© А.А. Бакина, В.И. Павленко, 2020

УДК 616.24-036.12-07:616.15-074 DOI: 10.20969/VSKM.2020.13(1).10-16

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО СТАТУСА, ГАЗОВОГО И ЭЛЕКТРОЛИТНОГО СОСТАВА ВЕНОЗНОЙ КРОВИ У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ ЛЕГКИХ РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ РИСКА ОБОСТРЕНИЙ

***БАКИНА АНАСТАСИЯ АЛЕКСЕЕВНА**, ORCID ID: 0000-0003-2653-8661; аспирант кафедры факультетской и поликлинической терапии ФГБОУ ВО «Амурская государственная медицинская академия» Минздрава России, Россия, 675000, Благовещенск, ул. Горького, 95, тел. 8-924-446-50-08, e-mail: anastasia_darchi@mail.ru*
***ПАВЛЕНКО ВАЛЕНТИНА ИВАНОВНА**, докт. мед. наук, профессор кафедры факультетской и поликлинической терапии ФГБОУ ВО «Амурская государственная медицинская академия» Минздрава России, Россия, 675000, Благовещенск, ул. Горького, 95, e-mail: agmapedfac@mail.ru*

Реферат. ***Цель исследования*** – провести комплексный анализ кислотно-основного статуса, газового и электролитного состава венозной крови у больных хронической обструктивной болезнью легких различных категорий риска обострений. ***Материал и методы.*** Проведено обследование 59 больных с подтвержденным диагнозом «хроническая обструктивная болезнь легких», получавших терапию по поводу обострения заболевания в условиях пульмонологического стационара. Участники исследования были разделены на 2 группы: группа низкого риска обострений и группа высокого риска обострений. Пациентам проведена комплексная оценка жалоб, анамнестических данных, стандартные лабораторные и инструментальные исследования, включая общий анализ мочи, клинический и биохимический анализы крови, компьютерную томографию органов грудной клетки, электрокардиографию, спирометрическое исследование, пульсоксиметрию (учитывался показатель сатурации в состоянии покоя без кислородной поддержки), исследование кислотно-основного состояния, электролитного и газового состава венозной крови. Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием программы Microsoft Office Excell 2007 и программного пакета программ Statistica 10. ***Результаты и их обсуждение.*** Между группами пациентов выявлена статистически значимая разница показателей парциального давления кислорода крови, стандартного бикарбоната, уровня калия. У лиц группы высокого риска обострений достоверно чаще встречалась дыхательная недостаточность II степени. Отмечено наличие корреляций между концентрацией гемоглобина и постбронходилатационными значениями практически всех исследуемых спирометрических показателей. ***Выводы.*** Обнаруженные закономерности могут говорить о влиянии частоты обострений хронической обструктивной болезни легких на возникновение дисбаланса кислотно-основного состояния, газового и электролитного состава крови. Оценка показателей газов крови, кислотно-основного состояния организма, баланса электролитов должна являться неотъемлемой частью диагностического процесса и ведения пациентов с хронической обструктивной болезнью легких, при этом пристального внимания требуют пациенты группы высокого риска обострений.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь легких, обострение, кислотно-основное состояние, электролиты, газовый состав крови.
Для ссылки: Бакина, А.А. Комплексный анализ кислотно-основного статуса, газового и электролитного состава венозной крови у больных хронической обструктивной болезнью легких различных категорий риска обострений / А.А. Бакина, В.И. Павленко // Вестник современной клинической медицины. – 2020. – Т. 13, вып. 1. – С.10–16. ***DOI:*** 10.20969/VSKM.2020.13(1).10-16.

COMPLEX ANALYSIS OF THE ACID-BASIC STATE, GAS AND ELECTROLYTE COMPOSITION OF THE VENOUS BLOOD IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE WITH DIFFERENT EXACERBATION RISKS

***BAKINA ANASTASIA A.**, ORCID ID: 0000-0003-2653-8661; postgraduate student of the Department of faculty and outpatient therapy of Amur State Medical Academy, Russia, 675000, Blagoveshchensk, Gorky str., 95, tel. 8-924-446-50-08, e-mail: anastasia_darchi@mail.ru*
***PAVLENKO VALENTINA I.**, D. Med. Sci., professor of the Department of faculty and outpatient therapy of Amur State Medical Academy, Russia, 675000, Blagoveshchensk, Gorky str., 95, e-mail: agmapedfac@mail.ru*

Abstract. ***The aim of the study*** was to comprehensively analyze the acid-base state, gas and electrolyte composition of venous blood in patients suffering from chronic obstructive pulmonary disease (COPD) with various exacerbation risk. ***Material and methods.*** The study included 59 patients with a confirmed diagnosis of COPD who received treatment for their exacerbation episodes at inpatient department. All participants were divided in 2 groups: patients with low exacerbation risk and patients with high risk. They underwent a comprehensive assessment of complaints and medical

history, laboratory and instrumental research according to COPD examination standard, including clinical and biochemical blood tests, general urine analysis, electrocardiography, computed tomography of chest organs, spirometry, pulse oximetry (saturation rate at rest without oxygen support was taken into account), the investigation of the acid-base state, electrolyte and gas composition of the venous blood. We used Microsoft Office Excel 2007 and Statistica 10 software package for statistical processing of data. ***Results and discussion.*** We revealed a statistically significant difference between the partial pressure of blood oxygen, standard bicarbonate and potassium levels in groups of patients. II degree respiratory failure was significantly more likely to occur in patients with high exacerbation risk. The correlation between hemoglobin concentrations and postbronchodilation numbers of almost all spirometric indicators takes place. ***Conclusions.*** Revealed patterns may indicate the effect of COPD exacerbations frequency on the occurrence of imbalance in acid-base state, gas and electrolyte blood composition. Evaluation of blood gas parameters, acid-base state and balance of electrolytes should be considered as an integral part of the diagnostic process and management in patients with COPD, especially in those with high risk of exacerbations.
Key words: chronic obstructive pulmonary disease, exacerbation, acid-base condition, electrolytes, gas composition.
For reference: Bakina AA, Pavlenko VI. Complex analysis of the acid-basic state, gas and electrolyte composition of the venous blood in patients with chronic obstructive pulmonary disease with different exacerbation risks. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2020; 13 (1): 10-16. ***DOI:*** 10.20969/VSKM.2020.13(1).10-16.

По современным международным рекомендациям, хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) определяется как широко распространенное, потенциально предотвратимое и курабельное заболевание, характеризующееся персистирующей клинической симптоматикой и связанное с ограничением воздушного потока, развивающееся в связи с влиянием раздражающих частиц или газов [1]. Вклад ХОБЛ в общую структуру заболеваемости и смертности крайне высок. Согласно исследованиям по прогнозированию основных причин смертности к 2030 г. ХОБЛ войдет в число лидеров среди причин смерти, уступив первенство лишь сердечно-сосудистым и цереброваскулярным заболеваниям [2].

К предикторам неблагоприятного прогноза ХОБЛ относят легочную гиперинфляцию, явления дыхательной недостаточности (ДН), частые обострения заболевания [3, 4]. По данным современных исследователей, летальный исход большинства больных ХОБЛ происходит во время обострения заболевания [5].

При стабильном течении ХОБЛ основные константы организма не отклонены от нормальных показателей, однако при обострении ХОБЛ часто наблюдается их декомпенсация, ведущая к развитию ДН. Согласно данным масштабных зарубежных исследований, более чем у половины больных, поступающих на лечение в стационар с обострением ХОБЛ, на момент первичного осмотра выявляется гипоксемия и повышение значений парциального давления углекислого газа крови (pCO_2) выше 45 мм рт.ст. У 20% больных при госпитализации в связи с обострением заболевания наблюдается респираторный ацидоз [6].

В условиях здорового организма, благодаря адекватной буферной емкости крови, активности респираторного (легкие) и метаболического (почки) буфера происходит поддержание pH на оптимальном уровне [7], который, согласно Siggaard-Andersen (1979), для артериальной крови составляет 7,35–7,45, а для венозной – 7,32–7,41. Ацидоз и алкалоз – патологические процессы, изменяющие pH в условиях отсутствия адекватной реакции вторичных компенсаторных механизмов, возникающих в ответ на первичный этиологический фактор. Снижение pH крови возникает при ацидозе за счет избытка кислот, повышения содержания катионов водорода (H^+); увеличение количества оснований, уменьшение концентрации H^+ характеризуется ростом pH крови и называется алкалозом [8].

При обострении ХОБЛ вследствие воздействия провоцирующего фактора происходит усиление воспаления дыхательного тракта, что способствует повышенной секреции слизи, отеку слизистой оболочки бронхов и бронхоспазму [9]. Явления обструкции при обострении ХОБЛ могут приводить к развитию декомпенсированной гиперкапнии, которая чаще всего является причиной развития респираторного варианта ацидоза [10]. Изначальным механизмом смещения равновесия в сторону избытка H^+ при этом является увеличение pCO_2 и уменьшение сродства гемоглобина к кислороду, что в первую очередь ведет к увеличению емкости бикарбонатного буфера крови, усилению реабсорбции натрия в почках [8]. В Великобританском ретроспективном исследовании, включавшем данные порядка 1000 пациентов, показано, что респираторный ацидоз, выявляемый у 20% лиц с ХОБЛ при поступлении в стационар по поводу обострения заболевания, связан с повышенным риском последующей интубации трахеи и коррелирует с показателями смертности [11]. По данным Brill SE (2014), выраженность ацидемии влияет на прогноз течения ХОБЛ, при этом значимое его ухудшение прогнозируется при наличии у пациента гиперкапнии, персистирующей после купирования обострения [6]. В недавно проведенных исследованиях отмечено, что гиперкапния может вызывать снижение темпа репарации эпителиальных повреждений и уничтожения бактерий в легких при обострении ХОБЛ [12]. Гипоксемия, также часто выявляемая у больных ХОБЛ, может вызывать утолщение комплекса интима–медиа сосудов за счет развития гипертрофии и гиперплазии эндотелия, гладкомышечных клеток сосудов [13], что в настоящее время рассматривается в качестве маркера сердечно-сосудистого риска [14].

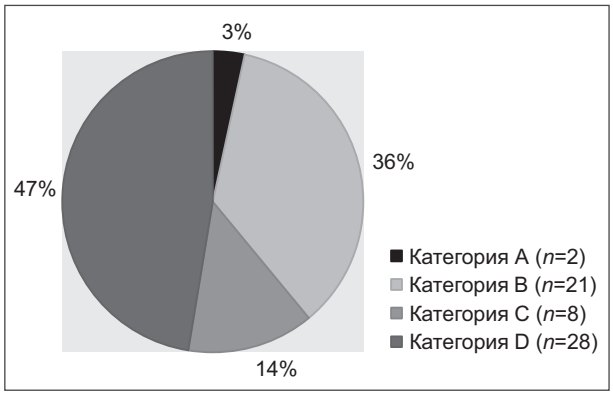
Однако, несмотря на активное изучение кислотно-основного состояния, электролитного и газового состава крови у больных ХОБЛ, на настоящий момент остается не до конца изученной роль обострений в возникновении дисбаланса указанных систем, взаимосвязь нарушений КОС с клиническими проявлениями обострения ХОБЛ и спирометрическими показателями.

Цель исследования – провести комплексный анализ кислотно-основного статуса, газового и электролитного состава венозной крови у больных ХОБЛ различных категорий риска обострений.

Материал и методы. Все методы обследования одобрены этическим комитетом Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Амурская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Включение лиц в исследование проводилось после оформления пациентом добровольного информированного согласия.

В исследование включены 59 больных ХОБЛ, получавших лечение по поводу обострения ХОБЛ в стационарных условиях государственного автономного учреждения здравоохранения Амурской области «Благовещенская городская клиническая больница» и Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания». Диагноз выставлялся согласно рекомендациям «Глобальной инициативы по хронической обструктивной болезни легких (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease – GOLD, 2017)» [1], согласно Международной классификации болезней 10-го пересмотра (МКБ-10), клиническим рекомендациям Российского респираторного общества по ХОБЛ (2016).

Распределение пациентов согласно интегральной оценке ХОБЛ по классификации ABCD отражено на *рисунке.*



Распределение больных ХОБЛ из общей когорты на категории согласно классификации ABCD

В исследование не включали пациентов, имеющих следующие патологии: онкологические заболевания любой локализации, туберкулез, диффузные поражения легких иной природы, островоспалительные заболевания, системные заболевания соединительной ткани, ХОБЛ с крайне тяжелой степенью ограничения скорости воздушного потока, любые заболевания и состояния, требующие лечения в отделениях непульмонологического профиля.

В гендерном составе превалировали мужчины, доля которых составила 96,6% (*n*=57). Все обследуемые были лицами среднего возраста (от 44 до 60 лет). Оценка ведущих симптомов, характерных для ХОБЛ, производилась по балльным шкалам. Выраженность одышки исследовалась по модифицированному вопроснику Британского медицинского исследовательского совета (mMRC), согласно которому 0 баллов характеризовали отсутствие одышки, 1 балл – легкую одышку, 2 балла – одышку средней выраженности, 3 балла – тяжелую одышку, 4 балла – очень тяжелую одышку. При оценке кашля 0 баллов выставлялось при его отсутствии, 1 балл – при возникновении кашля лишь в утренние часы, 2 балла характеризовали редкие эпизоды кашля (до 3 раз в сутки), 3 балла – частые эпизоды (более 3 раз в сутки). Четырехбалльная шкала оценки выделения мокроты имела следующую градацию выраженности симптома: отсутствие мокроты принимали за 0 баллов; 1 балл выставляли при наличии у пациента незначительного объема мокроты, выделяемой нерегулярно; небольшой объем мокроты, присутствующей постоянно, характеризовался 2 баллами; 3 балла выставляли при наличии умеренного суточного объема мокроты (до 50 мл); 4 балла – при выделении более чем 50 мл мокроты в сутки. Для оценки влияния ХОБЛ на самочувствие и повседневную активность пациента применяли тест оценки ХОБЛ (COPD Assessment Test – CAT) с подсчетом суммарного балла.

Курильщиками являлись 100% обследованных (*n*=59). Расчет индекса курящего человека (ИКЧ) производился по следующей формуле:

$$\text{ИКЧ}=\frac{\text{Количество сигарет, выкуриваемых в сутки, шт.} \times \text{количество лет курения, годы}}{20}\ (\text{пачка/лет}).$$

Всем пациентам произведена оценка ростовесовых показателей с расчетом индекса массы тела Кетле (ИМТ) по следующей формуле:

$$\text{ИМТ} = \frac{\text{Вес, кг}}{\text{Рост, м}^2}\ (\text{кг/м}^2).$$

Всем обследуемым проведены лабораторные и инструментальные исследования, входящие в стандарт обследования больного ХОБЛ, включая общий анализ мочи, клинический и биохимический анализы крови, компьютерную томографию органов грудной клетки, спирометрию до и после пробы с бронхолитиком, электрокардиографию, пульсоксиметрию (учитывался показатель сатурации в состоянии покоя без кислородной поддержки). При исследовании гематологических показателей использовали образцы венозной крови. Клинико-анамнестическая характеристика общей когорты больных представлена в *табл. 1.*

При оценке газового состава венозной крови, кислотно-основного состояния и электролитов учитывали следующие показатели: pH; pCO_2; парциальное напряжение кислорода в крови (pO_2); парциальное напряжение кислорода при 50% насыщении крови кислородом (P50), отражающего сродство гемоглобина к кислороду; общую концентрацию кислорода (ctO_2); концентрацию общей двуокиси углерода (TCO_2); общую концентрацию гемоглобина (ctHb); оксигемоглобина (FO_2Hb); карбоксигемоглобина (FCOHb); дезоксигемоглобина (FHHb); метгемоглобина (FMetHb); стандартный бикарбонат (SBC); рас-

считанный дефицит либо избыток оснований (BE); рассчитанный дефицит либо избыток оснований для всей внеклеточной жидкости, включая кровь (BE-ecf); актуальный бикарбонат ($cHCO_3^-$); концентрацию лактата в артериальной крови (cLac); ионы калия (K^+); натрия (Na^+); хлора (Cl^-).

Все пациенты, принявшие участие в исследовании, были разделены на 2 группы согласно числу обострений, перенесенных за 12 мес (ЧОГ) до момента включения в исследование: в 1-ю группу низкого риска обострений вошли 23 больных ХОБЛ, которые не госпитализировались по поводу обострений ХОБЛ за предшествующие 12 мес или перенесли ≤1 обострения (ЧОГ составил 0 [0;0]); во 2-ю группу высокого риска обострений включены 36 человек, перенесших ≥2 обострений или ≥1 обострения с госпитализацией (ЧОГ – 1 [1,2]). Разница между ЧОГ 1-й и 2-й группами была статистически значимой с уровнем p<0,001.

Таблица 1

Клинико-анамнестическая характеристика пациентов с ХОБЛ

Показатель	Значение
Возраст, *лет*	60 [56; 60]
Пол (мужчины/женщины), *n*	57/2
Длительность течения ХОБЛ, *лет*	7[4; 13]
mMRC, *баллы*	2 [1; 3]
Кашель, *баллы*	2 [1; 2]
Мокрота, *баллы*	2 [2; 4]
САТ, *баллы*	14,5 [9,5; 23,0]
ИКЧ, *пачка/лет*	39 [25; 50]
ИМТ, *кг/м²*	25,54 [22,49; 29,38]
Насыщение артериальной крови кислородом (SpO_2), *%*	92 [90; 95]
Отношение объема форсированного выдоха за первую секунду к форсированной жизненной емкости легких ($ОФВ_1$/ФЖЕЛ), *% от должного*	58,93 [44,51; 82,35]
Постбронходилатационный $ОФВ_1$, *% от должного*	35,63 [27,34; 48,75]

Примечание: данные представлены в формате Me [Q_1; Q_3].

Согласно современным рекомендациям, за обострение ХОБЛ принимали остро возникшее ухудшение респираторной симптоматики, не характерное для ежедневных ее колебаний, требующее коррекции применяемой терапии [1]. Оценка ЧОГ производилась ретроспективно.

Группы больных были сопоставимы по возрасту, ИМТ, ИКЧ, данным шкал, характеризующих клиническую симптоматику *(табл. 2).*

По данным спирометрии группы были сопоставимы по значениям ФЖЕЛ, $ОФВ_1$, пиковой объемной скорости (ПОС), мгновенной объемной скорости в момент выдоха 25% ФЖЕЛ ($МОС_{25}$), МОС в момент выдоха 50% ФЖЕЛ ($МОС_{50}$), МОС в момент выдоха 75% ФЖЕЛ ($МОС_{75}$) как до, так и после пробы с бронхолитиком, а также индексу Генслара ($ОФВ_1$/ФЖЕЛ) до проведения пробы. Однако постбронходилатационные значения индекса Генслара были статистически ниже у пациентов 2-й группы (p=0,04), также различия были статистически значимы при сравнении показателей жизненной емкости легких (ЖЕЛ) до проведения пробы с бронхолитиком (p=0,028).

Все пациенты, включенные в исследование, получали терапию согласно рекомендациям и стандартам медицинской помощи больным ХОБЛ [1].

Статистическую обработку данных, полученных в ходе исследования, проводили с использованием программы Microsoft Office Excell 2007 и программного пакета статистических программ Statistica 10 для операционной системы Microsoft Windows. Соответствие изучаемых количественных признаков закону нормального распределения оценивали аналитическим методом с применением критерия Шапиро – Уилка. В методы описательной статистики включали вычисление медианы (Me) в качестве меры центральной тенденции, значения нижнего (Q_1) и верхнего (Q_3) квартилей как меру рассеяния. Запись полученных данных осуществлялась в формате Me [Q_1; Q_3]. Сравнение двух независимых групп проводили с использованием непараметрического критерия U Манна – Уитни. По категориальному признаку производилось сравнение групп с использованием χ^2 Пирсона с поправкой Йетса в случае, если одно из значений <10. При малых значениях (≤5), наблюдающихся в выборках, сравнение проводили с учетом двустороннего точного критерия Фишера.

Таблица 2

Клиническая характеристика групп пациентов

Показатель	1-я группа (n=23)	2-я группа (n=36)	p
Возраст, *лет*	57 [55; 60]	60 [58; 60]	0,08
ИКЧ, *пачка/лет*	30 [15; 50]	40 [30; 50]	0,13
ИМТ, *кг/м²*	24,54 [22,04; 29,09]	25,91 [23,15; 29,98]	0,53
mMRC, *баллы*	2 [2; 3]	3 [1; 3]	0,25
Кашель, *баллы*	2 [1; 2]	2 [1; 2]	0,77
Мокрота, *баллы*	2 [1; 2]	3 [2; 4]	0,17
САТ, *баллы*	12 [10; 19]	21 [9; 25]	0,06

Примечание: данные представлены в формате Me [Q_1; Q_3], сравнение групп с использованием критерия U Манна – Уитни.

Для оценки наличия и выраженности связи между признаками применялся коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Критическим уровнем статистической значимости считали $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение. Согласно полученным нами данным *(табл. 3)*, выявлена статистически значимая разница показателей pO_2, SBC и уровня K^+ между исследуемыми группами пациентов с ХОБЛ.

В общей когорте пациентов явления дыхательной недостаточности (ДН), оцененные по уровню насыщения крови кислородом (SpO_2), были выявлены у 69,5% (*n*=41) обследуемых. При этом ДН I степени (SpO_2 на уровне 90–94%) [15] определялась у 45,8% (*n*=27) пациентов, ДН II степени (SpO_2 на уровне 75–89%) [15] – у 23,7% (*n*=14) пациентов. При детальной оценке выявлено, что у лиц 2-й группы достоверно чаще встречалась ДН II степени (*p*=0,03), статистически значимой разницы между частотой встречаемости ДН I степени между группами не получено. Разница между значением SpO_2 между группами была статистически значима (*p*=0,048), при этом значения показателя в 1-й группе составили 94 [92; 96]%, а во 2-й группе – 91 [88; 94]%.

Согласно классификации Siggaard–Andersen (1979), нормальные значения pO_2 венозной крови находятся в пределах 40–45 мм рт.ст. По нашим данным, лишь у 3,4% (*n*=2) из общего числа пациентов значение pO_2 укладывалось в границы нормы. Полученная статистически значимая разница показателей pO_2 между группами обследуемых может указывать на роль частоты обострений в выраженности гипоксемии.

У 100% (*n*=59) обследованных пациентов выявлено повышение значения P50, отрицательно коррелирующего со значением pO_2, что является механизмом компенсации и способствует увеличению оксигенации тканей [16].

Гиперкапния наблюдалась у 32,2% (*n*=19) пациентов общей когорты, из них 22% (*n*=13) больных относились к числу лиц группы с высокой частотой обострений, а 10,2% (n=6) – к группе с низкой частотой обострений.

При оценке показателей кислотно-основного состояния *(табл. 4)* выявлено, что у 65,2% (*n*=15) лиц 1-й группы выявлены нарушения КОС. Из них у 43,5% (*n*=10) пациентов наблюдались явления ацидоза, при этом явления компенсированного ацидоза отмечались у 8,7% (*n*=2) больных, а на долю субкомпенсациии и декомпенсации состояния пришлось по 17,4% (*n*=4) случаев. У 8,7% (*n*=2) лиц выявлено наличие компенсированного респираторного алкалоза, аналогичная доля лиц пришлась на декомпенсацию метаболического алкалоза. У 1 (4,3%) больного выявлен декомпенсированный метаболический ацидоз. Во 2-й группе высокого риска обострений ХОБЛ нарушения КОС определялись у 58,4% (*n*=21) обследуемых. Наиболее часто встречались субкомпенсированный респираторный ацидоз (11,1%, *n*=4) и декомпенсированный метаболический алкалоз (11,1%, *n*=4), вероятной причиной

Таблица 3

Значения показателей газового состава венозной крови, кислотно-основного статуса, электролитного состава у больных ХОБЛ в зависимости от категории риска обострений

Показатель	1-я группа (*n*=23)	2-я группа (*n*=36)	*p*
pH	7,34 [7,31; 7,39]	7,35 [7,32; 7,39]	0,93
pCO_2, *мм рт.ст.*	51,0 [46,5; 56,0]	47,4 [43,0; 55,0]	0,5
pO_2, *мм рт.ст.*	22,5 [20,0; 29,05]	30,0 [25,85; 34,15]	0,04*
P50, *мм рт.ст.*	31,36 [29,71; 37,13]	31,25 [29,09; 32,34]	0,61
ctO_2, *Vol%*	8,15 [4,40; 11,10]	12,35 [10,20; 13,65]	0,18
TCO_2, *ммоль/л*	29,25 [28,0; 30,90]	27,3 [25,9; 30,0]	0,32
ctHb, *г/л*	142 [122; 209]	172 [156; 190]	0,3
FO_2Hb, *%*	18,9 [18,7; 54,4]	45,3 [34,2; 57,0]	0,44
FCOHb, *%*	1,0 [0,9; 1,5]	0,8 [0,6; 14,0]	0,36
FHHb, *%*	78,5 [43,9; 79,2]	52,1 [41,3; 64,1]	0,61
FMetHb, *%*	1,1 [0,8; 1,1]	1,0 [1,0; 1,1]	0,8
SBC, *ммоль/л*	22,7 [22,7; 22,7]	23,2 [22,9; 24,5]	0,000*
BE, *ммоль/л*	1,75 [-1,30; 2,10]	0,2 [-1,1; 3,0]	0,9
BE-ecf, *ммоль/л*	2,3 [-0,4; 3,0]	0,85 [-0,75; 4,05]	0,95
$cHCO_3^-$, *ммоль/л*	26,3 [22,9; 28,6]	24,7 [22,4; 26,1]	0,47
cLac, *ммоль/л*	2,5 [2,4; 5,0]	2,6 [2,2; 3,1]	0,9
K^+, *ммоль/л*	3,30 [2,92; 3,62]	3,77 [3,40; 4,24]	0,028*
Na^+,*ммоль/л*	143,35 [138,0; 146,30]	141,0 [139,9; 142,0]	0,17
Cl^- , *ммоль/л*	103 [101; 104]	109 [104; 110]	0,11

Примечание: данные представлены в формате Me [Q_1; Q_3], сравнение групп с использованием критерия U Манна – Уитни; *различия между группами статистически значимы.

Таблица 4

Состояние кислотно-основного равновесия у больных ХОБЛ

Состояние			1-я группа (n=23)	2-я группа (n=36)
Норма			8	15
Ацидоз	Респираторный	Компенсированный, *n*	2	2
		Субкомпенсированный, *n*	4	4
		Декомпенсированный, *n*	4	3
	Метаболический	Компенсированный, *n*	–	–
		Субкомпенсированный, *n*	–	2
		Декомпенсированный, *n*	1	1
Алкалоз	Респираторный	Компенсированный, *n*	2	1
		Субкомпенсированный, *n*	–	–
		Декомпенсированный, *n*	–	1
	Метаболический	Компенсированный, *n*	–	3
		Субкомпенсированный, *n*	–	–
		Декомпенсированный, *n*	2	4

которого, по данным литературы, может служить применение системных глюкокортикостероидов, рекомендованных для терапии обострений ХОБЛ [1,10]. Статистически значимой разницы между частотой встречаемости различных видов дисбаланса КОС между группами не получено ($p>0,05$).

Определено, что у большого числа пациентов выявлялись признаки электролитного дисбаланса. Так, среди лиц 1-й группы у 69,6% (n=16) отмечен пониженный уровень K^+. Повышение Na^+ отмечено у 39,1% (n=9), а его снижение – у 8,7% (n=2) лиц. При этом у 43,5% (n=10) пациентов отмечался одновременный дисбаланс нескольких показателей. Во 2-й группе у 30,6% (n=11) обследуемых выявлена гипокалиемия, у 11,1% (n=4) – гипонатриемия. В отличие от 1-й группы, в которой нарушений обмена Cl^- выявлено не было, у 8,3% (n=3) лиц 2-й группы отмечено снижение показателя, повышенные его значения определялись в 69,4% (n=25) случаев (<0,001). Уровень K^+ имел корреляции умеренной силы с ЧОГ (r=0,45), длительностью течения ХОБЛ (r=0,5), ИКЧ (r=0,36) и сильную обратную связь со значениями ЖЕЛ до проведения пробы с бронхолитиком (r=-0,8). Уровень Na^+ отрицательно коррелировал со значениями ИКЧ (r=-0,38).

При проведении исследования отмечено наличие сильной прямой связи между уровнем ctHb и постбронходилатационных ПОС (r=0,78), $МОС_{25}$ (r=0,76), $МОС_{50}$ (r=0,84), $МОС_{75}$ (r=0,83), $ОФВ_1$/ФЖЕЛ (r=0,8); умеренной или сильной обратной связи FCOHb с постбронходилатационными значениями практически всех исследуемых спирометрических показателей: ЖЕЛ (r=-0,68), $ОФВ_1$ (r=-0,81), индексом Генслара (r=-0,74), ПОС (r=-0,92), $МОС_{25}$ (r=-0,74), $МОС_{50}$ (r=-0,72), $МОС_{75}$ (r=-0,67).

Выводы. При обострении ХОБЛ часто наблюдается ДН (69,5%), при этом у лиц с высоким риском обострений чаще встречается ДН II степени, а показатель SpO_2 статистически ниже, чем в группе низкого риска обострений. У пациентов с высоким риском обострений выявляется более выраженная гипоксемия, чаще встречается повышенный уровень Cl^-. В исследовании выявлены корреляции между ЧОГ и уровнем K^+. Обнаруженные закономерности могут говорить о влиянии ЧОГ у больных ХОБЛ на возникновение дисбаланса кислотно-основного состояния, газового и электролитного состава крови. Оценка показателей газов крови, кислотно-основного состояния организма, баланса электролитов должна являться неотъемлемой частью диагностического процесса и ведения пациентов с ХОБЛ, при этом пристального внимания требуют пациенты группы высокого риска обострений.

***Прозрачность исследования**. Спонсорская поддержка для проведения исследования не предоставлялась. Авторы статьи несут ответственность за предоставление итогового варианта рукописи в печать.*

***Декларация о финансовых и других взаимоотношениях.** Разработка плана и дизайна исследования производилась всеми авторами, внесшими равнозначный вклад в написание рукописи. Окончательный вариант рукописи одобрен всеми авторами. Гонорар за проведение исследования и написание рукописи авторам не выплачивался.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. – 2017, Report. http://goldcopd.org/gold-2017-global-strategy-diagnosis-management-pre-vention-copd/
2. *Mathers, C.D.* Projections of Global Mortality and Burden of Disease from 2002 to 2030 / C.D. Mathers, D. Loncar // PLoS Medicine. – 2006. – Vol. 3, № 11. –P.2011–2030.
3. Survival of chronic hypercapnic COPD patients is predicted by smoking habits, comorbidity, and hypoxemia / T.A.C. Nizet, van den F.J.J. Elshout, Y.F. Heijdra [et al.] // Chest. – 2005. – № 127 (6). – P.1904–1910.
4. *Колосов, В.П.* Прогнозирование частоты обострений хронической обструктивной болезни легких, сочетанной с ишемической болезнью сердца / В.П. Колосов, В.И. Павленко // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2012. – № 45. – С.35–37.

5. *Solanes, G.I.* Causes of death and prediction of mortality in COPD / G.I. Solanes, C.P. Casan // Archivos de Bronconeumología. – 2010. – № 46 (7). – P.343–346.
6. *Brill, S.E.* Oxygen therapy in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease / S.E. Brill, J.A. Wedzicha // International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. – 2014. – № 9. – P.1241–1252.
7. *Rose, B.D.* Clinical physiology of acid-base and electrolyte disorders: 5th Edition / B.D. Rose, T.W. Post. – New York: McGraw-Hill, 2001. – 999 p.
8. Моррисон, *В.В.* Кислотно-основное состояние. Типовые нарушения кислотно-основного состояния (лекция 2) / В.В. Моррисон, Н.П. Чеснокова, М.Н. Бизенкова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 3-2. – С.273–278.
9. *Wedzicha, J.A.* Acute COPD exacerbations / J.A. Wedzicha, R. Singh, A.J. Mackay // Clinics in Chest Medicine. – 2014. – Vol. 35, № 1. – P.157–163.
10. *Баймаканова, Г.Е.* Интерпретация показателей газов артериальной крови / Г.Е. Баймаканова // Пульмонология и аллергология. – 2013. – № 2. – С.42–45.
11. *Plant, P.K.* One year period prevalence study of respiratory acidosis in acute exacerbations of COPD: implications for the provision of non-invasive ventilation and oxygen administration / P.K. Plant, J.L. Owen, M.W. Elliott // Thorax. – 2000. – Vol. 55, № 7. – P.550–554.
12. Elevated CO_2 selectively inhibits interleukin-6 and tumor necrosis factor expression and decreases phagocytosis in the macrophage / N. Wang, K.L. Gates, H. Trejo [et al.] // FASEB Journal. – 2010. – Vol. 24, № 7. – P.2178–2190.
13. *Кароли, Н.А.* Некоторые механизмы развития легочной гипертонии у больных хроническими обструктивными заболеваниями легких / Н.А. Кароли // Терапевтический архив. – 2005. – № 3. – С.87–93.
14. Европейские рекомендации по профилактике сердечно-сосудистых заболеваний в клинической практике (пересмотр 2016) / M.F. Piepoli, A.W. Hoes, S. Agewall [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2017. – № 6. – С.7–85.
15. *Авдеев, С.Н.* Дыхательная недостаточность / С.Н. Авдеев // Пульмонология и аллергология. – 2004. – № 1. – С.21–26.
16. Кислородтранспортная функция крови, уровень газотрансмиттеров и прооксидантно-антиоксидантное состояние при хронической обструктивной болезни легких / М.А. Добродей, В.В. Зинчук, Н.В. Глуткина, Ю.А. Шейфер // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2016. – № 2. – С.92–97.

REFERENCES

1. Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2017; http://goldcopd.org/gold-2017-global-strategy-diagnosis-management-pre-vention-copd/
2. Colin D Mathers, Dejan Loncar. Projections of Global Mortality and Burden of Disease from 2002 to 2030. PLoS Medicine. 2006; 3 (11): 2011-2030.
3. Nizet TAC, van den Elshout FJJ, Heijdra YF, van de Ven MJ, Mulder PG, Folgering HT. Survival of chronic hypercapnic COPD patients is predicted by smoking habits, comorbidity, and hypoxemia. Chest. 2005; 127 (6): 1904-1910.
4. Kolosov VP, Pavlenko VI. Prognozirovanie chastoty obostreniya hronicheskoj obstruktivnoj bolezni legkih, sochetannoj s ishemicheskoj bolezn'yu serdca [Prediction of the frequency of exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease, combined with coronary heart disease]. Byulleten' fiziologii i patologii dyhaniya [Bulletin of physiology and respiratory pathology]. 2012; 45: 35-37.
5. Solanes Garcia I, Casan Clara P. Causes of death and prediction of mortality in COPD. Archivos de Bronconeumología. 2010; 46 (7): 343-346.
6. Brill SE, Wedzicha JA. Oxygen therapy in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2014; 9: 1241-1252.
7. Rose BD, Post TW. Clinical physiology of acid-base and electrolyte disorders: 5th Edition. New York: McGraw-Hill. 2001; 999 p.
8. Morrison VV, Chesnokova NP, Bizenkova MN. Kislotno-osnovnoe sostoyanie; Tipovye narusheniya kislotno-osnovnogo sostoyaniya (lekciya 2) [Acid base condition; Typical Acid-Base Disorders (Lecture 2)]. Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij [International Journal of Applied and Basic Research]. 2015; 3-2: 273-278.
9. Wedzicha JA, Singh R, Mackay AJ. Acute COPD exacerbations. Clinics in Chest Medicine. 2014; 35 (1): 157-163.
10. Bajmakanova GE. Interpretaciya pokazatelej gazov arterial'noj krovi [The Interpretation of arterial blood gases]. Pul'monologiya i allergologiya [Pulmonology and Allergology]. 2013; 2: 42-45.
11. Plant PK, Owen JL, Elliott MW. One year period prevalence study of respiratory acidosis in acute exacerbations of COPD: implications for the provision of non-invasive ventilation and oxygen administration. Thorax. 2000; 55 (7): 550-554.
12. Wang N, Gates KL, Trejo H, Favoreto SJr, Schleimer RP, Sznajder JI, Beitel GJ, Sporn PH. Elevated CO2 selectively inhibits interleukin-6 and tumor necrosis factor expression and decreases phagocytosis in the macrophage. FASEB Journal. 2010; 24 (7): 2178-2190.
13. Karoli NA. Nekotorye mekhanizmy razvitiya legochnoj gipertonii u bol'nyh hronicheskimi obstruktivnymi zabolevaniyami legkih [Some mechanisms of pulmonary hypertension in patients with chronic obstructive pulmonary disease]. Terapevticheskij arhiv [Therapeutic Archive]. 2005; 3: 87–93.
14. Massimo F Piepoli, Arno W Hoes, Stefan Agewall, Christian Albus, et al. Evropejskie rekomendacii po profilaktike serdechno – sosudistyh zabolevanij v klinicheskoj praktike (peresmotr 2016) [European guidelines for the prevention of cardiovascular disease in clinical practice (2016 revision)]. Rossijskij kardiologicheskij zhurnal [Russian Journal of Cardiology]. 2017; 6: 7-85.
15. Avdeev SN. Dyhatel'naya nedostatochnost' [Respiratory failure]. Pul'monologiya i allergologiya [Pulmonology and Allergology]. 2004; 1: 21-26.
16. Dobrodej MA, Zinchuk VV, Glutkina NV, Shejfer YuA. Kislorod-transportnaya funkciya krovi, uroven' gazotransmitterov i prooksidantno – antioksidantnoe sostoyanie pri hronicheskoj obstruktivnoj bolezni legkih [Contribution of gas transmitters to the oxygen-carrying function of blood and prooxidant and antioxidant state in chronic obstructive pulmonary disease]. Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta [Journal of The Grodno State Medical University]. 2016; 2: 92-97.