

КРИВАЯ ДИССОЦИИИ ГЕМОГЛОБИНА В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОЗОНОМ

Чеснулевич М. А., Волошко П. Э., Володина А. А.

*Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь*

Введение. Озонотерапия является развивающимся и довольно высокоэффективным методом реабилитации организма при различных патологиях. Концентрации озона, применяемые с терапевтической целью, значительно ниже тех, которые способны вызвать развитие повреждающих процессов [1], и в этом случае данный газ способен оказывать антигипоксический, противовоспалительный, противовирусный, обезболивающий а также улучшением оксигенации тканей и стимуляцией метаболизма [2, с. 4]. Ранее нами было выявлено, что системное введение озона экспериментальным животным в концентрации 10 мкг/кг приводит к увеличению pO_2 , SO_2 , $p50_{реал}$, 2,3-ДФГ, АТФ и газотрансмиттеров (монооксид азота и сероводорода). Однако введение данного газа в более низких (1 мкг/кг) и высоких (100 мкг/кг) концентрациях такого эффекта не оказывает. Выявленный эффект озона (в дозе 10 мкг/кг) на кислородтранспортную функцию крови крыс, проявляющийся в уменьшении сродства гемоглобина к кислороду, реализуется через увеличение газотрансмиттеров (монооксид азота и сероводорода), способствующих росту таких модуляторов, как 2,3-ДФГ и АТФ [3, с. 1448].

Цель. Изучить положение кривой диссоциации гемоглобина в условиях воздействия озона.

Методы исследования. В исследование были включены 8 женщин в возрасте от 45 до 55 лет. Критерии включения: информированное согласие, отсутствие острых инфекционных заболеваний, гипертиреоза, склонности к судорогам и индивидуальной непереносимости озона. Всем пациенткам проводилось внутривенное капельное введение озонированного 0,9% раствора натрия хлорида. Озон получали на озонотерапевтической установки УОТА-60-01 (ООО «Медозон», Россия) из медицинского кислорода. Концентрация озона в физиологическом растворе составляла 400 мкг/л, что контролировалось ультрафиолетовым спектрофотометром на выходе из озонатора. Объем вводимого раствора – 200 мл. Скорость инфузии – 40-60 капель в минуту. Курс терапии включал 5 процедур с интервалом 7 суток (одна процедура в неделю).

Забор венозной крови осуществляли дважды: до первой процедуры и после завершения пятой процедуры. Кровь отбирали из локтевой вены в предварительно подготовленный шприц с гепарином натрия, из расчета 50 ЕД на 1 мл крови.

Измерение показателей кислородтранспортной функции (КТФ) крови осуществляли с помощью газоанализатора Stat Profile pHox plus L («Nova Biomedical», США) при температуре 37°C: парциальное давление кислорода (pO_2) и углекислого газа (pCO_2), степень оксигенации крови (SO_2). Измеряли сродство гемоглобина к кислороду (СГК) по показателю $p50$ (pO_2 крови при 50%-ном насыщении её кислородом), определяемого спектрофотометрическим методом при реальных значениях pH, pCO_2 и температуры ($p50_{\text{реал}}$). Затем рассчитывался $p50$ при температуре 37°C, pH=7,4 и $pCO_2=40$ мм рт.ст. ($p50_{\text{станд}}$) [4, с. 350]. Положение кривой диссоциации оксигемоглобина рассчитывали по полученным значениям $p50$, используя уравнение Хилла.

Все показатели проверяли на соответствие признака закону нормального распределения с использованием критерия Шапиро-Уилка. С учётом этого были использованы методы непараметрической статистики с применением программы Statistica 10.0 (S/N AXAR207F394425FA-Q, StatSoft, США). Сравнение трех и более независимых групп проводили с помощью рангового дисперсионного анализа Краскела-Уоллиса. Достоверность полученных данных оценивали с использованием U-критерия Манна-Уитни. Результаты представлены как медиана (Me), 25-й и 75-й процентиля. Величину p рассчитывали с учётом поправки Бонферрони. Критический уровень значимости принимали при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Проведённый курс внутривенной озонотерапии (5 процедур, 400 мкг/л) способствует улучшению кислородтранспортной функции крови, что проявляется в увеличении pO_2 , SO_2 в сравнении со значением данных показателей до проведения курса озонотерапии. Также наблюдается рост показателя $p50$, что свидетельствует об уменьшении сродства гемоглобина к кислороду и сдвиге кривой диссоциации оксигемоглобина вправо, что имеет значение для оксигенации тканей.

Выявленное в нашем исследовании повышение парциального давления кислорода и степени оксигенации после курса озонотерапии может быть связано с тем, что озон способен взаимодействовать с фосфолипидами клеточных мембран и эритроцитов, образуя активные формы кислорода и продукты перекисного окисления липидов [5, с. 49], которые, вероятно, стимулируют метаболизм эритроцитов, улучшая реологические свойства крови, способствуя более эффективному газообмену.

Увеличение внутриэритроцитарного 2,3-ДФГ снижает сродство гемоглобина к кислороду, сдвигая кривую диссоциации вправо. Так, введение кислородно-озоновой смеси с концентрацией около 30 мкг/мл приводит к росту содержания 2,3-дифосфоглицерата в эритроцитах [6, с. 44], что влияет на насыщение крови кислородом. Вероятно, этот эффект проявляется и в наших исследованиях.

Выводы. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что введение озона модифицирует систему транспорта газов. Это выражается в росте парциального давления кислорода, повышении степени оксигенации и правостороннем сдвиге кривой диссоциации оксигемоглобина. Выявленные

изменения позволяют рассматривать озон как фактор, активно влияющий на кислородтранспортную функцию крови.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конторщикова, К. Н. Озонотерапия в лечении больных пожилого возраста с ишемической болезнью сердца / К. Н. Конторщикова, О. В. Масленников, И. Е. Окрут // Биорадикалы и Антиоксиданты. – 2021. – Т. 8, № 2. – С. 80-84.
2. Oxygen-Ozone Therapy of Musculoskeletal Neck Pain: A Review / J. Jandura, M. Vajda, M. Cech [et al.] // J. Pers. Med. – 2024. – Vol. 14, № 3. – P. 1-14.
3. Зинчук, В. В. Эффект озона на кислородтранспортную функцию крови и содержание газотрансмиттеров (монооксид азота и сероводорода) у крыс / Зинчук В. В., Меленец М. А., Гуляй И. Э. // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2025. – Т. 111, № 9. – С. 1441-1452.
4. Burtis, C. A. Tietz Textbook of Clinical Chemistry / C. A. Burtis, E. R. Ashwood – 3rd ed. – Philadelphia : W. B. Saunders Co., 1999. – 1136 с.
5. Серов, В. Н. Методы системного применения озона в медицинской практике / В. Н. Серов // Биорадикалы и Антиоксиданты. – 2022. – Т.9, № 1-2. – С. 41-76.
6. Treatment of Femoral Head Osteonecrosis with Ozone Therapy: Pilot Trial of a New Therapeutic Approach / J. X. An, G. P. Wu, K. Niu, Y. P. Wei // Pain Physician. – 2022. – № 25. – P. 43-54.

РОЛЬ ПЛАЗМЫ, ОБОГАЩЁННОЙ ТРОМБОЦИТАМИ, В ПОДДЕРЖАНИИ ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОГО БАЛАНСА

Шапутько М. Н., Сунь Тяньтянь

*Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь*

Введение. Обогащенная тромбоцитами плазма является трансплантатом аутогенного происхождения, который изготавливается из нативной венозной крови, и представляет собой плазму крови, содержащую увеличенную в пять раз концентрацию тромбоцитов, чем и обуславливается ее терапевтический эффект [1, с. 13].

Плазмолифтинг представляет перспективное направление так как плазма, обогащённая тромбоцитами, богата факторами роста, цитокинами и гормонами, которые способствуют естественному заживлению, ускоряют регенерацию тканей и нормализуют прооксидантно-антиоксидантный баланс [2, с. 2].

Цель. Оценка влияния плазмы, обогащённой тромбоцитами на активность процессов перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы в организме.

Методы исследования. Эксперимент выполнен на белых беспородных крысах-самцах (n=50) массой 250 – 300 г., содержащихся в стандартных условиях вивария. Забор смешанной венозной крови проводили в условиях адекватного наркоза (50 мг/кг тиопентала натрия) из правого предсердия в