

## Дефекты оказания медицинской помощи пациентам с острой дыхательной недостаточностью

А. В. Дац, Л. С. Дац, И. В. Хмельницкий

Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования — филиал Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования Минздрава России, Россия, 664049, г. Иркутск, мкр. Юбилейный, д. 100

## Insufficiency of Medical Care for Patients with Acute Respiratory Failure

Andrei V. Dats, Ludmila S. Dats, Igor V. Khmel'nitskii

Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate education, Russian Medical Academy of Continuing professional education, Ministry of Health of Russia 100 Yubileyny microdistrict, Irkutsk 664049, Russia

**Цель исследования.** Анализ дефектов оказания медицинской помощи пациентам с острой дыхательной недостаточностью в отделениях реанимации и интенсивной терапии.

**Материалы и методы.** Исследование носило ретроспективный характер и заключалось в изучении историй болезни 160 пациентов с острой дыхательной недостаточностью в возрасте от 15 до 84 лет, госпитализированных в отделения реанимации и интенсивной терапии 24 районных и городских больниц Иркутской области. Истории болезни предоставлены Территориальным фондом обязательного медицинского страхования граждан Иркутской области.

**Результаты.** Основные дефекты обследования при проведении искусственной вентиляции легких связаны с оценкой легочной функции, микробиологическим исследованием мокроты и лучевой диагностикой. ОДН не диагностирована у 32 из 160 пациентов ОРИТ, что составило 20%, а также в 23% случаев не диагностированы причины ОДН.

Больше всего дефектов в лечении пациентов с острой дыхательной недостаточностью было выявлено при устранении гипоксемии: отсутствие восстановления проходимости дыхательных путей, отсутствие назначения кислорода при гипоксемии, отсутствие проведения искусственной вентиляции легких при сохраняющейся гипоксемии на фоне максимальной подачи кислорода и поздний перевод на искусственную вентиляцию легких на стадии гипоксической остановки сердца.

**Заключение.** Использование только пульсоксиметрии при отсутствии анализов газов артериальной крови у 98% пациентов с острой дыхательной недостаточностью, отсутствие рентгенографии и/или мультиспиральной компьютерной томографии легких у 21% сопровождалось высоким уровнем гиподиагностики острого респираторного дистресс-синдрома (78%), ушиба легких (60%), тромбэмболии легочной артерии (40%), кардиогенного отека легких (33%), нозокомиальной пневмонии (28%). Дефекты лечения пациентов с ОДН в 46% случаев обусловлены неадекватным устранением гипоксемии, связанным с восстановлением проходимости дыхательных путей, назначением кислорода, проведением ИВЛ.

**Ключевые слова:** дефекты оказания медицинской помощи; острая дыхательная недостаточность; выживаемость, медицинские ошибки

**The purpose of the research:** to analyze insufficiency of medical care for patients with acute respiratory failure in the ICU.

**Materials and methods.** It was a retrospective study of 160 patients' medical records (age from 15 to 84 years) with acute respiratory failure (ARF) hospitalized in the ICUs of 24 regional and municipal hospitals of the Irkutsk Oblast. Medical records were provided by the Territorial Fund of Compulsory Medical Insurance of citizens of Irkutsk region.

**The results.** The basic defects in conducting mechanical ventilation were associated with improper lung function evaluation, microbiological tests of sputum and radiology. ARF was not diagnosed in 32 of 160 ICU patients (20%). In 23% of cases the causes of ARF were not diagnosed.

The greatest part of the defects in the treatment of patients with acute respiratory failure was found during the treatment of hypoxemia: no recovery of the respiratory tract patency, no prescription of oxygen for hypoxemia, no mechanical ventilation for persistent hypoxemia on the background of maximum oxygen supply and late switching to mechanical ventilation at the stage of hypoxic cardiac arrest.

**Conclusions.** The use of pulse oximetry alone in the absence of arterial blood gas analysis in 98% of patients with acute respiratory failure and failure to perform the lung X-ray and/or MSCT imaging in 21% of patients were

Адрес для корреспонденции:

Андрей Дац  
E-mail: avdats@rambler.ru

Correspondence to:

Andrei Dats  
E-mail: avdats@rambler.ru

accompanied by a high level of undiagnosed acute respiratory distress syndrome (78%), lung contusion (60%), pulmonary embolism (40%), cardiogenic pulmonary edema (33%), and nosocomial pneumonia (28%). Defects of treatment of patients with ARF in 46% of cases were caused by inadequate management of hypoxemia associated with the recovery of the respiratory tract patency, prescription of oxygen, and mechanical ventilation.

**Keywords:** *defects of medical care; acute respiratory failure; survival; medical errors*

DOI:10.15360/1813-9779-2017-4-64-72

## Введение

Острая дыхательная недостаточность (ОДН) является одной из наиболее актуальных проблем в интенсивной терапии и имеет большое социальное значение в силу своей распространенности, тяжести, высокой летальности и стоимости лечения [1–3].

Согласно результатам анализа судебно-медицинских экспертиз основной причиной смертельных исходов и необратимых поражений головного мозга во время анестезии являются экстренные ситуации, связанные с ОДН [4, 5].

В большинстве случаев анестезиологические осложнения являются условно предотвратимыми при выполнении клинических рекомендаций и аналитическом подходе к дефектам оказания медицинской помощи [6–8].

Основными причинами возникновения дефектов оказания неотложной помощи у пациентов с ОДН являются: недостатки организации помощи, неспособность оценить срочность клинической ситуации, низкий уровень освоения манипуляционных навыков, недостатки теоретической подготовки врачей [6–8].

Дефекты оказания медицинской помощи могут возникнуть при сборе анамнеза, проведении клинического обследования, лабораторного и инструментального обследования, а также при лечении ОДН [6, 7].

Учитывая, что при проведении искусственной вентиляции легких (ИВЛ) с использованием миорелаксантов всегда существует опасность развития гипоксии и гиперкапнии, необходимо управлять дыханием и проводить его в соответствии с потребностями больного, для этого необходимо проводить динамический контроль за наиболее важными параметрами дыхания больного, включая содержание газов артериальной крови и давление в дыхательных путях. Использование только пульсоксиметрии при отсутствии анализа газов артериальной крови приводит к неадекватной оценке оксигенации крови и параметров вентиляции, к неэффективной ИВЛ даже современными аппаратами.

Полностью исключить вероятность дефектов в интенсивной терапии невозможно. Для их минимизации необходимы современный уровень знаний, адекватный мониторинг, выполнение стандартов лечения и клинических рекомендаций [7, 8]. А

## Introduction

Acute respiratory failure (ARF) is one of the most topical problems in the intensive care and has a significant social impact because of its prevalence, severity of complications, mortality, and cost of treatment [1–3].

According to the results of the analysis of forensic examinations performed by E.G. Gavrilova, et al. (2014), N.A. Borovskikh, et al. (2014), the main cause of lethal outcomes and irreversible brain injuries during anesthesia are emergencies associated with ARF [4, 5].

In most cases, anesthesia complications are conditionally preventable when clinical recommendations and analytical approach to the defects of medical care are followed [6–8].

The main causes of defects of the intensive care of patients with ARF are as follows: poor organization, inability to assess the urgency of the clinical situation, low level of manipulation skills, lack of theoretical training [6–8].

Defects in providing medical care occur in examination of patient's history, clinical examinations, laboratory and instrumental examinations, as well as in the treatment of ARF [6, 7].

Taken into account that there is always the risk of hypoxia and hypercapnia during mechanical ventilation and prescription of muscle relaxants, the respiration should be managed and adjusted with the needs of the patient. For this purpose, it is necessary to conduct dynamic monitoring of the most important parameters of patient's respiration, including the arterial blood gases and respiratory tract pressure. The use of the pulse oximeter alone without blood gases test leads to inadequate oxygenation and ventilation assessment and ineffective mechanical ventilation even when modern devices are used.

It is impossible to completely eliminate the risk of faults in the intensive therapy.

To minimize the risk, doctors' awareness should be updated, adequate monitoring, implementation of standards of care and clinical guidelines should be established [7, 8]. The analysis of all defects of medical care in the ICU is required to draw lessons from others' mistakes and to avoid their repetition.

The purpose of this study was to analyze defects of medical care of patients with acute respiratory failure in the ICU.

также необходим анализ всех дефектов оказания медицинской помощи в ОРИТ, чтобы извлекать уроки из ошибок других и не повторять свои.

Цель исследования — анализ дефектов оказания медицинской помощи пациентам с острой дыхательной недостаточностью в отделениях реанимации и интенсивной терапии.

### Материал и методы

Исследование носило ретроспективный характер и заключалось в изучении историй болезни 160 пациентов с острой дыхательной недостаточностью, госпитализированных в ОРИТ 24 районных и городских больниц Иркутской области в период с 2010 по 2016 гг. Возраст обследуемых — от 15 до 84 лет. Истории болезни представлены Территориальным фондом обязательного медицинского страхования граждан Иркутской области. В исследование включены истории болезни, с результатами экспертизы которых согласились представители администрации больницы. Из исследования были исключены истории болезни пациентов, которые нуждались в паллиативной помощи. Протокол исследования был одобрен Этическим комитетом ИГМАПО (заседание № 1, 14 января 2010 г.). Экспертиза качества оказания медицинской помощи проводилась согласно Приказа Минздрава России от 07.07.2015 N 422ан «Об утверждении критериев оценки качества медицинской помощи» [9], Приказа Минздрава России от 15.11.2012 N 919н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи взрослому населению по профилю «анестезиология и реаниматология» [10], и клиническим рекомендациям Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов», «Диагностика и интенсивная терапия острого респираторного дистресс-синдрома», «Периоперационное ведение больных с сопутствующей дыхательной недостаточностью», «Обеспечение проходимости верхних дыхательных путей в стационаре» [11].

### Результаты и обсуждение

В начале исследования выявили причины возникновения ОДН у пациентов до поступления и в период нахождения в ОРИТ и представили их в табл. 1.

Установлено, что основными причинами возникновения ОДН в период нахождения в ОРИТ стали нозокомиальная пневмония, острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС), тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА), а до поступления в ОРИТ — тяжелая черепно-мозговая травма, внебольничная пневмония.

До поступления в ОРИТ причинами ОРДС стали: сепсис — у шести пациентов и панкреонекроз — у двоих. В период нахождения в ОРИТ ОРДС появился у четырех пациентов при аспирации и у шести при прогрессировании сепсиса.

В дальнейшем выявили структуру дефектов, допущенных при обследовании пациентов с ОДН в ОРИТ и представили ее в табл. 2.

### Materials and Methods

It was a retrospective study of 160 patients' medical records (age from 15 to 84 years) with acute respiratory failure (ARF) hospitalized in the ICUs of 24 regional and municipal hospitals of the Irkutsk Region. Medical records were provided by the Territorial Fund of Compulsory Medical Insurance of citizens of Irkutsk Region. The study included only those medical records, whose expert evaluation was accepted by the hospital management. Medical records of patients requiring palliative care were excluded from the study.

The study protocol was approved by the Ethics Committee of the Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education (meeting No.1, January 14, 2010).

The expert examination of the medical care quality was carried out according to Order No. 422an of the Ministry of Health of Russia as of 07.07.2015 «On the approval of criteria for assessing the quality of care» [9], Order No. 919n of the Ministry of Health of Russia as of 15.11.2012 «On approval of the procedure for providing medical care to the adult population according to the profile «Anesthesiology and reanimatology» [10], and national clinical guidelines of the All-Russian Public Organization «Federation of Anesthesiologists and Resuscitation Specialists» on «Diagnosis and intensive care of acute respiratory distress syndrome», «Perioperative management of patients with concurrent respiratory failure», «To Ensuring patency of the upper respiratory tract in hospital» [11].

### Results and Discussion

In the beginning of the study, the causes of ARF in patients before admission and during the ICU stay were identified. They are presented in table 1.

It was established that nosocomial pneumonia, acute respiratory distress syndrome (ARDS) and pulmonary embolism (PE) were the main causes of ARF during the ICU stay, and severe brain injury, community-acquired pneumonia, and stroke before admission to the hospital.

Prior to admission to the ICU, there were the following causes of ARDS: sepsis in six patients and pancreatonecrosis in two patients. During the ICU stay the ARDS developed in four patients with aspiration and six with the progression of sepsis.

Then, we have identified the structure of defects in management of ARF patients in the ICU. The data are presented in table 2.

In total, defects of the examination have been detected in 56% of patients with ARF. Our study demonstrated that basic defects were related to gathering a medical history, physical examination, radiology and assessment of fluid balance. It was also found that in the diagnosis of PE arterial blood gases were not examined, the alveolar-arterial oxygen difference was not calculated, and echocardiography was not performed resulting in underdiagnosis and late diagnosis. In the case of ARDS echocardiography was not performed, arterial blood gases were not tested,

**Таблица 1. Причины возникновения острой дыхательной недостаточности у пациентов отделений реанимации и интенсивной терапии.****Table 1. Causes of acute respiratory failure in patients in the intensive care units.**

Diagnosis	Number of ARF cases	
	Before joining the ICU	While at the ICU
Community-acquired pneumonia	24	—
Nosocomial pneumonia	12	17
Pulmonary embolism	4	6
Acute respiratory distress syndrome	8	10
Severe craniocerebral trauma	28	—
Spinal trauma	1	—
Lung contusion	5	—
Cardiogenic pulmonary edema	2	4
Stroke	4	10
An overdose of narcotic drugs	6	—
The use of anesthetics, analgesics and muscle relaxants	—	4
Pneumothorax	—	1
Status epilepticus	2	—
Laryngospasm	—	1
Meningitis	1	—
Burn injury	2	—
Poisoning	4	—
Pulmonary tuberculosis	1	—
Polyneuropathy	—	3

**Note.** ARF — acute respiratory failure.

**Примечание.** Diagnosis — диагноз; Number of ARF cases — число случаев острой дыхательной недостаточности; Before joining the ICU — до поступления в ОРИТ; While at the ICU — в период нахождения в ОРИТ. Для таблиц 1, 4: Community-acquired pneumonia — внебольничная пневмония; Nosocomial pneumonia — нозокомиальная пневмония; Pulmonary embolism — тромбоэмболия легочной артерии; Acute respiratory distress syndrome (ARDS) — острый респираторный дистресс синдром; Lung contusion — ушиб легких; Cardiogenic pulmonary edema — кардиогенный отек легких; Stroke — инсульт. Severe craniocerebral trauma — тяжелая черепно-мозговая травма; Spinal trauma — спинальная травма; An overdose of narcotic drugs — передозировка наркотическими препаратами; The use of anesthetics, analgesics and muscle relaxants — применение анестетиков, анальгетиков и миорелаксантов; Pneumothorax — пневмоторакс; Status epilepticus — эпилептический статус; Laryngospasm — ларингоспазм; Meningitis — менингит; Burn injury — ожоговая травма; Poisoning — отравления; Pulmonary tuberculosis — туберкулез легких; Polyneuropathy — полинейропатия.

**Таблица 2. Структура дефектов обследования пациентов с острой дыхательной недостаточностью в отделении реанимации и интенсивной терапии.****Table 2. Structure of defects of examination of patients with acute respiratory failure in the intensive care units.**

Defects of examination	The number of defects, n (%*)
The work of respiratory muscles was not assessed	45 (28)
Incomplete medical history	39 (24)
Respiratory tract patency was not assessed	36 (23)
Incomplete measurement of daily fluid balance	34 (21)
No lung X-ray and/or MSCT was performed	21 (13)
Plasma electrolytes were not analyzed	20 (13)
Pulse oximetry was not performed	8 (5)

**Note.** For tabl. 2, 5: \* — % of the total number of patients with acute respiratory failure ( $n=160$ ).

**Примечание.** Для таблиц 2, 3: Defects of examination — дефекты обследования. Для Таблиц 2, 3, 5: The number of defects — частота дефектов. The work of respiratory muscles was not assessed — не оценивалась работа дыхательной мускулатуры; Incomplete medical history — неполный анамнез; Respiratory tract patency was not assessed — не оценивалась проходимость дыхательных путей; Incomplete measurement of daily fluid balance — неполный учет суточного баланса жидкости; No lung X-ray and/or MSCT was performed — не проведена рентгенография и/или мультиспиральная компьютерная томография легких; Plasma electrolytes were not analyzed — не определены электролиты плазмы; Pulse oximetry was not performed — не проводилась пульсоксиметрия. Для таблиц 2, 5: \* — % указан от общего числа пациентов с ОДН ( $n=160$ ).

Дефекты в обследовании выявили у 56% пациентов с ОДН. Основные дефекты были связаны со сбором анамнеза, физикальным обследованием, лучевой диагностикой и оценкой водного баланса. Также установлено, что для диагностики ТЭЛА не исследовались газы артериальной крови, не рассчитывалась альвеоло-артериальная

and the ratio of the partial oxygen pressure in arterial blood to the inhaled oxygen fraction ( $PaO_2/FiO_2$ ) was not assessed.

The structure of examination defects in patients with acute respiratory failure in the ICU during MV was investigated separately and is presented in table 3.



**Таблица 3. Структура дефектов обследования пациентов с острой дыхательной недостаточностью в ОРИТ при проведении искусственной вентиляции легких.****Table 3. Structure of defects of examination of patients with acute respiratory failure in intensive care units during mechanical ventilation.**

Defects of examination	The number of defects, <i>n</i> (%*)
Alveolar-arterial oxygen difference was not determined	66 (100)
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> was not assessed	66 (100)
Arterial blood gases were not analyzed	65 (98)
Microbiological examination of sputum was not performed	50 (76)
No follow-up lung X-ray and/or MSCT was performed	45 (68)

**Note.** \* – % of the total number of patients who had MV (*n*=66).

**Примечание.** Alveolar-arterial oxygen difference was not determined – не определена альвеоло-артериальная разница по кислороду; was not assessed – не оценивалось; Arterial blood gases were not analyzed – не определены газы артериальной крови; Microbiological examination of sputum was not performed – не проводилось микробиологическое исследование мокроты; No follow-up lung X-ray and/or MSCT was performed – не проведена рентгенография грудной клетки и/или мультиспиральная компьютерная томография легких в динамике. \* – % указан от общего числа пациентов, которым проводилась ИВЛ (*n*=66).

разница по кислороду и не проводилась эхокардиография (ЭхоКГ), что приводило к гипо- и поздней диагностике. При ОРДС не проводилась ЭхоКГ, не определялись газы артериальной крови и не оценивалось соотношение напряжения кислорода в артериальной крови к инспираторной фракции кислорода (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>).

Структура дефектов обследования пациентов с острой дыхательной недостаточностью в ОРИТ при проведении ИВЛ исследована отдельно и представлена в табл. 3.

Из таблицы видно, что больше всего дефектов связано с оценкой легочной функции при проведении ИВЛ: не исследовались газы артериальной крови в 98% случаев и, соответственно, не рассчитывалась A-a разница по кислороду и не определялось соотношение между напряжением кислорода в артериальной крови и фракцией вдыхаемого кислорода (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>). На втором месте – дефекты связаны с отсутствием микробиологического исследования мокроты и на третьем месте – с отсутствием лучевой диагностики в динамике.

ОДН не диагностирована у 32 из 160 пациентов ОРИТ, что составило 20%, а также в 23% случаев не диагностированы причины ОДН. Структура дефектов диагностики причин ОДН, представлена в табл. 4.

Отмечается высокий уровень гиподиагностики ОРДС (78%), ушиба легких (60%), ТЭЛА (40%), кардиогенного отека легких (33%), нозокомиальной пневмонии (28%).

Осложнения ОДН (гипоксическое повреждение головного мозга и гипоксическая остановка сердца) в ОРИТ не диагностировались. Диагноз «постгипоксическая энцефалопатия», установленный неврологом в 4-х случаях, в заключительном диагнозе изменен на «дисциркуляторную», «токсическую» или «метаболическую энцефалопатию».

Все дефекты лечения пациентов с острой дыхательной недостаточностью в ОРИТ мы

It is clear from the table that most defects relate to assessment of lung functions during the MV: arterial blood gases were not analyzed in 98% and, therefore, the A-a difference in relation to oxygen was not calculated and the ratio between inhaled oxygen fraction and oxygen partial pressure in arterial blood (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>) was not determined. Defects associated with the absence of microbiological tests of are on the second place sputum and failure to perform follow-up radiation examination on the third.

ARF was not diagnosed in 32 of 160 of ICU patients (20%), and ARF causes were not diagnosed in 23% of cases. The structure of defects of the diagnosis of ARF causes is presented in table 4.

There was a high incidence of ARDS underdiagnosis (78%), lung contusion (60%), pulmonary embolism (40%), cardiogenic pulmonary edema (33%), and nosocomial pneumonia (28%).

Complications of ARF (hypoxic brain damage and hypoxic cardiac arrest) were not diagnosed in the ICU. Post-hypoxic encephalopathy diagnosed by a neurologist in 4 cases was called «discirculatory», «toxic», or «metabolic encephalopathy» in the final diagnosis.

All defects of treatment of patients with acute respiratory failure in the ICU were divided into defects associated and not associated with the management of hypoxemia. They are presented in table 5.

The table shows that in 46% of cases the defects of treatment of patients with ARF are caused by inadequate management of hypoxemia associated with the recovery of the respiratory tract patency, prescription of oxygen, and MV.

Lack of adequate laboratory examinations, for example, the use of pulse oximetry instead of arterial blood gases tests may be associated with inadequate oxygenation and ventilation control, which may cause complications during MV and may be masked by the critical state, as well as lead to underdiagnosis of ARF and later switching to MV.

In this study we found that the use of pulse oximetry alone without arterial blood gas analysis in

**Таблица 4. Структура дефектов диагностики причин острой дыхательной недостаточности в ОРИТ.**  
**Table 4. Structure of defects of diagnosis of causes of acute respiratory failure in intensive care units.**

The number of patients for each nosological form, n	Not diagnosed, n (%*)
ARDS, n=18	14 (78)
Lungs contusion, n=5	3 (60)
Pulmonary embolism, n=10	4 (40)
Cardiogenic pulmonary edema, n=6	2 (33)
Nosocomial pneumonia, n=29	8 (28)
Community-acquired pneumonia, n=24	4 (17)
Stroke, n=14	2 (14)

**Note.** \* – % of the total number of patients for each nosological form.

**Примечание.** The number of patients for each nosological form – число пациентов для каждой нозологической формы; Not diagnosed – не диагностированы. \* – % указан от общего числа пациентов для каждой нозологической формы.

**Таблица 5. Структура дефектов лечения пациентов с острой дыхательной недостаточностью.**  
**Table 5. Structure of defects of treatment of patients with acute respiratory failure.**

Defects of treatment	The number of defects, n (%)
<b>Defects associated with management of hypoxemia</b>	
MV was not performed for persistent hypoxemia on the background of maximum oxygen supply	28 (18)
Oxygen was not prescribed for hypoxemia (SpO <sub>2</sub> <93%)	26 (16)
Late switching to mechanical ventilation (at the stage of hypoxic cardiac arrest)	14 (9)
<b>Defects that are not associated with management of hypoxemia</b>	
Hypovolemia was not eliminated	12 (8)
Hypokalemia correction was not performed	8 (5)
Prescription of nitrates on the background of arterial hypotension	8 (5)
Prescription of b-blockers on the background of arterial hypotension	6 (4)
Antibiotics were not prescribed for pneumonia	6 (4)
Prescription of vasopressors before hypovolemia was corrected	5 (3)
The patency of the upper respiratory tract was not restored	4 (3)
Prescription of furosemide before hypovolemia was corrected	3 (2)
Antibiotics were not prescribed for sepsis	2 (1)

**Примечание.** Defects of treatment – дефекты лечения; Defects associated/ that are not associated with management of hypoxemia – дефекты, связанные / не связанные с устранением гипоксемии; MV was not performed for persistent hypoxemia on the background of maximum oxygen supply – неприведение ИВЛ при сохраняющейся гипоксемии на фоне максимальной подачи кислорода; Oxygen was not prescribed for hypoxemia – неназначение кислорода при гипоксемии; Late switching to mechanical ventilation (at the stage of hypoxic cardiac arrest) – поздний перевод на ИВЛ (на стадии гипоксической остановки сердца); The patency of the upper respiratory tract was not restored – не проведено восстановление проходимости дыхательных путей; Hypovolemia was not eliminated – не устранена гиповолемия; Hypokalemia correction was not performed – не проводилась коррекция гипокалиемии; Prescription of nitrates on the background of arterial hypotension – назначение нитратов на фоне артериальной гипотонии; Prescription of b-blockers on the background of arterial hypotension – назначение б-адреноблокаторов на фоне артериальной гипотонии; Antibiotics were not prescribed for pneumonia – не назначены антибиотики при пневмонии; Prescription of vasopressors before hypovolemia was corrected – назначение вазопрессоров при неустраненной гиповолемии; Prescription of furosemide before hypovolemia was corrected – назначение фуросемида при неустраненной гиповолемии; Antibiotics were not prescribed for sepsis – не назначены антибиотики при сепсисе.

разделили на дефекты, связанные и не связанные с устранением гипоксемии и представили в табл. 5.

Из таблицы видно, что дефекты лечения пациентов с ОДН в 46% случаев обусловлены неадекватным устранением гипоксемии, связанным с восстановлением проходимости дыхательных путей, назначением кислорода, проведением ИВЛ.

Отсутствие адекватного лабораторного обследования, например, использование пульсоксиметрии вместо определения газов артериальной крови, может сопровождаться неадекватным контролем вентиляции легких и оксигенации крови, что может вызвать осложнения при проведении

98% of patients with ARF and lung X-ray and/or MSCT in 21% of patients resulted in underdiagnosis of ARF and its causes: ARDS, lung contusion, PE, cardiogenic pulmonary edema, nosocomial pneumonia. Late switching to MV at the stage of hypoxic cardiac arrest was found in 14% of cases.

Taking into account the fact that the saturation correlates with the partial pressure of oxygen in arterial blood (PaO<sub>2</sub>) not directly but as an oxyhemoglobin dissociation curve, the pulse oximetry cannot monitor hyperoxia. Hyperoxia is associated with an increased mortality rate due to increased production of free radicals and enhancement of hyperoxic vasoconstriction [12]. The level of hyperoxia that can result in complications is PaO<sub>2</sub> of above 200–300 mm Hg, according

ИВЛ, которые маскируются критическим состоянием, а также приводят к гиподиагностике ОДН и позднему переводу на ИВЛ.

В нашем исследовании установлено, что использование только пульсоксиметрии при отсутствии анализов газов артериальной крови у 98% пациентов с ОДН и рентгенографии и/или мультиспиральной компьютерной томографии легких у 21% приводит к гиподиагностике ОДН и ее причин: ОРДС, ушиба легких, ТЭЛА, кардиогенного отека легких, нозокомиальной пневмонии. Поздний перевод на ИВЛ (на стадии гипоксической остановки сердца) отмечен нами в 14% случаев.

Учитывая, что  $SpO_2$  коррелирует с напряжением кислорода в артериальной крови ( $PaO_2$ ) не прямо, пульсоксиметрией нельзя контролировать гипероксию. Гипероксия связана с повышенной смертностью за счет увеличения образования свободных радикалов и усиления гипероксической вазоконстрикции [12].  $PaO_2$  выше 200–300 мм рт. ст. большинство исследователей считают уровнем, при котором гипероксия может привести к осложнениям [13]. Продолжительная гипероксия может привести к ателектазированию альвеол и легочному повреждению при сепсисе и политравме [14, 15]. Чтобы минимизировать осложнения гипероксии при проведении ИВЛ, необходимо контролировать показатели газов артериальной крови.

По данным E. Damiani et al., (2014) гипервентиляция при проведении ИВЛ приводит к увеличению летальности пациентов с политравмой [12]. Целевое напряжение углекислого газа в артериальной крови ( $PaCO_2$ ) должно быть равным 35–40 мм рт. ст.

Гипокапния вследствие гипервентиляции приводит к повышению вазоконстрикции, снижению мозгового кровотока и нарушению перфузии церебральной ткани. Лактоацидоз церебральной ткани возникает сразу после индукции гипокапнии у детей и взрослых с ЧМТ и геморрагическим шоком [13]. Даже умеренный уровень гипокапнии ( $PaCO_2 < 27$  мм рт. ст.) может привести к усугублению первичного повреждения головного мозга через апоптоз. При абсолютной или относительной гиповолемии, гиповентиляция с положительным давлением в конце вдоха может снизить венозный возврат и привести к гипотонии и сердечно-сосудистой недостаточности [13].

В нашем исследовании газы артериальной крови при проведении ИВЛ определены только у одного пациента из 66, что составило 2%, у него отмечался адекватный контроль проведения ИВЛ. В отношении остальных 65 пациентов, можно предполагать высокую вероятность вышеперечисленных осложнений при проведении ИВЛ без контроля газов артериальной крови.

Проблемы при определении газов артериальной крови связаны с наличием в ОПИТ соот-

to most researchers [13]. Prolonged hyperoxia can result in atelectasis and pulmonary damage in sepsis and polytrauma [14, 15]. To minimize the complications of hyperoxia during the MV, oxygenation should be monitored using parameters of arterial blood gases.

It should be taken into consideration that pulse oximetry measures oxygenation, but not ventilation. According to E. Damiani et al., (2014) hyperventilation in the MV leads to increased mortality of patients with polytrauma [12]. The target partial pressure of  $CO_2$  in arterial blood ( $PaCO_2$ ) should be equal to 35–40 mm Hg.

Hypocapnia due to hyperventilation leads to increased vasoconstriction, decreased cerebral circulation and impairment of cerebral tissue perfusion. Lactacidosis of cerebral tissue occurs immediately after the induction of hypocapnia in children and adults with craniocerebral trauma and hemorrhagic shock [13]. Even moderate hypocapnia ( $PaCO_2 < 27$  mmHg) may lead to the enhancement of the primary brain damage through apoptosis. In the case of absolute or relative hypovolemia, positive-pressure hypoventilation reduces venous return and leads to hypotension and circulatory insufficiency [13].

In our study the arterial blood gases during MV was tested only one of 66 patients (2%); in this case, the adequate control of oxygenation and ventilation during MV was observed. For the remaining 65 patients, in 98% of cases the assumption of a high probability of the above complications in the MV without monitoring of arterial blood gases had been performed.

The problem of evaluation of arterial blood gases depends on the availability of the corresponding equipment in the ICU and doctor's professional skills. According to international and national clinical guidelines, in order to assess the degree of hypoxemia, hypercapnia, acid-base balance while determining the indications for MV and its carrying out in ICU patients, it is necessary to study the parameters of arterial blood gases [10, 13, 14]; and gas analyzers are included in the list of required equipment ICU [9].

The problem of treatment defects in patients with ARF and concurrent complications is also related to the logistics and doctor's professional skills and has a legal solution [9, 10]. According to the analysis of forensic examinations performed by N.A. Borovskikh et al. (2014), the main cause of a high mortality among patients with rapidly progressive ARF was late diagnosis of respiratory dysfunction, which made it impossible to perform a timely and adequate intensive care [5]. The authors also found that erroneous diagnosis of ARF and a high incidence of iatrogenic complications confirmed the deterioration of doctors' professional skills.

Death or severe disability due to failure to prescribe oxygen in hypoxemia, non-compliance with the list of contraindications while prescribing medi-

ветствующего оборудования и профессиональным уровнем врача. Согласно международным и национальным клиническим рекомендациям для оценки степени гипоксемии, гиперкапнии, кислотно-основного состояния необходимо исследование параметров газов артериальной крови [10, 13, 14] при определении показаний и проведения ИВЛ у пациентов ОРИТ, газовые анализаторы включены в перечень необходимого оборудования ОРИТ [9].

Проблема дефектов лечения пациентов с ОДН и возникшими при этом осложнениями также связана с материально-техническим обеспечением и профессиональным уровнем врача и имеет законодательное решение [9, 10]. По данным анализа судебно-медицинских экспертиз основной причиной высокой летальности среди больных с быстро прогрессирующей ОДН является поздняя диагностика нарушений респираторной функции, что делает невозможным проведение своевременной и адекватной интенсивной терапии [5]. Также авторами установлено, что ошибочная диагностика ОДН и высокая частота ятрогенных осложнений является подтверждением низкого профессионального уровня врачей.

Смерть или тяжелая инвалидность вследствие неназначения кислорода при гипоксемии, неучета противопоказаний при назначении лекарственных средств, а также отсутствие лабораторных и лучевых методов диагностики входит в список медицинских событий, которые никогда не должны происходить «List never events» [16]. Данный список впервые опубликован The National Quality Forum в 2002 г., в последний раз он пересмотрен в 2016 году. Список включает 29 неблагоприятных событий, которые, как правило, можно предотвратить.

Представляется целесообразным дальнейший анализ структуры и причин дефектов оказания медицинской помощи с целью выработки рекомендаций по их устранению.

## Выводы

Использование только пульсоксиметрии при отсутствии анализов газов артериальной крови у 98% пациентов с ОДН и рентгенографии и/или мультиспиральной компьютерной томографии легких у 21% приводит к гиподиагностике при: ОРДС в 78% случаев, ушибе легких — в 60%, ТЭЛА — в 40%, кардиогенном отеке легких — в 33%, нозокомиальной пневмонии — в 28%.

Дефекты лечения пациентов с ОДН, в 46% случаев обусловлены неадекватным устранением

гипоксемии, связанным с восстановлением проходимости дыхательных путей, назначением кислорода, проведением ИВЛ.

Further analysis of the structures and causes of defects of medical care is required in order to make recommendations for their exclusion in future.

## Conclusion

The use a pulse oximeter alone without arterial blood gas analysis in 98% of patients with ARF and lung X-ray and/or MSCT in 21% of patients result in underdiagnosis of ARDS (in 78% of cases), lung contusions (60%), pulmonary embolism (40%), cardiogenic pulmonary edema (33%), and nosocomial pneumonia (28%).

Defects of treatment of patients with ARF in 46% of cases were caused by inadequate management of hypoxemia associated with the recovery of the respiratory tract patency, prescription of oxygen, and mechanical ventilation.

**Conflict of interests.** The authors claim the absence of the conflict of interests.

**Study transparency.** The study did not have any sponsorship. The researchers bear full responsibility for submission of the final version of the manuscript.

**Declaration of financial or other interactions.** The authors developed the study concept and design and wrote the manuscripts. The final version of the manuscript was approved by all the authors. The authors did not receive honorarium for research.

гипоксемии, связанным с восстановлением проходимости дыхательных путей, назначением кислорода, проведением ИВЛ.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Прозрачность исследования.** Исследование не имело спонсорской поддержки. Исследователи несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

**Декларация о финансовых и иных взаимодействиях.** Авторы осуществляли разработку концепции, схемы исследования и написание рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

## Литература

1. Stefan M.S., Shieh M.S., Pekow P.S., Rothberg M.B., Steingrub J.S., Lagu T., Lindenauer P.K. Epidemiology and outcomes of acute respiratory failure in the United States, 2001 to 2009: a national sur-

## References

1. Stefan M.S., Shieh M.S., Pekow P.S., Rothberg M.B., Steingrub J.S., Lagu T., Lindenauer P.K. Epidemiology and outcomes of acute respiratory failure in the United States, 2001 to 2009: a national sur-



## Optimization of ICU

- vey. *J. Hosp. Med.* 2013; 8 (2): 76-82. DOI: 10.1002 / jhm.2004. PMID: 23335231
2. *Lanken P.N.* Approach to acute respiratory failure. In: *Lanken P.N., Manaker S., Kohl B.A., Hanson C.W. (ed.)*. The Intensive Care Unit Manual. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2014: 3-13.
  3. *Мороз В.В., Кузовлев А.Н., Голубев А.М., Стец В.В., Половников С.Г.* Респираторная поддержка в безопасном режиме при нозокомиальной пневмонии. *Общая реаниматология*. 2015; 11 (2): 6-17. DOI: 10.15360/1813-9779-2015-2-6-17
  4. *Гаврилова Е.Г., Глущенко В.А.* Дефекты анестезиолого-реанимационной помощи (по материалам судебно-медицинской экспертизы). *Анестезиология и реаниматология*. 2014; 2: 70-75. PMID: 25055499
  5. *Боровских Н.А., Быховская О.А., Лаврентюк Г.П.* Ошибки в диагностике и лечении острой дыхательной недостаточности (по данным судебно-медицинской экспертизы). *Вестн. анестезиол. реаниматол.* 2014; 11 (6): 58-65.
  6. *Баринов Е.Х., Сундуков Д.В.* Анализ врачебных ошибок в медицинской практике. *Общая реаниматология*. 2012; 8 (2): 79-80. DOI: 10.15360/1813-9779-2012-2-79
  7. *Дац А.В., Горбачева С.М., Дац Л.С., Прокopcук С.В.* Структура врачебных ошибок и выживаемость пациентов отделений интенсивной терапии. *Вестн. анестезиол. реаниматол.* 2015; 12 (4): 44-49.
  8. *Кузовлев А.Н., Абдусаламов С.Н., Кузьмичев К.А.* Оценка качества базовых и расширенных реанимационных мероприятий в многопрофильном стационаре (симуляционный курс). *Общая реаниматология*. 2016; 12 (6): 27-38. DOI: 10.15360/1813-9779-2016-6-27-38
  9. Минздрав России. Приказ от 07.07.2015 №422ан «Об утверждении критериев оценки качества медицинской помощи».
  10. Минздрав России. Приказ от 15.11.2012 № 919н «Об утверждении порядка оказания медицинской помощи взрослому населению по профилю «анестезиология и реаниматология».
  11. Общероссийская общественная организация «Федерация анестезиологов и реаниматологов». Рекомендации. <http://far.org.ru/recomendation>
  12. *Damiani E., Adrario E., Girardis M., Romano R., Pelaia P., Singer M., Donati A.* Arterial hyperoxia and mortality in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit. Care*. 2014; 18 (6): 711. DOI: 10.1186/s13054-014-0711-x. PMID: 25532567
  13. *Rincon F., Kang J., Vibbert M., Urtecho J., Athar M.K., Jallo J.* Significance of arterial hyperoxia and relationship with case fatality in traumatic brain injury: a multicentre cohort study. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*. 2014; 85 (7): 799-805. DOI: 10.1136/jnnp-2013-305505. PMID: 23794718
  14. *Rossaint R., Bouillon B., Cerny V., Coats T.J., Duranteau J., Fernández-Mondéjar E., Filipescu D., Hunt B.J., Komadina R., Nardi G., Neugebauer E.A. M., Ozier Yc., Riddez L., Schultz A., Vincent J.L., Spahn D.R.* The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fourth edition. *Crit. Care*. 2016; 20: 100. DOI: 10.1186/s13054-016-1265-x. PMID: 27072503
  15. *Rhodes A., Evans L.E., Alhazzani W., Levy M.M., Antonelli M., Ferrer R., Kumar A., Sevransky J.E., Sprung C.L., Nunnally M.E., Rochwerg B., Rubenfeld G.D., Angus D.C., Annane D., Beale R.J., Bellinhan G.J., Bernard G.R., Chiche J.D., Coopersmith C., De Backer D.P., French C.J., Fujishima S., Gerlach H., Hidalgo J.L., Hollenberg S.M., Jones A.E., Karnad D.R., Kleinpell R.M., Koh Y., Lisboa T.C., Machado F.R., Marini J.J., Marshall J.C., Mazuski J.E., McIntyre L.A., McLean A.S., Mehta S., Moreno R.P., Myburgh J., Navalesi P., Nishida O., Osborn T.M., Perner A., Plunkett C.M., Ranieri M., Schorr C.A., Seckel M.A., Seymour C.W., Shieh L., Shukri K.A., Simpson S.Q., Singer M., Thompson B.T., Townsend S.R., Van der Poll T., Vincent J.L., Wiersinga W.J., Zimmerman J.L., Dellinger R.P.* Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock: 2016. *Crit. Care Med.* 2017; 45 (3): 486-552. DOI: 10.1097/CCM.0000000000002255. PMID: 28098591
  16. Never-events. U.S. Department of Health and Human Services. <https://psnet.ahrq.gov/primers/primer/3/never-events>

Поступила 18.05.17

Received 18.05.17