

УДК612.8-058.86:574

ОЦЕНКА ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА ДЕТЕЙ В СВЯЗИ С СОДЕРЖАНИЕМ ТОКСИЧНЫХ И ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОСРЕДСТВОМ ВАРИАЦИОННОЙ ПУЛЬСОМЕТРИИ

Евстафьева Е.В., Тымченко С.Л., Гружевский В.А.

В связи с техногенным загрязнением окружающей среды актуальным является исследование физиологической роли микроэлементов, так как кроме существующих особенностей природного микроэлементного состава почв регионов существует проблема их промышленного загрязнения. В этих условиях организм человека через обменно-трофические цепи получает достаточно высокие концентрации поллютантов и вынужден постоянно мобилизовывать свои компенсаторно-приспособительные механизмы, резервы которых со временем могут истощаться. В итоге, интенсивное и хроническое воздействие экологически неблагоприятных факторов окружающей среды сопровождается перенапряжением и нарушением адаптационных возможностей организма. Это предрасполагает к срыву адаптации, развитию преморбидных состояний и хронизации основных нозологических процессов, которые вследствие этого по существу являются экологически обусловленными, что в первую очередь отражается на состоянии вегетативной нервной системы, координирующей деятельность всех органов и систем организма. Изучение вегетативного тонуса и реактивности дают представление о гомеостатических возможностях организма, вегетативного обеспечения деятельности – об адаптивных механизмах, резервных возможностях организма.

Постоянный выброс в окружающую среду персистирующих поллютантов (с большим периодом полураспада) приводит к их накоплению. К числу веществ, длительно персистирующих в окружающей среде, относятся тяжелые металлы (свинец, медь, цинк, никель, кадмий, кобальт, ртуть, мышьяк, хром) и многие другие вещества. Порог чувствительности нервной системы для многих поллютантов существенно ниже, чем других органов и систем. Сдвиги функции вегетативной нервной системы могут развиваться при суммарных воздействиях загрязняющих факторов окружающей среды даже в тех случаях, когда каждый из них в отдельности характеризуется малой интенсивностью. Также необходимо учитывать содержание таких эссенциальных элементов как медь и цинк [1], которые находятся в конкурентных отношениях с перечисленными выше токсичными металлами или могут влиять на метаболизм других основных и токсичных элементов [2].

В связи с этим выявление биомаркеров, отражающих влияние токсических и эссенциальных элементов на показатели деятельности вегетативной нервной

системы, является в настоящее время остро актуальной задачей, о чем свидетельствует количество и содержание зарубежных публикаций [1, 2].

Применение анализа variability сердечного ритма в качестве метода оценки адаптационных возможностей организма или текущего уровня стресса представляет практический интерес. Развитие донозологической диагностики сделало возможным выделение среди практически здоровых людей обширных групп лиц с высоким и очень высоким напряжением регуляторных систем, с повышенным риском срыва адаптации и появления патологических отклонений и заболеваний. Такие лица нуждаются в регулярном контроле уровня стресса и в рекомендациях по сохранению здоровья [3]. Variability межимпульсных интервалов ЭКГ является одним из наиболее важных маркеров активности вегетативной нервной системы [4]. Исследования последних десятилетий показали, что нарушение вегетативного баланса играет важную роль в развитии сердечно-сосудистой патологии. Variational пульсометрия признана одним из прогностических маркеров в развитии сердечно-сосудистой патологии, включая гипертонию, а также ряда метаболических нарушений, таких как диабет, ожирение и другие [5]. Variational пульсометрия является чувствительным индикатором минимальных изменений тонуса вегетативной нервной системы и позволяет выявлять изменения на ранних стадиях, то есть преморбидные состояния и выявлять группы риска по развитию сердечно-сосудистой патологии [6].

Одним из экспериментально подтвержденных механизмов воздействия токсичных и эссенциальных элементов является влияние на сердечно-сосудистую систему через системы регуляции, в частности, через изменение вегетативного тонуса.

В связи с выше изложенным целью настоящего исследования явилось определение вегетативного статуса двадцати 12-летних детей в связи с содержанием токсичных элементов – свинца и кадмия и эссенциальных – меди и цинка в условиях фоновой экспозиции. Под фоновой экспозицией в данном случае понимается проживание в условиях среднего города в районе с интенсивным транспортным движением.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Оценку вегетативного статуса проводили путем регистрации ЭКГ в покое, с последующим расчетом показателей variability пульсометрии. Анализ показателей variability пульсометрии проводился согласно единым стандартам, разработанным в 1996 г. на совместном заседании Европейской и Североамериканской кардиологических ассоциаций [7]. Он включал определение 28 параметров variability пульсометрии (табл.1).

Содержание элементов оценивали методом рентгено-флуоресцентной спектрофотометрии в научно-техническом центре ВИРИА при Институте Медицины Труда (г. Киев). Физиологическую значимость оценивали посредством непараметрического корреляционного анализа по Спирмену.

ОЦЕНКА ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА ДЕТЕЙ В СВЯЗИ С СОДЕРЖАНИЕМ

Таблица 1.

Средние величины показателей вариационной пульсометрии

| Показатели вариационной пульсометрии | M+m |
|--|-----------------|
| Средняя продолжительность сердечного цикла, мс | 748,10 ± 18,71 |
| Среднеквадратичное отклонение (СКО), мс | 62,70 ± 6,35 |
| Медиана, мс | 740,70 ± 18,79 |
| Мода, мс | 713,80 ± 19,44 |
| Амплитуда моды, % | 35,95 ± 2,7 |
| Вариационный размах, мс | 1087,25 ± 88,29 |
| Коэффициент вариации | 13,50 ± 1,21 |
| Нижняя квартиль, мс | 710,30 ± 18,59 |
| Верхняя квартиль, мс | 788,20 ± 21,76 |
| Интерквартильный размах, мс | 77,90 ± 8,06 |
| Асимметрия, у.е. | 1,65 ± 0,48 |
| Эксцесс, у.е. | 12,21 ± 5,83 |
| VLF, % | 17,00 ± 2,34 |
| LF, % | 36,45 ± 2,8 |
| HF, % | 44,90 ± 3,25 |
| Индекс вегетативного равновесия | 36,29 ± 3,14 |
| Вегетативный показатель ритма | 1,15 ± 0,2 |
| Показатель адекватности процессов регуляции | 52,18 ± 5,01 |
| Индекс напряжения регуляторных систем | 25,70 ± 2,52 |
| Ддв, у.е. | 0,36 ± 0,03 |
| Ддв1, у.е. | 0,11 ± 0,005 |
| Ддв2, у.е. | 0,14 ± 0,01 |
| Ддв3, у.е. | 0,05 ± 0,003 |
| ДО, мс ² | 83,33 ± 55,58 |
| Ддв/ДО | 0,01 ± 0,002 |
| Ддв1/ДО, у.е. | 0,005 ± 0,0006 |
| Ддв2/ДО, у.е. | 0,007 ± 0,001 |
| Ддв3/ДО, у.е. | 0,002 ± 0,0004 |

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Среднее содержание свинца и кадмия находилось в пределах условной нормы, превышение содержания свинца наблюдалось только в одном случае. В то время как содержание меди в большинстве случаев было ниже условной нормы, а в отношении цинка наблюдался тотальный дефицит, за исключением четырех случаев (рис.1, 2).

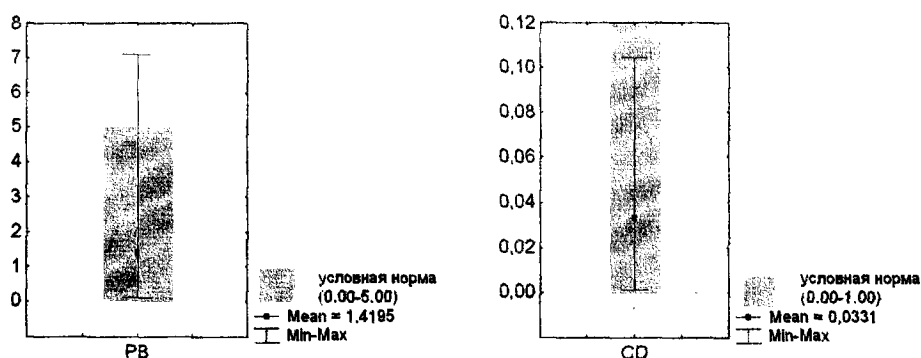


Рис. 1. Содержание токсичных свинца и кадмия в организме детей.

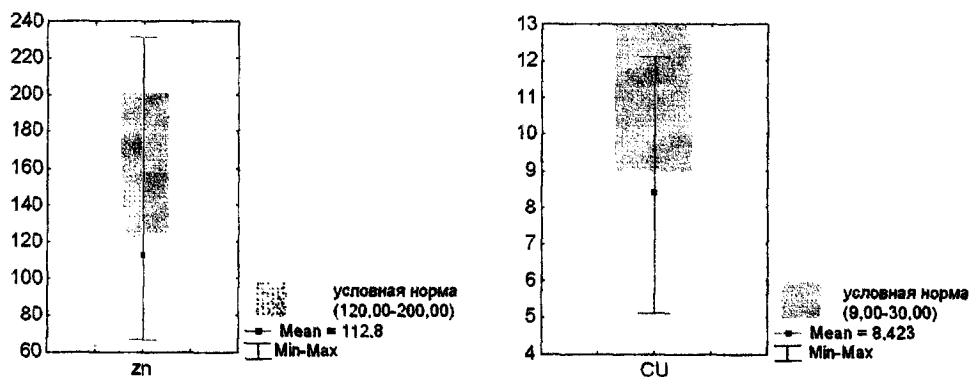


Рис. 2. Содержание эссенциальных цинка и меди в организме детей.

Анализ параметров вариационной пульсометрии позволяет констатировать преобладание тонуса парасимпатической нервной системы с пограничными значениями показателей между умеренным и выраженным преобладанием тонуса парасимпатической нервной системы (табл.1).

Так, например, вариационный размах составил 1087,3 мс. Этот показатель отражает степень варибельности, или размах колебаний значений кардиоинтервалов. Вариационный размах рассматривают как парасимпатический показатель, поскольку основной разброс вносит дыхательная аритмия. Индекс напряжения отражает степень централизации управления сердечным ритмом. Средняя величина амплитуды составила 35,95 %. Амплитуда моды отражает число кардиоинтервалов в процентах, соответствующее диапазону моды, характеризует меру мобилизирующего влияния симпатического отдела. Кардиоинтервалы варибельны, максимальное число R-R находится в диапазоне 0,70-0,74 мс и составляет 35,95 %. Низкое значение амплитуды указывает на преобладание тонуса парасимпатической нервной системы. Значения R-R интервалов находились в пределах 62-93 мс (64-96 ударов в минуту). Однако средняя продолжительность сердечного цикла составила 748,1 мс, что соответствует частоте сердечных сокращений - 80 уд/минуту, что характерно для детей данного возраста [8].

Коэффициент асимметрии позволяет судить о стационарности исследуемого динамического ряда, наличии и выраженности переходных процессов, в том числе

ОЦЕНКА ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА ДЕТЕЙ В СВЯЗИ С СОДЕРЖАНИЕМ

трендов. Коэффициент эксцессивности отражает скорость (крутизну) изменения случайных нестационарных компонентов динамического ряда и наличие локальных нестационарностей. Средняя величина среднеквадратичного отклонения (СКО) составила 62,7 мс. В коротких 5-минутных записях нормальные значения СКО в дневное время находятся в пределах 40-80 мс. Рост СКО указывает на усиление автономной регуляции, т.е. рост влияния дыхания на ритм сердца, что нередко наблюдается во сне. Уменьшение СКО связано с усилением симпатической регуляции, которая подавляет активность автономного контура [9, 10].

Результаты корреляционного анализа обнаружили наличие достоверной или приближающейся к ней связи параметров, характеризующих вегетативный статус с исследуемыми токсичными и эссенциальными элементами (табл. 2).

Таблица 2.

Корреляционные связи токсичных и эссенциальных элементов и показателей вариационной пульсометрии

| Показатели вариационной пульсометрии | Металлы | | | |
|---|---------|---------|---------|----------|
| | Pb | Cd | Cu | Zn |
| Показатель адекватности процессов регуляции | | | | -0,52** |
| Медиана | | | 0,45** | 0,39* |
| Амплитуда моды | | | | -0,59*** |
| Асимметрия | | | -0,43* | -0,46** |
| Эксцесс | | | -0,4* | -0,41* |
| Средняя продолжительность сердечного ритма | | 0,43* | 0,48** | |
| Среднеквадратичное отклонение | | 0,45** | | |
| Мода | | | 0,38* | |
| Нижняя квартиль | | | 0,39* | |
| Верхняя квартиль | | 0,38* | 0,39* | |
| Интерквартильный размах | | 0,42* | | |
| Дмв1 | | | -0,52** | |
| Дмв2 | -0,47** | | | |
| Ддв/ДО | | -0,45** | | |
| Дмв1/ДО | | -0,54** | | |
| Дмв2/ДО | | -0,46** | | |
| Дмв3/ДО | | -0,39* | | |

Примечание: * соответствует вероятности 90-94 %, ** - 95-98 %, *** - более 99 %.

При этом такие связи обнаружены только для показателей, характеризующих сегментарный уровень регуляции. В тоже время характер связи в ряде случаев согласуется с данными о влиянии кадмия на хронотропную функцию сердца, минуя центральные механизмы регуляции [11].

Физиологическую значимость элементов можно оценить по числу коррелирующих с ними параметров и плотности корреляционных связей. В соответствии с этим,

физиологическая значимость металлов по числу коррелирующих с ними параметров может быть распределена в порядке убывания следующим образом: Cd, Cu < Zn < Pb. Обращает внимание, что наиболее существенная корреляционная связь обнаружена для цинка и показателя адекватности процессов регуляции, то есть чем ниже содержание цинка, тем выше показатель неадекватности.

ВЫВОДЫ

Интерпретация других полученных результатов возможна при накоплении сведений в дальнейших исследованиях. Однако сам факт установления значительного количества достоверных связей при содержании металлов, варьирующих в целом в пределах условной нормы, свидетельствует о достоверно высокой значимости данных токсичных и эссенциальных элементов для вегетативного тонуса организма детей и подтверждает перспективность использования данного метода для дальнейшего поиска биомаркеров вегетотропного действия металлов.

Список литературы

1. Trombley P.Q., Horning M.S., Blakemore L.J., Interactions between carnosine and zinc and copper: implications for neuromodulation and neuroprotection. – Biochemistry, 2000. – 807 p.
2. Araki S., Murata K., Aono H., Central and peripheral nervous system dysfunction in workers exposed to lead, zinc and copper. A follow-up study of visual and somatosensory evoked potentials. – Int.Arch.Occup.Environ.Health, 1987. – 177 p.
3. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. – М.: Медицина, 1997. – С. 265-266.
4. Вейн А. М., Вегетативные расстройства: Клиника, диагностика, лечение. – М.: ООО “Медицинское информационное агентство”, 2003. – С.58-67.
5. Lombardi F. et al: Sudden cardiac death: role of heart rate variability to identify patients at risk. Cardiovasc Res, 2001. – P. 210-217.
6. Dekker JM et al: Heart rate variability from short electrocardiographic recordings predicts mortality from all causes in middle-aged and elderly men. The Zutphen Study. Am J Epidemiol, 1997. – 899-908 p.
7. 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: Membership of the Task Force listed in the Appendix // Eur. Heart J. – 1996. March – Vol. 17. – P. 334-381.
8. Шлык Н.И. Сердечный ритм и центральная гемодинамика при физической активности у детей. – Ижевск, 1991. – С. 417.
9. Рябыкина Г.В., Соболев А.В. Анализ variability ритма сердца // Кардиология. – 1996. – №10. – С. 87 – 97.
10. Миронова Т.В., Мионов В.А. Клинический анализ волновой структуры синусового ритма сердца: Введение в ритмокардиографию и атлас ритмокардиограмм. – Челябинск, 1998. – С. 162.
11. Евстафьева І.А. Особливості функціонального стану центральної нервової та серцево-судинної систем у зв'язку зі вмістом важких металів в організмі підлітків: Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук. – Сімферополь, 2003. – 252 с.

Поступила в редакцію 22.11.2005 г.