

## ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗИТЕЛЕЙ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ПОКАЗАТЕЛИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ШКОЛЬНИКОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

*Н. И. Латышевская, Н. В. Левченко, С. В. Капранов*

*Волгоградский государственный медицинский университет, кафедра общей гигиены и экологии,  
Алчевский городской филиал Государственного учреждения  
«Луганский областной лабораторный центр Госсанэпидслужбы Украины»,  
г. Алчевск Луганской области, Украина*

В городе с крупными производствами черной металлургии и коксохимии установлено негативное влияние загрязнителей атмосферного воздуха на показатели центральной гемодинамики, характеризующие функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у школьников. Разработаны профилактические рекомендации.

*Ключевые слова:* загрязнение атмосферы, гемодинамика, школьники.

## THE EFFECTS OF AIR POLLUTION ON CENTRAL HEMODYNAMICS IN SCHOOLCHILDREN RESIDING IN AN INDUSTRIAL CITY

*N. I. Latyshevskaya, N. V. Levchenko, S. V. Kapranov*

*SFEE HPE Volgograd State Medical University of the Ministry of Public Health of the Russian Federation,  
Department of General Hygiene and Ecology,  
Alchevsk Municipal Branch of State Institution «Lugansk Regional Laboratory Center of the State Sanitary  
and Epidemiological Service of the Ukraine», Alchevsk, Ukraine*

The authors found that air pollution in cities with iron and steel works as well as coke chemical industry has a negative effect on central hemodynamics which is reflective of the functional state of the cardiovascular system in schoolchildren. The authors provide some recommendations for the prevention of negative effects of air pollution on central hemodynamics in schoolchildren.

*Key words:* air pollution, hemodynamics, schoolchildren.

Обеспечение высоких показателей здоровья детей и подростков является важной государственной и общественной проблемой. К показателям здоровья относятся не только физическое развитие, иммунологическая реактивность, заболеваемость, смертность, рождаемость, но также различные нарушения нормального функционирования органов и систем организма, которые могут рассматриваться как физиологические признаки болезни или физиологические и другие сдвиги неизвестного значения.

Формирование здоровья населения осуществляется под влиянием комплекса факторов социальной и техногенной экологической среды жизнедеятельности. В промышленных регионах к ведущим факторам, обуславливающим формирование различных заболеваний, в том числе сердечно-сосудистой патологии, относится загрязнение окружающей среды, особенно атмосферного воздуха [1—4].

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Оценка влияния загрязнителей атмосферного воздуха на показатели центральной гемодинамики, характеризующие функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у школьников промышленного города, с последующей разработкой профилактических рекомендаций.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проведены в г. Алчевске (Луганская область, Украина) с высокой плотностью жилой, промышленной застройки и крупными производствами черной металлургии и коксохимии. Главными промышленными предприятиями в городе являются расположенные на единой промышленной площадке ПАО «Алчевский металлургический комбинат» с полным металлургическим циклом и ПАО «Алчевсккокс» с коксохимическим производством. Основные загрязнители атмосферного воздуха — взвешенные вещества (пыль), оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, сероводород, фенол, аммиак и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ).

Исследования атмосферного воздуха проводились Алчевской городской санитарно-эпидемиологической станцией (СЭС) на четырех маршрутных постах наблюдения, из которых № 1 и № 2 расположены на расстоянии до 1 км от указанных производств (I зона), № 3 — на удалении 2,7 км (II зона) и № 4 — на удалении 4,5 км от предприятий (III зона). В воздухе исследованы шесть основных примесей: взвешенные вещества, оксид углерода, диоксид азота, диоксид серы, сероводород и фенол. В процессе оценки загрязнения атмосферы для каждой из зон наблюдения выполнен расчет удельного веса проб воздуха с превышением

пределно допустимых максимальных разовых концентраций (ПДКм.р.) веществ.

Оценка функционирования сердечно-сосудистой системы учащихся выполнена по результатам исследований медицинскими работниками артериального давления (АД) систолического (АДС), диастолического (АДД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС), проведенных с использованием автоматического измерителя АД и ЧСС марки OMRON M1 Classic (HEM-442-E) производства компании OMRON HEALTHCARE CO., LTD (Япония), который отвечает требованиям ЕС 93/42/ЕЕС. На основании результатов исследования АДС, АДД и ЧСС у школьников рассчитаны вегетативные индексы и показатели центральной гемодинамики.

Пульсовое артериальное давление (ПАД):  $ПАД = АДС - АДД$ .

Среднее арифметическое давление (САД):  $САД = (АДС + АДД) / 2$ .

Среднее динамическое артериальное давление (СДД) рассчитывается по формуле Вецлера и Богера:  $СДД = 0,42 \cdot АДС + 0,58 \cdot АДД$  [5].

По каждой половозрастной группе рассчитан удельный вес (в %) учащихся с параметрами ниже, выше, а также в пределах норм для ПАД, САД и СДД. Оценка связи между загрязнением атмосферы воздуха в различных районах обучения и величинами вегетативных индексов обследованных школьников выполнена с использованием  $\chi^2$ -критерия, разработанного К. Пирсоном.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что в г. Алчевске за период 1999—2013 гг. по мере удаления от предприятий снижается удельный вес проб атмосферного воздуха с превышением ПДКм.р. Так, показатель всех проб атмосферы с

превышением ПДКм.р. в I зоне —  $(21,67 \pm 0,44)$  %, во II зоне —  $(7,22 \pm 0,37)$  % и III зоне —  $(2,12 \pm 0,23)$  %. При этом удельный вес проб воздуха, содержавших взвешенные вещества с превышением ПДКм.р., составил в указанных зонах соответственно  $(52,46 \pm 1,31)$ ,  $(14,65 \pm 1,23)$  и  $(4,24 \pm 0,78)$  %, оксида углерода —  $(23,55 \pm 1,12)$ ,  $(7,97 \pm 0,95)$  и  $(0,91 \pm 0,37)$  %, диоксида серы —  $(22,45 \pm 1,10)$ ,  $(8,35 \pm 0,96)$  и  $(2,72 \pm 0,63)$  %, сероводорода —  $(23,84 \pm 1,12)$ ,  $(5,93 \pm 0,82)$  и  $(3,03 \pm 0,67)$  %. Различия между указанными величинами в сравниваемых зонах достоверны ( $p$  от  $< 0,02$  до  $< 0,001$ ). Процент проб атмосферы, содержащих диоксид азота с превышением ПДКм.р., достоверно выше в I зоне —  $(4,23 \pm 0,53)$  %, чем в III зоне —  $(1,21 \pm 0,43)$  %, а фенола соответственно  $(3,53 \pm 0,49)$  % по сравнению с  $(0,61 \pm 0,30)$  % ( $p < 0,001$ ). Таким образом, под влиянием деятельности предприятий черной металлургии и коксохимии в атмосферном воздухе города на расстоянии до 3 км, но особенно до 1 км от производств, формируются уровни загрязнения атмосферы компонентами выбросов указанных предприятий, более высокие по сравнению с территорией, удаленной за пределы 3 км от источников.

На основании результатов исследования АДС, АДД и ЧСС у детей были рассчитаны вегетативные индексы и показатели центральной гемодинамики. Полученные данные представлены в таблицах 1—3.

Установлено (табл. 1), что школьников с нормальным пульсовым артериальным давлением (ПАД) больше среди учащихся, обучавшихся в III зоне —  $(30,18 \pm 0,88)$  %, чем их сверстников, которые обучались в I зоне —  $(15,32 \pm 1,49)$  % и II зоне —  $(9,36 \pm 0,99)$  % ( $p < 0,001$ ). Аналогичные закономерности выявлены также отдельно в группах мальчиков и девочек ( $p < 0,001$ ).

Таблица 1

**Удельный вес школьников г. Алчевска с различными величинами пульсового артериального давления (ПАД) в зависимости от места обучения по отношению к промышленной зоне, % ( $n = 4894$ )**

Величина ПАД	Удельный вес школьников, которые обучались на разных расстояниях от предприятий			$p_{1,2}$	$p_{1,3}$	$p_{2,3}$
	до 1 км	1—3 км	более 3 км			
Общая группа (мальчики + девочки), $\chi^2 = 170,76$ , $p < 0,002$						
Ниже нормы	$53,01 \pm 2,07$	$53,38 \pm 1,25$	$35,81 \pm 0,92$	$> 0,05$	$< 0,001$	$< 0,001$
В пределах нормы	$15,32 \pm 1,49$	$19,36 \pm 0,99$	$30,18 \pm 0,88$	$< 0,05$	$< 0,001$	$< 0,001$
Выше нормы	$31,67 \pm 1,93$	$27,26 \pm 1,11$	$34,01 \pm 0,91$	$< 0,05$	$> 0,05$	$< 0,001$
Мальчики, $\chi^2 = 70,81$ , $p < 0,002$						
Ниже нормы	$48,81 \pm 2,92$	$47,86 \pm 1,72$	$32,88 \pm 1,29$	$> 0,05$	$< 0,001$	$< 0,001$
В пределах нормы	$14,33 \pm 2,05$	$20,19 \pm 1,38$	$28,84 \pm 1,24$	$< 0,02$	$< 0,001$	$< 0,001$
Выше нормы	$36,86 \pm 2,82$	$31,95 \pm 1,61$	$38,28 \pm 1,33$	$> 0,05$	$> 0,05$	$< 0,01$
Девочки, $\chi^2 = 106,49$ , $p < 0,002$						
Ниже нормы	$57,29 \pm 2,91$	$59,55 \pm 1,79$	$38,64 \pm 1,31$	$> 0,05$	$< 0,001$	$< 0,001$
В пределах нормы	$16,32 \pm 2,18$	$18,43 \pm 1,41$	$31,48 \pm 1,25$	$> 0,05$	$< 0,001$	$< 0,001$
Выше нормы	$26,39 \pm 2,60$	$22,02 \pm 1,51$	$29,88 \pm 1,23$	$> 0,05$	$> 0,05$	$< 0,001$

Подростков с повышенным средним арифметическим давлением (САД) больше среди учащихся (табл. 2), которые обучались в I зоне —  $(13,25 \pm 1,41) \%$ , чем у их сверстников, обучавшихся во II зоне —  $(3,82 \pm 0,48) \%$  ( $p < 0,001$ ) и III зоне —  $(9,09 \pm 0,55) \%$  ( $p < 0,01$ ). Процент учащихся с низким САД выше в группе детей, которые обучались в III зоне —  $(21,57 \pm 0,79) \%$ , по сравнению с I зоной —  $(17,90 \pm 1,59) \%$  ( $p < 0,05$ ) и II зоной —  $(12,47 \pm 0,83) \%$  ( $p < 0,001$ ).

Учащихся с повышенным средним динамическим давлением (СДД) больше среди подростков (табл. 3), проходивших обучение в I зоне —  $8,43 \pm 1,15) \%$ , чем у их сверстников, обучавшихся во II зоне —  $1,25 \pm 0,28) \%$  и III зоне —  $4,27 \pm 0,39) \%$  ( $p < 0,001$ ). В то же время, школьников с низким СДД меньше в I зоне —  $(70,57 \pm 1,89) \%$ , чем во II зоне —  $(76,44 \pm 1,06) \%$  ( $p < 0,01$ ) и III зоне —  $(75,60 \pm 0,82) \%$  ( $p < 0,02$ ).

Воздействие на показатели центральной гемодинамики школьников (ПАД, САД и СДД) загрязнителей атмосферного воздуха от предприятий черной металлургии и коксохимии в зоне обучения учащихся также подтверждается с использованием  $\chi^2$ -критерия ( $p$  от  $< 0,01$  до  $< 0,002$ ).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Под влиянием деятельности предприятий черной металлургии и коксохимии в атмосферном воздухе города на расстоянии до 3 км, но особенно до 1 км от производств, формируются уровни загрязнения атмосферы компонентами выбросов указанных предприятий (взвешенных веществ, оксида углерода, диоксида азота, диоксида серы, сероводорода и фенола), более высокие по сравнению с территорией, удаленной за пределы 3 км от источников.

Таблица 2

**Удельный вес школьников г. Алчевска с различными величинами среднего арифметического давления (САД) в зависимости от места обучения по отношению к промышленной зоне, % ( $n = 4894$ )**

Величина САД	Удельный вес школьников, которые обучались на разных расстояниях от предприятий			$p_{1,2}$	$p_{1,3}$	$p_{2,3}$
	до 1 км	1—3 км	более 3 км			
Общая группа (мальчики + девочки), $\chi^2=136,04$ , $p < 0,002$						
Ниже нормы	$17,90 \pm 1,59$	$12,47 \pm 0,83$	$21,57 \pm 0,79$	$< 0,01$	$< 0,05$	$< 0,001$
В пределах нормы	$68,85 \pm 1,92$	$83,71 \pm 0,92$	$69,34 \pm 0,88$	$< 0,001$	$> 0,05$	$< 0,001$
Выше нормы	$13,25 \pm 1,41$	$3,82 \pm 0,48$	$9,09 \pm 0,55$	$< 0,001$	$< 0,01$	$< 0,001$
Мальчики, $\chi^2=112,63$ , $p < 0,002$						
Ниже нормы	$14,67 \pm 2,07$	$9,74 \pm 1,02$	$21,35 \pm 1,12$	$< 0,05$	$< 0,01$	$< 0,001$
В пределах нормы	$67,58 \pm 2,73$	$85,39 \pm 1,22$	$66,67 \pm 1,29$	$< 0,001$	$> 0,05$	$< 0,001$
Выше нормы	$17,75 \pm 2,23$	$4,87 \pm 0,74$	$11,98 \pm 0,89$	$< 0,001$	$< 0,02$	$< 0,001$
Девочки, $\chi^2=35,53$ , $p < 0,002$						
Ниже нормы	$21,18 \pm 2,41$	$15,52 \pm 1,32$	$21,78 \pm 1,11$	$< 0,05$	$> 0,05$	$< 0,001$
В пределах нормы	$70,14 \pm 2,70$	$81,83 \pm 1,40$	$71,92 \pm 1,21$	$< 0,001$	$> 0,05$	$< 0,001$
Выше нормы	$8,68 \pm 1,66$	$2,65 \pm 0,59$	$6,30 \pm 0,65$	$< 0,001$	$> 0,05$	$< 0,001$

Таблица 3

**Удельный вес школьников г. Алчевска с различными величинами среднего динамического артериального давления (СДД) в зависимости от места обучения по отношению к промышленной зоне, % ( $n = 4894$ )**

Величина СДД	Удельный вес школьников, которые обучались на разных расстояниях от предприятий			$p_{1,2}$	$p_{1,3}$	$p_{2,3}$
	до 1 км	1—3 км	более 3 км			
Общая группа (мальчики + девочки), $\chi^2 = 66,27$ , $p < 0,002$						
Ниже нормы	$70,57 \pm 1,89$	$76,44 \pm 1,06$	$75,60 \pm 0,82$	$< 0,01$	$< 0,02$	$> 0,05$
В пределах нормы	$21,00 \pm 1,69$	$22,31 \pm 1,04$	$20,13 \pm 0,77$	$> 0,05$	$> 0,05$	$> 0,05$
Выше нормы	$8,43 \pm 1,15$	$1,25 \pm 0,28$	$4,27 \pm 0,39$	$< 0,001$	$< 0,001$	$< 0,001$
Мальчики, $\chi^2 = 59,95$ , $p < 0,002$						
Ниже нормы	$66,21 \pm 2,76$	$73,28 \pm 1,53$	$71,16 \pm 1,24$	$< 0,05$	$> 0,05$	$> 0,05$
В пределах нормы	$21,16 \pm 2,39$	$25,30 \pm 1,50$	$23,30 \pm 1,16$	$> 0,05$	$> 0,05$	$> 0,05$
Выше нормы	$12,63 \pm 2,23$	$1,42 \pm 0,41$	$5,54 \pm 0,63$	$< 0,001$	$< 0,01$	$< 0,001$
Девочки, $\chi^2 = 13,84$ , $p < 0,01$						
Ниже нормы	$75,00 \pm 2,55$	$79,97 \pm 1,46$	$79,88 \pm 1,08$	$> 0,05$	$> 0,05$	$> 0,05$
В пределах нормы	$20,83 \pm 2,39$	$18,97 \pm 1,43$	$17,08 \pm 1,01$	$> 0,05$	$> 0,05$	$> 0,05$
Выше нормы	$4,17 \pm 1,18$	$1,06 \pm 0,37$	$3,04 \pm 0,46$	$< 0,02$	$> 0,05$	$< 0,001$

2. Наиболее значительный удельный вес школьников с отклонениями от нормы вегетативных индексов и показателей центральной гемодинамики обнаружен среди учащихся, обучавшихся на расстоянии до 1 км от крупных предприятий черной металлургии и коксохимии — в условиях более высокой техногенной нагрузки, по сравнению с их сверстниками, проходившими обучение на удалении более 3 км от этих производств. Указанные изменения в дальнейшем при определенных условиях могут привести к заболеваниям системы кровообращения.

3. Полученные данные указывают на то, что вегетативные индексы являются адекватными диагностическими критериями отклонений от нормы функционального состояния сердечно-сосудистой системы школьников под влиянием техногенных факторов среды жизнедеятельности и могут быть использованы в процессе осуществления (в первую очередь, в промышленных регионах) государственного социально-гигиенического мониторинга (СГМ).

4. С целью обеспечения защиты здоровья детского населения в промышленных регионах целесообразны разработка и внедрение комплекса мероприятий по сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу от различных источников, организация санитарно-защитных зон (СЗЗ), озеленение территорий и повышение сопротивляемости организма детей и подростков к неблагоприятным факторам среды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рахманин Ю. А., Михайлова Р. М. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины // Гигиена и санитария. — 2014. — № 5. — С. 5—10.
2. Григоренко Л. В., Дзяк М. В., Шевченко О. А. Динаміка показників здоров'я дитячого населення сільських районів Дніпропетровської області // Гігієна населених місць. — 2011. — № 57. — С. 358—366.
3. Агаарков В. И., Грищенко С. В., Коровина В. П. Болезни системы кровообращения среди населения урбанизированного региона. — Донецк: Норд-Пресс, 2004. — 167 с.
4. Харламова Е. Н., Вальцева Е. А. Оценка влияния факторов среды на заболеваемость органов дыхания и сердечно-сосудистой системы среди подростков г. Самары // Гигиена и санитария. — 2014. — № 6. — С. 87—91.
5. Витрук С. К. Пособие по функциональным методам исследования сердечно-сосудистой системы. — К. : Здоров'я. — 1990. — 224 с.

## Контактная информация

**Капранов Сергей Владимирович** — к. м. н., директор Алчевского городского филиала Государственного учреждения «Луганский областной лабораторный центр Госсанэпидслужбы Украины», e-mail: kapranov\_sv0209@mail.ru