

УНИВЕРСИТЕТ РЕАБИЛИТАЦИИ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КУРС «ГИПОКСИЧЕСКАЯ ТРЕНИРОВКА»

Журнал «Физиотерапия, бальнеология и реабилитация», ФГБУ «Российский научный центр медицинской реабилитации и курортологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации и Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина Федерального агентства научных организаций представляют дистанционный образовательный курс «Гипоксическая тренировка», подготовленный компетентными специалистами направления.

Заочные занятия ведут *О.С. Глазачев*, профессор, д-р мед. наук, заведующий лабораторией «Здоровье и качество жизни студентов» Научно-исследовательского центра Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, визит-профессор Университета Инсбрука (Австрия), медицинского факультета Университета Нови Сад (Сербия), Городского университета Дублина (Ирландия); *И.Е. Зеленкова*, канд. мед. наук, ведущий специалист Инновационного центра Олимпийского комитета России, обеспечивает научно-методическое сопровождение сборных команд России при подготовке к Олимпийским Играм, врач спортивной медицины Международного Олимпийского комитета. Ведущий рубрики *О.В. Кубряк*, канд. биол. наук, заведующий лабораторией физиологии функциональных состояний человека НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина. Каждое занятие состоит из краткой лекции и контрольных вопросов. Отличительной особенностью предлагаемого дистанционного курса является его мультидисциплинарный характер, особенно актуальный при проведении реабилитационной работы.

Форма:

- заочный дистанционный курс. В каждом выпуске журнала в 2017 г. в рубрике «Университет реабилитации» публикуются материалы очередного занятия и вопросы к нему. Участник курсов присылает отве-

ты электронной почтой на адрес: r@nphys.ru (в теме письма указывать «КУРС-2017»).

Диплом:

- выдается диплом об участии всем успешно ответившим на вопросы в случае соблюдения условий участия.

Условия участия:

- подписаться на журнал «Физиотерапия, бальнеология и реабилитация» на 2017 г., печатный или электронный вариант (от физического или юридического лица). Одна подписка (один комплект журналов) позволяет получить один диплом. Электронная подписка в РИНЦ (www.elibrary.ru) доступна в любое время;
- зарегистрироваться в качестве участника. Для этого необходимо отправить отсканированную копию квитанции о подписке на журнал «Физиотерапия, бальнеология и реабилитация» электронной почтой на адрес r@nphys.ru. В письме разборчиво указать фамилию, имя, отчество, квалификацию (по диплому), специальность, место работы, контактный телефон, почтовый и электронный адреса. В теме электронного письма написать «КУРС-2017»;
- прислать ответы на вопросы ко всем занятиям 2017 г. до 15 марта 2018 г.;
- следить за актуальной информацией, уточнением условий в журнале «Физиотерапия, бальнеология и реабилитация» и на сайте журнала <http://www.medlit.ru/journalsview/physiotherapy>;
- курс рассчитан на специалистов, имеющих высшее медицинское или медико-биологическое образование, а также на студентов старших курсов высших учебных заведений биомедицинского профиля.

Занятие № 5. Интервальные гипоксические тренировки в реабилитации кардиологических и неврологических пациентов

Поиск новых подходов и технологий профилактики заболеваний сердца, мозга и сосудов, реабилитации кардиологических и неврологических пациентов входит в число важнейших и перспективных задач реабилитологии. Одним из направлений в этом плане является технологическое оснащение и более широкое внедрение методов адаптации к условиям гипоксии или гипоксических тренировок в различных его вариантах. В отличие от применения в спортивной медицине, где наибольшее распространение получили методики длительного пребывания в условиях естественной или моделируемой гипоксии или сочетание интервальных

субмаксимальных физических нагрузок в гипоксической среде, в клинической практике существенно чаще применяется технология адаптации пациентов к сравнительно коротким эпизодам гипоксической гипоксии, моделируемой с применением гипоксикаторов, – выполнение физических упражнений умеренной интенсивности в гипоксической среде или пассивная адаптация к коротким повторяющимся интервалам гипоксии, что обозначается как гипоксическое кондиционирование. В зависимости от клинической ситуации методика в виде серии процедур может применяться в качестве предоперационной подготовки (прекондиционирова-

ние) или в периоде лечения/реабилитации после острого события (посткондиционирование).

В основе ряда кардиологических и неврологических нарушений лежат гипоксические состояния, которые в зависимости от длительности и интенсивности могут приводить к повреждению и/или гибели клеток. Именно идея о воздействии на организм схожим стимулом – снижением напряжения кислорода в тканях, но при этом без их повреждения, лежит в основе применения дозированной гипоксии как метода активации адаптивных процессов. В клинической практике такой подход называется гипоксическим прекодиционированием, когда гипоксический стимул используется как «тренировочный» для повышения адаптивных возможностей органов и систем в ответ на вызываемое последующее стрессовое воздействие (оперативное вмешательство). Такие кардиопротекторные и нейропротекторные протоколы гипоксического прекодиционирования активно используются в клинической практике. Помимо прекодиционирования существует методика посткондиционирования, когда провокация эпизодом моделируемой гипоксии дополнительного умеренного стресса приводит к активации каскада защитных реакций и ускорению восстановительных процессов в поврежденной клетке, а следовательно, к восстановлению ее функций.

При применении повторяющихся эпизодов гипоксии, прерываемых нормоксическими паузами в одной процедуре, следует говорить о *методе интервальных гипоксических тренировок* (ИГТ). Сама концепция возникновения методики ИГТ возникла еще во время Второй мировой войны с целью подготовки летчиков военной авиации СССР, которые летали на самолетах с открытыми кабинами (кокпит) на различных высотах вплоть до 6000 м над уровнем моря. Для таких условий Н.Н. Сиротинин использовал серию преаклиматизационных экспозиций, которые позднее легли в основу концепции методики ИГТ сначала с использованием барокамер, а позднее с использованием нормобарической газовой смеси с различным процентным содержанием кислорода. В начале 1970-х гг. нормобарическая ИГТ начала применяться в качестве терапевтического средства для пациентов с хроническими заболеваниями дыхательных путей и легких, сердечно-сосудистыми и неврологическими заболеваниями. В 1992 г. на Международном совещании специалистов в области гипоксии по предложению проф. А.З. Колчинской термин «нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка» был утвержден Минздравом РФ и рекомендован для применения в медицинской практике.

ИГТ характеризуется повторяющимися эпизодами дыхания гипоксической газовой смесью и атмосферным воздухом. Именно такой тип воздействия приводит к активации комплекса клеточных реакций. Исследования по изучению различных режимов гипоксической экспозиции были проведены как на животных, так и на группах людей.

При применении протоколов и курсов процедур ИГТ эффективность воздействий зависит от ряда пере-

Таблица 1

Примеры протоколов ИГТ с доказанной эффективностью у кардиологических и неврологических пациентов

FIО ₂ , %	Длительность гипоксического интервала дыхания, мин	Длительность интервала отдыха, мин	Количество циклов в день	Продолжительность курса
9–10	1	1	15	7 дней
9–10	2	1	15	7 дней
9–10	2,5	1	15	7 дней
10	5	5	15	14 дней
10–15	3–5	3–5	12	10 нед
13	10	5	12	4 нед
10–13	30–60	–	1	6 нед
10–13	120	–	1	6 нед
9–16	240	–	1	4 нед

Примечание. FIО₂ – фракционная концентрация кислорода во вдыхаемой смеси.

менных, которые необходимо учитывать: продолжительности интервалов дыхания гипоксической смесью, уровня гипоксемии во время интервала дыхания гипоксической смесью, длительности реоксигенации (восстановления исходного уровня насыщения крови кислородом), количества циклов чередования гипоксии/нормоксии в одной процедуре, паттерна гипоксической программы (ежедневно, через день), общей продолжительности программы. Кумулятивный эффект программы будет зависеть от вышеперечисленных переменных.

Не всегда жесткие и продолжительные режимы более эффективны, несмотря на больший гипоксический стимул, особенно у пациентов с хроническими заболеваниями или в остром периоде восстановления. В таких случаях протокол следует подбирать с осторожностью под наблюдением специалиста. У таких пациентов по сравнению, например, со здоровыми добровольцами или профессиональными спортсменами больший терапевтический эффект дают программы с незначительным изменением концентрации кислорода во вдыхаемом воздухе, а также укороченные гипоксические интервалы. Примеры протоколов эффективных и безопасных гипоксических программ приведены в табл. 1.

Эффективность применения ИГТ в практике кардио- и нейрореабилитации показана в ряде экспериментальных, опытных и клинических работ, а известные физиологические и биохимические механизмы, опосредующие эффекты интервальных гипокситренировок, суммированы в табл. 2.

Так, предложены различные протоколы для проведения гипоксического пре/посткондиционирования кардиологических пациентов, эффективность которых показана в контексте активации и запуска каскада представленных в табл. 2 механизмов.

Эффективными и безопасными являются протоколы с очень короткими циклами: 40 с гипоксия (FIО₂ = 10%)/20 с нормоксия (FIО₂ = 21%), общая про-

Таблица 2

Физиологические эффекты ИГТ и их механизмы (цитируется по [3] с изменениями и дополнениями)

Эффект	Механизм
Уменьшение напряжения механизмов транспорта кислорода, повышение толерантности тканей к гипоксии	Увеличение объемной скорости регионарного кровотока и микроциркуляции
Уменьшение числа и объема ишемических и реперфузионных повреждений сердца в условиях острого гипоксического воздействия	Эффект прекондиционирования – феномен метаболической адаптации миокарда к транзиторной ишемии через некоторое время после эпизодов прерывистой ишемии. Механизмы, управляемые фактором HIF-1 α и активными формами кислорода, определенными ионными каналами и протеинкиназами
Повышение активности основных антиоксидантных ферментов, снижение выраженности системного оксидативного стресса, уровня первичных и вторичных продуктов перекисного окисления липидов	Повышение активности супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионпероксидазы
Снижение уровня холестерина	Активация окисления холестерина в первичные желчные кислоты монооксигеназной системой цитохрома P-450 гепатоцитов
Повышение чувствительности тканей к инсулину	Стимуляция утилизации глюкозы
Снижение уровня глюкозы	Повышение активности гликолиза, увеличение количества митохондрий и переносчика глюкозы GLUT4
Нормализация функции эндотелия	Увеличение аккумуляции NO в стенках сосудов, экспрессии центральных рецепторов к ET-1, нормализация уровня NO в стенках сосудов, улучшение показателей антиагрегационной активности стенки сосудов
Уменьшение области некроза при инфаркте миокарда	Активация NO-синтазы (iNOS), K ⁺ -АТФазы, p38 MAPK и ERK1/2 как триггеров кардиопротекторного эффекта, HIF-1 α , экспрессия антиапоптозных генов <i>bcl-2</i> и <i>bcl-x_L</i> под действием фактора транскрипции GATA-4
Антиаритмическое действие	β_1 -адренергическая активация (антиаритмическое действие)
Противовоспалительный и иммунокорригирующий эффекты	Активация системы комплемента, увеличение числа циркулирующих тромбоцитов, улучшение фагоцитарной и бактерицидной активности нейтрофилов, снижение уровня циркулирующего фактора некроза опухоли- α и интерлейкина-4
Улучшение гиперкапнического вентиляторного ответа, улучшение показателей функции внешнего дыхания	Улучшение бронхиальной проводимости: повышение FEV1, MEF 25/50/75. Улучшение вентиляторной функции легких: повышение FVC, ERV, MVV
Снижение массы тела	Увеличение уровня серотонина и снижение уровня лептина
Увеличение нейрогенеза после ишемического инсульта, пространственное обучение и снижение недостатка памяти после ишемического инсульта	Увеличение cFOS, pMAPK, HIF-1 α
Повышение скорости восстановления когнитивных функций после ишемического инсульта, нейропротективное действие	Увеличение экспрессии нейротрофического фактора мозга
Уменьшение зоны инфаркта головного мозга	Экспрессия и увеличение концентрации эритропоэтина
Снижение скорости нейродеструктивных процессов при болезни Альцгеймера, нейропротективное действие при депрессивных расстройствах и посттравматическом синдроме	Ограниченное повышение продукции оксида азота
Посткондиционирование эпилептических припадков	Снижение числа апоптотических клеток гиппокампа
Улучшение дыхательной и двигательных функций плечевого пояса после травмы спинного мозга	Повышение уровня нейротрофического фактора мозга и тирозинкиназного рецептора B

Таблица 3

**Основные клинические исследования эффектов ИГТ у кардиологических и неврологических пациентов
(цитируется по [3] с изменениями и дополнениями)**

Автор	Число па- циентов	Диагноз	Эффекты
Рачок Л.В. и др.	60	Ишемическая кардиомиопатия, перед аортокоронарным шунтированием	↓ Средняя ЧСС ↓ Уровень гомоцистеина, эндотелина-1, фактора некроза опухоли-α ↓ Фибрилляция желудочков ↓ Частота возникновения периперационного инфаркта миокарда
Коркушко О.В. и др.	65	Стенокардия напряжения I–II функционального класса	↓ Количество приступов стенокардии ↓ Суточная доза нитроглицерина ↓ Уровень холестерина ↑ Мощность пороговой нагрузки ↑ Диаметр артериол ↑ Уровень метаболитов NO
Мухин И.В.	26	Ренопривная артериальная гипертензия	↓ Систолическое и диастолическое артериальное давление Трансформация «night-piker» в «dipper» или «non dipper»
Махова Г.Е.	32	Постинфарктный кардиосклероз	↓ Степень и скорость агрегации тромбоцитов ↑ Толерантность к физической нагрузке
Жеребкер Е.М.	20	Артериальная гипертензия	↑ Сократительная функция сердца ↑ Метаболизм оксида азота
Burtscher M. и др.	16	Хроническая сердечная недостаточность I–II функционального класса	↑ Микроциркуляция ↑ Интенсивность кровоснабжения тканей ↓ Систолическое и диастолическое артериальное давление
Ельчанинова С.А. и др.	60	Артериальная гипертензия без терапии	↓ Систолическое и диастолическое артериальное давление Улучшение микроциркуляции
Глазачев О.С. и др.	24	Метаболический синдром	↓ Систолическое и диастолическое артериальное давление ↓ Холестерин, триглицериды, глюкоза ↑ Толерантность к физической нагрузке
Heather B. Hayes et al.	19	Хроническая спинномозговая травма	↑ Скорость передвижения ↑ Пройденная дистанция
Trumbower R.D. et al.	13	Спинномозговая травма, неполный разрыв спинного мозга	↑ Активность миограммы мышц-сгибателей голени
Navarrete-Opazo A. et al.	25	Спинномозговая травма, неполный разрыв спинного мозга	↑ Толерантность к физической нагрузке ↑ Пройденная дистанция ↑ Скорость передвижения ↑ Скорость восстановления ходьбы
Stéphane V. et al.	130	Церебральная ишемия	↓ Зона повреждения
Castillo J. et al.	283	Транзиторные ишемические атаки	↑ Толерантность к ишемии
Schega L. et al.	34	Пожилые люди с хроническими неинфекционными заболеваниями, полиморбидность	↑ Когнитивные функции

должительность процедуры 2–4 ч, что приводит к уменьшению очагов ишемии. В других клинических работах обоснована эффективность гипокситренировок с большей продолжительностью гипоксических интервалов: 2 мин гипоксия ($\text{FIO}_2 = 10\%$)/2 мин нормоксия ($\text{FIO}_2 = 21\%$), 5–6 циклов на процедуру, 15–20 процедур на курс; 6 мин гипоксия ($\text{FIO}_2 = 9\%$)/6 мин нормоксия ($\text{FIO}_2 = 21\%$), 5 циклов на процедуру, или 5–10 мин гипоксия ($\text{FIO}_2 = 10\%$)/4 мин нормоксия ($\text{FIO}_2 = 21\%$), всего 5–8 циклов на процедуру, 10–20 процедур за 2–4 нед [1–3].

Применение пассивных ИГТ оценено в категориях эффективности и безопасности на разных популяциях пациентов с сердечно-сосудистой патологией. Основные клинические исследования эффектов ИГТ у кардиологических и неврологических пациентов рассмотрены в табл. 3.

Положительные эффекты отмечены у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС), артериальной гипертензией, в реабилитационный период после инфаркта миокарда. Указанные пациенты после 2–3-недельного курса ИГТ отмечают улучшение состояния, снижение тревожности, повышается толерантность к физической нагрузке, снижается артериальное давление, возрастает гипоксическая резистентность миокарда, улучшается диастолическая функция левого желудочка, снижается периферическое сопротивление в большом круге кровообращения, увеличивается атерогенность липидного спектра.

У 70% пациентов с ИБС после курса ИГТ наблюдается выраженный антиангинальный эффект [2]. Помимо значимого снижения количества приступов стенокардии отмечается сокращение суточной дозы нитроглицерина и β -блокаторов, снижение потребления миокардом кислорода, повышение толерантности к физической нагрузке, улучшение коронарного кровотока. По данным клинических исследований, для пациентов с ИБС со стенокардией I функционального класса гипокситерапия может рассматриваться как основной способ лечения, а для пациентов с ИБС со стенокардией II функционального класса и гипертонической болезнью II стадии комплексное лечение в течение 4 нед, состоящее из фармакотерапии и 14–15 процедур гипокситерапии, обеспечивает более быстрое восстановление структуры миокарда и раннее уменьшение дозы применяемых препаратов [1].

Метод ИГТ показан как эффективный у пациентов с артериальной гипертензией. Отмечено значимое снижение значений артериального давления, а также уменьшение дневных и ночных подъемов давления, количества и продолжительности гипертонических кризов у пациентов с комбинированной терапией (ИГТ + гипотензивная терапия) по сравнению с контрольной группой, где пациенты получали только фармакологическую терапию [6]. Кроме влияния ИГТ на артериальное давление показано антиатеросклеротическое действие: снижение уровня общего холестерина и индекса атерогенности, что также говорит в пользу целесообразности применения данного метода для лечения пациентов с атеросклерозом [10].

Помимо гипоксического посткондиционирования ИГТ в кардиологии активно применяется и в целях прекодиционирования. У пациентов с ишемической кардиомиопатией, осложненной хронической сердечной недостаточностью, при подготовке к операции коронарного шунтирования ИГТ позволяет улучшить параметры системного кровотока, улучшить процессы микроциркуляции, снизить число интраоперационных нарушений ритма [4]. Послеоперационный период также проходит более благоприятно у пациентов после курса ИГТ по сравнению с контрольной группой: зафиксировано снижение количества случаев фибрилляции желудочков, частоты нарушений ритма и периоперационных инфарктов миокарда [4]. Все вышеперечисленное обеспечивает более благоприятное течение послеоперационного периода и прогноз у данной категории пациентов.

Технология ИГТ апробирована в комплексном лечении и реабилитации пациентов с неврологической патологией: при острых неврологических состояниях, хронических нейродегенеративных процессах, таких как болезнь Альцгеймера, старческая деменция, психические и психиатрические расстройства, эпилептические припадки.

Механизмы нейропротективного и нейрогенного действия ИГТ рассмотрены в многочисленных исследованиях, в результате которых были разработаны соответствующие протоколы как периодических гипоксических воздействий, так и адаптации к гипоксии в интервальном режиме [8, 9]. Так, протоколы, предусматривавшие 4 ч продолжительной гипоксии ($\text{FIO}_2 = 12\text{--}15\%$) в день и длительность воздействия 2 нед, показали эффективность в моделях ишемического инсульта, что подтверждалось увеличением нейрогенеза в субвентрикулярной зоне, зубчатой извилине, области гиппокампа и сопровождалось потенциацией пространственного обучения и снижением недостатка памяти, вызванных инсультом.

В клинической практике протоколы периодической гипоксии в течение 4 ч ($\text{FIO}_2 = 13\text{--}14\%$) в день при длительности воздействия 2 нед применяются для достижения нейропротективных эффектов у пациентов с болезнью Альцгеймера, что, очевидно, связано с ограниченным повышением продукции монооксида азота и, как следствие, снижением интенсивности нейродеструктивных процессов.

Протокол, предусматривающий применение периодической длительной гипоксии, – 90 мин ($\text{FIO}_2 = 9\%$) на протяжении 3 дней, протестирован как эффективный при посткондиционировании эпилептических припадков (за счет снижения количества апоптотических клеток гиппокампа), что приводило к улучшению когнитивных функций. При этом комбинация пре- и посткондиционирования (процедуры до и после приступа) была более эффективной, чем использование периодической гипоксии только до или после эпилептической атаки [9].

Протоколы, основанные на пассивном тренинге относительно коротких эпизодов гипоксии/нормоксии

(ИГТ), показали свою эффективность при депрессивных расстройствах и посттравматическом синдроме, для коррекции умеренной степени деменции у пожилых пациентов [8, 9].

При травмах спинного мозга метод ИГТ также оказался эффективным уже на начальных этапах реабилитации. Применение протокола, предусматривающего 5 мин гипоксии ($\text{FIO}_2 = 10,5\%$) – 5 мин нормоксии ($\text{FIO}_2 = 21\%$), 10 циклов в день в течение 7 дней, которое было начато через неделю после частичной транссекции позвоночника (уровень C_{11}), привело к улучшению респираторных и двигательных функций плечевого пояса за счет повышения нейропластичности. Дополнительный курс процедур ИГТ в сочетании с целенаправленной роботической тренировкой этих же функций показал более высокую эффективность в плане повышения моторной функции у пациентов с травмами спинного мозга, чем в группе контроля.

Сравнительно новым подходом, экспериментально и клинически показавшим эффективность в реабилитации кардиологических и неврологических пациентов, является метод интервальных гипоксически-гипероксических тренировок (ИГГТ). В ряде исследований продемонстрированы более выраженные мембраностабилизирующие эффекты, существенное повышение стрессорной и гипоксической устойчивости миокарда и мозга, уровня антиоксидантной защиты, переносимости физических нагрузок в результате проведения адаптации к ИГГТ по сравнению с ИГТ [7]. Включение процедур адаптации к интервалам пассивной гипоксии–гипероксии на фоне мультимодальных реабилитационных процедур в течение 4 нед у пожилых пациентов с деменцией приводит к более выраженному улучшению когнитивных функций, а также к физической выносливости по сравнению с группой контроля.

При проведении процедур ИГГТ протокол подбирается, как правило, индивидуально – с помощью методики биологически обратной связи. В клинических исследованиях показано увеличение толерантности к физическим нагрузкам у пациентов с ИБС, а также снижение ангинозных приступов и сокращение кратности приема коротких нитратов после проведения курса из 15–18 процедур в течение 3–4 нед.

Протоколы применения периодической гипоксии или пассивных ИГТ, приведенные в данной статье, основаны на контроле концентрации кислорода во вдыхаемой газовой смеси, но для индивидуализации подхода более корректной является оценка индивидуальных значений насыщения крови кислородом (SpO_2) в динамике процедур. В ответ на дыхание гипоксической смесью с одинаковым содержанием кислорода снижение SpO_2 будет варьировать, но именно значения насыщения артериальной крови кислородом будут характеризовать физиологический ответ пациента, что позволит контролировать его состояние, а также оценивать значимость и эффективность гипоксических воздействий.

В зависимости от возраста пациента, наличия сопутствующих заболеваний, актуального функционального состояния целесообразно применять дополнительные

методики мониторинга статуса пациента при выполнении процедур ИГТ и снижения риска их возможных побочных эффектов (клинический осмотр, ЭКГ, УЗИ сердца и др.). Более подробно о процедуре допуска к гипоксическим тренировкам мы рассказывали в Занятии № 3 данного курса.

Дополнительно следует принимать во внимание медикаментозную терапию у пациента и взаимодействие ИГТ и фармакологических препаратов, их дозировки. ИГТ считается немедикаментозным методом воздействия, но влияние данного метода на повышение толерантности и эффективности фармакологических препаратов до конца не изучено.

ИГТ апробирована в клинической практике на разных возрастных группах пациентов и доказала свою безопасность и терапевтическую эффективность. Тем не менее для поддержания высокого уровня безопасности процедуры необходим постоянный контроль за состоянием пациента во время отпуска процедур со стороны специалиста.

Применение ИГТ в реабилитации кардиологических и неврологических пациентов до сих пор является весьма перспективным. Разработка новых протоколов и рекомендаций позволит повысить терапевтическую эффективность данного метода, а продолжение исследований в других областях может расширить сферы применения ИГТ в клинической практике.

ЛИТЕРАТУРА

- Горанчук В.В., Сапова Н.И., Иванов А.О. *Гипокситерапия*. СПб.; 2003.
- Елизаров А.Н., Князев Т.А., Бадтиева В.А. Метод гипоксической адаптации в лечении пациентов с ишемической болезнью сердца. *Кремлевская медицина*. 2007; (4): 32–5.
- Загайная Е.Э., Щекочихин Д.Ю., Копылов Ф.Ю., Глазачев О.С., Сыркин А.Л., Сазонова Т.Г. Интервальные гипоксические тренировки в кардиологической практике. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2014; 7(6): 28–34.
- Рачок Л.В., Дубовик Т.А., Булгак А.Г. Использование прерывистой нормобарической гипокситерапии в предоперационной подготовке к коронарному шунтированию больных ишемической кардиомиопатией. *Кардиология в Беларуси*. 2011; (4): 28–45.
- Серебровская Т.В., Шатило В.Б. Опыт использования интервальной гипоксии для предупреждения и лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы: Обзор. *Кровообращение и гемостаз (Украинский журнал)*. 2014; (1–2): 15–33.
- Симоненко В.Б., Ермолаев А.Л., Потиевская В.И. Гипоксическая терапия артериальной гипертензии у больных с различной вариабельностью артериального давления. *Клиническая медицина*. 2003; 81(11): 35–8.
- Сыркин А.Л., Глазачев О.С., Копылов Ф.Ю., Дудник Е.Н., Загайная Е.Э., Тутер Д.Ю. Адаптация к интервальной гипоксии-гипероксии в реабилитации пациентов с ишемической болезнью сердца: нагрузочная толерантность и качество жизни. *Кардиология*. 2017. (5): 10–6.
- Baillieu S., Chacaroun S., Doutreleau S., Detante O., Pepin J.L., Verges S. Hypoxic conditioning and the central nervous system: A new therapeutic opportunity for brain and spinal cord injuries? *Experimental Biology and Medicine*. 2017; 242: 1198–206.
- Bernaudin M., Nedelec A.S., Divoux D., MacKenzie E.T., Petit E., Schumann-Bard P. Normobaric hypoxia induces tolerance to focal permanent cerebral ischemia in association with an increased expression of hypoxia-inducible factor-1 and its target genes, erythropoietin and VEGF, in the adult mouse brain. *J. Cereb. Blood Flow Metab.* 2002; 22: 393–403.
- Tekin D., Chou E., Xi L. Intermittent hypoxia and atherosclerosis. *Intermittent Hypoxia and Human Diseases*. L.; 2012: 29–45.

Контрольные вопросы к занятию № 5

№	Вопрос	Выделите только один, однозначно верный, на Ваш взгляд, вариант ответа из предложенных (верных и ошибочных)			
		1	2	3	4
1	Что такое гипоксическое прекондиционирование?	Однократное воздействие гипоксии на организм	Повышение адаптационных возможностей организма за счет цикла процедур гипокситренировки	Методика послеоперационной реабилитации кардиологических пациентов	Хроническое заболевание
2	Какие методики, помимо гипоксического прекондиционирования, используются в клинической практике?	Гипоксическое кондиционирование и посткондиционирование	Гипоксия, возникающая в самолете	Гипоксия, вызванная повышенным атмосферным давлением	Кондиционирование и посткондиционирование
3	На чем основана методика ИГТ?	Периодические подъемы в горы на высоту более 2000 м над уровнем моря	Длительное пребывание в барокамере с небольшими перерывами	Характеризуется повторяющимися эпизодами дыхания гипоксической газовой смесью и атмосферным воздухом	Произвольное увеличение частоты дыхания в покое, чередующееся с задержками дыхания
4	Могут ли протоколы ИГТ оказать отрицательное воздействие на пациента?	Да, если они подобраны без оценки статуса пациента и учета сопутствующих патологий	Нет	В любом случае ИГТ окажет только положительное влияние	Не всегда протоколы ИГТ могут оказать какое-либо воздействие
5	В каких группах кардиологических пациентов ИГТ показала наибольшую эффективность?	Дети с пороками сердца	Инфаркт миокарда, ИБС, артериальная гипертензия, атеросклероз и др.	Гипертрофическая кардиомиопатия	Острый миокардит
6	В каких группах неврологических пациентов ИГТ показала наибольшую эффективность или перспективна в применении?	При реабилитации пациентов с травмами спинного мозга, постинсультной реабилитации, болезни Альцгеймера, депрессивных расстройствах, посттравматическом синдроме и др.	Ограниченная атрофия головного мозга	Болезнь Паркинсона	Гемиплегическая мигрень
7	ИГТ полностью заменяет фармакотерапию при кардиологических и неврологических патологиях?	Да, ИГТ – прекрасная альтернатива фармакологическим препаратам	Нет, это невозможно	Зависит от тяжести заболевания. ИГТ может существенно снизить прием фармпрепаратов, а в некоторых случаях и заменить фармакотерапию	Не все патологии поддаются фармакологическому лечению, и ИГТ может быть эффективным методом дополнения