

ВЛИЯНИЕ ДЫХАНИЯ ГЕЛИОКИСЛОРОДНОЙ СМЕСЬЮ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ ЧЕЛОВЕКА

¹Строй А.В., ²Шатов Д.В., ³Линченко С.Н., ²Афендилов С.Г., ²Грошилин С.М.

1 - Служба поисковых и аварийно-спасательных работ Главного Штаба ВМФ, Россия, г. Санкт-Петербург;

2 - ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Россия, г. Ростов-на-Дону;

3-ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Россия, г. Краснодар;

В качестве одного из перспективных и активно разрабатываемых направлений в медицине катастроф, военной, экстремальной, профессиональной медицине является обоснование и апробация применения искусственных дыхательных смесей (ИДС), предназначенных для расширения физиологических резервов организма, профилактики развития профессионально обусловленных заболеваний, коррекции пограничных и патологических функциональных состояний, продления профессионального долголетия специалистов. В состав ИДС обязательно входит кислород в различных концентрациях, а азот частично или полностью заменяют другими газами-разбавителями, например, инертными газами (гелий, аргон, ксенон, криптон) [2, 3, 5]. Преимуществом ИДС является высокая скорость формирования целевого эффекта, поскольку воздействующий фактор (смесь газов) поступает непосредственно в артериальную кровь, распределяясь по всему организму) [1, 5]. И, наоборот, быстрое выведение ИДС из организма и, следовательно, отсутствие кумулятивных негативных влияний на клетки и ткани, обеспечивает относительную безопасность их назначения, что является обязательным условием применимости коррекционных средств, например, у специалистов опасных профессий непосредственно в период «рабочего цикла».

К одному из видов ИДС относятся подогретые (до 40-95°) гелиокислородные газовые смеси с различной концентрацией кислорода и гелия. Реализация использования данного метода у военнослужащих обеспечивается выпуском отечественной промышленностью дыхательных систем «Ингалит», «Аппарат спасательный водолазно-медицинский» («АСВМ»), имеющих на снабжении, например, у водолазных врачей. Аппараты оснащены баллонами с сертифицированной гелиокислородной смесью («ГелиОкс») различного состава, например, с содержанием кислорода 25 % об., гелия 75 % об. («ГелиОкс 25/75»). Подогрев смесей ГелиОкс необходим для профилактики переохлаждения организма в связи с высокой теплопроводностью гелия.

При этом, несмотря на имеющийся клинический опыт применения ИДС «ГелиОкс», физиологических и лабораторно-биохимических исследований, направленных на оценку механизмов их влияния на организм, явно недостаточно. В частности, учитывая известное модулирующее воздействие различных ИДС на реологические свойства крови [5], от особенностей которых

во многом зависит кровоснабжение жизненно важных органов, опасность развития тромбоэмболических осложнений, например, при обезвоживании, истощающих физических нагрузках, актуальным представлялось проведение исследований по оценке непосредственного и отсроченного влияния ИДС «ГелиОкс» на текучесть периферической крови человека. Данное положение определило **цель** проведенного исследования.

Материалы и методы. Всего в исследованиях участвовали 19 здоровых мужчин в возрасте 19-25 лет, подписавших добровольное информированное согласие и обследованных на предмет наличия медицинских противопоказаний к участию в исследованиях. Добровольцам предлагалось в течение 10 мин осуществлять дыхание подогретым до 40° воздухом, затем в течение 30 мин вдыхать ИДС «ГелиОкс 25/75», также подогретых до температуры 40°, для чего использовали ингалятор «АСВМ». После окончания процедуры добровольцев вновь переключали на дыхание воздухом аналогичной температуры, продолжительность этого этапа составляла 10 мин.

Перед началом исследования (1-й этап), в период дыхания подогретым воздухом (2-й этап), за 10 мин до окончания дыхания ИДС «ГелиОкс 25/75» (3-й этап) и вновь во время дыхания подогретым воздухом (4-й этап) у испытуемых проводили отбор капиллярной крови из пальцев кисти, а затем с использованием капиллярного вискозиметра ВК-4 (РФ) оценивали вязкость проб цельной крови, а также скорость оседания эритроцитов по стандартным методикам [4].

Статистическую обработку данных выполняли в соответствии с современными требованиями с применением программ “Excel” и “Statistica”. Различия показателей в период воздействия «ГелиОкс» по сравнению с этапами дыхания обычным и подогретым воздухом оценивали по критерию Вилкоксона.

Испытания проведены в соответствии с этическими требованиями к исследованиям с участием человека, изложенными в Хельсинской декларации 1964 г. и ее пересмотрах 1983 и 2013г.г. Легитимность исследований подтверждена положительным заключением независимого этического комитета при Северном ГМУ.

Результаты и обсуждение. Результаты измерений в условиях дыхания подогретым воздухом показали, что показатели реологических свойств крови у всех добровольцев находились в рамках референтных значений (таблица 1). Таблица 1 - Показатели реологических свойств капиллярной крови испытуемых (n=19) на этапах наблюдения, М (σ)

Показатель, ед. изм.	Этап наблюдения			
	Дыхание воздухом (1-й этап)	Дыхание подогретым воздухом (2-й этап)	Дыхание подогретой ИДС «ГелиОкс» (3-й этап)	Дыхание подогретым воздухом (4-й этап)
Вязкость крови, мПа·с	4,48 (0,25) p=0,012	4,50 (0,24) p=0,013	4,02 (0,19)	4,35 (0,20) p=0,028
СОЭ, мм/ч	5,3 (1,9) p=0,022	5,3 (1,7) p=0,024	6,7 (2,5)	6,0 (1,3) p=0,047

При «переключении» на дыхание подогретым воздухом существенных изменений показателей реологии крови не отмечено.

В отличие от этого, дыхание ИДС «ГелиОкс 25/75» у всех обследованных лиц сопровождалось снижением вязкости крови и ускорением СОЭ. Редукция показателя вязкости крови на фоне дыхания гелиокислородной смесью составила около 10% по сравнению с дыханием обычным воздухом и примерно 9 % - по сравнению с дыханием подогретым воздухом. После окончания экспозиции ИДС «ГелиОкс 25/75», при дыхании подогретым воздухом (4-й этап наблюдения) вязкость периферической крови примерно соответствовала таковой на 2-м этапе, что, по всей видимости, свидетельствовало о полной элиминации из организма гелия и завершении его влияния на реологические свойства крови.

Примерно аналогичные закономерности (с обратным знаком) зарегистрированы со стороны колебаний СОЭ.

Следовательно, «физиологическим следствием» наблюдаемого в процессе воздействия гелийсодержащей ИДС на реологические свойства крови является снижение ее вязкости и повышение текучести. Указанные сдвиги обязательно приводят к снижению пред- и постнагрузки на сердце, облегчают работу сосудистой системы, что обеспечивает ускорение доставки кислорода и питательных веществ активно функционирующим клеткам, а также элиминации продуктов клеточного метаболизма. В конечном итоге, перечисленные процессы приводят к экстренной оптимизации функционирования жизненно важных органов и, прежде всего, высших отделов ЦНС, миокарда, других наиболее энергетически зависимых клеток и тканей.

Основной причиной выявленных феноменов, по-видимому, является специфическое влияние гелия на физические свойства периферической крови, поскольку известно, что кислород подобными эффектами на клеточном уровне не обладает. Снижение вязкости и повышение текучести крови, по-видимому, связано с тем, что растворяющийся в плазме гелий имеет значительно меньшую вязкость, чем азот, являющийся основным по объему газовым компонентом атмосферного воздуха и циркулирующей крови в обычных условиях дыхания.

Исходя из зарегистрированных фактов, можно обоснованно предположить, что экстренные коррекционные эффекты подогретых ИДС «ГелиОкс 25/75» у больных, раненых и пострадавших, связанные с оптимизацией кислородного бюджета организма, обусловлены не только влиянием повышенного напряжения кислорода в артериальной крови, но и специфическими гелий-индуцированными реакциями реологических свойств циркулирующей крови.

Заключение. Таким образом, полученные данные показывают, что приспособительные сдвиги физических (реологических) свойств крови являются характерным ответом организма на воздействие ИДС «ГелиОкс 25/75». Данные изменения характеризуются стабильным снижением вязкости крови непосредственно в период дыхания гелиокислородной смесью и

относительно быстрой редукцией наблюдаемой реакции после «переключения» на дыхание атмосферным воздухом.

На наш взгляд, выявленный физиологический эффект ИДС «ГелиОкс 25/75» на гемореологию должен учитываться при назначении данного метода с целью экстренной коррекции функциональных состояний, проявляющихся в нарушениях кислородного бюджета организма.

ЛИТЕРАТУРА

1 Вдовин А.В., Ноздрачева Л.В., Павлов Б.Н. Показатели энергетического метаболизма мозга крыс при дыхании гипоксическими смесями, содержащими азот или аргон // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. - 1998. - Т. 125, №6. - С. 618-619.

2 Кочубейник Н.В., Пухняк Д.В., Иванов А.О., Лобозова О.В., Степанов В.А. Изменения биоэлектрической активности головного мозга человека при дыхании газовоздушными смесями с повышенным содержанием благородных газов // Международный научный конгресс «Многопрофильная клиника XXI века. Инновации в медицине - 2019». - СПб., 2019. – С. 180-181.

3 Куссмауль А.Р., Подлужный С.М., Павлов Б.Н. Физиолого-клиническое обоснование применения подогреваемых кислородно-гелиевых смесей для реабилитации человека после субмаксимальных физических нагрузок в условиях производственной деятельности // Материалы науч.-практ. конф. «Гипербарическая физиология и водолазная медицина». – М., 2005. - С. 12-13.

4 Медведев В.В., Волчек Ю.З. Клиническая лабораторная диагностика / Под. ред. В.В. Медведева. – СПб.: Гиппократ, 2006. – 360 с.

5 Павлов Б.Н., Смолин В.В., Баранов В.М. и др. Основы барофизиологии, водолазной медицины, баротерапии и лечения инертными газами / / Под. ред. акад. А.И. Григорьева. – М.: Гранп Полиграф. – 2008. – 496 с.