

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЮНОШЕСКОГО НАСЕЛЕНИЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**В статье отражены результаты исследований реакций кардиореспираторной и нейроэндокринной систем у юношей в районах с различными типами антропогенных воздействий на среду Саратовской области. Наибольшие отклонения в деятельности кардиореспираторной и нейроэндокринной систем отмечены в изолированно-токсическом (г. Саратов) и радиационно-токсическом (г. Энгельс) районах области.**

**Ключевые слова:** воздушная среда, радиационное загрязнение, токсическое загрязнение, юношеское население, физиологические реакции.

Сложную экологическую обстановку в Саратовской области, особенно в ее крупных городах, создает наличие большого количества загрязнителей атмосферного воздуха. Это преимущественно предприятия производства стройматериалов и электроэнергетики, химической и нефтехимической промышленности, топливно-энергетического комплекса и автотранспорта [2, 3].

Основные проблемы радиационной безопасности на территории области тесно связаны с эксплуатацией особо радиационно опасных объектов, к которым относятся Балаковская атомная электростанция и пункт захоронения радиоактивных отходов ГУП Саратовского зонального спецкомбината «Родон». Площадь контролируемой части района расположения Балаковской АЭС охватывает территории Балаковского, Вольского, Хвалынского, Духовницкого и Пугачевского районов [3]. В разные годы (2000–2008 гг.) среднее значение радиационного фона по г. Балаково составляет 11–15 мкР/ч, по области – от 8 до 20 мкР/ч. Несколько раз в год отмечается выпадение повышенной бета-активности в районе следующих городов: Балашов, Калининск, Саратов, Вольск, Энгельс, Новоузенск, Пугачев, Ершов и других населенных пунктов.

Различные сочетания токсичных и радиационных факторов среды по-разному воздействуют на функциональные кардиореспираторные и нейроэндокринные реакции юношеского населения [6, 7, 9, 11].

В Саратовской области на предмет подверженности населения мощным токсико-химическим и радиационным загрязнениям (Балаковская АЭС) нами в 2002–2008 гг. были проведены исследования реакций кардиореспираторной (по показателям пульса и артериального давления в покое и после нагрузки) и нейроэндокринной (по

показателям периферического кровотока) систем учащихся 11 классов общеобразовательных школ области в районе с максимальным радиационно-изолированным (г. Балаково), с максимальным комбинированным радиационно-токсическим (г. Энгельс), с максимальным изолированным токсико-химическим (г. Саратов) и с минимальным (фоновым) недеформированным радиационно-токсическим (г. Балашов) составом среды.

Артериальное давление измерялось методом Короткова [8]. При анализе реакций артериального давления оценивались показатели как состояния артериальной гемодинамики, так и ее вегетативной (симпатической и парасимпатической) регуляции, расстройства которой при токсическом и радиационном воздействии различных концентраций являются показателями, оценивающими «мощность» агрессивности среды [1, 5, 7, 10].

В таблице 1 представлены среднестатистические результаты измерений систолического артериального давления у старшеклассников.

В экологически благополучном районе (г. Балашов) гипертензии выявляются с наименьшей частотой. Так, повышенное систолическое артериальное давление в покое встречается у 28,6% юношей и у 17,1% девушек. Гипотонические реакции не регистрируются. Такое состояние тонуса сосудов, как и учащенный пульс, подтверждает характер морфологических показателей и указывает на связь реакций со стабильностью среды.

В радиационном, токсикологически «чистом» районе области (г. Балаково) показатели систолического артериального давления в совокупности с гиперреакциями пульса отличаются резко повышенной частотой гипертензий, указывая на напряженность функций нейроэндокринной системы. Завышенные показатели

Таблица 1. Оценка систолического артериального давления в покое (2002–2008 гг.)

Варианты воздействия факторов среды	г. Балашов	г. Балаково	г. Саратов	г. Энгельс
Плотность загрязнения $^{137}\text{Cs}$ (кБк/м <sup>2</sup> )	«нулевая» радиоактивность	543,2	«нулевая» радиоактивность	717,8
Суммарная токсичность среды (кг/чел/год)	«нулевая» токсичность	«нулевая» токсичность	22,9	7,8
Юноши				
Группы обследуемых	I (N=28)	II (N=30)	III (N=28)	IV (N=28)
САД в покое, М±m	120,5±1,3	126,3±2,1	125,2±2,6	123,0±2,6
гипертензии, %	(28,6)	(50,0)	(46,4)	(42,9)
гипотонии в покое, %	(0,0)	(0,0)	(3,6)	(0,0)
Достоверность различий	p (I-II) < 0,05.			
Отличия от группы контроля, мм рт. ст.		+5,8	+4,7	+2,5
Девушки				
Группы обследуемых	I (N=35)	II (N=24)	III (N=24)	IV (N=26)
САД в покое, М±m	117,3±1,1	121,9±1,7	117,5±2,3	115,7±2,0
гипертензии, %	(17,1)	(41,7)	(20,8)	(13,6)
гипотонии в покое, %	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(4,5)
Достоверность различий	p (I-II) < 0,05; p (II-IV) < 0,05.			
Отличия от группы контроля, мм рт. ст.		+4,6	+0,2	-1,6

систолического артериального давления здесь выявляются у 50,0% юношей и у 41,7% девушек при отсутствии гипотонических реакций.

В районе изолированного техногенного воздействия (г. Саратов) лишь у 3,6% юношей встречаются гипотонические реакции, указывающие на расстройство вегетативной регуляции артериальной гемодинамики.

В районе комбинированного радиационно-токсического воздействия (г. Энгельс) у девушек регистрируется максимальная частота гипотонических реакций. Вместе с тем регистрируется 42,9% гипертензий у юношей, что, подобно выраженной вариабельности роста в этих группах, подтверждает напряженность и разнонаправленность реакций нейроэндокринной системы юношеского населения района сочетанных воздействий исследуемых факторов деформации среды.

В таблице 2 отражены среднестатистические результаты измерения диастолического артериального давления в покое у старшеклассников.

Вотсительно экологически благополучном районе, с минимальным радиационным и техногенным загрязнением среды, частота гипертонических реакций диастолического артериального давления выявляется только у 8,6% девушек при отсутствии гипотонических реакций.

С ростом радиоактивности, но при сохранении низкого уровня токсико-химического за-

грязнения частота гипертензий возрастает до 16,7% в группе юношей и до 25,0% – у девушек, что указывает на реакции вегетососудистых дистоний гипертонического типа. Таким образом, вместе с аналогичными реакциями систолического артериального давления здесь также отмечается напряженность функций нейроэндокринной системы.

В условиях изолированного токсико-химического воздействия на фоне максимальной частоты гипертензий как у юношей (17,9%), так и у девушек (25,0%) выявляются гипотонические реакции, которые встречаются у 3,6% юношей и у 4,2% девушек, что еще раз подтверждает расстройство вегетативной регуляции гомеостаза и агрессивность токсико-химических факторов среды.

В районе мощного радиационно-токсического загрязнения при сохранении значительной доли гипертензий у юношей (17,9%) и девушек (9,1%) регистрируется резкое увеличение частоты реакций вегетососудистых дистоний гипотонического типа. Количество юношей с заниженным показателем диастолического давления в покое увеличивается до 10,7%, в группе девушек – до 9,1%. Такие, своего рода «поисковые», адаптационные, разнонаправленные реакции скрываются средней величиной, которая достоверно не отличается по сравнению с контрольной группой

(74,3±1,6 мм рт. ст. – у юношей; 71,8±1,6 – у девушек).

В целом напряженное функционирование сердечно-сосудистой системы установлено во всех кроме экологически благополучных районах области. Радиационное воздействие вызывает увеличение диастолического давления с ростом частоты гипертензий, что расценивается нами как преобладание симпатической регуляции «популяционного» гомеостаза. Тем не менее, напряженное функционирование сердечно-сосудистой системы установлено в районе мощного техногенного загрязнения, где наряду с растущей долей испытуемых с завышенной величиной диастолического давления появляются реакции гипотонического типа. При внесении в токсичную среду мощной дозы радиации регистрируется увеличение доли как гипертензий, так и гипотоний. При этом минимальная среди исследуемых здесь групп величина диастолического давления указывает на преобладание реакций гипотонического типа, что является очевидным свидетельством преобладания парасимпатической регуляции осуществления кровотока с вероятной в перспективе регуляторной патологией сосудистого кровотока вегетососудистого типа [4, 5].

Сравнительная оценка показателей систолического артериального давления юношеского населения после стандартной физической

нагрузки в совокупности с частотой реакций сердечно-сосудистой системы на стандартную нагрузку представлена в таблице 3.

В экологически благополучном районе (г. Балашов) в ответ на стандартную нагрузку систолическое артериальное давление увеличивается до 140,2±1,7 мм рт. ст. у юношей и до 136,7±1,4 мм рт. ст. у девушек, что на 19,7 и 19,4 мм рт. ст. соответственно выше исходного уровня. При этом доля лиц с нормотоническим типом реакции преобладает и составляет у юношей 89,0%, а у девушек 85,7%. Вместе с тем астенический тип реакции на физическую нагрузку регистрируется у 7,1% юношей и у 8,6% девушек, а гипертонический у 3,6% и 5,7% соответственно. Дистонический и ступенчатый тип реакции здесь не выявляется, что указывает на высокие функциональные возможности системы кровообращения.

С увеличением интенсивности радиоактивного воздействия (г. Балаково) в группе юношей снижается доля астенического (6,7%) и гипертонического (3,3%) реагирования на стандартную нагрузку и увеличивается количество юношей с нормотоническим типом реакции. В группе девушек незначительно возрастает частота астенических (12,5%) и снижается доля гипертонических реакций (4,2%), при этом сохраняется высокое количество обследуемых девушек с нормотонической реакцией (83,3%). Как

Таблица 2. Оценка диастолического артериального давления в покое (2002–2008 гг.)

Варианты воздействия факторов среды	г. Балашов	г. Балаково	г. Саратов	г. Энгельс
Плотность загрязнения <sup>137</sup> Cs (кБк/м <sup>2</sup> )	«нулевая» радиоактивность	543,2	«нулевая» радиоактивность	717,8
Суммарная токсичность среды (кг/чел/год)	«нулевая» токсичность	«нулевая» токсичность	22,9	7,8
<b>Юноши</b>				
Группы обследуемых	I (N=28)	II (N=30)	III (N=28)	IV (N=28)
ДАД в покое, М±m	76,1±0,8	77,2±1,2	77,7±1,4	74,3±1,6
гипертензии, %	(0,0)	(16,7)	(17,9)	(17,9)
гипотонии в покое, %	(0,0)	(0,0)	(3,6)	(10,7)
Достоверность различий	Различия недостоверны			
Отличия от группы контроля, мм рт. ст.		+1,1	+1,6	-1,8
<b>Девушки</b>				
Группы обследуемых	I (N=35)	II (N=24)	III (N=24)	IV (N=26)
ДАД в покое, М±m	71,9±1,1	78,1±1,6	77,5±1,9	71,8±1,6
гипертензии, %	(8,6)	(25,0)	(25,0)	(9,1)
гипотонии в покое, %	(0,0)	(0,0)	(4,2)	(9,1)
Достоверность различий	p (I-II) < 0,01; p (I-III) < 0,05; p (II-IV) < 0,01; p (III-IV) < 0,05.			
Отличия от группы контроля, мм рт. ст.		+6,2	+5,6	-0,1

Таблица 3. Оценка систолического артериального давления после стандартной физической нагрузки (2002–2008 г.)

Варианты воздействия факторов окружающей среды	г. Балашов	г. Балаково	г. Саратов	г. Энгельс	
Плотность загрязнения $^{137}\text{Cs}$ (кБк/м <sup>2</sup> )	«нулевая» радиоактивность	543,2	«нулевая» радиоактивность	717,8	
Суммарная токсичность среды (кг/чел/год)	«нулевая» токсичность	«нулевая» токсичность	22,9	7,8	
<b>Юноши</b>					
Группы обследуемых	I (N=28)	II (N=30)	III (N=28)	IV (N=28)	
САД (нагр.), М±m	140,2±1,7	146,3±2,1	147,4±3,6	145,9±3,8	
Отличие от исх. САД.	(+19,7)	(+20,0)	(+21,7)	(+22,9)	
Гипертонии, %	(21,4)	(20,0)	(37,0)	(53,6)	
Достоверн. различий	p(I-II)<0,05.				
Отличия от группы контроля, мм рт. ст.		+6,2	+7,2	+5,7	
Тип реакции ССС на нагрузку, %	Нормотонич.	89,0	90,0	55,6	53,6
	Астенический	7,1	6,7	29,6	17,9
	Гипертонич.	3,6	3,3	3,7	7,1
	Дистонический	0,0	0,0	0,0	14,3
	Ступенчатый	0,0	0,0	11,1	7,1
<b>Девушки</b>					
Группы обследуемых	I (N=35)	II (N=24)	III (N=24)	IV (N=26)	
САД (нагр.), М±m	136,7±1,4	139,2±1,8	142,1±3,1	138,0±3,0	
Отличие от исх. САД.	(+19,4)	(+17,3)	(+24,6)	(+22,3)	
Гипертонии, %	(8,6)	(8,3)	(58,3)	(36,4)	
Достоверн. различий	Различия недостоверны				
Отличия от группы контроля, мм рт. ст.		+2,5	+5,4	+1,2	
Тип реакции ССС на нагрузку, %	Нормотонич.	85,7	83,3	45,8	59,1
	Астенический	8,6	12,5	29,2	22,7
	Гипертонич.	5,7	4,2	25,0	9,1
	Дистонический	0,0	0,0	0,0	4,5
	Ступенчатый	0,0	0,0	0,0	4,5

и в предыдущей группе, отсутствуют испытуемые с дистонической и ступенчатой реакцией, что свидетельствует о сохранении адаптационных возможностей, позволяющих адекватно реагировать на стандартную нагрузку.

Таким образом, реакции систолического артериального давления после стандартной физической нагрузки наиболее выражены и имеют разнонаправленный характер у юношей, проживающих в изолированном токсико-химическом (г. Саратов) и комбинированном радиационно-токсическом (г. Энгельс) районах области, что вместе с реакциями покоя указывает на расстройство вегетативной регуляции артериальной гемодинамики в таких районах.

При комбинированном радиационно-токсическом воздействии (г. Энгельс) систолическое артериальное давление после стандартной нагрузки достоверно не отличается от экологически благополучного района (г. Балашов). Аналогичные реакции девушек менее выражено повторяют реакции юношей. Однако анализ частоты встречаемости различных типов реакций сердечно-сосудистой системы на стандартную нагрузку четко указывает на агрессивный кардиотропный характер воздействия техногенных факторов среды, независимо от пола испытуемых, особенно в условиях комбинированного радиационно-токсического воздействия.

Реакции местного дермографизма юношеского населения на исследуемые воздействия среды исследовались по стандартной методике [4, 5].

Местный дермографизм, вызванный тупым концом стеклянной палочки, позволил косвенно охарактеризовать вегетативные реакции, участвующие в регуляции периферического капиллярного кровотока. В результате штрихового раздражения кожи на этом месте через несколько секунд появляется розовая, белая, красная или смешанная полоса.

Появление белой полосы связано с сокращением (спазмом) капилляров (белый дермографизм) и указывает на неадекватность реакции тонуса микрососудов (симпатикотонию). Красная полоса (красный дермографизм) свидетельствует о нарушении сосудистого тонуса (вегетонии) и дилатации капилляров. Смешанный дермографизм указывает на вегетативное рассогласование и вместе с вышеперечисленными реакциями рассматривался нами как неблагоприятный.

Нормальная (адекватная) реактивность микрососудов характеризуется незначительным покраснением кожи (розовый дермографизм) и отражает высокий уровень регуляции местного кровотока.

У юношей и девушек экологически благополучного района области частота нормальных «розовых» реакций дермографизма максимальна и составляет 64,3–74,3% соответственно, что указывает на норму нейроэндокринной регуляции периферического кровотока в условиях экологической чистоты среды. При изолированных

радиационных воздействиях розовый дермографизм встречается чуть реже по сравнению с контрольной группой – 53,3–58,3% соответственно. У юношей, испытывающих изолированные токсико-химические воздействия, значительно снижается частота аналогичных реакций по сравнению с группой контроля и минимальна при сочетанных радиационно-токсических воздействиях среды.

Реакции белого дермографизма преобладают у испытуемых изолированно-радиационного района, что вместе с более высоким уровнем ЧСС и АД указывает на умеренное преобладание тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы в данной группе лиц.

Максимальный уровень гиперреакций дермографизма регистрируется в изолированно-токсическом и сочетанном радиационно-токсическом районах области, что вместе с более выраженной частотой ВСД-реакций гипотонического типа свидетельствует о преобладании тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы среди данной группы лиц, а максимальная частота смешанного дермографизма в радиационно-токсическом районе области вместе с выраженной частотой гипер- и гипореакций артериального давления как в покое, так и после нагрузки подтверждает напряженность и разнонаправленность реакций нейроэндокринной системы юношеского населения такого района, что указывает на дисбаланс функций симпатической и парасимпатической систем.

**Список использованной литературы:**

1. Безобразова, В. Н. Функциональное состояние кровообращения головного мозга и конечностей у детей 5–17 лет на разных этапах онтогенеза [Текст] / В. Н. Безобразова, Т. Б. Догадкина // Новые исследования. – М.: Вердана, 2003. – Вып. 1. – С. 200–207.
2. Доклад о состоянии окружающей среды в Саратовской области в 2001 году [Текст] / Госкомитет по охране окр. ср. Саратовской обл. – Саратов: ООО «ВП», 2002. – 180 с.
3. Доклад о состоянии окружающей природной среды в Саратовской области в 2005 году [Текст] / Госкомитет по охране окр. ср. Саратовской обл. – Саратов: ООО «ВП», 2006. – 185 с.
4. Вейн, А. М. Заболевания вегетативной нервной системы [Текст] / А. М. Вейн, Т. Г. Вознесенская, В. Л. Голубев и др. – М.: Медицина, 1991. – 624 с.
5. Глазачев, О. С. Закономерности мультипараметрического взаимодействия функциональных систем у детей в радиэкологически неблагоприятной среде [Текст] / О. С. Глазачев // Автореферат диссертации доктора мед. наук. – М., 1998. – 45 с.
6. Михалев, В. П. Роль фоновых техногенных компонентов среды в формировании реакций населения на воздействие аварийного радиационного фактора [Текст] / В. П. Михалев // Диссертация доктора медицинских наук. – М.: 2001. – 239 с.
7. Рублева, Л. В. Развитие основных функций миокарда детей 7–15 лет, проживающих в различных экологических условиях [Текст] / Л. В. Рублева // Автореферат кандидата мед. наук. – М., 1999. – 19 с.
8. Хрущев, С. В. Врачебный контроль за физическим воспитанием школьников [Текст] / С. В. Хрущев. – М.: Медицина, 1977. – 216 с.
9. Bennett, M. R. The concept of long term protection of transmissions at synapses [Text] / M. R. Bennett // Neurobiology. – 2000. – V. 60. – P. 102–137.
10. Koltai, P. J. Effects of air pollution on the upper respiratory tract of children [Text] / P. J. Koltai // Otolaryngol Head Neck Surg. – 1994. – Jul, № 111 (1). – P. 9–11.
11. Glazko, V. I. Population-genetic consequences of the ecological catastrophe (Chernobyl example) [Text] / V. I. Glazko // Second intern. conf. «Modern problems of genetics, radiobiology, radioecology and evolution» (Yerevan, September 8–11, 2005). – Dubna: JINR, 2005. – P. 197.