

Применение интервального гипокси-гипероксического тренинга в эстетической медицине

З. З. кызы Кардашова*¹, кандидат медицинских наук
И. А. Василенко*, доктор медицинских наук, профессор
Г. И. Григорьев**

* ГБУ МО МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского МЗ МО, Москва

** ООО «Селджим-рус», Москва

Резюме. В статье представлен анализ эффективности использования технологии интервального гипокси-гипероксического тренинга (ИГГТ) в эстетической косметологии. Показано, что при гипокси-гиперокситерапии улучшаются показатели газообмена и гемодинамики пациентов на системном уровне. В области лица и шеи улучшается состояние капиллярной сети, повышается активность микроциркуляции, увеличивается локальная концентрация крови. Полученные результаты позволяют рекомендовать технологию ИГГТ для активации естественных механизмов комплексного омоложения организма возрастных пациентов и коррекции инволютивных изменений кожи лица и шеи.

Ключевые слова: интервальный гипокси-гипероксический тренинг, коррекция процессов старения, косметология, микроциркуляция, митохондриальное дыхание.

Use of interval hypoxi-hyperoxic training in aesthetic medicine

Z. Z. Kardashova, I. A. Vasilenko, G. I. Grigoryev

Abstract. The article presents analysis of the effectiveness of using interval hypoxi-hyperoxic training (IHNT) technology in aesthetic cosmetology. It is shown that the hypoxi-hyperoxic therapy improves parameters of gas exchange and hemodynamics in patients at systemic level. In the face and neck area, the condition of capillary network is improved, the microcirculation and the local blood concentration are increased. The obtained results allow to recommend IHNT technology for activating of complex rejuvenation of aged patients' organism and correction of adverse changes in the skin of the face and neck.

Keywords: interval hypoxi-hyperoxic training, correction of aging, cosmetology, microcirculation, mitochondrial respiration.

Процесс старения непосредственно связан с истощением биоресурса живого организма, проявляющимся структурными, обменными и функциональными изменениями всех органов и тканей. Наиболее ярким отражением биологических инволютивных превращений являются качественные и количественные изменения кожи, связанные с нарушением баланса между процессами синтеза и деградации ее компонентов и приво-

дящие к сухости, истончению, потере упругости и эластичности, появлению морщин различной глубины, пигментаций и телеангиоэктазий [1, 2]. Одним из значимых патогенетических механизмов старения кожи является нарушение микроциркуляции. В результате снижается концентрация кислорода в коже, замедляются метаболические процессы, склерозируются сосуды и т. д. [3].

Последние десятилетия ознаменовались пристальным вниманием специалистов anti-age-медицины к проблемам старения, что способствовало разработке и внедрению в практику современных технологий и методик,

направленных на устранение и коррекцию молекулярно-клеточных инволютивных изменений, улучшение качественных (морфофункциональных) и эстетических характеристик кожи. В арсенале современной дерматокосметологии имеется достаточно широкий выбор способов коррекции различных возрастных проблем кожи. Однако наибольший интерес вызывают технологии, которые дают возможность получать выраженный омолаживающий эффект за счет мягкого стимулирующего воздействия, направленного на повышение внутренних восстановительных ресурсов организма максимально физиологическим путем.

¹ Контактная информация:
 kard-dina@yandex.ru

К одной из таких технологий по праву относят интервальный гипоксигипероксический тренинг (ИГГТ). Концепция оздоровления, лежащая в основе ИГГТ, впервые была предложена в 1930-х гг. для высотной адаптации советских пилотов и включала разнообразные методические подходы: регулярные полеты в самолетах на большой высоте, пребывание в высокогорных лагерях, использование барокамер. Позже была убедительно доказана эффективность использования ИГГТ в тренировочном процессе для повышения выносливости, работоспособности и улучшения спортивных результатов гребцов, пловцов, легкоатлетов и др. [4]. Многочисленные публикации в стране и за рубежом свидетельствуют о положительном воздействии ИГГТ на организм пациентов с сердечно-сосудистыми, легочными, хроническими эндокринологическими и гинекологическими заболеваниями [5, 6].

В основе технологии ИГГТ — искусственное понижение уровня кислорода в крови путем многократного повторения дозированных гипоксических воздействий специально разработанными газовыми смесями в нормобарических или гипобарических условиях с целью повышения адаптационных возможностей организма человека.

В настоящей работе мы предприняли попытку оценить эффективность использования ИГГТ для естественной коррекции возрастных изменений кожи лица и шеи.

Материал и методы исследования

В продольном обсервационном исследовании участвовали добровольцы в количестве 30 человек в возрасте от 60 до 74 лет (средний возраст $68,8 \pm 2,2$). Критериями исключения служили повышение температуры тела; острые соматические или инфекционные заболевания; обострение хронических заболеваний или хронические заболевания в стадии декомпенсации; инфаркт миокарда или инсульт в предыдущие 6 месяцев; гипертонический криз, артериальная гипертензия 2Б, 3-й стадии; дыхательная недостаточность IIБ и III стадии; хроническая почечная недостаточность;

серповидно-клеточная анемия, полицитемия.

Курс ИГГТ включал 15 сеансов, проводимых ежедневно или через день в зависимости от быстроты наступления эффекта. В каждом сеансе пациентам проводили по 4–5 циклов вдыхания в течение 5 минут гипоксической смеси с различным содержанием кислорода при нормальном атмосферном давлении (концентрацию O_2 постепенно снижали, пока периферическая сатурация (SpO_2) не достигала 85%) и последующего вдыхания в течение такого же времени воздуха с повышенным содержанием кислорода до 32–34% O_2 (гипероксические интервалы между гипоксическими воздействиями). Общее гипоксическое время на 1 сеанс составляло 50–40 мин. После 5 дней дыхания содержание кислорода в гипоксической смеси уменьшали на 0,5%, затем, после последующих 5 дней, еще на 0,5% (ступенчатая адаптация по Н. Н. Сиротину).

Режимы ИГГТ подбирались для каждого пациента индивидуально по показателям гипоксического теста, позволяющего оценить чувствительность организма к гипоксии и его реакцию на снижение содержания кислорода во вдыхаемом воздухе. Во время теста регистрировали частоту сердечных сокращений, артериальное давление, кислородную емкость крови.

В качестве гипоксикатора использовали тренажер для гипоксигипероксического тренинга «ОхуТегга» (версия аппарата «CellAir® Fusion», сертификат соответствия № TC RU C-RU. HA10.B.00758, серия RU № 0752424) с диапазоном изменения концентрации кислорода (гипоксия: 7–17%, гипероксия: 34–36%), мощностью 600 В·А, силой звука 52–54 дБ макс., возможностью мануальной настройки и автоматического регулирования (биофидбэк), выбора режимов между гипоксией/гипероксией и традиционной гипоксией/нормоксией, изменения границы безопасности по $SpO_2\%$, концентрации кислорода в гипоксической смеси и длительности фаз гипоксии и гипероксии (нормоксии) без прерывания сеанса тренировки.

Для оценки эффективности сеансов ИГГТ в коррекции возрастных изменений кожи лица и шеи использовали

«Устройство для визуализации жизнеспособности тканей TiVi600», которое включает в себя высококачественную цифровую камеру, оснащенную поляризационными фильтрами и специализированным программным обеспечением для обработки и отображения изображений и кривых капиллярных участков кожи в виде двухмерных цветных карт и временных интервалов. Такая система визуализации способна «видеть сквозь» верхний слой кожи и снимать информацию с кожного слоя для получения данных о числе эритроцитов в микроциркуляторном русле. Глубина, на которой проходящий линейно поляризованный свет становится почти полностью деполаризованным, составляет около 300 микрометров, т. е. проникает в сетчатый слой дермы на большинстве участков кожи.

Эффективность проводимых процедур количественно оценивали, регистрируя динамику локальных изменений вазоконстрикции и/или вазодилатации капиллярной сети кожи лица и шеи, т. е. определяли уровень локальной концентрации крови (относительной концентрации эритроцитов), выраженной в условных единицах (УЕ). Встроенный алгоритм рассчитывал и отображал изображение, демонстрирующее степень вазоконстрикции или вазодилатации поверхностной капиллярной сети. Совмещение фотоснимков объекта и изображения системы TiVi600 (поляризационной спектрограммы) позволяло провести сопоставление анатомических особенностей с картами, дающими количественную характеристику эритемы и побледнения. Записанные изображения последовательно анализировали в пакетном режиме, получая минимальные и максимальные, а также средние значения показателя локальной концентрации крови со стандартным отклонением, соответствующие выбранным изучаемым областям.

Анализ полученных результатов проводили с использованием описательной статистики и применением параметрического t-критерия Стьюдента. Обработку данных осуществляли с помощью программы Biostat. За величину уровня статистической значимости различий принимали $p \leq 0,05$.

Таблица 1

Показатели газообмена и гемодинамики у обследованных добровольцев до и после курса ИГГТ ($M \pm m$)

Показатель	До курса ИГГТ	После курса ИГГТ
Число сердечных сокращений (HR, уд./мин)	78,9 $\pm$ 5,7	69,8 $\pm$ 5,2*
Артериальное давление систолическое (Ps, мм рт. ст.)	141,3 $\pm$ 5,5	130,9 $\pm$ 4,2*
Артериальное давление диастолическое (Pd, мм рт. ст.)	95,3 $\pm$ 3,6	78,4 $\pm$ 3,7*
Количество эритроцитов (RBC, $10^{12}/л$)	4,6 $\pm$ 0,2	5,3 $\pm$ 0,3*
Кислородная емкость крови (КЕК, об.%)	19,5 $\pm$ 0,3	21,7 $\pm$ 0,2*

Примечание. * Различия достоверны по сравнению с исходными данными до курса ИГГТ, $p \leq 0,05$.

Таблица 2

Динамика уровней локальной концентрации крови кожи лица и шеи у обследованных добровольцев до и после курса ИГГТ ($M \pm \sigma$)

Измерения	Величина показателя локальной концентрации крови, УЕ		
	Среднее значение	Максимальное значение	Минимальное значение
До курса ИГГТ	202,9 $\pm$ 31,4	447,3 $\pm$ 26,2	11,7 $\pm$ 9,2
После курса ИГГТ	211,3 $\pm$ 27,5	489,1 $\pm$ 57,9	13,4 $\pm$ 11,3

Результаты и обсуждение

Сложный и многофакторный механизм воздействия интервальной гипоксии-гипероксии с учетом системного, органного и клеточно-молекулярного уровней функционирования живого организма остается не до конца изученным. Однако созидательное действие гипоксии на защиту сосудов, миокарда, нервной ткани, устойчивость к стрессу, физические и интеллектуальные способности считается доказанным. Известно, что с возрастом неизбежно сокращаются функциональные резервы систем жизнеобеспечения, изменяются морфофункциональные характеристики висцеральных и соматических структур, уменьшается скорость метаболических превращений, снижается иммунологическая резистентность. В связи с этим идея оказывать влияние на механизмы старения путем улучшения функционального состояния, работоспособности и качества жизни человека посредством гипоксического тренинга выглядит безусловно привлекательной. Однако следует признать, что результаты исследований в этой области пока немногочисленны.

Мы оценили результаты воздействия ИГГТ на некоторые показатели газообмена и гемодинамики у обследованных добровольцев (табл. 1).

После 15 сеансов интервальной гипоксии-гиперокситерапии по сравнению с исходными данными отмечено статистически значимое снижение частоты сердечных сокращений на 11,6%, стабилизация артериального давления (снижение Ps и Pd на 8% и 17% соответственно), увеличение числа циркулирующих эритроцитов на 15% и кислородной емкости крови на 11%. Полученные результаты позволяют заключить, что в условиях кратковременной гипоксемии и тканевой гипоксии происходит уменьшение общего периферического сопротивления вследствие активации метаболической регуляции сосудистого тонуса, улучшение микроциркуляции и, соответственно, улучшение снабжения кислородом всего организма.

Аналогичный прекодиционирующий эффект ИГГТ на сердечно-сосудистую систему, связанный с улучшением сосудорасширяющей способности, снижением жесткости сосудистой стенки, а также повышением функционального резерва сердечной мышцы, был зарегистрирован рядом исследователей [7, 8]. При этом особое внимание авторы уделяли влиянию ИГГТ на активность окислительного метаболизма в органах и тканях.

Одним из механизмов старения считается нарушение антиоксидантных защитных систем, связанное с повреж-

дением клеток организма свободными радикалами, дезорганизацией процессов тканевого, митохондриального дыхания и функциональной недостаточностью митохондрий. Не исключено, что гипо-гиперокситерапия способствует коррекции первичных и вторичных митохондриальных нарушений (так называемых митохондриопатий) вследствие избирательного уничтожения поврежденных митохондрий. Что способствует качественному улучшению митохондриальных популяций и стимулирует регенеративному потенциалу тканей, индуцируя комплексное омоложение всего организма [9].

Для анализа состояния локальной капиллярной сети кожи обследованных добровольцев сопоставляли фотоснимки и соответствующие им поляризационные спектроскопы области лица и шеи. На рис. в качестве иллюстрации полученного эффекта представлены фотоснимки и поляризационные спектрограммы пациентки П. до и после проведения курса гипо-гиперокситерапии (15 сеансов).

Как видно из рис., после курса ИГГТ у пациентки повышалась активность процессов микроциркуляции в зонах лица и шеи, демонстрируя достаточно выраженный эффект увеличения локальной концентрации крови.

Количественное подтверждение полученного визуального эффекта про-

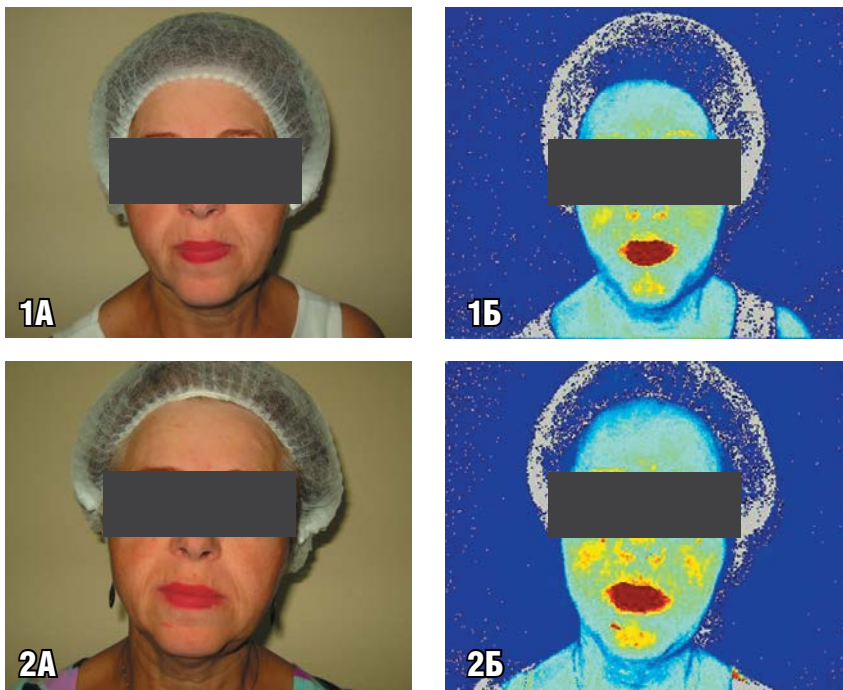


Рис. Фотоснимок (А) и поляризационная спектрограмма (Б) пациентки П. (64 года) до (1) и после (2) проведения курса гипо-гиперокситерапии (15 сеансов)

цедур ИГГТ было получено при исследовании динамики уровней локальной концентрации крови кожи лица и шеи у обследованных добровольцев (табл. 2). Является очевидным, что после курса ИГГТ наблюдалось значительное увеличение средних значений локальной концентрации крови (211,3 против 202,9 УЕ). Аналогичным образом увеличились максимальные и минимальные значения данного показателя, что свидетельствует о положительном и выраженном влиянии гипоксигиперокситерапии на процессы микроциркуляции.

По-видимому, интервальная гипоксия влияет не только на количество и функциональную полноценность циркулирующих эритроцитов, но и на объем, диаметр и просвет кровеносных сосудов, повышая капиллярный индекс, улучшая тем самым текучесть крови и макрокинетику доставки газов эритроцитами, увеличивая кислородную емкость плазмы [10, 11].

Таким образом, полученные нами пилотные результаты свидетельствуют об эффективности применения технологии интервального гипоксигипероксического тренинга для улучшения общего состояния и активации процесса омоложения организма воз-

растных пациентов, а также локальной коррекции инволютивных изменений кожи лица и шеи.

Выводы

1. Проведение полного курса интервального гипоксигипероксического тренинга способствует снижению частоты сердечных сокращений, стабилизации артериального давления, увеличению числа циркулирующих эритроцитов и кислородной емкости крови, улучшая снабжение кислородом всего организма возрастных пациентов.
2. Гипоксигиперокситерапия оказывает выраженное влияние на кровоток в поверхностных и глубоких тканях кожи лица и шеи, значительно улучшая состояние локальной капиллярной сети, повышая активность процессов микроциркуляции и увеличивая степень локальной концентрации крови.
3. Полученные результаты позволяют рекомендовать внедрение технологии интервального гипоксигипероксического тренинга для активации естественных механизмов комплексного омоложения организма возрастных пациентов, а также локальной коррекции инволютивных изменений кожи лица и шеи. ■

Литература

1. Мантурова Н. Е., Городилов Р. В., Кононов А. В. Старение кожи: механизмы формирования и структурные изменения // *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии*. 2010. № 1. С. 88–92.
2. Тихонова И. В., Танканин А. В., Черемис Н. К. Физиологические особенности старения кожи человека // *Успехи физиологических наук*. 2013. Т. 44, № 3. С. 85–92.
3. Robert L., Labat-Robert J., Robert A. M. Physiology of skin aging // *Clin. Plast. Surg.* 2012. Vol. 39, № 1. P. 1–8. DOI: 10.1016/j.cps.2011.09.006.
4. Цыганова Т. Н. Эффективность интервальной гипоксической тренировки в спорте // *Лечебная физкультура и спортивная медицина*. 2015. Т. 132, № 6. С. 47–55.
5. Винникова М. А., Тимков М. С. История использования гипоксическо-гипероксической тренировки в медицине // *Вопросы наркологии*. 2014. № 5. С. 128–146.
6. Viscor G., Torrella J. R., Corral L., Ricart A., Javierre C., Pages T., Ventura J. L. Physiological and Biological Responses to Short-Term Intermittent Hypobaric Hypoxia Exposure: From Sports and Mountain Medicine to New Biomedical Applications // *Front. Physiol.* 2018. Vol. 9, № 9. P. 814. DOI: 10.3389/fphys.2018.00814.
7. Aguilar M., González-Candia A., Rodríguez J., Carrasco-Pozo C., Cañas D., García-Herrera C., Herrera E. A., Castillo R. L. Mechanisms of Cardiovascular Protection Associated with Intermittent Hypobaric Hypoxia Exposure in a Rat Model: Role of Oxidative Stress // *Int. J. Mol. Sci.* 2018. Vol. 19, № 366. P. 1–15. DOI: 10.3390/ijms19020366.
8. Ключникова Е. А., Аббазова Л. В., Лоханникова М. А., Ананьев С. С., Павлов Д. А., Балькин М. В. Влияние прерывистой нормобарической гипоксии на системную гемодинамику, биохимический состав крови и физическую работоспособность лиц пожилого возраста // *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2017. № 4. С. 155–163.
9. Цыганова Т. Н., Прокопов А. Ф. Научные основы использования метода гипо-гиперокситерапии в практике митохондриальной медицины // *Физиотерапевт*. 2016. № 3. С. 15–22.
10. Paparde A., Plakane L., Ciriceni K., Aivars J. I. Effect of acute systemic hypoxia on human cutaneous microcirculation and endothelial, sympathetic and myogenic activity // *Microvasc. Res.* 2015. Vol. 102. P. 1–5. DOI: 10.1016/j.mvr.2015.07.005.
11. Trembl B., Kleinsasser A., Stadlbauer K. H., Steiner I., Pajk W., Pilch M., Bartscher M., Knotzer H. Cutaneous Microvascular Blood Flow and Reactivity in Hypoxia // *Front. Physiol.* 2018. Vol. 6, № 9. P. 160. DOI: 10.3389/fphys.2018.00160.