

DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar64480>

Экзорехабилитация пациентов со спастическим гемипарезом: высокие технологии

© А.С. Родионов*, А.П. Коваленко, Д.И. Кремлёв, Д.В. Аверкиев

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург

Цель: Оценить эффективность использования медицинских экзоскелетов «ExoAtlet» в нейрореабилитации пациентов с нарушениями ходьбы вследствие повреждений головного мозга.

Материалы и методы. Обследовано 42 пациента с последствиями инсульта сроком от 1,5 до 4 лет со спастичностью и нарушениями ходьбы. Использовались: шкалы Тардье, модифицированная Эшворта, Рэнкина, визуально-аналоговая; тесты комфортной ходьбы на 10 м и баланса Берга, индекс мобильности Ривермид. Пациенты были разделены на 2 репрезентативные группы (22 и 20 человек). 1-я 10 дней занималась в экзоскелетах «ExoAtlet» (применялись оригинальные методики и методика дифференцировки усилия); 2-я столько же — лечебной физкультурой. Обследование проводилось по 2 контрольным точкам — 1 день (1-я), 12 день (2-я).

Результаты. Сравнение обеих групп на 2-й контрольной точке показало достоверно ($p < 0,05$) лучшие результаты в 1-й группе. Скорость ходьбы, очевидно, увеличилась из-за тренировки баланса, коррекции постурально-фобических расстройств, растяжения спастических мышц и угнетения стретч-рефлекса.

Заключение. Использование экзоскелетов «ExoAtlet» является перспективной методикой для восстановления ходьбы (2 табл., библи.: 13 ист.).

Ключевые слова: нарушение ходьбы; постинсультная реабилитация; спастичность; экзорехабилитация; экзоскелет «ExoAtlet».

Как цитировать:

Родионов А.С., Коваленко А.П., Кремлёв Д.И., Аверкиев Д.В. Экзорехабилитация пациентов со спастическим гемипарезом: высокие технологии // Известия Российской Военно-медицинской академии. 2021. Т. 40. № 1. С. 53–58. DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar64480>

DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar64480>

Exo-rehabilitation of patients with spastic hemiparesis: high technology

© Aleksandr S. Rodionov*, Aleksandr P. Kovalenko, Dmitriy I. Kremlyov, Dmitriy V. Averkiyev

S.M. Kirov Military Medical Academy of the Russian Defense Ministry, Saint Petersburg, Russia

AIM: Walking disorders are a frequent consequence of stroke. New technologies, such as the use of robotic exoskeletons, can help with recovery, but their effectiveness has not yet been sufficiently proven.

MATERIALS AND METHODS: Forty-two patients with spasticity and walking disorders (stroke duration from 1.5 to 4 years) were included in the study. The Tardieu Scale, Modified Ashworth scale, Medical Research Council Scale, 10 Meter Walk Test, Rivermead Mobility Index, Berg Balance Test, Rankin scale, and a Visual Analog Scale (to assess patient satisfaction with treatment) were used in assessments. The patients were randomized into 2 groups ($n = 22$ & 20): the first group received exoskeleton walk training with the powered exoskeleton, ExoAtlet, and the second group received physical therapy sessions, each for 1 hour daily over 10 days. Clinical evaluations of patients were performed at 3 timepoints: baseline (Day 1), and 12.

RESULTS: Comparison of both groups at the second timepoint showed significantly better results ($p < 0.05$) in the first group vs the second group. Walking speed increased due to balance training, correction of postural disorders, spastic muscle stretching, and stretch reflex suppression.

CONCLUSION: The wearable powered ExoAtlet exoskeleton is a promising technology for improving walking (2 tables, bibliography: 13 refs).

Keywords: Exorehabilitation; Exoskeleton ExoAtlet; Post-stroke rehabilitation; Spasticity; Walking disorder.

To cite this article:

Rodionov AS, Kovalenko AP, Kremlyov DI, Averkiyev DV. Exo-rehabilitation of patients with spastic hemiparesis: high technology. *Russian Military Medical Academy Reports*. 2021;40(1):53–58. DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar64480>

Received: 28.02.2021

Accepted: 14.03.2021

Published: 23.03.2021

ВВЕДЕНИЕ

Тяжелыми расстройствами ходьбы вследствие повреждений нервной системы страдают, по различным данным, от 460 тыс. до 1,5 млн человек.

Длительность адаптации, физические затраты персонала и сокращение длительности пребывания пациентов в реабилитационном учреждении предъявляют повышенные требования к рациональному выбору и сочетанию адекватных методов и средств реабилитации. Одним из способов, позволяющих улучшить двигательную функцию, являются разработка и создание роботизированных систем. В последнее десятилетие для восстановления ходьбы широко применяются локомоторные ассистирующие роботы, в основу работы которых положен метод внешней реконструкции ходьбы с широкими возможностями моделирования движений больного в реальном масштабе времени.

Основная масса работ посвящена изучению эффективности роботизированных систем в реабилитации пациентов с парализацией вследствие повреждений спинного мозга различной этиологии (аутоиммунной, травматической, сосудистой) [1–7]. При этом работы, посвященные восстановлению передвижения пациентов, перенесших повреждение головного мозга, не столь однозначны по результатам. Они, как правило, имеют недостаточное количество наблюдений и далеко не бесспорный выбор методов оценки [8, 9].

Цель — оценка эффективности применения медицинских экзоскелетов у пациентов с последствиями острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проводилось открытое контролируемое исследование с выделением основной и контрольной групп пациентов с рандомизацией методом свободной выборки и прямым анализом исходных и конечных значений.

В исследование были включены 42 пациента с последствиями ОНМК давностью от 1,5 до 7 лет ($4,6 \pm 2,2$) в возрасте от 47 до 75 лет ($61,2 \pm 8,6$) с формированием спастического гемипареза и нарушением ходьбы, разделенные на 2 репрезентативные группы: исследуемую (22) и контрольную (20).

Пациентам выполнялись: неврологический осмотр, выявление спастичности мануальным мышечным тестированием, оценка по модифицированным шкалам Эшворта (MAS), Тардье (MTS), комитета медицинских исследований (MRCS), Рэнкина, индексу мобильности Ривермид (RMI), тесту баланса Берга (ТББ), и комфортной ходьбы (КХ) на 10 м и визуальной аналоговой шкалы (ВАШ) для определения степени удовлетворенности лечением [10–13]. К критериям исключения относились: наличие суставных контрактур; краткая шкала оценки психического статуса (MMSE) <24 баллов, парез в ноге MRCS <2; парез в руке MAS <3, спастичность в руке MAS >2.

Пациенты обеих групп в течение 10 дней получали базовое лечение и реабилитацию по стандартным методикам. С пациентами исследуемой группы проводили занятия по 1 ч в день с использованием экзоскелета «ЭкзоАтлет». Обследование и оценка результатов были проведены при скрининговом обследовании и по 2-м контрольным точкам — перед и после (10 ± 3 дня) цикла занятий. Полученные результаты заносились в индивидуальную карту обследуемого. Формирование электронной базы данных, статистический анализ и построение диаграмм проводили с использованием пакетов прикладных программ MS Office 2010 и Statistica for Windows 8.0 (StatSoft, Inc, 2001). Использовались: определение числовых характеристик переменных и показателей динамики изменений значений переменных, оценка нормального распределения по критерию Шапиро–Уилка, *T*-критерий Вилкоксона, *U*-критерий Манна–Уитни, коэффициент корреляции *r*-Спирмена. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом Военно-медицинской академии. Обследованные были проинформированы о целях исследования и подписали информированное согласие.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исходные и результирующие значения показателей оценочных шкал в группах, значения статистических критериев и уровни значимости различий представлены в табл. 1.

При анализе данных табл. 1 можно выделить несколько блоков оценки жизнедеятельности, на которые оказывают влияние примененные методики реабилитации: 1. Ходьба и баланс (ТББ, КХ). 2. Спастичность и мышечные контрактуры (MAS, Тардье). 3. Оценка пациентом проводимых мероприятий (ВАШ). 4. Общая реабилитационная оценка (RMI). 5. Показатели мышечной силы (MRCS). Основными направлениями, по которым происходят достоверные улучшения, являются показатели баланса, ходьбы и спастичности. При этом если баланс и ходьба имеют положительные тенденции в обеих группах ($+0,65$) и при этом даже подтверждаются более широкой оценкой по RMI ($+0,77$), то показатели спастичности имеют большую вариабельность в ответ на применение экзоскелета. Особенно это заметно по MAS, показатели которой имеют минимальные изменения в контрольной группе. Это объясняется особенностями патогенеза спастичности, который является сочетанием двух процессов: повышенной мышечной реактивности и укорочения мышцы (контрактура). Выраженность спастичности при этом является основным фактором, влияющим на баланс и ходьбу, что подтверждается значениями коэффициента корреляции $-0,82$ и $-0,51$ соответственно. Аппаратная реабилитация безусловно положительно влияет на растяжение мышц, что и демонстрирует положительная динамика по MAS в ответ

Таблица 1. Результаты сравнения показателей оценочных шкал до и после курса реабилитации в исследуемой и контрольной группах; Me [Q25; Q75 %] (*n* — количество пациентов)

Оценочные шкалы	Контрольная группа		Исследуемая группа	
	до курса реабилитации (<i>n</i> = 20)	после курса реабилитации (<i>n</i> = 20)	до курса реабилитации (<i>n</i> = 22)	после курса реабилитации (<i>n</i> = 22)
ВАШ, балл	1,0* [1,0; 1,0]	3,0* [2,0; 3,5]	1,0# [1,0; 1,0]	4,0# [4,0; 6,0]
MAS, балл	2,5* [2,0; 3,0]	2,0* [2,0; 3,0]	2,0# [2,0; 3,0]	2,0# [1,5; 2,0]
MTS, градус	129,0* [124,5; 133,0]	132,0* [130,0; 139,5]	130,5# [125,0; 133,0]	137,5# [134,0; 141,0]
KX 10м, м/с	0,39* [0,34; 0,46]	0,43* [0,40; 0,50]	0,41# [0,35; 0,48]	0,47# [0,43; 0,53]
ТББ, балл	40,0* [32,5; 46,0]	42,0* [34,5; 48,5]	41,0# [37,0; 46,0]	44,5# [39,0; 50,0]
IMR, балл	11,0* [9,0; 13,0]	11,5* [10,0; 13,0]	11,0# [9,0; 12,0]	12,0# [10,0; 12,0]
Шкала Рэнкина, балл	3,0* [2,0; 3,0]	3,0* [2,0; 3,0]	3,0* [2,0; 4,0]	3,0* [2,0; 3,0]
MRCS, балл	3,5 [3,0; 4,0]	4,0 [3,0; 4,0]	3,5 [3,0; 4,0]	4,0 [3,0; 4,0]

Примечание. Парное сравнение до и после реабилитации в контрольной и исследуемой группах; * $p < 0,05$, # $p < 0,001$; *T*-критерий Вилкоксона равен 0,00 во всех парных измерениях.

Таблица 2. Результаты сравнения абсолютных приростов показателей оценочных шкал после курса реабилитации в исследуемой и контрольной группах; Me[Q25; Q75 %] (*n* — количество пациентов)

Оценочные шкалы	Группы сравнения		<i>U</i> -критерий Манна–Уитни	Уровень значимости
	основная <i>n</i> = 20	контрольная <i>n</i> = 19		
ВАШ, балл	3,0 [3,0; 5,0]	2,0 [1,0; 2,5]	83,5	$p < 0,001^*$
MAS, балл	0,5 [0,0; 1,0]	0,0 [0,0; 0,5]	130,0	$p < 0,05^*$
MTS, градус	7,0 [6,0; 8,0]	4,0 [3,0; 5,0]	58,0	$p < 0,001^*$
KX 10м, м/с	0,06 [0,05; 0,07]	0,04 [0,03; 0,05]	56,0	$p < 0,001^*$
ТББ, балл	3,0 [3,0; 3,0]	2,0 [2,0; 3,]	137,0	$p < 0,05^*$
RMI, балл	1,0 [1,0; 2,0]	1,0 [0,0; 1,0]	135,0	$p < 0,05^*$
Шкала Рэнкина, балл	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 1,0]	216,0	$p = 0,91$
MRCS, балл	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 1,0]	201,0	$p = 0,98$

* различие значимо.

на применение экзоскелета ($p < 0,001$). Отсутствие изменений по MAS в контрольной группе свидетельствует о недостаточности возможностей обычного курса реабилитации в воздействии на мышечные контрактуры. Динамика по MTS, очевидно, связана с возвратным торможением стретч-рефлекса и повышением порога раздражения на фоне длительной его провокации при занятиях в аппарате.

Улучшение баланса и равновесия имеют более устойчивые и выраженные тенденции в исследуемой группе (Me = 44,5, $p < 0,001$) по сравнению с контрольной (Me = 42, $p < 0,05$), очевидно, вследствие компенсации сразу нескольких звеньев патогенеза нарушения ходьбы: тренировка баланса; активизация интеро- и проприорецепторного аппарата суставов и сухожилий; активизация локомоторного центра; психоэмоциональная тренировка на преодоление пострурально-фобического расстройства; тренировка статического и статокинетического рефлексов.

KX и RMI по сути являются интегральными показателями, демонстрирующими увеличение мобильности. В основе положительной динамики KX лежит как увеличение длины шага, достигнутое за счет уменьшения спастичности и контрактуры, так и улучшение баланса. Это отражается на показателях ВАШ, демонстрирующих оценку применяемых методов пациентом (Me 4 и 3 соответственно, $p < 0,001$). Относительно низкая динамика RMI и показателей шкалы Рэнкина связана с тем, что в их расчет входят показатели, не связанные с ходьбой. Восстановление силы мышц достижимо только через самостоятельные занятия и не может быть достигнуто аппаратными методиками, что объясняет отсутствие динамики по MRCS.

Особенность исследования заключалась в экспресс-оценке нового метода реабилитации. Это предопределило статистическую оценку, одним из направлений которой стала оценка динамики изменений показателей в основной и контрольной группах (табл. 2).

Анализ степени положительной динамики показателей оценочных шкал подтверждает тенденции, отмеченные в межгрупповом анализе показателей (табл. 1). Основные направления, на которые может влиять ходьба в аппарате, а именно уменьшение степени выраженности мышечных контрактур (на 5 vs 0, $p < 0,05$), снижение рефлексорной мышечной реактивности (на 7 vs 4, $p < 0,001$) и тренировка баланса в процессе движения (на 3 vs 2, $p < 0,05$), реализуют себя через выраженное увеличение скорости комфортной ходьбы (на 0,06 vs 0,04, $p < 0,001$) и отражаются на приросте RMI (на 1 vs 0, $p < 0,05$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При проведении исследования была разработана оригинальная методика занятий на экзоскелете «ЕхоAtlet» для пациентов с последствиями ОНМК. Анализ результатов позволяет сделать выводы:

1. Использование экзоскелета в комплексной реабилитации пациентов с повреждениями головного мозга является перспективной методикой с высокой степенью достоверной эффективности.

2. Занятия в экзоскелете позволяют ускорить восстановление динамики и уверенности ходьбы у пациентов с последствиями ОНМК, сопровождаемыми спастическими гемипарезами.

3. Основными звеньями патогенеза, на которых положительно отражается использование экзоскелета, являются восстановление баланса и снижение выраженности мышечных контрактур в условиях реализации модели реального передвижения.

4. Изучение механизмов положительного влияния применения экзоскелета на восстановление ходьбы

у пациентов с повреждениями головного мозга требует дальнейших детальных исследований.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Финансирование данной работы не проводилось.

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

Этическая экспертиза. Работа выполнена в рамках исполнения кафедрой нервных болезней ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ темы НИР 2-й категории (Тема № VMA 02.01.04.0608/0201, шифр «Экзоскелет»). Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБВОУ «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» (протокол № 160 от 26.03.2021).

Вклад авторов.

А.С. Родионов — обследование пациентов, проведение реабилитационных занятий в экзоскелете, написание текста статьи.

А.П. Коваленко — руководство исследованием, составление методики реабилитационного процесса, обследование пациентов, написание текста статьи, осуществление научного редактирования.

Д.И. Кремлев — обработка данных, проведение реабилитационных занятий в экзоскелете, литературный поиск.

Д.В. Аверкиев — консультирование, редактирование текста, исследование эффективности экзоскелета. Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бушков Ф.А., Клещунов С.С., Косяева С.В., и др. Клиническое исследование применения экзоскелета «Ехоatlet» у спинальных пациентов // Вестник восстановительной медицины. 2017. № 2 (78). С. 54–59.
2. Ткаченко П.В., Даминов В.Д., Карпов О.Э. Использование экзоскелета в комплексной реабилитации пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой // Вестник восстановительной медицины. 2017. № 2 (78). С. 126–132.
3. Клочков А.С. Роботизированные системы в восстановлении навыка ходьбы у пациентов, перенесших инсульт. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2012. 26 с.
4. Котов С.В., Лиждвой В.Ю., Секирин А.Б. Эффективность применения экзоскелета ехоatlet для восстановления функции ходьбы у больных рассеянным склерозом // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2017. Т. 117, № 10–2. С. 41–47.
5. Макарова М.Р., Лядов К.В., Турова Е.А., Кочетков А.В. Возможности современной механотерапии в коррекции двигательных нарушений неврологических больных // Вестник восстановительной медицины. 2014. № 1 (59). С. 54–62.
6. Cruciger O., Schildhauer T.A., Meindl R.C., et al. Impact of locomotion training with a neurologic controlled hybrid assistive limb (HAL) exoskeleton on neuropathic pain and health related quality of life (HRQoL) in chronic SCI: a case study // Disabil. Rehabil. Assist. Technol. 2016. Vol. 11, No. 6. P. 529–534. DOI: 10.3109/17483107.2014.981875
7. Hartigan C., Kandilakis C., Dalley S., et al. Mobility Outcomes Following Five Training Sessions with a Powered Exoskeleton // Spring. 2015. Vol. 21, No. 2. P. 93–99. DOI: 10.1310/sci2102-93
8. Kasai R., Takeda S. The effect of a hybrid assistive limb on sit-to-stand and standing patterns of stroke patients // J. Phys. Ther. Sci. 2016. Vol. 28, No. 6. P. 1786–1790. DOI: 10.1589/jpts.2016.1786
9. Mehrholz J., Thomas S., Werner C., et al. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. Cochrane Database Syst. Rev. 2017. Vol. 5, No. 5. CD006185. DOI: 10.1002/14651858.CD006185.pub4
10. Коваленко А.П., Камаева О.В., Мисиков В.К., и др. Шкалы и тесты для оценки эффективности лечебно-реабилитационных мероприятий у пациентов со спастичностью нижней конечности

сти // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2018. Т. 118, № 5. С. 120–128. DOI: 10.17116/jneuro201811851120

11. Коваленко А.П., Мисиков В.К., Искра Д.А., и др. Шкала Тардье в диагностике спастичности // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2019. Т. 119, № 9. С. 70–77. DOI: 10.17116/jneuro201911909183

12. Искра Д.А., Коваленко А.П., Кошкарев М.А., Дыскин Д.Е. Спастичность: от патофизиологии к лечению // Журнал неврологии

и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2018. Т. 118, № 10. С. 108–114. DOI:10.17116/jneuro2018118101108

13. Коваленко А.П., Мисиков В.К. Ботулинический токсин в лечении спастичности нижней конечности при повреждениях головного мозга // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2018. Т. 118, № 9. С. 113–119. DOI: 10.17116/jneuro201811809128

REFERENCES

1. Bushkov FA, Kleshchunov SS, Kosiaeva SV, et al. Clinical trial applications of the locomotion exoskeleton "exoatlet" in spinal patients. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2017;2(78):54–59. (In Russ.)
2. Tkachenko PV, Daminov VD, Karpov OE. Application of exoskeleton exoatlet in complex rehabilitation of the spinal cord injury patients. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2017;2(78):126–132. (In Russ.)
3. Klochkov AS. Robotic systems in the restoration of walking skills in patients who have suffered a stroke [dissertation]. Moscow; 2012. (In Russ.)
4. Kotov SV, Ljdvoy VY, Sekirin AB, et al. The efficacy of the exoskeleton exoatlet to restore walking in patients with multiple sclerosis. *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2017;117(10–2):41–47. (In Russ.)
5. Makarova MR, Liadov KV, Turova EA, Kochetkov AV. Possibilities of modern mechanical therapy in the correction of motor disorders of neurological patients. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2014;1(59):54–62. (In Russ.)
6. Cruciger O, Schildhauer TA, Meindl RC, et al. Impact of locomotion training with a neurologic controlled hybrid assistive limb (HAL) exoskeleton on neuropathic pain and health related quality of life (HRQoL) in chronic SCI: a case study. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2016;11(6):529–534. DOI: 10.3109/17483107.2014.981875

7. Hartigan C, Kandilakis C, Dalley S, et al. Mobility Outcomes Following Five Training Sessions with a Powered Exoskeleton. *Spring*. 2015;21(2):93–99. DOI: 10.1310/sci2102-93

8. Kasai R, Takeda S. The effect of a hybrid assistive limb on sit-to-stand and standing patterns of stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(6):1786–1790. DOI: 10.1589/jpts.2016.1786

9. Mehrholz J, Thomas S, Werner C, et al. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;5(5):CD006185. DOI: 10.1002/14651858.CD006185.pub4

10. Kovalenko AP, Kamaeva OV, Misikov VK, et al. Scales and tests in the rehabilitation and treatment of patients with spasticity of the lower limbs. *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2018;118(5):120–128. (In Russ.) DOI: 10.17116/jneuro201811851120

11. Kovalenko AP, Misikov VK, Iskra DA. Tardue scales in the diagnostic of spasticity. *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2019;119(9):70–77. (In Russ.) DOI: 10.17116/jneuro201911909183

12. Iskra DA, Kovalenko AP, Koshkarev MA, Dyskin DE. Spasticity: from pathophysiology to treatment. *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2018;118(10):108–114. (In Russ.) DOI:10.17116/jneuro2018118101108

13. Kovalenko AP, Misikov VK. Botulinum toxin in treatment of lower limb spasticity in patients with brain damage. *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2018;118(9):113–119. (In Russ.) DOI: 10.17116/jneuro201811809128

ОБ АВТОРАХ

***Александр Сергеевич Родионов**, курсант;
адрес: Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7455-8600>;
eLibrary SPIN: 4458-9650; e-mail: rodionovcsm@gmail.com

Александр Павлович Коваленко, канд. мед. наук;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5762-5632>;
eLibrary SPIN: 5324-0355; e-mail: kvlnko73@gmail.com

Дмитрий Ильич Кремлёв, студент;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7919-3383>;
eLibrary SPIN: 4569-1035; kremlevdm27@gmail.com

Дмитрий Вячеславович Аверкиев, канд. мед. наук, доцент;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4377-0115>;
eLibrary SPIN: 8042-1569; averdm@mail.ru

AUTHORS INFO

***Aleksandr S. Rodionov**, cadet;
address: 6, Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, 194044, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7455-8600>;
eLibrary SPIN:4458-9650; e-mail: rodionovcsm@gmail.com

Aleksandr P. Kovalenko, MD, PhD (Medicine);
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5762-5632>;
eLibrary SPIN: 5324-0355; e-mail: kvlnko73@gmail.com

Dmitriy I. Kremlyov, student;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7919-3383>;
eLibrary SPIN: 4569-1035; e-mail: kremlevdm27@gmail.com

Dmitriy V. Averkiyev, MD, PhD (Medicine), Associate Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4377-0115>;
eLibrary SPIN: 8042-1569; e-mail: averdm@mail.ru