

1А.М. Богданова, ²И.А. Евстафьева, канд. биол. наук, доц.,

³С.Л. Тымченко, канд. мед. наук, доц.

¹ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»

²Медицинская академия имени С.И. Георгиевского,

³Таврическая академия, г. Симферополь

СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ И ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И РЕОГРАФИИ ПОДРОСТКОВ – ЛЕГКОАТЛЕТОВ

Принимая во внимание возрастающее значение спорта в современной жизни человека все более актуальным становится исследование адаптационных процессов, происходящих в организме спортсменов. Однако, помимо высоких требований, предъявляемых регулярными физическими нагрузками, адаптационные системы организма испытывают негативное воздействие со стороны постоянно изменяющихся условий современной антропогенной среды; среди них – воздействие поллютантов, и, как следствие, дисбаланс химических элементов в пользу токсических, концентрация которых в окружающей среде и организме увеличивается на фоне снижения либо повышения эссенциальных микро- и макроэлементов [1]. Поэтому важной задачей является реализация физиологических подходов по оценке элементного баланса в организме спортсменов [2]. Отдельного внимания заслуживает оценка состояния автономной нервной системы (АНС) и сердечно-сосудистой системы (ССС), состояние которых отражает ход и эффективность адаптационных процессов организма спортсменов [3].

Принимая во внимание интенсивность метаболических процессов, изменения вегетативного баланса и микроэлементного состава в этой группе испытуемых будут более выражены и представляют большой научный интерес для исследователей. При анализе эндогенного содержания микроэлементов (МЭ) у спортсменов необходимо также учитывать антагонистические отношения между токсичными и эссенциальными МЭ, последние необходимы для протекания основных физиологических процессов, в частности деятельности ССС, уделяя при этом особое внимание таким элементам как кальций, магний, цинк и др., так как у спортсменов они часто являются дефицитными.

В соответствии с вышеизложенным целью настоящей работы стала оценка возможных взаимосвязей между содержанием элементов, эссенциальных и токсичных, и показателями вариабельности сердечного ритма (ВСР) и центральной гемодинамики.

На базе МБОУ ДО «СДЮСШОР №2» г. Симферополя обследовали 21 подростка–легкоатлета (12 юношей и 9 девушек, средний возраст $13 \pm 0,92$ года). Средняя продолжительность занятий легкой атлетикой (бег на короткие и средние дистанции) составила $2 \pm 1,5$ года.

Содержание МЭ в волосах определяли методом рентген-флуоресцентной спектрофотометрии в научно-техническом центре ВИРИА (г. Киев). Состояние АНС оценивали с помощью метода анализа ВСР. Для этого анализа использовались стационарные участки сердечного ритма, состоящие из последовательных сердечных циклов (интервалов R-R), зарегистрированных в течение 5 минут в состоянии физиологического покоя с использованием программно-аппаратного комплекса

«CARDIO UC-01». При физиологической интерпретации показателей ВСР учитывали как литературные данные, так и разработанные рекомендации [3-4, 6]. Анализировали следующие временные показатели ВСР: вариационный размах (dX), RRNN, SDNN, RMSSD, pNN50%, триангулярный индекс (TI), индекс напряжения (ИН). Среди показателей спектрального анализа оценивали общую мощность спектра (TP), мощность высокочастотной (HF), низкочастотной (LF) и очень низкочастотной (VLF) составляющих спектра, а также HF и LF компоненты в нормализованных единицах и соотношение LF/HF.

Исследование основных гемодинамических показателей проводили с помощью реографического комплекса «CARDIO». Анализировали следующие показатели: частоту сердечных сокращений (ЧСС), ударный объем (УО), гемодинамический удар (ГемУД), сердечный индекс (СИ), ударный индекс (УИ), мощность сокращения сердечной мышцы (МССМ), минутный объем кровотока (МОК), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС), удельное периферическое сопротивление (УПС).

Статистический анализ данных проводили при помощи программы Statistica 6.0 (Statsoft. 2001).

Учитывая ненормальный характер распределения большинства показателей согласно критериям Колмогорова–Смирнова и Лиллифорс, достоверность различий между группами оценивали с помощью U-критерия Манна-Уитни, взаимосвязь между параметрами – с помощью непараметрического корреляционного анализа по Спирмену, при этом статистически достоверным принимали уровень различий при $p < 0,05$. Результаты исследования содержания 23 элементов в волосах подростков–легкоатлетов позволили выявить наличие элементного дисбаланса, особенностью которого были существенный дефицит Zn, Cu и избыток Ca, Ni, Cr, K, Fe, Mn, S, Cl, As. Выполнив сравнительный анализ межгрупповых отличий содержания элементов в старшей и младшей возрастных группах (U-критерий Манна-Уитни), установили достоверную разницу в содержании некоторых из них. Так, в младшей возрастной группе выявили большие содержания K и Br по сравнению со старшей, превышение составило 145% и 189% соответственно ($p < 0,05$). Содержание V было выше в 7 раз ($p = 0,04$). Анализ половых различий показал, что уровень Pb был в 3,8 раз выше у

юношей по сравнению с девушками ($p = 0,001$).

Многочисленными исследованиями было доказано, что при занятиях спортом необходимо учитывать исходное состояние регуляторных систем для более качественной оценки адаптационных возможностей. Так, согласно классификации, предложенной Шлык Н.И [5], большинство испытуемых (76%) относились к III типу вегетативной регуляции, который характеризуется умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (PCP), что можно рассматривать как оптимальное состояние регуляторных систем организма, а у начинающих спортсменов характеризует оптимальный уровень тренированности.

Результаты корреляционного анализа показали наличие достоверных ($p < 0,05$) или приближенных к таковым ($p \leq 0,09$) связей между значениями показателей ВСР и

содержанием элементов, сила вегетотропного действия которых по числу корреляционных связей может быть представлена следующим образом: Sr(19)>Bi(18)>Ca(11)>S(10)>Ti(9)>Co(4)>Mn, Fe(3)>Cu(2)>K, Br, V, Sn(1) .

Данные корреляционного анализа свидетельствуют о том, что испытуемые с большими концентрациями Sr имеют высокие значения ЧСС и спектральных показателей (LFn, LF/HF) и меньшие величины показателей: dX, TI, RRNN, SDNN, RMSSD, pNN50%, HF, HFn ($p<0,05$), что может указывать на более низкий уровень парасимпатической активности.

Для Bi и Ca также выявлено достоверное ($p<0,05$) ослабление парасимпатических эффектов (отрицательные корреляции с dX, RRNN, TI, SDNN, RMSSD, pNN50%, HF, HFn) и повышение активности симпатических влияний (положительные корреляции с AMo, ИН, LFn, LF/HF). Сходным влиянием обладала S, повышенные концентрации которой характеризовались положительным хронотропным эффектом и большими значениями ИН, LFn, LF/HF на фоне уменьшения значений показателей, характеризующих активность парасимпатической нервной системы (dX, pNN50%, HFn ($p<0,05$)). В тоже время повышенное содержание Ti сопровождалось увеличением значений парасимпатических показателей dX, SDNN, RMSSD, а также всех спектральных показателей ($p<0,05$), свидетельствуя, таким образом, о повышении активности парасимпатического звена АНС.

Для таких элементов как Co, Mn, Cu и Fe, выявленные корреляционные связи на уровне тенденции ($p \leq 0,09$) можно рассматривать как активацию парасимпатического отдела АНС для первого и симпатического для последних трех. Для K, Br и Se были получены единичные корреляционные связи, однозначная интерпретация которых является затруднительной.

Таким образом, данные результаты позволили выявить функциональный синергизм для Sr, Ca, S, Bi и антагонизм для Ti по отношению к АНС, что проявлялось в наличии положительного хронотропного эффекта и снижении вариабельности ритма сердца в целом для первых элементов соответственно. Также установили, что Ca, S, Sr, Ti, Bi оказывали выраженные влияния как на автономный контур РСР, так и на центральный [6].

Сила кардиоваскуляторного действия МЭ по числу корреляционных связей между их содержанием и показателями реографии может быть представлена следующим образом: Mn (11)>Ti (10) >Pb, Cl, Zr, As (4) >Ni, Ca, Fe, S (2) >Zn, Cu, Se, Ru (1).

Так, содержание Mn находилось в прямой зависимости от показателей СИ, УИ, МОК, МССМ и в обратной зависимости с ГемУд, ОПС, УПС ($p<0,05$). Возможные механизмы влияния Mn, выявленный положительный инотропный эффект, связаны с изменением сократительной активности миокарда [7], что в свою очередь влияет на МОК, который, как и ОПСС, является одним из основных параметров гемодинамики, обеспечивая поддержание артериального давления. Повышенное содержание Ti сопровождалось увеличением СИ, МОК, и уменьшением УПС ($p<0,05$). Содержание Zr также находилось в прямой зависимости с МОК ($p \leq 0,09$). При увеличении содержания As увеличивался УИ ($p \leq 0,09$).

У 50% испытуемых был зарегистрирован эукинетический тип гемодинамики, который характеризовался средними значениями СИ [8], повышенным ОПСС на фоне нормального УО. Характер влияния таких элементов как Pb, Zr при повышении их содержания в организме выражался в сдвиге типа гемодинамики в сторону эукинетического ($p<0,05$).

Избыток Ca характеризовался отрицательным инотропным эффектом (снижение УО). По мнению А.В. Скального, повышенные концентрации Ca в волосах могут свидетельствовать не о его избытке в организме, а, напротив, о развивающемся

дефиците данного элемента, либо о его вытеснении из организма антагонистами (Pb, Cd) [9].

Таким образом, результаты данного исследования в группе подростков- легкоатлетов Крымского полуострова свидетельствуют о большой значимости целого ряда химических элементов, как эссенциальных, так и токсичных, для функционального состояния CCC и АНС. Полученные результаты могут быть связаны не только с особенностью механизмов адаптации к физическим нагрузкам у спортсменов, но и с биогеохимическими особенностями полуострова.

Литература

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. Скальный А.В. Макро- и микроэлементы в физической культуре и спорте / А.В.Скальный, З.Г.Орджоникидзе, О.А. Громова– М., 2000. – 71 с.
3. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. – М.: Наука, 1979. - 220 с.
4. Heart rate variability, standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society of pacing and electrophysiology // Eur. HeartJ., 1996. – Vol. 17. – P. 354-381.
5. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов.— Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. — 259 с.
6. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма: история и философия, теория и практика / Клиническая информатика и телемедицина, 2004. — Т. 1 (1). — С. 54-64.
7. Manganese and the heart: acute cardiodepression and myocardial accumulation of manganese/ H.Brurak, J.Schjott, K.Berg, J.O.G. Karlsson, P.Jynge // Acta Physiol Scand, 1997. – Vol.159. – P. 33-40.
8. Шхвацабая И.К. / О новом подходе к пониманию гемодинамической нормы / И.К. Шхвацабая, Е.Н.Константинов, И.А. Гундаров //Кардиология, 1981. — № 3. —10- 14 с.
9. Скальный А.В. Биоэлементы в медицине / А.В.Скальный, И.А. Рудаков— М.: ОНИКС 21 век: Мир, 2004. — 272 с.