

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 будут вести *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 ответы 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 адрес. В теме электронного письма написать: “КУРС-2017”;
- прислать ответы на вопросы ко всем занятиям 2017 г. до 15 января 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 № 1. Адаптация к гипоксии: физиологические и патофизиологические механизмы, исторические предпосылки применения в медицине и практике спортивной подготовки

Термин «гипоксия» широко применяется в практической медицине как указание на снижение содержания кислорода в крови, отдельных органах и тканях организма. Более точным определением является: состояние, наступающее в организме при неадекватном снабжении тканей кислородом или нарушении его утилизации при биологическом окислении. Существует несколько классификаций гипоксических состояний, однако наиболее всеобъемлющей является классификация Н.А. Агаджаняна и А.Я. Чижова, подразделяющих гипоксию на: 1) экзогенную (нормо-, гипо-, гипербарическую или экологическую и 2) эндогенную (респираторную, гемическую, циркуляторную, цитотоксическую, гиперметаболическую).

Широко распространенный контроль периферической кислородной сатурации (SpO_2) с помощью пульсоксиметра, определяющего насыщение гемоглобина кислородом, является критерием оперативной оценки состояния пациента, в том числе при допуске и проведении реабилитационных процедур. В норме значение SpO_2 составляет 95% или выше.

Чрезвычайная важность для организма нормального поступления кислорода определяет не только меры медицинского контроля и диагностики, но и особенности

курортов, спектр средств медицинской реабилитации. Кислородный курорт, кислородный коктейль и другие «воздушные» понятия прочно ассоциируются с оздоровительным арсеналом санаториев, реабилитационных и тренировочных центров. Однако и обедненный кислородом горный воздух традиционно используется для оздоровления.

Одним из основоположников фундаментальных исследований в области физиологии дыхания и, в частности, применения измененных газовых сред, обычно считают француза Поля Бера, профессора Сорбонны, который в 1878 г. опубликовал книгу «Барометрическое давление. Исследования в экспериментальной физиологии».

Русский физиолог Иван Михайлович Сеченов предложил закон постоянства газового состава альвеолярного воздуха, а также его связи с парциальным давлением кислорода во вдыхаемом воздухе.

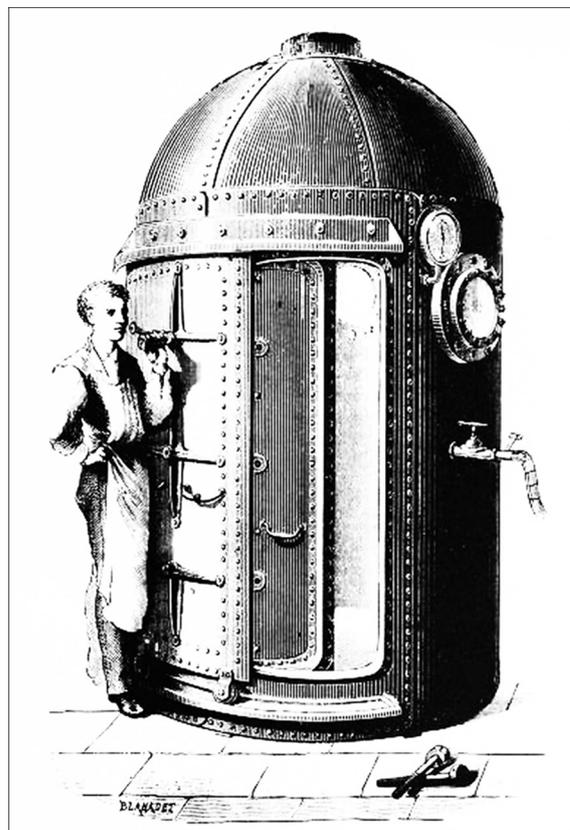
Понимание перспектив исследований физиологии дыхания сопровождалось поиском практических решений. На рисунке представлен аппарат XIX века для «воздушной» терапии. Иными словами, развитие современной курортологии, медицинской реабилитации и технологий спортивной подготовки тесно связано с развитием физиологии дыхания.

Курс «Университета реабилитации» 2017 г. будет посвящен актуальной теме адаптации к газовым средам с различным содержанием кислорода, гипоксических тренировок, их применению в реабилитации пациентов различного профиля. Такие тренировки доступны не только на горных курортах, т. к. современное оборудование и методики (барокамеры, ребрисеры, гипоксические палатки, гипоксикаторы) позволяют обеспечить подходящий режим независимо от географии.

Экспериментально и клинически доказано, что моделирование горных условий в гипо- или нормобарическом вариантах (экзогенная гипоксия) активирует каскад прямых и перекрестных адаптационных эффектов, повышая устойчивость организма как собственно к последующим гипоксическим стимулам, так и к другим стрессорным воздействиям (физические нагрузки, температурные, эмоциональные стрессоры и пр.). Упрощенно механизмы адаптации к гипоксии можно свести к 4 уровням:

- системному (нейроэндокринная и кардиореспираторная регуляция);
- клеточному (например, «митохондриальное дыхание»);
- геномному (связанному с включением и выключением активности каскада отдельных генов);
- эпигенетическому.

Касаясь временных характеристик адаптации к гипоксии, условно выделяют «молниеносную», «острую», «подострую», «хроническую или пожизненную» адаптации, а также ситуацию, когда много поколений живут в обедненной кислородом атмосфере, как, например, в Тибете, Андах. Физиологические эффекты «подострой» гипоксии позволяют осуществлять восхождения на высочайшие горные вершины без кисло-



Аппарат для терапии сжатым или расширенным воздухом. Иллюстрация из классической книги Поля Бера в американском переводе 1943 г.

родных аппаратов – альпинисты используют многодневное пребывание на меньшей высоте при подготовке к штурму вершины (эффекты преаклиматизации).

С другой стороны, известно, что острая или хроническая интенсивная нерегулируемая гипоксия (пример – синдром обструктивного апноэ во сне) вызывает развитие хронического воспаления, активирует симпатическую нервную систему, провоцирует эндотелиальную дисфункцию и гипертензивные реакции, поражение микроциркуляторного русла и другие негативные, патологические процессы. Следовательно, эффекты адаптации к острой или хронической гипоксии зависят от индивидуальной чувствительности к дефициту кислорода и интенсивности/продолжительности гипоксической стимуляции, что актуализирует разработку подходов к персонально-ориентированному дозированию гипоксических воздействий в целях получения адаптивных сдвигов.

В многоуровневом влиянии регулируемой адаптации к гипоксии следует выделить повышение активности внутриядерного «гипоксия-индуцируемого фактора», также обозначаемого как «HIF» (Hypoxia inducible factor). Этот транскрипционный фактор регулирует множество специфических генов, являясь одним из древнейших и наиболее надежных регуляторов клеточного кислородного гомеостаза. Активностью этого фактора, в частности, объясняют широкий спектр гематологических и иных эффектов.

На практике эффекты адаптации к индивидуально подобранному гипоксическому воздействию – продолжительному умеренной интенсивности или более интенсивному, повторяющемуся во времени, часто оценивают, разделяя на гематологические и негематологические проявления. К гематологическим механизмам относят:

- стимуляцию продукции эритропоэтина, эритроцитоз, ретикулоцитоз, повышение концентрации гемоглобина, гематокрита;
 - повышение общей массы гемоглобина, кислородной емкости крови.
- Негематологические механизмы следующие:
- стимуляция ангиогенеза в коже, мышцах, миокарде (индукция сосудистых эндотелиальных и тромбоцитарных факторов роста);
 - вазодилаторный и кардиопротекторный эффекты (экспрессия индуцибельной NO-синтазы и продукция монооксида азота, нормализующего сосудистый тонус; экспрессия генов белков антиапоптоза, АТФ-зависимых калиевых каналов, внеклеточных сигналрегулируемых киназ, обеспечивающих защиту миокарда от повреждений);
 - повышение эффективности транспорта и утилизации (гликолитическая активность) глюкозы;
 - противовоспалительный эффект (мягкий оксидативный стресс, повышенная продукция активных форм кислорода в период реоксигенации – восстановления кислородного снабжения тканей после эпизода гипоксии ведут к активации антиоксидантных механизмов, а также индукции гипоксиииндуцированного фактора, продукции белков теплового шока);

- повышение хеморецепторной чувствительности, эффективности вентиляторного ответа, диффузионной способности легких;
- снижение симпатикоадреналовой реактивности на стресс-стимулы;
- повышение буферной емкости мышц, их лактатной толерантности;
- повышение биоэнергетической эффективности митохондриальной дыхательной цепи, количества митохондрий и др.;
- эритропоэтинзависимые механизмы кардио- и нейропротекции (регуляция внутриклеточного гомеостаза кальция и митохондриальных функций через эритропоэтинзависимую экспрессию ряда генов);
- гемопоэзстимулирующие, репаративные и иммуномодулирующие эффекты (мобилизация гемопоэтических стволовых клеток стимулирует гуморальный иммунитет, подавляет продукцию провоспалительных цитокинов, стимулирует продукцию интерферона- γ , стимулирует миграцию стволовых прогениторных клеток в поврежденный миокард и др.).

Таким образом, увеличение неспецифической резистентности организма в результате адаптации к гипоксии характеризуется широким спектром физиологических изменений, что эффективно применяется для профилактики и лечения хронических заболеваний, коррекции функционального состояния спортсменов и кардиометаболических модифицируемых факторов риска сердечно-сосудистой патологии, в целях медицинской реабилитации. Для уточнения деталей и конкретных механизмов адаптации к гипоксии рекомендуем подробно ознакомиться с приведенными ниже источниками литературы.

Контрольные вопросы к занятию № 1

№	Вопрос	Выделите только один, однозначно верный, на Ваш взгляд, вариант ответа из предложенных (верных и ошибочных)			
1	Что такое «гипоксия»?	Снижение содержания кислорода в воздухе с набором высоты	Сатурация гемоглобина кислородом ниже 95%	Повышение содержания кислорода и азота в воздухе при глубинном погружении	Снижение содержания кислорода в крови, в отдельных органах и тканях организма
2	Эндогенно индуцированная гипоксия подразделяется на:	Респираторную, гемическую, циркуляторную, цитотоксическую и гиперметаболическую	Нормобарическую, гипобарическую и гипербарическую	Молниеносную, периодическую и хроническую	НIF-зависимую, эритропоэтин-зависимую, зависимую от стресс-гормонов
3	Что относят к гематологическим эффектам гипоксии?	Повышение уровня сахара, увеличение уровня холестерина крови	Повышение буферной емкости мышц, их лактатной толерантности	Стимуляция продукции эритропоэтина, повышение общей массы гемоглобина, кислородной емкости крови	Системную адаптацию организма к дефициту кислорода
4	Сколько уровней адаптации к гипоксии можно выделить?	Четыре	Шесть	Необходимо уточнить – о какой адаптации идет речь	Обычно выделяют не уровни адаптации, а синдромы
5	Что такое НIF в данной теме?	Английская аббревиатура, от слов “высокогорная физиология”	Индукцируемый гипоксией транскрипционный фактор	Эритроцитоз	Вид кислородного коктейля
6	И.М. Сеченов известен вкладом в физиологию дыхания	Верно	Не только этим, но и изданием газеты “Искра”	Широким вкладом в физиологию, в том числе физиологию дыхания	Больше известны его труды по топографической анатомии
7	Терапия разреженным (гипоксическим) воздухом...	Известна, как минимум, с XIX века	Изобретение последнего десятилетия	Предстоит разработать методологию	Это не используется

Следующее занятие курса – “Понятие гипоксических тренировок, классификация, виды и особенности отдельных методов гипоксического воздействия”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.А., Чижов А.Я. *Гипоксические, гипоканнические, гиперканнические состояния*. М.: Медицина; 2003: 254 с.
2. Глазачев О.С., Поздняков Ю.М., Уринский А.М., Забашта С.П. Повышение толерантности к физическим нагрузкам у пациентов с

- ишемической болезнью сердца путем адаптации к гипоксии-гипероксии. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2014; 13 (1): 16–21.
3. Глазачев О.С., Дудник Е.Н. Медико-физиологическое обоснование применения гипоксическо-гипероксических тренировок в адаптивной физической культуре. *Адаптивная физическая культура*. 2012; (1): 2–4.
4. Xi L., Serebrovskaya T.V., eds. *Intermittent hypoxia: from molecular mechanisms to clinical applications*. Hauppauge: Nova Science Publishers, Inc.; 2009. 615 p.
5. Martin D., McKenna H., Livina V. The human physiological impact of global deoxygenation. *J. Physiol. Sci*. 2017; 67 (1): 97–106.

Ответы на контрольные вопросы образовательного курса Университета реабилитации «Управление комплексной реабилитацией при головокружениях» (2016 г.)

Вопрос	Правильный ответ
Занятие № 1. Кохлеовестибулярная маска миофасциального шейного синдрома	
1. Кто предложил термин «миофасциальный синдром»?	2. Симмонс и Трэвелл
2. Миофасциальная точка – это:	1. Точка в скелетной мышце, пальпация которой болезненна и вызывает отраженную боль
3. Миофасциальный синдром – это:	1. Хронический болевой синдром, возникающий от одного или нескольких триггерных пунктов одной или нескольких мышц позвоночника 3. Стременной мышце
4. Шум в ухе может быть связан с триггером в:	2. Мышце, напрягающей барабанную перепонку
5. Снижение слуха может быть связано с триггером в:	4. Мышце гордецов
6. Головокружение может быть связано с триггером в:	3. Хлыстовая травма шеи
7. Часто встречающийся вариант травмы при шейном миофасциальном синдроме	2. 40
8. Частота нарушения зубной окклюзии у больных с «шейным головокружением», %	2. 35
9. Частота выявления «слуховых триггеров» при шейном миофасциальном синдроме, %	4. 30
10. Частота выявления меньеровских триггеров при шейном миофасциальном синдроме, %	3. Нестероидных противовоспалительных средств + миорелаксантов
11. Целесообразно включение в комплексную терапию миофасциального синдрома:	1. Да
12. Актуально ли мануальное воздействие при «шейных головокружениях»?	
Занятие № 2. Центральное головокружение	
1. Что подразумевают под определением «головокружение»?	1. Иллюзию мнимого движения предметов вокруг больного или самого больного в пространстве
2. Какая классификация головокружения преобладает в литературе?	2. Системное и несистемное
3. Как подразделяется головокружение по локализации?	2. Центральное и периферическое
4. Что поражается при центральном головокружении?	4. Все перечисленное в других вариантах ответа (червь мозжечка, ствол мозга, большие полушария головного мозга)
5. Что поражается при периферическом головокружении?	4. Вестибулярный нерв
6. Какие заболевания проявляются вестибулярным головокружением?	1. ДППГ, вестибулярная пароксизмия
7. Какие заболевания из указанных вызывают центральное головокружение?	3. Вестибулярная мигрень
8. Какой нистагм характерен для центрального головокружения?	1. Вертикальный, ротаторный или горизонтальный
9. Какой нистагм характерен для периферического головокружения?	2. Горизонтальный или горизонтально-ротаторный
10. Какое исследование используют для подтверждения центрального генеза головокружения?	2. Магнитно-резонансную томографию
11. Может ли аура эпилептического припадка проявляться в виде головокружения?	1. Может
12. Сопровождается ли центральное головокружение нарушениями равновесия?	1. Обычно да