Использование гелий-кислородной смеси при респираторных заболеваниях

Т.Т. Чыонг, Л.В. Шогенова

С момента своего открытия гелий нашел множество применений в промышленности и медицине. Низкая плотность этого газа по сравнению с воздухом и кислородом делает его использование потенциально полезным в области респираторной поддержки. Впервые в медицине гелий применили в виде гелий-кислородной смеси (гелиокс, HeO_2) у пациентов с обструкцией верхних дыхательных путей для нормализации газообмена. Дальнейшие исследования показали клиническую пользу HeO_2 у пациентов с обструктивным поражением нижних дыхательных путей. Основное преимущество гелия заключается в снижении сопротивления дыхательных путей потоку, что приводит к улучшению механики дыхания (снижение нагрузки на дыхательные мышцы и расхода энергии). Использование гелия безопасно для пациентов по причине его химической инертности. В настоящем обзоре рассмотрен опыт клинического применения гелия, HeO_2 и термического HeO_2 у пациентов с различными легочными заболеваниями. Определена перспектива его использования. Цель работы – составить обзор литературы по эффективности применения HeO_2 в коррекции острой дыхательной недостаточности.

Ключевые слова: гелий-кислородная смесь, дыхательная недостаточность, бронхиальная астма, хроническая обструктивная болезнь легких, обструкция верхних дыхательных путей.

Введение

Смесь гелия и кислорода (гелиокс, HeO_2) применяется в медицине с 1920–1930-х годов. Длительное время гелий использовался только для военных нужд, и его назначали, в частности, для лечения декомпрессионной болезни. Более широко HeO_2 стал использоваться перед Второй мировой войной, когда его начали назначать при лечении различных заболеваний, сопровождающихся дыхательной недостаточностью (ДН), включая обострение бронхиальной астмы (БА) и круп у детей. В послевоенное время HeO_2 широко использовался при хирургических операциях [1].

Однако постепенно обозначились нежелательные побочные явления применения HeO_2 комнатной температуры: нарушение терморегуляции слизистых верхних и нижних отделов дыхательных путей (ДП), ухудшение реологических свойств бронхиального секрета, образование слизистых пробок в дистальных отделах ДП. В научной литературе были описаны случаи смерти больных при повторных ингаляциях HeO_2 комнатной температуры [2].

Кафедра госпитальной терапии педиатрического факультета ФГАОУ ВО "Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова" МЗ РФ, Москва.
Тхи Тует Чыонг – аспирант.
Людмила Владимировна Шогенова – канд. мед. наук, доцент.
Контактная информация: Чыонг Тхи Тует, drtuyet@mail.ru

В связи с нежелательными явлениями, отсутствием технического оснащения для формирования и ингаляции смеси газов требуемой концентрации гелия и кислорода, четкого алгоритма применения и критериев оценки эффективности лечения HeO_2 стал ограниченно использоваться в медицинской практике.

В 1970–1980-х годах снова возник интерес к HeO_2. Впервые был разработан аппарат "Геофарм" для применения подогретых газовых смесей (приоритет изобретения 20.09.1995, патент № 2072241) и под руководством Б.Н. Павлова применен термический HeO_2 (t-He/O_2). Было доказано преимущество t-He/O_2 в сравнении с HeO_2 комнатной температуры. В последующем аппарат был модифицирован ("Ингалит", лицензия № 99-03-001418, регистрационное удостоверение № ФСР 2010/08730, ЗАО "СКБ ЭО при ИМБП РАН") [3].

Значительно расширилась область исследований по применению t-He/O_2. Помимо обструкции верхних ДП, постэкстубационного стридора, крупа, бронхиолита, обострения БА и хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) HeO_2 стал применяться для улучшения доставки аэрозольных лекарственных средств, при реабилитации больных с бронхолегочной патологией.

Несмотря на обнадеживающие результаты, использование t-He/O_2 в широкой клинической практике не получило распространения из-за тех-

нических трудностей. Это было связано с тем, что возможности аппарата “Геофарм” ограничены в использовании у пациентов с тяжелой ДН. Не было возможности индивидуализировать терапию, проводя подбор концентрации кислорода, температуры, и осуществлять ингаляцию фармакологическими препаратами, используя HeO_2.

В настоящее время в Российской Федерации разработан инновационный метод формирования, подачи и использования уникальных свойств t-He/O_2 в клинической практике с помощью аппарата “Гелиокс Экстрим” (регистрационное удостоверение № РЗН 2016/3988 от 20 апреля 2016 г.). Данное техническое решение позволило избежать нежелательного воздействия HeO_2 комнатной температуры, недостатков используемого ранее технического оборудования и персонализировать метод в зависимости от патологии и степени тяжести пациента. Таким образом, появилась возможность применения t-He/O_2 у пациентов с тяжелой и крайне тяжелой ДН [1].

В основе использования t-He/O_2 лежат физические и медико-биологические свойства гелия, такие как:

- низкая плотность (в 7 раз ниже, чем у азота);
- высокая теплопроводность (в 5,8 раза выше, чем у азота);
- высокая диффузионная способность (в 7 раз выше, чем у кислорода);
- низкая растворимость в воде и биологических жидкостях (в воде – 0,009 $см^3/см^3$, в жирах – 0,015 $см^3/см^3$, жиро-водный коэффициент Овертона–Мейера 1,7) [4].

Благодаря низкой плотности гелия поток газов через ДП становится ламинарным. Это имеет важное значение, особенно в дистальных отделах легких. Снижается общее сопротивление ДП, что приводит к уменьшению перепадов внутригрудного давления и способствует коррекции гемодинамических нарушений. Улучшение вентиляции и газообмена снижает нагрузку на дыхательную мускулатуру, что положительно сказывается на купировании синдрома утомления дыхательных мышц.

Применение t-He/O_2, подогретого до температуры 50–80°С, приводит к увеличению скорости движения HeO_2, к возбуждению терморецепторов с последующей выраженной дилатацией гладкой мускулатуры бронхов и улучшением кровоснабжения легких. Ингаляция t-He/O_2 позволяет улучшить вентиляционно-перфузионное отношение.

Большое значение имеет высокая диффузионная способность гелия. Поэтому при применении t-He/O_2 улучшается газообменная функция легких, что проявляется повышением парциального давления кислорода в артериальной крови и сатурации ($SatO_2$), снижением давления углекислого газа в артериальной крови ($PaCO_2$), нормализацией концентрации лактата. Это позволяет рекомендовать использование t-He/O_2 при гипоксической и гиперкапнической форме ДН. Нормализация концентрации лактата свидетельствует о снижении анаэробного метаболизма. Клинические проявления, указывающие на эффективность t-He/O_2, следующие: уменьшение выраженности диспноэ и тахипноэ; стабилизация показателей гемодинамики; увеличение $SatO_2$ крови; разрешение признаков парадоксального дыхания и патологических шумов, выявляемых при аускультации.

Учитывая свойства гелия, t-He/O_2 используется при заболеваниях, характеризующихся повышенным сопротивлением ДП [5]. Благоприятные эффекты наблюдаются у пациентов с БА, ХОБЛ, бронхиолитом, бронхолегочной дисплазией и обструкцией верхних ДП [6].

Гелиокс применялся не только у пациентов, дышащих спонтанно, но и в условиях искусственной вентиляции легких (ИВЛ) и неинвазивной вентиляции легких (НИВЛ) [7–9].

Цель работы – составить обзор литературы по эффективности применения t-He/O_2 в коррекции ДН.

Использование t-He/O_2 в клинической практике при заболеваниях ДП и легких

Обструкция верхних ДП

Обструкция верхних ДП является наиболее распространенным показанием для применения t-He/O_2. Описаны клинические случаи стабилизации респираторного статуса в ожидании более решительной терапии (такой, например, как ригидная бронхоскопия, оперативное вмешательство, лучевая терапия, химиотерапия) или рецидива основных процессов у пациентов с ларингеальным раком, полипами гортани, ангионевротическим отеком, лимфомой гортани и трахеи, а также параличом голосовых связок [10–13].

J.B. Fink описывает частое практическое использование t-He/O_2 в качестве временной меры в ожидании жесткой бронхоскопии для удаления опухоли, дилатации, стентирования у пациентов с тяжелой обструкцией верхних ДП с положительным клиническим ответом [14].

Бронхиальная астма

Хотя в нескольких клинических наблюдениях было высказано предположение о благотворном влиянии HeO_2 при обострении БА [15], ни в

одном исследовании у взрослых не было продемонстрировано преимущества HeO_2 перед стандартной кислородной терапией. G.J. Rodrigo et al. провели систематический анализ данных 7 исследований, в которые было включено почти 400 пациентов (дети и взрослые), в 2 исследованиях оценивали эффективность HeO_2 у интубированных пациентов с астматическим статусом [16, 17].

На фоне проведения вентиляции с использованием 60–80% гелиевой смеси у всех пациентов во всех исследованиях наблюдалось значительное снижение выраженности респираторного ацидоза, а в 6 из 7 исследований – резкое снижение пикового давления в ДП [16].

Однако авторы систематического анализа не обнаружили существенного улучшения легочной функции у пациентов, получавших лечение HeO_2 [16]. Также ими не было отмечено существенной разницы в главных исходах при сравнении высоких и низких концентраций гелия в смеси. Таким образом, рутинное применение HeO_2 не показано при обострении БА.

Гелиокс может быстро улучшать вентиляцию легких у пациентов с тяжелым обострением БА с признаками респираторного ацидоза. J.E. Kass, R.J. Castriotta за 2 года проанализировали данные 12 больных БА (средний возраст 33,8 ± ± 11,3 года), которые поступили в отделение неотложной помощи с острым респираторным ацидозом (pH артериальной крови <7,35 и $PaCO_2$ ⩾45 мм рт. ст.). Всем 12 пациентам было проведено лечение HeO_2 (60–70% гелия и 30–40% кислорода). Пять пациентов получили HeO_2 через аппарат ИВЛ, а 7 пациентов – через лицевую маску. Газы артериальной крови были взяты непосредственно перед и после начала терапии HeO_2 в среднем через 49,2 ± 25,2 мин. В целом по группе среднее значение $PaCO_2$ снизилось с 57,9 до 47,5 мм рт. ст. ($p < 0,005$), а pH артериальной крови увеличился с 7,23 до 7,32 ($p < 0,001$) [18].

Использование HeO_2 для проведения ингаляционной терапии через небулайзер

В метаанализе 11 рандомизированных исследований оценивалась эффективность HeO_2 как несущего газа, влияющего на применение β-адреномиметика через небулайзер, у взрослых и детей с обострениями БА. В 7 исследованиях участвовали 584 взрослых пациента. Использовались гелий-кислородные смеси со следующими отношениями гелия к кислороду: 80 : 20, 79 : 21 и 70 : 30. Применение HeO_2 было связано со значительно более выраженным изменением пиковой скорости выдоха (ПСВ), а при анализе подгрупп было установлено, что это улучшение было наибольшим у пациентов с наиболее тяжелым течением заболевания (ПСВ <50% от должной). Кроме того, использование HeO_2 для ингаляции через небулайзер ассоциировалось с более низкой частотой госпитализаций [17].

В исследовании, не вошедшем в метаанализ, у 132 пациентов с БА различной степени тяжести использовали HeO_2 или воздух через небулайзер как средство доставки сальбутамола. В группе HeO_2 была значительно выше доля пациентов, у которых через 30 мин после начала лечения наблюдалось увеличение объема форсированного выдоха за 1-ю секунду ($ОФВ_1$) более чем на 12% или 200 мл [19].

Хроническая обструктивная болезнь легких

Ниже представлены данные некоторых наиболее крупных исследований.

При стабильной ХОБЛ применение HeO_2 ассоциировалось с незначительным улучшением некоторых физиологических параметров, таких как толерантность к физической нагрузке [20–24].

E.A. Laude et al. провели рандомизированное перекрестное исследование, в которое было включено 82 пациента с умеренной и тяжелой ХОБЛ, где оценивалось влияние HeO_2 на физическую работоспособность и одышку при приеме одного из 4 газов: HeO_2 (He 72%; O_2 28%), HeO_2 (He 79%; O_2 21%), кислородная смесь (фракция кислорода во вдыхаемой смеси (FiO_2) 28%) и воздух (FiO_2 21%). У пациентов, вдыхавших HeO_2 (He 72%; O_2 28%), отмечались лучшая физическая работоспособность и меньшая выраженность одышки, чем у больных всех остальных групп [21].

В исследование G.R. Chiappa et al. было включено 12 пациентов с ХОБЛ средней степени тяжести ($ОФВ_1$ 45% от должного). Применение HeO_2 (He 79%; O_2 21%) во время физической нагрузки уменьшало динамическую гиперинфляцию, улучшало доставку и потребление кислорода, что способствовало повышению толерантности к физической нагрузке [22].

T.G. Babb оценивал влияние HeO_2 на функцию легких во время проведения кардиопульмонального нагрузочного теста у 10 пациентов с ХОБЛ легкой степени тяжести. Гелиокс способствовал увеличению минутной вентиляции легких при отсутствии каких-либо изменений в энергетических затратах на дыхание [25].

D. Scorsone et al. в рандомизированном исследовании, включавшем 30 пациентов с ХОБЛ средней и тяжелой степени тяжести, выполняли программу физических упражнений в течение 2 мес, проводя тренировки ног по 3 раза в неделю, при

этом пациенты вдыхали либо воздух (FiO_2 21%), либо кислородную смесь (FiO_2 40%), либо HeO_2 (He 60%; O_2 40%). Между группами не было выявлено разницы по мощности физических нагрузок, их пиковому уровню и выносливости пациентов при выполнении упражнений [23].

В рандомизированном перекрестном исследовании P. Laveneziana et al. 11 больных ХОБЛ II–III стадии по GOLD (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease – Глобальная инициатива по хронической обструктивной болезни легких) выполняли упражнения для достижения 80% от заданной максимальной скорости работы, вдыхая либо воздух, либо HeO_2 (He 79%; O_2 21%). Применение HeO_2 способствовало значительному снижению одышки по шкале Борга, уменьшению дискомфорта в ногах, а также снижению объема легких в конце выдоха и гиперинфляции [24].

Обострение ХОБЛ и НИВЛ

Гелиокс уменьшает нагрузку на дыхательные мышцы, снижая сопротивление в ДП; уменьшает явления динамической гиперинфляции за счет увеличения потока выдоха; повышает эффективность и оптимизирует результаты НИВЛ с положительным давлением, обеспечивая лучшую синхронизацию между пациентом и аппаратом. Применение HeO_2 при спонтанной вентиляции легких и НИВЛ у пациентов с тяжелой ДН позволяет выиграть время, пока другие методы лечения не окажут положительный эффект.

Помимо преимуществ HeO_2 при спонтанной вентиляции легких и НИВЛ его использование для отлучения пациентов от механической вентиляции также является потенциальной областью применения HeO_2.

P. Jolliet et al. были первыми, кто провели рандомизированное проспективное исследование по изучению использования HeO_2 при респираторной поддержке в виде НИВЛ у 19 пациентов с декомпенсированной ХОБЛ. Исследователи обнаружили, что HeO_2 улучшает респираторный комфорт, уменьшает ощущение одышки и снижает $PaCO_2$ [26].

S. Jaber et al. провели патофизиологическое исследование у 10 пациентов с ХОБЛ, перенесших обострение. Они обнаружили, что HeO_2 может уменьшать работу дыхания и снижать индекс времени–давления у больных ХОБЛ на НИВЛ в двух режимах поддержки давлением [27].

В нескольких исследованиях сравнивали НИВЛ в сочетании с кислородом или с HeO_2 у пациентов с обострением ХОБЛ. Все полученные данные свидетельствуют о том, что использование HeO_2 при НИВЛ уменьшает дыхательные усилия и снижает внутреннее положительное давление в конце выдоха (ПДКВ), но не влияет на такие исходы, как потребность в интубации или смертность [7, 9, 28–30]. Например, в крупном многоцентровом исследовании, включавшем 204 пациентов с обострением ХОБЛ, которые были рандомизированы в группы НИВЛ с HeO_2 или с O_2, частота интубаций и 28-дневная смертность от момента рандомизации достоверно не различались между группами [29].

P. Jolliet et al. в рандомизированном открытом исследовании, включавшем 445 пациентов, оценивали эффективность НИВЛ с использованием HeO_2 или O_2 у пациентов, госпитализированных с тяжелым обострением ХОБЛ с признаками гиперкапнии. В группе HeO_2 наблюдалось более быстрое улучшение по показателям частоты дыхания, pH крови, $PaCO_2$ и признакам/симптомам энцефалопатии. Кроме того, у интубированных пациентов из группы HeO_2 отмечались значительно меньшие продолжительность вентиляции легких и длительность пребывания в отделении интенсивной терапии (ОИТ). Однако не было обнаружено существенной разницы в частоте НИВЛ, сроках до НИВЛ, смертности в ОИТ или 6-месячной смертности [30].

P. Gerbeaux et al. провели ретроспективный анализ данных 81 пациента, поступившего на лечение по поводу тяжелого обострения ХОБЛ и респираторного ацидоза. В этом нерандомизированном неконтролируемом клиническом исследовании 39 пациентов получали HeO_2 (He 70; O_2 30%), 42 пациента – кислородную смесь. Достоверных различий по возрасту, полу, медицинскому анамнезу, другим видам лечения, клиническим кардиореспираторным показателям или показателям газообмена не было. В группе пациентов, получавших HeO_2, были ниже частота интубации (8 против 50%; $p < 0,01$), смертность (3 против 24%; $p < 0,01$), частота госпитализаций (46 против 60%; $p = 0,23$). У выживших средние сроки пребывания в ОИТ были короче (8 против 18 дней; $p < 0,01$) [28].

D.L. Lee et al. установили, что HeO_2 улучшает гемодинамику у больных ХОБЛ на механической вентиляции. В проспективное исследование было включено 25 пациентов с тяжелой ХОБЛ на ИВЛ. У всех были признаки острой ДН и среднее давление в легочной артерии составляло >15 мм рт. ст. В сравнении с воздушно-кислородной смесью вентиляция с HeO_2 снизила внутреннее ПДКВ с 13 ± 4 до 5 ± 2 см вод. ст. ($p < 0,05$), увеличила дыхательный объем со 174 ± 86 до 362 ± 67 мл ($p < 0,05$). Авторы пришли к выводу, что HeO_2 может быть полезным до-

полнением у пациентов с тяжелой ХОБЛ во время острой ДН, при которой наблюдаются гемодинамические изменения, вызванные величиной внутреннего ПДКВ. Ингаляции HeO_2 уменьшали остаточный объем легких и внутренний ПДКВ. У 10 пациентов с катетером в легочной артерии на фоне ингаляции HeO_2 уменьшилось среднее давление в легочной артерии, давление в правом предсердии и давление заклинивания, увеличился сердечный индекс [31].

Острый респираторный дистресс-синдром у взрослых

Клинические исследования по изучению эффекта HeO_2 у взрослых пациентов с острым респираторным дистресс-синдромом немногочисленны.

R. Pizov et al. провели исследование у 7 пациентов с ДН различной этиологии, находившихся на ИВЛ в режиме контроля объема (дыхательный объем от 5 до 7 мл/кг) под медикаментозной седацией. Критериями включения в исследование были $PaCO_2$ ⩾50 мм рт. ст., ПДКВ ⩾35 см вод. ст. и частота дыхания ⩾14 в 1 мин. Дыхание всем пациентам проводилось через эндотрахеальную трубку с дополнительным просветом на дистальном конце, через которую производили инсуффляцию HeO_2 непрерывно в течение всего дыхательного цикла с 3 скоростями потока (2, 4 и 6 л/мин). Параметры вентиляции поддерживались постоянными. Гелиокс значительно снизил $PaCO_2$ ($p < 0,05$) [32].

В литературе описано 2 клинических наблюдения пациентов с синдромом облитерирующего бронхиолита и острой ДН после трансплантации легких. В этих случаях HeO_2 доставлялся в легкие через аппарат НИВЛ в режиме BiPAP (двухфазное положительное давление в ДП) либо через аппарат высокочастотной вентиляции легких. Применение HeO_2 на фоне НИВЛ способствовало нормализации pH артериальной крови и снижению уровня $PaCO_2$ [33].

Заключение

Гелий – медицинский газ, обладающий уникальными физическими и химическими свойствами, использование которых эффективно при заболеваниях органов дыхания. Анализ литературы продемонстрировал относительное преимущество смеси гелия и кислорода в коррекции острой ДН по сравнению с обычной кислородной терапией. Необходимо дальнейшее изучение возможности применения HeO_2 у тяжелых пациентов с гипоксемической и гиперкапнической ДН в сочетании с НИВЛ и в сравнении с другими медицинскими газами.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов при написании данного обзора.

Список литературы

1. Шогенова Л.В., Чучалин А.Г., Панин А.А. Эффекты термической гелий-кислородной смеси на транспорт кислорода, центральную и легочную гемодинамику у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких с гиперкапнической острой дыхательной недостаточностью. Пульмонология 2020;30(4):421-6.
2. Austin A, Winskog C, van den Heuvel C, Byard RW. Recent trends in suicides utilizing helium. Journal of Forensic Science 2011 May;56(3):649-51.
3. Российское респираторное общество. Методические рекомендации. Применение термического гелиокса (t He/O_2) в лечении больных с ДН (синдромом дыхательных расстройств). М., 2018. 46 с.
4. Основы барофизиологии, водолазной медицины, баротерапии и лечения инертными газами. Учебное пособие. Под ред. Григорьева А.И. М.: Гранп Полиграф; 2008. 494 с.
5. Barnett TB. Effects of helium and oxygen mixtures on pulmonary mechanics during airway constriction. Journal of Applied Physiology 1967 Apr;22(4):707-13.
6. Tassaux D, Chevrolet JC. Beneficial effects of helium-oxygen mixtures in acute respiratory failure. In: Yearbook of intensive care and emergency medicine. Vincent JL, editor. Berlin: Springer; 1999: 244-51.
7. Tassaux D, Jolliet P, Roeseler J, Chevrolet JC. Effects of helium-oxygen on intrinsic positive end-expiratory pressure in intubated and mechanically ventilated patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. Critical Care Medicine 2000 Aug;28(8):2721-8.
8. Jolliet P, Tassaux D, Roeseler J, Burdet L, Broccard A, D'Hoore W, Borst F, Reynaert M, Schaller MD, Chevrolet JC. Helium-oxygen versus air-oxygen noninvasive pressure support in decompensated chronic obstructive disease: a prospective, multicenter study. Critical Care Medicine 2003 Mar;31(3):878-84.
9. Hilbert G. Noninvasive ventilation with helium-oxygen rather than air-oxygen in acute exacerbations of chronic obstructive disease? Critical Care Medicine 2003 Mar;31(3):990-1.
10. Diehl JL, Peigne V, Guérot E, Faisy C, Lecourt L, Mercat A. Helium in the adult critical care setting. Annals of Intensive Care 2011 Jul;1(1):24.
11. Smith SW, Biros M. Relief of imminent respiratory failure from upper airway obstruction by use of helium-oxygen: a case series and brief review. Academic Emergency Medicine 1999 Sep;6(9):953-6.
12. Milner QJ, Abdy S, Allen JG. Management of severe tracheal obstruction with helium/oxygen and a laryngeal mask airway. Anaesthesia 1997 Nov;52(11):1087-9.
13. Khanlou H, Eiger G. Safety and efficacy of heliox as a treatment for upper airway obstruction due to radiation-induced laryngeal dysfunction. Heart & Lung 2001 Mar-Apr;30(2):146-7.
14. Fink JB. Opportunities and risks of using heliox in your clinical practice. Respiratory Care 2006 Jun;51(6):651-60.
15. Gluck EH, Onorato DJ, Castriotta R. Helium-oxygen mixtures in intubated patients with status asthmaticus and respiratory acidosis. Chest 1990 Sep;98(3):693-8.
16. Rodrigo GJ, Rodrigo C, Pollack CV, Rowe B. Use of helium-oxygen mixtures in the treatment of acute asthma: a systematic review. Chest 2003 Mar;123(3):891-6.
17. Rodrigo GJ, Castro-Rodriguez JA. Heliox-driven β_2-agonists nebulization for children and adults with acute asthma: a systematic review with meta-analysis. Annals of Allergy, Asthma & Immunology 2014 Jan;112(1):29-34.
18. Kass JE, Castriotta RJ. Heliox therapy in acute severe asthma. Chest 1995 Mar;107(3):757-60.
19. El-Khatib MF, Jamaleddine G, Kanj N, Zeineddine S, Chami H, Bou-Akl I, Husari A, Alawieh M, Bou-Khalil P.

Effect of heliox- and air-driven nebulized bronchodilator therapy on lung function in patients with asthma. Lung 2014 Jun;192(3):377-83.
20. Pecchiari M, Pelucchi A, D'Angelo E, Foresi A, Milic-Emili J, D'Angelo E. Effect of heliox breathing on dynamic hyperinflation in COPD patients. Chest 2004 Jun;125(6):2075-82.
21. Laude EA, Duffy NC, Baveystock C, Dougill B, Campbell MJ, Lawson R, Jones PW, Calverley PM. The effect of helium and oxygen on exercise performance in chronic obstructive pulmonary disease: a randomized crossover trial. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 2006 Apr;173(8):865-70.
22. Chiappa GR, Queiroga F Jr, Meda E, Ferreira LF, Diefenthaeler F, Nunes M, Vaz MA, Machado MC, Nery LE, Neder AJ. Heliox improves oxygen delivery and utilization during dynamic exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 2009 Jun;179(11):1004-10.
23. Scorsone D, Bartolini S, Saporiti R, Braido F, Baroffio M, Pellegrino R, Brusasco V, Crimi E. Does a low-density gas mixture or oxygen supplementation improve exercise training in COPD? Chest 2010 Nov;138(5):1133-9.
24. Laveneziana P, Valli G, Onorati P, Paoletti P, Ferrazza AM, Palange P. Effect of heliox on heart rate kinetics and dynamic hyperinflation during high-intensity exercise in COPD. European Journal of Applied Physiology 2011 Feb;111(2):225-34.
25. Babb TG. Breathing He-O_2 increases ventilation but does not decrease the work of breathing during exercise. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 2001 Apr;163(5):1128-34.
26. Jolliet P, Tassaux D, Thouret JM, Chevrolet JC. Beneficial effects of helium: oxygen versus air: oxygen noninvasive pressure support in patients with decompensated chronic obstructive pulmonary disease. Critical Care Medicine 1999 Nov;27(11):2422-9.
27. Jaber S, Fodil R, Carlucci A, Boussarsar M, Pigeot J, Lemaire F, Harf A, Lofaso F, Isabey D, Brochard L. Noninvasive ventilation with helium-oxygen in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 2000 Apr;161(4 Pt 1):1191-200.
28. Gerbeaux P, Gainnier M, Boussuges A, Rakotonirina J, Nelh P, Torro D, Arnal JM, Jean P. Use of heliox in patients with severe exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. Critical Care Medicine 2001 Dec;29(12):2322-4.
29. Maggiore SM, Richard JC, Abroug F, Diehl JL, Antonelli M, Sauder P, Mancebo J, Ferrer M, Lellouche F, Lecourt L, Beduneau G, Brochard L. A multicenter, randomized trial of noninvasive ventilation with helium-oxygen mixture in exacerbations of chronic obstructive lung disease. Critical Care Medicine 2010 Jan;38(1):145-51.
30. Jolliet P, Ouanes-Besbes L, Abroug F, Ben Khelil J, Besbes M, Garnero A, Arnal JM, Daviaud F, Chiche JD, Lortat-Jacob B, Diehl JL, Lerolle N, Mercat A, Razazi K, Brun-Buisson C, Durand-Zaleski I, Texereau J, Brochard L; E.C.H.O. ICU Trial Investigators. A multicenter randomized trial assessing the efficacy of helium/oxygen in severe exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 2017 Apr;195(7):871-80.
31. Lee DL, Lee H, Chang HW, Chang AY, Lin SL, Huang YC. Heliox improves hemodynamics in mechanically ventilated patients with chronic obstructive pulmonary disease with systolic pressure variations. Critical Care Medicine 2005 May;33(5):968-73.
32. Pizov R, Oppenheim A, Eidelman LA, Weiss YG, Sprung CL, Cotev S. Helium versus oxygen for tracheal gas insufflation during mechanical ventilation. Critical Care Medicine 1998 Feb;26(2):290-5.
33. Kirkby S, Robertson M, Evans L, Preston TJ, Tobias JD, Galantowicz ME, McKee CT, Hayes D Jr. Helium-oxygen mixture to facilitate ventilation in patients with bronchiolitis obliterans syndrome after lung transplantation. Respiratory Care 2013 Apr;58(4):e42-6.

The Use of Helium–Oxygen Mixture for Respiratory Diseases

T.T. Chyong and L.V. Shogenova

Since its discovery, helium has found many uses in industry and medicine. The low density compared to air and oxygen makes it possible to use helium for respiratory support. For the first time in medicine, helium was used in the form of a helium–oxygen mixture (heliox) in patients with upper airway obstruction to normalize gas exchange. Further studies have shown clinical benefit of heliox in patients with lower airway obstructive disease. The main advantage of helium is the reduction of airway resistance, leading to improved breathing mechanics (reducing the load on respiratory muscles and energy expenditure). The use of helium is safe for patients due to its chemical inertness. The review considers the experience of clinical use of helium, heliox, and thermal heliox in patients with various pulmonary diseases. The prospect of its use has been determined. The aim of the work is to make literary review on the efficacy of heliox for correction of acute respiratory failure.

Key words: helium–oxygen mixture, respiratory failure, asthma, chronic obstructive pulmonary disease, upper airway obstruction.