

УДК 577.471:612.1

DOI: 10.31040/2222-8349-2020-0-3-45-48

**ДИНАМИКА НЕКОТОРЫХ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ПРИ ИНГАЛЯЦИЯХ АКТИВНЫМИ ФОРМАМИ КИСЛОРОДА**

© А.К. Мартусевич, С.П. Перетягин, А.А. Мартусевич

Изучали ингаляционное воздействие активных форм кислорода (синглетного кислорода, озона в газовой фазе и увлажненного озона) на систему крови крыс. Оценку эффекта производили по количеству эритроцитов и лейкоцитов, а также по содержанию гемоглобина и гематокриту. Установлено, что ингаляционное применение активных форм кислорода изменяет гематологические показатели крыс, затрагивая в первую очередь эритроцитарное и лейкоцитарное звено системы крови, при этом синглетный кислород способствует гиперхромии эритроцитов, а ингаляции озоном в разных вариантах разнонаправлено изменяют состояние системы крови, влияя не только на содержание гемоглобина, но и на количество красных кровяных клеток.

Ключевые слова: озон, синглетный кислород, ингаляции, форменные элементы крови.

Известно, что накопление в клетках продуктов перекисного окисления липидов является компонентом патогенеза многих заболеваний [1–4]. С другой стороны, протекание процессов липопероксидации служит важным звеном обновления клеточных мембран и средством обеспечения их пластичности [4–8]. В связи с этим нормализация баланса в системе «прооксиданты – антиоксиданты» рассматривается как необходимый фактор поддержания гомеостаза на организменном уровне [2, 6, 7]. Этому способствуют различные лечебные технологии, предусматривающие системное или локальное применение активных форм кислорода (АФК) [7–9]. В настоящее время наибольшее распространение получила озонотерапия, причем превагирует ее системное применение (введение озонированного физиологического раствора) [9]. В то же время эффективность использования других вариантов введения в организм медицинского озона, в т.ч. ингаляционного, изучена недостаточно полно. Следует отметить, что ингаляционное воздействие оказывает как местный, так системный эффект.

С учетом того, что ингаляционная терапия вызывает реакцию со стороны системы крови,

логично предположить, что применение АФК в газовой фазе будет способствовать изменению гематологических показателей. Подтверждением этого тезиса может служить то, что контроль лечебного и/или токсического эффекта различных соединений в качестве обязательного компонента включает изучение изменений в системе крови [10–12].

В связи с вышеперечисленным целью данной работы явилось исследование динамики гематологических показателей при ингаляциях различными АФК в эксперименте.

Материал и методы исследования. Эксперимент выполнен на 35 белых крысах-самцах линии Wistar массой 200–220 г. Содержание животных и экспериментальные вмешательства осуществляли, согласно приказу Минздрава СССР №775 от 12.08.1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных». Животных кормили натуральными и брикетированными кормами в соответствии с утвержденными нормами.

Животные были разделены на 4 группы: интактная (10 крыс, с которыми не выполняли

МАРТУСЕВИЧ Андрей Кимович – д.б.н., Университетская клиника ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России; Ассоциация российских озонотерапевтов, e-mail: cryst-mart@yandex.ru

ПЕРЕТЯГИН Сергей Петрович – д.м.н., Ассоциация российских озонотерапевтов, e-mail: psp_aro@mail.ru

МАРТУСЕВИЧ Анастасия Анатольевна, Ассоциация российских озонотерапевтов, e-mail: a_martusewich@mail.ru

никаких манипуляций) и 3 экспериментальных (10 крыс, получавших ингаляции синглетным кислородом; 10 крыс, которым проводили ингаляции озоном с концентрацией 60 мкг/л; 10 крыс, получавших ингаляции увлажненным озоном при пропускании его через воду). Синглетный кислород получали с помощью аппарата Airnergy (Германия), а медицинский озон – с применением озонатора «Медозонс БМ-03». Ингаляции проводили в утренние часы ежедневно в течение 10 дней. На 11-й день животных выводили из эксперимента путем декаптации с предварительной перерезкой сонной артерии под эфирным наркозом.

Гематологические показатели оценивали на автоматическом анализаторе Cell-Dyn 610 (USA). Оценку эффекта ингаляционных воздействий производили по количеству эритроцитов

и лейкоцитов, а также по содержанию гемоглобина и гематокриту.

Полученные данные были обработаны с помощью программ Statistica 6.0 и Microsoft Excel с использованием методов одномерной статистики. Результаты представлены в виде $M \pm m$. Достоверность различий средних определяли по t-критерию Стьюдента. Различия считали достоверными при уровне значимости $p < 0.05$.

Результаты исследования и обсуждение. В группе, получавшей ингаляции синглетным кислородом, выявлено достоверное увеличение количества гемоглобина (с 96.4 ± 2.3 г/л до 118.7 ± 8.8 г/л; $p < 0.05$) (рис. 1) при сохранявшемся на уровне интактных животных количестве эритроцитов ($p > 0.05$), что свидетельствует об усилении газотранспортной функции эритроцитов за счет гиперхромии (рис. 2).

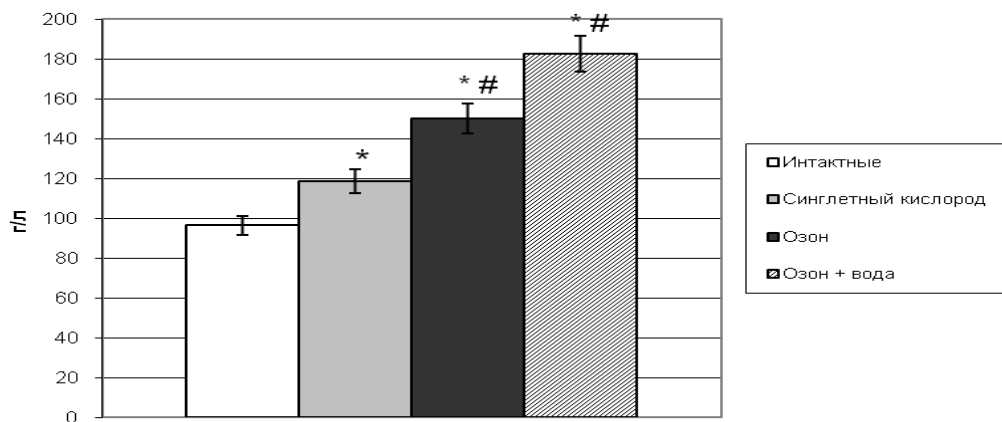


Рис. 1. Уровень гемоглобина в крови крыс при различных ингаляционных воздействиях. Примечания: * – достоверность различий с интактной группой ($p < 0.05$); # – достоверность различий с группой, получавшей синглетный кислород ($p < 0.05$)

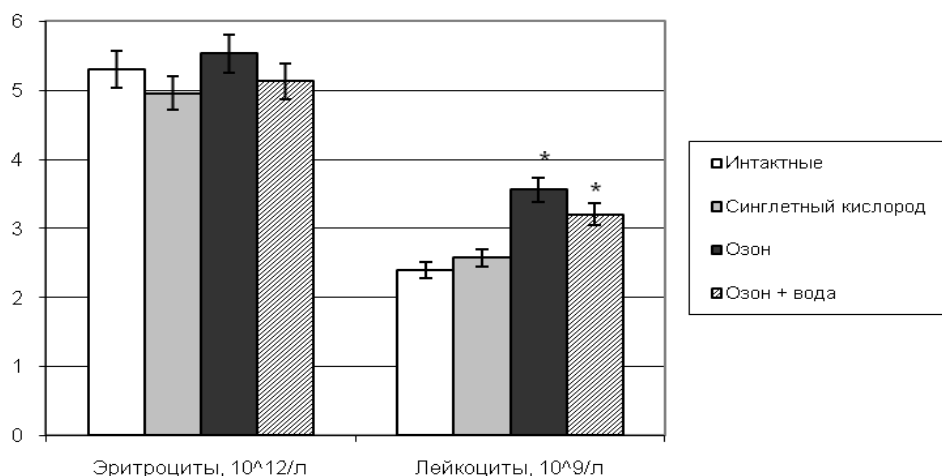


Рис. 2. Содержание эритроцитов и лейкоцитов в крови крыс при различных ингаляционных воздействиях. Примечания: * – достоверность различий с интактной группой ($p < 0.05$); # – достоверность различий с группой, получавшей синглетный кислород ($p < 0.05$)

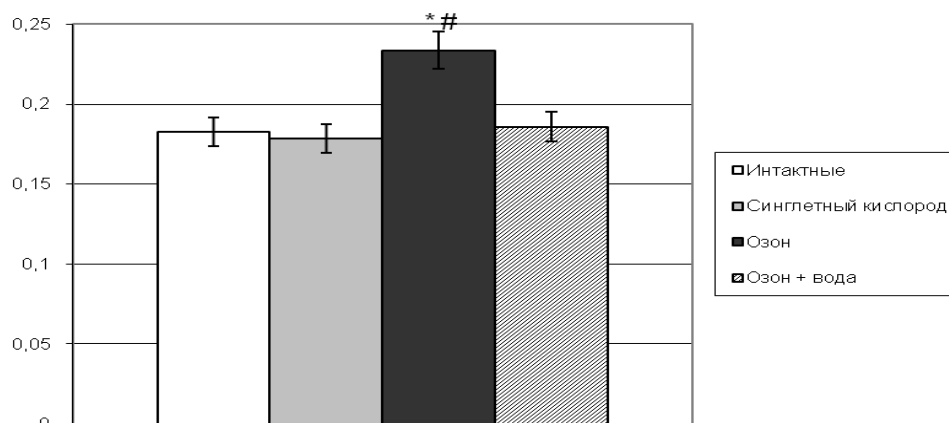


Рис. 3. Показатель гематокрита крови крыс при различных ингаляционных воздействиях. Примечания: * – достоверность различий с интактной группой ($p < 0.05$); # – достоверность различий с группой, получавшей синглетный кислород ($p < 0.05$)

При ингаляции озоном наблюдали достоверное ($p < 0.05$) увеличение гематокрита (по сравнению с интактными животными и группой, получавшей синглетный кислород в виде ингаляций на 28 и 31% соответственно), что свидетельствует о гемоконцентрации (рис. 3). Тенденция повышения гемоглобина сохраняется по сравнению с контрольной и ингалированной синглетным кислородом группой (до 150 ± 10 г/л; $p < 0.05$ по отношению к обеим группам) при неизменном уровне эритроцитов (рис. 1). Гемоконцентрация, на наш взгляд, может быть связана либо с увеличением объема клеточной массы, либо с развивающимися явлениями дегидратации организма. Увеличение количества лейкоцитов (в основном за счет лимфоцитов) по сравнению с интактными животными (с $2.4 \pm 0.36 \cdot 10^9$ /л до $3.56 \pm 0.073 \cdot 10^9$ /л; $p < 0.05$) свидетельствует о возможной активации клеточного звена иммунитета (рис. 2).

У животных, получавших ингаляции увлажненным озоном (пропускание озона через воду), наблюдалось увеличение ($p < 0.05$) уровня лейкоцитов (за счет лимфоцитарного звена как по сравнению с интактными, так и с животными, получавшими синглетный кислород (на 33 и 25% соответственно; $p < 0.05$) (рис. 2). Гиперхромия эритроцитов в данной группе наиболее выражена по сравнению со всеми остальными группами ($p < 0.05$). Отсутствие явления гемоконцентрации свидетельствует, на наш взгляд, о более мягком, по сравнению с чистым озоном, воздействии на организм (рис. 3).

Выводы. 1. Ингаляционное применение активных форм кислорода значимо изменяет

гематологические показатели крыс, затрагивая в первую очередь эритроцитарное и лейкоцитарное звено системы крови, а также существенно влияет на гематокрит.

2. Синглетный кислород в виде ингаляций способствует оптимизации газотранспортной функции эритроцитов за счет гиперхромии.

3. Ингаляции озоном в разных вариантах (в газовой фазе и в увлажненном виде) разнонаправленно изменяют состояние системы крови, влияя не только на содержание гемоглобина, но и на количество красных кровяных клеток.

Литература

1. Крылов В.Н., Дерюгина А.В., Гришина А.А. Изменение электрофоретической подвижности эритроцитов и липидного спектра их мембран при различных стрессовых воздействиях // Гематология и трансфузиология. 2010. №3. С. 40–43.
2. Казимирко В.К. и др. Свободнорадикальное окисление и антиоксидантная терапия. Киев: Морион, 2004. 160 с.
3. Маннапова Р.Т., Рапиев Р.А., Магадеев К.Р. Адаптационные реакции крови при экспериментальном гипотиреозе крыс // Морфология. 2008. Т. 133. №2. С. 83–84.
4. Young I.S., Woodside J.V. Antioxidant in health and disease // J. Clin. Pathol. 2001. Vol. 54. P. 176–186.
5. Геннис Р. Биомембраны: Молекулярная структура и функция. М.: Мир, 1997. 624 с.
6. Лакомкин В.Л., Коркина О.В., Цыпленкова В.Г. и др. Защитное действие убихинона (коэнзима Q10) при ишемии и реперфузии сердца // Кардиология. 2002. Т. 42. №12. С. 51–55.
7. Костюк В.А., Потапович А.И. Биорадикалы и биоантиоксиданты. Минск: БГУ, 2004. 174 с.

8. Мартусевич А.А., Перетьягин С.П., Мартусевич А.К. Молекулярные и клеточные механизмы действия синглетного кислорода на биосистемы // Современные технологии в медицине. 2012. №2. С. 128–134.

9. Перетьягин С.П., Стручков А.А., Мартусевич А.К. и др. Применение озона как средства детоксикации в раннем периоде ожоговой болезни // Скорая медицинская помощь. 2011. Т. 12. №3. С. 39–43.

10. Большухин С.Ю., Косых А.А., Перетьягин С.П. и др. Экспериментальное изучение состояния липопероксидации при введении озона в условиях острой и хронической интоксикации // Фундаментальные исследования. 2011. №9. С. 15–20.

11. Калимуллина Л.Б., Ахмадеев А.В. Гематологические характеристики крыс линии wag/rij в постнатальном онтогенезе // Успехи современного естествознания. 2005. №10. С. 58.

12. Новожиллов А.В., Катюхин Л.Н. Динамика гематологических показателей крови белых крыс в постнатальном онтогенезе // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2008. Т. 44. №6. С. 613–621.

References

1. Krylov V.N., Deryugina A.V., Grishina A.A. Changes in the electrophoretic mobility of erythrocytes and lipid spectra of their membranes in exposure to stress factors of different kind. *Gematologiya i transfuziologiya*. 2010, no. 3, pp. 40–43.

2. Kazimirko V.K., Maltsev V.I., Butylin N.I., Gorobets N.I. Free radical oxidation and antioxidant therapy. Kiev, Morion, 2004. 160 p.

3. Mannapova R.T., Rapiiev R.A., Magadeev K.R. Adaptive blood responses under experimental hypothy-

roidism in rats. *Morfologiya*, 2008, vol. 133, no. 2, pp. 83–84.

4. Young I.S., Woodside J.V. Antioxidants in health and disease. *J. Clin. Pathol.*, 2001, vol. 54, pp. 176–186.

5. Gennis R. Biomembranes: Molecular structure and function. Russian edition. Moscow, Mir, 1997. 624 p.

6. Lakomkin V.L., Korkina O.V., Tsyplenkova V.G., Kapelko V.I., Timoshin A.A., Ruuge E.K. Protective effect of ubiquinon (coenzyme Q10) on ischemia and cardiac reperfusion. *Kardiologiya*, 2002, vol. 42, no. 12, pp. 51–55.

7. Kostyuk V.A., Potapovich A.I. Bioantioxidants. Minsk, BGU, 2004. 174 p.

8. Martusevich A.A., Peretyagin S.P., Martusevich A.K. Molecular and cell mechanisms of singlet oxygen effect on biosystems. *Sovremennye tekhnologii v meditsine*, 2012, no. 2, pp. 128–134.

9. Peretyagin S.P., Struchkov A.A., Martusevich A.K., Kostina O.V., Luzan A.S. Use of the ozone as a detoxication remedy in early period of burn disease. *Skoraya meditsinskaya pomoshch*, 2011, vol. 12, no. 3, pp. 39–43.

10. Bolshukhin S.Yu., Kosykh A.A., Peretyagin S.P., Martusevich A.A. Experimental study of lypoperoxidation dynamics at ozone therapy under acute and chronic intoxication. *Fundamentalnye issledovaniya*, 2011, no. 9, pp. 15–20.

11. Kalimullina L.B., Akhmadeev A.V. Hematological characteristics of Wag/Rij rats in postnatal ontogenesis. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2005, no. 10, p. 58.

12. Novozhilov A.V., Katyukhin L.N. Dynamics of blood hematological parameters of white rats in postnatal ontogenesis. *Zhurnal evolyutsionnoy biokhimii i fiziologii*, 2008, vol. 44, no. 6, pp. 613–621.

DYNAMICS OF SOME HEMATOLOGICAL PARAMETERS UNDER INHALATIONS OF THE REACTIVE OXYGEN SPECIES

© A.K. Martusevich^{1,2}, S.P. Peretyagin², A.A. Martusevich²

¹Privolzhsky Research Medical University,
10/1, ploshchad Minina i Pozharskogo, 603005, Nizhny Novgorod, Russian Federation

²Association of Russian Ozone Theraputists,
9, ulitsa B. Panina, 603097, Nizhny Novgorod, Russian Federation

The aim of this paper is to investigate the influence of reactive oxygen species (singlet oxygen, dry and moisture ozone and oxygen mixture) on rats' blood. The effect of these exposures was assessed by erythrocyte and leukocyte counts, hemoglobin level and hematocrit. It was revealed that inhalations of reactive oxygen species change the rats' hematological parameters, first of all regarding erythrocytes and leukocytes. In this case singlet oxygen fosters the formation of erythrocyte hyperchromia. The use of dry and moisture ozone and oxygen mixture leads to changes in other parameters, including both hemoglobin level and erythrocyte count.

Key words: ozone, singlet oxygen, inhalations, formed blood elements.