значимостью, за исключением его общего влияния на длительность сердечного цикла за счет удлинения атриовентрикулярного проведения (интервал PQ ($r=0,37$; $p \leq 0,01$) 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-медиков 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. Скальный А.В., Орджоникидзе З.Г., Катулин А.Н. Питание в спорте: макро- и микроэлементы. – М.: Городец, 2005. - 144 с.
2. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. – М.: Оникс 21 век, Мир, 2004. – 272 с.
3. Ревич Б.А. Химические элементы в волосах человека как индикатор воздействия загрязненного производства и окружающей среды // Гигиена и санитария. – 1990. - № 3. – с. 28–30.
4. Скальный А.В. Микроэлементозы человека. – М.: КМК, 2001. – 96.
5. Valkonic V. Human hair. Fundamentals and methods for measurement of elemental composition. – Boca Raton: CRC Press, Inc., 1988. - Vol. 1. – 164 p.

-
6. Солодков А.С. Адаптация к мышечной деятельности - механизмы и закономерности // Физиология в высших учебных заведениях России и СНГ/ СПб., ГМУ им. Павлова. - 1998. - С.75-77.
 7. Евстафьева Е.В. Экологические аспекты современной медицины // Вест. медико-биол. наук. - 1998. - №1-2. - С. 32-35.

Решетник О.А., Евстафьева И.А., Грузевская В.Ф., Евстафьева Е.В. Характеристика діяльності серця фізично тренуваних і нетренуваних студентів залежно від рівня вмісту хімічних елементів в організмі. // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 3. – С. 134-140.

Проведено функціональне обстеження серцевої діяльності в 80 фізично тренуваних і нетренуваних студентів, які були обстежені на предмет вмісту кадмію, кальцію і калію в організмі. Виявлена фізіологічна значимість токсичного та есенціальних елементів для діяльності серця спортсменів та осіб, що не займаються спортом.

Ключові слова: серцево-судинна система, спортсмени, хімічні елементи.

Reshetniak O.A., Evstafyeva I. A., Gruzevsrya V.F., Evstafyeva H.V. Description of operation of heart of the physically trained and untrained students depending on the level of maintenance of chemical elements in the organism of // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 3. – P. 134-140.

The functional inspection of cardiac activity is conducted at 80 the physically trained and untrained students, who have been surveyed about the maintenance of cadmium, calcium and calium in an organism. The physiological role toxic and essencial 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, chemical elements.

Пост упила в редакцію 05.12.2008 г.
