

А.Н. Першин

## РЕАКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У РАБОТАЮЩИХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ТРУДА

Кемеровская государственная медицинская академия (Кемерово)

*Показано, что изменения основных гемодинамических показателей в производственно-профессиональных группах на химических производствах связаны с условиями труда. Установлены реакции сердечно-сосудистой системы у работающих химических производств в зависимости от условий труда.*

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистая система, химические производства

## REACTIONS OF CARDIOVASCULAR SYSTEM AT WORKING CHEMICAL MANUFACTURES DEPENDING ON WORKING CONDITIONS

A.N. Pershin

State Medical Academy, Kemerovo

*It is shown, that changes of the basic cardiovascular parameters in industrial-professional groups on chemical manufactures are connected with working conditions. Reactions of cardiovascular system at working in trades on chemical manufactures depending on working conditions are established.*

**Key words:** cardiovascular system, chemical enterprises

Неблагоприятные производственные факторы могут приводить к прогрессированию широко распространенных соматических заболеваний и, в первую очередь, сердечно-сосудистых [6]. Результаты исследований показали развитие разнообразных изменений сердечно-сосудистой системы у лиц при воздействии химического фактора [3, 5, 6]. Изменения, наблюдавшиеся при воздействии на сердечно-сосудистую систему вредных веществ, являются чаще всего вторичными, обусловленными регуляторными расстройствами и общетоксическим действием на организм работающих [6]. Шум также является причиной изменений деятельности сердечно-сосудистой системы у работающих различных производств [4].

**Целью** работы являлось: установить реакции сердечно-сосудистой системы у работающих в зависимости от условий труда на химических производствах.

**Задачами** исследования предусматривалось: изучение функционального состояния сердечно-сосудистой системы в покое, а также реакций сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку у работающих химических производств в зависимости от условий труда.

Исследования проводились в течение 12-часовой смены у работающих химических производств следующих профессиональных групп: аппаратчики, слесари по ремонту технологического оборудования. Контрольную группу составляли электромонтажники, слесари тепломеханического оборудования нехимических производств. Испытуемые были в возрасте 30–45 лет, стаж работы – 5–15 лет. Всего – 326 человек.

Аппаратчики и слесари в условиях производства подвергались воздействию вредных веществ, обладающих раздражающим и нейротоксическим действием (аммиак, диоксид азота, бензол и др.), максимальные и среднесменные концентрации которых в воздухе рабочей зоны оценивались как вредные 1–2 степени. Воздействие вредных веществ на лиц контрольной группы отсутствовало. На работников изучаемых групп действовал широкополосный шум, эквивалентные уровни которого составляли 88–92 дБА и характеризовались как вредные 2 степени. Условия труда по показателю «тяжесть трудового процесса» оценивались у слесарей как вредные 2 степени, у аппаратчиков и работников контрольной группы – вредные 1 степени. Общая оценка условий труда определена для контрольной группы – вредные 1 степени, для аппаратчиков – вредные 2 степени, у слесарей по ремонту – вредные 3 степени.

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы в начале и в конце смены оценивалось по следующим показателям: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин.), артериальное давление – систолическое (САД, мм рт.ст.), диастолическое (ДАД, мм рт.ст.), пульсовое давление (ПД, мм рт.ст), минутный объем крови (МО, л/мин), ударный объем крови (УО, мл), периферическое сопротивление сосудов, (ПСС,  $\text{дин} \times \text{см}^{-5} \times \text{с}$ ), коэффициент выносливости (КВ) в состоянии физиологического покоя. После проведения нагрузочной пробы Мартине проводилось определение индекса восстановления, показателя качества реакции (ПКР) [2].

По результатам вариационной кардиометрии рассчитывались показатели сердечного ритма,

определялся эффект регуляции, функции автоматизма, состояние регуляторных систем [1]. У работников на момент исследований отсутствовали острые заболевания и обострения хронических соматических заболеваний. Работники в течение исследований не употребляли алкогольных напитков и лекарственных препаратов, влияющих на сердечно-сосудистую систему.

Результаты исследований обрабатывались на компьютере с использованием пакета статистических программ «Statistica 6.0» Статистическая обработка результатов включала определение средних величин, ошибки средней, достоверности различий с использованием критерия Стьюдента, а также вычисления коэффициентов корреляции между гемодинамическими показателями.

Анализ полученных результатов показал, что показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы в условиях физиологического покоя к концу смены (табл. 1) изменялись в группах исследуемых.

В контрольной группе в конце смены оставались прежними ЧСС, САД, снижались САД, ДАД, УО, МО, ПСС на 3–9 %, КВ достоверно уменьшался на 9 % ( $p < 0,05$ ). Повышалось достоверно ПД на 11 % ( $p < 0,05$ ).

У аппаратчиков в конце смены увеличивались показатели САД, ДАД, САД, МО на 3–9 %, достоверно возрастали ЧСС на 11 % ( $p < 0,05$ ) и КВ на 15 % ( $p < 0,05$ ), снижались ПД, УО, ПСС на 5–10 %.

У слесарей в конце смены происходило достоверное увеличение ЧСС, САД, ДАД, МО, УО, ПСС и КВ диапазоне 6–32 % ( $p < 0,05$ ) на фоне незначительного снижения значений ПД и роста на 11 % САД.

Таким образом, в условиях физиологического покоя в конце смены реакция сердечно-сосу-

дистой системы на производственную нагрузку у аппаратчиков к концу смены была депрессорного типа. В условиях физиологического покоя в конце смены реакция сердечно-сосудистой системы слесарей в конце смены на производственную нагрузку была прессорного типа. К концу смены у слесарей поддержание гомеостаза обусловлено одновременным увеличением ЧСС, САД и ДАД на фоне резкого подъема ПСС, что расценивается как проявление гипертонической реакции у значительного числа слесарей на производственную нагрузку. Увеличение к концу смены у слесарей КВ при снижении ПД свидетельствует, по-видимому, о снижении функциональных резервов сердечно-сосудистой системы.

При анализе показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы после физической нагрузки работающих химических производств (табл. 2) было установлено, что в контрольной группе у аппаратчиков и слесарей химических производств имеются разнонаправленные изменения в конце смены.

Так, у работающих контрольной группы после нагрузки снижались прирост ЧСС, прирост пульсового давления на 3 %, в то время как аналогичные показатели у аппаратчиков и слесарей достоверно возрастали на 2–44 %. Одновременно в этих группах увеличивались ЧСС на 1-й минуте после физической нагрузки на 7–12 %. Индекс восстановления достигал максимальных значений  $84,6 \pm 4,2$  усл. ед. у слесарей. Показатель качества реакции уменьшался у лиц контрольной группы. У аппаратчиков и слесарей показатель качества реакции возрастал в конце смены и превышал 1. Среднее значение показателя качества реакции у аппаратчиков составило  $1,01 \pm 0,03$  усл. ед. ( $p < 0,05$ ), у слесарей —  $1,06 \pm 0,06$  усл. ед. ( $p < 0,05$ ) по сравнению с ана-

**Таблица 1**

**Изменения в течение смены гемодинамических показателей у работающих химических производств,  $M \pm m$**

Показатели	Начало смены			В конце смены		
	Контрольная группа $n = 85$	Аппаратчики $n = 111$	Слесари $n = 130$	Контрольная группа $n = 85$	Аппаратчики $n = 111$	Слесари $n = 130$
Частота сердечных сокращений, уд./мин.	$73,9 \pm 1,5$	$72,2 \pm 2,4$	$74,5 \pm 1,3$	$74,1 \pm 2,3$	$80,8 \pm 3,2^*$	$82,7 \pm 1,7^*$
Артериальное давление систолическое, мм рт.ст.	$128,3 \pm 1,9$	$122,2 \pm 2,8$	$126,4 \pm 2,3$	$129,0 \pm 4,5$	$116,3 \pm 2,5$	$136,6 \pm 2,1^*$
Артериальное давление диастолическое, мм рт.ст.	$83,0 \pm 2,3$	$78,5 \pm 2,4$	$75,6 \pm 1,3$	$80,0 \pm 3,0$	$80,8 \pm 1,2$	$86,0 \pm 1,1^*$
Пульсовое давление, мм рт.ст.	$45,0 \pm 1,5$	$45,9 \pm 2,1$	$50,2 \pm 1,2$	$49,7 \pm 1,4$	$44,0 \pm 3,2$	$49,7 \pm 1,1$
Среднее динамическое давление, мм рт.ст.	$97,7 \pm 2,3$	$92,4 \pm 2,5$	$99,1 \pm 1,1$	$97,4 \pm 2,8$	$87,9 \pm 2,2$	$110 \pm 2,1^*$
Ударный объем, мл	$95,5 \pm 1,6$	$100,9 \pm 1,6$	$94,1 \pm 0,6$	$93,7 \pm 2,1$	$97,6 \pm 2,5$	$98,2 \pm 0,7^*$
Минутный объем, л	$6,9 \pm 0,4$	$7,1 \pm 0,3$	$7,2 \pm 0,2$	$6,7 \pm 0,3$	$7,7 \pm 0,5$	$8,2 \pm 0,2^*$
Периферическое сопротивление сосудов, $\text{дин} \times \text{см}^{-5} \times \text{с}$	$1132 \pm 21$	$1040 \pm 40$	$1100 \pm 21$	$1004 \pm 41$	$950 \pm 77,6^*$	$1450 \pm 12^*$
Коэффициент выносливости, усл.ед.	$16,4 \pm 0,4$	$15,7 \pm 0,4$	$15,5 \pm 0,2$	$14,8 \pm 0,3^*$	$18,0 \pm 0,3^*$	$16,5 \pm 0,3^*$

**Примечание:** \* – статистически достоверные различия между периодами смены «начало смены» и «конец смены» ( $P < 0,05$ ).

логичными показателями в начале смены. Это свидетельствовало о неблагоприятной реакции сердечно-сосудистой системы у аппаратчиков и слесарей на физическую нагрузку после выполнения функциональной пробы.

Анализ показателей сердечного ритма в течение смены у работающих химических производств позволил выявить различные типы состояния вегетативной нервной системы, от воздействия факторов производственной среды (табл. 3).

Показатели сердечного ритма у лиц изучаемых профессий перед началом работы соответствовали нормотоническому типу регуляции. В конце смены у работающих контрольной группы показатели вариационного размаха снизились на 27 % на фоне незначительного увеличения моды ( $M_o$ ) и амплитуды моды ( $A M_o$ ). При этом средний индекс напряжения регуляторных механизмов (ИН) уменьшился с 283,2 усл. ед. до 257,5 усл. ед. При этом коэффициент вариации не изменился. В конце смены у аппаратчиков показатели вариационного размаха снизились на 15 % на фоне незначительного увеличения  $M_o$  и  $A M_o$ . При этом средний индекс напряжения регуляторных механизмов (ИН) достоверно увеличился в 2,5 раза. Коэффициент вариации возрос до 10,9 %.

В конце смены у слесарей показатели вариационного размаха увеличились до  $0,50 \pm 0,08$  сек. на фоне снижения  $M_o$  на 12 % и подъема  $A M_o$  до  $67,3 \pm 3,1$  %. При этом ИН составил  $386,9 \pm 15,6$  усл. ед. Коэффициент вариации возрос на 40 %. Следовательно, в конце смены у слесарей регистрируется состояние функционального напряжения регуляторных механизмов.

При исследовании функционального состояния сердечно-сосудистой системы по показателям «суммарный эффект регуляции» (табл. 4) в течение смены у работающих было установлено, что в начале смены доли лиц составляли в группах: «нормокардия» – 41,3–57,7 %, «умеренная тахикардия» – 28,6–34,6 %, «выраженная тахикардия» – 7,7–13 %, «умеренная брадикардия» – 7,1 %. Таким образом, доминировали лица с нормальным функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы. В конце смены у работающих всех групп в структуре доминировало состояние «умеренная тахикардия», доли лиц составляли 43,5–50 % и состояние «выраженная тахикардия», которая значительно чаще встречалась в группах аппаратчиков и слесарей, достигая максимального значения 30,4 % у слесарей.

**Таблица 2**  
**Изменения в течение смены гемодинамических показателей после физической нагрузки у работающих химических производств,  $M \pm m$**

Показатели	Начало смены			В конце смены		
	Контрольная группа $n = 85$	Аппаратчики $n = 111$	Слесари $n = 130$	Контрольная группа $n = 85$	Аппаратчики $n = 111$	Слесари $n = 130$
Прирост частота сердечных сокращений после нагрузки, уд./мин.	18,3 ± 1,2	22,2 ± 1,4	23,2 ± 1,4	17,9 ± 1,3	22,6 ± 3,2	33,4 ± 2,1*
Прирост пульсового давления после нагрузки, мм рт.ст	17,4 ± 1,2	21,4 ± 2,1	21,3 ± 2,1	17,0 ± 4,5	22,2 ± 2,6	35,4 ± 3,2
Частота сердечных сокращений на 1 минуте после нагрузки, уд./мин.	85,0 ± 2,4	86,2 ± 1,3	91,3 ± 5,2	90,6 ± 6,8	92,6 ± 5,8	101,6 ± 5,8
Индекс восстановления, усл.ед.	74,2 ± 2,4	75,1 ± 2,2	75,2 ± 3,6	73,4 ± 1,4	80,0 ± 1,4*	84,6 ± 4,2
Показатель качества реакции	0,95 ± 0,03	0,96 ± 0,02	0,96 ± 0,03	0,94 ± 0,02	1,09 ± 0,03*	1,16 ± 0,06*

**Примечание:** \* – статистически достоверные различия между периодами смены «начало смены» и «конец смены» ( $P \leq 0,05$ ).

**Таблица 3**  
**Показатели сердечного ритма в течение смены у работающих химических производств,  $M \pm m$**

Показатели	Начало смены			В конце смены		
	Контрольная группа $n = 85$	Аппаратчики $n = 111$	Слесари $n = 105$	Контрольная группа $n = 85$	Аппаратчики $n = 111$	Слесари $n = 105$
Мода, с	0,82 ± 0,02	0,85 ± 0,02	0,8 ± 0,01	0,83 ± 0,02	0,7 ± 0,08	0,7 ± 0,02*
Амплитуда моды, %	57,6 ± 2,9	52,4 ± 4,2	61,2 ± 5,2	58,6 ± 6,8	59,1 ± 7,1	67,3 ± 3,1
Вариационный размах, с	0,48 ± 0,07	0,49 ± 0,01	0,48 ± 0,06	0,35 ± 1,4	0,42 ± 0,08	0,50 ± 0,08
Индекс напряжения, усл.ед.	283,2 ± 27,9	100,4 ± 22,5	223,5 ± 19,1	257,5 ± 51,8	221,6 ± 45,8*	386,9 ± 15,6*

**Примечание:** \* – статистически достоверные различия между периодами смены «начало смены» и «конец смены» ( $P \leq 0,05$ ).

При анализе функционального состояния сердечно-сосудистой системы по показателям «функция автоматизма» в течение смены у работающих было установлено преобладание в начале смены во всех группах долей лиц с умеренной синусовой аритмией 40,0–62,5 %. Доли лиц составили: 12,5–43,3 % с умеренными нарушениями автоматизма сердечного ритма, 13,3–20,4 % с признаками выраженного нарушения автоматизма. В конце смены формировалась тенденция в группах аппаратчиков и слесарей к увеличению доли лиц, у которых регистрировались признаки выраженного нарушения автоматизма сердечного ритма. Доли лиц их в группе аппаратчиков составили 12,5 %, в группе слесарей – 17,4 %.

При оценке состояния регуляторных систем преимущественно выявлялись в начале смены в группах обследуемых лица, состояние которых квалифицировалось как «норма». Доли таких работающих составляли в контрольной группе 37,5 %, среди аппаратчиков – 61,5 %, среди слесарей – 24,1 %. В состоянии «функциональное напряжение» регуляторных механизмов в начале смены находилось 45,8, 38,5 и 55,1 % работающих соответственно. В конце смены происходило изменение структуры в состоянии деятельности регуляторных механизмов. Доминировало в группах состояние «функциональное напряжение», достигающее максимальных чисел среди слесарей – 82,6 %, на фоне стабилизации доли лиц, находящихся в состоянии «перенапряжение», что рассматривалось нами как компенсаторная реакция на производственную нагрузку.

Определялись корреляционные связи в течение смены между основными гемодинамическими показателями в контрольной группе, у ап-

паратчиков и слесарей химических производств (табл. 5).

Зависимость между гемодинамическими показателями сначала определялась в контрольной группе, выделялись достоверные корреляционные связи между показателями. Они использовались далее для сравнения в группах аппаратчиков и слесарей. Установлено, что в динамике смены в контрольной группе регистрировалась десинхронизация корреляционных связей, однако уменьшение силы связей к концу смены не приводило к дестабилизации гемодинамических показателей. Сумма корреляционных связей уменьшалась на 9 % и составляла 3,19. У аппаратчиков в течение смены происходила трансформация обратных связей в прямые, средние по силе связи, увеличивалось число прямых корреляционных связей между гемодинамическими показателями. У слесарей к концу смены происходила синхронизация связей между системными гемодинамическими показателями. Устанавливались жесткие, прямые, достоверные корреляционные связи между показателями ЧСС и КВ, САД и ДАД, САД и СДД, ДАД и ПСС, которые могут определять гипертонический тип реакции сердечно-сосудистой системы в конце смены у слесарей на производственную нагрузку.

**ВЫВОДЫ**

1. У работающих химических производств в течение смены имеются тенденции к ухудшению функционального состояния сердечно-сосудистой системы.
2. У работающих химических производств в зависимости от условий труда могут возникать в конце смены различные типы реакций сердеч-

**Таблица 4**  
**Доля лиц с изменяющимися показателями сердечного ритма в течение смены, %**

Показатели	Начало смены			В конце смены		
	Контрольная группа	Аппаратчики	Слесари	Контрольная группа	Аппаратчики	Слесари
<b>Суммарный эффект регуляции</b>						
Нормокардия	57,7	64,3	41,3	42,9	25,0	26,1
Умеренная тахикардия	34,6	28,6	44,8	50,0	50,0	43,5
Выраженная тахикардия	7,7	–	13,7	7,1	25,0	30,4
Умеренная брадикардия	–	7,1	–	–	–	–
<b>Функция автоматизма</b>						
Умеренная синусовая аритмия	62,5	57,1	40,0	50,0	37,5	34,8
Выраженная синусовая аритмия	4,16	14,3	3,3	-	25,0	13,0
Нарушения автоматизма умеренные	12,5	28,6	43,3	6,7	25,0	34,8
Нарушения автоматизма выраженные	20,84		13,3	13,3	12,5	17,4
<b>Состояние регуляторных систем</b>						
Норма	37,5	61,5	24,1	40,0	37,5	4,3
Функциональное напряжение	45,8	38,5	55,1	46,7	57,1	82,6
Перенапряжение	16,7	-	17,2	6,7	7,1	13,1

Таблица 5

Корреляционные связи между основными гемодинамическими показателями в течение смены в изучаемых группах

Показатели	Контрольная группа		Аппаратчики		Слесари	
	Начало смены	В конце смены	Начало смены	В конце смены	Начало смены	В конце смены
	$\rho_{xy}$	$\rho_{xy}$	$\rho_{xy}$	$\rho_{xy}$	$\rho_{xy}$	$\rho_{xy}$
ЧСС – УО	0,44	0,42	0,56	0,69	0,48	0,76
ЧСС – ПСС	-0,32	-0,68	-0,15	0,25	0,12	0,55
ЧСС – КВ	0,62	0,38	0,36	0,77	0,42	0,88
САД – ДАД	0,76	0,42	0,78	0,71	0,88	0,96
САД – МО	0,76	0,78	0,48	0,52	0,42	0,66
САД – СДД	0,88	0,85	0,16	0,18	0,40	0,78
ДАД – ПСС	0,58	0,32	0,48	0,46	0,55	0,81
ДАД – СДД	0,28	0,22	0,52	0,54	0,6	0,71
УО – ПСС	-0,45	-0,12	-0,28	0,18	0,32	0,54
УО – КВ	-0,35	-0,29	-0,48	-0,5	-0,29	0,62
МО – ПСС	0,42	0,41	0,23	0,18	0,2	-0,65
ПД – ПСС	-0,42	-0,36	-0,42	0,11	0,18	0,65
КВ – ПД	0,72	0,84	0,68	0,62	0,58	-0,34
Сумма $\rho_{xy}$	3,92	3,19	2,92	4,71	4,86	6,93

но-сосудистой системы на производственную нагрузку.

3. Изменения в конце смены гемодинамических показателей у аппаратчиков и слесарей свидетельствуют о неблагоприятной реакции сердечно-сосудистой системы на функциональную пробу при сочетанном воздействии факторов рабочей среды.

4. В течение смены изменения сердечно-сосудистой системы носят компенсаторный характер у работников химических производств, в возрасте 30–45 лет и стаже работы 5–15 лет, подвергающихся сочетанному действию концентраций вредных веществ, обладающих раздражающим, нейротоксическим действием и уровнем шума, превышающих гигиенические нормативы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р.М. Баевский. — М.: Медицина, 1979. — 295 с.

2. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы / Под ред. Т.С. Виноградовой. — М.: Медицина, 1986. — 416 с.

3. Попович М.И. Токсическое и аутоиммунное повреждение миокарда / М.И. Попович. — Кишинев: Штиинца, 1988. — 272 с.

4. Солонин Ю.Г. Функциональное состояние при трудовой деятельности, работоспособность и здоровье человека / Ю.Г. Солонин, С.Б. Маслянцева, З.М. Кузнецова // Физиология человека. — 1984. — Т. 10, № 1. — С. 66–71.

5. Трахтенберг И.М. Методы изучения хронического действия химических и биологических загрязнителей / И.М. Трахтенберг, А.А. Тимофиевская, И.Я. Квятковская — Рига: Зинатне, 1987. — 172 с.

6. Трахтенберг И.М. Химические факторы производственной среды и сердечно-сосудистая система / И.М. Трахтенберг, В.А. Тычинин. — Ереван: Айастан, 1992. — 276 с.