

УДК 612.014.43; 615.832.9

**ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИЙ СИСТЕМЫ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ НА КУРСЫ
ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВОЗДУШНЫХ КРИОГЕННЫХ ТРЕНИРОВОК, ПРОВОДИМЫХ
В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ**

Р. Х. МЕДАЛИЕВА

*ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова»,
г. Нальчик, ул. Горького, д. 17*

Аннотация: изучено влияние курса общих воздушных криогенных тренировок применяемых в двух режимах, на состояние внешнего дыхания: одной процедуры ежедневно и двух процедур через день с интервалом между ними не менее 6 часов (всего по 10 сеансов каждой программы). Ответные реакции системы внешнего дыхания исследуемых на экстремальные криогенные тренировки демонстрируют значительную вариабельность умеренных разнонаправленных изменений параметров спирометрии, зависимых от режима холодовых воздействий и исходного функционального состояния. Экстремальные криогенные воздействия не оказывают значительных негативных влияний на состояние внешнего дыхания, выходящих за рамки допустимой «нормы» реакции. По окончании курса криотренировок, проводимых в режиме двух сеансов через день, выявлено возрастание интегральных показателей общего функционального состояния организма исследуемых по данным спирометрии и улучшение бронхиальной проводимости.

Ключевые слова: экстремальные общие воздушные криогенные тренировки, система внешнего дыхания, медиана, квартили распределения.

**FEATURES OF REACTIONS OF SYSTEM OF EXTERNAL BREATH ON COURSES
OF THE EXTREME AIR CRYOGENIC TRAININGS IN VARIOUS MODES**

R. Kh. MEDALIEVA

Kh. M. Berbekov Kabardino-Balkarian State University, Nalchik

Abstract: influence of a course of the general air cryogenic trainings applied in two modes, on a condition of external breath is studied: one procedure daily and two procedures every other day with an interval between them not less than 6 hours (on only 10 sessions of each program). Responses of system of external breath investigated on extreme cryogenic trainings show considerable variability of moderate multidirectional changes of the parameters of external breath dependent substantially on a mode of cryogenic influences and an initial functional condition. Extreme cryogenic influences have no considerable negative impacts on a condition of the external breath, beyond admissible "norm" of reaction. General air cryogenic trainings in a mode of two sessions every other day, raise integrated indicators of the general functional condition of an organism according to research of external breath and improve bronchial conductivity.

Key words: extreme general air cryogenic trainings, system of external breath, median, distribution quartiles

Современный этап развития криотерапии ознаменовался активным внедрением в медицинскую практику стран Европы, а затем и России новой технологии общей криотерапии – ритмических повторных сеансов *экстремальных воздушных криогенных тренировок* (ОВКТ) в камерах закрытого типа. Значения сверхнизких температур осушенного атмосферного воздуха, используемого в качестве крионосителя, варьируют от -100 до -140°C, а общее время экспозиции составляет 2,5-4 минуты. По результатам предварительной клинической апробации методики ОВКТ в России рекомендованы режимы: одной процедуры в день, одной процедуры через день, двух процедур в день с интервалом между ними четыре часа у пациентов с выраженным болевым синдромом [2, 4, 5]. Тем не менее, данные литературы относительно влияния ОВКТ на состояние внешнего дыхания крайне ограничены и противоречивы [1, 9, 10], что обуславливает актуальность дальнейших исследований состояния данного вопроса.

Целью исследования – явилось изучение влияния различных режимов ОВКТ на состояние внешнего дыхания исследуемых. Задачи исследования состояли в сравнительном анализе состояния параметров внешнего дыхания до и после курса ОВКТ (всего 10 сеансов), проводимых в двух режимах: одной процедуры в день, и двух процедур через день с интервалом между ними не менее 6 часов.

Материалы и методы исследования. В качестве типа дизайна исследования использована схема проспективного открытого параллельного группового анализа с фиксированной дозой (всего 10 сеансов продолжительностью 2,5-3 минуты при $t=-110\pm 5^\circ\text{C}$) и выбором исследуемых из числа практически здоровых лиц и пациентов с начальными стадиями заболеваний в стадии ремиссии на основе требований к методу открытой стратификационной рандомизации. Процедуры холодовых воздействий проводились исключительно на добровольной основе после подписания пациентами письменного согласия на исследование. Минимальный объем подвыборок определен по номограмме [7]. Всего обследовано 69 мужчин и женщин организованного населения в возрасте 20-60 лет, стратифицированных по полу, возрасту, режиму криогенных

тренировок: 39 человек, подвергавшихся холодовым воздействиям в режиме одной процедуры ежедневно, и 30 человек, принимавших процедуры через день дважды с интервалом не менее 6 часов. Исследуемые не принимали лекарств и не подвергались никаким немедикаментозным воздействиям.

Критериями включения в исследование являлись:

- наличие письменного согласия добровольца на включение в исследование;
- отсутствие стенокардии;
- отсутствие тяжелой артериальной гипертензии;
- отсутствие острых воспалительных заболеваний;
- отсутствие обострения хронических заболеваний;
- отсутствие злокачественных и доброкачественных новообразований;
- отсутствие болезней крови и почек;
- отсутствие туберкулеза;
- отсутствие беременности и периода кормления грудью;
- отсутствие клаустрофобии;
- отсутствие аллергии на холод.

Критерии исключения из исследования:

- отягощенный аллергологический анамнез;
- острые инфекционные заболевания менее чем за 4 недели до начала исследования;
- регулярный прием лекарственных препаратов менее чем за 2 недели до начала исследования;
- прием лекарственных препаратов, оказывающих выраженное влияние на гемодинамику, функцию печени и др. органов;
- донорская сдача крови (450 мл крови или плазмы и более) менее чем за 2 месяца до начала исследования;
- прием более чем 10 ед. алкоголя в неделю или анамнестические сведения об алкоголизме, наркомании, злоупотреблении лекарственными препаратами;
- курение более 10 сигарет в день;
- медицинские показания, возникшие в ходе исследования;
- несоблюдение добровольцем правил участия в исследовании;
- желание добровольца прекратить свое участие в исследовании.

Во время криосауны тело пациентов максимально обнажено; при этом кисти и стопы защищены хлопчатобумажными варежками, носками и спортивной обувью, ушные раковины – повязкой типа «бандана», дыхательные пути – четырехслойной марлевой повязкой.

Состояние внешнего дыхания исследовали на аппарате «Мастер Лаб. Мастер Скрин» фирмы «Erich Gaeger». Оценка полученных данных спирометрического исследования проведена с использованием критериев Клемента [4]. Статистический анализ проводился на основе сравнения значений медианы (Me) и исследуемых параметров в процентах от должных величин в первой (Q25%) и последней (Q75%) квартилях распределения до начала и сразу после завершения курса ОВКТ с использованием непараметрического критерия Манна Уитни Уилкоксона (U). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05.

Результаты и их обсуждение. В результате курса ОВКТ в режиме одной процедуры в день значения жизненной емкости легких (VC) – интегрального показателя уровня здоровья и адаптированности к среде обитания не возросли, т. е. увеличения функциональных возможностей организма по динамике исследуемого параметра вследствие адаптации к экстремальному холодovому фактору не происходит (табл. 1).

Анализ статических параметров спирометрии среди лиц, подвергавшихся ОВКТ в режиме одной процедуры в день, показывает умеренное возрастание Me емкости вдоха (IC) с 95 до 99% (U=0,36; p<0,05), отражающее изменение паттерна дыхания по типу углубления вдоха. Примечательно, что при этом отмечается снижение Me резервного объема выдоха (EVR) в рамках допустимой высокой «нормы» со 129 до 124% и значений исследуемого параметра в первой и последней квартилях распределения: EVR Q25%=111 и 105%; EVR Q75%=165 и 143% соответственно (U=0,26; p<0,05). Возможно, снижение значений EVR связано с недостаточной защитой дыхательных путей от охлаждения марлевой повязкой при контакте с холодным воздухом криосауны и обусловлено переходом части резервного объема выдоха в остаточный объем, что способствует согреванию альвеолярного воздуха и носит приспособительный характер. Аналогичные изменения, характеризующие напряжение системы внешнего дыхания, наряду со значительным снижением бронхиальной проводимости на уровне средних и мелких бронхов описаны у иммигрантов Европейского Севера [6]. В то же время известно, что в термонейтральных условиях без охлаждения дыхательных путей у относительно здоровых людей локальная холодovая стимуляция кожных терморецепторов кистей, стоп, предплечий также приводит к значимым изменениям объемных и скоростных показателей дыхания: снижению VC, FVC (форсированной VC), PEF (пиковой объемной скорости выдоха), FEV1 (объема форсированного выдоха в 1-ю секунду) и возрастанию значений IT (индекса Тиффно), FEF50 и FEF75 (мгновенной объемной скорости потока на выдохе 50 и 75% FVC). Примечательно, что выраженность этих изменений прямо пропорционально зависит от скорости охлаждения кожных рецепторов [3, 6].

Состояние функции внешнего дыхания исследуемых до и после курса экстремальных криогенных тренировок в режиме одной процедуры через день (n=39)

Исследуемые параметры	Q25%	Me	Q75%	U	p	
VC	до	101	112	122	0.32	>0,05
	после	99	110	122		
IC	до	83	95	111	0.36	<0,05
	после	82	99	110		
ERV	до	111	129	165	0.26	<0,05
	после	105	124	143		
FVC	до	104	115	125	0.29	>0,05
	после	101	114	124		
FEV1	до	102	113	121	0.16	<0,05
	после	98	108	119		
IT	до	78	82	84	0.41	<0,05
	после	77	81	85		
PEF	до	98	106	117	0.49	>0,05
	после	95	107	121		
FEF25	до	92	105	120	0.36	>0,05
	после	91	103	121		
FEF50	до	75	93	105	0.22	>0,05
	после	70	83	106		
FEF75	до	60	72	80	0.17	>0,05
	после	54	64	91		
VC in.	до	98	109	118	0.32	>0,05
	после	95	106	117		
BF	до	10	12	16	0.22	>0,05
	после	11	13	15		

Примечание: данные представлены в процентах от должных величин; Me – медиана; Q25%, Q75% – первый и последний квартили распределения; U-критерий критерий Манна Уитни Уилкоксона; p – статистическая значимость различий

По данным литературы [2] во время процедуры ОБКТ происходит охлаждение тела человека с максимальной скоростью снижения кожной температуры в области дистальных участков (предплечий, голени), варьирующей в пределах 0,9-1,4°C /сек; при этом внутренняя температура остается неизменной. Исследование объемно-скоростных показателей функции внешнего дыхания в режиме одной процедуры ежедневно позволило выявить умеренное, не выходящее за рамки референтных значений, но статистически значимое снижение значений Me FEV1 : на 5%, FEV1 Q25% : на 4%, FEV1 Q75% : на 3% (U = 0,16; p<0,05), которое существенно не меняет исходно высокие характеристики спирограммы исследуемых. Примечательно, что вследствие ОБКТ значения IT снизились в меньшей степени, чем FEV1, и только у лиц менее высокими функциональными характеристиками: параметры Me IT, как и IT Q25% уменьшились на 1%, а значения IT Q75% у лиц с исходно более высоким уровнем исследуемого параметра системы внешнего дыхания возросли на 1% (U=0,35; p<0,05). Полученные данные можно расценивать как доказательство снижения бронхиальной проводимости, обусловленное скорее преимущественным снижением тонуса дыхательной мускулатуры вследствие курса криогенных тренировок, чем непосредственным бронхоспазмом как защитной реакцией организма в ответ на охлаждение дыхательных путей. Снижение бронхиальной проводимости в связи с развившейся бронхоспастической реакцией наблюдается в небольшой мере и только у лиц с исходно менее высокими функциональными возможностями системы внешнего дыхания исследуемых. При уровнях IT, соответствующих последней квартили распределения популяционных значений исследуемого параметра, ОБКТ в режиме одной процедуры, проводимой ежедневно, не вызывает бронхоспастической реакции.

Анализ состояния PEF, FEF25, FEF50 и FEF75 до и после курса ОБКТ не выявил статистически значимых различий в сравниваемых показателях, однако совершенно четко прослеживается тенденция к снижению значений исследуемых параметров у лиц с менее высокими исходными характеристиками исследуемых функций и их повышению в последней квартили распределения с высокими резервами системы внешнего дыхания.

Изучение данных спирометрии исследуемых до и после окончания курса ОБКТ в режиме двух процедур через день выявил возрастание значений VC: Me VC=112 и 116%, VC Q25%=99 и 106%, VC Q75%=116 и 121% соответственно (U=0,12; p<0,05), как и значений FVC : Me FVC=113 и 117%, FVC Q25%=101 и 105%, FVC Q75% =119 и 123% (U=0,14; p<0,01) (табл. 2).

Таблица 2

Состояние функции внешнего дыхания исследуемых до и после курса экстремальных криогенных тренировок в режиме двух процедур через день (n=30)

Исследуемые параметры		Q25%	Me	Q75%	U	p
VC	до	99	112	116	0,12	<0,01
	после	106	116	121		
IC	до	80	95	108	0,25	>0,05
	после	82	97	117		
ERV	до	100	124	152	0,21	>0,05
	после	116	138	156		
FVC	до	101	113	119	0,14	<0,01
	после	105	117	123		
FEV1	до	104	108	119	0,14	<0,01
	после	107	113	124		
IT	до	77	84	89	0,41	>0,05
	после	78	84	87		
PEF	до	93	105	112	0,43	>0,05
	после	94	104	111		
FEF25	до	86	100	109	0,17	<0,05
	после	86	102	118		
FEF50	до	70	91	108	0,28	>0,05
	после	76	96	107		
FEF75	до	68	77	106	0,50	>0,05
	после	65	80	95		
VC in.	до	96	109	114	0,20	<0,01
	после	101	112	118		
BF	до	11	14	15	0,35	>0,05
	после	12	14	16		

Примечания: данные представлены в процентах от должных величин; Me – медиана; Q25%, Q75% – первый и последний квартили распределения; U-критерий критерий Манна Уитни Уилкоксона; p – статистическая значимость различий

Отмечен также статистически значимый рост значений жизненной емкости вдоха (VC in.): Me VC in.= 109 и 112%; VC Q25%=96 и 101%; VC Q75%=114 и 118% (U=0,20; p<0,01). Эти результаты можно расценивать как признак адаптации системы внешнего дыхания к экстремальным криогенным тренировкам.

Данные мониторинга динамических параметров спирометрии исследуемых отражают улучшение параметров бронхиальной проводимости по окончании курса тренирующих воздействий экстремальным холодом, демонстрируя рост функциональных возможностей системы внешнего дыхания. В частности, увеличились значения FEV1 при неизменных параметрах IT: Me FEV1 = 108 и 113%, FEV1 Q25%= 104 и 107%, FEV1 Q75%=112 и 124% (U=0,14; p<0,01). В результате ОБКТ в выбранном режиме умеренно возросли значения Me FEF25: 100 и 102% и FEF25 Q75%: 109 и 118% соответственно (U=0,17; p<0,05), отражая улучшение бронхиальной проводимости пациентов преимущественно на уровне крупных бронхов.

Выводы:

1. Ответные реакции системы внешнего дыхания относительно здоровых людей на экстремальные криогенные тренировки в условиях воздушной криосауны демонстрируют значительную вариабельность умеренных разнонаправленных изменений параметров спирометрии, зависящих в значительной степени от режима холодовых воздействий и исходного функционального состояния.

2. Курс общих воздушных холодовых сеансов, проводимый в режиме двух процедур через день, проявляя адаптивные признаки, повышает интегральные показатели системы внешнего дыхания в популяции и улучшает бронхиальную проводимость.

3. Курсовое воздействие экстремального холода на параметры спирометрии в режиме одной процедуры в день показало избыточную нагрузочность и стрессогенность методики для популяции в целом, проявленную в снижении значений ряда исследуемых параметров в пределах допустимых «нормы». В то же

время в группе лиц с высокими исходными уровнями параметров внешнего дыхания, соответствующими значениям параметров в последней квинтиле распределения, негативные тенденции в динамике исследуемых показателей не проявлены.

Полученные в результате настоящего исследования данные по оптимизации режимов экстремальных криогенных тренировок свидетельствуют о необходимости дифференцированного подхода к выбору режимов ОВКТ в программах оздоровления населения. С целью повышения общего функционального состояния относительно здоровых и имеющих начальные стадии заболеваний лиц может быть применена методика курсовых ОВКТ (всего 10 процедур) продолжительностью 2,5-3 минуты в режиме 2 процедуры через день с интервалом не менее 6 часов. Криогенные воздействия в режиме одной процедуры ежедневно могут применяться лишь с целью решения некоторых частных вопросов лечения пациентов с высокими резервами и функциональными возможностями системы внешнего дыхания, к примеру, с целью обезболивания, снятия отека у спортсменов. Представляются актуальными дальнейшие исследования по оптимизации методики ОВКТ в режиме одной процедуры в день с сокращением времени криоэкспозиций, а также более длительный мониторинг состояния системы внешнего дыхания с целью изучения отдаленных результатов влияния криогенных тренировок на организм человека.

Литература

1. *Агаджанян, Н. А.* Физиологические и терапевтические аспекты экстремальных общих воздушных криогенных воздействий / Н. А. Агаджанян, А. Т. Быков, Р. Х. Медалиева // Экология человека. – 2012. – № 2. – С. 15–21.
2. *Глушков, В.П.* Технология использования общей воздушной криотерапии для лечения пациентов с ревматоидным артритом: автореф. дисс. ... канд. мед. наук / В.П. Глушков. – Москва, 2009. – 24 с.
3. Роль терморцепции в функциональных изменениях эффекторных систем при термических воздействиях на организм / Т. В. Козырева [и др.] // Бюллетень СО РАМН. – 2004. – № 2 (112). – С. 123–129.
4. *Лядов, М.В.* Актуальность применения общей воздушной криотерапии в комплексном лечении пациентов с артериальной гипертензией / М.В. Лядов, М. Ю. Герасименко // Физиотерапия, бальнеология, реабилитация. – 2011. – № 4. – С. 3–6.
5. *Лядов, М.В.* Динамика показателей обмена веществ при общих воздушных криотермических воздействиях у пациентов с артериальной гипертензией / М.В. Лядов, М.Ю. Герасименко // Физиотерапия, бальнеология, реабилитация. – 2011. – № 6. – С. 8–11.
6. *Попова, О.Н.* Характеристика адаптивных реакций внешнего дыхания у молодых лиц трудоспособного возраста, жителей Европейского Севера: автореф. дисс. ... докт. мед. наук / О.Н. Попова. – М., 2009. – 39 с.
7. *Реброва, О.Ю.* Статистический анализ медицинских данных / О.Ю. Реброва. – М.: МедиаСфера, 2002. – 312 с.
8. *Старшов, А.М.* Спирометрия для профессионалов. Методика и техника исследования функции внешнего дыхания / А.М. Старшов, И. В. Смирнов. – М.: Познавательная книга ПРЕСС, 2003. – 76 с.
9. *Fricke, R.* Ganzkörperkältetherapie in einer Kältekammer mit Temperaturen um – 110° C / R. Fricke // Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim. – 1989. – V. 18. – № 1. – S. 1–10.
10. *Smolander, J.* Lung function after acute and repeated exposures to extremely cold air (-110° C) during whole-body cryotherapy / J. Smolander, T. Westerlund, A. Uusitalo // J. Clin. Physiol. Funct. Imaging. – 2006. – V. 26, № 4. – P. 232–234.