

4. Коршунов В. А. Эпидемиологические закономерности распространения наркопотребления и наркозависимости и направления по оптимизации мер профилактики: дис. канд. Первого Московского государственного медицинского университета им. И. М. Сеченова, Москва, 2017.
5. Центральная база статистических данных [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL:<http://www.gks.ru> (дата обращения 7.04.20)

ОСОБЕННОСТИ ЭФФЕКТА ОЗОНА В УСЛОВИЯХ ДЕЗОКСИГЕНАЦИИ

**Билецкая Е. С., Зинчук В. В., Рыбаков Р. В., Трусова И. С.,
Богданович Е. Р.**

Гродненский государственный медицинский университет, г. Гродно, Республика Беларусь

Резюме. В статье представлен анализ показателей кислородтранспортной функции и кислотно-основного состояния крови при действии озона в условиях дезоксигенации и коррекции системы газотрансмиттеров.

Ключевые слова: озон, нитроглицерин, газотрансмиттер.

PECULIARITIES OF THE OZONE EFFECT UNDER THE CONDITIONS OF DEOXYGENATION

**Biletskaya E. S., Zinchuk V. V., Rybakov R. V., Trusova I. S.,
Bogdanovich E. R.**

Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

Summary. The article presents an analysis of the oxygen transport function and the acid-base state of the blood under the action of ozone in the conditions of deoxygenation and correction of the gaseous transmitter system.

Key words: ozone, nitroglycerin, gaseous transmitter.

Озонотерапия является одним из перспективных современных методов неспецифического воздействия на организм. Литературные данные свидетельствуют, что минорные дозы данного газа стимулируют адаптационные и защитно-компенсаторные системы, обуславливая широкий спектр биологических эффектов [1]. Уникальные свойства озона обуславливают перспективность внедрения методов озонотерапии с целью повышения эффективности лечебных и профилактических мероприятий практически во всех традиционных областях медицины. В первую очередь это проявляется в нормализации функционирования антиоксидантной системы,

стимуляции газотранспортной функции крови и др., приводящие в целом к положительному системному результату [2]. Озон обеспечивает усиленную отдачу кислорода недостаточно кровоснабжаемым тканям, что подтверждено анализом газового состава крови: напряжение кислорода в венозной крови после курса озонотерапии снижается и усиливается метаболизм в тканях, что нивелирует отрицательные эффекты гипоксемии [3]. Данный газ также активирует индуцибельную синтазу оксида азота, что приводит к увеличению концентрации последнего. Монооксид азота через изменение различных механизмов формирования функционального статуса эритроцитов, обеспечивает адаптацию организма к гипоксии [4]. В связи с этим особый интерес вызывает изучение эффектов озона в условиях дезоксигенации и коррекции системы газотрансмиситтеров (монооксид азота, сероводород).

Целью нашей работы было определение особенностей эффекта озона на показатели кислородтранспортной функции, кислотно-основного состояния крови в условиях дезоксигенации и коррекции системы газотрансмиситтеров.

Для эксперимента использовалась смешанная венозная кровь, взятая из правого предсердия у белых крыс-самцов массой 250-300 г, предварительно содержавшихся в стандартных условиях вивария. Забор проводили под адекватным наркозом (50 мг/кг тиопентала натрия интраперитонеально) в объеме 8 мл в подготовленный шприц с гепарином из расчета 50 ЕД на 1 мл.

Образцы крови ($n=10$) были разделены на 6 аликвот по 3 мл. В группах 2, 4, 5, 6 осуществляли дезоксигенацию крови в термостатируемом сатураторе газовой смесью (5,5% CO_2 ; 94,5% N_2) на протяжении 30 минут. К аликвотам добавляли озонированный изотонический раствор хлорида натрия в объеме 1 мл (в контроль и 2-ю без озонирования) и 0,1 мл растворов, содержащих газотрансмиситтеры (в 5-ю – нитроглицерин в конечной концентрации 0,2 ммоль (SchwarzPharma AG), 6-ю – гидросульфид натрия в конечной концентрации 0,38 ммоль (Sigma-Aldrich)), в остальные группы – изотонический раствор хлорида натрия, после чего пробы перемешивались. Время инкубации составляло 60 мин. Изотонический раствор хлорида натрия барбатировался озono-кислородной смесью, которая создавалась озонотерапевтической установкой УОТА-60-01-Медозон (Россия), в которой контролировалась концентрация озона.

После добавления озона на газоанализаторе Stat Profile pHox plus L (США) при 37°C в крови определяли следующие показатели кислородтранспортной функции: парциальное давление кислорода (pO_2), степень оксигенации (SO_2) и кислотно-основного состояния: парциальное давление углекислого газа (pCO_2), стандартный бикарбонат (SBC), реальный/стандартный недостаток (избыток) буферных оснований (ABE/SBE), гидрокарбонат (HCO_3^-), концентрация водородных ионов (pH), общая углекислота плазмы крови (TCO_2). Сродство гемоглобина к кислороду оценивали спектрофотометрическим методом по показателю $\text{p50}_{\text{реал}}$ (pO_2 крови при 50% насыщении ее кислородом). По формулам Severinghaus рассчитывали значение $\text{p50}_{\text{станд}}$.

Все показатели проверяли на соответствие признака закону нормального распределения с использованием критерия Шапиро-Уилка. С учетом этого были использованы методы непараметрической статистики с применением программы “Statistica 10.0”. Уровень статистической значимости принимали за $p < 0,05$.

Установлено, что система газотрансмиттеров участвует в эффекте озона на кислородтранспортную функцию крови в условиях дезоксигенации. Дезоксигенация приводит к снижению pO_2 и SO_2 в сравнении с контролем. Показатель сродства гемоглобина к кислороду $p50_{\text{реал}}$ также уменьшается. Схожая динамика изменений отмечается и по $p50_{\text{станд}}$. Также наблюдается сдвиг реакции крови в кислую сторону, что подтверждается снижением значения pH и ростом концентрации pCO_2 , SBC, ABE/SBE, HCO_3^- , TCO_2 . Добавление озона в дезоксигенированную кровь приводит к росту pO_2 , SO_2 , $p50_{\text{реал}}$ и $p50_{\text{станд}}$, однако в сравнении с 3-ей группой (озонирование без дезоксигенации) отмечается их снижение. Введение нитроглицерина усиливает эффект данного газа на кислородтранспортную функцию и на параметры кислотно-основного состояния в заданных условиях. При добавлении гидросульфида натрия наблюдается снижение pO_2 и SO_2 в сравнении с 3-ей группой. Взаимодействие доноров монооксида азота и сероводорода может иметь значение для модификации сродства гемоглобина к кислороду через образование различных дериватов гемоглобина.

Таким образом, результаты выполненного исследования демонстрируют, что озон в условиях дезоксигенации и коррекции системы газотрансмиттеров способен активно участвовать в процессах формирования кислородсвязывающих свойств крови. Нитроглицерин, как непосредственный донор монооксида азота и гидросульфид натрия усиливают влияние озона на показатели сродства гемоглобина к кислороду. Выявленный нами эффект реализуется вероятно, как непосредственно через вклад в функционирование систем цистеин/цистин и L-аргинин-NO, так и через модификацию функциональных свойств гемоглобина.

Литература

1. Озон и озонирование: Монография / И. С. Чекман [и др.] / – Х. : «Цифровая друкарня №1», 2013. – 144 с.
2. Ozone therapy: an overview of pharmacodynamics, current research, and clinical utility / N. L. Smith [et al.] // Medical Gas Research. – 2017. – Vol. 7, № 3. – P. 212.
3. Гулиева, М. Г. Озонотерапия (обзор литературы) / М. Г. Гулиева // Офтальмология. – 2010. – № 2. – с.102-109.
4. Nitric oxide in red blood cell adaptation to hypoxia / Y. Zhao[et al.] // Acta Biochimica et Biophysica Sinica. – 2018. – Vol. 50, № 7. – P. 621–634.