

УДК 616-001.8-053.9

## ОСОБЕННОСТИ ГИПОКСИИ В ПОЖИЛОМ ВОЗРАСТЕ

Лужковская Е.А., Лушик М.В., Макеева А.В.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко», Воронеж, e-mail: lrublevaa@mail.ru

**Аннотация.** На протяжении всего своего существования человек сталкивался с различными биологическими проблемами (хищники, экологические и климатические катастрофы), угрожающими не только его здоровью, но и выживанию вида в целом. Однако в современном обществе человек постоянно подвергается воздействию различных антропогенных факторов, оказывающих негативное влияние на здоровье. К таким факторам относятся плохая экология, постоянные стрессы, вредные привычки и нездоровый образ жизни. Это может привести к ухудшению здоровья людей, а в некоторых случаях даже к смерти. Одной из таких проблем в современном обществе является гипоксия. Гипоксия оказывает негативное влияние не только на отдельные процессы и системы в организме человека, но и на весь организм в целом, причем в зависимости от возраста проявления гипоксии имеют свои различия. Нарушения гомеостаза принадлежит важная роль в механизмах развития различных патологических процессов. Гипоксические изменения способствуют также таким необратимым физиологическим процессам, как старение. При этом возможность организма противостоять гипоксии обуславливается степенью совершенства регуляторных механизмов. Кислородная недостаточность в пожилом и старческом возрасте носит тяжелый характер. В ее основе лежат разносторонние нарушения физиологических систем, определяющих газообмен. Поэтому, очень важным является изучение и понимание данной проблемы и особенностей течения, чтобы уметь диагностировать этот патологический процесс и иметь понимание о методах лечения таких больных.

Ключевые слова: гипоксия, пожилой возраст, нормобарическая гипоксия, старение, гемодинамический ответ.

## FEATURES OF HYPOXIA IN OLD AGE

Luzhkova E.A., Luschik M.V., Makeeva A.V.

Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Voronezh, e-mail: lrublevaa@mail.ru

**Abstract.** Throughout its existence, man has faced various biological problems (predators, environmental and climatic disasters) that threaten not only his health, but also the survival of the species as a whole. However, in modern society, a person is constantly exposed to various anthropogenic factors that have a negative impact on health. Such factors include poor ecology, constant stress, bad habits and unhealthy lifestyle. This can lead to deterioration of people's health, and in some cases even death. One of such problems in modern society is hypoxia. Hypoxia has a negative impact not only on individual processes and systems in the human body, but also on the entire body as a whole, and depending on the age, the manifestations of hypoxia have their differences. Homeostasis disorders play an important role in the mechanisms of development of various pathological processes. Hypoxic changes also contribute to such irreversible physiological processes as aging, while the ability of the body to resist hypoxia is determined by the degree of perfection of regulatory mechanisms. Oxygen deficiency in the elderly and senile age is severe. It is based on versatile violations of physiological systems that determine gas exchange. Therefore, it is very important to study and understand this problem in order to be able to diagnose this pathological process and have an understanding of the methods of treatment of such patients.

Keywords: hypoxia, old age, normobaric hypoxia, aging, hemodynamic response.

**Введение.** Важным фактором адекватной работы любого живого организма является наличие кислорода. Снижение количества кислорода в организме - гипоксия, приводит к развитию деструктивных изменений во всех системах, которые при несвоевременном оказании помощи могут привести к необратимым нарушениям систем и снизить уровень жизни человека. Также данный процесс, протекающий в тяжелой форме, может привести к более критическим

состояниям и даже летальному исходу. С возрастом возможности организма противостоять неблагоприятным воздействиям снижаются, что характеризуется частым возникновением именно необратимых осложнений в организме на фоне гипоксии.

**Цель:** изучить особенности устойчивости пожилого организма к условиям гипоксии.

**Методы исследования:** анализ и изучение экспериментов, проводимых при создании гипоксических условий.

**Материалы:** анализ литературные данные по теме исследования.

Термин «гипоксия» означает абсолютную или относительную недостаточность энергообеспечения органов и тканей организма для их оптимального функционирования и интенсивности пластических процессов в них. Это состояние приводит к расстройству жизненных процессов организма в целом. Другими словами, гипоксия - это кислородное голодание [1].

Общая характеристика процесса адаптации к гипоксии: при действии даже умеренной гипоксии моментально формируется поведенческая реакция организма, которая направлена на уход от влияния причины гипоксий и поиск среды существования, которая обеспечивает оптимальный уровень биологического окисления. По сути, гипоксия - это первичный системообразующий фактор, обеспечивающий стабильную функциональность организма по достижению оптимального показателя биологического обмена. Эти эффекты реализуются за счет того, что активизируются механизмы доставки кислорода к клеткам и их включения в процесс биологического метаболизма [1]. Однако в пожилом возрасте эти системы работают не так активно и динамично, как в более молодом организме. В результате «изнашивания» систем, приспособление к изменениям организма становятся снижены.

Хорошо известно, что в основе большинства возрастных зависимых неинфекционных хронических заболеваний лежит митохондриальная дисфункция, которая сопровождается критическим снижением аэробной продукции АТФ. Митохондрии могут адекватно функционировать в ответ на требования внешней среды только при достаточном парциальном давлении кислорода во внутренней мембране митохондрий, что позволяет наиболее эффективно образовывать энергию для удовлетворения энергетических потребностей клетки. Конечными продуктами аэробного метаболизма в здоровых митохондриях являются восстановленные протоны и свободные электроны, акцептированные молекулами кислорода, в результате чего образуются физиологические метаболиты в виде молекул АТФ, воды и углекислого газа. Усиление хронической клеточной гипоксии, обусловленное комплексом взаимозависимых причин при поступлении с пищей энергетических метаболитов и оксигенацией тканей, приводит к дисфункции митохондрий и последующей активации перекисного окисления липидов клеточных мембран, одной из основных причин хронических

возраст-зависимых неинфекционных заболеваний, оксидативно приводящих к развитию стресса [2].

В костно-мышечном комплексе грудной клетки после 60 лет постепенно происходят дегенеративно-дистрофические процессы: снижается эластичность соединительной ткани и мышц. В реберных хрящах появляются скопления кальция. Остеопороз возникает в результате повышения рН костной ткани и снижения абсорбции минералов. Движение суставов позвоночника ограничивается. Катаболизм приводит к снижению содержания белка в скелетных мышцах, в том числе в дыхательных мышцах. Поперечные миофибриллы мышечных волокон ослабевают, содержание воды снижается (обезвоживание организма) снижается эластичность соединительной ткани и мышц.

В соединительной и мышечной тканях бронхиального дерева появляются очаги лимфоидной и плазмноклеточной инфильтрации клетками либо атрофии. Поскольку первоначально происходит утрата эластичности тканей бронхов, то это приводит к расширению их просвета. В дальнейшем возникают явления их склерозирования с последующим уменьшением диаметра воздухоносных путей. Поэтому в пожилом и старческом возрасте объемно-скоростные величины воздушного потока в воздухопроводящей (кондуктивной) зоне легких первоначально увеличиваются, а затем снижаются [3].

Также, не мало важными, факторами, определяющими степень гипоксических изменений, являются функциональные нарушения в работе сердца и сосудов. Значительные изменения кровообращения отмечаются нарушениями окислительно-восстановительных процессов, развитием тканевой гипоксии, увеличением активных форм кислорода, активацией процессов перекисного окисления белков и липидов, изменениями липидного и углеводного состава крови. Вместе с нарушениями метаболизма снижение функциональных резервов сердца существенно ограничивает адаптационные возможности организма и физическую работоспособность.

Асанов Э.О. в своей статье описал проведенное им исследование по изучению изменений ЧСС, происходящих в пожилом и молодом организме, путем создания условий временной нормобарической гипоксии [4, с.6-7]. В эксперименте участвовали здоровые люди в возрасте 20-25 лет - 12 человек, 45-50 лет - 8 человек, 60 лет - 8 человек, 75-80 лет – 6 человек.

Для создания состояния нормобарической гипоксии в течение 25 минут использовали специальную смесь, с низким содержанием  $O_2$  (менее 15 %) и высоким содержанием  $N_2$  (более 80 %). Измерение ЧСС производилось за 5 минут до вдыхания смеси, затем в течении 20 минут дыхания гипоксической смесью и в течение 5 минут после перехода на дыхание атмосферным воздухом (рис.1).

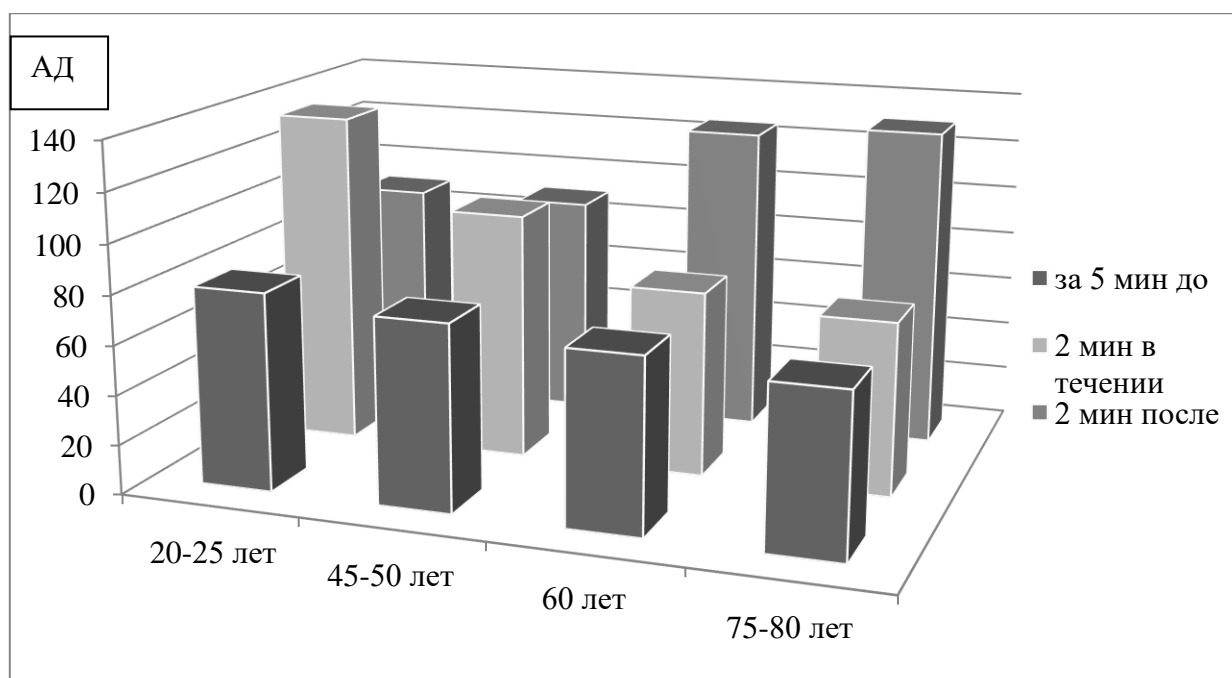


Рис. 1 Оценка изменения ЧСС при нормобарической гипоксии

Согласно результатам исследования, проведенным Асановым Э.О. [4, с. 7-8] реакция гемодинамической системы на гипоксическую газовую смесь в виде роста ЧСС наблюдалась во всех возрастных группах. Однако у людей пожилого возраста отмечалась особенность реакции замедлением роста ЧСС при дыхании смесью и более медленным восстановлением ЧСС после прекращения пробы. А именно, у людей молодого возраста максимальная ЧСС наблюдалась уже через 1-2 минуты после начала использования гипоксической смеси, а у пожилых людей только на 3-5 минуте. Также, если после перехода на дыхание атмосферным воздухом у молодых людей восстановление ЧСС приходилось уже на 1-2 минуту, то у пожилых на 4-5 минуте.

На основе проведенного исследования, можно говорить о снижении с возрастом компенсаторных реакций на гипоксию со стороны сердечно-сосудистой системы. Снижение чувствительности ЧСС в пожилом возрасте связано с возрастным снижением чувствительности синусового узла к вегетативным влияниям, о чем можно судить по снижению колебаний ритма сердца, который также регистрировался во время проведения опыта.

Также важно знать, что использование нормобарической гипоксии является еще и методом лечения и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. Для доказательства ее эффективности приведем пример статьи Ключниковой Е.А. и соавт. [5, с.156-157]. В своей работе они оценивали влияние нормобарической гипоксии на 10 человек в возрасте 60-65 лет, не имеющих никаких хронических заболеваний и не принимающих никакие фармакологические препараты, каждый день в течении 4 недель (начиная с содержания 18% O<sub>2</sub> во вдыхаемой смеси и снижая каждую неделю на 2%) проводили в течении 20 мин в

пределах стационара. До начала эксперимента и по его окончанию испытуемым проводили обследование сердечно-сосудистой системы, общий анализ крови, спирометрию и велоэргометрию (рис.2, табл.1).

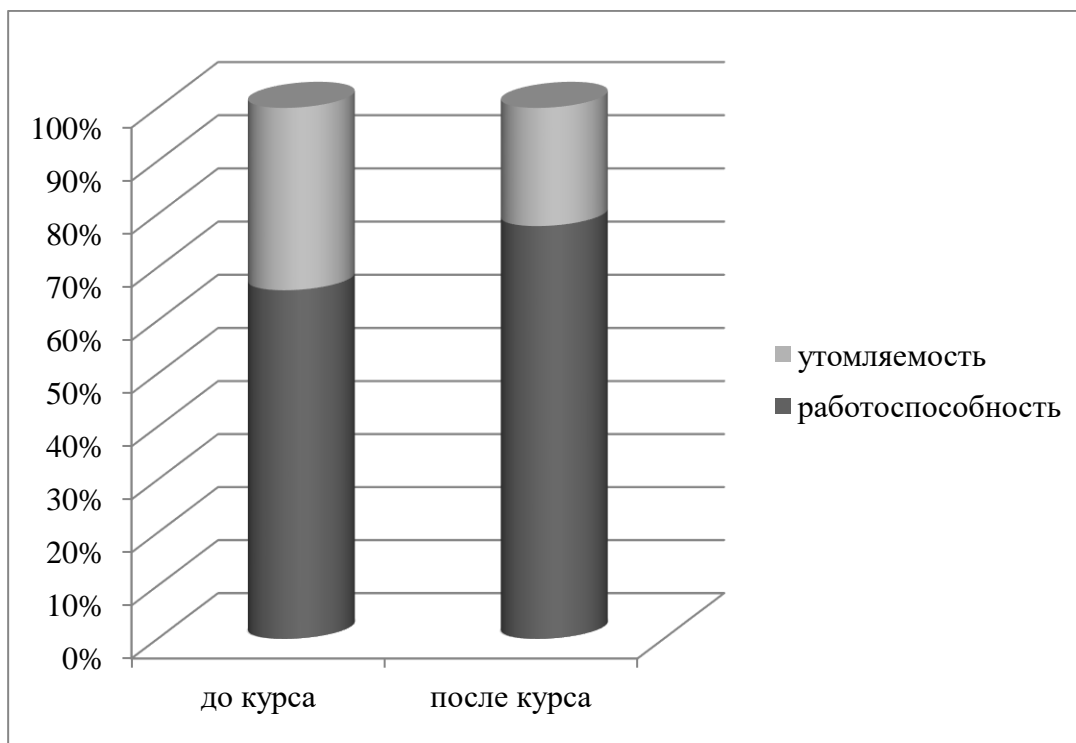


Рис.2 Влияние нормобарической гипоксии на работоспособность и утомляемость людей пожилого возраста

Показатели	До курса (контроль)	После курса
Сахар крови, ммоль/л	5,60 ± 0,05	4,9 ± 0,1
Холестерин, ммоль/л	6,5 ± 0,2	5,7 ± 0,2
ЛПНП, ммоль/л	4,0 ± 0,04	3,6 ± 0,07
ЛПВП, ммоль/л	2,8 ± 0,1	1,6 ± 0,03

Табл.1 Изменения в общем анализе крови на фоне курса нормобарической гипоксии

По результатам исследования, проведенного в статье [5, с.157-160], было установлено, что АД после курса терапии нормализовалось, сопровождаясь выраженным увеличением показателей гемодинамики и газообмена, которые до курса терапии были снижены, также происходило снижение уровня глюкозы, холестерина и ЛПНП, что уменьшает риск развития сахарного диабета и атеросклероза. Следует отметить, что на фоне улучшения общего состояния повышалась активность и работоспособность.

**Заключение.** Таким образом, проанализировав литературные данные, можно сделать вывод, что гипоксия является важным фактором, нарушающим метаболические процессы в организме, влияющим на уровень углеводного, липидного, белкового обмена, уровень

холестерина в сыворотке крови, а также на жизнедеятельность и долголетие в зависимости от величины и длительности своего воздействия.

**Список литературы:**

1. Литвицкий П.Ф. Гипоксия // Вопросы современной педиатрии. 2016. 15(1) С. 45-54.
2. Тарасевич А.Ф. Энергообразование и возраст. Хроническая тканевая гипоксия как причина развития оксидативного стресса // Вестник восстановительной медицины. 2018. №1. С. 41-47.
3. Кендаля М.В., Койсман Л.А., Назарова В.П. Физиологические и психологические изменения в пожилом возрасте // Вестник приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. 2019. №2(35) С. 105-114.
4. Асанов Э.О. Гемодинамический ответ на гипоксический стресс в пожилом возрасте // Вестник Украинской медицинской стоматологической академии. 2016. С. 6-10.
5. 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. 155-161.