

ФУНКЦИЯ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ТРАВМАТИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА И СПИННОГО МОЗГА НА ШЕЙНОМ УРОВНЕ

EXTERNAL RESPIRATION FUNCTION IN PATIENTS WITH CONSEQUENCES OF TRAUMATIC CERVICAL
SPINAL CORD INJURY

Коновалова Н.Г. Konovalova N.G.
Дедикова Т.Н. Dedikova T.N.
Филатов Е.В. Filatov E.V.
Хохлова О.И. Khokhlova O.I.

ФГБУ «Новокузнецкий научно-практический
центр медико-социальной экспертизы и реабилитации
инвалидов» Министерства труда и социальной защиты
Российской Федерации

г. Новокузнецк, Россия

Novokuznetsk Scientific and Practical Centre
for Medical and Social Evaluation and Rehabilitation
of Disabled Persons,

Novokuznetsk, Russia

Функция внешнего дыхания (ФВД) у пациентов с повреждением спинного мозга на шейном уровне изучена недостаточно. Информация о влиянии на эту функцию уровня, тяжести и давности повреждения спинного мозга важна для организации восстановительного лечения.

Цель исследования — анализ функции внешнего дыхания у пациентов с повреждением спинного мозга на шейном уровне в промежуточный и поздний периоды заболевания.

Материал и методы. Проведено 46 исследований ФВД: 34 мужчин и 12 женщин, медиана возраста 34 (30–44) года. Учитывали: жизненную емкость легких (ЖЕЛ, л), должную жизненную емкость легких (ДЖЕЛ, л), отношение жизненной емкости легких к должным величинам (ЖЕЛ/ДЖЕЛ, %), объем форсированного выдоха за первую минуту (ОФВ-1, л), индекс Тиффно (%). Для определения влияния различных факторов на показатели ФВД пациентов распределяли по группам в зависимости от уровня, тяжести и давности повреждения позвоночника и спинного мозга.

Результаты. ЖЕЛ и ОФВ-1 у всех обследованных оказались ниже антропометрической нормы, индекс Тиффно соответствовал норме. Снижение ЖЕЛ более выражено у пациентов с повреждением на верхнешейном уровне (С5 и выше) и большей тяжестью повреждения спинного мозга (типы А и В). Статистически значимого влияния давности травмы на показатели ФВД не выявлено.

Выводы. У пациентов с травматической болезнью спинного мозга, шейным уровнем повреждения имеет место ухудшение ФВД вследствие уменьшения дыхательных объемов, выраженность которого зависит от уровня и типа повреждения шейного отдела спинного мозга.

Ключевые слова: позвоночно-спинномозговая травма на шейном уровне; функция внешнего дыхания; жизненная емкость легких; индекс Тиффно

External respiratory function (ERF) in patients with spinal cord injury at the cervical level has not been sufficiently studied. Information about the impact on this function of the level, severity and duration of spinal cord injury is important for organizing rehabilitation treatment.

Objective — analysis of external respiratory function in patients with spinal cord injury at the cervical level in the intermediate and late periods of the disease.

Materials and methods. 46 studies of ERF were conducted: 34 men and 12 women, median age of 34 (30–44). The following parameters were taken into account: lung vital capacity (LVC, l), reference lung vital capacity (RLVC, l), ratio of lung vital capacity to reference values (LVC/RLVC, %), forced expiratory volume in the first minute (FEV-1, l), Tiffno index (%). To determine the influence of various factors on respiratory function indicators, patients were divided into groups depending on the level, severity and duration of damage to the spine and spinal cord.

Results. LVC and FEV-1 in all examined were below the anthropometric norm. Tiffno index corresponded to the normal values. The decrease in vital capacity is more pronounced in patients with damage at the upper cervical level (C5 and above) and a greater severity of spinal cord injury (types A and B). There was no statistically significant effect of the duration of the injury on the respiratory function indicators.

Conclusion. In patients with traumatic spinal cord disease at the cervical level of injury, respiratory function deteriorates due to a decrease in tidal volumes, the severity of which depends on the level and type of injury to the cervical spinal cord.

Keywords: spinal cord injury at the cervical level; external respiration function; vital capacity of the lungs; Tiffno index

Для цитирования: Коновалова Н.Г., Дедикова Т.Н., Филатов Е.В., Хохлова О.И. ФУНКЦИЯ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ТРАВМАТИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА И СПИННОГО МОЗГА НА ШЕЙНОМ УРОВНЕ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2024. № 3. С. 62-67.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/543>

DOI: 10.24412/1819-1495-2024-3-62-67

Хроническая дыхательная недостаточность — обычный спутник нервно-мышечных заболеваний. В частности, травма позвоночника и спинного мозга на шейном уровне сопровождается нарушением иннервации дыхательной мускулатуры, что приводит к нарушению функции внешнего дыхания (ФВД) [1, 2].

Дыхание — одна из витальных функций. Легочные осложнения служат значимой причиной смерти пациентов с травматической болезнью спинного мозга (ТБСМ) в поздний период заболевания [3]. В то же время восстановительное лечение таких пациентов начиная с промежуточного периода заболевания в качестве важной составляющей включает двигательную активность, что предъявляет повышенные требования к ФВД. Следовательно, информация о состоянии этой функции, влиянии на нее уровня и типа поражения спинного мозга, давности заболевания представляет практический интерес для широкого круга специалистов, занимающихся реабилитацией пациентов с ТБСМ, шейным уровнем повреждения.

Цель исследования — анализ функции внешнего дыхания у пациентов с повреждением спинного мозга на шейном уровне в промежуточный и поздний периоды заболевания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа выполнена на базе отделения нейрохирургии ФГБУ ННПЦ МСЭ и РИ Минтруда России в 2023–2024 годах в соответствии с правилами Хельсинкской декларации с изменениями, внесенными на 64-й Генеральной ассамблее Всемирной медицинской ассоциации в Форталезе, Бразилия, октябрь 2013 г.; протокол заседания Этического комитета ФГБУ ННПЦ МСЭ и РИ Минтруда России № 2 от 01.09.2023. Наблюдали пациентов с ТБСМ, повреждением на шейном уровне, поступивших для консервативного лечения.

Критерии включения в исследование: шейный уровень повреждения спинного мозга; дыхание через естественные пути; цель поступления — восстановительное лечение;

промежуточный или поздний периоды заболевания по классификации О.Г. Когана [6]; давность заболевания до 3 лет; отсутствие острой патологии дыхательной системы, других органов и систем; отсутствие хронической патологии дыхательной системы до момента получения травмы; стабильность позвоночника на уровне травмы; информированное согласие на участие в исследовании. Критериями исключения послужили наличие трахеостомы; острое заболевание органов дыхания; хроническая патология дыхательной или других систем до получения позвоночно-спинномозговой травмы; нестабильность позвоночника на уровне травмы; невозможность выполнения дыхательных проб вследствие тяжести общего состояния; трудности общения, связанные с языковым барьером либо с когнитивным снижением; отказ от участия в исследовании.

Критериям включения удовлетворяло 46 человек: 34 мужчины и 12 женщин, возраст: Ме (25% — 75%) 34 (30–44) года.

ФВД исследовали в положении пациентов сидя с помощью спирографа СМП — 21/01 «Р-Д» (НПП МОНИТОР, Ростов-на-Дону).

Полученные результаты сравнивали с соответствующей антропометрической и возрастной нормой. Учитывали следующие показатели: жизненную емкость легких (ЖЕЛ, л), должную жизненную емкость легких (ДЖЕЛ, л), отношение жизненной емкости легких к должным величинам (ЖЕЛ/ДЖЕЛ, %), объем форсированного выдоха за первую минуту (ОФВ-1, л); рассчитывали индекс Тиффно (%) как отношение ОФВ-1 к ЖЕЛ, выраженное в процентах.

Результаты обработаны с помощью пакета прикладных программ Statistica (версия 10.0.1011.0) и представлены в виде медианы с интерквартильным разбросом: Ме (25% — 75%). Показатели, характеризующие качественные признаки, указаны в абсолютных числах и процентах к антропометрической норме (%). Для определения влияния различных факторов на ФВД пациентов распределяли по группам: по уровню, по тяжести и по

давности поражения позвоночника и спинного мозга. Значимость различий между группами оценивали по U-критерию Манна — Уитни. Результаты считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

ЖЕЛ и ОФВ-1 во всех обследованиях оказались ниже антропометрической нормы. Объем легочной вентиляции и форсированного выдоха за первую минуту зависел от уровня поражения: у пациентов с уровнем поражения С5 и выше ЖЕЛ была значимо ниже, чем у пациентов с более низким уровнем. В то же время индекс Тиффно, характеризующий бронхиальную проводимость, в обеих группах соответствовал норме, но у пациентов с уровнем поражения С5 и выше он оказался больше, чем у больных с более низким уровнем поражения спинного мозга (табл. 1).

У пациентов с повреждением спинного мозга тип «А» и «В» по шкале AIS [5], ЖЕЛ и ОФВ-1 были значимо ниже, чем у больных с типом нарушений «С» и «D». Значения индекса Тиффно оказались ниже у пациентов с менее тяжелым повреждением спинного мозга, что мы склонны связать с большими показателями дыхательных объемов у пациентов этой группы (табл. 2).

Таким образом, у пациентов с более высоким уровнем и большей тяжестью повреждения спинного мозга индекс Тиффно оказался выше, чем у лиц с более низким и менее тяжелым повреждением. Учитывая значительное снижение ЖЕЛ — показателя, являющегося знаменателем при расчете индекса Тиффно, — высокие значения последнего показателя у пациентов с высоким уровнем и большей тяжестью повреждения спинного мозга позволяют предположить не столько отсутствие обструктивной патологии бронхиального дерева, сколько преобладание констриктивной патологии как легочного, так и внелегочного происхождения.

Для иллюстрации этого предположения рассмотрим 2 клинических примера.

Пример 1. Пациент Ч-в А.Н., 31 год, диагноз: «ТБСМ, проме-

жуточный период, нарушение проводимости с уровня С3, тип «А»». Показатели ФВД: ЖЕЛ — 1,58 л; ДЖЕЛ — 5,45 л; ЖЕЛ/ДЖЕЛ — 29,0%; ОФВ-1 — 1,55 л; индекс Тиффно — 98 %. Пациент с высоким уровнем повреждения спинного мозга имеет резкое снижение ЖЕЛ, практически весь объем выдоха успевает сделать в течение первой минуты, индекс Тиффно близок к 100 %. После десятидневного курса реабилитации динамики исследованных показателей не получено.

Пример 2. Пациент Ш-в В.В., 35 лет, диагноз: «ТБСМ, промежуточный период, нарушение проводимости с уровня С6, тип «С»». Показатели ФВД: ЖЕЛ — 3,25 л; ДЖЕЛ — 4,97 л; ЖЕЛ/ДЖЕЛ — 67,4 %; ОФВ-1 — 3,13 л; индекс Тиффно — 96%. Пациент с ниже-шейным уровнем и менее тяжелым повреждением спинного мозга имеет не такое резкое снижение ЖЕЛ, но тоже успевает выдохнуть практически весь объем воздуха в течение первой минуты, индекс Тиффно близок к 100 %. После курса реабилитации дыхательные объемы у данного пациента повысились: ЖЕЛ — 4,38 л; ДЖЕЛ — 4,97 л; ЖЕЛ/ДЖЕЛ — 88,1%; ОФВ-1 — 3,56 л; индекс Тиффно — 81 %. При этом ЖЕЛ увеличилась значительно, чем ОФВ-1. В результате индекс Тиффно уменьшился.

В проведенном исследовании не выявлено значимого влияния давности травмы на показатели ФВД. У лиц, получивших травму позвоночника и спинного мозга более года назад, отношение ЖЕЛ к ДЖЕЛ чуть больше, чем у тех, кто получил травму в течение года до момента обследования, а проходимость бронхов — чуть выше. Но эти показатели не имеют статистической значимости (табл. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

Позвоночно-спинномозговая травма на шейном уровне негативно влияет на дыхательную систему. Показатели ФВД позволяют объективно оценить это влияние [6]. Лица с тетраплегией имеют более низкие кардиореспираторную работоспособность и пиковую мощность

Таблица 1
Показатели функции внешнего дыхания у пациентов с повреждением позвоночника и спинного мозга в зависимости от уровня повреждения спинного мозга, Me (25% – 75%)
Table 1
Parameters of external respiration function in patients with spinal cord injury depending on the level of the injury, Me (25% – 75%)

Показатели Values	Уровень повреждения спинного мозга Level of the spinal cord injury		p
	C3–C5 (n = 15)	C6–Th1 (n = 31)	
ЖЕЛ, л VC, litres	2.00* (1.51–2.91)	3.43 (2.82–4.24)	< 0.001
ЖЕЛ/ДЖЕЛ, % VC/RVC, %	46* (30–58)	74 (56–91)	< 0.001
ОФВ-1, л FEV-1, litres	1.89* (1.42–2.64)	2.68 (2.24–3.20)	0.03
Индекс Тиффно, % Tiffeneau index, %	92* (82–99)	86 (75–89)	0.03

Примечание: * – различия между группами статистически значимы; p – уровень статистической значимости; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ДЖЕЛ – должная жизненная емкость легких; ОФВ-1 – объем форсированного выдоха за первую минуту.
Note: * – the differences between the groups are statistically significant; p – the level of statistical significance; VC – vital capacity; RVC – reference vital capacity; FEV-1 – forced expiratory volume in the first minute.

Таблица 2
Показатели функции внешнего дыхания у пациентов с повреждением позвоночника и спинного мозга в зависимости от тяжести повреждения спинного мозга, Me (25% – 75%)
Table 2
Parameters of external respiration function in patients with spinal cord injury depending on the severity of the injury, Me (25% – 75%)

Показатели Values	Тип повреждения Type of the injury		p
	A, B (n = 16)	C, D (n = 30)	
ЖЕЛ, л VC, litres	2.12 (1.78–2.97)*	3.39 (2.70–4.27)	0.03
ЖЕЛ/ДЖЕЛ, % VC/RVC, %	47 (37–62)*	75 (60–88)	< 0.001
ОФВ-1, л FEV-1, litres	1.87 (1.46–2.28)*	2.72 (2.13–3.18)	0.02
Индекс Тиффно, % Tiffeneau index, %	88 (78–96)	83 (75–89)	0.33

Примечание: * – различия между группами статистически значимы; p – уровень статистической значимости; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ДЖЕЛ – должная жизненная емкость легких; ОФВ-1 – объем форсированного выдоха за первую минуту; A, B, C, D – тяжесть повреждения спинного мозга по шкале Американской ассоциации спинальной травмы (American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale – AIS).
Note: * – the differences between the groups are statistically significant; p – the level of statistical significance; VC – vital capacity; RVC – reference vital capacity; FEV-1 – forced expiratory volume in the first minute; A, B, C, D – the severity of the spinal cord injury according to the American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale (AIS).

[7]. Имеются единичные публикации о том, что упражнения, повышающие внутригрудное давление на выдохе, способны помочь сохранить наполнение левого желудочка у лиц с ТБСМ, с шейным уровнем повреждения [8].

Снижение функции дыхательной системы сопровождается структурными нарушениями. Так, ультразвуковые исследования выявили уменьшение толщины диафрагмы параллельно снижению показателей ФВД у пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой, причем выраженность этих изменений была тем больше, чем выше уровень повреждения спинного мозга [9]. В сравнительном исследовании групп из 60 пациентов с шейным уровнем повреждения спинного мозга и 60 здоровых добровольцев, проведенном в Китайском реабилитационном исследовательском центре, авторы выявили увеличение толщины и диапазона экскурсий диафрагмы у лиц с ТБСМ при спокойном и форсированном дыхании по сравнению со здоровыми [10], что позволяет предположить компенсаторный тип изменений диафрагмы, в иннервации которой, помимо соматической нервной системы, участвует и блуждающий нерв, ядра которого расположены в стволе головного мозга, в условиях ослабления другой дыхательной мускулатуры, имеющей только соматическую иннервацию.

В представленном исследовании также выявлено снижение объемных показателей дыхания у лиц, перенесших позвоночно-спинномозговую травму на шейном уровне, что явно свидетельствует о рестриктивных механизмах нарушения ФВД. Эти изменения более выражены у пациентов с высоким уровнем и большей тяжестью повреждения спинного мозга. При этом индекс Тиффно у них остается в пределах нормы и даже приближается к ее верхней границе, что, по нашему мнению, не свидетельствует об отсутствии обструктивных механизмов в нарушении функции дыхания у этих пациентов. Скорее можно предположить, что выраженное снижение объемных показателей дыхания вследствие нарушения иннервации

Таблица 3
Показатели функции внешнего дыхания у пациентов с повреждением позвоночника и спинного мозга в зависимости от давности получения травмы, Ме (25% – 75%)
Table 3
Parameters of external respiration function in patients with spinal cord injury depending on the duration of the injury, Me (25% – 75%)

Показатели Values	Давность получения травмы Duration of the injury		p
	До 1 года Less than 1 year (n = 27)	От 1 до 3 лет 1–3 years (n = 19)	
ЖЕЛ, л VC, litres	3.05 (1.30–3.87)	3.34 (2.12–3.57)	0.64
ЖЕЛ/ДЖЕЛ, % VC/RVC, %	60 (47–82)	72 (54–88)	0.26
ОФВ-1, л FEV-1, litres	2.55 (1.69–3.36)	2.58 (2.03–2.96)	0.72
Индекс Тиффно, % Tiffeneau index, %	82 (76–91)	89 (77–93)	0.75

Примечание: p – уровень статистической значимости; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ДЖЕЛ – должная жизненная емкость легких; ОФВ-1 – объем форсированного выдоха за первую минуту.

Note: p – the level of statistical significance; VC – vital capacity; RVC – reference vital capacity; FEV-1 – forced expiratory volume in the first minute.

дыхательной мускулатуры маскирует проявление обструктивных механизмов нарушения дыхания. К такому же заключению пришли коллеги, получившие аналогичные нарушения ФВД при исследовании пациентов с деформацией грудной клетки [11]. В нашем исследовании это предположение подтверждается клиническим примером, в котором после увеличения ЖЕЛ и ОФВ-1 в результате курса реабилитации индекс Тиффно у пациента снизился. Обструктивные механизмы нарушения дыхания могут иметь место вследствие следующей цепи событий: неполноценность дыхательной мускулатуры не позволяет обеспечить достаточную скорость воздушного потока как на вдохе, так и на выдохе, в результате чего сопротивление воздушному потоку снижено.

Имеются исследования, подтверждающие положительное влияние длительных физических тренировок на ФВД у пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой. Так, в результате дыхательной гимнастики на протяжении 6 недель у лиц с тетраплегией вследствие травмы спинного мозга отмечено возрастание силы дыхательных мышц, улучшение дыхательной функции

и повышение качества жизни [12]. Есть и другие данные об увеличении дыхательных объемов, силы и выносливости дыхательных мышц в результате их тренировки как у пациентов с различной нейромышечной патологией [13], так и непосредственно после травмы спинного мозга [14]. Мы наблюдали подобный эффект в результате физических тренировок у пациента с ниже-шейным уровнем повреждения спинного мозга, тип «С».

Работы, связанные с тренировкой дыхательной мускулатуры, прямо касаются увеличения дыхательных объемов вследствие уменьшения проявлений внелегочных констриктивных механизмов дыхательных нарушений, которые проявляются первыми при исследовании ФВД у этих пациентов. Вопросы о роли обструктивных механизмов в нарушении дыхательной функции больных с повреждением позвоночника и спинного мозга и путях их коррекции пока не обсуждаются в литературе, хотя, вероятно, тоже требуют к себе внимания.

Мы не встретили литературных сведений о динамике ФВД у пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой в зависимости от ее давности. В проведенном исследовании

не обнаружено зависимости ФВД от давности травмы, что, однако, не позволяет сделать однозначного вывода вследствие малочисленности группы и ограниченным периодом наблюдения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У пациентов с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы на уровне шейного отдела имеет место ухудшение ФВД вследствие уменьшения дыхательных объе-

мов, выраженность которого зависит от уровня и типа повреждения шейного отдела спинного мозга, что связано с внелегочными констриктивными механизмами ввиду уменьшения силы и выносливости дыхательной мускулатуры. Обструктивный компонент в нарушении ФВД представлен меньше и изучен недостаточно.

Физические тренировки, включающие дыхательную гимнастику, аэробные нагрузки и пассивное

ножное педалирование улучшают ФВД у пациентов с травматическим повреждением спинного мозга на шейном уровне.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Shin JCh, Han EY, Kye HCh, Im SH. Improvement in pulmonary function with short-term rehabilitation treatment in spinal cord injury patients. *Sci Rep*. 2019; 9(1): 17091.
2. Sun GH, Chen SW, MacEachern MP, Wang J. Successful decannulation of patients with traumatic spinal cord injury: a scoping review. *J Spinal Cord Med*. 2022; 45(4): 498-509.
3. Schilero GJ, Bauman W.A, Radulovic M. Traumatic spinal cord injury: pulmonary physiologic principles and management. *Clin Chest Med*. 2018; 39(2): 411-425.
4. Kogan OG. Rehabilitation of patients with traumas of the spine and spinal cord. Moscow: Medicine, 1975. 240 p. Russian (Коган О. Г. Реабилитация больных при травмах позвоночника и спинного мозга. Москва: Медицина, 1975. 240 с.)
5. Roberts TT, Leonard GR, Cepela DJ. Classifications in brief: American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale. *Clin Orthop Relat Res*. 2017. 475(5): 1499-1504.
6. Zaslavskaya RM, Esengalieva IE. Daily dynamics of the external breath function parameters in healthy people at age aspect. *Annali d'Italia*. 2022; 35: 38-41.
7. Au JS, Sithamparapillai A, Currie KD, Krassioukov AV, MacDonald M.J, Hicks AL. Assessing ventilatory threshold in individuals with motor-complete spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018; 99(10): 1991-1997.
8. Gee CM, Williams AM, Peters CM, Eves ND, Sheel AW, West Christopher R. Influence of respiratory loading on left-ventricular function in cervical spinal cord injury. *J Physiol*. 2022; 600(18): 4105-4118.
9. Malas FÜ, Köseoğlu F, Kara M, Ece H, Aytekin M, Öztürk GT, et al. Diaphragm ultrasonography and pulmonary function tests in patients with spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2019; 57(8): 679-683.
10. Zhu Z, Li J, Yang D, Gao F, Du L, Yang M. Ultrasonographic evaluation of diaphragm thickness and excursion in patients with cervical spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. 2021; 44(5): 742-747.
11. Motorenko NV, Titova ND. How the degree of the deformation of the funnel chest in children influences the functional state of the respiratory apparatus. *Russian Pediatric Journal*. 2022; 3(1): 203. Russian (Моторенко Н. В., Титова Н. Д. Влияние степени деформации воронкообразной грудной клетки у детей на функциональное состояние органов дыхания // Российский педиатрический журнал. 2022. Т. 3, № 1. С. 203).
12. Boswell-Ruys CL, Lewis CRH, Wijesuriya NS, McBain RA, Lee BB, McKenzie K, et al Impact of respiratory muscle training on respiratory muscle strength, respiratory function and quality of life in individuals with tetraplegia: a randomised clinical trial. *Thorax*. 2020;75(3): 279-288.
13. Wenninger S, Jones HN. Hypoventilation syndrome in neuromuscular disorders. *Curr Opin Neurol*. 2021; 34(5): 686-696.
14. Wang X, Zhang N, Xu Y. Effects of Respiratory Muscle Training on Pulmonary Function in Individuals with Spinal Cord Injury: An Updated Meta-analysis. *Biomed Res Int*. 2020; 2020: 7530498.

Сведения об авторах:

Коновалова Н.Г., д.м.н., ведущий научный сотрудник отдела медицинской и социально-профессиональной реабилитации ФГБУ ННПЦ МСЭ и РИ Минтруда России, г. Новокузнецк, Россия.

Дедикова Т.Н., заведующий отделением функциональной диагностики ФГБУ ННПЦ МСЭ и РИ Минтруда России, г. Новокузнецк, Россия.

Филатов Е.В., к.м.н., заведующий нейрохирургическим отделением, врач-нейрохирург, научный сотрудник отдела медицинской и социально-профессиональной реабилитации ФГБУ ННПЦ МСЭ и РИ Минтруда России, г. Новокузнецк, Россия.

Хохлова О.И., д.м.н., ведущий научный сотрудник отдела медицинской и социально-профессиональной реабилитации ФГБУ ННПЦ МСЭ и РИ Минтруда России, г. Новокузнецк, Россия.

Information about authors:

Konovalova N.G., MD, PhD, leading researcher of department of medical and sociovocational rehabilitation, Novokuznetsk Scientific and Practical Centre for Medical and Social Evaluation and Rehabilitation of Disabled Persons, Novokuznetsk, Russia.

Dedikova T.N., head of department of functional diagnostics, Novokuznetsk Scientific and Practical Centre for Medical and Social Evaluation and Rehabilitation of Disabled Persons, Novokuznetsk, Russia.

Filatov E.V., candidate of medical sciences, head of neurosurgery unit, neurosurgeon, researcher of department of medical and sociovocational rehabilitation, Novokuznetsk Scientific and Practical Centre for Medical and Social Evaluation and Rehabilitation of Disabled Persons, Novokuznetsk, Russia.

Khokhlova O.I., MD, PhD, leading researcher of medical and sociovocational rehabilitation, Novokuznetsk Scientific and Practical Centre for Medical and Social Evaluation and Rehabilitation of Disabled Persons, Novokuznetsk, Russia.

Адрес для переписки:

Коновалова Нина Геннадьевна, ул. Малая, 7, г. Новокузнецк, Россия, 654055

ФГБУ ННПЦ МСЭ и РИ Минтруда России

Тел: +7 (3843) 36-91-26

E-mail: root@reabil-nk.ru, konovalovang@yandex.ru

Address for correspondence:

Konovalova Nina Gennadyevna, Malaya St., 7, Novokuznetsk, Kemerovo Region, 654055

Novokuznetsk Scientific and Practical Centre for Medical and Social Evaluation and Rehabilitation of Disabled Persons

Tel: +7 (3843) 36-91-26

E-mail: root@reabil-nk.ru, konovalovang@yandex.ru

Статья поступила в редакцию: 14.06.2024

Рецензирование пройдено: 27.06.2024

Подписано в печать: 30.08.2024

Received: 14.06.2024

Review completed: 27.06.2024

Passed for printing: 30.08.2024

