

УДК 612.014.464+615.846]:[612.127+612.121.2

ВЛИЯНИЕ КИСЛОРОДА, ОЗОНА И ТОКОВ Д'АРСОНВАЛЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ IN VITRO

Костина О.В., Перетягин С.П.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр» Министерства здравоохранения Российской Федерации (603155, Нижний Новгород, Верхне-Волжская наб., 18/1), e-mail olkosta@rambler.ru

Целью работы служило изучение изменений физико-химических свойств крови в результате действия озона, кислорода и токов Д'Арсонваля в экспериментах *in vitro*. Исследовались параметры газов и pH крови до обработки источниками активных форм кислорода, после озонирования, оксигенации и после комбинированного действия кислорода и токов Д'Арсонваля. Полученные данные экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что сочетанное воздействие кислорода и токов Д'Арсонваля на показатели газов крови по степени влияния ближе к действию озono-кислородной смеси, нежели к оксигенации, но значительно превышает результат озонирования. Наблюдаемый эффект заключается в умеренном смещении pH в щелочную сторону, а также оптимизации соотношения газов вследствие снижения парциального давления углекислого газа в сочетании с увеличением давления кислорода *in vitro*.

Ключевые слова: кровь, озон, кислород, токи Д'Арсонваля, газовый состав, pH.

THE EFFECT OF OXYGEN, OZONE, AND D'ARSONVAL CURRENTS ON THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF BLOOD IN EXPERIMENTS IN VITRO

Kostina O.V., Peretyagin S.P.

Federal State Budgetary Institution «Privolzhsky Federal Research Medical Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation (Nizhny Novgorod, Verkhne-Volzhskaya nab., 18/1), e-mail olkosta@rambler.ru

The aim of the work is the investigation of ozone, oxygen and D'Arsonval currents effects to some physical and chemical parameters of human whole blood in experiments *in vitro*. In blood samples we estimated parameters of gases and pH of the blood prior to processing the sources of reactive oxygen species, after ozonation, oxygenation and after the combined action of oxygen and D'Arsonval currents. The findings of experimental studies indicate that the combined effect of oxygen and D'Arsonval currents on blood gas parameters on the degree of influence closer to the ozone-oxygen mixture, rather than to oxygenation, but the result is much higher than ozonation. The observed effect is moderate pH shift to the alkaline side, as well as the optimization of the gas due to the reduction of the partial pressure of carbon dioxide in combination with an increase in oxygen pressure *in vitro*.

Keywords: blood, ozone, oxigen, D'Arsonval currents, gases, pH.

В последние годы не ослабевает интерес к изучению различных активных форм кислорода (озона, синглетного кислорода) и азота (оксида азота NO, динитрозильных комплексов железа), как к горметинов, обладающих саногенетическим эффектом [6, 7, 8]. Проводился ряд исследований, посвященных возможности повышения оксигенации крови *in vitro* различными способами: путем обработки озonoкислородной смесью, оксигенацией при избыточном давлении и действии магнитного поля и излучения [1, 2, 3]. Особое внимание уделялось изучению влияния озонирования, оксигенации и дарсонвализации на физико-химические свойства физиологического раствора [8]. Данный интерес обусловлен тем, что все биологические жидкости содержат в своем составе хлористый натрий, кроме того, в медицине широко распространено применение озонированного физиологического раствора.

В то же время сочетанное влияние кислорода и токов Д'Арсонваля как источника активных форм кислорода на параметры крови исследовано не было. В связи с этим целью нашей работы было изучение изменений физико-химических свойств крови в результате озонирования, оксигенирования и дарсонвализации в экспериментах *in vitro*.

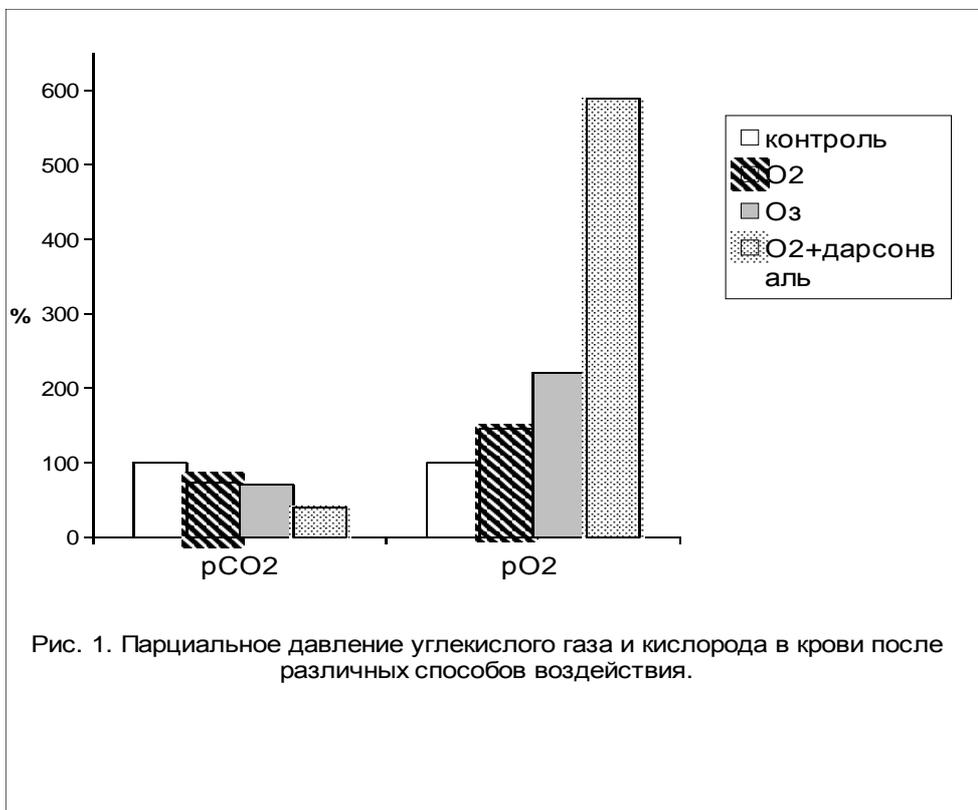
Материалы и методы исследований.

Образцы крови доноров ($n=13$) были разделены на следующие аликвоты: 1) интактная, 2) проба, в которой выполнялся прямой барботаж озонкислородной смесью (насыщающая концентрация озона в газовой фазе – 1000 мкг/л), синтез озон-кислородной смеси осуществляли с помощью озонатора «Медозонс-БМ» (Россия), 3) проба, барботированная кислородом, 4) проба, подвергшаяся оксигенированию и действию синусоидального электрического тока от аппарата Д'Арсонваля «Карат Д-212» (Россия). Время обработки крови составляло 5 минут.

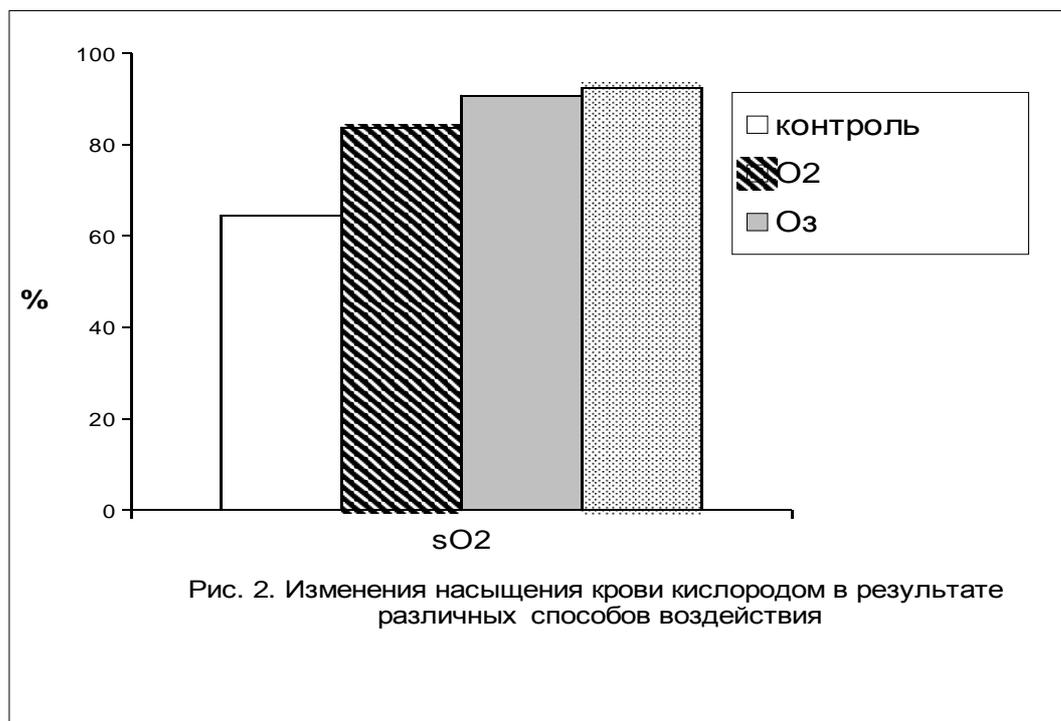
С помощью анализатора кислотно-щелочного состояния и газов крови ABL 77 (Дания) измерялись параметры газов (парциальное давление кислорода и углекислого газа – pO_2 , pCO_2 соответственно, степень насыщения крови кислородом – sO_2) и pH крови до обработки крови источниками активных форм кислорода (контроль), после озонирования, оксигенации и после комбинированного действия кислорода и токов Д'Арсонваля.

Статистическая обработка материала проводилась с использованием программы Statistica 6.0 с помощью критерия Стьюдента. Критическая величина уровня значимости принята равной 0,05.

Результаты и обсуждение. Данные исследований свидетельствуют о выраженном снижении парциального давления углекислого газа: в результате оксигенации крови на 26,5 %, озонирования – на 30 % и в результате действия кислорода и обработки крови токами Д'Арсонваля – на 40 % ($p<0,05$) (рис.1). Снижение pCO_2 происходило параллельно со статистически значимым увеличением показателей, отражающих содержание кислорода в крови. Наиболее выраженные изменения данных параметров отмечались после дополнительной дарсонвализации крови, особенно в случае параметра, характеризующего парциальное давление кислорода – установлено увеличение pO_2 в 6 раз по сравнению с контрольными образцами, в 2,2 раза – после озонирования крови, тогда как после только оксигенирования – в 1,5 раза ($p<0,05$).



Выявлено возрастание степени насыщения гемоглобина кислородом в опытных пробах: после оксигенации – в 1,3 раза, после озонирования – в 1,4 раза, в результате оксигенирования и дополнительной дарсонвализации – в 1,43 раза ($p < 0,05$) (рис.2).



По всей видимости, под действием слабого импульсного тока происходит образование свободных радикалов (OH^\bullet , H^\bullet , O^\bullet , NO^\bullet) и озона. Радикалы H^\bullet вступают в реакцию взаимодействия с озоном с образованием OH^\bullet и O_2 [4]. Образующиеся в ходе свободнорадикальных реакций активные формы кислорода также обуславливают высокое парциальное давление кислорода в крови. В итоге дарсонвализация усиливает эффекты

предварительного оксигенирования.

Наблюдаемые изменения происходили на фоне тенденции к сдвигу рН среды в щелочную сторону: после оксигенации – рН $7,51 \pm 0,07$, после дополнительной дарсонвализации – рН $7,56 \pm 0,08$ (контроль — рН $7,43 \pm 0,05$). Значения рН крови после озонирования оставались практически на уровне интактных образцов. Сдвиг реакции крови в щелочную сторону способствует повышению сродства гемоглобина к кислороду и вытеснению CO_2 [2].

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют об однонаправленных сдвигах в соотношении газов крови. Сочетанное воздействие кислорода и токов Д'Арсонваля на газовый состав по степени эффекта ближе к действию озono-кислородной смеси, нежели к только оксигенации, однако, по степени выраженности превышает эффект озонирования.

Выводы. Проведенные эксперименты *in vitro* показали, что обработка крови источниками активных форм кислорода оказывает выраженное влияние на газы крови. Полученные нами данные свидетельствуют о возможности оптимизировать процесс оксигенации крови в условиях *in vitro* с использованием дополнительной обработки крови токами Д'Арсонваля, что предполагает возможность повысить в клинике эффективность известной физиотерапевтической процедуры путем сочетанного применения местного воздействия кислорода и токов Д'Арсонваля для увеличения оксигенации и транспорта кислорода на тканевом уровне.

Список литературы

1. Бояринов Г.А., Перетягин С.П., Зеленов Д.М., Монахов А.Н., Мухина И.В., Швец Н.А., Денисов В.М. Способ оксигенации консервированной крови // Патент SU 1319346. 1988. Бюл. № 33.
2. Жерновой А.И., Ефимов В.Н., Волков В.А., Скорик В.И. Способ оксигенации крови // Патент РФ № 2058162. 20.04.1996.
3. Золотуев Н.И., Соловьев А.В., Соловьев В.А. Способ исследования способности крови к насыщению кислородом // Патент SU № 1373159. 20.05.1999.
4. Иванова И.П., Заславская М.И. Озон и активные формы кислорода высокоэнергетических импульсных разрядов // Ниж. мед. журнал, приложение «Озонотерапия». – 2005. – С. 30-31.
5. Костюченко С.С. Кислотно-щелочной баланс в интенсивной терапии. – Минск: ОИТАР МОКБ, ГрГМУ, 2009. – 268 с.
6. Масленников О.В., Конторщикова К.Н., Шахов Б.Е. Руководство по озонотерапии. – 4-е изд. – Н.Новгород: Исток, 2015. – 346 с.
7. Перетягин С.П., Конторщикова К.Н., Мартусевич А.А. Оценка эффекта различных доз

озона на процессы липопероксидации и кислородообеспечение крови *in vitro* // Мед. альманах. – 2012. – № 2. – С. 101-104.

8. Перетягин С.П., Мартусевич А.К., Ванин А.Ф. Молекулярно-клеточные механизмы трансформации гомеостаза биосистем активными формами кислорода и азота // Мед. альманах. – 2013. – № 3. – С. 80-81.

Рецензенты:

Буйлова Т.В., д.м.н., директор Института реабилитации и здоровья Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород;

Гречканев Г.О., д.м.н., профессор кафедры акушерства и гинекологии ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия», г. Нижний Новгород.