

ЛИТЕРАТУРА

1. Miklowitz D.J., Johnson S.L. The psychopathology and treatment of bipolar disorder // Annu. Rev. Clin. Psychol. – 2006. – № 2. – P. 199–235.
2. Song L., Zhou T., Jope R.S. Lithium facilitates apoptotic signaling induced by activation of the Fas death domain-containing receptor // BMC Neurosci. – 2004. – Vol. 5, № 20. – P. 1–7.
3. Lee Y., Kim S.M., Jung E.H. et al. Lithium chloride promotes lipid accumulation through increased reactive oxygen species generation // Biochim. Biophys. Acta Mol. Cell. Biol. Lipids. – 2019. – Vol. 1865, № 2. – P. 1–27.
4. Aminzadeh A. et al. Investigating the protective effect of lithium against high glucose-induced neurotoxicity in PC12 cells: involvements of ROS, JNK and P38 MAPKs, and apoptotic mitochondria pathway // Cell. Mol. Neurobiol. – 2014. – Vol. 34, № 8. – P. 1143–1150.
5. Won E., Kim Y.K. An oldie but goodie: lithium in the treatment of bipolar disorder through neuroprotective and neurotrophic mechanisms // Int. J. Mol. Sci. – 2017. – Vol. 18, № 12. – P. 2679–2696.
6. Jakobsson E. et al. Towards a Unified Understanding of Lithium Action in Basic Biology and its Significance for Applied Biology // J. Membr. Biol. – 2017. – Vol. 250, № 6. – P. 587–604.

РОЛЬ ОЗОНА В МЕХАНИЗМАХ ТРАНСПОРТА КИСЛОРОДА В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ КИСЛОРОДНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Билецкая Е. С., Зинчук В. В., Гуляй И. Э., Володина А. А.

*Гродненский государственный медицинский университет,
г. Гродно, Беларусь*

Актуальность. Озон (O_3) обладает высокой реактогенной способностью при растворении в крови, активирует антиоксидантную и иммунную систему, стимулирует синтез гипоксического индукцибельного фактора [1], оказывая влияние на транспорт кислорода. Газотрансммиттеры представляют собой эндогенно генерируемые газы (монооксид азота, сероводород и монооксид углерода), которые могут свободно проникать через клеточные мембраны, имеют специфические клеточные и молекулярные мишени, выполняют важные физиологические функции [3]. Ранее нами показано участие монооксида азота (NO) и сероводорода (H_2S) в эффекте O_3 на кислородтранспортную функцию крови (КТФ) [1]. Представляется целесообразным проанализировать вклад озона в формирование кислородсвязывающих свойств крови в разных условиях кислородного обеспечения.

Цель – исследовать роль озона в механизмах транспорта кислорода кровью в разных условиях кислородного обеспечения.

Материалы и методы исследования. Для эксперимента использовалась смешанная венозная кровь, взятая из правого предсердия у белых крыс-самцов массой 250-300 г, предварительно содержавшихся в стандартных условиях вивария. Проведены 4 серии экспериментов в условиях дез- и оксигенации и

гипо- и гиперкапнии. Образцы крови ($n=10$), подготовленные для каждой соответствующей смеси, были разделены на 6 аликвот по 3 мл. В первой серии эксперимента в группах 2, 4, 5, 6 осуществляли обработку крови дезоксигенирующей газовой смесью (5,5% CO_2 ; 94,5% N_2) в термостатируемом сатураторе, во второй оксигенирующей (94,5% O_2 ; 5,5% CO_2), в третьей гипокапнической (4,2% CO_2 ; 5,3% O_2 ; 90,5% N_2), в четвертой гиперкапнической (9,5% CO_2 ; 3,5% O_2 ; 87,0% N_2) на протяжении 30 минут. В каждой серии к аликвотам добавляли озонированный изотонический раствор хлорида натрия (с концентрацией O_3 6 мг/л) в объеме 1 мл (в первую и во вторую – без озонирования) и 0,1 мл растворов, содержащих газотрансммитеры (в пятую – нитроглицерин в конечной концентрации 0,05 ммоль/л (SchwarzPharma AG), в шестую – гидросульфид натрия в конечной концентрации 0,38 ммоль/л (Sigma-Aldrich) и изотонический раствор хлорида натрия (в первую, вторую, третью, четвертую), после чего пробы перемешивались. Время инкубации составляло 60 минут.

После добавления озона на газоанализаторе Stat Profile pHox plus L (США) при 37°C в крови определяли следующие показатели кислородтранспортной функции: парциальное давление кислорода ($p\text{O}_2$), степень оксигенации (SO_2) и парциальное давление углекислого газа ($p\text{CO}_2$). Сродство гемоглобина к кислороду (СГК) оценивали спектрофотометрическим методом по показателю $p50_{\text{реал}}$ ($p\text{O}_2$ крови при 50% насыщении ее кислородом). По формулам Severinghaus рассчитывали значение $p50_{\text{станд}}$.

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

Результаты. Проведение предварительной дезоксигенации способствует снижению эффекта O_3 на следующие показатели: $p\text{O}_2$ – на 15,66% ($p<0,05$), SO_2 – на 15,92% ($p<0,05$) в сравнении с группой в которой выполнялось только озонирование. Показатель СГК $p50_{\text{реал}}$ при этом уменьшается на 14,57% ($p<0,05$), отражая сдвиг кривой диссоциации оксигемоглобина (КДО) влево и приближая ее к значениям контрольной группы. Также наблюдается снижение $p50_{\text{станд}}$ на 22,1% ($p<0,05$). Добавление нитроглицерина препятствует проявлению данного эффекта и характеризуется ростом $p\text{O}_2$, SO_2 , $p50_{\text{реал}}$ и $p50_{\text{станд}}$ и сдвигом КДО вправо, а гидросульфид натрия подобным эффектом не обладает. В группе дезоксигенация наблюдается снижение всех показателей КТФ крови в сравнении с контролем. При добавлении озона в кровь, насыщенную оксигенированной газовой смесью, отмечается рост $p\text{O}_2$ на 144,27% ($p<0,05$), SO_2 на 51,42% ($p<0,05$), показателя сродства гемоглобина к кислороду $p50_{\text{реал}}$ на 30,14% ($p<0,05$) и, соответственно, КДО сдвигается вправо по сравнению группой, в которую вводили только озон. Наблюдается также увеличение $p50_{\text{станд}}$ на 22,66% ($p<0,05$). Нитроглицерин усиливает эффект данного газа на КТФ крови в заданных условиях, $p\text{O}_2$ и SO_2 увеличиваются на 25,95% ($p<0,05$) и 23,17% ($p<0,05$), соответственно. Показатель $p50_{\text{реал}}$ возрастает на 24,54% ($p<0,05$) и сдвиг КДО

вправо становится более выраженным. Гидросульфид натрия не оказывает подобного действия.

Гипокапния способствует усилению эффекта O_3 на КТФ, наблюдается рост следующих показателей: pO_2 – на 31,96% ($p<0,05$), SO_2 – на 67,76% ($p<0,05$) в сравнении с группой, в которой выполнялось только озонирование. Показатель СГК $p50_{\text{реал}}$ при этом увеличивается на 22,89% ($p<0,05$), отражая сдвиг КДО вправо. Наблюдается рост $p50_{\text{станд}}$. Добавление нитроглицерина в этих условиях приводит к усилению эффекта озона и характеризуется ростом pO_2 на 17,81% ($p<0,05$), SO_2 – на 9,83% ($p<0,05$). $p50_{\text{реал}}$ возрастает на 3,23% ($p<0,05$), а $p50_{\text{станд}}$ – на 3,25% ($p<0,05$); также отмечается более выраженный сдвиг КДО вправо в сравнении с группой, которая подвергалась предварительной гипокапнии и обработке озоном. Гидросульфид натрия подобным эффектом не обладает. В группе гипокапния без озонирования наблюдается снижение исследуемых показателей КТФ крови (pO_2 , SO_2 , $p50_{\text{реал}}$ и $p50_{\text{станд}}$) в сравнении с контролем. Предварительная гиперкапния усиливает эффект O_3 , что подтверждает рост следующих показателей: pO_2 – на 40,25% ($p<0,05$), SO_2 – на 50,08% ($p<0,05$) в сравнении с группой, в которой выполнялось только озонирование. Параметр СГК $p50_{\text{реал}}$ при этом увеличивается на 18,27% ($p<0,05$), отражая сдвиг КДО вправо. Показатель $p50_{\text{станд}}$ также растет. Добавление нитроглицерина и гидросульфида натрия в этих условиях не влияет на эффект озона на КТФ крови.

Выводы:

1. Дезоксигенирующая газовая смесь ослабляет влияние озона на КТФ крови, что проявляется в уменьшении pO_2 , SO_2 , $p50_{\text{реал}}$ и $p50_{\text{станд}}$, введение нитроглицерина препятствует проявлению данного эффекта, а гидросульфид натрия подобного действия не оказывает. Гипероксия усиливает влияние озона на КТФ крови. Добавление гидросульфида натрия и нитроглицерина увеличивает данный эффект, особенно последнего.

2. Предварительная обработка гипокапнической и гиперкапнической газовыми смесями существенно увеличивает эффект озона на КТФ крови, что проявляется в росте следующих показателей: pO_2 , SO_2 , $p50_{\text{реал}}$, $p50_{\text{станд}}$ и сдвиге КДО вправо. Добавление нитроглицерина в условиях гипокапнии приводит к еще более выраженному усилению эффекта озона на КТФ крови. Гидросульфид натрия подобного действия на кислородсвязывающие свойства крови не оказывает. Нитроглицерин и гидросульфид натрия в гиперкапнических условиях не вызывают значимых изменений.

Финансирование осуществляется в рамках «БРФФИ–РФФИ-2020» (№ М20Р-428 – БРФФИ) и (№ 20-515-00019- РФФИ).

ЛИТЕРАТУРА

1. Зинчук В. В., Билецкая Е. С. Эффект озона на кислородтранспортную функцию и прооксидантно-антиоксидантный баланс крови в условиях воздействия на NO-генерирующую систему в опытах *in vitro* // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2021. – Т. 107, № 1. – С. 16–27.
2. Ahlhelm F., Rotzinger R., Heesen M. et al. Spinale Ozontherapie// Radiologe. – 2021. – Т. 61, № 8. – С. 736-741.

3. Zhang M., Qiao R., Hu J. Engineering Metal-Organic Frameworks (MOFs) for Controlled Delivery of Physiological Gaseous Transmitters // *Nanomaterials* (Basel). – 2020. – Vol. 10, № 6. – P. 1134.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ГИДРАТАЦИИ ОРГАНИЗМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕГО УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ

**Богданович В. Ч.¹, Лазаревич С. Н.¹, Анацко С. В.¹, Жарнов А. М.²,
Жарнова О. А.², Чекедь А. В.², Башун Н. З.²**

¹Гродненская университетская клиника, г. Гродно, Беларусь

²Гродненский государственный университет им. Янки Купалы,
г. Гродно, Беларусь

Актуальность. У пациентов с нарушениями функции почек один из основных показателей – содержание жидкости в организме. Для этих пациентов с функциональными нарушениями работы почек как гипергидратация, так и дегидратация организма влечет тяжелые последствия. Помимо степени гидратации организма у таких пациентов, специалистов нефрологических отделений интересуют также значения иных параметров состава тела человека. Например, специалистов по гемодиализу интересует «сухой вес», измеренный методом биоимпедансного анализа [1, 2]. Однако все основные параметры тела, интересующие клиницистов, в той либо иной степени связаны с общей жидкой фракцией организма, подразделяющейся на вне- и внутриклеточную.

Цель. Выявление связей между общей жидкой фракцией организма, измеренной биоимпедансным методом, и удельной электропроводности данного организма. Для этого анализировались литературные сведения, контрольные параметры добровольцев местного региона, а также параметры состава тела пациентов с функциональными нарушениями работы почек.

Материалы и методы исследования. Для выявления закономерностей между гидратационным статусом организма и его электрическими характеристиками в добровольных исследованиях приняли участие 2 группы. Первая из них, в качестве контрольной, составила 438 чел. местного населения, вторая – 144 пациента нефрологического отделения УЗ «Гродненская университетская клиника»; возраст исследуемых – от 18 до 83 лет.

У всего контингента обследованных измерялись антропометрические данные, включающие рост, массу, окружности талии и бедер. Для этого же контингента при помощи биоимпедансного анализатора, работающего по четырехэлектродной схеме, определялись следующие электрические характеристики: активные и реактивные сопротивления на частотах зондирующего сигнала 5 кГц и 50 кГц, а также сдвиг фазового угла φ между током и напряжением на частоте 50 кГц. Измеренные антропометрические данные совместно с электрическими параметрами позволяют на основе регрессионных уравнений связи определить основные параметры состава тела человека. Для решения поставленной задачи нас интересовали следующие параметры: общая жидкая фракция организма, внутри- и внеклеточная жидкость как по абсолютному