

# ГАЗОТРАНСПОРТНАЯ ФУНКЦИЯ КРОВИ У ПАЦИЕНТОВ С ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ТРАВМАМИ ГОЛЕНИ В УСЛОВИЯХ МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

Ванькович П. Э.<sup>1</sup>, Кезля О. П.<sup>1</sup>, Юрага Т. М.<sup>2</sup>,  
Хоровец А. И.<sup>2</sup>, Шлыкович Е. М.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения  
Белорусского государственного медицинского университета

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической  
медицины Белорусского государственного медицинского университета

<sup>3</sup>3-я городская клиническая больница города Минска  
Минск, Беларусь

**Введение.** Диафизарные переломы костей голени представляют собой высокоэнергетическую травму костной ткани и сопровождаются обширным поражением мягких тканей, что обуславливает высокую вероятность развития тяжелых гнойно-септических осложнений. Доля таких переломов в структуре всех травм костно-мышечной системы достигает 25%, а среди переломов костей нижних конечностей – от 64 до 70% [4].

На сегодняшний день лечение сложных диафизарных переломов костей голени – актуальная проблема, что обусловлено анатомически неоднородным распределением мягких тканей и отсутствием мышечной прослойки по передней поверхности голени, особенностями кровоснабжения, сопряженного с нарушением местного метаболизма, а также низкой эффективностью традиционных протоколов лечения. Основной задачей лечения пациентов с такими травмами является максимально полное восстановление функции конечности, приближенной к физиологической.

Несмотря на применение современных хирургических технологий, в результате оперативного лечения диафизарных переломов голени достаточно часто наблюдается развитие осложнений, таких как замедленная консолидация, формирование ложных суставов, несращение костных отломков. Следовательно, большое научно-практическое значение представляет разработка эффективных методов консервативного лечения диафизарных переломов костей голени в послеоперационном периоде.

**Цель.** Оценить состояние газотранспортной функции крови (ГТФК) у пациентов с диафизарными переломами костей голени в условиях метаболической терапии.

**Методы исследования.** Набор пациентов в исследование осуществлялся в травматолого-ортопедических отделениях Минской областной клинической больницы. Пациенты были разделены на 2 группы исследования: группа сравнения – 45 чел. (13 женщин и 32 мужчины, средний возраст  $39,89 \pm 12,39$  г.), которым в раннем послеоперационном периоде после хирургического лечения проводили традиционную консервативную

терапию по протоколу; группа основная – 65 человек (39 мужчин и 26 женщин, средний возраст  $40,78 \pm 12,18$  г.), которым в раннем послеоперационном периоде на фоне традиционной терапии проводили курс метаболического лечения (сеансы гипербарической оксигенации по 55 мин при 1,0-1,8 АТА, № 10-15 и внутривенных инфузий цитофлавина № 10-15).

Критериями включения пациентов в исследование были следующие: сложный закрытый диафизарный перелом костей голени, возраст более 16 лет, клинически удовлетворительное общее состояние; добровольное информированное согласие на проведение клинической и лабораторной диагностики, хирургического лечения. Взятие крови у пациентов для исследования в анаэробных условиях проводили в 1-е сутки госпитализации до лечения, на 5-7 и 15 сутки госпитализации. С помощью газоанализатора ABL-800 BASIC («Radiometer», Дания) изучены следующие показатели: рН – величина отрицательного десятичного логарифма молярной концентрации ионов  $H^+$ ; парциальное давление  $O_2$  ( $p_vO_2$ ) – напряжение кислорода в крови; содержание лактата – конечный продукт анаэробного метаболизма глюкозы (гликолиза), образующийся при замещении ионов водорода молочной кислоты на ионы  $Na^+/K^+$ ; ( $p_vO_2$ ) – напряжение кислорода в крови, сатурация гемоглобина ( $s_vO_2$ ) – это показатель насыщения гемоглобина крови кислородом; парциальное давление  $CO_2$  ( $p_vCO_2$ ) – напряжение углекислого газа в крови. Критерием оценки кривой диссоциации оксигемоглобина (КДО), отражающей нелинейную зависимость насыщения гемоглобина кислородом от  $pO_2$ , а следовательно, и сродство гемоглобина к кислороду (СГК), является показатель  $p50$  – парциальное давление кислорода в крови, при котором гемоглобин насыщен кислородом на 50%. Положение КДО на оси абсцисс отражает  $p50$  реальное при данном  $pO_2$  в конкретных условиях, определяемых рН, содержанием  $CO_2$  и 2,3-дифосфоглицерата, температурой и другими факторами. Для проведения сравнительной оценки изучаемых показателей в 1-е сутки наблюдения до лечения использовали литературные данные по референтным значениям показателей ГТФК венозной крови [1].

Статистический анализ полученных данных проводили с помощью программы Statistica v10.0. Данные представляли в виде медианы (Me) и интервала между 25 и 75 перцентилями (Me (25%-75%)). Для анализа различий в двух группах по количественному параметру использовали U-критерий Манна-Уитни для независимых подгрупп, критерий Вилкоксона для зависимых подгрупп. Статистически значимыми являлись различия при  $p < 0,05$  независимо от метода применяемого анализа.

**Результаты и их обсуждение.** Пациенты двух групп наблюдения были сопоставимы по возрастному и гендерному составу, типу повреждения и хирургического вмешательства, сопутствующей патологии ( $p > 0,05$ ).

У пациентов основной группы до проведения лечения выявлен субкомпенсированный метаболический ацидоз при уровне рН венозной

крови 7,31 (7,29; 7,33) ед. при гиперлактатемии – содержание лактата, являющегося показателем кислородной задолженности тканей, достигло 2,7 (1,9; 4,0) ммоль/л. Сдвиг рН в сторону ацидоза развился на фоне гиперкапнии крови обследуемых лиц, парциальное давления углекислоты достигло 58,1 (47,7; 64,8) мм рт. ст. Уровни  $p_vO_2$  и  $s_vO_2$  составили соответственно 65,5 (58,1; 72,3) мм рт. ст. и 84,9 (65,8; 94,1)%, что свидетельствует о высоком венозном возврате кислорода и кислородном голодании поврежденных тканей. Аналогичные изменения выявлены у пациентов группы сравнения.

Известно, что ацидемия ведет к сдвигу КДО вправо и снижению СГК, что объясняет возрастание уровня р50 у пациентов в 1-е сутки исследования [3], но ишемизированная вследствие травмы костная ткань не в состоянии эффективно утилизировать кислород из-за метаболических нарушений при энергетическом дефиците, что замыкает «порочный круг» и усугубляет тканевую гипоксию. Сдвиг КДО вправо дестабилизирует прооксидантно-антиоксидантный баланс, что ведет к свободнорадикальному окислению липидов (СРО) и повреждению клеточных структур [2]. Кроме того, процессы реминерализации костной ткани протекают при физиологическом рН, тогда как смещение рН в кислую сторону способствует растворению минеральных компонентов и выведению их из организма, что существенно нарушает восстановление поврежденных участков кости [5]. После проведения курсовой метаболической терапии выявлено значимое снижение уровней  $p_vO_2$  и  $s_vO_2$  в сравнении с соответствующими данными в группе сравнения, что свидетельствует о снижении венозного возврата кислорода и восстановлении энергетического потенциала костной ткани. Также на фоне нормализации рН крови выявлено снижение р50, сдвиг КДО влево и повышение СГК, что является протективным фактором в условиях тканевой гипоксии и активизации СРО.

Таким образом, модификация СГК может служить одним из факторов защиты от повреждения тканей кислородными радикалами при их ишемии/реперфузии, оказывая влияние на скорость репаративных процессов, протекающих в костной ткани в посттравматическом периоде на фоне метаболической терапии у пациентов с высокоэнергетической травмой голени.

**Выводы.** У пациентов со сложными диафизарными переломами голени до лечения установлено изменение газотранспортных параметров крови на фоне метаболического ацидоза. Проведение комплексной консервативной терапии, включающей ГБО и цитофлавин, привело к коррекции ГТФК, отражающей модификацию СГК, что может служить протективным фактором при ишемии/реперфузии поврежденной костной ткани и стимулировать репаративный остеогенез при высокоэнергетической травме костей голени.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Егорова М.О. Газово-электролитный состав крови и информативность параметров его оценки // Справочник заведующего КДЛ. – 2017. – № 9. – С. 41–54.
2. Зинчук В.В. Участие сродства гемоглобина к кислороду в поддержании прооксидантно-антиоксидантного состояния организма // Мед. новости. – 2002. – № 9. – С. 20–25.
3. Степанова Ю.И. Особенности кислородтранспортной функции крови при дисциркуляторной энцефалопатии // Весці НАН Беларусі. Сер. мед. навук. – 2013. – № 2. – С. 88–91.
4. Токтаров Е.Н., Жанаспаев М.А., Тлемисов А.С. и др. Лечение диафизарных переломов костей голени. Обзор литературы // Наука и здравоохранение. – 2018. – № 6. – С. 58–69.
5. Хисматуллина З.Н. Факторы, оказывающие влияние на метаболизм костной ткани и приводящие к заболеваниям костной системы // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 22. – С. 165–172.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ЭФФЕКТА ОЗОНА НА МЕХАНИЗМЫ ТРАНСПОРТА КИСЛОРОДА КРОВЬЮ ПРИ НИЗКОМ И ВЫСОКОМ ПАРЦИАЛЬНОМ ДАВЛЕНИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Володина А. А., Билецкая Е. С.

Гродненский государственный медицинский университет  
Гродно, Беларусь

**Введение.** Использование лекарственных препаратов в ряде случаев имеет негативные последствия, что определяет интерес к альтернативным немедикаментозным методам лечения, в частности к озонотерапии, нашедшей в последние годы широкое применение в клинической практике, в том числе и при коронавирусной инфекции [1].

Озон влияет на различные составляющие функциональной системы крови, тем самым реализуя свой эффект. Однако механизмы действия остаются нераскрытыми [2].

Газотрансммиттеры (NO и H<sub>2</sub>S) также оказывают влияние на кислородтранспортную кровь, участвуют в механизмах реализации эффекта O<sub>3</sub> на кровь. Как известно, CO<sub>2</sub> оказывает влияние на кислородсвязывающие свойства крови и на положение КДО [2]. Изменение парциальных давлений CO<sub>2</sub> влияет и на синтез NO и H<sub>2</sub>S [2]. В связи с этим особый интерес вызывает изучение эффектов O<sub>3</sub> при обработке крови гиперкапнической газовой смесью при добавлении доноров газотрансммиттеров *in vitro*.

**Цель.** Изучить характеристику эффектов озона на механизмы транспорта кислорода кровью при низком и высоком парциальном давлении углекислого газа.