

ИНТЕРВАЛЬНЫЙ ГИПОКСИ-ГИПЕРОКСИЧЕСКИЙ ТРЕНИНГ – ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОВРЕМЕННОЙ ANTI-AGE ТЕРАПИИ

Кардашова Дина Заидовна – кандидат медицинских наук, врач-дерматолог-косметолог, геронтолог, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, тренер международного класса, эксперт медицинской компании Absolute SkinCare LDT (Ирландия)
Григорьев Григорий Иванович – директор по стратегии, научный консультант ООО «Селлджим-рус»

В статье представлены результаты использования интервального гипоксии-гипероксического тренинга (ИГГТ) как перспективной anti-age технологии эстетической медицины и превентивной гериатрии. Обсуждаются вопросы особенностей хроно- и фотостарения кожи, описаны основополагающие механизмы положительного влияния прерывистой нормобарической гипоксии на системном, ткане-органном и молекулярно-клеточном уровнях организации человеческого организма. Показано, что применение безлекарственной гипоксии/гиперокситерапии оправдано у пациентов разных возрастных групп как с целью эстетической коррекции инволюционных изменений кожи лица, так и для профилактики общесоматических возрастных нарушений.

Антивозрастная терапия является одним из наиболее интенсивно развивающихся междисциплинарных направлений современной медицины, связанных не просто с увеличением в составе населения лиц пожилого и старческого возраста, но и с устойчивой тенденцией проявления ими активной жизненной позиции, потребности сохранения хорошей работоспособности, профессиональной успешности и социальной коммуникации.

Известно, что с увеличением возраста наблюдаются достаточно выраженные морфофункциональные изменения висцеральных и соматических органов, связанные с ухудшением условий их кровоснабжения, нарушениями доставки кислорода и питательных веществ, окислительно-восстановительных процессов, развитием тканевой гипоксии, увеличением активных форм кислорода, активацией процессов перекисного окисления белков и липидов, изменениями липидного и углеводного состава крови [1].

Сложный и многофакторный процесс биологического старения, определяемый общими обменными, структурными и функциональными изменениями всего организма, прежде всего находит объективное отражение в инволюционных изменениях кожи лица в виде морщин, складок, расширенных пор, дряблости, сухости, очаговой гиперпигментации и т.п. [2].

Инволюционная трансформация кожи происходит параллельно старению организма и представляет собой неизбежный процесс относительно сбалансированного угасания метаболических процессов белкового, липидного, водно-электролитного и гормонального обменов. Кроме того, отрицательное влияние на биомеханические свойства кожи и ее структурно-функциональную организацию оказывает целый ряд неблагоприятных факторов, таких как УФ-излучение, нарушение экологии, стрессовые ситуации, тяжелая соматическая патология и др.

Проблему хроно- и фотостарения кожи активно изучают специалисты из разных областей медицины (патоморфологи, физиологи, генетики, дерматологи и косметологи, пластические хирурги), исследуя динамику ее функциональных свойств и архитектоники на тканевом, клеточном и молекулярном уровнях организации дермы. Среди основных механизмов, обуславливающих возрастные изменения кожи и, прежде всего, ее дермального слоя, выделяют сложный комплекс межклеточных взаимодействий, опосредованный анатомическими контактами и широким спектром сигнальных молекул: нарушение пролиферативного гомеостаза кератиноцитов и меланоцитов, уменьшение количества фибробластов, снижение их способности производить коллаген, нарушение дермо-эпидермального соединения вследствие уменьшения количества ковалентных связей между коллагеновыми волокнами, дегенеративные изменения эластических волокон сетчатого слоя дермы, резкое снижение количества гликозаминогликанов и т.д. [3]. Обязательным компонентом развития большинства воспалительных, дистрофических и инволюционных процессов кожи являются нарушения в системе микроциркуляции, составными

компонентами которой являются артериолы, кровеносные капилляры, венулы, а также лимфатические капилляры и интерстициальное пространство [4].

С возрастом наблюдается снижение количества функционирующих капилляров, уменьшается диаметр их артериального колена и увеличивается диаметр венозного, преобладают капилляры спастико-атонической и спастической формы. Облитерация просвета, атрофия и исчезновение эндотелиоцитов приводят к замещению исчезающих капилляров соединительной тканью, уменьшению количества резервных сосудов. При этом артериальная кровь, богатая кислородом, сбрасывается из артериол в венулы через многочисленные шунты, минуя капилляры, что способствует снижению скорости кровотока, ухудшению диффузии кислорода из крови в ткань. Итогом объемного дефицита капиллярного кровотока становится стаз. С нарушением микроциркуляции и транскапиллярного тока, а также уменьшением количества функционирующих капилляров связано уменьшение показателя сатурации кислородом смешанной крови. Нарушается метаболизм, доставка кислорода и энергетических субстратов к коже, что приводит к развитию тканевой гипоксии [5].

Сохранение «моложавого» внешнего вида несомненно повышает шансы на социальное благополучие, успешную адаптацию в обществе, качество жизни и определяет основные тенденции развития рынка медицинских антивозрастных услуг, осуществляемых эстетической медициной. Особую актуальность приобретает поиск и внедрение технологий, обеспечивающих наиболее физиологичные воздействия на организм человека с целью коррекции возрастных изменений, восстановления имеющихся функциональных нарушений, профилактики возможных патологических процессов и, соответственно, предупреждения дегенеративных изменений в коже. На сегодняшний день эстетическая медицина обладает довольно широким спектром возможностей для реализации подобных эффективных корректирующих программ, которые оказывают стимулирующее влияние как на внутренние органы и системы, так и на ткани, определяющие внешний

облик человека [6]. В этом плане особый интерес вызывает технология интервального гипокси-гипероксического тренинга (ИГГТ), направленная на физиологическое восстановление адаптационных резервов и предупреждение преждевременного старения организма [7].

Концепция дозированного изменения состава и парциального давления газов в дыхательной среде с тренирующей, оздоровительной и/или лечебной целью возникла еще в середине прошлого века. В ее основе – методики высотной адаптации советских пилотов с использованием тренировок в барокамерах, длительного пребывания в высокогорных лагерях и регулярных полетах в самолетах на большой высоте. Было установлено, что в условиях гипоксии происходит активация физиологических механизмов, обеспечивающих неспецифический общий оздоравливающий и тонизирующий эффект. Полученные доказательства позволили рекомендовать использование прерывистой нормобарической гипоксии для подготовки спортсменов, профилактики и лечения нарушений сердечно-сосудистой, дыхательной, кровеносной, иммунной систем, при хронических гинекологических и эндокринных заболеваниях, а также для нормализации обмена веществ [8].

Механизм положительного влияния прерывистой нормобарической гипоксии достаточно сложен и реализуется на системном, ткане-органном и молекулярно-клеточном уровнях организации человеческого организма. Искусственное снижение напряжения кислорода в артериальной крови вызывает компенсаторное усиление импульсации хеморецепторов, сигналы которых поступают в продолговатый мозг, на ретикулярную формацию и вышележащие отделы головного мозга. Одной из первых реагирует функциональная система дыхания: увеличиваются дыхательный объем и легочная вентиляция, а за счет учащения сердечных сокращений повышается минутный объем кровообращения.

По мере адаптации к гипоксии формируются положительные морфофункциональные изменения в органах и тканях, включая

пролиферацию сосудов микроциркуляции, улучшение кровоснабжения и доставки O_2 при соответствующем повышении емкости сосудистого русла. В крови увеличивается содержание гемоглобина вследствие рефлекторного выброса из депо дремлющих эритроцитов и стимуляции эритропоэза. Растет кислородная емкость крови, активизируются механизмы утилизации кислорода, поддержания окислительно-восстановительного метаболизма в органах и тканях, предупреждения развития тканевой гипоксии. По мнению специалистов повышение сатурации кислородом смешанной крови после процедур ИГГТ происходит в результате артериальной гиперемии: расширение сосудов микроциркуляторной единицы, увеличение числа функционирующих капилляров и линейной скорости кровотока вместе с усилением потока эритроцитов в системе микроциркуляторного русла способствует улучшению процессов транс-капиллярного обмена, транспорта кислорода и активации обмена веществ [9].

Также наблюдается коррекция биохимического состава крови, содержания общих липидов и липидов низкой плотности, снижение уровня сахара. Кроме того, отмечается снижение и стабилизация артериального давления, повышение неспецифической резистентности организма, адаптационных возможностей, физической и умственной работоспособности [10].

Успехи молекулярной биологии и экспериментальной медицины последних лет позволили расшифровать фундаментальные механизмы процессов адаптации к условиям гипоксии на уровне клеток-мишеней и их субклеточных структур.

Детальный анализ возможных метаболических путей и регуляторных факторов позволил выделить и охарактеризовать 3 ключевых этапа молекулярно-клеточной реализации морфофункциональной адаптации при гипоксии: триггерный, сигнальный и эффекторный [11].

В качестве причинных факторов рассматривают рецептор-зависимые и рецептор-независимые индукторы (триггеры), которые выделяются из клеток,

подвергшихся воздействию гипоксии. К рецептор-зависимым триггерам относят аденозин, опиоиды, брадикинин, серотонин, норадреналин и ацетилхолин. Рецептор-независимыми триггерами могут служить активные формы кислорода (АФК) (супероксид анион-радикал, перекись водорода, гидроксильный радикал), оксид азота (NO), ионы кальция, фактор некроза опухоли альфа (ФНО- α), интерлейкин-1 бета (ИЛ-1 β), интерлейкин-2 и другие эндогенные вещества. Одна из важнейших ролей триггера, запускающего процессы морфофункциональной адаптации при гипоксии, отводится гипоксией индуцируемому фактору Hif-1 α , который при тканевой гипоксии экспрессирует более 180 генов, включая гены обмена железа, эритропоэза, ангиогенеза, эндотелиальных факторов, клеточной пролиферации, апоптоза.

На этапе передачи сигнала к клеточным мишеням-эффекторам под действием триггеров происходит активация медиаторов ферментативной природы (киназных путей), к которым относят протеинкиназу C, протеинкиназу B (Akt), фосфатидилинозитол-3-киназу (PI3K), тирозинкиназу, митоген-активируемые протеинкиназу (MAPK), киназу, регулируемую внеклеточными сигналами (ERK), различные изоформы NO-синтазы.

Эффекторные механизмы преимущественно направлены на нормализацию функции митохондрий, ослабление внутримитохондриальной перегрузки ионами кальция, снижение проницаемости митохондриальной мембраны, подавление митохондриальных механизмов запуска апоптоза, а также стабилизацию окислительного фосфорилирования. Известно, что именно с митохондриями связано наибольшее количество сигнальных путей, обеспечивающих как пролиферацию клеток и митохондриальный биогенез, так и, наоборот, запрограммированную гибель путем ограничения окислительно-восстановительных реакций.

Напомним, что именно свободно-радикальная митохондриальная теория старения, предложенная Денхэмом Харманом в 1972 году, по-прежнему, остается одной из наиболее популярных. Считается, что основным источником разрушительных свободных радикалов, которые атакуют

различные компоненты клетки (ДНК, липидные мембраны, белки и углеводы), являются митохондрии. Не исключено, что скорость старения и время начала дегенеративных заболеваний могут определяться скоростью утечки свободных радикалов из митохондрий в сочетании с способностью клетки предохранять себя от повреждений или исправлять их. Кратковременные периоды гипоксии/гипероксии вызывают активацию быстрых адаптивных процессов в органах и тканях. Т.е. ИГГТ является своеобразной «тренировкой» организма, запускающей эндогенные механизмы адаптации к повреждающим факторам. Воздействие периодической гипоксии и гипероксии увеличивает компенсаторные возможности организма, способность накапливать большее количество кислорода и более экономно его расходовать. При этом происходит качественное улучшение митохондриальных популяций и стимуляция регенеративного потенциала тканей, индуцирующие комплексное омоложение всего организма

К неоспоримым преимуществам ИГГТ перед другими гипоксическими воздействиями можно без сомнения отнести комфортность проведения процедур для клиента, компактность, мобильность и простоту использования гипо-гипероксикатора на практике, доступность и отсутствие необходимости привлечения больших материальных затрат на комплектующие, получение ощутимого эффекта уже от одной процедуры, возможность комплексного подхода при предоставлении уникального ассортимента услуг, направленных не только на решение эстетических проблем, но и на оздоровление, восстановление адаптационных резервов и предупреждение преждевременного старения организма.

Среди наиболее востребованных направлений использования ИГГТ можно выделить коррекцию эстетических недостатков, омоложение и лифтинг кожи, снижение веса и коррекцию фигуры, детоксикацию организма, отдых и релаксацию, антистресс, общее оздоровление, повышение иммунитета и др.

Однако имеются и противопоказаниями: острые соматические и инфекционные заболевания, инфаркт миокарда, гипертонический криз,

гипертоническая болезнь II и III стадии, порок сердца (стеноз митрального клапана), острое нарушение мозгового кровообращения, хронические заболевания в стадии декомпенсации, дыхательная недостаточность IIБ и III стадии, хроническая почечная недостаточность, плетора, серповидно-клеточная анемия, первый триместр беременности.

Обычно стандартный курс ИГГТ с использованием тренажера для гипоксии-гипероксического тренинга «ОхуТерра» включает 15 сеансов, проводимых ежедневно или через день в зависимости от быстроты наступления эффекта. Диапазон изменения концентрации кислорода в режиме гипоксии составляет 7-17%, гипероксия - 34-36 %.

В каждом сеансе пациентам проводят по 4-5 циклов вдыхания в течение 5 минут гипоксической смеси с различным содержанием кислорода при нормальном атмосферном давлении (концентрацию O_2 постепенно снижают пока периферическая сатурация (SpO_2) не достигает 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 составляет 40-50 мин. После 5 дней дыхания содержание кислорода в гипоксической смеси уменьшают на 0,5 %, затем, после последующих 5 дней еще на 0,5% (ступенчатая адаптация по Н.Н. Сиротину). Выбор 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 производится путем мануальной настройки и/или автоматического регулирования (биофидбэк).

Важным аспектом в проведении курса процедур является то, что режимы ИГГТ подбираются 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 регистрируют частоту сердечных сокращений, артериальное давление, кислородную емкость крови.

Рисунок иллюстрируют динамику локальных изменений вазоконстрикции и/или вазодилатации капиллярной сети кожи лица и шеи до и после проведения курса ИГГТ по уровню локальной концентрации крови, регистрируемой системой TiVi600 (поляризационные спектрограммы). У женщин отмечено выраженное улучшение качества кожи, ее цвета, текстуры, разглаживание микро- и макрорельефа, особенно в области локализации тонк

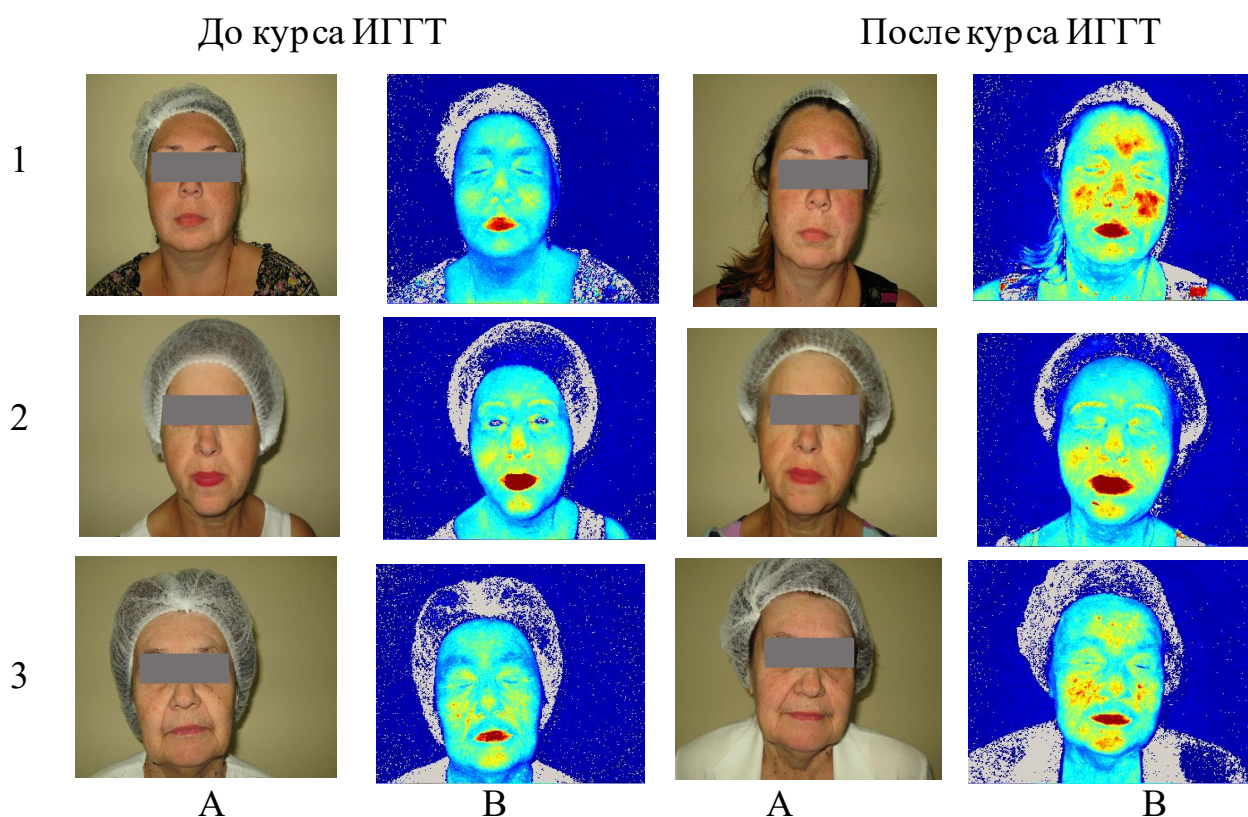


Рис.1. Фотоснимок (А) и поляризационная спектрограмма (В) 1 - пациентки С. (43 года), 2 - пациентки П. (64 года) и 3 - пациентки К. (74 года) до и после проведения курса гипокси-гиперокситерапии (15 сеансов).

Кроме того, после 15 сеансов ИГГТ по сравнению с исходными данными у пациенток зарегистрировано снижение частоты сердечных сокращений на 11,6%, стабилизация артериального давления (снижение P_s и P_d на 8 и 17%, соответственно), увеличение числа циркулирующих эритроцитов на 15% и кислородной емкости крови на 11%.

Полученные результаты позволяют заключить, что процедуры ИГГТ способствуют уменьшению общего периферического сопротивления вследствие активации метаболической регуляции сосудистого тонуса, улучшению микроциркуляции, повышению уровня сатурации крови в сосудах и, соответственно, повышению снабжения кислородом всего организма возрастных пациенток.

Суммируя вышеизложенное, можно утверждать, что гипоксигипероксический тренинг, несомненно, является востребованной и перспективной anti-age технологией эстетической медицины и превентивной гериатрии. Физиологическая тренировка к кислородной недостаточности актуальна для формирования гипоксической толерантности организма, позволяет эффективно воздействовать на морфофункциональное состояние органов и тканей в условиях гипоксии посредством мобилизации эндогенных защитных ресурсов. Применение безлекарственной гипоксии/гиперокситерапии оправдано у пациентов разных возрастных групп как с целью эстетической коррекции инволюционных изменений кожи лица, так и для профилактики общесоматических нарушений. И наоборот, корректируя на основе персонализированного подхода возрастные изменения в организме в целом, можно затормозить и процесс старения кожи, максимально увеличивая ее жизненный потенциал.

Список литературы

1. Гомыранова Н.В., Метельская В.А., Ткачева О.Н., Озерова И.Н., Перова Н.В., Стражеско И.Д. Биохимические маркеры атерогенных нарушений в системе липопротеинов: связь с биологическим и хронологическим старением сосудов. Атеросклероз и дислипидемии. - 2014. - № 4 (17). - С. 14-19.
2. Мантурова Н.Е., Стенько А.Г., Петинати Я.А., Чайковская Е.А., Болгарина А.А. Инъекционный коллаген в коррекции возрастных изменений кожи: экспериментально-клинические параллели. Вестник РГМУ. – 2019. - №1. – С.78-85.
3. Золотенкова Г.В., Морозов Ю.Е., Ткаченко С.Б., Пиголкин Ю.И. Возрастные изменения структурно-функциональных показателей кожи.

Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. - 2014.- Вып. 1. С. 132—139.

4. Соловьева Е.В., Юсова Ж.Ю., Иванова М.А. Инволюционные изменения кожи и микроциркуляторного русла. Научные ведомости. Серия Медицина. Фармация. 2012. - №22 (141), Вып. 20/2. – С.97-100.

5. Тихонова И.В. Возрастные изменения в системе колебательных процессов в микрососудистом русле кожи человека в норме и при сосудистых патологиях. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2018. –Т.17, №3. – С.42-57.

6. Баженова С.А., Данилова Л.Г., Четошникова Л.А. Маркетинг антивозрастных медицинских услуг в эстетической медицине. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2019. – Т.27, №4. – С.424-428.

7. Кардашова З.З., Василенко И.А., Григорьев Г.И. Применение интервального гипокси-гипероксического тренинга в эстетической медицине. Лечащий врач, 2018, № 11. С. 20-24.

8. Цыганова Т.Н. Эффективность интервальной гипоксической тренировки в спорте. Лечебная физкультура и спортивная медицина 2015 - № 6 (132). С.47-54.

9. Борукаева И.Х., Абазова З.Х., Иванов А.Б., Шхагумов К.Ю. Интервальная гипокситерапия и энтеральная оксигенотерапия в реабилитации пациентов с хронической обструктивной болезнью легких. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. - 2019. - Т.96, № 2. - С.27-32.

10. Ключникова Е.А., Аббазова Л.В., Лоханникова М.А., Ананьев С.С., Павлов Д.А., Балыкин 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.

11. Новиков В.Е., Левченкова О.С., Пожилова Е.В. Прекондиционирование как способ метаболической адаптации организма к состояниям гипоксии и ишемии. Вестник Смоленской государственной медицинской академии 2018, Т. 17, №1. – С.69-79.