

Э. О. Асанов, Е. Д. Осьмак, И. А. Дыба, Л. Г. Полягушко\*

*Государственное учреждение "Институт геронтологии  
им. Д. Ф. Чеботарева НАМН Украины", 04114 Киев*

*\*Национальный технический университет Украины "Киевский  
политехнический институт им. И. Сикорского", 03056 Киев*

## **СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ЛЮДЕЙ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА С ХРОНИЧЕСКИМ ОБСТРУКТИВНЫМ ЗАБОЛЕВАНИЕМ ЛЕГКИХ: ВЛИЯНИЕ ГИПОКСИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК**

Изучено влияние курсового применения интервальных нормобарических гипоксических тренировок (ИНГТ) на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у 33 больных в возрасте 60–74 лет с хроническим обструктивным заболеванием легких (ХОЗЛ), с которыми проводили реальные (17 больных) и имитированные (16 больных) гипоксические тренировки. Показано, что использование ИНГТ у пожилых больных с ХОЗЛ приводит к повышению  $SpO_2$ , сердечного выброса и снижению уровня периферического сосудистого сопротивления.

**Ключевые слова:** ХОЗЛ, сердечно-сосудистая система, старение, гипоксические тренировки.

Одним из перспективных немедикаментозных методов лечения гипоксических состояний, а также повышения устойчивости к гипоксии является нормобарическая гипокситерапия — дыхание воздухом с пониженной концентрацией  $O_2$  при нормальном атмосферном давлении [6, 17].

В основе метода лежит развитие в организме комплекса адаптивных реакций в ответ на гипоксический стресс [6]. При этом усиливается эффективность всех звеньев транспорта  $O_2$  — активируется дыхание и системный кровоток, улучшается микроциркуляция, повышается активность дыхательных ферментов, увеличивается жизненная емкость легких, повышается активность антиоксидантных систем, угнетаются процессы перекисного окисления липидов [6].

Накопленные в медицинской практике результаты применения метода нормобарической гипокситерапии свидетельствуют об эффективности ее применения. Кратковременное дыхание воздухом с пониженным содержанием  $O_2$  вызывает системные, а при повторных сеансах — тканевые и клеточные реакции, что повышает устойчивость организма к гипоксии и оказывает лечебный эффект [1, 2, 6, 17]. Во время коротких нормоксических интервалов между сериями вдыхания газовой гипоксической смеси активность приспособительных механизмов продолжает оставаться повышенной и в результате курса тренировок закрепляется на качественно новом уровне [6].

В настоящее время доказано, что различные виды гипоксических тренировок при создании гипоксии на достаточно длительное время являются эффективным видом лечения и реабилитации больных, даже без использования лекарственных препаратов [1, 2, 6]. Использование гипокситерапии рекомендуется для лечения, профилактики и восстановления ряда заболеваний сердечно-сосудистой, дыхательной системы, неврологических заболеваний, болезней желудочно-кишечного тракта, обмена веществ и др. [2, 6, 17].

Применение гипоксических тренировок наиболее целесообразно именно при гипоксических состояниях для создания долгосрочной устойчивости и повышения уровня неспецифической резистентности организма. Заболеванием, для которого характерно развитие тяжелой артериальной гипоксемии и тканевой гипоксии, является хроническое обструктивное заболевание легких (ХОЗЛ) [3, 12, 14]. При развитии ХОЗЛ у людей пожилого возраста происходит наложение патологических процессов на возрастные гипоксические изменения, что приводит к усугублению артериальной гипоксемии и тканевой гипоксии [13, 15, 16], что негативно отражается на функциональной способности и адаптационных возможностях сердечно-сосудистой системы. Так, по данным ряда исследований, хроническая гипоксия является одним из факторов, который вызывает развитие дистрофических изменений в миокарде и нарушения его сократительной способности [4, 5]. Таким образом, применение гипокситерапии у больных ХОЗЛ пожилого возраста патофизиологически обосновано. Немаловажным является и ограниченность применения традиционных медикаментозных методов лечения в пожилом возрасте.

Однако опыт применения интервальных нормобарических гипоксических тренировок (ИНГТ) при ХОЗЛ, в частности, у больных пожилого возраста, достаточно ограничен. Так, не изучено влияние ИНГТ на состояние сердечно-сосудистой системы у пожилых больных ХОЗЛ. Следует отметить, что сердечно-сосудистой системе принадлежит важная роль в механизмах компенсации к артериальной гипоксемии и тканевой гипоксии при прогрессировании бронхиальной обструкции у больных ХОЗЛ [12, 14].

Поэтому представляло интерес оценить влияние курсового применения интервальной нормобарической гипокситерапии на состояние сердечно-сосудистой системы у больных пожилого возраста с ХОЗЛ.

**Обследуемые и методы.** Обследованы 33 больных в возрасте 60–74 лет с ХОЗЛ I–II ст., вне обострения, с давностью заболевания от 7 до 26 лет. Тип и степень выраженности нарушений вентиляционной функции легких оценивали по показателям спирографии и кривой "поток — объем" форсированного выдоха на аппарате "Spirobank" (Mir, Италия). Перед началом исследования все пациенты получили подробную информацию об исследовании и добровольно подписали информированное согласие на участие в нем.

Обследуемые больные с ХОЗЛ были подразделены на две группы: первая группа (17 человек) получала реальные ИНГТ, вторая группа (16 человек) имитированные ИНГТ.

На протяжении исследования у больных с ХОЗЛ допускалось использование ингаляторного агониста  $\beta_2$ -адренорецепторов короткого действия сальбутамола по требованию как препарата неотложной помощи для облегчения симптомов ХОЗЛ.

Оценивали показатели сердечно-сосудистой системы. При этом частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое артериальное давление (САД) и сатурацию крови  $O_2$  ( $SpO_2$ ) регистрировали с помощью монитора "ЮМ-300" ("ЮТАС", Украина), а ударный объем (УО), минутный объем кровообращения (МОК), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС) определяли методом реографии на аппарате "Регина" (Украина).

Исследования выполнены до и после курсового применения ИНГТ.

Курс тренировок состоял из 10 ежедневных сеансов, каждый сеанс включал в себя три пятиминутных цикла гипоксического воздействия, которые чередовались пятиминутными периодами нормоксии.

Тренирующий уровень гипоксии при проведении ИНГТ является основным лечебным фактором. Недостаточный тренирующий уровень гипоксического воздействия приведет к низкому терапевтическому эффекту, тогда как чрезмерное гипоксическое воздействие может вызвать развитие нежелательных побочных реакций. В данном исследовании подбор тренирующего уровня гипоксии осуществлялся путем проведения гипоксической пробы с постепенным уменьшением концентрации кислорода во вдыхаемой газовой смеси и мониторингом показателей кардиореспираторной системы [7].

Для оценки реакции сердечно-сосудистой системы на гипоксию использовали гипоксическую пробу с вдыханием 12 %  $O_2$  в течение двадцати минут. При этом определяли реакцию на гипоксию АД, ЧСС,  $SpO_2$  с помощью монитора "ЮМ-300" ("ЮТАС", Украина).

Гипоксические пробы и гипоксические тренировки проводились на модифицированном автоматизированном программно-аппаратном комплексе "Гипотрон-М" (АПАК "Гипотрон-М"), созданном киевскими учеными НТУУ "КПИ им. И. Сикорского" для проведения ИНГТ и определения реакции на гипоксию [8]. Прибор позволяет добиться высокой терапевтической эффективности и безопасен при проведении гипоксических тренировок благодаря возможности контролировать параметры сатурации крови  $O_2$ , функционального состояния дыхательной

и сердечно-сосудистой систем непосредственно во время гипоксической экспозиции. Программное обеспечение АПАК "Гипотрон-М" современное, многофункциональное и удобное для использования. АПАК "Гипотрон-М" как в лечебно-профилактических учреждениях, санаториях, оздоровительных центрах для оздоровления и лечения, так и с научными целями.

Статистическая обработка полученных данных выполнена с помощью программы *Statistica 6.0* (*StatSoft*, США). Рассчитывали средние значения показателей ( $M$ ) и их ошибки ( $m$ ). Все изученные показатели имели нормальное распределение и поэтому были использованы параметрические статистические процедуры. Различия средних величин показателей в изученных группах оценивали по  $t$ -критерию Стьюдента.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты динамического наблюдения, проведенные после лечения, позволили установить определенные изменения функционирования сердечно-сосудистой системы у больных пожилого возраста с ХОЗЛ под влиянием курсового применения ИНГТ (таблица). Под влиянием ИНГТ у пожилых больных с ХОЗЛ повышается сократительная способность миокарда, о чем свидетельствует повышение МОК — интегрального показателя центральной гемодинамики. Следует отметить, что рост МОК после курсового применения ИНГТ у пожилых больных с ХОЗЛ происходило за счет повышения УО (см. табл.).

**Влияние имитированных и реальных ИНГТ на состояние сердечно-сосудистой системы у пожилых больных с ХОЗЛ,  $M \pm m$**

Показатель	Имитированные ИНГТ		Реальные ИНГТ	
	До ИНГТ	После ИНГТ	До ИНГТ	После ИНГТ
САД, мм рт. ст.	145,8 ± 5,2	142,4 ± 4,1	143,7 ± 4,4	126,2 ± 3,2*#
ЧСС, мин <sup>-1</sup>	78,7 ± 5,3	79,1 ± 3,2	80,4 ± 3,1	80,3 ± 2,5
УО, мл	61,4 ± 1,3	61,7 ± 1,2	60,5 ± 1,2	67,1 ± 1,1*#
МОК, л/мин	4,83 ± 0,12	4,88 ± 0,11	4,86 ± 0,11	5,39 ± 0,10*#
ОПСС, кПа·с/л	229,5 ± 10,5	227,4 ± 9,4	222,2 ± 8,3	178,5 ± 10,6*#

*Примечания:* \* —  $P < 0,05$  по сравнению со значениями показателей до тренировок, # — по сравнению с соответствующими показателями имитированных ИНГТ.

Положительное влияние ИНГТ на сократительную способность миокарда отмечали различные исследователи. В эксперименте повышение сердечного выброса под влиянием гипокситерапии было установлено Т. Г. Сазонтовой [9], Н. К. Хитровым и В. С. Пауковым [11], В своих исследованиях В. А. Березовский и М. Н. Левашов [2] отмечают, что длительная адаптация к гипоксии приводит к повышению сократительной способности миокарда в результате увеличения количества новых капилляров.

Положительное влияние гипокситерапии на сократительную способность миокарда обусловлено, скорее всего, эффектом "гипоксического прекондиционирования", который реализуется через механизмы

влияния на свободнорадикальное окисление, образование оксида азота, генетические и другие факторы [10].

С другой стороны, положительное влияние ИНГТ на функционирование сердечно-сосудистой системы у больных ХОЗЛ также связано и с улучшением кислородного обеспечения организма. Об этом свидетельствует повышение у них  $SpO_2$  с 95 % до 97 % после ИНГТ, тогда как у пациентов, получавших имитированные ИНГТ, сатурация  $O_2$  практически не изменялась.

Наряду с повышением сердечного выброса, курсовое применение ИНГТ у пожилых людей с ХОЗЛ приводило к улучшению периферического сосудистого кровообращения и снижению вазоконстрикции. Исследования показали, что после курсового применения ИНГТ отмечалось достоверное снижение ОПСС (см. табл.). Достоверное снижение периферической вазоконстрикции под влиянием ИНГТ у больных пожилого возраста с ХОЗЛ проявлялось снижением у них систолического АД (см. табл.). Положительное влияние гипокситерапии на гипоксическую вазоконстрикцию на примере сосудов малого круга также было установлено В. А. Березовским и М. И. Левашовым [1]. Необходимо подчеркнуть, что имитированные ИНГТ не приводили к снижению систолического АД и улучшению периферического кровообращения у пожилых больных с ХОЗЛ (см. табл.).

Нормализация АД, снижение периферического сосудистого сопротивления у пожилых больных с ХОЗЛ свидетельствует об улучшении у них регуляции сосудистого тонуса после курса гипоксических тренировок.

Важно отметить, что улучшение функционирования сердечно-сосудистой системы у пожилых больных ХОЗЛ под влиянием ИНГТ сопровождалось снижением использования сальбутамола.

Таким образом, анализ полученных результатов позволяет утверждать, что ИНГТ являются эффективным методом улучшения функционирования сердечно-сосудистой системы у больных пожилого возраста с ХОЗЛ. При этом использование аппаратного комплекса "Гипотрон-М" с современным программным обеспечением позволяет оптимально проводить гипоксические тренировки и определять устойчивость к гипоксии.

### Список использованной литературы

1. *Березовский В. А., Левашов М. И.* Физиологические предпосылки и механизмы нормализующего действия нормобарической гипоксии и оротерапии // Физиол. журн. — 1992. — № 5. — С. 3–12.
2. *Березовский В. А., Левашов М. И.* Введение в оротерапию. — К.: Изд-во Академии проблем гипоксии РФ, 2000. — 76 с.
3. *Гаврисюк В. К.* Принципы терапии больных с осложнениями ХОЗЛ // Укр. пульмонол. журн. — 2011. — № 2. — С. 10–12.
4. *Гаврисюк В. К., Ячник А. И.* Хроническое легочное сердце. — К., 1997. — 96 с.
5. *Егурнов Н. И., Визель А. А.* Влияние физической нагрузки на гемодинамику больных хроническим бронхитом и бронхиальной астмой с системной

- артериальной гипертензией // Казанский мед. журнал, 1984. — № 1. — С. 17–19.
6. Колчинская А. З., Цыганова Т. Н., Остапенко Л. А. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте. — М.: Медицина, 2003. — 408 с.
  7. Коркушко О. В., Асанов Э. О., Шатило В. Б., Маковская Л. И. Эффективность интервальных нормобарических гипоксических тренировок у пожилых людей // Пробл. старения и долголетия. — 2004. — **13**, № 2. — С. 155–161.
  8. Полягушко Л. Г., Слипченко В. Г., Котунов В. О. Удосконалення апаратно-програмного комплексу // Гіпоксія як метод підвищення адаптаційної здатності організму. — К.: НТУУ "КПІ", 2015. — С. 230–233.
  9. Сазонтова Т. Г. Противоположное влияние адаптации к коротким стрессорным воздействиям и адаптации к периодической гипоксии на активность Na,K!АТФазы плазматической мембраны печени. // Бюл. эксперим. биол. мед. — 1996. — **121**, № 4. — С. 383–386.
  10. Серебровская Т. В., Шатило В. Б. Опыт использования интервальной гипоксии для предупреждения и лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы // Кровообіг та гемостаз. — 2014. — № 1–2. — С. 16–33.
  11. Хитров Н. К., Пауков В. С. Адаптация сердца к гипоксии. — М.: Медицина, 1991. — 240 с.
  12. *Chronic obstructive pulmonary disease. Management of chronic obstructive pulmonary disease in adults in primary and secondary care: NICE clinical guideline. Update: June 2010 / National Institute for Health and Clinical Excellence.* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www.nice.org.uk](http://www.nice.org.uk)
  13. Dyer C. The interaction of ageing and lung disease // *Chron. Respir. Dis.* — 2012. — **9**, № 1. — P. 63–67.
  14. *Global strategy for diagnosis, management, and prevention of COPD (revised 2015).* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www.goldcopd.org](http://www.goldcopd.org)
  15. Miller M. Structural and physiological age-associated changes in aging lungs // *Semin. Respir. Crit Care Med.* — 2010. — **31**. — P. 521–527.
  16. Pride N. Ageing and changes in lung mechanics // *Eur. Respir. J.* — 2005. — **26**, № 4. — P. 563–565.
  17. Zhuang J., Zhou Z. Protective effects of intermittent hypoxic adaptation on myocardium and its mechanisms // *Biol. Signals. Recept.* — 2008. — **8**, № 4–5. — P. 316–322.

Поступила 11.03.2017

## СТАН СЕРДЕЧНО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ У ЛЮДЕЙ ЛІТНЬОГО ВІКУ ІЗ ХРОНІЧНИМ ОБСТРУКТИВНИМ ЗАХВОРЮВАННЯМ ЛЕГЕНІВ: ВПЛИВ ГІПОКСИЧНИХ ТРЕНУВАНЬ

Э. О. Асанов, Є. Д. Осьмак, І. А. Дыба, Л. Г. Полягушко\*

Державна установа "Інститут геронтології  
ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України", 04114 Київ  
\*Національний технічний університет України "Київський  
політехнічний інститут ім. І. Сикорського", 03056 Київ

Вивчено вплив курсового застосування інтервальних нормобаричних гіпоксичних тренувань (ІНГТ) на функціональний стан серцево-судинної системи у 33 хворих у віці 60–74 років із хронічним обструктивним захворюванням легенів (ХОЗЛ), з якими проводили реальні (17 хворих) та імітовані (16 хворих) гіпоксичні тренування. Показано, що використання ІНГТ у літніх хворих із ХОЗЛ приводить до підвищення  $SpO_2$ , серцевого викиду та зниженню рівня периферичного судинного опору.

## STATE OF CARDIOVASCULAR SYSTEM IN ELDERLY PEOPLE WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE LUNG DISEASE: EFFECTS OF HYPOXIC TRAININGS

E. O. Asanov, Ye. D. Osmak, I. A. Dyba, L. G. Poliagushko\*

State institution "D. F. Chebotarev Institute of Gerontology  
NAMS of Ukraine", 04114 Kiev  
\*National Technical University of Ukraine "I. Sikorsky Kyiv  
Polytechnic Institute", 03056 Kyiv

The effect of the course application of interval normobaric hypoxic training (INHT) on the functional state of the cardiovascular system was studied in 33 patients aged 60–74 with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) who was actually treated (17 patients) and simulated (16 patients) hypoxic training. It was shown that the use of INHT in elderly patients with COPD leads to an increase in  $SpO_2$ , cardiac output and a decrease in the level of peripheral vascular resistance.

### Сведения об авторах

*Отдел клинической физиологии и патологии внутренних органов*

Э. О. Асанов — гл.н.с., д.м.н. (eoasanov@ukr.net)

И. А. Дыба — м.н.с., к.м.н.

Е. Д. Осьмак — н.с., к.м.н.

Л. Г. Полягушко — аспирант кафедры автоматизации и проектирования энергетических процессов и систем НТУ Украины "Киевский политехнический институт им. И. Сикорского"