



ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ РЕМИССИИ ПОСЛЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕРАПИИ ИНГАЛЯЦИЯМИ КИСЛОРОДНО-ГЕЛИЕВОЙ СМЕСИ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ С ДЛИТЕЛЬНО СУЩЕСТВУЮЩИМИ ТРОФИЧЕСКИМИ РАССТРОЙСТВАМИ НА НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЯХ

В.О. Маслов^{1,3}, В.М. Мануйлов¹, М.В. Нелипа^{1,2}, А.Н. Щербюк^{1,3}, Я.Э. Немсцверидзе^{3,4},
С.А. Ланцова¹, Ю.И. Захаров^{3,4}, В.И. Полубояринов⁵, Б.Ю. Евсеев¹

¹Пушкинская клиническая больница им. проф. Розанова В.Н., ул. Авиационная, д. 35, г. Пушкино, Московская область, 141206, Россия

²Первый московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),
ул. Трубецкая, д. 8/2, г. Москва, 119991, Россия

³Московский медицинский университет «Реавиз», Краснобогатырская ул., д. 2, стр. 2, Москва, 107564, Россия

⁴Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского, ул. Щепкина, д. 61/2, г. Москва, 129110, Россия

⁵Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117513, Россия

Резюме. Актуальность. Трофические нарушения нижних конечностей при сахарном диабете (СД) и хронических облитерирующих заболеваниях артерий нижних конечностей (ХОЗАНК) представляют сложную терапевтическую проблему в связи с высоким риском ампутаций (5–24% в течение 6–18 месяцев) и частыми рецидивами (40% в течение года). Патогенез обусловлен ишемией тканей вследствие макро- и микроангиопатии, атеросклеротической окклюзией артерий и нарушением микроциркуляции. Низкая эффективность стандартной терапии и отсутствие индивидуальных подходов к прогнозированию длительности ремиссии определяют необходимость разработки персонализированных методов лечения. *Цель исследования:* разработать с помощью многомерного линейного регрессионного анализа методику определения продолжительности клинического эффекта после лечения кислородно-гелиевой смесью у конкретного больного на основании количественных данных, характеризующих состояние патологического процесса до начала лечения. *Материал и методы.* Проведён многомерный линейный регрессионный анализ ряда параметров, характеризующих клиническое состояние организма больного при лечении пациентов с СД, ХОЗАНК, трофических язвах. Исследование проведено с использованием клинических данных 50 человек. *Результаты.* Получен достоверный ряд показателей (диастолическое давление, ЛПНП (ммоль/л), длительность заболевания (лет), перемежающаяся хромота (м), температура тела (в градусах Цельсия), УО (мл), рост (см), ЛПВП (ммоль/л), холестерин (ммоль/л)), влияющих на результаты проводимой терапии. Разработан способ расчёта длительности ремиссии у конкретного пациента. Наличие полученных результатов позволит улучшить качество оказания помощи, правильность назначения комбинированной терапии, что, в свою очередь, снизит частоту назначения оперативных вмешательств. *Заключение.* Создана методика определения сроков проведения повторных курсов КГС-терапии.

Ключевые слова: сахарный диабет [D003920]; трофические язвы нижних конечностей [D007871; D017719]; хронические облитерирующие заболевания артерий нижних конечностей [D058729]; кислородно-гелиевая смесь [D006371; D010102]; ингаляционная терапия [D010102]; прогнозирование ремиссии [D011379; D012074]; регрессионный анализ [D012044]; диабетическая ангиопатия [D003925].

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая обязательное получение информированного согласия.

Для цитирования: Маслов В.О., Мануйлов В.М., Нелипа М.В., Щербюк А.Н., Немсцверидзе Я.Э., Ланцова С.А., Захаров Ю.И., Полубояринов В.И., Евсеев Б.Ю. Прогнозирование длительности ремиссии после комбинированной терапии ингаляциями кислородно-гелиевой смеси у больных сахарным диабетом с длительно существующими трофическими расстройствами на нижних конечностях. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2025;15(5):115-120. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.5.CLIN.11>



PREDICTION OF THE DURATION OF REMISSION AFTER COMBINED THERAPY WITH OXYGEN-HELIUM MIXTURE INHALATIONS IN PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS AND LONG-TERM TROPHIC DISORDERS IN THE LOWER EXTREMITIES

Valeriy O. Maslov^{1,3}, Vladimir M. Manuylov¹, Mikhail V. Nelipa^{1,2}, Aleksandr N. Shcherbyuk^{1,3}, Yakov E. Nemstsveridze^{3,4}, Sofiya A. Lantsova¹, Yuriy I. Zakharov^{3,4}, Vladimir I. Poluboyarinov⁵, Boris Yu. Evseev¹

¹Pushkin Clinical Hospital. Prof. Rozanova V.N., Aviatonnaya st., 35, Pushkin, Moscow Oblast, 141206, Russia

²The First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov (Sechenovsky University), Trubetskaya st., 8/2, Moscow, 119991, Russia

³Moscow Medical University "Reaviz", Krasnobogatyrsкая st., 2, p. 2, Moscow, 107564, Russia

⁴Moscow Regional Research Clinical Institute. M.F. Vladimirovskogo, Shchepkina st., 61/2, Moscow, 129110, Russia

⁵Pirogov Russian National Research Medical University, Ostrovityanova st., 1, Moscow, 117513, Russia

Abstract. *Background.* Trophic disorders of the lower extremities in diabetes mellitus and chronic obliterating diseases of the arteries of the lower extremities pose a complex therapeutic problem due to the high risk of amputations (5–24% within 6–18 months) and frequent relapses (40% within a year). The pathogenesis is caused by tissue ischemia due to macro- and microangiopathy, atherosclerotic arterial occlusion and microcirculation disorders. The low effectiveness of standard therapy and the lack of individual approaches to predicting the duration of remission determine the need to develop personalized treatment methods. *Objective.* A method has been developed to determine the duration of the clinical effect after treatment with an oxygen-helium mixture in patients based on quantitative data characterizing the state of the pathological process before the start of therapy using multidimensional linear regression analysis. *Materials and methods.* A multidimensional linear regression analysis of a number of parameters characterizing the clinical condition of the patient's body in the treatment of patients with diabetes mellitus, chronic obliterating diseases of the arteries of the lower extremities, and trophic ulcers was performed. The study was conducted using clinical data from 50 patients. *Results.* A reliable range of indicators was obtained (diastolic blood pressure, LDL (mmol/L), duration of the disease (year), intermittent claudication (m), body temperature in degrees Celsius, UO (ml), height (cm), HDL (mmol/L), cholesterol (mmol/L), affecting the results ongoing therapy. A method for calculating the duration of remission in a particular patient has been developed. The results obtained will improve the quality of care and the correctness of prescribing combination therapy, which in turn will reduce the frequency of surgical procedures. *Conclusion.* A methodology has been developed for determining the timing of repeated oxygen-helium therapy courses.

Keywords: diabetes mellitus [D003920]; lower extremity trophic ulcers / Leg Ulcer [D007871]; Diabetic Foot [D017719]; chronic obliterative diseases of lower limb arteries / Peripheral Arterial Disease [D058729]; oxygen-helium mixture / Helium [D006371]; Oxygen Inhalation Therapy [D010102]; inhalation therapy / Oxygen Inhalation Therapy [D010102]; remission prediction / Prognosis [D011379]; Remission Induction [D012074]; regression analysis [D012044]; diabetic angiopathy [D003925].

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Maslov V.O., Manuylov V.M., Nelipa M.V., Shcherbyuk A.N., Nemstsveridze Ya.E., Lantsova S.A., Zakharov YU.I., Poluboyarinov V.I., Yevseyev B.YU. Prediction of the duration of remission after combined therapy with oxygen-helium mixture inhalations in patients with diabetes mellitus and long-term trophic disorders in the lower extremities. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ": Rehabilitation, Doctor and Health.* 2025;15(5):115-120. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.5.CLIN.11>

Введение

Эффективность системы прогнозирования зависит от выбора адекватных критериев, ключевым из которых является ожидаемая продолжительность лечебного эффекта, что диктует необходимость индивидуализации терапии [1–3].

Трофические нарушения нижних конечностей – тяжёлое осложнение сахарного диабета (СД), атеросклероза и незаживающих послеампутационных ран, течение которых усугубляется низким комплаенсом пациентов. Облитерирующий атеросклероз служит причиной трофических язв в 8% случаев, а их распространённость среди пожилого населения РФ достигает 4–6% [4]. Многообразие причин развития данного синдрома требует комплексного индивидуального подхода к каждому пациенту [5].

Во всем мире атеросклерозом периферических артерий страдают до 200 миллионов человек, причём на долю облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей (ОААНК) приходится около 20% всех сердечно-сосудистых заболеваний [6–8]. В РФ распространённость синдрома диабетической стопы (СДС) среди пациентов с СД 1-го типа составила 4,7%, 2-го типа – 1,9% [9]. Это осложнение

ведёт к инвалидизации и высокой летальности. Риск критической ишемии у пациентов с диабетом в 2–4 раза выше, а в сочетании с нейропатией риск трофических язв возрастает в 15 раз [10–12]. Прогрессирующая ишемия нарушает процессы репарации, способствуя хронизации раневого процесса [13–17].

Понятие ремиссии при сахарном диабете 2 типа и хронических ранах требует осторожности из-за потенциальной обратимости состояния. Согласно консенсусу 2021 года, ремиссия СД2 диагностируется при сохранении уровня HbA1c < 6,5% в течение минимум 3 месяцев после отмены лекарственной терапии. Для трофической язвы признаками ремиссии являются отсутствие боли и воспаления, начало эпителизации, а для точного измерения площади раны рекомендуется использовать приложение LesionMeter [18].

Сложный патогенез определяет необходимость мультидисциплинарного подхода с участием эндокринолога, хирурга и сердечно-сосудистого хирурга. В нашем исследовании пациентам проводилась комбинированная терапия 0,1% нитроглицерина и ингаляциями подогретой до 95 °С кислородно-гелиевой смеси (70/30) при помощи ингалятора «ИНГАЛИТ».

Цель исследования: оценить эффективность комбинированной терапии 0,1% нитроглицерина и ингаляциями подогретой до 95 °С кислородно-гелиевой смеси при лечении пациентов с сахарным диабетом и хроническими облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей

Материалы и методы

В исследовании приведены индивидуально проанализированные клинические данные группы пациентов, состоящей из 50 человек с СД, ХИНК I – IIb степени по Покровскому – Фонтейну, трофическими язвами нижних конечностей. За длительность эффекта от проведённого лечения принято время, за которое расстояние безболевого пути (перемежающая хромота) возвращается к исходным значениям, имевшим место до начала декомпенсации болезни.

Исследование проводилось в хирургическом, эндокринологическом отделении Пушкинской клинической больницы им. проф. Розанова В.Н.

Показатели, используемые для проведения линейного регрессионного анализа: продолжительность дней эффекта от проведённого лечения (сутки); пол (0 – мужской; 1 – женский); возраст (лет); рост (см); вес (кг); ИМТ; температура тела в градусах Цельсия; длительность заболевания (годы); пе-

ремежающаяся хромота (метры); длительность вдыхания кислородно-гелиевой смеси (минуты); количество вдохов; количество циклов; дни терапии; сатурация (%); объем вдыхаемого газа в литрах; температура кислородно-гелиевой смеси в градусах Цельсия; номер курса; ЖЕЛ (жизненная ёмкость легких); САД; ДАД; ЧСС; МОС (л/мин); УО (мл); окклюзия ПБА (%); окклюзия ЗББА (%); окклюзия артерий стопы (%); содержание глюкозы крови (ммоль/л); гемоглобин (г/л); холестерин (ммоль/л); насыщение трансферрина (%); ЛПВП (ммоль/л); ЛПНП (ммоль/л).

В исследовании выполнен множественный линейный регрессионный анализ по отношению к количеству дней ремиссии после проведения комбинированной терапии [19-22]. При помощи программы STATISTICA 12 найдены те переменные, стандартное отклонение (Standard deviation) которых равно нулю. Высокий уровень стандартного отклонения указывает на широкий разброс данных. Низкий уровень предполагает, что данные более тесно сгруппированы вокруг среднего значения (табл. 1). Стандартное отклонение рассчитывается относительно среднего арифметического.

Таблица 1. Стандартное отклонение переменных
Table 1. Standard deviation of variables

Наименование переменной	Standard deviation	Среднее арифметическое
1. Продолжительность дней эффекта от проведенного лечения(сутки)	1,08816	29,1400
2. Пол	0,40406	0,8000
3. Возраст(лет)	8,70552	68,6400
4. Рост(см)	8,65259	166,5000
5. Вес(кг)	9,86482	74,4600
6. ИМТ	3,83544	26,9400
7. Температура тела в градусах Цельсия	0,18516	36,7200
8. Длительность заболевания (годы)	3,25821	9,4200
9. Перемежающаяся хромота (метры)	1,96666	2,3600
10. Длительность вдыхания кислородно-гелиевой смеси(минуты)	1,03633	11,3500
11. Количество вдохов	4,14532	45,4000
12. Количество циклов	0,82906	9,0800
13. Дни терапии	0,84973	7,8200
14. Сатурация(%)	1,11117	94,7000
15. Объем вдыхаемого газа в литрах	0,00000	3,0000
16. Температура кислородно-гелиевой смеси в градусах Цельсия	0,00000	95,0000
17. Номер курса	0,00000	1,0000
18. ЖЕЛ (жизненная ёмкость легких)	5,01121	76,1000
19. Систолическое артериальное давление	8,80399	124,8000
20. Диастолическое артериальное давление	7,21676	73,6000
21. Частота сердечных сокращений	3,51580	79,9200
22. МОС(л/мин)	0,00000	5,0000
23. УО(мл)	13,65164	74,4000
24. Окклюзия ПБА (%)	32,22307	53,8000
25. Окклюзия ЗББА(%)	35,71486	63,6000
26. Окклюзия артерий стопы(%)	36,02564	56,9000
27. Содержание глюкозы крови(ммоль/л)	12,83556	15,3170
28. Гемоглобин (г/л)	44,52432	138,9620
29. Холестерин (ммоль/л)	2,14769	5,2092
30. Насыщение трансферрина (%)	11,45891	32,1400
31. ЛПВП (ммоль/л)	0,07973	0,4206
32. ЛПНП (ммоль/л)	0,25679	4,0240

Всем пациентам проводился комплекс процедур, который являлся дебютным для каждого из них. На основании ряда параметров, характеризующих состояние органов и систем организма до начала лечения были проведены вычисления с помощью программы Statistica 12, Excel. Результатом явилась зависимость, позволяющая на основании исходных данных прогнозировать вероятный эффект от проводимой терапии.

Результаты

Нами разработана формула для индивидуального расчёта продолжительности эффекта от проведённого лечения в днях:

$$y = \Theta_0 + \Theta_1 x_1 + \Theta_2 x_2 + \dots + \Theta_j x_j + \epsilon,$$

где y – зависимая переменная отклика; x_1, x_2, x_j – независимые переменные; $\Theta_1, \Theta_2, \Theta_j$ – коэффициенты регрессии; Θ_0 – свободный член (или сдвиг); ϵ – ошибка, которая представляет собой отклонение фактических данных от прогнозных.

Результат расчётов позволяет достоверно получить количество дней ремиссии после проведённой комбинированной терапии, что, в свою очередь, позволяет нам до начала лечения прогнозировать её длительность.

Переменные, стандартное отклонение которых равно нулю: 15; 16; 17; 22, все значения данных в выборке одинаковы, следовательно, разброса значений нет. Переменные, которые обладают полной однородностью значений, не влияют на расчёт продолжительности дней эффекта от проведённого лечения. Далее необходимо провести множественный линейный регрессионный анализ без учёта переменных, равных нулю: зависимая переменная – 1, независимые переменные – 2–32, исключая 15; 16; 17; 22. Программа выводит наиболее значимые переменные для расчёта продолжительности дней эффекта от лечения: Диастолическое давление $b^* = -0,50$; ЛПНП (ммоль/л) $b^* = -0,43$; Длительность заболевания $b^* = 0,839$; Перемежающаяся хромота (м) $b^* = -0,80$; Температура тела в градусах Цельсия $b^* = -0,17$; УО (мл) $b^* = -0,21$; Рост (см) $b^* = 0,202$; ЛПВП (ммоль/л) $b^* = -0,16$; Холестерин (ммоль/л) $b^* = 0,161$. В данном случае Intercept = 75,5 (округляя до десятых), и можно вывести формулу расчёта продолжительности дней эффек-

та от проведённого лечения: продолжительность дней эффекта от лечения = $75,5 - 0,5 \cdot \text{Диастолическое давление} - 0,43 \cdot \text{ЛПНП} + 0,84 \cdot \text{Длительность заболевания} - 0,8 \cdot \text{Перемежающаяся хромота} - 0,17 \cdot \text{Температура тела} - 0,21 \cdot \text{УО} + 0,202 \cdot \text{Рост} - 0,16 \cdot \text{ЛПВП} + 0,161 \cdot \text{Холестерин}$.

Вносим данную формулу в Excel в виде: $75,5 - 0,5 \cdot T2 - 0,43 \cdot AF2 + 0,84 \cdot H2 - 0,8 \cdot I2 - 0,17 \cdot G2 - 0,21 \cdot W2 + 0,202 \cdot D2 - 0,16 \cdot AE2 + 0,161 \cdot AC2$

Пример расчета. Пациент №37

Продолжительность дней эффекта от проведённого лечения = $75,5 - 0,5 \cdot D - 0,43 \cdot L + 0,84 \cdot Z - 0,8 \cdot P - 0,17 \cdot T - 0,21 \cdot Y + 0,202 \cdot R - 0,16 \cdot B + 0,161 \cdot H$

Итог: $75,5 - 0,5 \cdot 85 - 0,43 \cdot 4 + 0,84 \cdot 9 - 0,8 \cdot 1 - 0,17 \cdot 37 - 0,21 \cdot 75 + 0,202 \cdot 165 - 0,16 \cdot 0,3 + 0,161 \cdot 6 = 50$ дней

В ходе написания данной научной работы был проведён структурный анализ общедоступной литературы, который, в свою очередь, выявил недостаточный объём имеющихся работ, статей по данной проблеме. Данная ситуация, вероятнее всего, может быть связана с проводимыми исследованиями в засекреченном формате, без общего доступа.

Выводы

Установлены достоверные прогностические факторы, влияющие на длительность ремиссии после терапии кислородно-гелиевой смесью (70/30) нагретой до 95 °С. Их учёт позволяет оптимизировать комбинированное лечение.

Разработана регрессионная модель, обеспечивающая проспективное прогнозирование и достоверно значимое определение срока лечения, что объективно повышает приверженность пациента к терапии, снижает прогрессирование заболевания.

Предложенный индивидуальный метод прогнозирования является эффективным инструментом оценки ремиссии перемежающейся хромоты после проведённой терапии.

Описанный подход может быть использован для ежедневной врачебной практики, что даёт неоспоримое преимущество в разработке плана лечения и прогноза времени достигнутого эффекта.

Литература [References]

- 1 Петленко В.П., Барановский А.Ю. Методологические основы прогнозирования в медицине. *Клин. медицина*. 1992;1:3–8. Petlenko V.P., Baranovsky A.Yu. Methodological foundations of forecasting in medicine. *Clinical medicine*. 1992;1:3–8. (In Russ.).
- 2 Шевцов В.И., Щурова Е.Н. Прогнозирование длительности положительного результата лечения по методу Илизарова больного с облитерирующим тромбангиитом сосудов конечностей. *Гении Ортопедии*. 1997;2:69–72. Shevtsov V.I., Shchurova E.N. Forecasting the duration of a positive result of treatment using the Ilizarov method in a patient with obliterating thromboangiitis of the vessels of the extremities. *Geniuses of Orthopedics*. 1997;2:69–72. (In Russ.).
- 3 Демьянова В.В. Прогнозирование эффективности различных методов лечения. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления*. 2007;10(4):3–16. Demyanova V.V. Forecasting the effectiveness of various treatment methods. *Bulletin of Saint Petersburg University. Applied Mathematics. Informatics. Control Processes*. 2007;10(4):3–16. (In Russ.).

- 4 Национальные полезные рекомендации «Хронические раны. Трофические язвы легких конечностей». Под ред. акад. РАН В.С. Савельева, проф. И.А. Сучкова, проф. А.В. Покровского, проф. Р.Ш. Акчурина [и др.]; Российское общество хирургов, Ассоциация флебологов России, Российское общество ангиологов и сосудистых хирургов. М.: Медиа Сфера, 2020. Т. 2. 88 с. National useful guidelines "Chronic wounds. Trophic ulcers of the lungs of the extremities". Edited by Academician of the Russian Academy of Sciences V.S. Savelyev, Prof. I.A. Suchkov, Prof. A.V. Pokrovsky, Prof. R.Sh. Akchurin [et al.]; Russian Society of Surgeons, Association of Phlebologists of Russia, Russian Society of Angiologists and Vascular Surgeons. M.: Media Sfera, 2020. Vol. 2. 88 p. (In Russ.).
- 5 Аюшинова Н.И., Меньшикова Л.В. трофические язвы нижних конечностей в общей врачебной практике: учебное пособие. Иркутск, 2021. 36 с. Ayushinova N.I., Menshikova L.V. Trophic ulcers of the lower extremities in general medical practice. Study guide. Irkutsk. 2021. 36 p. (In Russ.).
- 6 Григорьева А.И. Хронические облитерирующие заболевания артерий конечностей. Современное амбулаторное лечение. *Московский хирургический журнал*. 2022; Спецвыпуск:43-51 Grigorieva A.I. Chronic obliterating diseases of the arteries of the extremities. Modern outpatient treatment. *Moscow surgical journal*. 2022; Special issue:43-51. (In Russ.). <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2022-43-51>
- 7 Панасюк О.В., Могилевец Э.В., Наумов А.В. Гипергомоцистеинемия на развитие облитерирующего атеросклероза артериальных осложнений. *Здравоохранение (Минск)*. 2020;2(875):30-35. Panasyuk O.V., Mogilevets E.V., Naumov A.V. Hyperhomocysteinemia on the development of obliterating atherosclerosis of arterial complications. *Healthcare (Minsk)*. 2020;2(875):30-35. (In Russ.).
- 8 Карпов Ю.А. Атеросклероз артерий поражения конечностей: вопросы терапевтического поведения. *Атмосфера. Новости кардиологии*. 2021;1:45-53. Karpov Yu.A. Atherosclerosis of the arteries of the affected extremities: issues of therapeutic behavior. *Atmosphere. Cardiology news*. 2021;1:45-53. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2076-4189-2021-12346>
- 9 Галстян Г.Р., Викулова О.К., Дедов И.И. Эпидемиология синдрома диабетической стопы и ампутаций развития конечностей в Российской Федерации по данным Федерального регистра больных сахарным диабетом (2013-2016 гг.). *Сахарный диабет*. 2018;21(3): 170-177. Galstyan G. R., Vikulova O. K., Dedov I. I. Epidemiology of diabetic foot syndrome and limb amputations in the Russian Federation according to the Federal Register of Patients with Diabetes Mellitus (2013-2016). *Diabetes mellitus*. 2018;21(3):170-177. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/DM9688>
- 10 Gerhard-Herman MD, Gornik HL, Barrett C, Barshes NR, Corriere MA, Drachman DE, et al. AHA/ACC guidelines for the care of patients with lower extremity peripheral arterial disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Clinical Practice Guidelines Task Force. *Circulation*. 2017 Mar 21;135(12):e726-e779. <https://doi.org/10.1161/CIR.00000000000000471>. Epub 2016 Nov 13. Erratum in: *Circulation*. 2017 Mar 21;135(12):e791-e792. <https://doi.org/10.1161/CIR.00000000000000502>. PMID: 27840333; PMCID: PMC5477786.
- 11 Браунли М. Патобиология диабетических осложнений: объединяющий механизм. *Диабет*. 2005;54(6):1615-25. Brownlee M. Pathobiology of diabetic complications: a unifying mechanism. *Diabetes*. 2005 Jun;54(6):1615-25. (In Russ.). <https://doi.org/10.2337/diabetes.54.6.1615>. PMID: 15919781.
- 12 Lee R., Margaritis M., Channon M., et al. Assessment of oxidative stress in human cardiovascular diseases: methodological aspects and issues. *Current Medicinal Chemistry*. 2012;19(16):2504-2520. <https://doi.org/10.2174/092986712800493057>
- 13 Илькун О., Будина С. Сердечная дисфункция и окислительный стресс при метаболическом синдроме: обновленная информация об антиоксидантной терапии. *Current Pharmaceutical Design*. 2013;19(27): 4806-4817. Ilkun O., Budina S. Cardiac dysfunction and oxidative stress in metabolic syndrome: an update on antioxidant therapy. *Current Pharmaceutical Design*. 2013;19(27): 4806-4817. (In Russ.). <https://doi.org/10.2174/1381612811319270003>
- 14 Фадини Г.П. и др. Механизмы заболевания: эндотелиальная дисфункция при диабете. *Nat. Rev. Endocrinol*. 2007;3(1):42-51. Fadini GP et al. Disease mechanisms: endothelial dysfunction in diabetes. *Nat. Rev. Endocrinol*. 2007;3(1):42-51. (In Russ.). <https://doi.org/10.1038/ncpendmet0366>
- 15 Хинчлифф Р.Дж., Браунригг Дж.Р., Апелквист Дж., Бойко Э.Дж., Фитридж Р., Миллс Дж.Л., Рикерс Дж., Ширман К.П., Зирлер Р.Э., Hinchliffe RJ, Brownrigg JR, Apelquist J, Boyko EJ, Fitridge R, Mills JL, Rickers J, Shearman KP, Zierler RE, Schaper NK; International Diabetic Foot Working Group. IWGDF guidelines for the diagnosis, prognosis, and treatment of peripheral arterial disease in patients with diabetic foot ulcers. *Diabetes Metab Res Rev*. 2016 Jan;32 Suppl 1:37-44. <https://doi.org/10.1002/dmrr.2698>. PMID: 26332424.
- 16 Brem H., Tomic-Canic M. Cellular and molecular basis of wound healing in diabetes. *J Clin Invest*. 2007;117(5):1219-1222. <https://doi.org/10.1172/JCI32169>
- 17 Цейликман В.Е., Лукин А.А. О влиянии оксидативного стресса на организм человека. *Международный исследовательский журнал*. 2022;3(117). Tseilikman V.E., Lukin A.A. On the influence of oxidative stress on the human body. *International Research Journal* 2022;3(117). (In Russ.). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.117.3.037>
- 18 Илюхин Е.А., Булатов В.Л., Гальченко М.И. Точность и воспроизводимость измерения площадей фантомных поражений кожи неправильной формы с помощью местного приложения LesionMeter. *Флебология*. 2020;14(4):266-274. Ilyukhin EA, Bulatov VL, Galchenko MI. Accuracy and reproducibility of measuring the areas of phantom skin lesions of irregular shape using the local LesionMeter application. *Phlebology*. 2020;14(4):266-274. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/flebo202014041266>
- 19 Шарашова Е.Е., Холматова К.К., Горбатова М.А., Гржибовский А.М. Применение множественного линейного регрессионного анализа в здравоохранении с использованием пакета статистических программ SPSS. *Наука и здравоохранение*. 2017;3:5-31. Sharashova EE, Kholmatoeva KK, Gorbatoeva MA, Grzhibovsky AM. Application of multiple linear regression analysis in healthcare using the SPSS statistical software package. *Science and Healthcare*. 2017;3:5-31. (In Russ.).
- 20 Горкавенко Ф.В., Щуров Д.Г., Омеляновский В.В. Анализ факторов результативности онкологической помощи на уровне субъекта Российской Федерации с применением множественной линейной регрессии. *Медицинские технологии. Оценка и выбор*. 2023;1(45):9-26. Gorkavlenko F.V., Shchurov D.G., Omelyanovsky V.V. Analysis of factors determining the effectiveness of oncological care at the level of a constituent entity of the Russian Federation using multiple linear regression. *Medical Technologies. Assessment and Choice*. 2023;1(45):9-26. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/medtech2023450119>
- 21 Электронный учебник по статистике. StatSoft Inc.; 2012. Electronic Textbook on Statistics. StatSoft Inc.; 2012. (In Russ.);
- 22 Харрис С.Р., Миллман К.Дж., ван дер Уолт С.Дж., Гоммерс Р., Виртанен П., Курнапо Д. и др. Программирование массивов с помощью NumPy. *Природа*. 2020;585(7825):357-362. Harris CR, Millman KJ, van der Walt SJ, Gommers R, Virtanen P, Cournapeau D, et al. Array programming with NumPy. *Nature*. 2020;585(7825):357-362; (In Russ.).
- 23 Шестакова М.В., Скляник И.А., Дедов И.И. Возможна ли длительная ремиссия или лечение сахарного диабета 2-го типа в XXI веке? *Передовая статья. терапевтический архив*. 2017;10:4-11. Shestakova M.V., Sklyanik I.A., Dedov I.I. Is long-term remission or cure of type 2 diabetes possible in the 21st century? *Editorial article. Therapeutic archives*. 2017;10:4-11. (In Russ.).
- 24 Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R, Balady GJ, Bittner VA, Coke LA, Fleg JL, Forman DE, Gerber TC, Gulati M, Madan K, Rhodes J, Thompson PD, Williams MA; American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee of the Council on Clinical Cardiology, Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, and Council on Epidemiology and Prevention. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2013 Aug 20;128(8):873-934. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31829b5b44>

Авторская справка**Маслов Валерий Олегович**

Врач-хирург хирургического отделения, стационар № 2, Пушкинская клиническая больница им. проф. Розанова В.Н.; аспирант, Московский медицинский университет «Реавиз».

ORCID 0009-0005-8945-3106; dr.valeriimasloff@gmail.com

Вклад автора: разработка концепции исследования, постановка задач исследования, работа с источниками, анализ и обобщение полученных данных.

Мануйлов Владимир Михайлович

Д-р мед. наук, профессор, заслуженный врач Российской Федерации, главный врач Пушкинской клинической больницы им. проф. Розанова В.Н.

ORCID 0000-0002-0854-8922; pushkino_rb@mail.ru

Вклад автора: разработка концепции исследования, постановка задач исследования.

Нелипа Михаил Владимирович

Канд. мед. наук, доцент кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии, Первый московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); врач-хирург, Пушкинская клиническая больница им. проф. Розанова В.Н.

ORCID 0000-0002-2223-6706; mvnel@yandex.ru

Вклад автора: работа с источниками, анализ и обобщение полученных данных.

Щербюк Александр Николаевич

Д-р мед. наук, профессор, заведующий научно-клинического отдела Пушкинская клиническая больница им. проф. Розанова В.П.; профессор кафедры хирургических болезней Московский медицинский университет «Реавиз».

ORCID 0000-0003-2616-2940; ANS1949@Rambler.ru

Вклад автора: разработка концепции исследования, постановка задач исследования.

Немцверидзе Яков Элгуджович

Специалист научного отдела, Московский медицинский университет «Реавиз»; врач-стоматолог, врач-клинический ординатор кафедры ортопедической стоматологии, Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского.

ORCID 0000-0002-8784-7655; 9187751@gmail.com

Вклад автора: работа с источниками, анализ и обобщение полученных данных.

Ланцова Софья Андреевна

Медицинский статистик научно-клинического кабинета, Пушкинская клиническая больница им. проф. Розанова В.П.

ORCID 0009-0004-8800-4205; lantsova2005@mail.ru

Вклад автора: работа с источниками, анализ и обобщение полученных данных.

Захаров Юрий Иванович

Канд. мед. наук, врач-хирург, старший научный сотрудник отделения абдоминальной хирургии, Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского.

ORCID 0000-0002-2546-2362; zakharov-69@yandex.ru

Вклад автора: организация проведения исследований в стационаре и поликлинике.

Полубояринов Владимир Ильич

Студент педиатрического факультета, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова.

ORCID 0009-0002-3143-7339; vip_half@mail.ru

Вклад автора: работа с источниками, анализ и обобщение полученных данных.

Евсеев Борис Юрьевич

Канд. мед. наук, врач-хирург хирургического отделения, стационар № 2, Пушкинская клиническая больница им. проф. Розанова В.Н.

ORCID 0009-0007-0247-2051; zevs-80@list.ru

Вклад автора: организация проведения исследований в стационаре и поликлинике.

Author's reference**Valeriy O. Maslov**

Surgeon, Surgical Department, Inpatient Department No. 2, Pushkin Clinical Hospital named after Professor V.N. Rozanov; Postgraduate Student, Moscow Medical University "Reaviz".

ORCID 0009-0005-8945-3106; dr.valeriimasloff@gmail.com

Author's contributions: development of the study concept, formulation of the study objectives, review of sources, analysis and synthesis of the obtained data.

Vladimir M. Manuylov

Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Doctor of the Russian Federation, Chief Physician of the Pushkin Clinical Hospital named after prof. V.P. Rozanov.

ORCID 0000-0002-0854-8922; pushkino_rb@mail.ru

Author's contribution: development of the research concept, formulation of research objectives.

Mikhail V. Nelipa

Cand. Sci. (Med.), Associate Professor Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); Surgeon, Pushkin Clinical Hospital named after Professor V.N. Rozanov.

ORCID 0000-0002-2223-6706; mvnel@yandex.ru

Author's contribution: review of sources, analysis, and summary of the obtained data.

Aleksandr N. Shcherbyuk

Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Scientific and Clinical Department of the Pushkin Clinical Hospital named after prof. V.P. Rozanov; Professor of the Department of Surgical Diseases, Moscow Medical University "Reaviz".

ORCID 0000-0003-2616-2940; ANS1949@Rambler.ru

Author's contribution: development of the research concept, formulation of research objectives.

Yakov E. Nemtsveridze

Scientific Department Specialist, Moscow Medical University "Reaviz"; dentist, clinical resident of the department of orthopedic dentistry, Moscow Regional Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirovsky.

ORCID 0000-0002-8784-7655; 9187751@gmail.com

Author's contribution: work with sources, analysis and generalization of the obtained data.

Sofiya A. Lantsova

Medical Statistician, Scientific and Clinical Office, Pushkin Clinical Hospital named after Professor V.P. Rozanov.

ORCID 0009-0004-8800-4205; lantsova2005@mail.ru

Author's contribution: source analysis, data analysis, and summary.

Yuriy I. Zakharov

Cand. Sci. (Med.), surgeon, senior researcher in the Department of Abdominal Surgery, Moscow Regional Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirovsky.

ORCID 0000-0002-2546-2362; zakharov-69@yandex.ru

Author's contribution: organization of research in the hospital and outpatient clinic.

Vladimir I. Poluboyarinov

Student, Faculty of Pediatrics, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University.

ORCID 0009-0002-3143-7339; vip_half@mail.ru

Author's contribution: source analysis, data analysis, and summary.

Boris Yu. Evseev

Cand. Sci. (Med.), Surgeon, Surgical Department, Inpatient Department No. 2, Pushkin Clinical Hospital named after Professor V.N. Rozanov.

ORCID 0009-0007-0247-2051; zevs-80@list.ru

Author's contribution: organization of research in the inpatient and outpatient departments.