

PARAMETERS' DEPENDENCE OF THE HEART RATE VARIABILITY FROM THE CONCENTRATION OF TOXIC AND ESSENTIAL ELEMENTS IN PUPILS

Tymchenko S., Negerish A., Slusarenk A., Baraban Yu., Nimec E., Evstafyeva H.

ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ОТ УРОВНЯ ТОКСИЧНЫХ И ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ ШКОЛЬНИКОВ

В

**ТЫМЧЕНКО С.Л.,
НЕГЕРИШ А.В.,
СЛЮСАРЕНКО А.В.,
БАРАБАН Ю.А.,
НИМЕЦ Е.Р.,
ЕВСТАФЬЕВА Е.В.**

КГМУ
им. С.И. Георгиевского,
г. Симферополь,
Санаторий "Искра",
г. Евпатория,
Центральный военно-
морской госпиталь,
г. Севастополь

УДК
616.839:669.018.674:
312.921/.922

ажнейшей объективной характеристикой качества среды обитания является состояние здоровья населения. Наглядный пример негативной динамики экологического состояния промышленных областей Украины — ухудшение состояния здоровья детей на их территориях [3, 6]. Детская часть населения наиболее чувствительна к влиянию факторов окружающей среды в силу возрастных анатомо-физиологических особенностей и несовершенства механизмов адаптации. К числу экзозависимых нарушений относят задержку роста и развития, возрастание частоты и длительности острых заболеваний, повышенную распространенность функциональных отклонений и хронических заболеваний. Чаще всего ответом на техногенное воздействие является состояние, проявляющееся в виде морфо-функциональных отклонений, общих синдромов (синдрома вегетососудистой дистонии) и признаков нездоровья, которые трудно сформулировать в виде четкого диагноза болезни [3]. В последние годы отмечается заметный рост соматических расстройств у детей разного возраста одновременно с резким увеличением стрессовых

воздействий на ребенка, снижением его адаптивных возможностей, что в первую очередь проявляется в нарушении систем регуляции деятельности основных систем организма, в частности функционировании вегетативной нервной системы. Одной из форм проявления таких нарушений является развитие синдрома вегетососудистой дистонии (ВСД). Функциональное состояние вегетативной нервной системы может быть оценено с использованием методики вариабельности сердечного ритма (ВСР). Так, ранее нами были описаны результаты изучения вариабельности сердечного ритма в зависимости от микроэлементного баланса у клинически здоровых детей [2]. Учитывая выявленные нами ранее корреляционные связи между уровнем токсичных и эссенциальных элементов и ВСР в покое у здоровых детей, проживающих в Крымском регионе, есть основания полагать, что эти элементы могут внести определенный вклад в формирование синдрома ВСД у детей промышленных регионов.

В связи с вышеизложенным основной **целью** работы стало изучение корреляционных связей между содержанием токсичных металлов (свинца, кадмия и стронция) и эссенциальных (кальция, меди и цинка) в организме и показателями вариабельности сердечного ритма у школьников в условиях промышленных городов Украины.

Материал и методы. Были обследованы 25 школьников 13-14 лет, проживающих в промышленных областях Украины (Донецкой, Днепропетровской, Запорожской) и находившихся на лечении в санатории г. Евпатория с диагнозом вегетососудистая дистония. Обследование проводили на последней неделе пребывания учащихся в санатории после завершения адаптационного периода (продолжительность курса лечения составляла 30 дней).

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПОКАЗНИКІВ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ ВІД РІВНЯ ТОКСИЧНИХ І ЕСЕНЦІАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ОРГАНІЗМІ ШКОЛЯРІВ

**Тимченко С.Л., Негериш А.В., Слюсаренко А.В.,
Барабан Ю.О., Німець О.Р., Євстаф'єва О.В.**

У 13-14-річних школярів з промислових областей України, які перебували на лікуванні у санаторії м. Євпаторія з діагнозом вегетосудинна дистонія, методом рентгенофлуоресцентного аналізу виявлено дефіцит цинку і міді, а також підвищений вміст кальцію у волосі. Вміст токсичного стронцію, свинцю і кадмію у більшості тестованих відповідав умовній нормі. Кореляційний аналіз показав наявність достовірних зв'язків ($0,37 < r < 0,47$, $0,02 < p < 0,097$) між параметрами ВСР та вмістом кальцію, міді, стронцію та свинцю.

Ключові слова: варіабельність серцевого ритму, мідь, цинк, кальцій, стронцій, свинець, кадмій, школярі.

© Тимченко С.Л., Негериш А.В., Слюсаренко А.В., Барабан Ю.А., Німець Е.Р.,
Євстаф'єва Е.В. СТАТТЯ, 2010.

35 ENVIRONMENT & HEALTH № 2 2010

Регистрацию параметров, характеризующих механизмы регуляции деятельности сердца, проводили с использованием стандартных приемов регистрации методом ВСП (регистрация ЭКГ в течение 5 минут) в покое, а также с проведением ортостатической, клиностатической и гипервентиляционной проб и после физической нагрузки (20 приседаний). Показатели ВСП определяли по данным статистического анализа последовательных R-R интервалов и анализа волновой структуры ритма сердца (спектрального анализа) оцифрованной ЭКГ. Используя статистический анализ, вычисляли среднее квадратичное отклонение (SDNN) — показатель, характеризующий периодические процессы в ритме сердца, RMSSD и pNN50 — показатели активности парасимпатического звена вегетативной регуляции, триангулярный индекс, который отражает степень вариабельности значений кардиоинтервалов в исследуемом динамическом ряду. Также определяли моду (Mo), амплитуду моды (AMo), вариационный размах и индекс напряжения. Для оценки соотношения разных компонентов сердечного ритма, отражающих активность определенных звеньев регуляторного механизма, применяли спектральный анализ, для чего посредством быстрого преобразования Фурье последовательность интервалов R-R преобразовывалась в спектр мощности колебаний длительности R-R, представляющий собой последовательность частот (Гц), каждой из которых соответствует определенная амплитуда колебаний, с выделением трех главных спектральных компонентов: высокочастотных (High Frequency - HF: 0,4-0,15 Гц), низкочастотных (Low Frequency — LF: 0,15-

0,04 Гц) и очень низкочастотных (Very Low Frequency — VLF: 0,04-0,003 Гц) [9]. Анализ показателей ВСП проводился согласно единым стандартам, разработанным в 1996 г. на совместном заседании Европейской и Североамериканской кардиологических ассоциаций [9].

Содержание вышеперечисленных элементов в физиологически стабильных тканях (волосах, прикорневой части затылочной области) оценивали методом рентгено-флуоресцентной спектрофотометрии в лаборатории токсикологии Института медицины труда АМН (г. Киев). Результаты обрабатывали общепринятыми статистическими методами. Так как выявленное распределение показателей отличалось от нормального, а также учитывая небольшой объем выборки для выявления корреляционных связей, использовали непараметрический метод анализа по Спирмену. Принимали во внимание достоверные корреляции (при уровне значимости $p < 0,05$) и корреляционные связи, приближающиеся к достоверным ($p < 0,1$), так как для подобных натуральных исследований существенной считается вероятность не менее 80% [5, 8].

Результаты и их обсуждение. Результаты исследования образцов волос (табл. 1) показали, что превышение условной нормы наблюдалось только со стороны токсичного кадмия более чем в 2 раза. Причем в более чем половине случаев содержание кадмия находилось на нижней границе условной нормы, в то время как у остальных учащихся превышало норму в 4-11 раз, что может быть, как свидетельствовали данные анкетирования, результатом активного приобщения к табакокурению у этих учащихся. В то же время содержа-

ние токсичного свинца и условно токсичного стронция в группе в среднем находилось в пределах нормы, а превышение наблюдалось только в 16,7% и 20,8% случаев соответственно. Таким образом, в отношении содержания токсичных элементов интересным является тот факт, что их превышение, обусловленное промышленным загрязнением территорий проживания, мы не обнаружили. Наряду с этим величины свинца и стронция были существенно выше в данной группе, чем у детей того же возраста, проживающих в крымском регионе, отличия были особенно выражены для свинца [2]. Со стороны эссенциальных цинка и меди наблюдался дефицит. В то же время содержание кальция превышало условную норму в большинстве случаев. Однако следует отметить, что немногим более 10 лет назад эти значения считались соответствующими норме. В то же время у детей в крымском регионе чаще всего выявлялся дефицит кальция [1].

С целью оценки физиологической значимости металлов для вариабельности сердечного ритма был проведен корреляционный анализ между параметрами ВСП и содержанием исследуемых элементов (табл. 2), который показал наибольшую чувствительность параметров ВСП к содержанию свинца в организме в состоянии физиологического покоя. Второй по значимости при этом состоянии была медь. Предъявление нагрузки в виде функциональных проб обнаружило достоверные связи и приближающиеся к достоверным и со стороны кальция и стронция. Для эссенциального цинка и токсичного кадмия достоверных корреляционных связей выявлено не было.

Характер корреляционной связи свинца с такими параметрами ВСП, как SDNN, RMSSD, pNN50, вариационный размах, амплитуда моды и индекс напряжения может свидетельствовать о том, что повышение содержания свинца в организме может способствовать смещению вегетативного баланса в сторону преобладания активности симпатической НС, так как уменьшение величин SDNN, RMSSD, pNN50 и вариационного размаха связано с

**Концентрация металлов в волосах
13-14-летних школьников (n=25), мкг/г**

	Минимальная концентрация	Максимальная концентрация	$M \pm m$	Условная норма
Pb	3.01	8.43	4.43 ± 0.24	0,00-5,00
Cd	0.00	11.36	2.52 ± 0.73	0,00-1,00
Sr	0.69	4.78	2.20 ± 0.22	0,00-3,00
Ca	468.40	1370.19	775.22 ± 43.66	300,00-700,00
Zn	33.74	171.22	76.19 ± 6.35	120,00-200,00
Cu	1.93	5.72	4.10 ± 0.16	9,00-30,00

Таблица 1

PARAMETERS' DEPENDENCE OF THE HEART RATE VARIABILITY FROM THE CONCENTRATION OF TOXIC AND ESSENTIAL ELEMENTS IN PUPILS

Tymchenko S., Negerish A., Slusarenk A., Baraban Yu., Nimec E., Evstafyeva H.

Deficiency of zinc and cooper and increased concentration of calcium was discovered by the method of X-ray fluorescent spectroscopy in 13-14 year old children living in industrial areas

of Ukraine. While strontium, lead and cadmium content was within normal limits. Correlations were revealed between parameters of the heart rate variability and calcium, cooper, lead, strontium, content ($0,37 < r < 0,47$; $0,02 < p < 0,097$).

Key words: heart rate variability, calcium, zinc, cooper, cadmium, strontium, lead, pupils.

усилением симпатической регуляции, которая подавляет активность автономного контура. Косвенно в пользу этого свидетельствуют и результаты корреляционного анализа спектральных показателей ВСР, в частности отрицательные корреляционные связи общей мощности спектра и низкочастотной составляющей спектрального диапазона с уровнем свинца. В то же время имеется противоречие в виде отрицательной корреляционной связи с HF (ВЧ), которая характеризует вагальный вклад в регуляцию. Схожие корреляционные связи выявлены и для меди, однако, принимая во внимание то, что в данной группе обнаружен дефицит данного элемента, можно полагать, что дальнейшее снижение содержания будет способствовать смещению вегетативного баланса в сторону преобладания вагальных влияний. Выявленные корреляционные связи для меди и LFn, HFn и LF/HF при проведении клиностатической пробы также свидетельствуют о возрастании вклада высокочастотной (HF) составляющей диапазона в общую мощность спектра, то есть о преобладании активности парасимпатической НС.

Привлекает внимание тот факт, что выраженное вегетотропное действие наблюдалось как со стороны эссенциального элемента, выходящего за пределы нормы, так и в еще большей степени — со стороны токсичного свинца, содержание которого находилось в пределах условной нормы. Свинец известен своим нейротоксичным действием [4, 7], и вопрос о его нормальном содержании пересматривается по мере накопления новых данных. В то же время дисбаланс цинка и кадмия и эпизодически выявляемые корреля-

ционные связи с другими элементами при функциональной нагрузке, а также их разнонаправленное влияние на механизмы регуляции сердца дают основания к предположению о том, что микроэлементный дисбаланс в целом может вносить определенный вклад в механизмы развития вегетососудистой дистонии у таких детей. Это предполагает необходимость комплексной оценки действия данных элементов, а не только рассмотрения их изолированного влияния на функциональные системы организма.

Выводы

1. Обнаружен дефицит цинка и меди, и повышенное содержание кальция в волосах 13-14-летних школьников. Содержание токсичного стронция, свинца и кадмия у большинства тестируемых соответствовало условной норме.

2. Параметры ВСР, позволяющие оценить механизмы регуляции деятельности сердца, коррелировали преимущественно с эссенциальными элементами (медью), если их содержание выходило за пределы нормы, или с токсичными (свинцом) даже при его нор-

Таблица 2

Коэффициенты корреляции (r_s) показателей ВСР с содержанием металлов в волосах учащихся 13-14 лет (n=25)

Показатели ВСР	Ca	Cu	Pb	Sr
В покое				
SDNN		-0,347 (0,097)	-0,417 (0,043)	
RMSSD		-0,357 (0,087)	-0,416 (0,043)	
pNN50			-0,443 (0,030)	
Вариационный размах		-0,378 (0,068)	-0,412 (0,046)	
Амплитуда моды			0,407 (0,048)	
Индекс напряжения			0,434 (0,034)	
TP		-0,37 (0,076)	-0,407 (0,049)	
LF		-0,397 (0,055)	-0,398 (0,054)	
HF			-0,394 (0,057)	
Ортостатическая проба				
TP				-0,388 (0,061)
VLF				-0,402 (0,051)
Клиностатическая проба				
AMo			0,381 (0,066)	
Триангулярный индекс	0,471 (0,02)			
LF/HF		0,373 (0,072)		
LFn		0,367 (0,078)		
HFn		-0,367 (0,078)		
NN				-0,392 (0,064)
VLF				-0,398 (0,06)

мальном содержании в организме.

3. Плотность корреляционных связей колебалась от слабой до средней ($0,37 < r < 0,47$), но была статистически достоверной, что наряду с разнонаправленным характером влияния данных элементов на механизмы регуляции сердца дает основание предположить, что микроэлементный дисбаланс в целом может вносить определенный вклад в механизмы развития вегетососудистой дистонии у детей, проживающих в промышленных регионах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Залата О.А. Особенности психофизиологического статуса подростков в связи с содержанием кальция и стронция в организме // Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения: тр. КГМУ им. С.И. Георгиевского. — Симферополь, 2004. — Т. 140, ч. III. — С. 66-69.

2. Евстафьева Е.В., Тымченко С.Л., Грушевский В.А. Оценка вегетативного статуса детей в связи с содержанием токсичных и эссенциальных элементов посредством вариационной пульсометрии // Ученые записки ТНУ. — Симферополь, 2005. — Т. 18 (57), № 3. — С. 25-30.

3. Колесникова Л.И., Долгих В.В., Рыкова Л.В. и др. Особенности формирования здоровья детей, проживающих в промышленных центрах // Бюллетень СО РАМН. — 2008. — № 4 (132) — С. 72-76.

4. Розанов В.А. Нейротоксичность свинца в детском возрасте: эпидемиологические, клинические и нейрхимические аспекты // Украинський медичний часопис. — IX/X 2000. — № 5 (19). — С. 9-17.

5. Трахтенберг И.М. Современные аспекты экспериментального изучения воздействия химических соединений в малых концентрациях // Мат. междунар. конф. "Прогнозирование токсичности и опасности химических соединений". — М., 1987. — С. 58-68.

6. Шквар А.С. Медико-биологические особенности экологической ситуации в Донбассе // Мат. VIII междунар. эколог. студенческой конф. "Экология России и сопредельных территорий. Экологический каталог". — Новосибирск, 2003. — 246 с.

7. Elemental speciation in human health risk assessment // Environmental health criteria; 234. — WHO, 2008 — 238 p. — Режим доступа к журн.: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc234.pdf>

8. Grandjean F., White R.F., Sullivan K. Impact of contrast sensitivity performance on visually presented neurobehavioral tests in mercury-exposed children // Neurotoxicology and Teratology. — 2001. — Vol. 23. — P. 141-146.

9. 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.

Надійшла до редакції 13.11.2009.

PHYSIOLOGICAL-AND-HYGIENIC ESTIMATION OF PHYSICAL AND PSYCHICAL HEALTH IN SENIOR PUPILS OF INNOVATIVE EDUCATIONAL ESTABLISHMENT

Polka N.S., Lebedynets N.V.

ФІЗІОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ФІЗИЧНОГО ТА ПСИХІЧНОГО ЗДОРОВ'Я СТАРШОКЛАСНИКІВ ІННОВАЦІЙНОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ (семестрово-цикло-блочна система викладання)

**ПОЛЬКА Н.С.,
ЛЕБЕДИНЕЦЬ Н.В.**

ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України", НПУ ім.

М.П. Драгоманова, м. Київ

УДК 613.955 :
37.018.2 : 371.25

Інтегральним показником здоров'я школярів є рівень їхнього фізичного, психічного і соціального благополуччя, гармонійності процесів зростання та розвитку. Загальноосвітні учебні заклади представлені системою соціально-психологічних і санітарно-гігієнічних факторів, які постійно впливають на організм учнів. Тривалість впливів залежить від року навчання у школі, інтенсивність і ступінь — від форми організації навчально-виховного процесу. У навчальних закладах, особливо інноваційних, нерідко спостерігається невідповідність програмних вимог, умов і методів навчання індивідуальним можливостям дітей і підлітків, підвищення фізичних, психоемоційних навантажень та гігієнічно нерациональна організація учебного процесу, що призводить до неефективних витрат функціональних резервів організму, перенапруження і зриву адаптаційних механізмів. У свою чергу, це зумовлює формування передпатологічних та патологічних змін функціонального, а потім і морфологічного харак-

ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО И ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ СТАРШЕКЛАССНИКОВ ИННОВАЦИОННОГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

(семестрово-цикло-блочная система преподавания)

Полька Н.С., Лебединец Н.В.

Дана физиолого-гигиеническая оценка физического и психического здоровья старшеклассников инновационного учебного заведения (семестрово-цикло-блочная система преподавания). Выявлено незначительное преимущество показателей соматического здоровья учащихся инновационной школы по сравнению с традиционной. Отмечено снижение психоэмоционального статуса школьников во время обучения, однако у старшеклассников семестрово-цикло-блочной школы наблюдались более благоприятные адаптационные изменения.

© **Полька Н.С., Лебединец Н.В.**
СТАТТЯ, 2010.