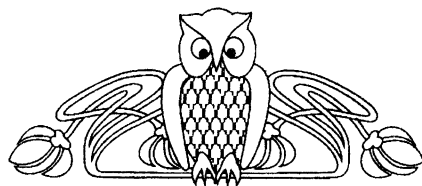




УДК 612.17/18; 599.323.4

## ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ХОЛОДОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ЧЕЛОВЕКА

М.Д. Сметанина, Л.Н. Шорина, Т.В. Тарасова



Саратовский государственный университет  
E-mail: pha@rambler.ru

Показано, что при адаптации людей к пониженной температуре воздуха и при остром локальном холодом воздействии происходят разнонаправленные изменения показателей сердечно-сосудистой системы. У людей, адаптированных к работе в прохладном помещении, изменения сердечного ритма и артериального давления при кратковременном охлаждении кисти руки отсутствуют.

**Ключевые слова:** адаптация к холоду, холодовой стресс, сердечно-сосудистая система.

**Indexes of Cardio-Vascular System Influenced by Cold Temperature**

M.D. Smetanina, L.N. Shorina, T.V. Tarasova

There were represented that diversified changes of the cardiovascular system's indexes are resulted from human adaptation to the temperature is much down and to the hard local cold temperature effect. People who have adaptation to the work in the cold accommodations have no changes in heart pulse and in arterial pressure during the short-term cooling of an arm.

**Key words:** cold stress, adaptation to the cold, cardiovascular system.

В настоящее время очень актуальна проблема изучения реакций организма на воздействие холода. На основе исследований клиницистов и метеорологов ученые пришли к выводу о зависимости биологических процессов от условий погоды. Чувствительность к погоде, по мнению многих авторов, определяется прежде всего функциональным состоянием вегетативной нервной системы. Знание особенностей адаптации организма человека имеет не только важное общетеоретическое значение, но и несомненное прикладное в связи с возможностью создания на этой основе эффективных профилактических и оздоровительных программ [1].

Трудовая деятельность человека, протекающая в холодное время года в неотапливаемых производственных помещениях, на открытых территориях, связана с воздействием на организм низких температур. Низкая температура воздуха является одним из вредных

факторов производства, приводящих к стрессу [2, 3]. Реакции терморегуляции являются приспособительными, но вместе с тем они могут стать основой для развития различных нарушений, особенно в том случае, если окажутся чрезмерно выраженными, длительными, неадекватными силе холодого раздражения [4]. Стрессовое воздействие холода не только сопровождается адаптивными изменениями, но и может привести к патологическим изменениям в организме, а при чрезмерном переохлаждении – даже к летальному исходу [3, 5, 6]. Имеются данные о том, что при резком снижении температуры окружающего воздуха достоверно увеличивается частота возникновения инфаркта миокарда [7]. Все это свидетельствует о важной роли температурного фактора в изменении различных показателей сердечно-сосудистой системы.

В связи с этим представляют практический интерес вопросы, связанные с исследованием реакций сердечно-сосудистой системы человека на холодое воздействие. Изучали функциональные особенности сердечно-сосудистой системы 23 человек от 30 до 40 лет, работающих в рыбном цехе при пониженной температуре воздуха (+13°C) и контактирующих с охлажденным сырьем. В качестве стрессорного воздействия применяли погружение кисти руки в холодную воду температурой +4°C на 4 мин. Для сравнения были взяты показатели сердечно-сосудистой деятельности людей, работающих при более высокой (+22°C) температуре воздуха (25 человек 30–40 лет). Выбор показателей системы кровообращения был обусловлен общепризнанной ведущей ролью сердечно-сосудистой системы в обеспечении адаптивных реакций организма к факторам окружающей



среды. Систолическое и диастолическое артериальное давление (САД и ДАД соответственно) измеряли по методу Короткова, частоту сердечных сокращений (ЧСС) – пальпаторно. Вычисляли пульсовое давление (ПД), систолический и минутный объем крови (СО и МО), коэффициент выносливости (КВ) сердечно-сосудистой системы.

Было обнаружено, что при длительном воздействии холодового фактора возникают существенные изменения в работе системы кровообращения, что проявляется в изменении базальных уровней изученных показателей у людей, работающих при относительно низкой температуре воздуха (табл.1). Так, у них по сравнению с контрольной группой ЧСС уменьшилась на 20% – с  $75.7 \pm 2.0$  уд./мин до  $60.3 \pm 2.7$  уд./мин. Наряду с этим выявлено существенное снижение сердечного выброса, что свидетельствует об уменьшении силы сокращений. Так, СО крови изменился с  $72.1 \pm 1.2$  мл до  $59.0 \pm 4.5$  мл, а МО – с  $5.5 \pm 0.2$  л/мин до  $3.6 \pm 0.3$  л/мин.

Таблица 1

Сравнение показателей гемодинамики у людей, работающих при различной температуре воздуха

Показатели гемодинамики	Температура воздуха	
	+22°C	+13°C
САД, мм рт. ст.	$129.2 \pm 1.8$	$121.9 \pm 2.5^*$
ДАД, мм рт. ст.	$79.5 \pm 0.8$	$75.0 \pm 2.3$
ПД, мм рт. ст.	$49.7 \pm 2.1$	$46.9 \pm 1.3$
ЧСС, уд./мин	$75.7 \pm 2.0$	$60.3 \pm 2.3^*$
СО, мл/уд.	$72.1 \pm 1.2$	$59.0 \pm 4.5^*$
МО, л/мин	$5.5 \pm 0.2$	$3.6 \pm 0.3^*$
КВ, усл. ед.	$15.2 \pm 0.5$	$12.9 \pm 0.6^*$

\* Различия достоверны ( $p < 0.05-0.001$ ) относительно показателей при температуре воздуха +22°C.

В результате отрицательных хроно- и инотропного эффектов у людей, работающих при пониженной температуре воздуха, происходит снижение САД до  $121.9 \pm 2.5$  мм рт. ст. Известно, что адаптация к длительному холодовому воздействию сопровождается повышением периферического сопротивления [8]. Вероятно, это и явилось причиной того, что на фоне САД, пониженного вследствие уменьшения сердечного выброса, сохраняется исходный уровень ДАД.

Выявленные изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы можно рассматривать как адаптацию к длительной работе в условиях низкой температуры воздуха.

Интересно, что существенное снижение сердечного выброса выявлено у мужчин, работающих на предприятиях Западной Сибири и адаптированных к комплексу факторов окружающей среды, одним из которых является пониженная температура воздуха [9].

Показателем функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы является КВ. Его значение более 16 усл. ед. является неблагоприятным признаком. У обследованных нами добровольцев обеих групп КВ оказался ниже этого уровня, однако у людей, длительное время находящихся в помещении с температурой воздуха +13°C, этот показатель достоверно меньше, чем в контрольной группе. Можно предположить, что адаптация к данным условиям, мобилизуя сердечно-сосудистую систему, повышает её функциональные возможности.

В ходе эксперимента изучали также изменение параметров гемодинамики при кратковременном локальном холодовом стрессе. Субъективно данное воздействие воспринималось испытуемыми контрольной группы как достаточно сильный раздражитель, в некоторых случаях сопровождавшийся даже болевыми ощущениями. Испытуемые – работники рыбного цеха – достаточно легко переносили данное воздействие.

Оказалось, что кратковременное охлаждение кисти руки людей, не адаптированных к пониженной температуре, вызывало у них достоверное изменение ЧСС с  $75.7 \pm 2.0$  до  $83.1 \pm 2.3$  уд./мин. Вместе с увеличением частоты возрастала и сила сердечных сокращений, что отразилось на СО крови. Возрастание СО сопровождалось увеличением МО крови. При достоверном повышении САД практически не изменилось ДАД. Не повлияло данное воздействие и на КВ сердечно-сосудистой системы добровольцев данной группы (табл. 2).

Известно, что в реакциях организма на острое охлаждение участвует симпатoadrenalовая система. При этом происходят активация периферической симпатической нерв-



Таблица 2

**Влияние кратковременного охлаждения кисти руки на параметры гемодинамики у лиц, работающих при температуре воздуха +22°C**

Показатели	Исходное состояние	Кратковременное охлаждение кисти руки
САД, мм рт. ст.	129.2±1.8	135.5±1.6 *
ДАД, мм рт. ст.	79.5±0.8	81.3±0.8
ПД, мм рт. ст.	49.7±2.1	54.3±2.5
ЧСС, уд./мин	75.7±2.0	83.1±2.3 *
СО, мл/уд.	72.1±1.2	75.3±1.2 *
МО, л/мин	5.5±0.2	6.3±0.3 *
КВ, усл. ед.	15.2±0.5	15.3±0.5

\* Различия достоверны ( $p < 0.05-0.001$ ) относительно показателей в исходном состоянии.

ной системы и повышение концентрации катехоламинов в крови [7, 10–13], что, возможно, и является причиной описанных изменений у лиц, работающих при достаточно комфортных температурных условиях окружающей среды (+22°C).

У людей, на протяжении всего рабочего дня находящихся в помещении с температурой воздуха +13°C и контактирующих с охлажденными рыбопродуктами, на фоне адаптивных изменений параметров гемодинамики к данным условиям труда реакция сердечно-сосудистой системы на кратковременный холодовой стресс отсутствовала (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние кратковременного охлаждения кисти руки на параметры гемодинамики у лиц, работающих при температуре воздуха +13°C**

Показатели	Исходное состояние	Кратковременное охлаждение кисти руки
САД, мм рт. ст.	121.9±2.5	119.4±2.1
ДАД, мм рт. ст.	75.0±2.3	74.2±3.0
ПД, мм рт. ст.	60.3±2.3	57.9±2.1
ЧСС, уд./мин	46.9±1.3	45.2±1.9
СО, мл/уд.	59.0±4.5	57.1±3.1
МО, л/мин	3.6±0.3	3.3±0.5
КВ, усл. ед.	13.0±0.6	12.8±0.8

Таким образом, при адаптации к длительному пребыванию в помещении с пониженной до +13°C температурой воздуха и при кратковременном охлаждении кисти руки происходят разнонаправленные реакции

со стороны сердечно-сосудистой системы. У людей, адаптированных к работе в прохладном помещении, изменения сердечного ритма и артериального давления при кратковременном локальном холодом воздействием отсутствуют.

*Исследования выполнены при частичной финансовой поддержке BRHE (грант SR-006-XI).*

**Библиографический список**

1. Маликов Н.В. О некоторых методических подходах к оценке адаптивных возможностей сердечно-сосудистой системы организма // Вісник Запорізького державного університету. 2001. №1. С.15–20.
2. Коцеев В.С. Физиология и гигиена индивидуальной защиты человека от холода. М., 1981. 287 с.
3. Афанасьева Р.Ф., Бурмистрова О.В. Холодовой стресс, критерии оценки, прогнозирование риска охлаждения человека // Безопасность жизнедеятельности. 2006. №2. С.16–21.
4. Козырева Т.В., Верхогляд Л.А. Функциональные значения динамической активности холодовых рецепторов кожи // Физиол. журн. СССР. 1989. Т.75, №1. С.117–123.
5. Воронин Н.М. Основы медицинской и биологической климатологии. М., 1981. 351 с.
6. Tipton M., Eglin C., Gennser M., Golden F. Immersion deaths and deterioration in swimming performance in cold water // Lancet. 1999. Vol.354, №9179. P.626.
7. Барбараш Н.А. Периодическое действие холода и устойчивость организма // Успехи физиол. наук. 1996. Т.27, №4. С.116–132.
8. Эккерт Р., Рэнделл Д., Огастин Д. Физиология животных: Механизмы и адаптация: В 2 т. / Пер. с англ. М., 1992. Т.2. 344 с.
9. Маликов Н.В. Сравнительный анализ функционального состояния сердечно-сосудистой системы рабочих-мужчин Украины и Западной Сибири // Вісник Запорізького державного університету. 2001. №2. С.7–12.
10. Козырева Т.В., Ткаченко Е.Я., Козарук В.П., Латышева Т.В., Гилинский М.А. Особенности реакции симпатoadrenalовой системы крыс при разных типах охлаждения // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 1999. Т.85, №11. С.1434–1439.
11. Depocas F., Behrens W.A. Levels of noradrenaline in plasma during thermogenesis induced by cold-exposure infusion in warm- and cold-acclimated rats // Effect of thermogenesis. Basel, Stuttgart. 1978. P.135–146.
12. Depocas F., Behrens W.A., Foster D.O. Noradrenaline-induced calorogenesis in warm- and in cold-acclimated rats. The interrelation of dose of noradrenaline, its concentration in arterial plasma, and calorogenic response // Can. J. Physiol. Pharm. 1978. V.56. P.168–174.
13. Jansky I. Humoral thermogenesis and its role in maintaining energy balance // Physiol. Rev. 1995. Vol.75. P.237–259.