DOI:10.15360/1813-9779-2016-2-30-42

РЕСПИРАТОРНЫЕ НАРУШЕНИЯ В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ ОСЛОЖНЕННОЙ ТРАВМЫ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

С. А. Первухин, М. Н. Лебедева, А. А. Елистратов, А. В. Пальмаш, И. А. Стаценко

Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я. Л. Цивьяна Минздрава России,
Россия, 630091, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, д.17

Respiratory Disorders in Complicated Cervical Spine Injury

S. A. Pervukhin, M. N. Lebedeva, A. A. Elistratov, A. V. Palmasph, I. A. Stacenko

Ya. L. Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics,
17, Frunze Str., Novosibirsk 630091, Russia

Цель исследования: определить частоту развития и характер респираторных нарушений у больных с осложненной травмой шейного отдела позвоночника в зависимости от исходного неврологического дефицита.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный сравнительный анализ течения заболевания у 52 пациентов с осложненной травмой шейного отдела позвоночника: группа А — полное повреждение спинного мозга (ASIA A) — 37 больных; группа В — неполное повреждение (ASIA B) — 15 больных. Оценивали тяжесть состояния пациентов по интегральным шкалам, показатели респираторного паттерна и торакопульмональной податливости, газовый состав и кислотно-основное состояние крови. Регистрировали количество больных, нуждавшихся в пролонгированной ИВЛ, длительность ИВЛ, частоту развития нозокомиальной пневмонии, длительность пребывания в ОРИТ, сроки стационарного лечения, летальность.

Результаты. Средний балл по шкалам APACHE II и SOFA у больных в группе А имел более высокий уровень. Развитие острой дыхательной недостаточности требовало проведения длительной ИВЛ (более 48 ч) в группе А у 91,4% больных, а в группе В у 53,3% больных. Вентилятор-ассоциированная пневмония осложнила течение заболевания у 81,3% больных группы А и у 62,5% группы В с развитием сепсиса в 25% и в 12,5% случаях соответственно. Статистически значимое ухудшение биомеханических свойств и газообменной функции легких выявлено у больных, осложненных септической пневмонией.

Заключение. Осложненная травма шейного отдела позвоночника типа ASIA A и ASIA B определяет наличие дыхательной недостаточности нейрогенного генеза. Присоединение инфекционных бронхолегочных осложнений усугубляет течение дыхательной недостаточности у пациентов с ASIA A в 70,3%, с ASIA B в 33,3% случаев. Развитие пульмоногенного сепсиса приводит к ухудшению биомеханических и газообменной функций легких и увеличивает вероятность неблагоприятного исхода заболевания в 77,8% случаев. Высокая частота респираторных нарушений у пациентов с осложненной травмой шейного отдела позвоночника требует своевременного принятия решения о необходимости респираторной поддержки, особенно у пациентов с полным повреждением спинного мозга.

Ключевые слова: осложненная травма позвоночника; респираторные осложнения; вентилятор-ассоциированная пневмония; сепис; летальность

Objective. Evaluating the results of respiratory therapy in patients with complicated traumatic injury of the cervical spine.

Materials and methods. A retrospective comparative analysis of the clinical course was carried out in 52 patients with complicated traumatic injury of the cervical spine: group A: complete spinal cord injury (ASIA A), 37 patients and group B: incomplete injury (ASIA B), 15 patients. The severity of patients' status on integral scales, parameters of the respiratory pattern and thoracopulmonary compliance, gas composition, and acid-base status of the blood were assessed. Data on patients who required prolonged mechanical ventilation, duration of

Адрес для корреспонденции:

Сергей Первухин
E-mail: spervuhin@mail.ru

Correspondence to:

Mr. Sergei Pervukhin
E-mail: spervuhin@mail.ru

DOI:10.15360/1813-9779-2016-2-30-42

mechanical ventilation, incidence of nosocomial pneumonia, duration of stay in the ICU, time of hospital treatment, and mortality were included in the analysis.

Results. The average APACHE II and SOFA scores were higher in group A patients. The development of the acute respiratory failure required long-term mechanical ventilation (more than 48 hours) in 91.4% of group A patients and in 53.3% of group B patients. Ventilator-associated pneumonia complicated the disease in 81.3% of group A patients and 62.5% of group B patients and was accompanied by sepsis in 25% and 12.5% of cases, respectively. Statistically significant deterioration of biomechanical properties and gas exchange function of the lungs was observed in patients complicated with septic pneumonia.

Conclusion. Patients with complicated ASIA A and ASIA B cervical spine injuries demonstrate the presence of respiratory failure of neurogenic origin. In addition, the infectious bronchopulmonary complications aggravated respiratory failure in patients with ASIA A injury in 70.3% versus 33.3% in patients with ASIA B. Development of pulmonogenic sepsis led to deterioration of the biomechanical and gas exchange functions of the lungs and increased the likelihood of unfavorable outcome of the disease in 77.8% of cases. The high incidence of respiratory disorders in patients with complicated cervical spine injury requires timely decision on ventilatory support, especially in patients with complete spinal cord injury.

Key words: complicated spinal injury; respiratory complications; ventilator-associated pneumonia; sepsis; mortality

DOI:10.15360/1813-9779-2016-2-30-42

Введение

Переломы шейного отдела позвоночника составляют приблизительно 20—30% всех переломов позвоночника, из них 10—30% сопровождаются повреждением спинного мозга. Переломы С3—С7 позвонков составляют около 80% всех травм шейного отдела позвоночника. Особенно часто повреждаются наиболее подвижные С4—С5 и С5—С6 сегменты [1, 2]. Следствием травмы спинного мозга является рефлекторная депрессия ниже уровня его повреждения в результате прерывания потока нисходящей возбуждающей импульсации из вышележащих центров, что клинически проявляется развитием нейрогенного шока. Прекращение эфферентной симпатической импульсации сопровождается стойкой брадикардией, потерей базального тонуса мышц сосудистой стенки с развитием гипотензии и нарушением перфузии органов и тканей [3]. Паралич межреберных мышц и мышц живота приводит к альвеолярной гиповентиляции и нарушению дренажной функции легких, что обуславливает задержку секрета в трахеобронхиальном дереве и возникновение пневмонии. Развивающаяся системная гипоксемия способствует прогрессированию инфекционно-воспалительных осложнений с развитием полиорганной недостаточности и усугублению ишемии спинного мозга. Респираторные осложнения являются наиболее частыми среди пациентов с острым повреждением спинного мозга (до 80% от общего количества осложнений) и самыми распространенными причинами смерти у пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой (ПСМТ) шейного отдела (до 86% случаев смерти после острого повреждения спинного мозга) [4—7]. Наличие острой дыхательной недостаточности требует проведения длительной

Introduction

Fractures of the cervical spine account for approximately 20—30% of all spinal fractures and 10—30% of them are accompanied by spinal cord injuries. Fractures of the C3—C7 vertebrae account for about 80% of all cervical spine injuries. Most commonly, injuries of the most flexible C4—C5 and C5—C6 segments occur [1, 2]. Spinal cord injury results in reflex depression below the level of injury due to the interruption of the flow of descending excitatory impulses from the upstream centers, which clinically manifested by the development of neurogenic shock. Termination of the efferent sympathetic impulses is accompanied by persistent bradycardia, loss of the basal muscle tone of the vascular wall accompanied by the development of hypotension and impaired perfusion of organs and tissues [3].Paralysis of the intercostal and abdominal muscles leads to alveolar hypoventilation and disturbance of the drainage function of the lungs, which causes secretion retention in the tracheobronchial and pneumonia. Developing systemic hypoxemia contributes to progression of infectious and inflammatory complications accompanied by the development of multiple organ failure and aggravation of spinal cord ischemia. Respiratory complications are the most common causes of disease incidence in patients with acute spinal cord injury (up to 80% of the total number of complications) and the most common causes of death in patients with traumatic spinal cord injury (TSCI) of the cervical spine (up to 86% of deaths after acute spinal cord injury) [4—7]. The presence of acute respiratory failure causes a need in prolonged mechanical lung ventilation [8, 9]. However, evidences on a nature and incidence of respiratory complications according to the severity of existing neurological deficit are still scarce [10—13].

DOI:10.15360/1813-9779-2016-2-30-42

ИВЛ [8, 9]. Однако сведений о характере и частоте развития респираторных осложнений, с учетом тяжести имеющегося неврологического дефицита, явно недостаточно [10—13].

Цель исследования: определить частоту развития и характер респираторных нарушений у больных с осложненной травмой шейного отдела позвоночника в зависимости от исходного неврологического дефицита.

Задачи исследования:

1. Оценить тяжесть состояния больных с разной степенью исходного неврологического дефицита в динамике по интегральным шкалам.

2. Провести анализ показателей респираторного паттерна и респираторных осложнений в зависимости от степени исходного неврологического дефицита.

3. Вывить частоту развития вентилятор-ассоциированной пневмонии у пациентов с ПСМТ и определить влияние тяжести повреждения легких на их биомеханические и газообменные функции.

Материал и методы

Проведен ретроспективный сравнительный анализ течения заболевания у 52 пациентов с тяжелой осложненной травмой шейного отдела позвоночника, находившихся на лечении в отделении реанимации и интенсивной терапии Новосибирского НИИТО им. Я. Л. Цивьяна в период 2009—2014 гг. Тяжесть повреждения спинного мозга оценивали по классификации Американской ассоциации по спинальным повреждениям и Международного общества по параплегии — ASIA/IMSOP (1992) [3]. В исследование включались пациенты с ПСМТ на уровне С4—С7 сегментов с повреждением спинного мозга ASIA A и B. Критерии исключения: постреанимационная болезнь, аспирация пищевыми массами, легочное кровотечение.

В зависимости от степени исходного неврологического дефицита больные были разделены на две группы:

группа А — полное повреждение спинного мозга (ASIA A): полное нарушение проводимости ниже уровня повреждения с отсутствием двигательных и чувствительных функций — 37 больных;

группа В — неполное повреждение (ASIA B): двигательные функции отсутствуют ниже уровня повреждения, но сохранены элементы чувствительности — 15 больных.

Средний возраст больных в группе А составил 32,9±13 лет, в группе В — 38,3±17,4 лет (p>0,05). Больных мужского пола было 35 (94,6%).

Распределение больных в зависимости от уровня повреждения шейного отдела позвоночника представлены в табл. 1.

Причинами осложненной травмы шейного отдела явились: травма при нырянии в воду у 22 (42,3%), падение с высоты у 15 (28,8%), ДТП у 11 (21,2%), удар тяжелым предметом сверху у 4 (7,7%) пациентов. Все больные поступили на лечение в остром периоде травматической болезни спинного мозга.

При поступлении в стационар пострадавшим проводилось анамнестическое, общеклиническое, невроло-

The aim of the study was to determine the incidence and nature of respiratory failures in patients with complicated cervical spine injuries depending on the initial neurological deficit.

Scope of the study:

1. To assess the severity of condition of patients with varying degrees of the initial neurological deficit over time based on integral scales.

2. To analyze the respiratory parameters and results of respiratory therapy depending on the initial neurological deficit.

3. To assess the incidence of ventilator-associated pneumonia in patients with TSCI and determine the impact of the severity of lung injury on the biomechanical and gas exchange functions of the lungs.

Materials and Methods

Retrospective comparative analysis of the disease course in 52 patients with severe complicated injury of the cervical spine was performed. Patients were treated at the Intensive Care Unit (ICU) of the Ya. L. Tsiv'yan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics during the period from 2009 to 2014 years. The severity of spinal cord injury was assessed according to the classification of the American Spinal Injury Association and the International Medical Society of Paraplegia, ASIA/IMSOP (1992) [3]. The study included patients with TSCI at C4—C7 segments with ASIA A and B of spinal cord injury. Exclusion criteria included postresuscitation disease, aspiration of food masses, and pulmonary hemorrhage.

The patients were divided into 2 groups depending on the severity of the initial neurological deficit:

Group A, complete spinal cord injury (ASIA A): complete loss of conductivity below the level of injury characterized by the lack of motor and sensory functions, 37 patients;

Group B, incomplete injury (ASIA B): motor functions are absent below the injury level, but the elements of sensitivity are preserved, 15 patients.

The average age of group A patients was 32.9±13 years, the average age of group B patients was 38.3±17.4 years (P>0.05). Thirty five (94.6%) patients were males.

Distribution of patients depending on the level of cervical spine injury is shown in Table 1.

Complicated cervical spine injuries were caused by the following accidents: diving injury in 22 (42.3%) cases, fall from a height in 15 (28.8%) cases, traffic accident in 11 (21.2%) cases, hit by a heavy object from above in 4 (7.7%) patients. All patients were admitted at ICU during the acute period of the traumatic disease of the spinal cord.

At admission, all the injurers were subjected to anamnestic, clinical, neurological, and X-ray examination, MRI and CT diagnostics. All patients underwent surgical treatment aimed at decompression of the contents of the spinal canal, restoring the biomechanical axis, and stabilization of the injured spine. After surgery, patients were transferred to the intensive care unit (ICU). Intensive treatment in the ICU included administration of glucocorticoids to reduce the secondary damage to the spinal cord

DOI:10.15360/1813-9779-2016-2-30-42

Таблица 1. Распределение больных в зависимости от уровня повреждения позвоночника.
Table 1. Distribution of patients depending on the level of spine injury.

Groups	Level of spinal injury	
	C4—C5	C6—C7
A, *n* (%)	24 (64.9%)	13 (35.1%)
B, *n* (%)	11 (73.3%)	4 (26.7%)

Примечание: Здесь и для табл. 5: Level of spinal injury — уровень повреждения позвоночника.

гическое, рентгенологическое обследование, МРТ и КТ диагностика. Всем больным было выполнено хирургическое лечение, направленное на декомпрессию содержимого позвоночного канала, восстановление биомеханической оси и стабилизацию травмированного отдела позвоночника. После хирургического вмешательства больные переводились в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ). Интенсивная терапия в ОРИТ включала: назначение глюкокортикоидов с целью уменьшения вторичного повреждения спинного мозга и обеспечения регенерации поврежденных нейронов (согласно результатам исследования NASCIS III); поддержание адекватного перфузионного давления; респираторную терапию; нутритивную поддержку; профилактику стрессовых язв и тромбоэмболических осложнений; контроль и лечение инфекционных осложнений и пролежней.

Респираторная терапия проводилась с использованием аппаратов для проведения ИВЛ Drager, Германия (Savina, Evita XL, Infinity). Цель респираторной терапии — достижение и поддержание адекватного газообмена, снижение энергетической цены работы дыхания пациента и оптимизация его комфорта, обеспечение наибольшей безопасности в отношении повреждения альвеол. Параметры вентиляции подбирались таким образом, чтобы обеспечивалась нормокапния с $PaCO_2$ в пределах 35—45 мм рт. ст. и целевые значения: PaO_2>65 мм рт. ст. и pH 7,35—7,45. Предпочтение отдавалось вентиляции с управлением по давлению (PC, BiPAP, APRV, CPAP). Для обеспечения пролонгированной ИВЛ придерживались концепции протективной вентиляции легких: ДО 5—10 мл/кг, P_{plat}<35 см вод. ст., ПДКВ 5—15 см. вод. ст. [14]. При необходимости длительной ИВЛ выполняли раннюю трахеостомию. С целью профилактики вентилятор-ассоциированной пневмонии применялись одноразовые дыхательные контуры, увлажнители — обогреватели дыхательной смеси, антибактериальные фильтры, осуществлялась постоянная аспирация секрета из надманжеточного пространства интубационных и трахеостомических трубок, давление в манжете интубационных трубок поддерживалось на уровне 25—30 см вод. ст. Санация трахеобронхиального дерева проводилась с использованием стерильных растворов с помощью закрытых аспирационных систем.

Пациенты находились на функциональных кроватях с противопролежневым матрасом в положении с приподнятой под углом 30—45° верхней части туловища в условиях фиксации шейного отдела позвоночника воротником Филадельфия. Туалет ротоглотки проводился водным раствором хлоргексидина. Профилактика экзогенного инфицирования включала гигиену рук медицинского персонала и дезинфекцию респираторной аппаратуры и бронхоскопов. Для улучшения дре-

and facilitate regeneration of damaged neurons (according to the results of NASCIS III study); maintenance of an adequate perfusion pressure; respiratory therapy; nutritional support; prevention of stress ulcers and thromboembolic complications; control and treatment of infectious complications and pressure sores.

Respiratory therapy was performed using Drager lung ventilators, Germany (Savina, Evita XL, Infinity). The objective of respiratory therapy was to achieve and maintain adequate gas exchange, reduce energy costs of patient's work of breathing, and optimize his/her comfort, provide maximum safety against damage to the alveoli. The ventilation parameters were adjusted in such a way to maintain eucapnia with $PaCO_2$ between 35 and 45 mm Hg and targeted values PaO_2> 65 mmHg and pH 7.35—7.45. Pressure-controlled ventilation (PC, BiPAP, APRV, CPAP) was a preferred option. We followed the protective ventilation concept (tidal volume (Vt) 5—10 ml/kg, P_{plat}<35cm of water column, positive end-expiratory pressure (PEEP) 5—15 cm of water column) in order to provide the prolonged mechanical ventilation [14]. When long-term mechanical ventilation was needed, early tracheostomy was performed. Disposable breathing circuits, breathing gas heaters and humidifiers, and antibacterial filters were used, secretion was constantly aspirated from the supra-cuff space of the intubation and tracheostomy tubes, pressure in the cuff of endotracheal tubes was maintained at 25—30 cm of water column in order to prevent ventilator-associated pneumonia. Sanitation of the tracheobronchial tree was carried out using sterile solutions and closed suction systems. Patients were in functional beds with anti-bedsore mattresses with their upper torso raised at an angle of 30—45° and cervical spine fixed with Philadelphia collar. Oropharynx toilet was made with an aqueous solution of chlorhexidine. Prevention of exogenous infection included hand hygiene of medical personnel and disinfection of respiratory equipment and bronchoscopes. Kinesotherapy, incentive spirometry, deep breathing, and stimulated coughing were employed to improve the drainage function of the lungs.

The mechanical properties of the lungs were evaluated based on the following parameters: the frequency of hardware breaths (F), tidal volume (Vt), respiratory minute volume (MV), peak inspiratory pressure (PIP), positive end-expiratory pressure (PEEP), thoracopulmonary compliance (C_{stat}). Thoracopulmonary compliance and other parameters of the respiratory pattern were calculated using ventilator automated tests.

Gas composition and acid-base status of the blood (ABS) were monitored using GEM Premier 3000 gas analyzer (Instrumentation Laboratory, Bedford, MA, USA). The following parameters were assessed: the partial pressure of oxygen in the arterial blood (PaO_2),partial pressure of carbon dioxide in the arterial blood ($PaCO_2$), oxygena-

DOI:10.15360/1813-9779-2016-2-30-42

нажной функции легких проводили кинезотерапию, побудительную спирометрию, глубокое дыхание, стимуляцию откашливания.

Механические свойства легких оценивали на основании следующих параметров: частота аппаратных вдохов (F), дыхательный объем (Vt), минутный объем дыхания (MV), пиковое давление вдоха (PIP), положительное давление конца выдоха (PEEP), торакопульмональная податливость (C_{stat}). Расчеты торакопульмональной податливости и других показателей респираторного паттерна выполняли с помощью автоматизированных тестов вентилятора.

Газовый состав и кислотно-основное состояние крови (КОС) контролировали с помощью газоанализатора GEM Premier 3000, США. Оценивались: напряжение кислорода в артериальной крови (PaO_2), фракция кислорода во вдыхаемой газовой смеси (FiO_2), напряжение углекислого газа в артериальной крови ($PaCO_2$), индекс оксигенации (OI, PaO_2/FiO_2), альвеолярно-артериальный градиент по кислороду ($AaDO_2$), насыщение артериальной крови кислородом (SaO_2), pH, лактат, актуальный бикарбонат (AB) и избыток-дефицит оснований (BE) артериальной крови.

Исследование проводили в 1-е, 3-и, 7-е, 10-е, 15-е сутки нахождения больных в ОРИТ. Для объективизации степени тяжести состояния пациентов использовали шкалы APACHE II (Acute Physiology And Chronic Health Evaluation) и SOFA (Sequential Organ Failure Assessment).

Регистрировали количество больных, нуждавшихся в пролонгированной ИВЛ, длительность ИВЛ, частоту развития нозокомиальной пневмонии, длительность пребывания в ОРИТ, сроки стационарного лечения, летальность.

Статистический анализ полученных результатов выполнен с использованием стандартного пакета программ «Microsoft Office 2007» для персональных компьютеров. Стандартная обработка вариационных рядов включала подсчет значений средних арифметических величин (M), стандартных отклонений (σ) и доверительных интервалов (m). Достоверность различий количественных показателей между двумя группами оценивалась по критерию Манна-Уитни. Статистически значимыми считались различия при $p<0,05$.

Результаты и обсуждение

При оценке по интегральным шкалам наименьшие отличия между группами наблюдались в 1-е сутки ($p>0,05$) (рис. 1). В дальнейшем средний балл по шкалам APACHE II и SOFA у больных в группе А имел тенденцию к более высокому уровню. У больных в группе В средний балл по шкале APACHE II имел тенденцию к снижению на 7-е и 10-е сутки, а по шкале SOFA тенденция к уменьшению наблюдалась на всех последующих этапах исследования. При этом средний балл при оценке по шкалам APACHE II и SOFA у больных группы А был выше, чем у больных группы В. Отличия между группами по шкале APACHE II были зафиксированы также на 7-е ($p<0,05$) и 10-е

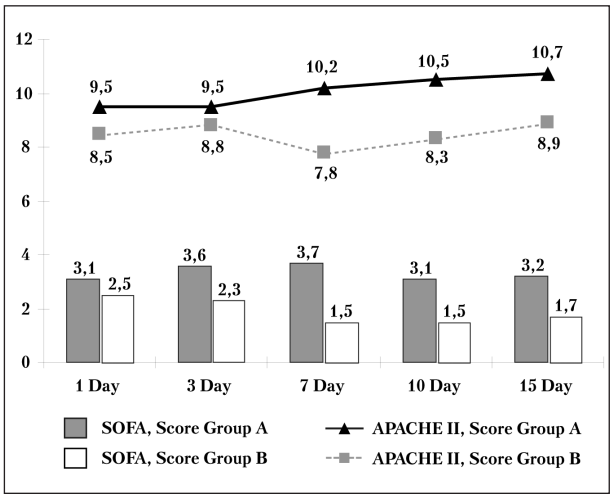

Рис. 1. Динамика тяжести состояния больных и выраженность органной дисфункции по шкалам SOFA и APACHE II.
Fig. 1. The dynamics of the severity of the patients state and the severity of organ dysfunction on the scale of SOFA and APACHE II.
Примечание: Здесь и для табл. 2, 3, 6: Days — сутки. Здесь и для табл. 6: Score — баллы; здесь, для рис. 2 и табл. 1—6: Group — группа.

tion index (PaO_2/FiO_2), alveolar-arterial gradient of oxygen ($AaDO_2$), pH, lactate, actual bicarbonate (AB), and base excess-deficit (BE) in the arterial blood.

The study was conducted on days 1, 3, 7, 10, and 15 of respiratory therapy. APACHE II (Acute Physiology And Chronic Health Evaluation), and SOFA (Sequential Organ Failure Assessment) scales were used for objective assessment of the severity of patients' state.

The number of patients who required prolonged mechanical ventilation, duration of mechanical ventilation, incidence of nosocomial pneumonia, duration of stay the ICU, time of hospital treatment, and mortality were recorded.

Statistical analysis of the results was made using the standard Microsoft Office 2007 software package for personal computers. Standard processing of the ordered series included the calculation of arithmetic mean values (M), standard deviations (σ), and confidence intervals (m). The significance of differences in the quantitative values between the two groups was evaluated using Mann-Whitney test. Differences were considered statistically significant at $P<0.05$.

Results and Discussion

The assessment on the integral scale demonstrated the smallest differences between the groups on day 1 ($P>0.05$) (Fig. 1). Later, the average APACHE II and SOFA scores in group A patients had a tendency to higher levels. In group B patients, the average APACHE II score tended to decrease on days 7 and 10, and SOFA score tended to decrease during all subsequent stages of the study. The average APACHE II and SOFA scores were higher in group A patients compared to group B patients. The differences between the groups in APACHE II score were also observed on days 7 ($P<0.05$) and 10 ($P<0.01$).

DOI:10.15360/1813-9779-2016-2-30-42

сутки (p<0,01). Значимые отличия между группами по шкале SOFA были зарегистрированы на всех последующих этапах наблюдения с достоверностью p<0,05 на 3-и и 15-е сутки, p<0,01 на 7-е и 10-е сутки.

Известно, что дыхательная недостаточность является ведущей причиной развития осложнений. К основным дыхательным мышцам относятся диафрагма (С3—С5) и межреберные мышцы (Th1—Th11). Дополнительные мышцы, участвующие в акте дыхания, включают грудинно-ключично-сосцевидные, трапецивидные (иннервируются XI парой ЧМН) и лестничные мышцы (С3—С8). Выдох является пассивным, но форсированный выдох и кашель, необходимые для очистки дыхательных путей от секрета, требуют участия мышц брюшной стенки (Th6—Th12). У больных с ПСМТ на шейном уровне со степенью неврологического дефицита ASA A и ASIA B наблюдаются нарушения иннервации указанных уровней дыхательной мускулатуры [3, 15].

По данным Como at al. проведение ИВЛ в связи с неврологической дыхательной недостаточностью у пациентов с полным повреждением шейного отдела спинного мозга требовалось у 92% пациентов и только у 35% при неполном повреждении [10]. Berney at al. сообщают о необходимости длительного протезирования дыхания у пациентов с травмой шейного отдела позвоночника ASIA A у 66,7% пациентов, а у пациентов с ASIA B у 57,7% [11]. В нашем исследовании развитие острой дыхательной недостаточности центрального генеза требовало проведения длительной ИВЛ (более 48 ч) у 40 (76,9%) пациентов. При этом в группе А длительная ИВЛ проводилась у 32 (91,4%) больных, в то время как в группе В у 8 (53,3%) больных (рис. 2), что сопоставимо с исследованиями других авторов.

Сравнительная оценка параметров респираторного паттерна у пациентов с длительной ИВЛ (более 48 ч) показывала увеличение в динамике пикового давления вдоха, частоты дыхания и положительного давления в конце выдоха в обеих группах с максимальными значениями на 7-е и 10-е сутки наблюдения наряду с уменьшением торакопульмональной податливости (табл. 2). У пациентов группы В на 15-е сутки отмечалось улучшение механических свойств легких, что отражалось более высокой торакопульмональной податливостью и меньшим значением пикового давления вдоха. Однако при статистическом анализе параметров респираторной поддержки различия между группами были статистически не значимы. Выявленное ухудшение биомеханики дыхания напрямую было связано с развитием бронхолегочных осложнений в раннем периоде ПСМТ, что полностью согласуется с данными других авторов, которые сообщали, что неспособ-

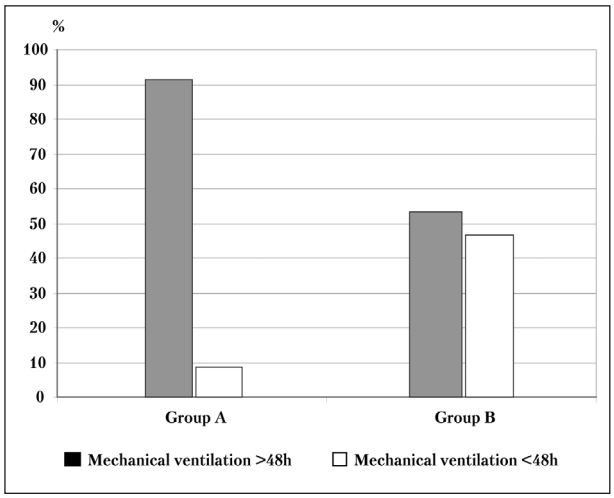

Рис. 2. Частота длительной искусственной вентиляции легких у больных групп А и В.
Fig. 2. The frequency of long-term mechanical ventilation in patients groups A and B.
Note: h — hours.
Примечание: mechanical ventilation — искусственная вентиляция легких; h — часы.

Significant differences between the groups on the SOFA scale were recorded during all subsequent stages of the study with confidence level P<0.05 on days3 and 15 and P<0.01 on days 7 and 10.

It is known that respiratory failure is the primary cause of complications. Diaphragm (C3—C5), and intercostal muscles (Th1-Th11) are the main respiratory muscles. Other muscles involved in respiration include the sternocleidomastoid, trapezoid (innervated by the XI pair of the cranial nerves (CNs)), and scalene muscles (C3—C8). The exhalation is passive, but forced expiration and cough that are necessary to clean the airways of secretions, require the participation of the abdominal wall muscles (Th6—Th12). Patients with complicated traumatic cervical spine injury with ASIA A and ASIA B neurological deficit have the impaired innervation of the mentioned respiratory muscles [3, 15].

According to Como et al, mechanical ventilation for neurological respiratory failure was required in 92% of patients with complete cervical spinal cord injury and only in 35% of those with incomplete injury [10]. Berney et al. reported a need for prolonged artificial respiration in 66.7% of patients with ASIA A cervical spine injury, and in 57.7% of patients with ASIA B injury [11]. In our study, the development of acute respiratory failure of central origin required a long-term mechanical ventilation (over 48 hours) in 40 (76.9%) patients. Out of them, long-term ventilation was performed in 32 (91.4%) group A patients and in 8 (53.3%) group B patients (Fig. 2) that is comparable to other studies.

The comparative evaluation of the parameters of the respiratory pattern in patients with long-term mechanical ventilation (over 48 hours) showed an

DOI:10.15360/1813-9779-2016-2-30-42

Таблица 2. Динамика показателей респираторного паттерна и торакопульмональной податливости.
Table 2. The dynamics of the respiratory pattern and thoracopulmonary compliance.

Parameters	Groups	Values of parameters on the days of study				
		1st	3d	7th	10th	15th
PIP, mbar	A	15.4±6.3	17.5±6	18.6±6.7	19.9±7.3	20.1±7.1
	B	14.1±4.3	17.1±7.5	19.9±8.6	20.3±6.4	16.2±8.1
V_t, ml/kg	A	7.6±1.2	7.7±1.5	8.1±1.9	8.2±1.3	8±1.2
	B	7.3±2.1	7.8±1.7	7.3±1.1	7.7±0.8	7.6±1.5
F, breaths/min	A	15.3±2.8	17.2±3.6	17.8±3.7	18.2±3.3	19.3±4.1
	B	14.5±2.2	15±2.3	17±1.7	15.7±3	16.8±3.7
MV, l/min	A	8.7±1.8	9.8±2.3	10.4±1.8	10.9±2	11.3±2.4
	B	8.9±1.2	10.2±1.8	10.8±1.2	11.9±3.3	11.1±1.1
PEEP, mbar	A	6.3±2.4	8.1±2.4	8.6±2.6	8.9±2.4	8.7±2.7
	B	6.6±2.1	8.3±2.3	8.3±4.1	9.8±2.6	8±2.6
C_{stat}, ml/mbar	A	70.6±22.9	68.4±26.4	62.3±22.1	62.7±25.9	59.4±24.4
	B	75.7±15.1	67±22.9	70.7±35.9	78.8±28.7	74.3±25.3

Note: PIP — peak inspiratory pressure; V_t — tidal volume; F — the frequency of hardware breaths; MV — respiratory minute volume; PEEP — positive end-expiratory pressure; C_{stat} — thoracopulmonary compliance.
Примечание: Здесь и для табл. 2—6: Parameters — показатели. Здесь и для табл. 6: PIP, mbar — пиковое давление вдоха, мбар; V_t ml/kg — дыхательный объем, мл/кг; F, breaths/min — частота аппаратных вдохов, дых/мин; MV, l/min — минутный объем дыхания, л/мин; PEEP — положительное давление конца выдоха; C_{stat}, ml/mbar — торакопульмональная податливость, мл/мбар; Здесь и для табл. 3, 6: Stages of the study — этапы исследования.

ность к эвакуации мокроты наряду с увеличением продукции бронхиального секрета, вследствие нарушения нейрогенного контроля секреторных желез, приводят к развитию обструктивных и рестриктивных нарушений с последующим присоединением инфекционных осложнений [9, 15—18]. По данным разных авторов частота развития пневмонии у больных с ПСМТ шейного отдела варьирует от 60,8% до 79% [9, 12, 13, 16—18]. В нашем наблюдении вентилятор-ассоциированная пневмония осложнила течение заболевания у 26 (81,3%) больных группы А и у 5 (62,5%) группы В. Прогрессирование пневмонии привело к развитию пульмоногенного сепсиса у 8 (25%) больных группы А и у 1 (12,5%) — группы В. Результатом этого больным группы А требовалась более длительная ИВЛ до 27,6±21,1 суток, а больным группы В соответственно 17,8±15,3 суток (p>0,05).

Следствием позитивных изменений механических свойств легких у пациентов группы В на 15-е сутки являлось улучшение газообменной функции, что подтверждалось меньшими значениями фракции кислорода во вдыхаемой смеси, альвеолярно — артериальной разницы по кислороду, напряжения углекислого газа в артериальной крови и более высоким уровнем сатурации артериальной крови кислородом, хотя отличия между группами являлись статистически не достоверными (табл. 3).

Известно, что постоянство кислотно — основного состояния определяется поддержанием равновесия кислых и щелочных компонентов крови в определенных узких допустимых границах. Даже незначительные отклонения в КОС оказывают влияние на активность ферментов, а следовательно, изменяют скорость биохимичес-

increase in the peak inspiratory pressure, respiratory rate, and positive end-expiratory pressure over time in both groups, with the highest values on days 7 and 10 of the study along with decreased thoracopulmonary compliance (Table 2). On day 15, group B patients demonstrated improved mechanical properties of the lungs, which was reflected in higher thoracopulmonary compliance and lower value of peak inspiratory pressure. However, statistical analysis of the parameters of respiratory support revealed no statistical differences between the groups. The observed worsening of respiratory biomechanics was directly associated with the development of bronchopulmonary complications during the early period of TSCI, which is fully consistent with the results of other authors, who reported that the failure to evacuate mucus along with increased production of bronchial secretions due to impaired neurogenic control of secretory glands lead to development of obstructive and restrictive disorders followed by the secondary infectious complications [9, 15—18]. According to different authors, the incidence of pneumonia in patients with cervical spinal cord injury varies between 60.8% and 79% [9, 12, 13, 16—18]. In our study, the ventilator-associated pneumonia complicated the course of the disease in 26 (81.3%) group A patients and in 5 (62.5%) group B patients. The progression of pneumonia led to the development of pulmonary sepsis in 8 (25%) group A patients and in 1 (12.5%) group B patient. As a result, group A patients required longer ventilation up to 27.6±21.1 days, while in group B patients it was17.8±15.3 days, respectively (P>0.05).

The positive changes in the mechanical properties of the lungs in group B patients on day 15 resulted in improved gas exchange function, which was

DOI:10.15360/1813-9779-2016-2-30-42

Таблица 3. Динамика показателей газообмена и кислотно-основного гомеостаза.
Table 3. Dynamics of gas exchange and acid-base homeostasis.

Parameters	Groups	Values of parameters on the days of study				
		1st	3d	7th	10th	15th
PaO_2, mm Hg	A	125±40	131±37.4	123±35	123±30.6	123±38
	B	114±42	107±42.8	139±33	123±24.3	125±42
FiO_2, %	A	0.4±0.08	0.44±0.1	044±0.11	0.47±0.13	0.46±0.14
	B	0.41±0.11	0.44±0.05	0.43±0.12	0.45±0.16	0.43±0.11
OI	A	318±99	310±113	296±98	282±105	290±116
	B	285±103	249±119	337±80	300±108	288±52
$AaDO_2$, mm Hg	A	115±65	142±75	146±83	168±99	155±111
	B	128±82	162±67	110±88	146±124	129±51
SaO_2, %	A	97.8±2.4	98.3±1.7	98±2.3	98.1±1.8	97.4±3.8
	B	97.7±2.1	97.1±2.5	98.7±1.4	98.5±1.1	98.6±1.5
$PaCO_2$, mm Hg	A	36.4±7.9	37.3±6.1	38.9±13.5	37.7±11.8	39.3±10.5
	B	32.8±6.4	35.3±2.4	33.4±8.5	32±6.1	35.8±3.4
pH	A	7.37±0.07	7.43±0.09	7.43±0.07	7.43±0.09	7.45±0.05
	B	7.39±0.06	7.46±0.06	7.43±0.07	7.43±0.07	7.46±0.05
Lactate, mmol/l	A	1.6±1.7	1.1±0.4	0.7±0.3	0.7±0.3	0.7±0.4
	B	2.9±1.4	1.5±0.9	0.8±0.1	0.7±0.2	0.9±0.5
AB, mmol/l	A	22±3.5	25.5±5	26.1±3.4	25.4±4.5	26.5±3
	B	20.8±1.7	25.6±4.1	24.2±1.4	23.4±1.7	26±4.3
BE, mmol/l	A	-4.1±4.9	0.79±6.7	1.49±5	0.67±6.3	2.2±4.2
	B	-5.93±2.8	0.78±5.6	-1.5±2.6	-2.6±2.4	1.2±6

Note: PaO_2 — the partial pressure of oxygen in the arterial blood; FiO_2 — fraction of inspired oxygen in a gas mixture; OI — oxygenation index (PaO_2/FiO_2); $AaDO_2$ — alveolar-arterial gradient of oxygen; SaO_2 — oxygen saturation of arterial blood; $PaCO_2$ — the partial pressure of carbon dioxide in the arterial blood; AB — actual bicarbonate, BE — base excess-deficit in the arterial blood.
Примечание: Здесь и для табл. 6: PaO_2, mm Hg — напряжение кислорода в артериальной крови, мм ст. ст.; FiO_2 — фракция кислорода во вдыхаемой газовой смеси; OI — индекс оксигенации (PaO_2/FiO_2); $AaDO_2$ — альвеолярно-артериальный градиент по кислороду; SaO_2 — насыщение артериальной крови кислородом; $PaCO_2$ — напряжение углекислого газа в артериальной крови. Lactate, mmol/l — лактат, ммоль/л; AB — актуальный бикарбонат, BE — избыток-дефицит оснований артериальной крови.

ких процессов, что в конечном итоге влечет изменение состояния больного в целом [19, 20]. Исследование кислотно — основного равновесия крови в 1-е сутки наблюдения выявило состояние компенсированного метаболического ацидоза вследствие дефицита оснований, что явилось следствием спинального шока у большинства пациентов обеих групп (табл. 3). В дальнейшем кислотно — основного равновесие смещалось в сторону алкалемии с развитием компенсированного метаболического алкалоза в результате повышения концентрации актуального бикарбоната.

Больные группы А, нуждались в значительно более длительном пребывании в отделении реанимации и интенсивной терапии (p<0,05) и в стационаре (p<0,01). Госпитальная летальность среди больных, включенных в настоящее исследование, составила 8 (15,4%) из 52. Высокая частота развития органной дисфункции и сепсиса стала причиной, определяющей более высокую госпитальную летальность у больных группы А. По литературным данным смертность при осложненной травме шейного отдела спинного мозга составляет от 18 до 48,3% [4, 9—10]. Результаты интенсивной терапии в группах наблюдения представлены в табл. 4.

С целью определения влияния тяжести повреждения легких на биомеханические и газооб-

confirmed by lower values of oxygen fraction in the inspired gas mixture, alveolar-arterial difference in oxygen content, partial pressure of carbon dioxide in the arterial blood, and higher saturation level of the arterial blood. However, the differences between the groups were not statistically significant (Table 3).

It is known that the constancy of the acid-base status is determined by maintaining the balance of acidic and alkaline components of the blood within certain narrow permissible limits. Even slight variations in the ABS affect enzyme activity and therefore alter the rate of biochemical processes, which ultimately alters the general condition of a patient [19, 20]. The study of the acid-base balance in the blood on day 1 of the study revealed compensated metabolic acidosis due to the lack of bases, which was the result of spinal shock in the majority of patients in both groups (Table 3). Later on, acid-base balance shifted toward alkalemia with the development of compensated metabolic alkalosis due to increased concentration of the actual bicarbonate.

Group A patients needed much longer stay in the intensive care unit (P<0.05) and in the hospital (P<0.01). Hospital mortality was 8 (15.4%) of 52 patients included in this study. High incidence of organ dysfunction and sepsis determined higher hospital mortality in group A patients. According to the literature data, the mortality rate associated with

DOI:10.15360/1813-9779-2016-2-30-42

Таблица 4. Результаты интенсивной терапии в группах наблюдения.
Table 4. Results of intensive care in the study groups.

Parameters	Values of parameters in groups of patients	
	A	B
Incidence of pneumonia, *n* (%)	26 (70.3%)	5 (33.3%)
Duration of stay in ICU, days	30.1±23.1	14.2±16*
Duration of hospital treatment, days	52±38.1	29±16.4*
Number of deaths, *n* (%)	7 (18.9%)	1 (6.7%)

Note: * — the significance of differences between groups A and B, $P<0.05$.
Примечание: Incidence of pneumonia — частота развития пневмонии. Здесь и для табл. 6: Duration of stay in ICU — длительность нахождения в ОРИТ; Duration of hospital treatment — длительность стационарного лечения; Number of deaths — количество летальных исходов. Здесь и для табл. 5: patients — больные. * — достоверность различий между группами А и В, $p<0,05$.

Таблица 5. Распределение больных с развитием вентилятор-ассоциированной пневмонией и сепсисом.
Table 5. Distribution of patients with ventilator-associated pneumonia and sepsis.

Parameters		Values of parameters in groups of patients	
		1 (pneumonia), *n*=21	2 (pneumonia+sepsis), *n*=9
Age, years		31.8±14.2	37.2±12.4
Level of spinal injury, *n* (%)	C4—C5	14 (66.7%)	7 (77.8%)
	C6—C7	7 (33.3%)	2 (22.2%)
Spinal cord injury, *n* (%)	ASIA A	17 (81%)	8 (88.9%)
	ASIA B	4 (19%)	1 (11.1%)
Duration of mechanical ventilation, days		26.5±20.4	35.6±23.6
Duration of stay in ICU, days		34.3±22.1	38.3±26.8
Duration of hospital treatment, days		65.9±36.6	46.7±40.9*
Number of deaths, *n* (%)		—	7 (77.8%)

Note: * — the significance of differences between groups, $P<0.05$.
Примечание: Age, years — возраст, годы; Spinal cord injury — повреждение спинного мозга; Duration of mechanical ventilation — длительность искусственной вентиляции легких; pneumonia+sepsis — пневмония+сепсис. * — достоверность различий между группами, $p<0,05$.

менную функции легких в остром периоде позвоночно-спинномозговой травмы шейного отдела позвоночника нами проведен сравнительный анализ клинических показателей у больных с вентилятор-ассоциированной пневмонией — группа 1 и вентилятор-ассоциированной пневмонией, осложненной сепсисом — группа 2. Основные исследуемые характеристики в исследуемых группах представлены в табл. 5. Диагноз вентилятор-ассоциированной пневмонии выставляли на основании появления «свежих» очагово-инфильтративных изменений на рентгенограмме легких через 48 часов после начала ИВЛ в сочетании с лихорадкой, лейкоцитозом, выделением гнойной мокроты и патогенных микроорганизмов по данным микробиологического исследования аспирата из трахеобронхиального дерева [21, 22]. Диагностика сепсиса проводилась согласно критериям Американского колледжа пульмонологов и общества специалистов критической медицины — ACCP/SCCM [23, 24].

Как следует из табл. 5 больные группы 2 были более старшего возраста ($p>0,05$), у них преобладали травма позвоночника на уровне C4—C5 и степень повреждения спинного мозга ASIA A.

В 1-е сутки наблюдения тяжесть состояния между группами по шкалам APACHE II и SOFA

complicated cervical spinal cord injury is 18—48,3% [4, 9—10]. The results of intensive care in the study groups are shown in Table 4.

In order to determine the influence of the severity of lung injury on the biomechanical and gas exchange function of the lungs in acute period of cervical cord injury, we carried out a comparative analysis of clinical parameters in patients with ventilator-associated pneumonia (group 1) and ventilator-associated pneumonia complicated by sepsis (group 2). The main studied characteristics in the study groups are shown in Table 5. The diagnosis of ventilator-associated pneumonia was established on the basis of the appearance of «fresh» focal-infiltrative changes on chest radiography 48 hours after the beginning of mechanical ventilation in combination with fever, leukocytosis, and purulent expectoration with pathogens according to the microbiological examination of tracheobronchial tree aspirate [21, 22]. Diagnosis of sepsis was conducted according to the criteria of the American College of Chest Physicians and the Society of Critical Care Medicine, ACCP/SCCM [23, 24].

As shown in Table 5, group 1 and group 2 patients were of similar ages ($P>0.05$). In these patients the traumatic spinal injuries at C4—C5 and ASIA A level of spinal cord injury were similarly occured.

DOI:10.15360/1813-9779-2016-2-30-42

Таблица 6. Динамика тяжести состояния, показателей респираторного паттерна и газообмена.
Table 6. Dynamics of severity state and parameters of respiratory pattern and gas exchange.

Parameters	Groups	Values of parameters on the days of study				
		1st	3d	7th	10th	15th
APACHE II score	1	9.5±2.9	9.9±2.3	9.5±2.5	9.4±2.2	8.7±2.5
	2	10±2.1	12.4±2.4*	14.4±4.4*	17.2±7.5*	18.9±7.3*
SOFA score	1	2.9±1.9	3.3±1.9	3.1±2.1	2.6±1.5	2.2±1.7
	2	3.2±2.1	4.8±1.4#	5.7±1.3*	5.9±2.6*	7.3±2.8*
PIP, mbar	1	13.2±4.1	16.3±6	17.3±6.7	19.1±7.1	18.5±6.4
	2	17.3±9.7	21.7±6.7#	22.7±6.6#	24.7±6.8	24±6.3
Vt, ml/kg	1	7.6±1.7	7.8±1.8	7.9±1.6	8.2±1.4	8.4±1.2
	2	6.9±0.7	7.4±1.2	7.4±1	7.7±0.7	7.3±0.9
F, breaths/min	1	15.2±1.8	17±3.3	16.9±2.2	17.1±3.1	17±3.1
	2	16.1±4.2	18.4±3.8	20.6±3.1*	20.6±3.2*	22.2±3.9*
MV, l/mil	1	8.5±1.3	9.9±1.9	9.7±1.4	10.7±2.8	10.6±2.5
	2	8.9±2.3	10.8±3.1	11.9±1.8*	12.3±1.3#	12.6±1.6#
PEEP, mbar	1	5.6±1.7	7.8±2.4	8.2±3.4	9±2.3	8.4±2.4
	2	6.4±2.7	8.7±2.4	9.1±2.8	9.4±2.6	9.7±2.8
Cstat, ml/mbar	1	75.3±21.4	73.7±27.3*	70.7±23.1*	70.2±23.8*	68.1±20.9*
	2	65.7±28.1	47.6±14.9	43.4±11.2	45.6±18.4	43.3±19.9
PaO_2, mm Hg	1	127±38	134±41.7#	127±32#	130±33.4	128±34
	2	116±53	105±30.2	101±27	115±27.5	109±48
FiO_2, %	1	0.4±0.08	0.45±0.07	0.42±0.11	0.44±0.09	0.42±0.09
	2	0.4±0.13	0.5±0.1	0.5±0.13	0.58±0.17*	0.6±0.13*
OI	1	318±90	305±107#	314±75.9*	309±106#	316±90.6*
	2	312±136	222±93	214±72.5	215±90.6	191±99.7
$AaDO_2$, mm Hg	1	110±56.8	142±68.5	121±77.5	137±82.2	119±67.6
	2	132±103	202±74.4#	227±64.2*	259±123*	269±113*
SaO_2, %	1	98.1±2.1	98.4±1.9#	98.3±1.4	98.5±1.4	98.6±1.1
	2	96.8±3.5	97±2.2	96.4±3.2	97.3±2.4	94.9±5.8
$PaCO_2$, mm Hg	1	36.8±6.6	38.2±4.5	36.6±7.9	34±8.7	37.5±4.6
	2	32.1±5.1	34.4±9.3	43.6±23.3	45.4±16.5#	43.4±18.8

Note: # — the significance of differences between groups; $P<0.05$, * — the significance of differences between groups, $P<0.01$.
Примечание: # — достоверность различий между группами, $p<0,05$; * — достоверность различий между группами, $p<0,01$.

достоверно не отличалась ($p>0,05$) (табл. 6). Дальнейшее течение заболевания у больных 2 группы характеризовалось увеличением баллов к 15 суткам по шкале APACHE II почти в 2 раза, а по шкале SOFA в 2,3 раза. При сравнительном исследовании у больных 2 группы достоверно более высокий балл по интегральным шкалам был на 3-и, 7-е, 10-е и 15-е сутки ($p<0,05$). Анализ механических свойств легких и показателей газообмена выявил отсутствие достоверных различий между группами в 1-е сутки наблюдения ($p>0,05$) (табл. 6). В дальнейшем, у больных 2 группы достоверно более низкие показатели торакопульмональной податливости, индекса оксигенации и более высокие значения альвеолярно-артериальной разницы по кислороду были отмечены на всех последующих этапах наблюдения. Причинами зарегистрированных изменений, по нашему мнению, явилось снижение эластичности легких, вследствие инфильтрации и уплотнения легких на фоне интерстициального отека и коллапса альвеол, что согласуется с сообщениями других исследователей [25—27]. Тяжелое состояние больных с вентилятор-ассоциированной пневмонией, осложненной сепсисом, прогрессивно нарастающее в динамике, сопровождалось ухудшением би-

On day 1 of the study, there was no significant difference between the groups in the severity of condition according to APACHE II and SOFA scores ($P>0.05$) (Table 6). The further course of the disease in group 2 patients was characterized by almost twofold increase in APACHE II score and 2.3-fold increase in SOFA score by day 15. A comparative study has shown significantly higher scores on the integral scales on days 3, 7, 10, and 15 ($P<0.05$)in group 2 patients. Analysis of the mechanical properties of the lungs and gas exchange parameters revealed no significant differences between the groups on day 1 of the study ($P>0.05$) (Table 6). Later on, group 2 patients demonstrated significantly lower values of thoracopulmonary compliance, oxygenation index, and higher values of the alveolar-arterial oxygen pressure difference in all subsequent stages of the study. In our opinion, the recorded changes were caused by decreased lung compliance due to infiltration and in duration of the lungs along with interstitial pulmonary edema and alveolar collapse, which is consistent with reports of other investigators [25—27]. Severe condition of patients with ventilator-associated pneumonia complicated by sepsis progressively increased over time and was accompanied by deterioration of biomechanical

DOI:10.15360/1813-9779-2016-2-30-42

омеханических свойств легких, нарастанием параметров респираторной поддержки и нарушением газообменной функции легких. Следствием прогрессирующей полиорганной недостаточности на фоне тяжелого инфекционного токсикоза у 7 (77,8%) больных группы 2 наступил летальный исход (табл. 5). Тогда как у больных группы 1 летальных исходов не было. При этом 28-дневная летальность у больных группы 2 составила 71,4%, что объясняет более длительные сроки стационарного лечения больных группы 1. Как сообщает Berlly дыхательная недостаточность является причиной смертности среди пациентов с острым повреждением спинного мозга в 86% случаях [8]. Данные других литературных источников подтверждают, что легочные осложнения являются ведущими причинами смерти у пострадавших с осложненной травмой шейного отдела спинного мозга [4, 6, 8—13, 16—18].

Заключение

Осложненная травма шейного отдела позвоночника типа ASIA A и ASIA B определяет наличие дыхательной недостаточности нейрогенного генеза. Подобные респираторные нарушения регистрируются в 91,4% случаев у пациентов с неврологическим дефицитом ASIA A и в 53,3% случаев у пациентов с неврологическим дефицитом ASIA B. Присоединение инфекционных бронхолегочных осложнений — пневмонии, усугубляет течение дыхательной недостаточности у пациентов с ASIA A в 70,3%, с ASIA B в 33,3% случаев. Развитие пульмоногенного сепсиса у больных с ПСМТ шейного отдела, осложненной вентилятор-ассоциированной пневмонией, приводит к ухудшению биомеханических и газообменной функций легких и увеличивает вероятность неблагоприятного исхода заболевания в 77,8% случаев. Высокая частота респираторных нарушений у пациентов с осложненной травмой шейного отдела позвоночника требует своевременного принятия решения о необходимости респираторной поддержки, особенно у пациентов с полным повреждением спинного мозга.

properties of the lungs, the growth of the respiratory support parameters, and disturbance of gas exchange function of the lungs. Progressive multiple organ failure with underlying severe infectious toxicosis resulted in lethal outcome in7 (77.8%) group 2 patients (Table 5), while there were no lethal outcomes in group 1 patients. The 28-day mortality in group 2 patients was 71.4%, which explains longer inpatient treatment of group 1 patients. According to Belly [8], respiratory failure is the cause of death among patients with acute spinal cord injury in 86% of cases. Data from other literary sources suggest that pulmonary complications are the leading causes of death in patients with complicated cervical spinal cord injury [4, 6, 8—13, 16—18].

Conclusion

Complicated ASIA A and ASIA B cervical spine injuries determine the presence of respiratory failure of neurogenic origin. These respiratory disorders are registered in 91.4% of patients with ASIA A grade and in 53.3% of patients with ASIA B grade of neurological deficit. Addition of infectious bronchopulmonary complication in the form of pneumonia aggravates respiratory failure in patients with ASIA A injury in 70.3%, in those with ASIA B — in 33.3% of cases. Development of pulmonogenic sepsis in patients with cervical spinal cord injury leads to deterioration of the biomechanical and gas exchange functions of the lungs and increases the likelihood of an unfavorable outcome of the disease in 77.8% of cases. The high incidence of respiratory failure in patients with complicated cervical spine injury requires in-time decision making on the requirement ofa ventilatory support, specifically, in patients with complete spinal cord injury.

Литература

1. *Рерих В.В., Ластевский А.Д.* Хирургическое лечение повреждений нижнешейного отдела позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2007; 1: 13–20.
2. *Луцик А.А., Рерих В.В., Бондаренко Г.Ю., Карпенко В.С.* Позвоночно-спинномозговая травма (классификационная характеристика, хирургическое лечение). Учебное пособие. Новокузнецк: Высшее образование; 2011.
3. *Гельфанд Б.Р., Салтанов А.И. (ред.).* Интенсивная терапия. Национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2009.
4. *Баринов А.Н., Кондаков Е.Н., Яковенко И.В.* Выживаемость и летальность при острой позвоночно-спинномозговой травме в Архангельской области. *Экология человека*. 2011; 8: 51–55.
5. *Баринов А.Н., Кондаков Е.Н.* Организация помощи пострадавшим с позвоночно-спинномозговой травмой в Архангельской области. *Нейрохирургия*. 2011; 3: 73–78.
6. *Осинцев В.В., Худяев А.Т.* Анализ летальности при повреждениях шейного отдела позвоночника. *Гений ортопедии*. 2003; 2: 80–81.
7. *Hassid V.J., Schinco M.A., Tepas J.J., Griffen M.M., Murphy T.L., Frykberg E.R., Kerwin A.J.* Definitive establishment of airway control is

References

1. *Rerikh V.V., Lastevsky A.D.* Khirurgicheskoe lechenie povrezhdenii nizhnesheinogo otdela pozvonochnika. [Surgery for lower cervical spine injuries]. *Khirurgiya Pozvonochnika*. 2007; 1: 13–20. [In Russ.]
2. *Lutsik A.A., Rerikh V.V., Bondarenko G.Yu., Karpenko V.S.* Pozvonochno-spinnomozgovaya travma (klassifikatsionnaya kharakteristika, khirurgicheskoe lechenie). Uchebnoe posobie. [Spinal trauma (classification, surgical treatment). Manual]. Novokuznetsk: Vyssheye Obrazovanie; 2011. [In Russ.]
3. *Gelfand B.R., Saltanov A.I. (red.).* Intensivnaya terapiya. Natsionalnoe rukovodstvo. [Intensive therapy. National manual]. Moscow: GEOTAR-Media; 2009. [In Russ.]
4. *Barinov A.N., Kondakov E.N., Yakovenko I.V.* Vyzhivaemost i letalnost pri ostroi pozvonochno-spinnomozgovoi travme v Arkhangelskoi oblasti. [Survival and lethality in acute vertebral-cerebrospinal injuries in Arkhangelsk Region]. *Ekologiya Cheloveka*. 2011; 8: 51–55. [In Russ.]
5. *Barinov A.N., Kondakov E.N.* Organizatsiya pomoshchi postradavshim s pozvonochno-spinnomozgovoi travmoi v Arkhangelskoi oblasti. [Health care organization for patients with spinal trauma in the Arkhangelsk Region]. *Neirokhirurgiya*. 2011; 3: 73–78. [In Russ.]

critical for optimal outcome in lower cervical spinal cord injury. *J. Trauma*. 2008; 65 (6): 1328–1332. http://dx.doi.org/10.1097/TA.0b013e31818d07e4. PMID: 19077622

8. *Berlly M., Shem K.* Respiratory management during the first five days after spinal cord injury. *J. Spinal Cord Med*. 2007; 30 (4): 309–318. PMID: 17853652
9. *Ryken T.C., Hurlbert R.J., Hadley M.N., Aarabi B., Dhall S.S., Gelb D.E., Rozzelle C.J., Theodore N., Walters B.C.* The acute cardiopulmonary management of patients with cervical spinal cord injuries. *Neurosurgery*. 2013; 72 (Suppl 2): 84–92. http://dx.doi.org/10.1227/NEU.0b013e318276ee16. PMID: 23417181
10. *Como J.J., Sutton E.R., McCunn M., Dutton R.P., Johnson S.B., Aarabi B., Scalea T.M.* Characterizing the need for mechanical ventilation following cervical spinal cord injury with neurologic deficit. *J. Trauma*. 2005; 59 (4): 912–916. http://dx.doi.org/10.1097/01.ta.0000187660.03742.a6. PMID: 16374281
11. *Berney S.C., Gordon I.R., Opdam H.I., Denehy L.* A classification and regression tree to assist clinical decision making in airway management for patients with cervical spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2011; 49 (2): 244–250. http://dx.doi.org/10.1038/sc.2010.97. PMID: 20697418
12. *Berney S., Bragge P., Granger C., Opdam H., Denehy L.* The acute respiratory management of cervical spinal cord injury in the first 6 weeks after injury: a systematic review. *Spinal Cord*. 2011; 49 (1): 17–29. http://dx.doi.org/10.1038/sc.2010.39. PMID: 20404832
13. *Casha S., Christie S.* A systematic review of intensive cardiopulmonary management after spinal cord injury. *J. Neurotrauma*. 2011; 28 (8): 1479–1495. http://dx.doi.org/10.1089/neu.2009.1156. PMID: 20030558
14. *Лебединский К.М., Мазурок В.А., Нефедов А.В.* Основы респираторной поддержки. СПб.: Человек; 2008: 208.
15. *Форд П., Терон А.* Повреждения шейного отдела позвоночника. В кн.: *Недашковский Э.В., Кузьков В.В. (ред.)*. Основы интенсивной терапии. Северодвинск; 2014: 197–209.
16. *Бажанов С.П., Ульянов В.Ю., Макаркина Е.В., Островский В.В., Норкин И.А., Щуковский В.В.* Мультидисциплинарный подход в профилактике и лечении бронхолегочных осложнений в остром периоде многоуровневой нестабильной травмы шейного отдела позвоночника и спинного мозга. *Хирургия позвоночника*. 2012; 3: 67–71.
17. *Норкин И.А., Щуковский В.В., Ульянов В.Ю., Макаркина Е.В., Островский В.В.* Клинические особенности и тактика лечения пациентов с бронхолегочными осложнениями в остром и раннем периодах позвоночно-спинномозговой травмы. *Хирургия позвоночника*. 2009; 3: 75–78.
18. *Ульянов В.Ю., Норкин И.А., Макаркина Е.В., Щуковский В.В.* Антибактериальная терапия бронхолегочных осложнений у пациентов с травмой шейного отдела позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2010; 3: 72–76.
19. *Дементьева И.И.* Клинические аспекты состояния и регуляции кислотно-основного гомеостаза. М.: ЮНИМЕД-пресс; 2002: 80.
20. *Лукьянов Д.С., Лебедева М.Н., Рахматилаев Ш.Н., Шевченко В.П., Рерих В.В.* Особенности газообмена в ходе многоэтапных хирургических вмешательств при травматических повреждениях позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2012; 2: 79–86.
21. *Чучалин А.Г., Гельфанд Б.Р. (ред.)*. Нозокомиальная пневмония у взрослых. Российские национальные рекомендации. М.; 2009: 92.
22. *Егорова Н.И., Власенко А.В., Мороз В.В., Яковлев В.Н., Алексеев В.Г.* Вентилятор-ассоциированная пневмония: диагностика, профилактика, лечение (современное состояние вопроса). *Общая реаниматология*. 2010; 6 (1): 79–88. http://dx.doi.org/10.15360/1813-9779-2010-1-79
23. *Савельев В.С., Гельфанд Б.Р.* Сепсис в начале XXI века. Классификация, клинико-диагностическая концепция и лечение. Патологоанатомическая диагностика. М.: Литтерра; 2006: 176.
24. *Мороз В.В., Лукач В.Н., Шифман Е.Н., Долгих В.Т., Яковлева В.И.* Сепсис: клинико-патофизиологические аспекты интенсивной терапии. Руководство для врачей. Петрозаводск: ИнтелТек; 2004: 291.
25. *Мороз В.В., Власенко А.В., Голубев А.М.* ОРДС-патогенез и терапевтические мишени. *Анестезиология и реаниматология*. 2014; 59 (4): 45–52. PMID: 25549486
26. *Ярошецкий А.И., Проценко Д.Н., Резепов Н.А., Гельфанд Б.Р.* Настройка положительного давления конца выдоха при паренхиматозной ОДН: статическая петля «давление объем» или транспульмональное давление? *Анестезиология и реаниматология*. 2014; 59 (4): 53–59. PMID: 25549487
27. *Выжигина М.А., Мизиков В.М., Сандриков В.А., Лукьянов М.В., Титов В.А., Жукова С.Г., Паршин В.Д., Рябова О.С., Курилова О.А., Алексеев А.В., Бунятян А.А.* Современные особенности респираторного обеспечения в торакальной хирургии. Традиционные проблемы и инновационные решения (опыт более 2 тыс. анестезий). *Анестезиология и реаниматология*. 2013; 58 (2): 34–40. PMID: 24000649

Поступила 30.11.15

6. *Osintsev V.V., Khudyaev A.T.* Analiz letalnosti pri povrezhdeniyakh sheinogo otdela pozvonochnika. [The lethality analysis for injuries of the cervical spine]. *Genii Ortopedii*. 2003; 2: 80–81. [In Russ.]
7. *Hassid V.J., Schinco M.A., Tepas J.J., Griffen M.M., Murphy T.L., Frykberg E.R., Kerwin A.J.* Definitive establishment of airway control is critical for optimal outcome in lower cervical spinal cord injury. *J. Trauma*. 2008; 65 (6): 1328–1332. http://dx.doi.org/10.1097/TA.0b013e31818d07e4. PMID: 19077622
8. *Berlly M., Shem K.* Respiratory management during the first five days after spinal cord injury. *J. Spinal Cord Med*. 2007; 30 (4): 309–318. PMID: 17853652
9. *Ryken T.C., Hurlbert R.J., Hadley M.N., Aarabi B., Dhall S.S., Gelb D.E., Rozzelle C.J., Theodore N., Walters B.C.* The acute cardiopulmonary management of patients with cervical spinal cord injuries. *Neurosurgery*. 2013; 72 (Suppl 2): 84–92. http://dx.doi.org/10.1227/NEU.0b013e318276ee16. PMID: 23417181
10. *Como J.J., Sutton E.R., McCunn M., Dutton R.P., Johnson S.B., Aarabi B., Scalea T.M.* Characterizing the need for mechanical ventilation following cervical spinal cord injury with neurologic deficit. *J. Trauma*. 2005; 59 (4): 912–916. http://dx.doi.org/10.1097/01.ta.0000187660.03742.a6. PMID: 16374281
11. *Berney S.C., Gordon I.R., Opdam H.I., Denehy L.* A classification and regression tree to assist clinical decision making in airway management for patients with cervical spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2011; 49 (2): 244–250. http://dx.doi.org/10.1038/sc.2010.97. PMID: 20697418
12. *Berney S., Bragge P., Granger C., Opdam H., Denehy L.* The acute respiratory management of cervical spinal cord injury in the first 6 weeks after injury: a systematic review. *Spinal Cord*. 2011; 49 (1): 17–29. http://dx.doi.org/10.1038/sc.2010.39. PMID: 20404832
13. *Casha S., Christie S.* A systematic review of intensive cardiopulmonary management after spinal cord injury. *J. Neurotrauma*. 2011; 28 (8): 1479–1495. http://dx.doi.org/10.1089/neu.2009.1156. PMID: 20030558
14. *Lebedinsky K.M., Mazurok V.A., Nefedov A.V.* Osnovy respiratornoi podderzhki. [Basics of respiratory support]. Sankt-Peterburg: Chelovek; 2008: 208. [In Russ.]
15. *Ford P., Teron A.* Povrezhdeniya sheinogo otdela pozvonochnika. V kn.: *Nedashkovsky E.V., Kuzkov V.V. (red.)*. Osnovy intensivnoi terapii. [Cervival spinal trauma. In: *Nedashkovsky E.V., Kuzkov V.V. (eds.)*. Basics of intensive therapy]. Severodvinsk; 2014: 197–209. [In Russ.]
16. *Bazhanov S.P., Ulyanov V.Yu., Makarkina E.V., Ostrovsky V.V., Norkin I.A., Shchukovsky V.V.* Multidistsiplinarnyi podkhod v profilaktike i lechenii bronkholegochnykh oslozhnenii v ostrom periode mnogourovnevoi nestabilnoi travmy sheinogo otdela pozvonochnika i spinnogo mozga. [A multidisciplinary approach to prevention and treatment of bronchopulmonary complications in the acute period of multilevel unstable cervical spine and spinal cord injury]. *Khirurgiya Pozvonochnika*. 2012; 3: 67–71. [In Russ.]
17. *Norkin I.A., Shchukovsky V.V., Ulyanov V.Yu., Makarkina E.V., Ostrovsky V.V.* Klinicheskie osobennosti i taktika lecheniya patsientov s bronkholegochnymi oslozhneniyami v ostrom i rannem periodakh pozvonochno-spinnomozgovoi travmy. [Clinical features and treatment approach for patients with bronchopulmonary complications in acute and early periods of the spine and spinal cord injury]. *Khirurgiya Pozvonochnika*. 2009; 3: 75–78. [In Russ.]
18. *Ulyanov V.Yu., Norkin I.A., Makarkina E.V., Shchukovsky V.V.* Antibakterialnaya terapiya bronkholegochnykh oslozhnenii u patsientov s travmoi sheinogo otdela pozvonochnika. [Antibacterial therapy of bronchopulmonary complications]. *Khirurgiya Pozvonochnika*. 2010; 3: 72–76. [In Russ.]
19. *Dementyeva I.I.* Klinicheskie aspekty sostoyaniya i regulyatsii kislotno-osnovnogo gomeostaza. [Clinical aspects of acid-base state and regulation]. Moscow: UNIMED-press; 2002: 80. [In Russ.]
20. *Lukyanov D.S., Lebedeva M.N., Rakhmatilaev Sh.N., Shevchenko V.P., Rerikh V.V.* Osobennosti gazoobmena v khode mnogoetapnykh khirurgicheskikh vmeshatelstv pri travmaticheskikh povrezhdeniyakh pozvonochnika. [Features of gas exchange during multistage surgical intervention for traumatic spine injury]. *Khirurgiya Pozvonochnika*. 2012; 2: 79–86. [In Russ.]
21. *Chuchalin A.G., Gelfand B.R. (red.)*. Nozokomialnaya pnevmoniya u vzroslykh. Rossiiskie natsionalnye rekomendatsii. [Nosocomial pneumonia in adults. Russian national guidelines]. Moscow; 2009: 92. [In Russ.]
22. *Egorova N.I., Vlasenko A.V., Moroz V.V., Yakovlev V.N., Alekseyev V.G.* Ventilyator-assotsiirovannaya pnevmoniya: diagnostika, profilaktika, lechenie (sovremennoe sostoyanie voprosa). *Obshchaya Reanimatologiya*. [Ventilator-associated pneumonia: diagnosis, prevention, treatment (state-of-the-art of the problem). *General Reanimatology*]. 2010; 6 (1): 79–88. http://dx.doi.org/10.15360/1813-9779-2010-1-79. [In Russ.]
23. *Savelyev V.S., Gelfand B.R.* Sepsis v nachale XXI veka. Klassifikatsiya, kliniko-diagnosticheskaya kontseptsiya i lechenie. Patologoanatomicheskaya diagnostika. [Sepsis in the beginning of 21st century. Classification, diagnosis and treatment. Pathological diagnostics]. Moscow: Litterra; 2006: 176. [In Russ.]

24. *Moroz V.V., Lukach V.N., Shifman E.N., Dolgikh V.T., Yakovleva V.I.* Sepsis: kliniko-patofiziologicheskie aspekty intensivnoi terapii. Rukovodstvo dlya vrachei. [Sepsis: clinical and pathological aspects of intensive therapy. Manual for physicians]. Petrozavodsk: IntelTek; 2004: 291. [In Russ.]

25. *Moroz V.V., Vlasenko A.V., Golubev A.M.* ORDS-patogenez i terapevticheskie misheni. [Pathogenesis and target therapy of acute respiratory distress syndrome]. *Anesteziologiya i Reanimatologiya*. 2014; 59 (4): 45–52. PMID: 25549486. [In Russ.]

26. *Yaroshetsky A.I., Protsenko D.N., Rezepov N.A., Gelfand B.R.* Nastroika polozhitelnogo davleniya kontsa vydokha pri parenkhimatoznoi ODN: staticheskaya petlya «davlenie-obyem» ili transpulmonalnoe davlenie? [Positive end-expiratory pressure adjustment in parenchimal respiratory failure: static pressure-volume loop or transpulmonary pressure?]. *Anesteziologiya i Reanimatologiya*. 2014; 59 (4): 53–59. PMID: 25549487. [In Russ.]

27. *Vyzhigina M.A., Mizikov V.M., Sandrikov V.A., Lukyanov M.V., Titov V.A., Zhukova S.G., Parshin V.D., Ryabova O.S., Kurilova O.A., Alekseyev A.V., Bunyatyan A.A.* Sovremennye osobennosti respiratornogo obespecheniya v torakalnoi khirurgii. Traditsionnye problemy i innovatsionnye resheniya (opyt bolee 2 tysyach anestezii). [Respiratory support in anaesthetic management for thoracic surgery and their comparative characteristics: over 2000 anaesthesia experience]. *Anesteziologiya i Reanimatologiya*. 2013; 58 (2): 34–40. PMID: 24000649. [In Russ.]

Submited 30.11.15

ОБЩАЯ РЕАНИМАТОЛОГИЯ

Научно-практический журнал «Общая реаниматология»,
входящий в перечень ВАК РФ, предназначен для врачей анестезиологов-реаниматологов
и научных сотрудников.

Тематика журнала: патогенез, клиника, диагностика, лечение, профилактика и патологическая анатомия критических, терминальных и постреанимационных состояний. Вопросы оказания догоспитальной помощи при критических состояниях. Вопросы обучения населения и медицинского персонала приемам оказания неотложной помощи при критических состояниях.

Аудитория: лечебные учреждения; высшие учебные заведения медицинского профиля; медицинские учреждения последипломного образования, Федеральные и региональные органы управления здравоохранением, медицинские научно-исследовательские институты; медицинские библиотеки.

ПОДПИСКА

В любом почтовом отделении связи по каталогу «Роспечать»

• индекс 46338 — для индивидуальных подписчиков
• индекс 46339 — для предприятий и организаций

Диссертации на соискание ученой степени доктора наук без опубликования основных научных результатов в ведущих журналах и изданиях, перечень которых утвержден Высшей аттестационной комиссией, будут отклонены в связи с нарушением п. 10 Положения о порядке присуждения ученых степеней.

Перечень журналов ВАК, издаваемых в Российской Федерации по специальности 14.01.20 «Анестезиология и реаниматология», в которых рекомендуется публикация основных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата медицинских наук:

- *Анестезиология и реаниматология;*
- *Общая реаниматология.*