УДК 612.6:611.1
ББК 28.903.7
А 28

Губарева Л.И.
Доктор биологических наук, профессор кафедры анатомии и физиологии Северо-Кавказского федерального университета, Ставрополь, e-mail: l-gubareva@mail.ru
Ермоленко Г.В.
Кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии и физиологии Северо-Кавказского федерального университета, Ставрополь, e-mail: umka04@mail.ru
Агаркова Е.В.
Кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии и физиологии Северо-Кавказского федерального университета, Ставрополь, e-mail: helena-agarkova@mail.ru
Ермолова Л.С.
Доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники, зоологии и общей биологии Северо-Кавказского федерального университета, Ставрополь, e-mail: likovskaya@rambler.ru

Адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы подростков при микроэлементозах, обусловленных химическим загрязнением окружающей среды*

(Рецензирована)

Аннотация

Поднимается проблема влияния химического загрязнения окружающей среды подпороговыми дозами Cd и Pb на микроэлементный состав волос и ногтей у подростков 13 лет. Выявлено наличие гипер- (Cd, Pb) и гипомикроэлементозов (Zn, Fe). Установлено, что химическое загрязнение окружающей среды приводит к повышению частоты сердечных сокращений, амплитуды моды, индекса напряжения, снижению вариационного размаха RR-интервалов, свидетельствующих о напряжении центральных регуляторных механизмов работы сердца и преобладании тонуса симпатической нервной системы. При этом отмечено увеличение артериального давления. Корреляционный и факторный анализ показал высокую значимость повышенного содержания Pb и Cu в активации гуморального канала, а Cd – в активации симпатического канала регуляции ритма сердца. От уровня эссенциальных элементов – Zn, Fe и Cu значимо зависит активность автономного контура регуляции ритма сердца. По данным авторов микроэлементный состава волос и ногтей может быть использован для скрининговых исследований в качестве раннего маркера нарушений функции системы кровообращения и экологического неблагополучия.

Ключевые слова: *микроэлементозы, адаптация, сердечно-сосудистая система, подростки, химическое загрязнение окружающей среды, маркеры нарушений работы сердца и экологического неблагополучия.*

Gubareva L.I.
Doctor of Biology, Professor of the Anatomy and Physiology Department, North Caucasian Federal University, Stavropol, e-mail: l-gubareva@mail.ru
Ermolenko G.V.
Candidate of Biology, Associate Professor of the Anatomy and Physiology Department, North Caucasian Federal University, Stavropol, e-mail: umka04@mail.ru
Agarkova E.V.
Candidate of Biology, Associate Professor of the Anatomy and Physiology Department, North Caucasian Federal University, Stavropol, e-mail: helena-agarkova@mail.ru
Ermolova L.S.
Doctor of Biology, Professor of Botany, Zoology and General Biology Department, North Caucasian Federal University, Stavropol, e-mail: likovskaya@)rambler.ru

* *Работа поддержана грантом РГНФ №06-06-18005е.*

Adaptation of the cardiovascular system of adolescents with microelementoses resulting from chemical pollution

Abstract

The paper raises the problem of the influence of chemical pollution with subthreshold doses of Cd and Pb in the trace element composition of hair and nails among 13 year-old adolescents. The presence of hyper-(Cd, Pb) and hypomicroelementoses (Zn, Fe) was detected. It has been found that the chemical pollution of the environment results in increase of heart rate, mode amplitude (AMo) and tension index and decrease of variation amplitude of RR-intervals. This indicates that the central regulatory mechanisms of the heart are in tension and the sympathetic tone predominates. At the same time the blood pressure increases. Correlation and factor analysis showed high significance of higher content of Pb and Cu in the activation of humoral channels, and Cd, in the activation of the sympathetic channel in the cardiac rhythm regulation. The activity of an autonomous circuit of heart rate regulation depends significantly on the level of essential elements – Zn, Fe and Cu. According to the authors, the microelement composition of hair and nails can be used in screening researches as the early marker of functional disorder of the blood circulatory system and environmental trouble.

Keywords: *microelementoses, adaptation, cardiovascular system, adolescents, chemical pollution of environment, markers of heart disorders and environmental troubles.*

Введение

Здоровье человека во многом определяется состоянием окружающей среды. Ее вклад в формирование и сохранение здоровья населения составляет около 10-20% [1]. Экопатогенные факторы, особенно в сочетании с другими причинными агентами, увеличивают риск развития хронических болезней. Эффект ксенобиотиков определяется, в первую очередь, классом токсичности вещества, длительностью его действия, возрастом и индивидуальной чувствительностью организма [2, 3]. Одними из наиболее патогенных поллютантов являются тяжелые металлы, к которым относятся Cd, Pb. На повышение уровня Pb в организме детей влияют не только источники крупного выброса, но и бытовые факторы [4]. Однако последствия их воздействия подпороговыми дозами на организм подростков 13 лет не изучены.

Маркером экологического неблагополучия и нарушения химического гомеостаза могут выступать волосы и ногти, поскольку они наряду с другими биосубстратами (кровь, моча и др.) аккумулируют микроэлементы (МЭ), поступающие в организм с питьевой водой, пищей, воздухом [5-9]. Поэтому в последние десятилетия определение микроэлементов в производных эпидермиса для диагностики нарушений химического гомеостаза получило широкое применение. Преимуществом данного метода является, в первую очередь, неинвазивность, что позволяет его использовать в массовых обследованиях, особенно в детской популяции.

Детский организм, отличающийся от взрослого незавершенностью и гетерохронностью развития сердечно-сосудистой системы, наиболее чувствителен к изменению микроэлементного состава организма – гипо- и гипермикроэлементозам [10-15]. По данным Р.М. Баевского [16, 17] система кровообращения является индикатором адаптационных возможностей целостного организма. Это обусловлено ведущей ролью системы кровообращения в приспособительных реакциях организма, которые сводятся к обеспечению необходимого уровня энергетических и метаболических процессов. Сказанное, в свою очередь, определяет необходимость использовать анализ наиболее доступного показателя системы кровообращения – ритма сердца. Именно изучение вариабельности кардиоинтервалов позволяет выяснить степень активности различных звеньев регуляторного механизма и составить представление о выраженности общей адаптационной реакции организма на то или иное воздействие.

Следует также отметить, что даже в условиях экологического благополучия, нет единого мнения в отношении активности систем регуляции ритма сердца у подростков 13 лет. Так, Э. Гринене с соавторами [18] считают, что у 13-летних подростков имеет

место напряжение регуляторных систем, обусловленное подростковыми преобразованиями. Однако О.В. Рогачевская и Е.Г. Евдокимов [19] отмечают, что в 10-13 лет наблюдается баланс центральных механизмов регуляции и саморегуляции.

В связи с этим *целью настоящего исследования* было изучение функционального состояния одной из ведущих адаптационных систем – сердечно-сосудистой – у подростков 13 лет, в условиях дисбаланса микроэлементов, обусловленного химическим загрязнением окружающей среды.

В задачи исследования входило:

- определение содержания микроэлементов (Cd, Pb, Zn, Fe, Cu) путем биохимического анализа производных эпидермиса (волосы, ногти) у подростков 13 лет, проживающих в разных экологических условиях;
- исследование функционирования одной из ведущих систем адаптации – сердечно-сосудистой – у подростков 13 лет, проживающих в экологически неблагоприятном районе;
- проведение корреляционного и факторного анализа для выявления взаимосвязей между нарушением микроэлементного состава и особенностями функционирования сердечно-сосудистой системы у подростков 13 лет, проживающих в химически загрязненном районе.

Организация и методы исследования

В условиях естественного эксперимента изучено влияние химического загрязнения окружающей среды на организм подростков. На основании данных исследований Л.Н. Зимовой, Л.А. Жогиной, Л.И. Губаревой [20] и официальных документов (Экологический паспорт г. Ставрополя; Экологический паспорт г. Невинномысска) были выбраны химически наиболее загрязненные районы (концентрация вредных химических веществ, в том числе Cd и Pb, в воздухе являлась подпороговой – превышала ПДК в 3-8 раз; *примечание:* пороговая доза составляет 10 ПДК) г. Невинномысска и относительно чистый (концентрация вредных химических веществ не превышала ПДК) – Ленинский район г. Ставрополя, который условно считали экологически благополучным.

Проведено поперечное исследование подростков 13 лет, пре- и постнатальное развитие которых протекало в данной местности. Возраст 13 лет выбран потому, что по данным И.О. Тупицына [14], Л.В. Рублевой [15] сердечно-сосудистая система подростков данной возрастной группы наиболее чувствительна к экологическим факторам среды. В условиях естественного эксперимента было сформировано две группы школьников: 1 – контрольная – 141 школьник средней общеобразовательной школы г. Ставрополя (67 мальчиков и 74 девочки); 2 – опытная – 143 школьника СОШ №№ 8, 11 г. Невинномысска (74 мальчика и 69 девочек). По социальным условиям подростки опытной и контрольной групп существенно не различались.

Уровень микроэлементов (Cd, Pb, Fe, Zn, Cu) в волосах и ногтях определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. О состоянии системы органов кровообращения и ее регуляторных механизмов судили по показателям вариационной ритмопульсометрии – частоте сердечных сокращений (ЧСС), моде (Мо), амплитуде моды (АМо), вариационному размаху (ΔХ), среднеквадратичному отклонению (СКО), индексу напряжения (ИН), контуру автономной регуляции (КАР), индексу вариационного размаха (ИВР), а также величинам артериального давления.

Запись и анализ кардиоинтервалов проводили с помощью автоматизированного компьютерного прибора «Мир-05». По данным вариационной пульсометрии компьютерная программа вычисляла ИН – индекс напряжения регуляторных систем (индекс Баевского): **ИН=АМо/2ΔХ·Мо**, контур автономной регуляции: **КАР=АМо/Мо** и индекс вегетативной регуляции: **ИВР=АМо/ΔХ**. Условная граница между состоянием нормы и адаптации проводится на уровне значения ИН=80, условные границы между состояни-

ем адаптации и напряжения – на уровне значений ИН=160 [16].

Вариационная пульсометрия является наиболее распространенным методом математического анализа ритма сердца. Это обусловлено тем, что она в наглядной форме демонстрирует возможность оценки состояния вегетативного гомеостаза, взаимодействие симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, автономного и центрального контуров управления ритмом сердца.

Исследования проводили с учетом циркадианного, циркасептального и сезонного биоритмов. Результаты экспериментов подвергались вариационно-статистической обработке на компьютере с использованием статистического пакета анализа данных в Microsoft Excel-2000 и программы «Statistika 6.0».

Результаты исследований и их обсуждение

Согласно результатам исследования (рис. 1), химическое загрязнение окружающей среды приводит к достоверному (p<0,05-0,001) повышению накопления тяжелых металлов (Cd, Pb) в волосах и менее выраженному в ногтях у подростков, проживающих в данной среде, по сравнению с подростками контрольной группы. Более значимое повышение Cd в волосах и ногтях наблюдали у мальчиков, проживающих в эконеблагополучном районе, чем у девочек, что указывает на более высокую экосенситивность организма мальчиков 13 лет.

У подростков, проживающих в химически загрязненном районе, отмечали достоверное (p<0,01) снижение (в 3,4 раза) уровня Fe в волосах, по сравнению с контролем. При этом у девочек из экологически неблагоприятного района концентрация Fe в волосах и ногтях была ниже, чем у мальчиков (p<0,05) (рис. 1).

Анализ содержания Zn в волосах и ногтях у школьников 13 лет, проживающих в условиях различного экологического окружения, выявил достоверное (p<0,001) его снижение у подростков экспериментальной группы, по сравнению с контролем, более выраженное в волосах (рис. 1).

Уровень Cu в производных эпидермиса у 13-летних подростков, проживающих в различных экологических условиях, существенно не отличается.

Таким образом, избыточное накопление Cd и Pb, выявленное нами в организме подростков, проживающих в условиях химического загрязнения окружающей среды, привело к снижению концентрации эссенциальных МЭ – Zn, Fe в производных эпидермиса, что свидетельствует о нарушении химического гомеостаза. Согласно данным А.В. Скального [21], Н.А. Агаджаняна, М.В. Велдановой, А.В. Скального [22], А.Л. Максимова, Е.А. Луговой [23] допустимо полагать, что значительное снижение эссенциальных МЭ могло быть обусловлено не только недостаточным их поступлением из окружающей среды, но и антагонистическими отношениями между изучаемыми тяжелыми и эссенциальными микроэлементами.

Важное место в адаптации имеет состояние сердечно-сосудистой системы, которая участвует в процессах развертывания и реализации генетической программы и, таким образом, определяет развитие и становление других систем растущего организма [24, 13]. Предиктором риска сердечно-сосудистых заболеваний являются изменения величин артериального давления и частоты сердечных сокращений (ЧСС) [25]. Отслеживание данных показателей позволит спрогнозировать развитие артериальной гипертонии, гипертензии, ишемической болезни сердца, кардиомиопатий, пороков сердца.

Частота сердечных сокращений отражает конечный результат всех регуляторных влияний на сердце и систему кровообращения в целом. Это один из хорошо гомеостатируемых показателей организма, и его отклонения от индивидуальной нормы обычно свидетельствуют об увеличении нагрузки на аппарат кровообращения или о наличии патологических отклонений.

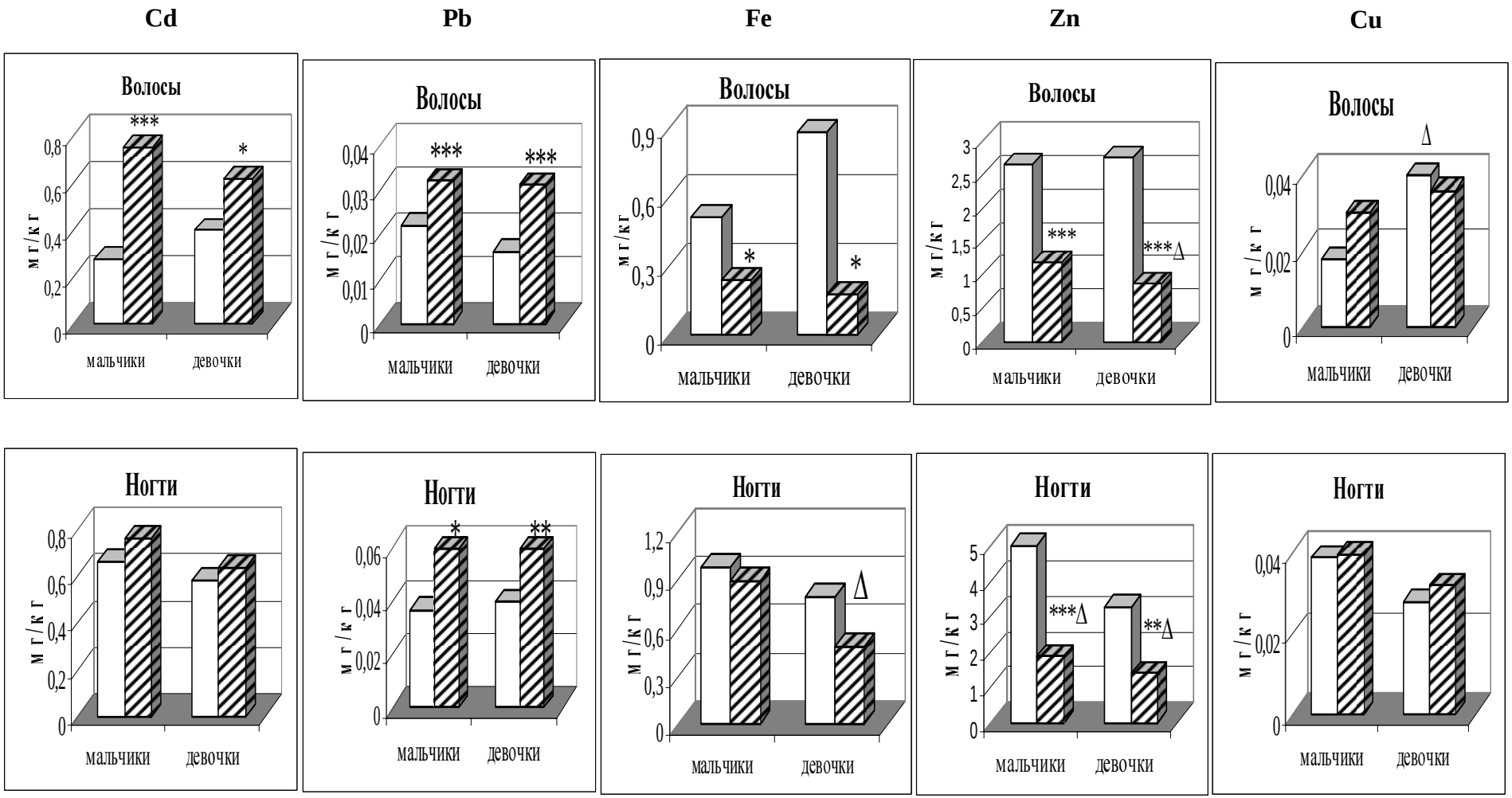

Рис. 1. Концентрация металлов в производных эпидермиса у подростков, проживающих в разных экологических условиях

Примечание: * – $p<0{,}05$; *** – $p<0{,}001$; Δ – достоверность межполовых различий; □ – экологически благополучный район; ▨ – химически загрязненный район.

Согласно полученным данным (рис. 2), у подростков 13 лет, проживающих в условиях экологического благополучия, ЧСС у мальчиков и девочек существенно не отличается и составляет 84,95±1,36 уд./мин и 83,75±2,09 уд./мин соответственно. Сходные данные получены Е.А. Милашечкиной [26]. Химическое загрязнение окружающей среды приводит к достоверному повышению ЧСС, более выраженному у девочек ($p<0,05$).

Более высокие, чем в контрольной группе, показатели ЧСС у подростков опытной группы сочетались с увеличением амплитуды моды (АМо) ($p<0,05$) – показателя, отражающего стабилизирующий (мобилизующий) эффект централизации управления ритмом сердца (рис. 2). Факт увеличения АМо указывает на напряжение центральных механизмов управления ритмом работы сердца и в первую очередь симпатического отдела вегетативной нервной системы. Полученные данные согласуются с такими показателями кардиоинтервалографии, как среднеквадратичное отклонение (СКО) и вариационный размах (ΔX) (рис. 2), величины которых были достоверно снижены по сравнению с контрольной группой. Среднее квадратичное отклонение значений динамического ряда кардиоинтервалов представляет собой один из основных показателей вариабельности сердечного ритма, характеризует состояние механизмов регуляции и указывает на суммарный эффект влияния на синусовый узел симпатического или парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Увеличение или уменьшение этого показателя свидетельствует о смещении вегетативного гомеостаза в сторону преобладания одного из отделов вегетативной нервной системы. Вариационный размах (ΔX) – степень вариативности значений кардиоинтервалов – также отражает суммарный эффект регуляции ритма вегетативной нервной системы, но указывает на максимальную амплитуду колебаний значений R – R интервалов. Вариационный размах можно считать показателем, в значительной мере связанным с состоянием парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

Нами установлено, что у подростков, проживающих в экологически благоприятном районе, величина СКО составляла 56,77±1,62 мс у мальчиков и 64,54±2,26 мс у девочек, а в условиях химического загрязнения окружающей среды – была достоверно ниже как у мальчиков – 52,13±1,65 мс ($p<0,05$), так и у девочек – 57,44±2,72 мс ($p<0,05$) (рис. 2), что свидетельствует о снижении функциональной активности автономного контура регуляции ритма сердца и парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. По показателям ΔX достоверно выраженное снижение обнаруживали только у мальчиков-подростков опытной группы по сравнению с контрольной группой ($p<0,05$) (рис. 2), что указывает на более высокую экосенситивность мужского организма в период полового созревания.

В условиях химического загрязнения окружающей среды у подростков 13 лет отмечали достоверно выраженное уменьшение моды (Мо) ($p<0,001$) (рис. 2) и у мальчиков, и у девочек, что также указывает на преобладание центральных механизмов регуляции хронотропной функции сердца. В пользу этого свидетельствует также увеличение у них, по сравнению с подростками из экологически «чистого» района, ИН и ИВР (табл. 1).

Напряжение симпатического отдела вегетативной нервной системы может в дальнейшем привести к патологическим изменениям функции сердца. Активация симпатического отдела вегетативной нервной системы как ответ на включение центрального контура регуляции ритма сердца, о котором свидетельствует рост ИН у подростков 13 лет, особенно у мальчиков, может вызвать повышение тонуса гладкомышечных клеток, входящих в структуры стенок сосудов, а высокие показатели ЧСС в покое могут явиться причиной развития хронических заболеваний легких, центральной нервной системы, анемии, вегето-сосудистой дистонии [27-29].

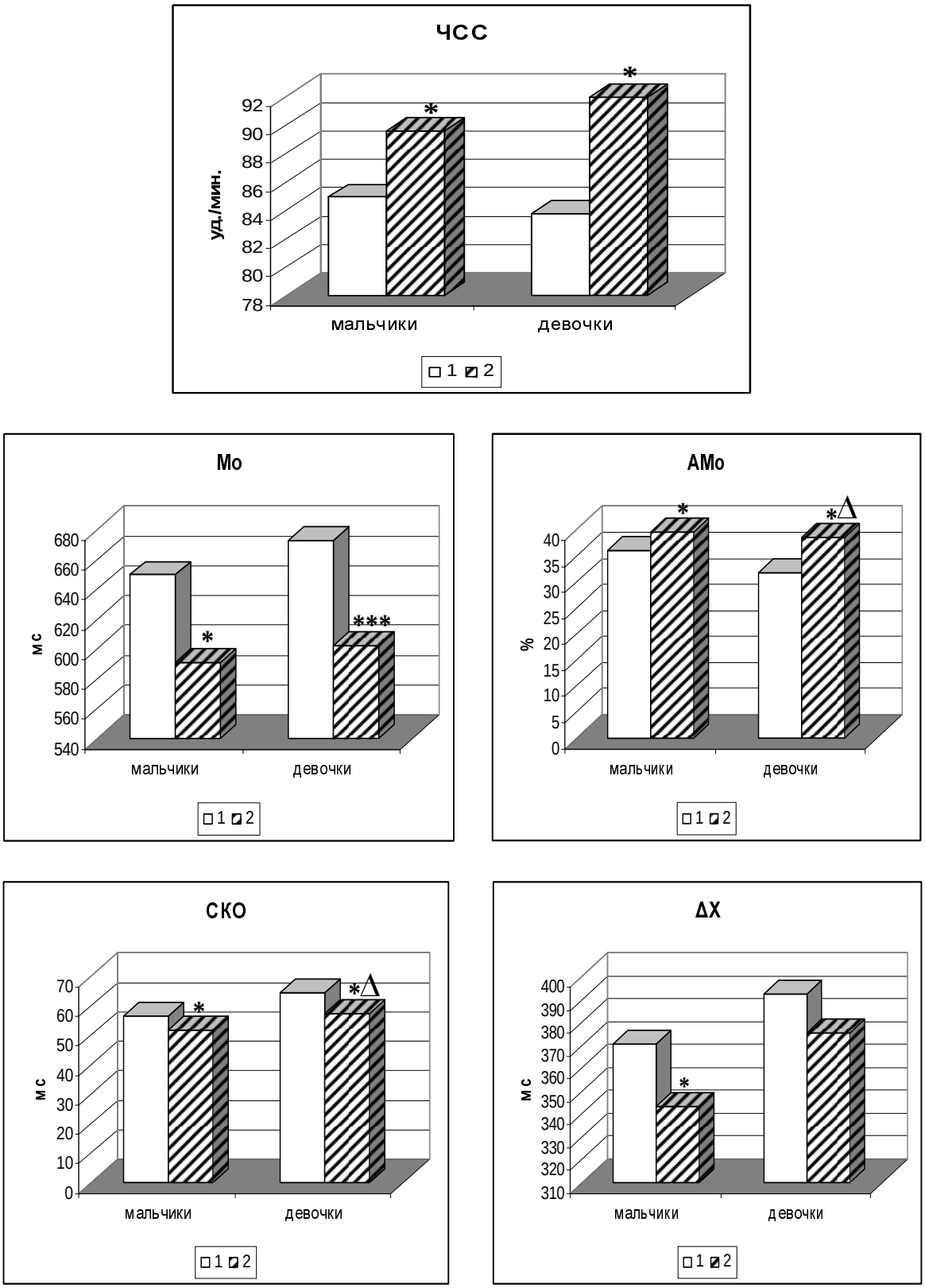

Рис. 2. Показатели кардиоинтервалографии у подростков, проживающих в разных экологических условиях

Примечание: * – $p<0,05$; *** – $p<0,001$; Δ – достоверность межполовых различий; 1 – экологически благополучный район; 2 – химически загрязненный.

Таким образом, увеличение ЧСС и ИН может рассматриваться как фактор риска в возникновении сердечно-сосудистых заболеваний в условиях химического загрязнения окружающей среды.

Таблица 1

Величины ИН, КАР, ИВР у подростков 13 лет,
проживающих в экологически неблагоприятном районе

Показатели, район	Мальчики	Девочки	P_2
1. **ИН**			
«Чистый» (*n*=141)	50,49±1,38	54,59±2,26	>0,05
Химически загрязненный (*n*=143)	59,35±1,94	57,15±2,84	>0,5
P_1	<0,001	>0,1	
2. **КАР (АМо/Мо)**			
«Чистый» (*n*=141)	0,056±0,005	0,047±0,007	>0,1
Химически загрязненный (*n*=143)	0,067±0,009	0,064±0,009	>0,5
P_1	>0,1	>0,05	
3. **ИВР (АМо/ΔХ)**			
«Чистый» (*n*=141)	0,098±0,009	0,081±0,004	>0,05
Химически загрязненный (*n*=143)	0,160±0,006	0,102±0,007	<0,001
P_1	<0,001	<0,05	

Примечание: P_1 – достоверность различий средних величин контрольной и опытной групп; P_2 – достоверность межполовых различий.

Согласно полученным нами данным, величины систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления у подростков, проживающих в условиях химического загрязнения окружающей среды, были достоверно (p<0,001) выше, чем у детей контрольной группы (табл. 2). Причем у девочек показатели систолического артериального давления выше по сравнению с мальчиками, что согласуется с данными, полученными Милашечкиной Е.А. [26], которой установлено, что наиболее высокие показатели артериального давления у девочек приходятся на 13 лет. Более высокие показатели артериального давления, также как и показатели кардиоинтервалографии, указывают на активацию симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Таблица 2

Величины артериального давления подростков 13 лет,
проживающих в разных экологических условиях

Показатели, район	Мальчики	Девочки	P_2
1. **САД**, мм рт.ст.			
Экологически благополучный (*n*=141)	103,10±1,15	101,54±0,99	>0,5
Химически загрязненный (*n*=143)	117,40±2,63	124,50±1,44	<0,05
P_1	<0,001	<0,001	
2. **ДАД**, мм рт.ст.			
Экологически благополучный (*n*=141)	63,33±0,58	62,69±0,50	>0,5
Химически загрязненный (*n*=143)	73,5±1,01	76,40±1,10	>0,05
P_1	<0,001	<0,001	

Примечание: P_1 – достоверность различий средних величин контрольной и опытной групп; P_2 – достоверность межполовых различий.

Анализ корреляционных коэффициентов, полученных при сравнении показателей функционирования сердечно-сосудистой системы и содержания тяжелых металлов (Cd, Pb) в волосах и ногтях подростков, проживающих в химически загрязненном районе, показал следующее. ЧСС положительно коррелирует с концентрацией Cd и Pb как в волосах, так и в ногтях, причем характер связи – от заметной до тесной (r=0,42÷0,71, p<0,05). Корреляционные связи ЧСС и содержания Cd и Pb в волосах более тесные, чем в ногтях. По другим показателям вариационной пульсометрии между концентрациями Cd и Pb в волосах выявлены заметные положительные корреляционные связи с АМо, ИН и отрицательные с Мо (r=0,31; 0,31; -0,30 соответственно, p<0,05).

Между содержанием эссенциальных элементов в волосах и ЧСС выявлена слабая отрицательная корреляция (r=-0,08-0,21). По другим показателям вариационной пульсометрии и содержанию эссенциальных элементов заметных корреляционных связей не выявлено.

САД, ДАД положительно коррелируют с концентрацией Cd и Pb как в волосах, так и в ногтях, характер связи – от заметной до тесной (r=0,32÷0,70, p<0,05).

При факторном анализе показателей вариационной пульсометрии и артериального давления в условиях нарушения микроэлементного состава обозначилось три основных фактора: для тяжелых металлов в первый фактор вошли ЧСС, АМо, Мо; во второй – САД и ДАД; в третий – СКО, ΔХ. Для эссенциальных элементов распределение показателей по факторам было следующим. В 1-й фактор объединены СКО и ΔХ; во 2-й – САД и ДАД; в 3-й – ЧСС и Мо (рис. 3).

Факторный анализ выявил высокую значимость повышенного содержания Pb и Cu в активации гуморального канала, а Cd – в активации симпатического канала регуляции ритма сердца (рис. 3). От уровня эссенциальных элементов – Zn, Fe и Cu значимо зависит активность автономного контура регуляции ритма сердца.

В целом корреляционный и факторный анализ подтвердил факт высокой информативной значимости содержания токсичных и эссенциальных МЭ в волосах как показателя и раннего маркера нарушений функционального состояния сердечно-сосудистой системы, а также неблагополучия среды обитания.

Таким образом, и без того неэкономный уровень функционирования регуляторных механизмов сердечной деятельности, обусловленный подростковыми преобразованиями, отмечаемыми в 12-13 лет у девочек и в 13-14 лет у мальчиков [18], усугубляется химическим загрязнением среды обитания. Напряжение симпатического отдела вегетативной нервной системы в этот период онтогенеза может в дальнейшем привести к патологическим изменениям сердца – болезням адаптации по H. Selye [30].

В пользу этого свидетельствуют и диагностируемые нами повышение САД и ДАД у подростков, проживающих в экологически неблагоприятных районах [31]. Следует отметить, что анализ медицинских карт показал наличие сердечно-сосудистых заболеваний у 25% учащихся экспериментальной группы, в то время как в контрольной группе подростки с заболеваниями сердечно-сосудистой системы составили всего 3,9%.

Выводы

1. Химическое загрязнение окружающей среды приводит к нарушению баланса микроэлементов в организме, маркером которого служит концентрация металлов в биосубстратах (волосах и ногтях). У подростков 13 лет, проживающих в условиях химического загрязнения окружающей среды, обнаружено повышение концентрации тяжелых металлов (Cd, Pb) в производных эпидермиса и снижение содержания эссенциальных элементов (Fe, Zn). Волосы являются более информативным биосубстратом, по сравнению с ногтями.

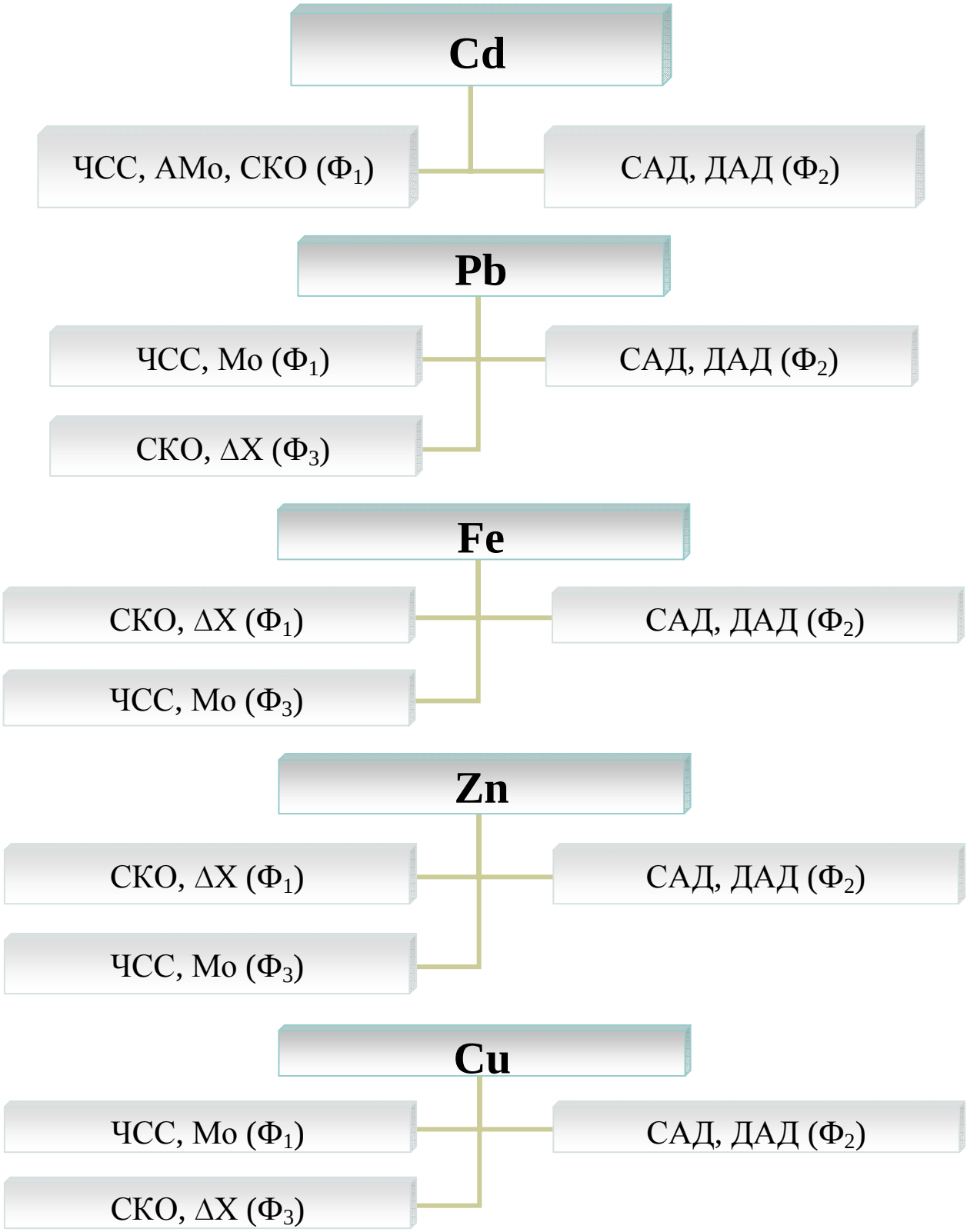

Рис. 3. Результаты факторного анализа

Примечание: САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; СКО – среднеквадратичное отклонение; ΔХ – вариационный размах; Мо – мода; АМо – амплитуда моды; $Ф_1$ – фактор 1; $Ф_2$ – фактор 2; $Ф_3$ – фактор 3.

2. Нарушение баланса МЭ в волосах и ногтях (гипермикроэлементоз Cd и Pb и гипомикроэлементоз Zn и Fe) у подростков 13 лет, проживающих в условиях техногенного загрязнения окружающей среды, приводит к негативным изменениям в функционировании ведущей адаптационной системы – сердечно-сосудистой и может быть использован в качестве раннего маркера адаптации/дизадаптации и предиктора сердечно-сосудистых заболеваний.

3. В ответ на длительное воздействие подпороговых доз Cd и Pb у подростков, проживающих в условиях химического загрязнения окружающей среды, регистрировали достоверное повышение ЧСС, АМо, ИН, ИВР, САД и ДАД, уменьшение ΔХ, Мо, СКО, по сравнению с детьми контрольной группы, указывающих на активацию симпатического отдела вегетативной нервной системы. Данные показатели могут служить критериями функциональных нарушений системы кровообращения, а раннее выявление их будет способствовать своевременной профилактике и сохранению здоровья.

Примечания:

1. Лисицин Ю.П. Слово о здоровье. М., 1986. 283 с.
2. Lockitch G. Perspectives on lead toxicity // Clin. Biochem. 1993. Vol. 26. P. 371-381.
3. Louwerys R.R., Bernard A.M., Roels H.A. Cadmium: exposure markers as predictors of nephrotoxic effects // Clin. Chem. 1994. No. 40 (7 Pt. 2). P. 1391-1394.
4. Ревич Б.А., Шаров П.О., Сергеев О.В. Свинец и здоровье детей – результаты некоторых российских исследований 2000-2009 гг. // Гигиена и санитария. 2011. № 6. С. 12-16.
5. Ревич Б.А. Химические элементы в волосах человека как индикатор воздействия загрязнения производственной и окружающей среды // Гигиена и санитария. 1990. № 5. С. 55-59.
6. Скальный А.В., Есенин А.В. Мониторинг и оценка риска воздействия свинца на человека и окружающую среду с использованием биосубстратов человека // Токсикологический вестник. 1997. № 6. С. 16-23.
7. Сидоренко Г.И., Румянцев Г.И., Новиков С.М. Актуальные проблемы изучения воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения // Гигиена и санитария. 1998. № 2. С. 3-8.
8. Еремейшвили А.В., Фираго А.Л. Влияние антропогенной нагрузки на содержание тяжелых металлов в биосубстратах детей // Экология человека. 2011. № 10. С. 29-33.
9. Савченко О.В. Оценка содержания тяжелых металлов в организме детей и взрослых, проживающих в сельской и городской местности приморского края // Экология человека. 2011. № 8. С. 12-14.
10. Цыганкова М.П. Клинико-биохимические

References:

1. Lisitsin Yu.P. A word on health. M., 1986. 283 pp.
2. Lockitch G. Perspectives on lead toxicity // Clin. Biochem. 1993. Vol. 26. P. 371-381.
3. Louwerys R.R., Bernard A.M., Roels H.A. Cadmium: exposure markers as predictors of nephrotoxic effects // Clin. Chem. 1994. No. 40 (7 Pt. 2). P. 1391-1394.
4. Revich B.A., Sharov P.O., Sergeev O.V. Lead and children’s health – the results of some Russian research of 2000-2009 // Hygiene and sanitary. 2011. No. 6. P. 12-16.
5. Revich B.A. Chemical elements in human hair as an indicator of industrial pollution and environment // Hygiene and sanitary. 1990. No. 5. P. 55-59.
6. Skalny A.V., Esenin A.V. Monitoring and evaluation of the risk of lead influence on a person and environment by using human biosubstrata // Toxicological bulletin. 1997. No. 6. P.16-23.
7. Sidorenko G.I., Rumyantsev G.I., Novikov S.M. Actual problems of studying the impact of environmental factors on the health of population // Hygiene and sanitary. 1998. No. 2. P. 3-8.
8. Eremeyshvili A.V., Figaro A.L. The anthropogenic influence on the amount of heavy metals in children's biosubstrata // Human Ecology. 2011. No. 10. P. 29-33.
9. Savchenko O.V. Assessment of heavy metals amount in organisms of children and adults living in rural and urban areas of Primorsk Territory // Human Ecology. 2011. No. 8. P. 12-14.
10. Tsygankova M.P. Clinical and biochemical

показатели у новорожденных из экологически неблагоприятных районов // 50 лет кафедре детских инфекций. Томск, 1998. С. 79-80.

11. Студеникин М.Я., Ефимова А.А. Экология и здоровье детей. М., 1998. 563 с.
12. Безруких М.М., Фарбер Д.А. Теоретические аспекты изучения физиологии развития ребенка // Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты. М.: Образование от А до Я, 2000. 319 с.
13. Губарева Л.И. Экологический стресс: монография. СПб.; Ставрополь: Лань: Сервисшкола, 2001. 448 с.
14. Тупицын И.О. Дети Чернобыля. Эколого-физиологический аспект. М., 1996. 168 с.
15. Рублева Л.В. Развитие основных функций миокарда детей 7-15 лет, проживающих в различных экологических условиях: дис. … канд. биол. наук. М., 1999. 188 с.
16. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина, 1979. 298 с.
17. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.М. Матеметический анализ изменения сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984. 222 с.
18. Гринене Э., Вайткявичус В.Ю., Марачинскене Э. Особенности сердечного ритма у школьников // Физиология человека. 1990. Т. 16, № 1. С. 88-93.
19. Рогачевская О.В., Евдокимов Е.Г. Функциональное состояние кардиореспираторной системы у школьников на Севере // Физиология человека и животных. 1998. № 3. С. 116-125.
20. Зимова Л.Н., Жогина Л.А., Губарева Л.И. Степень загрязнения атмосферного воздуха и влияние химических загрязнителей на физическое развитие и эндокринную систему детей 6 лет // Вестник Ставропольского государственного педагогического университета. Ставрополь: СГУ, 1995. Вып. 2. С. 58-59.
21. Скальный А.В. Микроэлементозы человека (диагностика и лечение). М.: Изд-во КМК, 1999. 96 с.
22. Агаджанян Н.А., Велданова М.В., Скальный А.В. Экологический портрет человека и роль микроэлементов. М., 2001. 236 с.
23. Максимов А.Л., Луговая Е.А. Сравнительная оценка элементного статуса девочек-аборигенов различных районов Северо-Востока России // Экология человека.

parameters of neonates from environmentally unfavorable areas // The 50th anniversary of the Department of infantile infections. Tomsk, 1998. P. 79-80.

11. Studenikin M.Ya., Efimova A.A. Ecology and children's health. M., 1998. 563 pp.
12. Bezrukikh M.M., Farber D.A. Theoretical aspects of studying the physiology of child's development // Physiology of child development: theoretical and applied aspects. M.: Obrazovanie ot A do Ya, 2000. 319 pp.
13. Gubareva L.I. Ecological stress: a monograph. SPb.; Stavropol: Lan: Servisshkola, 2001. 448 pp.
14. Tupitsin I.O. The Children of Chernobyl. Ecological and physiological aspects. M., 1996. 168 pp.
15. Rubleva L.V. The development of the main functions of myocardium of 7-15-year-old children, living in different environmental conditions: Diss. for the Cand. of Biology degree. M., 1999. 188 pp.
16. Baevskiy R.M. Prediction of states on the verge of normal and pathological. M.: Medicine, 1979. 298 pp.
17. Baevskiy R.M., Kirillov O.I., Kletskin S.M. Mathematical analysis of the cardiac rhythm change under stress. M.: Nauka, 1984. 222 pp.
18. Grinene E., Vaytkyavichus V.Yu., Marachinskene E. Peculiarities of cardiac rhythm of school children // Human Physiology. 1990. Vol. 16, No. 1. P. 88-93.
19. Rogachevskaya O.V., Evdokimov E.G. Functional condition of cardiorespiratory system of school children in the North // Human and animal physiology. 1998. No. 3. P. 116-125.
20. Zimova L.N., Zhogina L.A., Gubareva L.I. The degree of air pollution and the effect of chemical pollutants on the physical development and the endocrine system of 6-year-old children // The Bulletin of the Stavropol State Teachers' Training University. Stavropol: SSU, 1995. Iss. 2. P. 58-59.
21. Skalny A.V. Human microelementoses (diagnostics and treatment). M.: KMK publishing hous, 1999. 96 pp.
22. Agadzhanyan N.A., Veldanova M.V., Skalny A.V. Ecological portrait of a person and the role of microelements. M., 2001. 236 pp.
23. Maksimov A.L., Lugovaya E.A. Comparative assessment of the element status of aboriginal girls of different parts of the North-East of Russia // Human Ecology. 2010.

2010. № 7. С. 30-35.

24. Хрипкова А.Г., Антропова М.В., Фарбер Д.А. Возрастная и школьная гигиена. М.: Просвещение, 1990. 293 с.
25. Margaria B., Ceretelli P. Physiological aspects of life at extreme altitude // Biometeorologiy. London, 1960. P. 3-25.
26. Милашечкина Е.А. Комплексный подход к оценке психосоматического здоровья и личностно-ориентированные методы его коррекции у подростков, проживающих в экологически неблагоприятных районах: автореф. дис. … канд. биол. наук. Ставрополь, 2005. 20 с.
27. Шарапов А.Н. Нейроэндокринная регуляция вегетативных функций и вегетососудистых дистоний в детском возрасте // Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты. М.: Образование от А до Я, 2000. С. 127-142.
28. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. (Печальный опыт России). Новосибирск: СО РАМН, 2002. 230 с.
29. Beevers D.G., Hawthorne V.M., Padfield P.L. Salt and blood pressure in Scotland // Br. Med. J. 1980. Vol. 281. P. 641-642.
30. Selye H. General adaptation syndrome and disease of adaptation // J. Clin. Endocrinol. 1972. Vol. 6. P. 117-230.
31. Губарева Л.И., Ермоленко Г.В., Милашечкина Е.А. Корреляционные отношения между содержанием свинца в волосах и функциональным состоянием гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы подростков 13 лет // Нейроэндокринология. 2005: тез. докл. VII Всерос. конф. СПб.: Аграф, 2005. С. 74-75.

No. 7. P. 30-35.

24. Khripkova A.G., Antropova M.V., Farber D.A. Age and school hygiene. M.: Prosveshchenie, 1990. 293 pp.
25. Margaria B., Ceretelli P. Physiological aspects of life at extreme altitude // Biometeorologiy. London, 1960. P. 3-25.
26. Milashechkina E.A. Complex approach to the evaluation of psychosomatic health and person-oriented methods of its corrections of teenagers living in ecologically unfavorable regions: Dissertation abstract for the Cand. of Biology degree. Stavropol, 2005. 20 pp.
27. Sharapov A.N. Neuroendocrinal regulation of vegetative functions, and vegetovascular dystonia in childhood // Physiology of child’s development: theoretical and applied aspects. M.: Obrazovanie from A do Ya, 2000. P. 127-142.
28. Gichev Yu.P. Environmental pollution and human health. (The sad experience of Russia). Novosibirsk: SO RAMN, 2002. 230 pp.
29. Beevers D.G., Hawthorne V.M., Padfield P.L. Salt and blood pressure in Scotland // Br. Med. J. 1980. Vol. 281. P. 641-642.
30. Selye H. General adaptation syndrome and disease of adaptation // J. Clin. Endocrinol. 1972. Vol. 6. P. 117-230.
31. Gubareva L.I., Ermolenko G.V., Milashechkina E.A. Correlations between the content of lead in hair and functional state of the hypothalamic-hypophyseal-adrenal system of 13-year-old teenagers // Neuroendocrinology. 2005: brief outline reports of the VII All-Russian conference. SPb.: Agraf, 2005. P. 74-75.