

УДК [612.1+612.8]:612.084

DOI: 10.37482/2687-1491-Z077

ВЛИЯНИЕ ЦИКЛА КОНТРАСТНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА ОРГАНИЗМ МУЖЧИН ТРУДОСПОСОБНОГО ВОЗРАСТА С РАЗНЫМ ТИПОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

Т.А. Фишер* ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9614-9907>

С.С. Колыванова* ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0579-081X>

*Федеральный исследовательский центр «Тюменский научный центр
Сибирского отделения Российской академии наук»
(г. Тюмень)

Цель. Статья посвящена исследованию характера изменений гемодинамических и психофизиологических параметров у мужчин трудоспособного возраста при многократном повторении контрастных температур в зависимости от типа саморегуляции кровообращения. **Материалы и методы.** Выборку исследования составили 14 мужчин трудоспособного возраста ($34,77 \pm 5,66$ лет; офисные работники), по данным вегетативного индекса Кердо разделенные на две группы: с симпатическим ($n = 8$) и парасимпатическим типом саморегуляции ($n = 6$). Закаливающие мероприятия проводились согласно определенной схеме контрастных температурных воздействий. Оценка гемодинамических, психофизиологических показателей и адаптационного потенциала осуществлялась за 20 мин до начала и через 20 мин после воздействия контрастной смены температур (чередования температурных циклов). Изучена динамика частоты сердечных сокращений, артериального давления, систолического объема крови, минутного объема кровообращения, периферического сопротивления сосудов, адаптационного потенциала по Баевскому. Интегральные психофизиологические показатели определялись по экспресс-методу Люшера. **Результаты.** У исследуемых с преобладанием симпатической регуляции как до начала контрастных температурных воздействий, так и после отмечались более высокие значения частоты сердечных сокращений и минутного объема кровообращения, более низкий показатель периферического сопротивления сосудов, чем у лиц с парасимпатикотонией. Для лиц с преобладанием парасимпатической регуляции было характерно значимое снижение минутного объема кровообращения и увеличение периферического сопротивления сосудов после контрастных воздействий по сравнению с исходными данными. Обнаружены статистически значимые различия по интегральным показателям «гетерономность/автономность» и «баланс личностных свойств» между группами с симпатическим и парасимпатическим типом саморегуляции кровообращения до закаливающих мероприятий. Проведенное исследование свидетельствует о том, что многократное контрастное температурное воздействие оказывает влияние не только на гемодинамические показатели, но и изменяет психофизиологические параметры, в частности мотивированное поведение.

Ответственный за переписку: Колыванова Светлана Сергеевна, адрес: 625026, г. Тюмень, ул. Малыгина, д. 86; e-mail: kolyvanova93@mail.ru

Для цитирования: Фишер Т.А., Колыванова С.С. Влияние цикла контрастных температур на организм мужчин трудоспособного возраста с разным типом вегетативной регуляции // Журн. мед.-биол. исследований. 2021. Т. 9, № 3. С. 394–404. DOI: 10.37482/2687-1491-Z077

Ключевые слова: многократное контрастное температурное воздействие, чередование температурных циклов, температурный стресс, вегетативная регуляция сердечной деятельности, гемодинамические показатели, адаптационный потенциал, психофизиологические показатели, мужчины трудоспособного возраста.

Функциональные реакции организма на различные экстремальные воздействия, в т. ч. температурный стресс, носят индивидуальный характер и проявляются на физиологическом уровне [1–3] с вовлечением психических процессов [4, 5]. Одним из индикаторов адаптационных реакций организма на стрессорное воздействие является функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (ССС), которое опосредовано активностью вегетативной нервной системы (ВНС) и имеет общее звено управления со стрессорной регуляцией организма. Изменения гемодинамических показателей в ответ на стрессорное воздействие могут отражать общую напряженность функционирования адаптационных систем организма [6, 7].

Регулярное плавание в холодной воде разнопланово влияет на здоровье человека, инициируя немедленные и долгосрочные физиологические и биохимические реакции. Активируются механизмы антиоксидантной защиты и иммунных реакций, происходит быстрое восстановление утомленных мышц [8]. Уменьшается риск сердечно-сосудистых заболеваний за счет увеличения фибринолитической активности и стимуляции эндотелиальной продукции окиси азота и простагличина, которые являются мощными сосудорасширяющими соединениями с антитромботическим действием [9]. Снижается ситуационная тревожность [10], а сложные волевые задания выполняются легче за счет активизации психофизиологических ресурсов организма [11]. Регулярное систематическое погружение в холодную воду уменьшает затраты организма на адаптацию к обучению, запуская биохимические и молекуляр-

ные процессы организма, которые влияют на психические, в частности когнитивные, процессы [12]. Такие реакции организма представляют собой комплексную адаптацию организма к холодному стресс-фактору.

Закаливание представлено многообразным оздоровительных процедур (обливание холодной водой, окунание в холодную воду и плавание в ней, спортивное зимнее плавание и др.). По всему миру отмечается повышение интереса населения к закаливающим процедурам независимо от национальности, возраста и социального положения, что представляет собой уникальный социальный феномен [13, 14]. Люди, занимаясь различными практиками, направленными на сохранение здоровья, включают в режим водно-холодовые процедуры, чередуя их с баней или сауной [15–18]. Изучение механизмов закаливания необходимо для понимания профилактических и оздоровительных эффектов подобных мероприятий, а также для разработки методов и подходов, обеспечивающих оптимум адаптации человека не только к неблагоприятным факторам среды, но и стрессам повседневной жизни.

Цель исследования – оценить изменение гемодинамических, психофизиологических показателей и адаптационного потенциала мужчин трудоспособного возраста с разным функциональным состоянием вегетативной нервной системы под влиянием многократного контрастного температурного воздействия.

Материалы и методы. Исследование проводилось в пригороде г. Тюмень на оз. Липовое. Климат в этой географической зоне (юг Западной Сибири) – умеренный. На момент исследования (середина января) отмечены следующие

погодные условия: температура воздуха составила $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура воды $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$, относительная влажность воздуха -83% ; ветер – южный до 5 м/с с порывами до 11 м/с ; атмосферное давление ниже нормы -743 мм рт. ст. . Температура воды и воздуха во время исследования не изменялась.

Участники исследования – 14 мужчин трудоспособного возраста (периодизация согласно приказу Росстата от 17.07.2019 № 409), средний возраст которых $-34,77\pm 5,66$ лет, офисные работники. Опыт закаливания у участников исследования составил три месяца с регулярностью один раз в неделю. Были подписаны добровольные согласия на участие в научном исследовании. Отмечены следующие сложности в проведении исследования: 1) организация людей в одно и то же время с соблюдением строгой последовательности закаливающих процедур; 2) подбор группы людей, которые имели определенный настрой и мотивацию.

По данным вегетативного индекса Кердо ($\text{ВИК} = (1 - \text{ДАД}/\text{ЧСС}) \cdot 100$, где ДАД – диастолическое артериальное давление; ЧСС – частота сердечных сокращений) были сформированы две группы: 1) 8 мужчин с преобладанием симпатических влияний ВНС ($\text{ВИК} = 11,75\pm 4,70$ у. е.); 2) 6 мужчин с парасимпатическим типом саморегуляции ($\text{ВИК} = -20,83\pm 5,20$ у. е.). Разделение по ВИК было связано с неоднозначной реакцией организма на стрессорное воздействие в зависимости от функционального состояния ВНС. Положительное значение индекса указывает на преобладание симпатических реакций, а отрицательное – на преобладание парасимпатического тонуса. При равновесии влияний симпатического и парасимпатического отделов ВНС на ССС вегетативный индекс приближается к нулю [19]. Группы были статистически однородны по индексу массы тела: в 1-й группе он составил $25,37\pm 1,32$, во 2-й – $24,54\pm 1,51$.

Критериями включения являлись допуски врача-кардиолога и врача-терапевта, критериями невключения – наличие в анамнезе хронических заболеваний, ожирение III степени, варикозное расширение вен, заболевание щитовидной железы (гипертиреоз II или III степени), ишемическая болезнь сердца, злокачественные новообразования. Допуск к закаливающим процедурам осуществлялся: по данным оценки общего самочувствия (отличное, хорошее); по реакции организма на предстоящий стресс – уровню артериального давления (диапазон систолического давления САД = $110\text{--}155\text{ мм рт. ст.}$, диастолического – ДАД = $65\text{--}90\text{ мм рт. ст.}$); по среднестатистической нормальной частоте сердечных сокращений здорового человека ($\text{ЧСС} = 60\text{--}90$ уд./мин).

Измерение САД и ДАД, а также ЧСС было проведено дважды: 1) перед воздействием контрастной смены температур (за 20 мин); 2) после окончания всех этапов холодного воздействия (через 20 мин). Каждый замер проводился с помощью автоматического аппарата Omron 705IT (Япония) трехкратно с последующим усреднением показателей.

Множественное повторение холодного воздействия соответствовало следующим этапам (циклам):

1. Длительный контрастный цикл: разминка перед погружением в холодную воду из природного водоема для разогрева тела с помощью физических упражнений (1–2 мин); окувание в холодную воду до уровня шеи (30 с); воздушная пауза с элементами дыхательных упражнений по методике Стрельниковой (1–2 мин); окувание в холодную воду до уровня шеи (20 с); посещение сауны (температура $+90\text{...}+92\text{ }^{\circ}\text{C}$, 15–20 мин).

2. Средний контрастный цикл: окувание в холодную воду до уровня шеи (20 с); воздушная пауза с элементами дыхательных упражнений по методике Стрельниковой (1–2 мин); посещение сауны (температура $+90\text{...}+92\text{ }^{\circ}\text{C}$, 10–15 мин).

3. Кратковременный контрастный цикл:
1) окунание в холодную воду с головой (10 с), посещение сауны (+90...+92 °С, 5–10 мин);
2) окунание в холодную воду с головой (10 с), посещение сауны (+90...+92 °С, 5–10 мин);
3) окунание в холодную воду с головой (10 с), растирание полотенцем, питье воды.

По данным САД, ДАД и ЧСС вычислялись показатели функционального состояния кровообращения: систолический объем крови СОК = $90,97 + 0,54 \cdot \text{ПД} - 0,57 \cdot \text{ДАД} - 0,61 \cdot \text{В}$ (где ПД – пульсовое давление; В – возраст, лет); минутный объем крови МОК = СОК · ЧСС; периферическое сопротивление сосудов ПСС = $\text{АД}_{\text{ср}} \cdot 1333 \cdot 60 / \text{МОК}$ (где $\text{АД}_{\text{ср}}$ – среднее артериальное давление, мм рт. ст., $\text{АД}_{\text{ср}} = \text{ДАД} + \text{ПД}/3$ (формула Хиккема)). Оценивался адаптационный потенциал по методу Баевского: $\text{АП} = 0,011 \cdot \text{ЧСС} + 0,014 \cdot \text{САД} + 0,008 \cdot \text{ДАД} + 0,009 \cdot \text{МТ} - 0,009 \cdot \text{Р} + 0,014 \cdot \text{В} - 0,27$ (где МТ – масса тела, кг; Р – рост, см; В – возраст, лет).

Интегральные показатели психофизиологического статуса оценивались за 20 мин до начала процедур и через 20 мин после них с помощью теста Люшера: гетерономность/автономность; концентричность/эксцентричность; баланс личностных свойств; баланс ВНС; работоспособность; наличие стрессового состояния; вегетативный коэффициент; суммарное отклонение. Суммарное отклонение от аутогенной нормы характеризует устойчивость эмоционального фона, показывает общее неспецифическое психическое состояние, позволяя прогнозировать эффективность и успешность деятельности. Расчет производился по формуле А.И. Юрьева и К. Шипоша.

Изучаемые качественные и количественные признаки подвергались статистической обработке с применением интегрированного пакета программного обеспечения IBM SPSS Statistics 23. Для определения различий между двумя независимыми группами использовался непараметрический *U*-критерий Манна–Уитни, для сравнения данных между связанными

выборками – критерий Уилкоксона. Оценка связей между показателями осуществлялась методом корреляционного анализа с использованием критерия Спирмена. Критический уровень значимости (*p*) принимался равным 0,05.

Результаты. Воздействие комплекса контрастных процедур привело к разным по силе изменениям в работе ССС в исследуемых группах. Полученные данные гемодинамики и адаптационного потенциала (см. таблицу, с. 398) свидетельствуют о том, что в группе 1 до многократных контрастных температурных воздействий ЧСС и МОК были статистически значимо выше, а ПСС – ниже, чем в группе 2 ($p < 0,01$ во всех случаях). Остальные показатели (САД, ДАД, СОК, АП) статистически значимо не отличались между исследуемыми группами. Через 20 мин после проведенного комплекса закаливающих мероприятий в группе 1 показатель ЧСС, несмотря на некоторое снижение, все же остался более высоким ($p < 0,05$) по сравнению с группой 2, в которой он также имел тенденцию к снижению. В группе 1 после влияния комплекса закаливающих мероприятий сохранились более высокий МОК ($p < 0,01$) и более низкое ПСС ($p < 0,05$) относительно группы 2. При этом отмечено, что в группе 2 под влиянием контрастных процедур статистически значимо снизился МОК ($p < 0,05$) и, наоборот, увеличилось ПСС ($p < 0,05$) относительно 1-го замера. Закаливающие мероприятия способствовали статистически значимому снижению СОК в группе 2 ($p < 0,05$) в сравнении с группой 1.

При рассмотрении некоторых психофизиологических характеристик у обследуемых после закаливающих мероприятий (с помощью цветового экспресс-метода Люшера, который опирается на положение С.Л. Рубинштейна об индивидуальном стиле опосредования внешних воздействий и понимание личности как единства биологического и социального) выявлены некоторые изменения. Несмотря на то,

**АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕМОДИНАМИКИ И АДАПТАЦИОННОГО
ПОТЕНЦИАЛА У МУЖЧИН ТРУДОСПОСОБНОГО ВОЗРАСТА ($n = 14$)
С РАЗНЫМ ТИПОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ
ДО И ПОСЛЕ КОНТРАСТНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ, $Me (Q_1; Q_3)$**
**ANALYSIS OF HAEMODYNAMIC AND ADAPTIVE POTENTIAL
PARAMETERS IN WORKING AGE MEN ($n = 14$) WITH DIFFERENT TYPES
OF AUTONOMIC REGULATION BEFORE AND AFTER EXPOSURE
TO CONTRASTING TEMPERATURES, $Me (Q_1; Q_3)$**

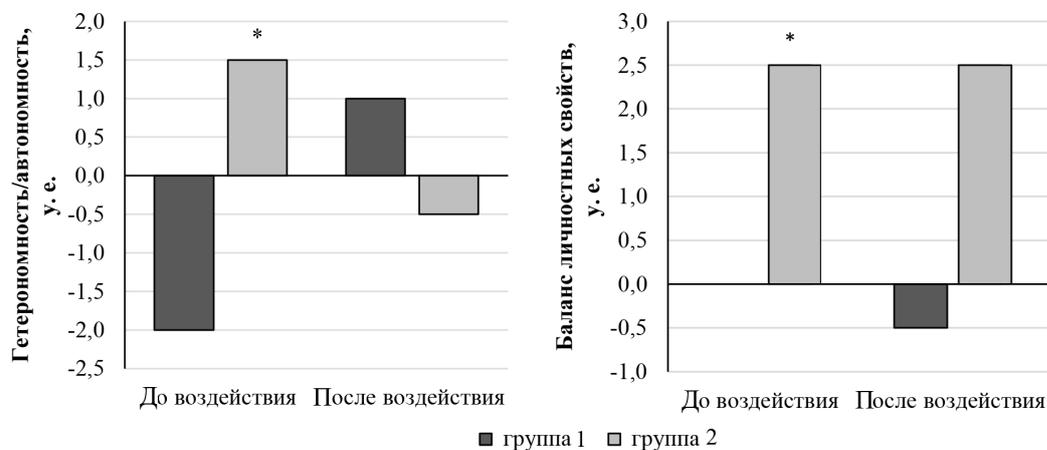
Показатель	Группа 1 ($n = 8$)	Группа 2 ($n = 6$)
ВИК, у. е.	5,9 (3,6; 13,1)	-18,7(-22,2; -14,3)**
ЧСС, уд./мин: до воздействия	90,5 (79,8; 93,3)	67,0 (62,3; 72,5)**
после воздействия	81,0 (79,8; 84,5)	64,5 (62,3; 72,5)*
САД, мм рт. ст.: до воздействия	140,5 (130,5; 149,3)	135,5 (124,3; 155,8)
после воздействия	128,0 (125,3; 139,0)	131,0 (121,8; 137,3)
ДАД, мм рт. ст.: до воздействия	78,5 (73,0; 85,8)	79,5 (75,0; 87,8)
после воздействия	76,0 (71,8; 82,3)	82,5 (79,0; 86,0)
СОК, мл: до воздействия	62,7 (60,0; 67,6)	59,2 (56,5; 60,5)
после воздействия	66,1 (52,9; 71,8)	48,9 (47,4; 50,9)*^
МОК, л/мин: до воздействия	5,4 (4,2; 5,8)	3,8 (3,6; 4,3)**
после воздействия	5,4 (4,2; 5,8)	3,1 (3,0; 3,8)**^
ПСС, дин/(с·см ⁵): до воздействия	1453,9 (1302,8; 1535,5)	2052,4 (1930,7; 2099,5)**
после воздействия	1390,2 (1214,4; 1915,9)	2377,0 (2157,9; 2524,0)*^
АП, у. е.: до воздействия	2,9 (2,7; 3,0)	2,6 (2,3; 3,0)
после воздействия	2,6 (2,5; 2,8)	2,6 (2,4; 2,8)

Примечание. Установлена статистическая значимость различий показателей: * – между группами 1 и 2, $p < 0,05$; ** – между группами 1 и 2, $p < 0,01$; ^ – внутри группы до и после воздействия, $p < 0,05$.

что статистически значимых отличий не наблюдалось (см. рисунок), интегральный показатель «гетерономность/автономность» в группе 1 до воздействия составил -2,0 (-4,8; -0,8) у. е., а «баланс личностных свойств» – 0,0 (-5,0; 0,3) у. е. После проведенных закаливающих мероприятий показатель «гетерономность/автономность» увеличился до 1,0 (-2,3; 4,0) у. е., «баланс лич-

ностных свойств» несколько уменьшился и стал равным -0,5 (-1,8; 0,0) у. е.

В группе 2 наблюдались следующие значения показателей: до начала контрастного температурного воздействия «гетерономность/автономность» составила 1,5 (-0,8; 4,5) у. е., «баланс личностных свойств» – 2,5 (1,3; 4,5) у. е.; после процедур показатель «гетерономность/



Изменения некоторых психофизиологических показателей (тест Люшера) у мужчин трудоспособного возраста с разным типом вегетативной регуляции при проведении цикла закаливающих процедур (* – статистическая значимость отличий показателя между группами 1 и 2 в одном замере, $p < 0,05$)

Changes in some psychophysiological parameters (the Lüscher colour test) in working age men with different types of autonomic regulation during the cycle of cold conditioning (* – statistical significance of the differences between groups 1 and 2 in one measurement, $p < 0.05$)

автономность» был равен $-0,5$ ($-4,0; 2,3$) у. е., «баланс личностных свойств» – $2,5$ ($-3,3; 3,0$) у. е. При сравнительном анализе данных до воздействия контрастной смены температур установлены статистически значимые отличия между группами 1 и 2 по показателям «гетерономность/автономность» ($p < 0,05$) и «баланс личностных свойств» ($p < 0,05$).

Особое внимание обращает то, что корреляционные связи между психофизиологическими и гемодинамическими показателями были установлены только до контрастного температурного воздействия. Психофизиологические показатели, которые характеризуют некие поведенческие реакции и личностные свойства, продемонстрировали отрицательный коэффициент корреляции по отношению к гемодинамическим показателям. Так, показатели «гетерономность/автономность» и «баланс личностных свойств» коррелировали с показателями ЧСС ($r = -0,612$ и $r = -0,605$ соответственно; $p < 0,05$) и МОК ($r = -0,620$ и $r = -0,643$ соответственно; $p < 0,05$) до воздействия. Также отмечены положительные корреляцион-

ные связи между показателем «вегетативный коэффициент» и данными ЧСС ($r = 0,630$; $p < 0,05$), МОК ($r = 0,551$; $p < 0,05$) до воздействия. Можно предположить, что перед контрастным воздействием ВНС регулирует и координирует деятельность органов и систем в соответствии с текущими потребностями организма.

Обсуждение. Полученные значения гемодинамических показателей (ЧСС, артериальное давление, СОК, МОК, ПСС) еще раз подтверждают мнение о том, что многократное контрастное температурное воздействие, перепад которого составляет около $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, вызывает неоднозначные реакции организма у лиц с разным типом вегетативной регуляции. Так, у людей с более активным включением симпатического отдела ВНС (группа 1) реакция на контрастную процедуру закаливания со стороны ССС была слабовыраженной. Это связано с тем, что эффективность снабжения кровью органов и тканей (по МОК) осталась неизменной за счет тенденции к снижению ЧСС (отрицательный хронотропный эффект) на фоне увеличения сердечного выброса (положительный

инотропный эффект). Выявленные эффекты и некоторое снижение ПСС после комплекса закаливающих процедур в данной группе людей могут говорить о наличии у них выработанной компенсаторной реакции, которая характеризуется более ранним включением механизмов периферической вазодилатации, возникающих у адаптированных к холоду лиц [20].

У людей с более активным включением парасимпатического отдела ВНС (группа 2) выявлена следующая картина реагирования ССС на комплекс контрастных температурных воздействий. На фоне неизменной ЧСС значимое снижение сердечного выброса и, наоборот, повышение ПСС, отражающего объемную скорость кровотока и, соответственно, эффективность доставки кислорода и питательных веществ к тканям и органам кровью, привело к значительному уменьшению МОК, т. е. снижению кровоснабжения в целом. Выявленные эффекты в данной группе лиц могут говорить о включении защитных механизмов, направленных на ограничение теплопотерь организмом. Однако в ряде исследований [21, 22] утверждается, что совокупность данных эффектов (урежение ЧСС, снижение СОК и МОК и прогрессирующее увеличение ПСС) может указывать на развивающуюся гипотермию организма.

Результаты проведенного исследования показали, что в обеих группах в структуре МОК преобладающим эффектом обладал СОК, а не ЧСС. Это свидетельствует о хорошем развитии силы миокарда и его инотропного резерва (силы сокращений) при одновременном сохранении хронотропного резерва (частоты сокращений) как результате систематических контрастных нагрузок закаливания. Подобное соотношение показателей говорит о том, что ССС обладает большим диапазоном ответных реакций на предлагаемую температурную стрессорную нагрузку. Это подтверждается результатами оценки АП по Баевскому. Установлено, что участники исследования, независимо от типа вегетативной регуляции, как до, так и после многократных контрастных температурных воздействий находились в состоянии

повышенного функционального напряжения своих резервных возможностей. Несмотря на статистическую незначимость изменений, под влиянием контрастных закаливающих процедур данный показатель имел тенденцию в сторону повышения функциональных возможностей системы кровообращения.

Анализ психофизиологических характеристик обследуемых установил, что перед закаливающими процедурами у людей с преобладанием симпатических влияний ВНС (группа 1) определялись такие характеристики, как самостоятельность, независимость, стремление к самоутверждению и успеху («автономность»), а показатель «баланс личностных свойств» свидетельствовал о сбалансированности личностных качеств (см. *рисунок*). После проведенных закаливающих мероприятий показатель «гетерономность/автономность» сместился в сторону «гетерономности», которая характеризуется пассивностью, склонностью к зависимому положению, спонтанному поведению; «баланс личностных свойств» также изменился в сторону неустойчивости и противоречивости характера. У людей с преобладающей активностью парасимпатического отдела ВНС (группа 2) наблюдалась противоположная тенденция: если до начала контрастного температурного воздействия у испытуемых при помощи теста Люшера выявлена склонность к «гетерономности», то после контрастного температурного воздействия исследуемый показатель сместился в сторону «автономности»; при этом «баланс личностных свойств» стремился к сбалансированности личностных качеств. Следовательно, в данной группе контрастное воздействие повлияло на устойчивость психофизиологических характеристик личности и определило индивидуальную норму реакции на температурный стресс. Возможно, такая поведенческая реакция на температурный перепад около 70 °С в сформированных группах обусловлена индивидуальными стратегиями на физиологическом и психофизиологическом уровнях саморегуляции организма. Данную индивидуальную стратегию можно расценить как активное

включение адаптационных приспособительных механизмов. Это подтверждается данными корреляционных взаимосвязей психофизиологических характеристик с гемодинамическими показателями перед контрастным воздействием, расцениваемых как координация деятельности органов и систем в соответствии с текущими потребностями организма.

Таким образом, проведенное исследование установило, что многократное контрастное температурное воздействие оказывает влияние не только на гемодинамические показатели, но и на психофизиологические параметры, в частности мотивированное поведение, кото-

рое поддерживается лимбической системой [23]. Меняются субъективные характеристики личности и некоторые поведенческие реакции (смена «автономности» на «гетерономность» и наоборот). При этом напряжение механизмов адаптации на комплексное температурное воздействие более выражено у людей с симпатическим типом регуляции кровообращения, однако после закаливающих процедур у них происходит снижение функционального напряжения резервных возможностей и оптимизация функционального состояния ВНС.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Berko J., Ingram D.D., Saha S., Parker J.D. Deaths Attributed to Heat, Cold, and Other Weather Events in the United States, 2006–2010 // *Natl. Health Stat. Rep.* 2014. № 76. P. 1–15.
2. Scotney H., Symonds M.E., Law J., Budge H., Sharkey D., Manolopoulos K.N. Glucocorticoids Modulate Human Brown Adipose Tissue Thermogenesis *in vivo* // *Metabolism*. 2017. Vol. 70. P. 125–132. DOI: [10.1016/j.metabol.2017.01.024](https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.01.024)
3. Daanen H.A.M., Van Marken Lichtenbelt W.D. Human Whole Body Cold Adaptation // *Temperature* (Austin). 2016. Vol. 3, № 1. P. 104–118. DOI: [10.1080/23328940.2015.1135688](https://doi.org/10.1080/23328940.2015.1135688)
4. Huynen M.M., Martens P. Climate Change Effects on Heat- and Cold-Related Mortality in the Netherlands: A Scenario-Based Integrated Environmental Health Impact Assessment // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2015. Vol. 12, № 10. P. 13295–13320.
5. Teległów A., Dąbrowski Z., Marchewka A., Tyka A., Krawczyk M., Głodzik J., Szygula Z., Mleczko E., Bilski J., Tyka A., Tabarowski Z., Czepiel J., Filar-Mierzwa K. The Influence of Winter Swimming on the Rheological Properties of Blood // *Clin. Hemorheol. Microcirc.* 2014. Vol. 57, № 2. P. 119–127. DOI: [10.3233/CH-141823](https://doi.org/10.3233/CH-141823)
6. Герасимова Л.И., Федосова А.А. Особенности вегетативной регуляции у лиц с различной восприимчивостью к холоду // *Физиология человека*. 2016. Т. 42, № 2. С. 127–133. DOI: [10.7868/S013116461506003X](https://doi.org/10.7868/S013116461506003X)
7. Johnson J.M., Minson C.T., Kellogg D.L. Cutaneous Vasodilator and Vasoconstrictor Mechanisms in Temperature Regulation // *Compr. Physiol.* 2014. Vol. 4, № 1. P. 33–89. DOI: [10.1002/cphy.c130015](https://doi.org/10.1002/cphy.c130015)
8. Checinska-Maciejewska Z., Niepolski L., Checinska A., Korek E., Kolodziejczak B., Kopczynski Z., Krauss H., Pruszyńska-Oszmalek E., Kolodziejcki P., Gibas-Dorna M. Regular Cold Water Swimming During Winter Time Affects Resting Hematological Parameters and Serum Erythropoietin // *J. Physiol. Pharmacol.* 2019. Vol. 70, № 5. P. 747–756. DOI: [10.26402/jpp.2019.5.10](https://doi.org/10.26402/jpp.2019.5.10)
9. Knechtle B., Stjepanovic M., Knechtle C., Rosemann T., Sousa C.V., Nikolaidis P.T. Physiological Responses to Swimming Repetitive “Ice Miles” // *J. Strength Cond. Res.* 2021. Vol. 35, № 2. P. 487–494. DOI: [10.1519/JSC.0000000000002690](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002690)
10. Фишер Т.А. Психологические и иммунные реакции на кратковременное холодное воздействие // *Вестн. Урал. мед. акад. науки*. 2012. № 4(41). С. 66–67.
11. Roberts L.A., Nosaka K., Coombes J.S., Peake J.M. Cold Water Immersion Enhances Recovery of Submaximal Muscle Function After Resistance Exercise // *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2014. Vol. 307, № 8. P. 998–1008. DOI: [10.1152/ajpregu.00180.2014](https://doi.org/10.1152/ajpregu.00180.2014)
12. Fröhlich M., Faude O., Klein M., Pieter A., Emrich E., Meyer T. Strength Training Adaptations After Cold Water Immersion // *J. Strength Cond. Res.* 2014. Vol. 28, № 9. P. 2628–2633. DOI: [10.1519/JSC.0000000000000434](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000434)

13. Фишер Т.А., Калёнова Л.Ф., Кольванова С.С. Комплексная методика контрастного закаливания детей 4–6 лет // Рос. иммунол. журн. 2019. Т. 13(22), № 2. С. 605–607.
14. Фишер Т.А., Петров С.А., Доценко Е.Л., Суховой Ю.Г. Динамика эмоционального состояния и физиологических параметров организма при длительном акватермальном воздействии // Вопр. курортологии, физиотерапии и лечеб. физ. культуры. 2018. Т. 95, № 3. С. 57–62. DOI: [10.17116/kurort201895357](https://doi.org/10.17116/kurort201895357)
15. Гусеница С.Г., Барачевский Ю.Е., Иванов А.О., Грошилин С.М., Юрьева М.Ю. Применение контрастных температурных воздействий для повышения физической выносливости здоровых лиц // Экология человека. 2012. № 1. С. 18–22.
16. Федотченко А.А., Соловьева Т.А., Поспелова О.В., Камяка Д.Л. Влияние санаторных технологий с применением термотерапии на адаптационный потенциал лиц с напряженной трудовой деятельностью // Бюл. Вост.-Сиб. науч. центра Сиб. отд.-ния РАМН. 2016. Т. 1, № 3-1(109). С. 20–23.
17. Huttunen P., Rintamäki H., Hirvonen J. Effect of Regular Winter Swimming on the Activity of the Sympathoadrenal System Before and After a Single Cold Water Immersion // Int. J. Circumpolar Health. 2001. vol. 60, № 3. P. 400–406.
18. Lubkowska A., Dołęgowska B., Szyguła Z., Bryczkowska I., Stańczyk-Dunaj M., Sałata D., Budkowska M. Winter-Swimming as a Building-Up Body Resistance Factor Inducing Adaptive Changes in the Oxidant/Antioxidant Status // Scand. J. Clin. Lab. Invest. 2013. Vol. 73, № 4. P. 315–325. DOI: [10.3109/00365513.2013.773594](https://doi.org/10.3109/00365513.2013.773594)
19. Алтынова Н.В. Влияние вегетативного гомеостаза на деятельность сердечно-сосудистой системы // Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов: материалы VI Всерос. симп. с междунар. участием, посвящ. 85-летию образования Удмурт. гос. ун-та (11–12 октября 2016 г.) / отв. ред. Н.И. Шлык, Р.М. Баевский. Ижевск: Изд. центр «Удмурт. ун-т», 2016. С. 41–45.
20. Бочаров М.И. Терморегуляция организма при холодových воздействиях (обзор). Сообщение I // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2015. № 1. С. 5–15.
21. Granberg P.O. Human Physiology Under Cold Exposure // Arctic Med. Res. 1991. Vol. 50, suppl. 6. P. 23–27.
22. Tveita T., Mortensen E., Hevrøy O., Ytrehus K., Refsum H. Hemodynamic and Metabolic Effects of Hypothermia and Rewarming // Arctic Med. Res. 1991. Vol. 50, № 6. P. 48–52.
23. Morrison S.F. Central Neural Control of Thermoregulation and Brown Adipose Tissue // Auton. Neurosci. 2016. Vol. 196. P. 14–24. DOI: [10.1016/j.autneu.2016.02.010](https://doi.org/10.1016/j.autneu.2016.02.010)

References

1. Berko J., Ingram D.D., Saha S., Parker J.D. Deaths Attributed to Heat, Cold, and Other Weather Events in the United States, 2006–2010. *Natl. Health Stat. Rep.*, 2014, no. 76, pp. 1–15.
2. Scotney H., Symonds M.E., Law J., Budge H., Sharkey D., Manolopoulos K.N. Glucocorticoids Modulate Human Brown Adipose Tissue Thermogenesis *in vivo*. *Metabolism*, 2017, vol. 70, pp. 125–132. DOI: [10.1016/j.metabol.2017.01.024](https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.01.024)
3. Daanen H.A.M., Van Marken Lichtenbelt W.D. Human Whole Body Cold Adaptation. *Temperature (Austin)*, 2016, vol. 3, no. 1, pp. 104–118. DOI: [10.1080/23328940.2015.1135688](https://doi.org/10.1080/23328940.2015.1135688)
4. Huynen M.M., Martens P. Climate Change Effects on Heat- and Cold-Related Mortality in the Netherlands: A Scenario-Based Integrated Environmental Health Impact Assessment. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2015, vol. 12, no. 10, pp. 13295–13320.
5. Teległów A., Dąbrowski Z., Marchewka A., Tyka A., Krawczyk M., Głodzik J., Szyguła Z., Młeczko E., Bilski J., Tyka A., Tabarowski Z., Czepiel J., Filar-Mierzwa K. The Influence of Winter Swimming on the Rheological Properties of Blood. *Clin. Hemorheol. Microcirc.*, 2014, vol. 57, no. 2, pp. 119–127. DOI: [10.3233/CH-141823](https://doi.org/10.3233/CH-141823)
6. Gerasimova L.I., Fedosova A.A. Characteristics of the Autonomic Regulation in Humans with Different Susceptibility to Cold. *Hum. Physiol.*, 2016, vol. 42, no. 2, pp. 228–233. DOI: [10.1134/S0362119715060031](https://doi.org/10.1134/S0362119715060031)
7. Johnson J.M., Minson C.T., Kellogg D.L. Jr. Cutaneous Vasodilator and Vasoconstrictor Mechanisms in Temperature Regulation. *Compr. Physiol.*, 2014, vol. 4, no. 1, pp. 33–89. DOI: [10.1002/cphy.c130015](https://doi.org/10.1002/cphy.c130015)
8. Chęcinska-Maciejewska Z., Niepolski L., Chęcinska A., Korek E., Kolodziejczak B., Kopczyński Z., Krauss H., Pruszyńska-Oszmalek E., Kolodziejcki P., Gibas-Dorna M. Regular Cold Water Swimming During Winter Time Affects Resting Hematological Parameters and Serum Erythropoietin. *J. Physiol. Pharmacol.*, 2019, vol. 70, no. 5, pp. 747–756. DOI: [10.26402/jpp.2019.5.10](https://doi.org/10.26402/jpp.2019.5.10)

9. Knechtle B., Stjepanovic M., Knechtle C., Rosemann T., Sousa C.V., Nikolaidis P.T. Physiological Responses to Swimming Repetitive “Ice Miles”. *J. Strength Cond. Res.*, 2021, vol. 35, no. 2, pp. 487–494. DOI: [10.1519/JSC.0000000000002690](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002690)

10. Fisher T.A. Psikhologicheskie i immunnye reaksii na kratkovremennoe kholodovoe vozdeystvie [Psychological and Immune Reactions to Short-Term Influence by the Cold]. *Vestnik Ural'skoy meditsinskoy akademicheskoy nauki*, 2012, no. 4, pp. 66–67.

11. Roberts L.A., Nosaka K., Coombes J.S., Peake J.M. Cold Water Immersion Enhances Recovery of Submaximal Muscle Function After Resistance Exercise. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 2014, vol. 307, no. 8, pp. 998–1008. DOI: [10.1152/ajpregu.00180.2014](https://doi.org/10.1152/ajpregu.00180.2014)

12. Fröhlich M., Faude O., Klein M., Pieter A., Emrich E., Meyer T. Strength Training Adaptations After Cold Water Immersion. *J. Strength Cond. Res.*, 2014, vol. 28, no. 9, pp. 2628–2633. DOI: [10.1519/JSC.0000000000000434](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000434)

13. Fisher T.A., Kalenova L.F., Kolyvanova S.S. Kompleksnaya metodika kontrastnogo zakalivaniya detey 4–6 let [The Integrated Methodology of Contrasting Hardening for the Children Aged 4–6]. *Rossiyskiy immunologicheskij zhurnal*, 2019, vol. 13, no. 2, pp. 605–607.

14. Fisher T.A., Petrov S.A., Dotsenko E.L., Sukhovey Yu.G. Dinamika emotsional'nogo sostoyaniya i fiziologicheskikh parametrov organizma pri dlitel'nom akvatermal'nom vozdeystvii [Dynamics of the Emotional State and Physiological Parameters of the Organism During Long-Term Aqua-Thermal Impact]. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoy fizicheskoy kul'tury*, 2018, vol. 95, no. 3, pp. 57–62. DOI: [10.17116/kurort201895357](https://doi.org/10.17116/kurort201895357)

15. Gusenitsa S.G., Barachevskiy Yu.E., Ivanov A.O., Groshilin S.M., Yur'eva M.Yu. Primenenie kontrastnykh temperaturnykh vozdeystviy dlya povysheniya fizicheskoy vynoslivosti zdorovykh lits [Use of Contrast Temperature Effects for Promotion of Physical Endurance in Healthy Men]. *Ekologiya cheloveka*, 2012, no. 1, pp. 18–22.

16. Fedotchenko A.A., Solov'eva T.A., Pospelova O.V., Kameka D.L. Vliyanie sanatornykh tekhnologiy s primeneniem termoterapii na adaptatsionnyy potentsial lits s napryazhennoy trudovoy deyatelnost'yu [Influence of Sanatorium Treatment with Thermotherapy on the Adaptive Capacity of Hard-Working People]. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya RAMN*, 2016, vol. 1, no. 3-1, pp. 20–23.

17. Huttunen P., Rintamäki H., Hirvonen J. Effect of Regular Winter Swimming on the Activity of the Sympathoadrenal System Before and After a Single Cold Water Immersion. *Int. J. Circumpolar Health*, 2001, vol. 60, no. 3, pp. 400–406.

18. Lubkowska A., Dołęgowska B., Szyguła Z., Bryczkowska I., Stańczyk-Dunaj M., Sałata D., Budkowska M. Winter-Swimming as a Building-Up Body Resistance Factor Inducing Adaptive Changes in the Oxidant/Antioxidant Status. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, 2013, vol. 73, no. 4, pp. 315–325. DOI: [10.3109/00365513.2013.773594](https://doi.org/10.3109/00365513.2013.773594)

19. Altynova N.V. Vliyanie vegetativnogo gomeostaza na deyatelnost' serdechno-sosudistoy sistemy [Influence of Autonomic Homeostasis on the Activity of the Cardiovascular System]. Shlyk N.I., Baevskiy R.M. (eds.). *Ritm serdtsa i tip vegetativnoy regulyatsii v otsenke urovnya zdorov'ya naseleniya i funktsional'noy podgotovlennosti sportsmenov* [Heart Rate and Type of Autonomic Regulation in Assessing the Health of the Population and Functional Training of Athletes]. Izhevsk, 2016, pp. 41–45.

20. Bocharov M.I. Termoregulyatsiya organizma pri kholodovykh vozdeystviyakh (obzor). Soobshchenie I [Thermoregulation in Cold Environments (Review). Report I]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2015, no. 1, pp. 5–15.

21. Granberg P.O. Human Physiology Under Cold Exposure. *Arctic Med. Res.*, 1991, vol. 50, suppl. 6, pp. 23–27.

22. Tveita T., Mortensen E., Hevrøy O., Ytrehus K., Refsum H. Hemodynamic and Metabolic Effects of Hypothermia and Rewarming. *Arctic Med. Res.*, 1991, vol. 50, no. 6, pp. 48–52.

23. Morrison S.F. Central Neural Control of Thermoregulation and Brown Adipose Tissue. *Auton. Neurosci.*, 2016, vol. 196, pp. 14–24. DOI: [10.1016/j.autneu.2016.02.010](https://doi.org/10.1016/j.autneu.2016.02.010)

DOI: 10.37482/2687-1491-Z077

*Tat'yana A. Fisher** ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9614-9907>
*Svetlana S. Kolyvanova** ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0579-081X>

*Federal Research Centre “Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”
(Tyumen, Russian Federation)

EFFECT OF REPEATED EXPOSURE TO CONTRASTING TEMPERATURES ON THE BODY OF WORKING AGE MEN WITH DIFFERENT TYPES OF AUTONOMIC REGULATION

The **aim** of this paper was to study changes in the haemodynamic and psychophysiological parameters of working age men as a result of repeated exposure to contrasting temperatures, depending on the type of autonomic regulation. **Materials and methods.** The research involved 14 men (aged 34.77 ± 5.66 years; office workers) divided into two groups according to Kérdö index: those with the sympathetic ($n = 8$) and parasympathetic ($n = 6$) types of self-regulation. Cold conditioning followed a certain plan of exposure to contrasting temperatures. The haemodynamic and psychophysiological parameters as well as adaptive potential were assessed 20 minutes before and 20 minutes after the exposure (alternating temperature cycles). We examined the following parameters: heart rate, systolic and diastolic blood pressure, pulse and mean arterial pressure, stroke volume, cardiac output, vascular resistance, and adaptive potential according to Baevsky. Integral psychophysiological parameters were determined using the Lüscher express method. **Results.** Subjects with predominance of sympathetic regulation both before and after the exposure to contrasting temperatures had higher values of heart rate and cardiac output and lower vascular resistance than the parasympathicoton group. Individuals with predominance of parasympathetic regulation showed decreased cardiac output and a significant increase in vascular resistance after the exposure compared with the initial data. We found statistically significant differences in the integral parameters “heteronomy/autonomy” and “balance of personal traits” between the groups under study before the conditioning procedures. The research indicates that repeated exposure to contrasting temperatures not only affects the haemodynamic parameters, but also changes the psychophysiological parameters, motivated behaviour in particular.

Keywords: repeated exposure to contrasting temperatures, alternating temperature cycles, temperature stress, autonomic cardiac regulation, haemodynamic parameters, adaptive potential, psychophysiological parameters, working age men.

Поступила 15.10.2020

Принята 07.07.2021

Received 15 October 2020

Accepted 7 July 2021

Corresponding author: Svetlana Kolyvanova, address: ul. Malygina 86, Tyumen, 625026, Russian Federation;
e-mail: kolyvanova93@mail.ru

For citation: Fisher T.A., Kolyvanova S.S. Effect of Repeated Exposure to Contrasting Temperatures on the Body of Working Age Men with Different Types of Autonomic Regulation. *Journal of Medical and Biological Research*, 2021, vol. 9, no. 4, pp. 394–404. DOI: 10.37482/2687-1491-Z077