

УДК 616.12-085.825

ФИЗИЧЕСКИЕ И ГИПОКСИЧЕСКИ-ГИПЕРКАПНИЧЕСКИЕ ТРЕНИРОВКИ В КАРДИОЛОГИИ

Гоженко¹ А.И., Билецкий² С.В., Казанцева² Т.В.

¹Украинский НИИ медицины транспорта, Одесса;

²Буковинский государственный медицинский университет, Черновцы

Вступление

Перспективным способом профилактики и лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы являются физические [24, 25], гипоксические [7, 15] и гипоксически-гиперкапнические [30, 32] тренировки.

Систематические физические тренировки (ФТ) у больных ишемической болезнью сердца (ИБС), инфарктом миокарда (ИМ) и гипертонической болезнью (ГБ) способствуют адаптации центральной и периферической гемодинамики к нагрузкам, увеличивают резерв коронарного транспорта [28, 33], улучшают клиническое течение заболевания и качество жизни больных, снижают риск внезапной смерти от сердечно-сосудистых заболеваний, повышают антиоксидантную ферментную систему миокарда, положительно влияют на липопротеидный спектр и реологические свойства крови [11, 18, 36], оказывают нормализующее влияние на факторы риска ИБС [35].

Одним из существенных компонентов системного структурного «следа» адаптации к физическим нагрузкам является рост функциональной активности системы митохондрий, что обеспечивает увеличение аэробной мощности организма и ускорение утилизации пирувата и жирных кислот [22].

Однако ФТ по многим причинам доступны не всем больным ИБС и ГБ. Во многом аналогичный физическим тренировкам эффект на организм здорового и больного человека оказывают гипоксические, а также гипоксически-гиперкапнические («ленивые») тренировки [2].

При интенсивных ФТ возникают

двигательная гипоксемия и гиперкапния из-за развивающейся относительной недостаточности легочной вентиляции. Кроме того, как под влиянием ФТ, так и гипоксических, гипоксически-гиперкапнических тренировок (ГГТ), в клетках и тканях различных жизненно важных функциональных систем возникают одни и те же сдвиги – дефицит богатых энергией фосфорных соединений (макроэргов) и увеличение потенциала фосфорилирования, в результате чего активизируется генетический аппарат клеток по синтезу нуклеиновых кислот и белков [20]. Возникающий в результате воздействия каждого из указанных факторов одинаковый структурный «след» лежит в основе общих положительных перекрестных эффектов адаптации к физическим нагрузкам и гипоксии [1, 23].

Однако гипоксическим тренировкам в целом свойственны недостатки, связанные с плохой переносимостью пациентами процедур (мелькание мушек перед глазами, тошнота, головные боли, затруднение дыхания) в связи с развитием дыхательного алкалоза и метаболического ацидоза [10, 17]. К развитию последних приводит уменьшение парциального давления кислорода и углекислого газа в альвеолах и, вследствие этого, в артериальной крови, вызванное гипервентиляцией в условиях гипоксической газовой среды. При этом кривая диссоциации оксигемоглобина смещается влево, что затрудняет кислородное обеспечение тканей и снижает резистентность организма к мышечным нагрузкам [2]. Сокращение сосудов при гипоксии ухудшает мозговой кровоток и вызывает гипоксию мозга с активацией гликолиза [13]. Это, в свою очередь, вызывает по-

вышение продукции молочной кислоты. К тому же гипоксия повышает общую свертываемость крови, снижает ее противосвертывающую и фибринолитическую активность [9].

Эффективным средством, повышающим устойчивость организма к гипоксии, является CO_2 , играющий важную роль в поддержании кислотно-основного состояния [2, 4, 10]. Под влиянием CO_2 активизируются системы доставки O_2 тканям путем увеличения диссоциации оксигемоглобина и проницаемости клеточных мембран для кислорода, а также увеличение сродства O_2 к тканям [2, 10].

В медицинской литературе мы не встретили работ по изучению влияния на организм человека гипоксии-гиперкапнии в условиях микроклимата карстовых пещер.

Цель исследования

Изучить эффективность гипоксически-гиперкапнических тренировок в условиях микроклимата пещеры «Золушка» и моделированной гипоксически-гиперкапнической газовой среды при ишемической болезни сердца, инфаркте миокарда, гипертонической болезни.

Материал и методы

Обследовано 64 здоровых человека, 30 больных ИБС (стабильная стенокардия напряжения II-III ф.к.), 86 больных подострым ИМ и 64 больных ГБ в сочетании с проявлениями метаболического синдрома (МС) (ожирение, сахарный диабет (СД) 2-го типа, дислипидемия).

У исследуемых определяли частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое (САД), диастолическое (ДАД) и среднединамическое (СДД) артериальное давление. Проводили регистрацию и количественный анализ ЭКГ (у больных ИМ): определяли суммарную элевацию или депрессию сегментов ST ($J'_{-},$ '– ST), суммарную площадь зубцов Q или QS ($J'_{-},$ '– Q, QS), суммарную площадь отрицательных зубцов T ($J'_{-},$ '– T) и количество отведений, в которых они регистрировались (nT). Показатели централь-

ной гемодинамики (ЦГД) исследовались методом тетраполярной грудной реографии (ТПРГ) на приборе РПГ2-02 по методике Кубичека в модификации Ю.Т.-Пушкаря и соавт. [27]. Рассчитывали по общепринятым формулам ударный объем крови (УОК), минутный объем крови (МОК), сердечный индекс (СИ), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС), объемную скорость выброса (ОСВ), мощность выброса (P_w), работу левого желудочка ($A_{уд.}$), расход энергии сердечных сокращений на передвижение 1 л крови (РЭ), индекс функционирования левого желудочка в изометрическом режиме (ИФЖ), давление наполнения левого желудочка сердца (ДНЛЖ). По величинам СИ, ОПСС, СДД определяли тип гемодинамики.

Велоэргометрическая проба (ВЭП) проводилась без отмены медикаментов по непрерывно ступенчатообразной методике в положении сидя при скорости педалирования 60 об./мин и начальной мощности физической нагрузки 25 Вт. Через каждые 3 мин нагрузку увеличивали на 25Вт. ВЭП прекращали при достижении предельно допустимой (ПД) частоты сердечных сокращений (ПД ЧСС) или величины АД, появлении специфических клинических или ЭКГ-признаков. Оценивали мощность пороговой нагрузки, ее соотношение с расчетным; исходные и достигнутые ЧСС, САД, ДАД; боль в баллах, двойное произведение – ДП (САД x ЧСС : 100); функциональный класс стенокардии.

Вегетативную регуляцию ритма сердечной деятельности исследовали с помощью ритмографии [5]. При этом записывали последовательно 200 комплексов ЭКГ во втором стандартном отведении при скорости движения ленты 25 мм/с. Длительность интервалов R-R измеряли вручную. По разработанной нами специальной компьютерной программе определяли среднюю продолжительность интервала R-R (I_{R-R}), среднеквадратическое отклонение R-R ($\sigma'_{-},$ '– σ_{R-R}), отражающее дисперсию ритмограммы, а

также вариационный размах и моду, проводили графическое построение интервалограммы.

Параметры аэробного и анаэробного обмена определялись по данным дифференцированной ЭКГ (диф. ЭКГ), разработанной С.А.Душаниным и соавт. [12]. Вычисляли следующие показатели: максимальное минутное потребление кислорода (МПК), мощность физической нагрузки на пороге анаэробного обмена ($W_{\text{ПАНО}}$), ЧСС на пороге анаэробного обмена ($\text{ЧСС}_{\text{ПАНО}}$), общую метаболическую емкость (ОМЕ).

У больных ГБ определяли антропометрические показатели, показатели углеводного и липидного обмена. Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывали как отношение массы тела (кг) к росту (м^2). Ожирение определяли по данным ИМТ. Нормальным считали ИМТ 20-24,9 $\text{кг}/\text{м}^2$, ИМТ 25-29,9 $\text{кг}/\text{м}^2$ оценивали как избыточный вес, ИМТ больше 30 $\text{кг}/\text{м}^2$ – как ожирение. Абдоминальное ожирение диагностировали при объеме талии равном 102 см и больше (у мужчин), 88 см и больше (у женщин).

Концентрацию глюкозы в плазме венозной крови определяли глюкозооксидазным методом натощак и через 120 мин после орального теста толерантности к глюкозе (ТТГ). Дозу глюкозы подбирали индивидуально из расчета 0,75 г/кг массы тела. Степень компенсации углеводного обмена устанавливали по уровню гликемии натощак и через 120 мин после нагрузки глюкозой, содержанию в крови инсулина натощак с использованием стандартных радиоиммунологических наборов фирмы DRG International Inc (США) методом иммуноферментного анализа, содержанию в крови гликозилированного гемоглобина (HbA1c) с помощью стандартных наборов реактивов «Simko Ltd» (г. Львов) по методу В.А.Королева [16].

Диагноз синдрома инсулинорезистентности устанавливали на основе следующих диагностических маркеров: со-

держание глюкозы натощак – больше 6,1 ммоль/л, через 2 часа после нагрузки глюкозой – 7,8-11,1 ммоль/л; содержание в крови инсулина натощак – больше 20 мкОД/мл; ИМТ – больше 28 $\text{кг}/\text{м}^2$; объем талии – больше 102 см (у мужчин), больше 88 см (у женщин); содержанию в крови триацилглицеролов – больше 1,7 ммоль/л, общего холестерина – больше 5,2 ммоль/л.

Липидный спектр крови изучали по содержанию в крови общего холестерина (ХС), триацилглицеролов (ТГ), I ?" #' – липопротеинов (липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) с помощью диагностических стандартных наборов фирмы „Simko Ltd” (г. Львов) и PLIVA-Lachema a.s. (Чехия).

Исследование влияния гипоксии-гиперкапнии на организм человека проводилось в карстовой пещере «Золушка», располагающаяся на территориях Черновицкой области Украины и Молдовы. Пещера занимает 9-е место из 29 самых длинных пещер мира. Протяженность пещеры – 90 км, объем – 700000 м^3 , глубина – 20-30 м. Вскрыта Кривским карьером при добыче гипса. Состоит пещера из крупных залов и галерей и соединяющих их ходов шириной 3-6 м. Наиболее крупные залы «Античный» (длина – 100 м, ширина – 15-25 м, высота – 1-8 м) и «Черновицких спелеологов» (длина – 170 м, ширина – 25-35 м, высота – 3-5 м) [6, 31]. Пещера «Золушка» уникальна гипоксически-гиперкапническим газовым составом воздуха с возрастанием содержания CO_2 от входа (0,25%) до более отдаленных районов (3,76%) и падением концентрации O_2 до 13,84%. Возле входа в пещеру концентрация CO_2 атмосферного воздуха составляет 0,02%, O_2 – 20,12%, азота – 79,86%.

Результаты исследование и их обсуждение.

Обследовано 17 здоровых мужчин-спелеологов в возрасте от 20 до 48 лет до и через 4 ч пребывания в пещере. Исследования проводились в районах «Анаконда» (O_2 – 17,0%, CO_2 – 2,5%) и

«Геохимический» ($O_2 - 14,5\%$, $CO_2 - 3,75\%$) пещеры «Золушка». Результаты исследований представлены в таблицах 1, 2. Как видно из таблицы 1, через 4 ч пребывания в пещере в районе «Анаконда» ($O_2 - 17\%$, $CO_2 - 2,5\%$) обнаружены по сравнению с контролем достоверное уменьшение ЧСС, увеличение УОК, ОСВ, $A_{уд.}$, тенденция к возрастанию P_w , ИФЖ. В связи с заметным урежением ЧСС (-9,94 в 1 мин) существенное увеличение УОК (+16,21 мл) мало отразилось на величину МОК (+0,26 л/мин) и СИ, что в свою очередь при неизменном СДД привело к умеренному снижению ОПСС.

Гипоксически-гиперкапническая га-

зовая среда (ГГГС) пещеры оказывает выраженное однонаправленное влияние на все изучаемые показатели ритмограммы сердца (табл. 2). Выявлено достоверное увеличение I_{R-R} , $r' - \#' - R-R$, вариационного размаха и моды, что характеризует возрастание функциональной активности парасимпатического отдела ВНС. Об этом свидетельствует также уплощение и смещение вправо вариационной интервалограммы. А парасимпатотоники, как известно, наиболее экономно реагируют на умеренную гипоксию [26], отличаются высоким уровнем физической работоспособности [3].

Под влиянием ГГГС пещеры «Зо-

Таблица 1

Показатели кардиогемодинамики у спелеологов-добровольцев (n=10) в районе «Анаконда» ($O_2 - 17\%$, $CO_2 - 2,5\%$) пещеры «Золушка» ($M \pm m$)

Показатели	До захода в пещеру	4 ч в пещере	P
ЧСС, в 1 мин	67,04±4,86	57,10±4,12	<0,01
САД, мм рт. ст.	112,91±2,61	110,02±3,80	>0,05
ДАД, мм рт. ст.	69,12±1,10	70,04±2,70	>0,05
СДД, мм рт. ст.	83,72±1,40	83,82±4,03	>0,05
УОК, мл	70,30±5,21	86,53±7,21	<0,02
МОК, л/мин	4,67±0,41	4,93±0,59	>0,05
СИ, л/мин·м ²	2,61±0,19	2,74±0,25	>0,05
ОПСС, дин·с ⁻¹ ·см ⁻⁵	1471,1±138,1	1372,5±129,4	>0,05
ОСВ, мл/с	257,53±21,02	317,12±30,13	<0,05
P_w , Вт	2,87±0,21	3,53±0,41	>0,05
$A_{уд.}$, Дж	0,79±0,05	0,97±0,10	<0,05
РЭ, ед.	11,76±0,43	11,24±0,51	>0,05
ИФЖ, ед.	17,10±0,86	14,78±1,42	>0,05

Таблица 2

Показатели ритмограммы у спелеологов-добровольцев (n=10) в районе «Анаконда» ($O_2 - 17\%$, $CO_2 - 2,5\%$) пещеры «Золушка» ($M \pm m$)

Показатели	До захода в пещеру	4 ч в пещере	P
I_{R-R} , с	0,90±0,04	1,01±0,04	<0,01
$?_{R-R}$	0,06±0,01	0,09±0,02	<0,01
Вариационный размах, с	0,32±0,04	0,45±0,06	<0,01
Мода, с	0,89±0,04	1,01±0,05	<0,02

лушка» у спелеологов зарегистрированы существенные, тоже однонаправленные, изменения со стороны параметров аэробного и анаэробного обмена. Установлено достоверное увеличение МПК, $W_{\text{ПАНО}}$, ЧСС_{ПАНО}, тенденция к возрастанию ОМЕ. Потребление кислорода через 4 ч пребывания в районе «Анаконда» пещеры (O_2 – 17%, CO_2 – 2,5%) увеличилось в среднем на 2,65 мл/мин·кг ($p < 0,02$). Повышение МПК в соответствии с рекомендациями Международной биологической программы является критерием работоспособности человека и устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды [8]. Повышение МПК у спелеологов на исходе 4-го часа пребывания в условиях умеренной гипоксии-гиперкапнии, помимо увеличения сродства кислорода к тканям и диссоциации оксигемоглобина под влиянием CO_2 , улучшения функционирования кислородтранспортной и кислородутилизирующей систем, можно объяснить тем, что углекислый газ пещеры «Золушка» содержит облегченный изотоп углерода, отличающийся повышенной диффузией через биологические мембраны [14].

У 7-и спелеологов, обследованных в районе пещеры «Геохимический» с более жесткими условиями газовой среды (O_2 – 14,5%, CO_2 – 3,75%), обнаружена иная реакция кардиогемодинамики, ритмограммы и диф. ЭКГ. ЧСС, УОК, МОК, ОСВ, P_w и $A_{уд.}$ на исходе 4-го часа пребывания в пещере практически не изменились. ОПСС и ИФЖ проявили тенденцию к повышению. В отличие от обследованных в предыдущем районе пещеры (район «Анаконда») выявлено достоверное повышение ДАД, СДД, РЭ.

Со стороны ритмограммы сердца обнаружено достоверное увеличение r'_{R-R} (« $-_{R-R}$ » при отсутствии изменений со стороны I_{R-R}). Основные показатели аэробного и анаэробного обмена (МПК, $W_{\text{ПАНО}}$) оставались такими же, как и до захода в пещеру, а ЧСС_{ПАНО}, ОМЕ проявляли тенденцию к снижению.

По-видимому, столь резкое отличие

гемодинамического ответа, реакции ВНС и аэробного обмена на воздействие «жесткой» ГГГС пещеры объясняется не столько более высоким содержанием CO_2 , сколько меньшей концентрацией O_2 в воздухе Геохимического района пещеры, так как по данным большинства авторов [19], человек относительно хорошо приспособляется к дыханию в атмосфере, содержащей до 3% CO_2 . Об этом свидетельствует и отсутствие динамики МПК у исследуемых в данном районе пещеры, что напоминает процесс высокогорной адаптации.

Таким образом, реакция кардиогемодинамики и других систем на воздействие ГГГС пещеры зависит от степени выраженности гипоксии и гиперкапнии. Наиболее выраженные однонаправленные изменения ЦГД, вегетативной регуляции сердечного ритма, параметров аэробного и анаэробного обмена зарегистрированы у спелеологов в районе пещеры с умеренной гипоксией-гиперкапнией (O_2 – 17,0%, CO_2 – 2,5%). Процесс адаптации к четырехчасовому воздействию указанной ГГГС пещеры сопровождается повышением активности парасимпатического отдела ВНС, экономизацией работы сердца за счет инотропного резерва, активацией кислородутилизирующих систем организма.

Учитывая отсутствие в медицинской литературе данных об особенностях длительного воздействия на организм человека гипоксии-гиперкапнии в условиях пещер, а также имея в виду известное положение о преимуществах прерывистых тренирующих влияний перед непрерывными [21], нами изучены изменения функционального состояния кардиореспираторной системы под влиянием длительной прерывистой адаптации к гипоксически-гиперкапническому микроклимату пещеры «Золушка» с целью обоснования процедур спелеотерапии и разработки мини-модели газовой среды пещеры в стационарных условиях.

Обследовано 21 здорового человека-спелеолога в возрасте от 18 до 29 лет

до и после пятидневного цикла нормобарических ГГТ, которые проводились в районе зала «Анаконда» пещеры «Золушка» ($O_2 - 17\%$, $CO_2 - 2,5\%$). Тренировки состояли в выполнении спелеоработ средней интенсивности в данном районе пещеры по четыре часа ежедневно на протяжении пяти дней.

Изменения ЦГД в процессе циклических гипоксически-гиперкапнических тренировок (ЦГГТ) исследованы у 14 спелеологов. Регистрировалась ТПРГ в покое и во время физической нагрузки до и через сутки после завершения ЦГГТ в пещере. Выявлено достоверное ($p < 0,02$) по сравнению с контролем (до начала ЦГГТ) уменьшение ЧСС ($-9,77$ уд./мин), что наряду с достоверным ($p < 0,05$) повышением УОК ($+15,88$ мл), связанным с тенденцией к возрастанию объемной скорости выброса (ОСВ), мощности (P_w) и работы ($A_{уд.}$) левого желудочка сердца, привело к некоторому увеличению МОК и СИ. В то же время на фоне некоторого снижения СДД отмечено умеренное снижение ОПСС ($-106,26$ дин·с⁻¹·см⁻⁵). При этом достоверно ($p < 0,05$) уменьшился ИФЖ и появилась тенденция к снижению ДНЛЖ, что указывает на улучшение функционирования миокарда.

Таким образом, динамика показателей ЦГД, аэробного и анаэробного обмена у обследованных в состоянии покоя и при дозированной физической нагрузке до начала пятидневного цикла тренировок в условиях ГГТС пещеры и через сутки после его завершения свидетельствует о положительном влиянии гипоксии-гиперкапнии пещеры на функциональное состояние кардиореспираторной системы. В пользу этого говорит достоверное уменьшение у обследованных ЧСС в состоянии покоя, сопровождающееся достоверным увеличением УОК при сохранении на прежнем уровне МОК и СИ в условиях снижения ИФЖ. При дозированной физической нагрузке после ЦГГТ в пещере аналогичный объем работы выполнялся при меньшей ЧСС, чем до тренировок. В то же время достигался дос-

товерно больший уровень УОК, что, несмотря на уменьшение ЧСС, вызывало увеличение МОК и СИ и сопровождалось возрастанием мощности сердечного выброса при неизменном ИФЖ. Указанные изменения свидетельствуют о сохранении физиологического режима функционирования левого желудочка с использованием инотропного резерва миокарда. Это происходит на фоне повышения МПК, мощности на пороге анаэробного обмена, ЧСС на пороге анаэробного обмена и общей метаболической емкости. Данные ритмографии сердца свидетельствуют о повышении активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы после завершения ЦГГТ в условиях гипоксии-гиперкапнии пещеры «Золушка».

Представляет интерес динамика показателей ЦГД при дозированной физической нагрузке под влиянием ЦГГТ. После выполнения физической нагрузки на велоэргометре в пределах 50% от расчетной для мужчин данного возраста и массы тела сохраняется тенденция к уменьшению ЧСС ($-6,54$ уд./мин) в сравнении с соответствующим контролем (показатели ЦГД при нагрузке до цикла тренировок), достоверно ($p < 0,05$) повышаются УОК ($+26,54$ мл), МОК ($+3,05$ л/мин), СИ ($+1,94$ л/мин/м²) и P_w .

Динамика показателей ритмограммы сердца в процессе ЦГГТ в пещере выявила достоверное ($p < 0,01$) увеличение I_{R-R} , r_{R-R} , r_{R-R}^2 , вариационного размаха, моды. Данные изменения свидетельствуют о росте активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы под влиянием ЦГГТ.

Изменения показателей аэробного и анаэробного обмена путем регистрации диф. ЭКГ изучались у 10 спелеологов. Диф. ЭКГ регистрировалась в покое и во время дозированной физической нагрузки на велоэргометре. Через сутки после завершения ЦГГТ в пещере в состоянии покоя по сравнению с данными до начала тренировок были зафиксированы достоверное увеличение МПК и

$W_{\text{ПАНО}}$ ($p < 0,05$), тенденция к возрастанию ЧСС_{ПАНО} и ОМЕ. Такая же направленность этих процессов наблюдается и при физической нагрузке.

С целью обоснования возможности использования в условиях стационара мини-модели ГГГС пещеры «Золушка» путем дыхания через дополнительное «мертвое» пространство (ДМП) емкостью 500 мл и больше нами был сконструирован аппарат из маски от наркозного аппарата, гофрированной трубки и полиэтиленовой бутылки разного объема. Дно бутылки пробивалось дырками, суммарная площадь которых равнялась площади поперечного сечения гофрированной трубки. Таким образом, не меняя маску на пациенте, можно наладить дыхание через ДМП объемом от 500 до 1500 мл. При изучении изменений ЦГД методом ТПРГ у 5-и здоровых с дыханием через ДМП емкостью 1000 мл у обследованных на 15 мин пробы констатировано достоверное увеличение УОК, ЧСС, МОК и СИ, что сопоставимо с данными, полученными в пещере (O_2 – 17%, CO_2 – 2,5%).

Обследовано 30 пациентов с ИБС (стабильная стенокардия напряжения II, III ф.к.), которые составляли основную (18 человек) и контрольную (12 человек) группы. Все больные на протяжении исследования получали общепринятую антиангинальную терапию. Изучены показатели ЦГД до и после лечения. После завершения цикла ГГТ у больных основной группы, по сравнению с исходными показателями, зафиксировано достоверное ($p < 0,02$) уменьшение ЧСС (-4,2 в 1 мин) в покое. Наряду с этим произошло достоверное ($p < 0,05$) повышение УОК (+9,3 мл), что привело к достоверному ($p < 0,02$) росту МОК (+0,84 л/мин) и СИ (+0,92 л/мин/м²). Установлена также тенденция к снижению ОПСС (-108,23 дин^с·л⁻¹·см⁻⁵), САД, ДАД и СДД. Достоверно ($p < 0,05$) уменьшился ИФЖ при неизменном ДНЛЖ, что указывает на улучшение функционирования миокарда.

При сравнении этих показателей с таковыми у больных контрольной группы

обращает на себя внимание то, что у последних под влиянием традиционного лечения также происходит некоторое увеличение УОК и уменьшение ЧСС, однако эти изменения недостоверны. Кроме этого, при этом не выявлено существенных изменений МОК, СИ, ОПСС.

При проведении ВЭП в обеих группах больных отмечалась только тенденция к увеличению порогового значения ДП и мощности физической нагрузки, что, по-видимому, связано с недостаточной продолжительностью курса лечения.

Положительное влияние гипоксии-гиперкапнии пещеры «Золушка», а также ее мини-модели методом «ДМП» на показатели кардиогемодинамики здоровых лиц, больных ИБС, послужило основанием для использования этого метода в стационарных условиях при реабилитации больных подострым ИМ. Обследовано 86 больных подострым ИМ в возрасте от 28 до 59 лет. Диагноз ИМ выставлен в соответствии с критериями ВОЗ на основании клинических, электрокардиографических и лабораторных данных. У 56% больных диагностирован не Q-ИМ, у 44% – Q-ИМ. Все больные принимали общепринятое медикаментозное лечение: нитропрепараты, ацетилсалициловую кислоту, I[?] #[?] – адреноблокаторы, антагонисты ангиотензинпревращающего фермента, метаболическую терапию.

Больные первой группы (38 человек), кроме медикаментозной терапии и терренкуров, которые выполнялись 1 раз в сутки, вечером, занимались тренировками на велоэргометре. Тренировки на велоэргометре проводились в утреннее время, нагрузка составляла 75% от установленной пороговой нагрузки при тестовой велоэргометрии. Использовали интервальные нагрузки по 5 мин, которые повторялись 3 раза с 2-х минутными интервалами педалирования при низкой мощности под контролем АД и ЧСС. Курс ФТ составлял 12-15 ежедневных занятий. Вторую группу (21 человек) составляли больные, которым, наряду с медикаментозной терапией и терренкурами, один раз

в сутки проводились ГТТ по рецепту пещеры «Золушка». Пациенты 2 раза в день по 30 мин дышали через маску от наркозного аппарата из баллона, заправленного трехкомпонентной газовой смесью. Содержание кислорода (17%), углекислого газа (2,5%) и азота (80,5%) было аналогично составу воздуха зала «Анаконда» пещеры «Золушка» Черновицкой области. Процедуры проводились каждый день на протяжении 12 дней. Больным ИМ 3-ей группы (27 человек), наряду с терренкурами и медикаментозной терапией, проводились ГТТ методом ДМП три раза в сутки по 15 мин. Объем ДМП подбирался индивидуально и составлял в среднем $967,3 \pm 105,8 \text{ см}^3$. Продолжительность курса ГТТ составляла 14 дней.

После ВЭМ-тренировок больных ИМ уменьшилась суммарная глубина негативных зубцов Т ЭКГ на 36,28% и количество отведений, где они зарегистрированы – на 27,03%. Суммарная депрессия или элевация сегмента ST, площадь зубцов Q (QS) уменьшилась недостоверно. Это свидетельствует о том, что данный метод восстановительного лечения положительно влияет на кровообращение в периинфарктной зоне. ЦГД после ВЭМ-тренировок изменилось по-разному, в зависимости от типов гемодинамики. Так, снижение САД и СДД произошло за счет лиц с исходным гипер- и эукинетическими типами кровообращения. При гипокинетическом типе ЦГД увеличились ЧСС и УОК, что привело к росту показателей МОК, P_w и ОСВ. ОПСС уменьшилось при гиперкинетическом и несколько меньше при эукинетическом типах ЦГД. ДНЛЖ снизилось во всех трех группах больных, что указывает на уменьшение проявлений сердечной недостаточности после ВЭМ-тренировок, независимо от типов гемодинамики.

В процессе лечения с применением тренировок на велоэргометре пороговая нагрузка увеличилась у 20 больных, у 1 – уменьшилась и у 6 осталась на том же уровне. В среднем прирост нагрузки составлял $24,07 \pm 2,86 \text{ Вт}$, что соответство-

ет одной дополнительной ступеньке нагрузки. Рост мощности пороговой нагрузки составлял 36,62%.

После проведенного лечения с использованием ГТТ по рецепту пещеры «Золушка» отмечено уменьшение суммарной площади негативных зубцов Т ЭКГ на 57,77% и количество отведений, в которых они зафиксированы, на 43,48%. Суммарная площадь зубцов Q и QS уменьшилась незначительно. Недостоверно уменьшилась и суммарная депрессия или элевация сегмента ST. Это свидетельствует об улучшении кровообращения в периинфарктной зоне и отсутствии влияния ГТТ на зону повреждения. Существенно возросли МОК, СИ, ОСВ, уменьшилась ОПСС. $A_{\text{уд}}$, P_w , ДНЛЖ увеличились незначительно. Увеличение МОК за счет УОК при практически неизменной ЧСС указывает на позитивные сдвиги гемодинамики, улучшение инотропной функции миокарда. Пороговая мощность физической нагрузки после повторной велоэргометрии увеличилась на $29,0 \pm 3,18 \text{ Вт}$, что в среднем соответствует 1,19 дополнительных ступенек нагрузки. Причем толерантность к физической нагрузке увеличилась у 10 пациентов, и только у одного уменьшилась. В целом по группе физическая работоспособность увеличилась на 32,25%. Следует отметить, что повышение толерантности к физической нагрузке сопровождалось достоверным увеличением интегральных показателей ДП на 14,86%, что свидетельствует об улучшении баланса между потребностью и доставкой кислорода к сердцу.

Таким образом, после цикла ГТТ по рецепту пещеры «Золушка» существенно увеличились миокардиальный и коронарный резервы, возросла толерантность к физической нагрузке у пациентов с подострым ИМ.

В 3-ей группе больных ИМ после курса ГТТ методом ДМП по данным ЭКГ отмечено снижение показателей $J@\$%'-T$ (-45,9%), nT (-31,5%) и nST (-70,0%) у больных ИМ после ГТТ методом

ДМП, что свидетельствует об улучшении кровообращения не только в периинфарктной зоне, но и в зоне повреждения.

Установлено достоверное увеличение МОК за счет УОК, что свидетельствует об улучшении насосной функции миокарда. На возрастание пропульсивной функции сердца указывают увеличение P_w и $A_{уд.}$, на общую вазодилатацию – снижение ОПСС ($p < 0,05$).

До начала ГТТ у больных ИМ зафиксирована низкая активность ВНС с преобладанием ее симпатического отдела. После цикла тренировок методом ДМП установлено возрастание активности как симпатического, так и парасимпатического отделов ВНС.

После окончания восстановительного лечения с использованием ГТТ методом ДМП пороговая мощность нагрузки увеличилась на $21,15 \pm 16,77$ Вт, что соответствует 0,84 ступеньки дополнительной нагрузки. При этом толерантность к физической нагрузке возросла у 8 (61,54%) из 13 пациентов этой группы. Физическая трудоспособность увеличилась в среднем на 36,67%. После цикла ГТТ достоверно увеличились ЧСС, САД, что привело к росту интегральных показателей ДП на 19,12%. Это свидетельствует о нормализации взаимоотношений между потребностью и доставкой кислорода к мышце сердца. На 33,3% уменьшилось количество позитивных ВЭМ-проб. После окончания лечения одна и та же нагрузка выполнялась при меньших энергетических затратах.

Таким образом, ГТТ методом ДМП больных подострым ИМ способствуют увеличению коронарного и миокардиального резервов, снижению тонуса периферических артерий, повышению активности симпатического и парасимпатического отделов ВНС, что позволило сократить объем медикаментозной терапии и сроки стационарного лечения.

Сравнивая эффективность физических и гипоксически-гиперкапнических тренировок в восстановительном лече-

нии больных ИМ можно отметить следующее. Велотренировки являются наиболее эффективным методом физической реабилитации больных ИМ. К недостаткам метода относится большой процент противопоказаний к проведению велоэргометрии. ГТТ по рецепту пещеры «Золушка» по своей эффективности приближаются к велотренировкам, однако для изготовления такой трехкомпонентной газовой смеси необходимо сложное оборудование. ГТТ методом ДМП больных ИМ также приближаются по своей эффективности к велотренировкам. Простота и доступность метода, высокая эффективность, небольшое количество противопоказаний, возможность индивидуально для каждого больного строить график тренировок позволяют рекомендовать ГТТ методом ДМП для восстановительного лечения большинства больных ИМ.

Для изучения эффективности коррекции метаболических нарушений у больных ГБ в сочетании с различными компонентами МС нами обследовано 64 пациентов. С целью сравнения предложенных программ лечения больные были распределены на 3 группы. Первая группа (1) – 13 больных ГБ I-II ст. и субкомпенсированным СД 2 – получала диетическое питание (диета № 9/10), метаболическую терапию, амарил, сторвас, эналаприл (10-20 мг/сутки) на протяжении 20 недель. Вторая группа (2) – 26 больных ГБ I-II ст. и субкомпенсированным СД 2 – получала аналогичное лечение, но вместо эналаприла - физиотенз (0,2-0,4 мг/сутки – на протяжении 20 недель). Третья группа (3) – 25 больных ГБ I-II ст. и субкомпенсированным СД 2: первая подгруппа (3а) – 13 больных, которые получали лечение по схеме, аналогичной группе 1 и дополнительно ГТТ методом «ДМП»; вторая подгруппа (3б) – 12 больных - получали лечение по схеме, аналогичной группе 2 и дополнительно ГТТ методом «ДМП» объемом от 500 до 1000 мл по описанной ранее методике по 15 мин 3 раза в день. Общая продолжительность ГТТ составляла 30 дней.

Через 30 дней после лечения все больные отмечали улучшение самочувствия: меньше стали беспокоить головные боли, головокружения, увеличилась трудоспособность, нормализовалось АД.

Комплексное лечение с применением эналаприла и физиотенза (группы 1, 2) позитивно повлияло на динамику показателей липидного обмена и привело к достоверному снижению содержания общего ХС, ТГ и ЛПНП у обследованных больных ГБ в сочетании с МС ($p < 0,05$). Однако полной их нормализации не происходило. Концентрация ХС, ТГ, ЛПНП и после лечения достоверно отличалась от контрольных величин.

Более существенные изменения показателей липидного и углеводного обмена отмечены как в 3-а группе (эналаприл + ГГТ), так и в 3-б группе (физиотенз + ГГТ) обследованных больных ГБ. Однако, ГГТ в комплексной терапии больных 3-б группы (антигипертензивный препарат – физиотенз) оказали более существенное влияние на показатели липидного обмена (общий ХС, ТГ) по сравнению с больными 3-а группы (антигипертензивный препарат – эналаприл). Так, содержание ТГ снизилось у больных ГБ 3-б группы на 34,5%, у больных 3-а группы – на 24,8%, общего ХС – на 18,6% и 12,8% соответственно. Несколько другим было влияние ГГТ методом ДМП на показатели углеводного обмена. В частности, ГГТ на фоне эналаприла более существенно снизили уровень глюкозы крови натощак (-17,9%), чем ГГТ в комбинации с физиотензом (-13,9%). ГГТ на фоне физиотенза снизили базальное содержание инсулина крови на 25,3%, в то время как ГГТ и эналаприл – только на 20%.

Таким образом, ГГТ методом дыхания через «ДМП» больных ГБ I-II ст. в сочетании с МС (СД-2, ожирение) способствовали улучшению субъективного состояния пациентов. После лечения уменьшились головные боли, общая утомляемость, «диабетические» жалобы, улучшилось качество жизни.

ГГТ методом ДМП в комбинации с антигипертензивными средствами (физиотенз, эналаприл) способствуют нормализации АД, оказывают положительное влияние на показатели липидного и углеводного обмена в виде достоверного снижения содержания в плазме крови общего холестерина, триацилглицеролов, липопротеинов низкой плотности, снижения гликемии натощак, базального уровня инсулина крови, гликозилированного гемоглобина, уменьшения индекса инсулинорезистентности. Благоприятный лечебный и метаболический эффект ГГТ методом ДМП дает основание рекомендовать их в комплексном лечении больных ГБ с проявлениями МС (СД-2, ожирение).

Выводы.

1. На основании проведенных исследований можно рекомендовать спелеотерапию в условиях ГГТС пещеры «Золушка» для лечения и реабилитации ряда функциональных и органических заболеваний сердечно-сосудистой системы (нейроциркуляторная дистония, стенокардия, острый ИМ, диффузный и постинфарктный кардиосклероз, ГБ и др.), для интенсификации тренировок спортсменов, повышения уровня здоровья здоровых.
2. Пещера имеет выгодное экономико-географическое положение с учетом близкого расположения больших городов (Черновцы, Каменец-Подольский – Украина; Бельцы, Кишинев – Молдова), железнодорожных (2 км) и автодорожных (1,5 км) магистралей, высокой плотности населения и транзитности региона. Село Подвирное, под окраиной которого расположена пещера, образцово-показательное село в Черновицкой области, имеет благоустроенный центр, водопровод, постоянное автобусное сообщение, телефонизировано.
3. Пещера «Золушка», обладая уникальным микроклиматом, может стать международной многопрофильной

спелеоклиматолечебницей. Первоочередное задание – оборудование стационарного входа в пещеру. Инфраструктура села Подвирное позволяет обеспечить нормальное функционирование первой очереди спелеоклиматолечебницы «Золушка».

Литература

1. Агаджанян Н.А. Адаптация к экстремальным условиям и резистентность организма // Вестник АМН СССР. – 1987. – №6. – С. 24-28.
2. Агаджанян Н.А., Елфимов А.И. Функции организма в условиях гипоксии и гиперкапнии. – М.: Медицина, 1986. – С. 270.
3. Агаджанян Н.А., Елфимов А.И., Радыш И.В. Циркадианная динамика показателей кардиореспираторной системы человека при физической нагрузке в измененной газовой среде // Физиология человека. – 1990. – Т.16, №4. – С. 88-96.
4. Баев В.И., Овчинникова Л.М., Щербачев И.П. Кислотно-щелочное равновесие крови крыс при сочетанном воздействии гиперкапнии, гипоксии и охлаждения // Физиологический журнал СССР. – 1987. – №7. – С. 1026-1033.
5. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 221 с.
6. Билецкий С.В., Гоженко А.И., Лобенко А.А. и др. Возможности использования микроклимата карстовых пещер с гипоксически-гиперкапническими газовым составом воздуха для профилактики и лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы // Мед. реабилитация, курортология, физиотерапия. – 1996. – №1. – С. 39-43.
7. Васильева-Линецкая Л.Я., Манойленко Л.Я. Воздействие нормобарической гипоксической терапии на состояние биоэлектрической активности и сократительной функции миокарда у больных ГБ II стадии // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2002. – Т.8, №1. – С. 58-60.
8. Василенко А.М. Максимальное потребление кислорода как критерий устойчивости человека к гипоксии, гипер- и гипотермии // Космическая биология и авиакосмическая медицина. – 1980. – №6. – С. 3-10.
9. Герасимов А.М., Коваленко Е.А. Касаткина и др. Парадоксальная реакция некоторых внутриклеточных механизмов защиты от кислорода при адаптации организма к гипоксии // Доклады АН СССР. – 1979. – 244, №2. – С. 492-495.
10. Глазкова В.А., Черняков И.Н. Кислотно-щелочное состояние крови при дыхании гиперкапническими газовыми смесями // Космическая биология и авиакосмическая медицина. – 1975. – №2. – С. 20-27.
11. Дудаев В.А., Дюков И.В., Бородкин В.В. и др. Влияние физических тренировок на обмен липидов и реологические свойства крови у больных ишемической болезнью сердца // Кардиология. – 1986. – Т.26, №12. – С. 55-60.
12. Душанин С.А. Резерв аэробной окислительной мощности и первая производная ЭКГ покоя: валидизация практического способа экспресс-анализа максимального потребления кислорода // Медицинские проблемы физической культуры: Респ. междуведом. сб. – Киев: Здоров'я, 1984. – С. 41-45.
13. Жалко-Титаренко В.Ф. Водно-электролитный обмен и кислотно-основное состояние в норме и при патологии. – Киев: Здоровья, 1989. – 200 с.
14. Клімчук О.Б., Яблукова Н.Л., Ольштинський С.П. Формування газового складу повітря карстових печер Поділля та Буковини // Доповіді АН УРСР: Сер. Б. – 1984. – №2. – С. 19-22.
15. Кобилінська Л.І., Гжегоцький М.Р., Терлецька О.І. та ін. Інтервальне

- гіпоксичне тренування - новий метод профілактики, реабілітації і терапії // Клінічна фізіологія та біохімія. – 2002. – №2. – С. 39-43.
16. Королев В.А. Стратегический подход к определению гликогемаглобина // Клиническая лабораторная диагностика. – 2004. – №1. – С. 18-22.
 17. Кулик А.М., Кондратьева Л.Н. Совместное действие гипоксии и гиперкапнии на функциональное состояние дыхательного центра // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1975. – №4. – С. 39-43.
 18. Левіна Л.Н., Ігоніна М.К., Пеклина С.Б., Пеклина Г.П. Вплив дозованої гіпоксії на фізичну працездатність кардіологічних хворих // Медичинська реабілітація, курортологія, фізіотерапія. – 2001. – №2. – С. 44-46.
 19. Малкиман И.И., Поляков В.Н., Степанов В.К. Реакция организма человека при дыхании газовыми смесями, содержащими 3-9% CO₂ // Космическая биология и авиакосмическая медицина. – 1971. – №5. – С. 17-22.
 20. Меерсон Ф.З. Адаптация, деадаптация и недостаточность сердца. – М.: Медицина, 1978. – 344 с.
 21. Меерсон Ф.З., Боев В.М., Коц Я.И. и др. Влияние адаптации к периодической гипоксии на толерантность нетренированных людей к физической нагрузке и идиопатические аритмии сердца // Физиология человека. – 1990. – №1. – С. 94-105.
 22. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1988. – 253 с.
 23. Меерсон Ф.З., Устинова Е.Е. Реабилитационный эффект адаптации к гипоксии при экспериментальном постинфарктном кардиосклерозе // Кардиология. – 1987. – Т.27, №3. – С. 83-90.
 24. Мингазетдинова Л., Нигматуллина А., Фрид С. Эффективность длительных физических тренировок у больных острыми формами ИБС в период стабилизации // Паллиативная медицина и реабилитация. – 2002. – №1. – С. 36-38.
 25. Некоркина О.А. Статико-динамические физические нагрузки в реабилитации больных ишемической болезнью сердца на стационарном этапе // Вопросы курортологии. – 2005. – №3. – С. 23-25.
 26. Осьминин Ф.В., Баранова Е.И., Ершов А.Ф. и др. Реакция на гипоксию организма человека и животных в зависимости от индивидуальных особенностей вегетативной нервной системы // Физиология человека. – 1991. – Т.17, №1. – С. 95-103.
 27. Пушкарь Ю.Т., Большов В.М., Елизарова Н.А. и др. Определение сердечного выброса методом тетраполярной грудной реографии и его метрологические возможности // Кардиология. – 1977. – Т.17, №7. – С. 85-90.
 28. Сирота В.Є., Білецький С.В., Бобилев О.В., Присяжнюк Л.І. Використання тренувань на велоергометрі при реабілітації хворих на інфаркт міокарда: порівняльна характеристика з теренкурами // Бук. мед. вісник. – 1999. – Т.3, №3. – С. 119-127.
 29. Слинченко Н.З. Быстрая и прочная окраска соединительной ткани, гиалина и фибриноидов // Архив патологии. – 1964. – № 2. – С. 84.
 30. Соколов А.А., Дудкина Ю.В., Кулемзин А.В., Дудко В.А.. Влияние дозированной гиперкапнической гипоксии на показатели кардиореспираторной системы и физическую работоспособность больных ишемической болезнью сердца // Кардиология. – 1994. – Т.34, №8. – С. 17-20.
 31. Триняк Н.Г., Бобылев А.В., Билецкий С.В. Спелеотерапия и перспективы ее развития на Буковине // Лік. справа. Врачеб. дело. – 1990. - №9. – С. 79-82.
 32. Baudouin Simon V., Bateman Nigel T.

- Contractility of papillary muscle from rats exposed to 28 days of hypoxia, hypercapnia, and hypoxia with hypercapnia // *Thorax*. – 1989. – Vol.44, №10. – P. 808-811.
33. Giannuzi P., Tavazzi L., Temporelli P.L. Long-term physical training and left ventricular remodeling after anterior myocardial infarction. Final result from the EAMI Study // *Am. Coll. Cardiol.* – 1993. – Vol.22. – P. 1821-1829.
34. Matthews D.R., Hosker J.P., Rudenski A.S. et al. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man // *Diabetologia*. – 1985. - Vol.28, №7. – P. 412-419.
35. Rauramaa R., Hänninen O. Physical activity and risk factors for ischaemic heart disease – ten years of research for health improvement: Pap. 11th Puijo Symp. 10th Anniv. Kuopio Res. Inst. Exercise Med., Kuopio, Aug. 17-19, 1987 // *Ann. Clin. Res.* – 1988. – Vol.20, №1-2. – P. 58-61.
36. Watts E.G. Effect of exercise on platelets and implications for ischemic heart disease // *Platelets*. – 1992. – №3. – P. 11-14.

Резюме

ФІЗИЧНІ ТА ГІПОКСИЧНО-ГІПЕРКАПНІЧНІ ТРЕНУВАННЯ В КАРДІОЛОГІЇ

Гоженко А.І., Білецький С.В., Казанцева Т.В.

Досліджені показники кардіогемодинаміки – ЕКГ, диференційована ЕКГ, тетраполярна грудна реографія, ритмографія, велоергометрія. Визначені показники вуглеводного та ліпідного обміну у 64 здорових осіб, 30 хворих ішемічною хворобою серця (ІХС), 86 хворих інфарктом міокарда (ІМ) та 64 хворих гіпертонічною хворобою (ГХ) у поєднанні з метаболічним синдромом у зв'язку із застосуванням гіпоксично-гіперкапнічних тренувань (ГТТ) в умовах мікроклімату печери

«Попелюшка» (O_2 – 17%, CO_2 – 2,5%) з використанням методу додаткового «мертвого» простору (ДМП).

Встановлено позитивний вплив ГТТ як в умовах печери «Попелюшка» так і при використанні дихання методом ДМП на функціональний стан кардіореспіраторної системи, показники вуглеводного та ліпідного обміну в здорових, пацієнтів з ІХС, ІМ та ГХ, що може бути застосовано у лікуванні та реабілітації хворих.

Summary

PHYSICAL AND HYPOXIC-HYPERCAPNIC TRAININGS IN CARDIOLOGY

Gozhenko A.I., Biletsky S.V., Kazantseva T.V.

The indices of cardiohemodynamics have been studied – ESG, differential ESG, tetrapolar thoracic rheography, rhythmography, bicycle ergometry. The indices of carbohydrate and lipid metabolism have been evaluated in 64 healthy persons, 30 patients with coronary disease (CD), 86 persons afflicted with myocardial infarction (MI) and 64 patients with essential hypertension (EH) combined with metabolic syndrome connected with the use of hypoxic-hypercapnic trainings (HHT) under the conditions of the microclimate of the «Zolooshka» cave, employing the method of an auxiliary «dead» space (ADS).

A positive effect of HHT has been established both under the conditions of the «Zolooshka» cave (O_2 – 17%, CO_2 – 2,5%) and, while using breathing by means of the ADS method on the functional condition of the cardiorespiratory system, the indices of carbohydrate and lipid exchange in healthy persons, the patients with CD, MI and EH and that may be used in the treatment and rehabilitation of patients.

Впервые поступила в редакцию 28.11.2007 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 1 от 18.01.2008 г.).