

DOI: <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2025.3.26>

Гематологические индикаторы риска при хирургическом лечении синдрома диабетической стопы

Ю.С. Ладик, С.Н. Ермашкевич

Учреждение образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», г. Витебск, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2025. – Том 24, №3. – С. 26-38.

Hematological risk indicators in surgical treatment of diabetic foot syndrome

Y.S. Ladzik, S.M. Yermashkevich

Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2025;24(3):26-38.

Резюме.

Цель – определить гематологические индикаторы риска, связанные с результатами хирургического лечения синдрома диабетической стопы (СДС).

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ результатов обследования и лечения 452 пациентов с СДС. Оперативная активность составила 60,0%. Локальные вмешательства на стопе были выполнены у 48,2% пациентов, из которых 14,7% потребовалось проведение серии дополнительных локальных вмешательств, а 6,4% в итоге пришлось прибегнуть к «высокой» ампутации нижней конечности (ВАНК). Первичные ВАНК были использованы в 11,7% случаях, у 26% из них возникли осложнения со стороны культи, по поводу которых пациенты были оперированы.

Результаты и обсуждение. В общем анализе крови (ОАК) гематологическими индикаторами риска выполнения дополнительных операций на стопе после локальных вмешательств при СДС являются: скорость оседания эритроцитов >60 мм/час, нейтрофильно-лимфоцитарный индекс (НЛИ) >4,29 ед. или индекс инфицированности (ИИ) ≤0,23 ед., лейкоцитарный индекс интоксикации Я.Я. Кальф-Калифа (ЛИИ) >1,23 ед., индекс сдвига лейкоцитов по Н.И. Ябучинскому (ИСЛ) >0,08 ед.; выполнения ВАНК после локальных вмешательств на стопе: ИСЛ >0,10 ед.; выполнения первичной ВАНК: эритроциты ≤ $4,19 \times 10^{12}/л$, гемоглобин ≤111 г/л, МСН ≤27,6 пг, лейкоциты > $12,80 \times 10^9/л$, НЛИ >4,24 ед., ИИ ≤0,23 ед., ЛИИ >2,64 ед.; выполнения ВАНК при хирургическом лечении: эритроциты ≤ $4,06 \times 10^{12}/л$, гемоглобин ≤111 г/л, лейкоциты > $12,50 \times 10^9/л$, НЛИ >4,24 ед., ЛИИ >1,81 ед., ИСЛ >0,10 ед., ИИ ≤0,23 ед.

Заключение. Полученные сведения могут быть использованы для прогнозирования результатов и определения рациональной тактики хирургического лечения пациентов с СДС.

Ключевые слова: синдром диабетической стопы, хирургическое лечение, локальные вмешательства на стопе, ампутация, реампутация, факторы риска, прогнозирование.

Abstract.

Objectives. To determine hematological risk indicators associated with the surgical treatment results of diabetic foot syndrome (DFS).

Material and methods. A retrospective analysis of examination and treatment results in 452 patients with DFS was performed. The surgical activity was 60.0%. Local interventions on the foot were performed in 48.2% of patients, of which 14.7% required a series of additional local interventions, and in 6.4% one had ultimately to resort to «high» amputation of the lower limb. Primary «high» amputations of the lower limb were used in 11.7% of cases, 26% of which had complications on the part of the stump, for which the patients underwent surgery.

Results. In the complete blood count (CBC) the hematological risk indicators for performing additional operations on the foot after local interventions in case of DFS are the following: erythrocyte sedimentation rate >60 mm/hour, neutrophil-lymphocyte ratio (NLR) >4,29 units or infection index (II) ≤0,23 units, leukocyte intoxication index of Ya.Ya. Kalf-Kalif

(ЛП) >1,23 units, leukocyte shift index according to N.I. Yabuchinsky (ISL) >0,08 units; performing HALL after local interventions on the foot: ISL >0,10 units; performing primary HALL: erythrocytes $\leq 4,19 \times 10^{12}/l$, hemoglobin ≤ 111 g/l, MCH $\leq 27,6$ pg, leukocytes $> 12,80 \times 10^9/l$, NLR >4,24 units, П $\leq 0,23$ units, ЛП >2,64 units; performing HALL in surgical treatment: erythrocytes $\leq 4,06 \times 10^{12}/l$, hemoglobin ≤ 111 g/l, leukocytes $> 12,50 \times 10^9/l$, NLR >4,24 units, ЛП >1,81 units, ISL >0,10 units, П $\leq 0,23$ units.

Conclusions. The obtained findings can be used to predict the results and determine rational tactics for surgical treatment in patients with DFS.

Keywords: *diabetic foot syndrome, surgery, local interventions on the foot, amputation, reamputation, risk factors, prognosis.*

Введение

Одним из осложнений сахарного диабета (СД) является синдром диабетической стопы (СДС), который регистрируется у 15-25% лиц с СД 2 типа [1]. Длительно не заживающие раны при СДС часто приводят к ампутации нижней конечности и инвалидизации [2]. У пациентов с СД риск проведения ампутаций нижних конечностей значительно превышает общепопуляционный [3]. По-прежнему существует неопределенность в отношении факторов, которые увеличивают риск ампутаций у пациентов с СД [4].

В современном мире предпочтение отдается максимально органосохраняющей тактике ведения пациентов с СДС, которая позволяет сохранить опорную функцию конечности, а для лиц работоспособного возраста дает возможность реализации профессиональных компетенций, для пожилых – продлить период сохранения самостоятельной двигательной активности [5-8]. Серьезной проблемой являются рецидивы язвенных и гнойно-некротических поражений после первичного хирургического лечения. При рецидивах язвенных и гнойно-некротических поражений высокие ампутации выполняются в 91,7% случаев, а летальность достигает 45% [9]. Реампутации конечности после малых хирургических вмешательств выполняются в 28,5% случаев [10]. Соотношение малых-высоких ампутаций в Российской Федерации увеличилось с 0,86 до 1,35 в течение 10 лет [11].

Высокие ампутации нижних конечностей (ВАНК) у 60,4% пациентов осуществляются на уровне бедра, а у 30,1% – на уровне голени. При ишемической гангрене первичное заживление раны ампутационной культы бедра наступает в 57,6-67,4% случаев. Установлено, что тотальная несостоятельность ампутационной культы регистрируется в 20,8%, а частичная – в 21,6% случаев. Общее число гнойных осложнений ам-

путационной культы составляет 10,5-49,3%, а со стороны общего статуса – 38,6-77,6% [12].

Летальность после ампутации на уровне бедра достигает 50-85%, на уровне голени – 24-35%, на уровне стопы – 6%. Ампутации, выполненные ниже коленного сустава, сопровождаются реампутациями почти в 50% наблюдений [13].

Проблема прогрессивного увеличения численности пациентов с СДС и высокий риск ампутации у них требует проведения исследований с целью установления факторов риска и конкретизации способов их коррекции. Определение факторов, оказывающих влияние на результаты и исходы различных вариантов хирургического лечения пациентов с СДС, и их анализ могут способствовать выбору оптимальной тактики, что в свою очередь, будет способствовать улучшению эффективности оказания помощи данной категории пациентов.

Цель исследования – определить гематологические индикаторы риска, связанные с результатами хирургического лечения СДС.

Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ данных обо всех 452 пациентах с СДС, находившихся на обследовании и лечении на клинической базе кафедры госпитальной хирургии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки кадров учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» в отделении гнойной хирургии учреждения здравоохранения «Витебская областная клиническая больница» в период с января 2020 г. по декабрь 2022 г. Мужчин было 263 (58,2%; 95% ДИ: 53,7–62,8), женщин – 189 (41,8%; 95% ДИ: 37,3–46,4), возраст от 30 до 92 (Me [LQ; UQ] – 61 [55; 68]) лет.

Пациенты с СДС, включенные в исследование, в зависимости от характера проведенного

хирургического лечения и его результатов, были разделены на 6 групп сравнения: I – 181 (40,0%; 95% ДИ: 35,5–44,5) пациент, которым проводили только консервативную терапию и местное лечение (без учета вмешательств на сосудах нижних конечностей); II – 172 (38,1%; 95% ДИ: 33,6–42,6) пациента, которым было выполнено успешное локальное хирургическое вмешательство на стопе; III – 32 (7,1%; 95% ДИ: 4,7–9,5) пациента, которым было выполнено локальное хирургическое вмешательство, после чего требовалось выполнение дополнительных (исходно не планируемых) локальных операций на стопе по поводу местных осложнений; IV – 14 (3,1%; 95% ДИ: 1,5–4,7) пациентов, которым исходно было выполнено локальное вмешательство на стопе, а затем в связи с его неэффективностью или развитием местных осложнений была произведена ВАНК; V – 39 (8,6%; 95% ДИ: 6,0–11,2) пациентов, которым была произведена первичная ВАНК, а послеоперационный период протекал без местных осложнений; VI – 14 (3,1%; 95% ДИ: 1,5–4,7) пациентов, у которых после выполнения ВАНК для полного заживления культи были необходимы дополнительные оперативные вмешательства или реампутация конечности.

Для сравнительной оценки и поиска индикаторов, связанных с неудовлетворительными результатами хирургического лечения (осложнения локальных вмешательств на стопе, ВАНК после локальных операций, осложнения ВАНК), были проанализированы результаты общего анализа крови (ОАК) при поступлении (эритроциты, гемоглобин, средний объем эритроцитов – mean corpuscular volume (MCV), среднее содержание гемоглобина в эритроците – mean concentration hemoglobin (MCH), средняя концентрация гемоглобина в эритроците – mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), лейкоциты, тромбоциты, средний объем тромбоцитов – mean platelets volume (MPV), скорость оседания эритроцитов (СОЭ)) и рассчитаны лейкоцитарные индексы: нейтрофильно-лейкоцитарный индекс (НЛИ), лейкоцитарный индекс интоксикации Я.Я. Кальф-Калифа (ЛИИ), индекс сдвига лейкоцитов по Н.И. Ябучинскому (ИСЛ), индекс инфицированности (ИИ) [14].

Результаты исследования были подвергнуты статистическому анализу с использованием программ Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation, США), STATISTICA 10.0 (StatSoft Inc., США), MedCalc 23.0.6 (MedCalc Software

Ltd, Бельгия). Качественные данные представлены в виде абсолютных величин и процентов с расчетом 95% доверительного интервала (95% ДИ), количественные данные – минимальных и максимальных значений (min–max) с расчетом медианы (Me) и интерквартильного интервала между 25-м и 75-м перцентилями [LQ; UQ]. Для дальнейшего анализа применяли непараметрические методы статистики: U-критерий Mann-Whitney, H-тест Kruskal-Wallis, двусторонний точный критерий Fisher, критерий хи-квадрат (χ^2) по Pearson и критерий χ^2 по Pearson с поправкой Yates (χ^2_{Yates}), r-критерий Spearman (r_s) с расчетом для него 95% ДИ, ROC-анализ. Уровень значимости «р» принимали равным 0,05. При значениях $p \leq 0,05$ различия между исследуемыми показателями считали статистически значимыми, при $0,05 < p \leq 0,1$ – обнаруженными на уровне статистической тенденции.

Результаты и обсуждение

Характеристика показателей ОАК при поступлении у пациентов в группах сравнения представлена в таблице 1.

Выделенные группы пациентов различались между собой по показателям эритроцитов, МСН, гемоглобина, лейкоцитов, тромбоцитов и СОЭ в ОАК при поступлении.

Показатели содержания эритроцитов в ОАК при поступлении не различались при сравнении у пациентов II и III групп ($p_{\text{Mann-Whitney}} = 0,19$), V и VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}} = 0,52$). Также отсутствовали статистически значимые различия ($p_{\text{Mann-Whitney}} = 0,83$) по этому параметру между всеми пациентами, у которых удалось ограничиться вмешательствами на уровне стопы (II–III группы), и теми, кому после локального вмешательства на стопе были вынуждены выполнить ВАНК (IV группа). Содержание эритроцитов статистически значимо различалось между всеми пациентами, лечение которых начинали с локального вмешательства на стопе (II–IV группы), и теми, кому была выполнена первичная ВАНК (V–VI группы) ($p_{\text{Mann-Whitney}} = 0,0016$), а также между всеми пациентами, у которых удалось ограничиться вмешательствами на уровне стопы (II–III группы), и всеми теми, кому в процессе лечения была выполнена ВАНК (IV–VI группы) ($p_{\text{Mann-Whitney}} = 0,0031$). Количество эритроцитов у оперированных пациентов имело слабую отрицательную корреляцию с выполнением первичной ВАНК ($r_s = -0,19$ (95% ДИ: -0,30...-0,07); $p = 0,0015$) и ВАНК в процессе лече-

Таблица 1 – Характеристика показателей ОАК при поступлении у пациентов в группах сравнения

Анализируемый показатель (един. измерения)	Группы сравнения						Значимость различий между группами (p _{Kruskal-Wallis})
	I (N=181)	II (N=172)	III (N=32)	IV (N=14)	V (N=39)	VI (N=14)	
эритроциты (×10 ¹² /л)	4,31 [3,82; 4,77] (2,47–7,00)	4,17 [3,71; 4,68] (1,75–6,65)	4,03 [3,78; 4,46] (2,51–5,42)	4,15 [3,36; 4,46] (3,06–4,99)	3,90 [3,49; 4,18] (2,03–5,21)	3,81 [3,11; 4,14] (2,50–5,29)	p=0,0003
гемоглобин (г/л)	120 [113; 141] (47–178)	119 [107; 136] (47–171)	119 [107; 131] (70–155)	123 [102; 132] (87–137)	108 [98; 124] (58–165)	103 [86; 113] (72–142)	p=0,0000
MCV (фл)	86,4 [83,4; 89,4] (59,8–109,8)	85,6 [82,3; 88,8] (69,9–114,0)	86,25 [83,9; 89,2] (35,4–95,9)	88,2 [83,4; 92,3] (68,7–93,8)	84,9 [82,0; 88,7] (76,2–101,0)	82,1 [79,8; 87,2] (77,4–90,7)	p=0,198
MCH (пг)	29,4 [27,9; 30,7] (16,2–36,0)	28,9 [27,6; 30,1] (9,5–37,6)	29,5 [28,0; 30,7] (25,5–35,0)	29,6 [28,4; 31,4] (22,4–31,8)	28,6 [26,4; 29,8] (20,7–35,1)	27,2 [26,8; 28,8] (24,2–30,1)	p=0,02
MCHC (г/л)	337 [330; 346] (270–381)	334 [326; 343] (301–373)	335 [327; 346] (307–375)	335 [327; 350] (322–359)	332 [326; 346] (295–363)	331 [327; 344] (297–358)	p=0,49
лейкоциты (×10 ⁹ /л)	8,88 [7,02; 11,07] (4,12–25,37)	9,52 [7,59; 12,09] (3,83–31,82)	10,27 [8,05; 12,65] (4,83–24,53)	12,02 [9,40; 17,16] (7,07–21,71)	13,66 [10,02; 17,47] (8,21–34,70)	14,91 [10,16; 17,68] (7,70–28,56)	p=0,0000
тромбоциты (×10 ⁹ /л)	273 [205; 344] (77–901)	307 [243; 388] (64–831)	269 [217; 364] (68–595)	196 [253; 462] (211–616)	366 [264; 481] (87–730)	338 [250; 395] (124–561)	p=0,0008
MPV (фл)	10,2 [9,4; 11,4] (5,3–12,7)	10,2 [9,6; 11,0] (6,7–13,1)	10,1 [8,3; 10,7] (6,9–13,2)	10,2 [9,8; 10,6] (7,5–11,3)	10,2 [9,5; 11,0] (6,9–12,2)	10,1 [9,2; 10,8] (6,9–11,4)	p=0,84
СОЭ (мм/час)	37 [23; 54] (2–225)	54 [35; 64] (0,5–275)	61 [50; 68] (20–77)	60 [50; 64] (25–73)	60 [36; 66] (3–80)	59 [54; 64] (2–83)	p=0,0000

ния ($r_s = -0,18$ (95% ДИ: $-0,29 \dots -0,06$); $p=0,003$). Методом ROC-анализа было проведено определение порогового значения содержания эритроцитов в ОАК при поступлении у оперированных пациентов для риска выполнения первичной ВАНК и ВАНК в процессе лечения (рис. 1).

У оперированных пациентов с содержанием эритроцитов в ОАК при поступлении $>4,19 \times 10^{12}/л$ первичная ВАНК была выполнена в 11 из 111 (9,9%; 95% ДИ: 4,3–15,5) случаев, а у лиц с уровнем эритроцитов $\leq 4,19 \times 10^{12}/л$ – в 42 из 160 (26,3%; 95% ДИ: 34,4–49,7), т.е. при уровне эритроцитов $\leq 4,19 \times 10^{12}/л$ риск выполнения первичной ВАНК был в 2,7 раз выше ($p\chi^2=0,0009$). У оперированных пациентов с содержанием эритроцитов в ОАК при поступлении $>4,06 \times 10^{12}/л$ ВАНК в процессе лечения была выполнена в 23 из 136 (16,9%; 95% ДИ: 10,6–23,2) случаев, а у лиц с эритроцитами $\leq 4,06 \times 10^{12}/л$ – в 44 из 135 (32,6%; 95% ДИ: 24,7–40,5). Следовательно, при уровне эритроцитов в ОАК при поступлении

$\leq 4,06 \times 10^{12}/л$ риск выполнения ВАНК в процессе лечения был в 1,9 раз выше ($p\chi^2=0,0028$).

Уровень гемоглобина в ОАК при поступлении статистически значимо не различался: у пациентов II и III групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,68$); V и VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,20$); между всеми пациентами, у которых удалось ограничиться вмешательствами на уровне стопы, и теми, кому после локального вмешательства на стопе были вынуждены выполнить ВАНК ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,40$). При этом имелись статистически значимые различия по содержанию гемоглобина между пациентами II-IV и V-VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,00016$); между пациентами II-III и IV-VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,0004$). Гемоглобин в ОАК при поступлении у оперированных пациентов имел слабую отрицательную корреляцию с выполнением первичной ВАНК ($r_s = -0,23$ (95% ДИ: $-0,34 \dots -0,11$); $p=0,00013$) и ВАНК в процессе лечения ($r_s = -0,22$ (95% ДИ: $-0,33 \dots -0,10$); $p=0,00035$). Методом ROC-анализа было определено поро-

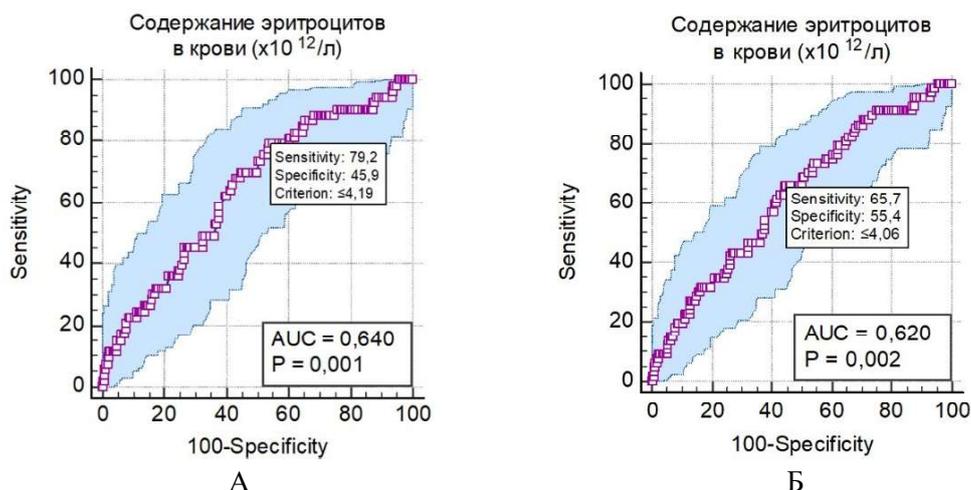


Рисунок 1 – Скриншот программы MedCalc: А – ROC-кривая предиктора выполнения первичной ВАНК среди оперированных пациентов для содержания эритроцитов в ОАК при поступлении; Б – ROC-кривая предиктора выполнения ВАНК среди оперированных пациентов для содержания эритроцитов в ОАК при поступлении

вое значение содержания гемоглобина в ОАК при поступлении у оперированных пациентов для риска выполнения первичной ВАНК и ВАНК в процессе лечения (рис. 2).

У оперированных пациентов с уровнем гемоглобина в ОАК при поступлении >111 г/л первичная ВАНК была выполнена в 18 из 160 (11,3%; 95% ДИ: 6,4–16,2) случаев, а у лиц с гемоглобином ≤ 111 г/л – в 35 из 111 (31,5%; 95% ДИ: 22,9–40,1). У оперированных пациентов с содержанием гемоглобина >111 г/л ВАНК в процессе лечения была выполнена в 26 из 160 (16,3%; 95% ДИ: 10,6–22,0) случаев, а у лиц с гемоглобином ≤ 111 г/л – в 41 из

111 (36,9%; 95% ДИ: 27,9–45,9). Таким образом, при концентрации гемоглобина в ОАК при поступлении ≤ 111 г/л риск выполнения первичной ВАНК был в 2,8 раз выше ($p\chi^2=0,0000$), а ВАНК в процессе лечения – в 2,3 раз выше ($p\chi^2=0,0001$).

Установлено, что показатель МСН при поступлении статистически значимо не различался: у пациентов II и III групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,19$); V и VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,32$); между пациентами II-III и IV групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,33$); между пациентами II-III и IV-VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,15$). При этом имелись статистически значимые различия по показателю МСН между пациентами II-IV и V-VI групп

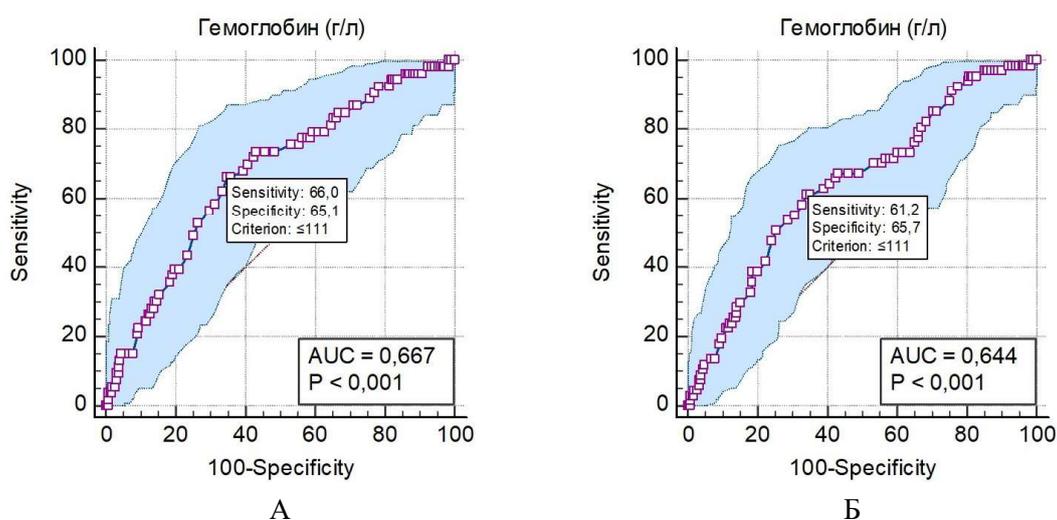


Рисунок 2 – Скриншот программы MedCalc: А – ROC-кривая предиктора выполнения первичной ВАНК среди оперированных пациентов для содержания гемоглобина в ОАК при поступлении; Б – ROC-кривая предиктора выполнения ВАНК среди оперированных пациентов для содержания гемоглобина в ОАК при поступлении

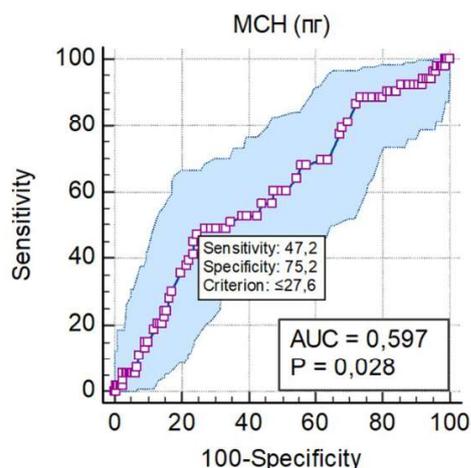


Рисунок 3 – Скриншот программы MedCalc: ROC-кривая предиктора выполнения первичной ВАНК среди оперированных пациентов для МСН при поступлении

($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,029$). Показатель МСН при поступлении у оперированных пациентов имел слабую отрицательную корреляцию с выполнением первичной ВАНК ($r_s=-0,13$ (95% ДИ: $-0,17...-0,09$); $p=0,028$). Методом ROC-анализа было определено пороговое значение МСН при поступлении у оперированных пациентов для риска выполнения первичной ВАНК (рис. 3).

У оперированных пациентов с МСН при поступлении $>27,6$ пг первичная ВАНК была выполнена в 28 из 192 (14,6%; 95% ДИ: 9,6–19,6) случаев, а у лиц с МСН $\leq 27,6$ пг – в 25 из 79 (32%; 95% ДИ: 22–42). Таким образом, при МСН при по-

ступлении $\leq 27,6$ пг риск выполнения первичной ВАНК был в 2,2 раз выше ($p\chi^2=0,0013$).

Полученные данные отражают вклад анемии и обусловленной ею гемической гипоксии в развитии и течение тяжелых форм СДС, приводящих к необходимости выполнения ВАНК. В свою очередь, рассмотренные выше факторы относятся к управляемым. Таким образом, профилактику развития и лечение анемии можно рассматривать как одно из мероприятий, способных улучшить результаты лечения пациентов с СДС.

Показатели содержания лейкоцитов в ОАК при поступлении не различались у пациентов II и III групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,28$), V и VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,79$). На уровне статистической тенденции ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,052$) имелись различия по данному параметру между пациентами II-III и IV групп. Показатели содержания лейкоцитов статистически значимо различались между пациентами II-IV и V-VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,0000$), а также между пациентами II-III и IV-VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,0000$). Лейкоциты в ОАК при поступлении у оперированных пациентов имели прямую корреляцию умеренной силы с выполнением первичной ВАНК ($r_s=0,34$ (95% ДИ: 0,23–0,44); $p=0,0000$) и ВАНК в процессе лечения ($r_s=0,35$ (95% ДИ: 0,24–0,45); $p=0,0000$). Методом ROC-анализа было проведено определение порогового значения содержания лейкоцитов в ОАК при поступлении у оперированных пациентов для риска выполнения первичной ВАНК и ВАНК в процессе лечения (рис. 4).

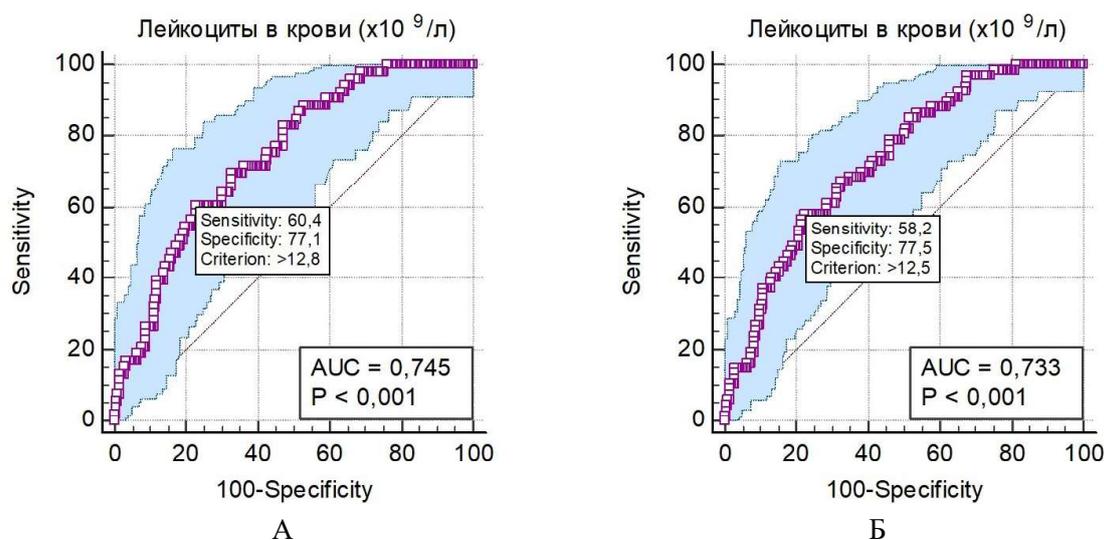


Рисунок 4 – Скриншот программы MedCalc: А – ROC-кривая предиктора выполнения первичной ВАНК среди оперированных пациентов для содержания лейкоцитов в ОАК при поступлении; Б – ROC-кривая предиктора выполнения ВАНК среди оперированных пациентов для содержания лейкоцитов в ОАК при поступлении

У оперированных пациентов с уровнем лейкоцитов в ОАК при поступлении $>12,80 \times 10^9/\text{л}$ первичная ВАНК была выполнена в 32 из 82 (39%; 95% ДИ: 28–50) случаев, а у лиц с лейкоцитами $\leq 12,80 \times 10^9/\text{л}$ – в 21 из 189 (11,1%; 95% ДИ: 6,6–15,6). Т.е. при уровне лейкоцитов в ОАК при поступлении $>12,80 \times 10^9/\text{л}$ риск выполнения первичной ВАНК был в 3,5 раз выше ($p\chi^2=0,0000$). У оперированных пациентов с уровнем лейкоцитов при поступлении $>12,50 \times 10^9/\text{л}$ ВАНК в процессе лечения была выполнена в 39 из 85 (46%; 95% ДИ: 35–57) случаев, а при уровне лейкоцитов $\leq 12,80 \times 10^9/\text{л}$ – в 28 из 186 (15,1%; 95% ДИ: 10,0–20,3). Т.е. при концентрации лейкоцитов в ОАК при поступлении $>12,50 \times 10^9/\text{л}$ риск выполнения ВАНК в процессе лечения был в 3 раза выше ($p\chi^2=0,0000$). Аналогичные данные представлены в работе Naz et al., которые отмечают наличие связи между уровнем лейкоцитоза, тяжестью СДС и риском выполнения ВАНК [15].

Содержание тромбоцитов в ОАК при поступлении статистически значимо не различалось: у пациентов II и III групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,20$); V и VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,42$); пациентов II-III и IV групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,54$). Различия по содержанию тромбоцитов в ОАК при поступлении между пациентами II-IV и V-VI групп, а также между II-III и IV-VI группами были на уровне статистической тенденции ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,065$ и $p_{\text{Mann-Whitney}}=0,056$ соответственно). Е.Л. Ставчиков и соавторы указывают, что уровень тромбоцитов у пациентов с СДС повышается с увеличением степени поражения по шкале Wagner [16].

СОЭ при поступлении статистически значимо не различалась: у пациентов V и VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,79$); II-III и IV групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,27$); II-IV и V-VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,32$); II-III и IV-VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,16$). Статистически значимые различия СОЭ были между пациентами II и III групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,0149$). У пациентов II и III групп уровень СОЭ при поступлении имел слабую прямую корреляцию с выполнением дополнительных операций на стопе после локального вмешательства ($r_s=0,17$ (95% ДИ: 0,03–0,30); $p=0,0144$). Методом ROC-анализа было проведено определение порогового значения СОЭ для необходимости выполнения дополнительных операций на стопе после локального вмешательства (рис. 5).

У пациентов, которым были выполнены локальные вмешательства, с СОЭ при поступлении >60 мм/час дополнительные операции на стопе были выполнены в 18 из 72 (25%; 95% ДИ: 15–35)

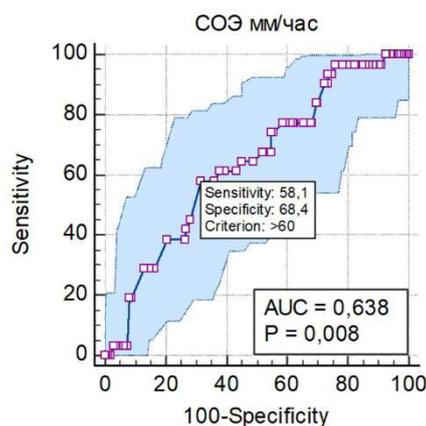


Рисунок 5 – Скриншот программы MedCalc: ROC-кривая предиктора необходимости выполнения дополнительных операций на стопе после локального вмешательства для СОЭ при поступлении

случаев, а с СОЭ ≤ 60 мм/час – в 14 из 132 (10,6%; 95% ДИ: 5,4–15,9). Соответственно, при СОЭ на момент поступления >60 мм/час у пациентов, которым выполняли локальные вмешательства, в 2,4 раза чаще требовалось выполнение дополнительных операций на стопе ($p\chi^2=0,0069$). Aragón-Sánchez et al., Sen et al. и Yarıcı et al. указывают, что увеличение СОЭ более 94 мм/час у пациентов с СДС является индикатором тяжелой инфекции при СДС и высокого риска выполнения ВАНК [4, 17-19].

В таблице 2 представлены рассчитанные лейкоцитарные индексы по данным показателей ОАК при поступлении у пациентов в группах сравнения.

Показатели НЛИ при поступлении статистически значимо различались между пациентами II и III групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,016$); II-IV и V-VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,0000$); II-III и IV-VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,0000$). На уровне статистической тенденции ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,053$) различались значения НЛИ между пациентами II-III и IV групп. По показателю НЛИ V и VI группы не различались между собой ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,43$). НЛИ у пациентов II и III групп имел прямую корреляцию слабой силы с необходимостью выполнения дополнительных операций на стопе ($r_s=0,17$ (95% ДИ: 0,03–0,30); $p=0,016$), а у всех оперированных пациентов – аналогичной направленности и умеренной силы связи с выполнением первичной ВАНК ($r_s=0,33$ (95% ДИ: 0,22–0,43); $p=0,0000$) и всеми случаями ВАНК ($r_s=0,34$ (95% ДИ: 0,23–0,44); $p=0,0000$). Методом ROC-анализа было проведено определение порогового значения НЛИ для риска выполнения дополнительной операции на стопе после локаль-

Таблица 8 – Лейкоцитарные индексы у пациентов в группах сравнения

Анализируемый показатель	Группы сравнения						Значимость различий между группами (P _{Kruskal-Wallis})
	I (N=181)	II (N=172)	III (N=32)	IV (N=14)	V (N=39)	VI (N=14)	
Нейтрофильно-лимфоцитарный индекс	2,83 [1,79; 4,50] (0,66–95,00)	3,05 [2,03; 5,14] (0,57–48,50)	5,07 [2,51; 8,20] (0,75–47,00)	6,44 [2,57; 13,00] (0,50–30,67)	6,00 [3,65; 22,00] (0,93–95,00)	10,08 [4,88; 31,67] (1,63–47,50)	p=0,0000
Лейкоцитарный индекс интоксикации Я.Я. Кальфа-Калифа	0,95 [0,40; 2,00] (0,11–21,40)	1,06 [0,43; 2,64] (0,07–33,00)	1,78 [1,02; 4,03] (0,30–21,67)	3,41 [1,06; 4,90] (0,19–7,79)	2,96 [1,03; 7,00] (0,26–23,00)	3,71 [1,91; 9,10] (0,50–15,63)	p=0,0000
Индекс сдвига лейкоцитов по Н.И. Ябучинскому	0,05 [0,03; 0,09] (0,00–1,14)	0,06 [0,03; 0,13] (0,00–0,42)	0,11 [0,05; 0,17] (0,01–1,25)	0,13 [0,10; 0,23] (0,05–0,86)	0,11 [0,04; 0,20] (0,00–1,33)	0,07 [0,04; 0,31] (0,01–0,46)	p=0,0000
Индекс инфицированности	0,35 [0,22; 0,56] (0,01–1,53)	0,33 [0,19; 0,49] (0,02–1,77)	0,20 [0,12; 0,40] (0,02–1,33)	0,16 [0,08; 0,39] (0,03–2,00)	0,17 [0,05; 0,27] (0,11–1,07)	0,10 [0,03; 0,21] (0,02–0,61)	p=0,0000

ного вмешательства, первичной ВАНК и ВАНК в процессе лечения (рис. 6).

У пациентов с НЛИ при поступлении >4,29 ед. после локального вмешательства дополнительные операции на стопе были выполнены в 20 из 74 (27%; 95% ДИ: 17–37) случаев, а при НЛИ ≤4,29 ед. – в 12 из 130 (9,2%; 95% ДИ: 4,2–14,2). Таким образом, при НЛИ на момент поступления >4,29 ед. у пациентов, которым выполняли локальные вмешательства, в 2,9 раза чаще требовалось выполнение дополнительных операций на стопе (pχ²=0,0008). У оперированных пациентов с

НЛИ >4,24 ед. первичная ВАНК была выполнена в 40 из 123 (32,5%; 95% ДИ: 24,2–40,8) случаев, а у лиц с НЛИ ≤4,24 ед. – в 13 из 148 (8,8%; 95% ДИ: 4,2–13,4). Соответственно, при НЛИ при поступлении >4,24 ед. риск выполнения первичной ВАНК был в 3,7 раз выше (pχ²=0,0000). У оперированных пациентов с НЛИ >4,24 ед. ВАНК в процессе лечения была выполнена в 44 из 123 (35,8%; 95% ДИ: 27,3–44,3) случаев, а у лиц с НЛИ ≤4,24 ед. – в 23 из 148 (15,5%; 95% ДИ: 9,7–21,3). Следовательно, при НЛИ при поступлении >4,24 ед. риск выполнения ВАНК в процессе ле-

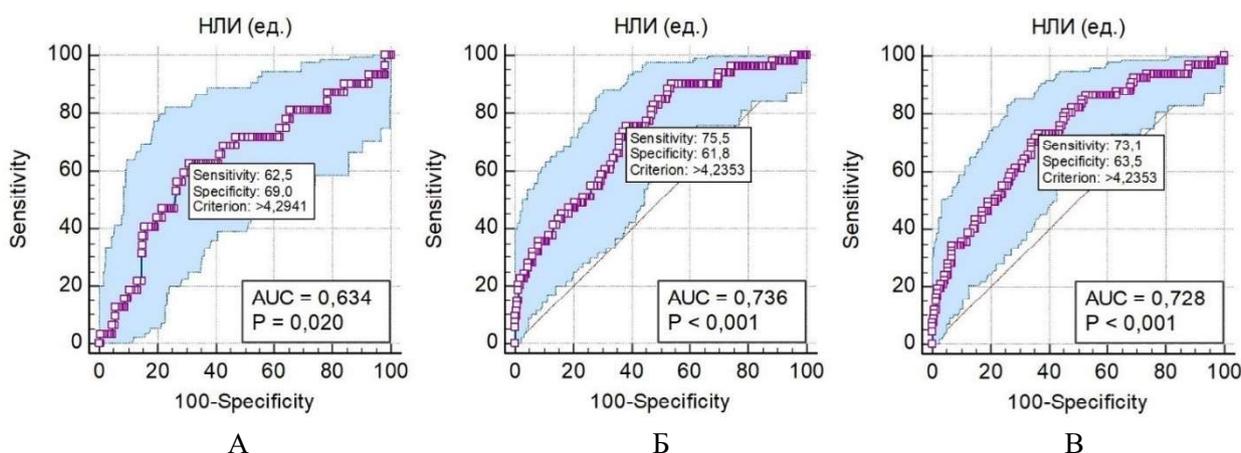


Рисунок 6 – Скриншот программы MedCalc: А – ROC-кривая предиктора необходимости выполнения дополнительных операций на стопе после локального вмешательства для НЛИ при поступлении; Б – ROC-кривая предиктора выполнения первичной ВАНК среди оперированных пациентов для НЛИ при поступлении, В – ROC-кривая предиктора выполнения ВАНК среди оперированных пациентов для НЛИ при поступлении

чения был в 2,3 раз выше ($p\chi^2=0,0001$). В публикациях Serban et al., Aragón- Sánchez et al., Sen et al. и Yarıci et al. отмечается, что значение НЛИ более 4,52 ед. коррелирует с тяжестью инфекции при СДС, риском выполнения ВАНК и смертью [15, 17-20].

ЛИИ при поступлении статистически значимо не различался: у пациентов V и VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,28$); II-III и IV групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,12$). Показатели ЛИИ при поступлении статистически значимо различались между пациентами II и III групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,0089$); II-IV и V-VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,0000$); II-III и IV-VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,0000$). ЛИИ у пациентов II и III групп имел прямую корреляцию слабой силы с необходимостью выполнения дополнительных операций на стопе ($r_s=0,18$ (95% ДИ: 0,04–0,31); $p=0,0085$), а у всех оперированных пациентов – аналогичной направленности и силы связи с выполнением первичной ВАНК ($r_s=0,26$ (95% ДИ: 0,14–0,37); $p=0,0000$) и всеми случаями ВАНК ($r_s=0,27$ (95% ДИ: 0,15–0,38); $p=0,0000$). Методом ROC-анализа было проведено определение порогового значения ЛИИ для риска выполнения дополнительной операции на стопе после локального вмешательства, первичной ВАНК и ВАНК в процессе лечения (рис. 7).

Так у пациентов с ЛИИ $>1,23$ ед. после локального вмешательства дополнительные операции на стопе были выполнены в 23 из 96 (24%; 95% ДИ: 15–33) случаев, а при ЛИИ $\leq 1,23$ ед. – в 9 из 108 (8,3%; 95% ДИ: 3,1–13,5). Таким образом,

при ЛИИ на момент поступления $>1,23$ ед. у пациентов, которым выполняли локальные вмешательства, в 2,9 раза чаще требовалось выполнение дополнительных операций на стопе ($p\chi^2_{\text{Yates}}=0,0041$). У оперированных пациентов с ЛИИ $>2,64$ ед. первичная ВАНК была выполнена в 30 из 90 (33%; 95% ДИ: 23–43) случаев, а у лиц с ЛИИ $\leq 2,64$ ед. – в 23 из 181 (12,7%; 95% ДИ: 7,9–17,6). Соответственно, при ЛИИ при поступлении $>2,64$ ед. риск выполнения первичной ВАНК был в 2,6 раз выше ($p\chi^2=0,0001$). У оперированных пациентов с ЛИИ при поступлении $>1,81$ ед. ВАНК в процессе лечения была выполнена в 43 из 114 (37,7%; 95% ДИ: 28,8–46,6) случаев, а у лиц с ЛИИ $\leq 1,81$ ед. – в 24 из 157 (15,3%; 95% ДИ: 9,7–20,9). Следовательно, при ЛИИ при поступлении $>1,81$ ед. риск выполнения ВАНК в процессе лечения был в 2,5 раз выше ($p\chi^2=0,0000$).

Показатели ИСЛ при поступлении статистически значимо различались между пациентами II и III групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,0019$); II-III и IV групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,0023$); II-III и IV-VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,0052$). ИСЛ статистически значимо не различался: у пациентов V и VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,90$); II-IV и V-VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,13$). ИСЛ у пациентов II и III групп имел прямую корреляцию слабой силы с необходимостью выполнения дополнительных операций на стопе ($r_s=0,22$ (95% ДИ: 0,08–0,35); $p=0,0017$), у пациентов II-IV групп – с потребностью выполнения ВАНК после локального вмешательства на стопе ($r_s=0,20$ (95%

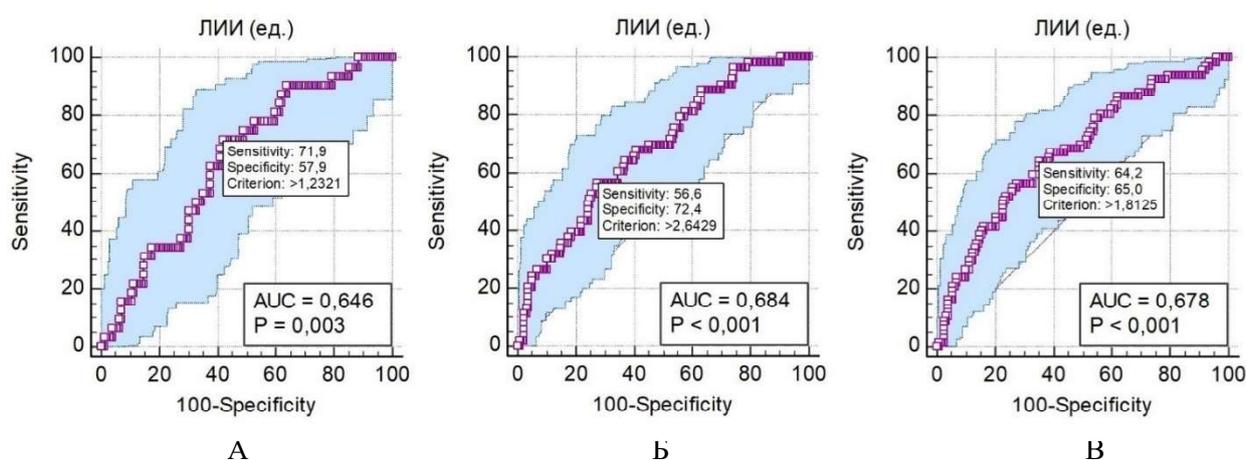


Рисунок 7 – Скриншот программы MedCalc: А – ROC-кривая предиктора необходимости выполнения дополнительных операций на стопе после локального вмешательства для ЛИИ при поступлении;

Б – ROC-кривая предиктора выполнения первичной ВАНК среди оперированных пациентов для ЛИИ при поступлении, В – ROC-кривая предиктора выполнения ВАНК среди оперированных пациентов для ЛИИ при поступлении

ДИ: 0,07–0,33); $p=0,0027$), а у всех оперированных пациентов – со всеми случаями ВАНК ($r_s=0,17$ (95% ДИ: 0,05–0,28); $p=0,005$). Методом ROC-анализа было проведено определение порогового значения ИСЛ для риска выполнения дополнительной операции на стопе после локального вмешательства, ВАНК после локального вмешательства на стопе и ВАНК в процессе лечения (рис. 8).

У пациентов с ИСЛ при поступлении $>0,08$ ед. после локального вмешательства дополнительные операции на стопе были выполнены в 21 из 81 (26%; 95% ДИ: 12–30) случаев, а при ИСЛ $\leq 0,08$ ед. – в 11 из 123 (8,9%; 95% ДИ: 3,9–13,9). Таким образом, при ИСЛ на момент поступления $>0,08$ ед. у пациентов, которым выполняли локальные вмешательства, в 2,9 раза чаще требовалось выполнение дополнительных операций на стопе ($p\chi^2=0,0011$). У пациентов с ИСЛ при поступлении $>0,10$ ед. после локального вмешательства на стопе ВАНК были выполнены в 11 из 78 (14%; 95% ДИ: 6–22) случаев, а при ИСЛ $\leq 0,10$ ед. – в 3 из 140 (2,1%; 95% ДИ: -0,3...4,5). Таким образом, при ИСЛ на момент поступления $>0,10$ ед. у пациентов, которым выполняли локальные вмешательства на стопе, в 6,7 раза чаще требовалось выполнить ВАНК ($p_{\text{Fisher}}=0,001$). Среди всех оперированных пациентов с ИСЛ при поступлении $>0,10$ ед. ВАНК в процессе лечения была выполнена в 38 из 105 (36,2%; 95% ДИ: 27,0–45,4) случаев, а у лиц с ИСЛ $\leq 0,10$ ед. – в 29 из 166 (17,5%; 95% ДИ: 11,7–23,3). Следовательно, при ИСЛ при поступлении $>0,10$ ед.

риск выполнения ВАНК в процессе лечения был в 2,1 раза выше ($p\chi^2=0,0005$).

Показатели ИИ при поступлении статистически значимо различались между пациентами II и III групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,017$); II-IV и V-VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,0000$); II-III и IV-VI групп ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,0000$). На уровне статистической тенденции ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,053$) различались значения ИИ между пациентами II-III и IV групп. По анализируемому параметру пациенты V и VI групп не различались между собой ($p_{\text{Mann-Whitney}}=0,43$). ИИ у пациентов II и III групп имел обратную корреляцию слабой силы с необходимостью выполнения дополнительных операций на стопе ($r_s=-0,17$ (95% ДИ: -0,30...-0,03); $p=0,016$), а у всех оперированных пациентов – аналогичной направленности и умеренной силы связи с выполнением первичной ВАНК ($r_s=-0,32$ (95% ДИ: -0,43...-0,21); $p=0,0000$) и всеми случаями ВАНК ($r_s=-0,34$ (95% ДИ: -0,44...-0,23); $p=0,0000$). Методом ROC-анализа было проведено определение порогового значения ИИ для риска выполнения дополнительной операции на стопе после локального вмешательства, первичной ВАНК и ВАНК в процессе лечения (рис. 9).

У пациентов с ИИ при поступлении $\leq 0,23$ ед. после локального вмешательства дополнительные операции на стопе были выполнены в 20 из 74 (27%; 95% ДИ: 17–37) случаев, а при ИИ $>0,23$ ед. – в 12 из 130 (9,2%; 95% ДИ: 4,2–14,2). Таким образом, при ИИ на момент поступления $\leq 0,23$ ед. у пациентов, которым выполняли ло-

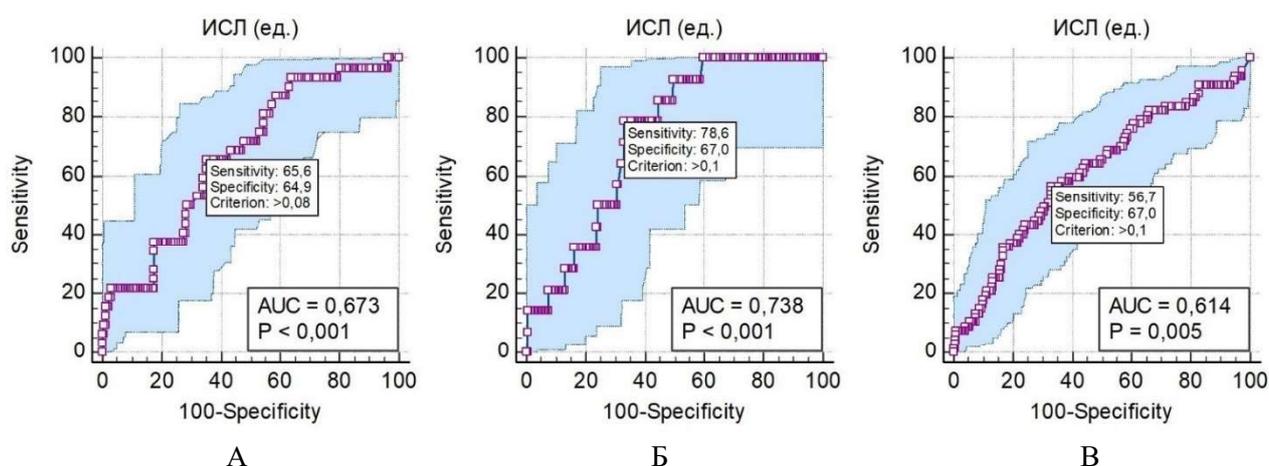


Рисунок 8 – Скриншот программы MedCalc: А – ROC-кривая предиктора необходимости выполнения дополнительных операций на стопе после локального вмешательства для ИСЛ при поступлении; Б – ROC-кривая предиктора выполнения ВАНК после локального вмешательства на стопе для ИСЛ при поступлении, В – ROC-кривая предиктора выполнения ВАНК среди оперированных пациентов для ИСЛ при поступлении

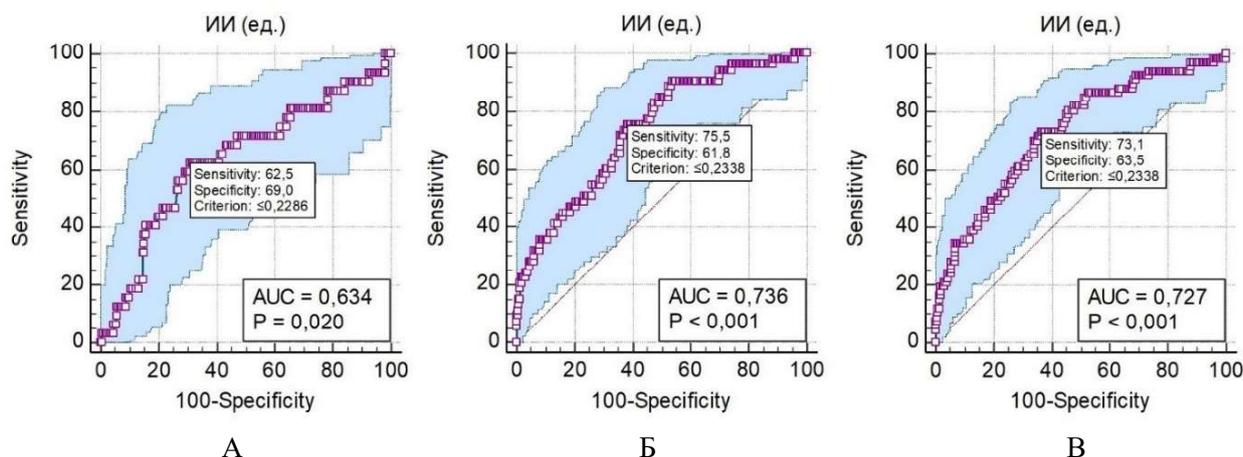


Рисунок 9 – Скриншот программы MedCalc: А – ROC-кривая предиктора необходимости выполнения дополнительных операций на стопе после локального вмешательства для ИИ при поступлении; Б – ROC-кривая предиктора выполнения первичной ВАНК среди оперированных пациентов для ИИ при поступлении, В – ROC-кривая предиктора выполнения ВАНК среди оперированных пациентов для ИИ при поступлении

кальные вмешательства, в 2,9 раза чаще требовалось выполнение дополнительных операций на стопе ($p\chi^2=0,0008$). У оперированных пациентов с ИИ при поступлении $\leq 0,23$ ед. первичная ВАНК была выполнена в 40 из 124 (32,3%; 95% ДИ: 24,1–40,5) случаев, а у лиц с ИИ $> 0,23$ ед. – в 13 из 147 (8,8%; 95% ДИ: 4,2–13,4). Соответственно, при ИИ при поступлении $\leq 0,23$ ед. риск выполнения первичной ВАНК был в 3,7 раз выше ($p\chi^2=0,0000$). Среди всех оперированных пациентов с ИИ $\leq 0,23$ ед. ВАНК в процессе лечения была выполнена в 49 из 124 (39,5%; 95% ДИ: 30,9–48,1) случаев, а у лиц с ИИ $> 0,23$ ед. – в 18 из 147 (12,2%; 95% ДИ: 6,9–17,5). Следовательно, при ИИ при поступлении $\leq 0,23$ ед. риск выполнения ВАНК в процессе лечения был в 3,2 раз выше ($p\chi^2=0,0000$).

Установленные корреляционные связи уровня лейкоцитов в крови, СОЭ и лейкоцитарных индексов при поступлении отражают влияние выраженности системной воспалительной реакции, обусловленной характером патологического процесса, на результаты хирургического лечения пациентов с СДС.

Заключение

В ОАК при поступлении гематологическими индикаторами риска выполнения дополнительных операций на стопе после локальных вмешательств при СДС являются: СОЭ > 60 мм/час – риск выше в 2,4 раз ($p=0,0069$); НЛИ $> 4,29$ ед. или ИИ $\leq 0,23$ ед.

($p=0,0008$), ЛИИ $> 1,23$ ед. ($p=0,0041$), ИСЛ $> 0,08$ ед. ($p=0,0011$) – риск выше в 2,9 раз.

В ОАК при поступлении гематологическими индикаторами риска выполнения ВАНК после локальных вмешательств на стопе при СДС являются: ИСЛ $> 0,10$ ед. – риск выше в 6,7 раз ($p_{\text{Fisher}}=0,001$).

В ОАК при поступлении гематологическими индикаторами риска выполнения первичной ВАНК при хирургическом лечении СДС являются: эритроциты $\leq 4,19 \times 10^{12}/л$ – риск выше в 2,7 раз ($p=0,0009$); гемоглобин ≤ 111 г/л – риск выше в 2,8 раз ($p=0,0000$); МСН $\leq 27,6$ пг – риск выше в 2,2 раз ($p=0,0013$); лейкоциты $> 12,80 \times 10^9/л$ – риск выше в 3,5 раз ($p=0,0000$); НЛИ $> 4,24$ ед. и ИИ $\leq 0,23$ ед. – риск выше в 3,7 раз ($p=0,0000$ и $p=0,0000$ соответственно); ЛИИ $> 2,64$ ед. – риск выше в 2,6 раз ($p=0,0001$).

В ОАК при поступлении гематологическими индикаторами риска выполнения ВАНК при хирургическом лечении СДС являются: эритроциты $\leq 4,06 \times 10^{12}/л$ – риск выше в 1,9 раз ($p=0,0028$); гемоглобин ≤ 111 г/л – риск выше в 2,3 раз ($p=0,0001$); лейкоциты $> 12,50 \times 10^9/л$ – риск выше в 3 раза ($p=0,0000$); НЛИ $> 4,24$ ед. – риск выше в 2,3 раз ($p=0,0001$); ЛИИ $> 1,81$ ед. – риск выше в 2,5 раз ($p=0,0000$); ИСЛ $> 0,10$ ед. – риск выше в 2,1 раз ($p=0,0005$); ИИ $\leq 0,23$ ед. – риск выше в 3,2 раз ($p=0,0000$).

Полученные сведения могут быть использованы для прогнозирования результатов и определения рациональной тактики хирургического лечения пациентов с СДС.

Литература

1. Эндокринология : нац. рук. / Рос. ассоц. эндокринологов ; под ред. И. И. Дедова, Г. А. Мельниченко. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. 1112 с.
2. Bandyk, D. F. The diabetic foot: pathophysiology, evaluation, and treatment / D. F. Bandyk // *Seminars in vascular surg.* 2018 Jun-Dec. Vol. 31, № 2/4. P. 43–48. DOI: 10.1053/j.semvascsurg.2019.02.001
3. Differences in minor amputation rate in diabetic foot disease throughout Europe are in part explained by differences in disease severity at presentation / P. van Battum, N. Schaper, L. Prompers [et al.] // *Diabetic medicine.* 2011 Feb. Vol. 28, № 2. P. 199–205. DOI: 10.1111/j.1464-5491.2010.03192.x
4. Sen, P. Meta-analysis of risk factors for amputation in diabetic foot infections / P. Sen, T. Demirdal, B. Emir // *Diabetes metabolism research and reviews.* 2019 Oct. Vol. 35, № 7. Art. e3165. DOI: 10.1002/dmrr.3165
5. Ерошкин, С. Н. Синдром диабетической стопы: клиника, диагностика, лечение : пособие / С. Н. Ерошкин, В. П. Булавкин. Витебск : ВГМУ, 2016. 56 с.
6. Косинец, А. Н. Синдром диабетической стопы / А. Н. Косинец, А. А. Зеньков. Витебск : ВГМУ, 2003. 214 с.
7. Игнатович, И. Н. Хирургия диабетической стопы : учеб.-метод. пособие / И. Н. Игнатович, Г. Г. Кондратенко. Минск : БГМУ, 2013. 57 с.
8. Строков, И. А. Новые возможности лечения диабетических осложнений / И. А. Строков, А. С. Фокина // *Русский медицинский журнал.* 2012. № 20. С. 996–1000.
9. Актуальные проблемы диагностики синдрома диабетической стопы / А. В. Есипов, А. В. Алехнович, В. А. Мусаилов [и др.] // *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова.* 2023. Т. 18, № 2. С. 115–120. DOI: 10.25881/20728255_2023_18_2_115
10. Рациональная хирургическая тактика при выборе уровня ампутации у больных с осложненными формами синдрома диабетической стопы / М. Х. Набиев, Д. А. Абдуллоев, Ш. Ю. Юсупова, Т. Б. Боронов // *Вестник последипломного образования в сфере здравоохранения.* 2018. № 2. С. 58–63.
11. Indicators for comparing the incidence of diabetic amputations: a nationwide population-based register study / K. Winell, M. Venermo, T. Ikonen, R. Sund // *European journal of vascular and endovascular surgery.* 2013. Vol. 46, № 5. P. 569–574. DOI: 10.1016/j.ejvs.2013.07.010
12. Высокие ампутации нижних конечностей / М. И. Бобров, О. П. Живцов, Д. В. Самойлов [и др.] // *Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченка.* 2019. Т. 6, № 3. С. 6–23. DOI: 10.25199/2408-9613-2019-6-3-6-23
13. Французов, В. Н. Диагностика и лечение хирургических инфекций стопы при сахарном диабете / В. Н. Французов, Е. В. Хайкина, Г. К. Решедько // *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия.* 2005. Т. 7, № 3. С. 235–244.
14. Сипливый, В. А. Использование лейкоцитарных индексов для прогнозирования исхода перитонита / В. А. Сипливый, Е. В. Конь, Д. В. Евтушенко // *Клінічна хірургія.* 2009. № 9. С. 21–26.
15. Noninvasive vascular assessment of lower extremity wounds in diabetics: are we able to predict perfusion deficits? / I. Naz, E. Walters, C. M. Akbari [et al.] // *Surgical technology international.* 2017 Oct. Vol. 31. P. 66–74.
16. Ставчиков, Е. Л. Уровень содержания тромбоцитов в крови у пациентов с синдромом диабетической стопы как критерий тяжести поражения / Е. Л. Ставчиков, И. В. Зиновкин, А. В. Марочков // *Журнал Гродненского государственного медицинского университета.* 2022. Т. 20, № 1. С. 50–54. DOI: 10.25298/2221-8785-2022-20-1-50-54
17. Clinical, microbiological and inflammatory markers of severe diabetic foot infections / J. Aragón-Sánchez, G. Viquez-Molina, M. E. López-Valverde [et al.] // *Diabetic medicine.* 2021 Oct. Vol. 38, № 10. Art. e14648. DOI: 10.1111/dme.14648
18. Sen, P. Predictive ability of LRINEC score in the prediction of limb loss and mortality in diabetic foot infection / P. Sen, T. Demirdal // *Diagnostic microbiology and infectious disease.* 2021 May. Vol. 100, № 1. Art. 115323. DOI: 10.1016/j.diagmicrobio.2021.115323
19. Can ratio of neutrophil-to-lymphocyte count and erythrocyte sedimentation rate in diabetic foot infection predict osteomyelitis and/or amputation? / O. Yapici, H. Berk, N. Oztoprak [et al.] // *Hematology reports.* 2017 Feb. Vol. 9, № 1. Art. 6981. DOI: 0.4081/hr.2017.6981
20. Significance of neutrophil to lymphocyte ratio (NLR) and platelet lymphocyte ratio (PLR) in diabetic foot ulcer and potential new therapeutic targets / D. Serban, N. Papanas, A.-M. Dascalu [et al.] // *The international journal of lower extremity wounds.* 2021 Jun. Vol. 23, № 2. P. 205–216. DOI: 10.1177/153473462111057742

Поступила 01.04.2025 г.

Принята в печать 13.06.2025 г.

References

1. Ros assots endokrinologov; Dedov II, Melnichenko GA, red. *Endocrinology: nats ruk.* 2-e izd, pererab i dop. Moscow, RF: GEOTAR-Media; 2021. 1112 p. (In Russ.).
2. Bandyk DF. The diabetic foot: pathophysiology, evaluation, and treatment. *Seminars in Vascular Surg.* 2018 Jun-Dec;31(2-4):43-48. doi: 10.1053/j.semvascsurg.2019.02.001
3. van Battum P, Schaper N, Prompers L, Apelqvist J, Jude E, Piaggese A, et al. Differences in minor amputation rate in diabetic foot disease throughout Europe are in part explained by differences in disease severity at presentation. *Diabetic Medicine.* 2011 Feb;28(2):199-205. doi: 10.1111/j.1464-5491.2010.03192.x
4. Sen P, Demirdal T, Emir B. Meta-analysis of risk factors for amputation in diabetic foot infections. *Diabetes Metabolism Research and Reviews.* 2019 Oct;35(7):e3165. doi: 10.1002/dmrr.3165
5. Eroshkin SN, Bulavkin VP. Diabetic foot syndrome: clinic, diagnosis, treatment: posobie. Vitebsk, RB: VG MU; 2016. 56 p. (In Russ.).
6. Kosinets AN, Zenkov AA. Diabetic foot syndrome. Vitebsk, RB: VG MU; 2003. 214 p. (In Russ.).
7. Ignatovich IN, Kondratenko GG. Diabetic foot surgery: ucheb-metod posobie. Minsk, RB: BGMU; 2013. 57 p. (In Russ.).
8. Strokov IA, Fokina AS. New treatment options for diabetic complications. *Russkii Meditsinskii Zhurnal.* 2012;(20):996-1000. (In Russ.).
9. Esipov AV, Alekhnovich AV, Musailov VA, Markevich PS, Potapov VA. Actual problems of diagnostics of diabetic foot syndrome. *Vestnik Natsional'nogo Mediko-khirurgicheskogo Tsentra im NI Pirogova.* 2023;18(2):115-120. (In Russ.). doi : 10.25881/20728255_2023_18_2_115
10. Nabiev MKh, Abdulloev DA, Yusupova ShYu, Boronov TB. Rational surgical tactics in choosing the level of amputation in patients with complicated forms of diabetic foot syndrome. *Vestnik Poslediplomnogo Obrazovaniya v*

- Sfere Zdravookhraneniya. 2018;(2):58-63. (In Russ.).
11. Winell K, Venermo M, Ikonen T, Sund R. Indicators for comparing the incidence of diabetic amputations: a nationwide population-based register study. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2013 Nov;46(5):569-574. doi: 10.1016/j.ejvs.2013.07.010
 12. Bobrov MI, Zhivtsov OP, Samoylov DV, Shatalin AE, Orlinskaya NYu, Volovik MG, i dr. High lower extremity amputations. Rany i Ranevye Infektsii. *Zhurnal im prof BM Kostyuchenka*. 2019;6(3): 6-23. (In Russ.). DOI: 10.25199/2408-9613-2019-6-3-6-23
 13. Frantsuzov VN, Khaykina EV, Reshedko GK. Diagnosis and management of surgical foot infections in diabetes mellitus. *Klinicheskaya Mikrobiologiya i Antimikrobnaya Khimioterapiya*. 2005;7(3):235-244. (In Russ.).
 14. Siplivyy VA, Kon EV, Evtushenko DV. Use of leukocyte indices to predict the outcome of peritonitis. *Klinichna Khirurgiya*. 2009;(9):21-26. (In Russ.).
 15. Naz I, Walters E, Akbari CM, Attinger CE, Kim PJ. Noninvasive vascular assessment of lower extremity wounds in diabetics: are we able to predict perfusion deficits? *Surgical Technology International*. 2017 Oct;31:66-74.
 16. Stavchikov EL, Zinovkin IV, Marochkov AV. Blood platelet levels in patients with diabetic foot syndrome as a criterion of lesion severity. *Zhurnal Grodnenskogo Gosudarstvennogo Meditsinskogo Universiteta*. 2022;20(1):50-54. (In Russ.). doi: 10.25298/2221-8785-2022-20-1-50-54
 17. Aragón-Sánchez J, Víquez-Molina G, López-Valverde ME, Aragón-Hernández J, Rojas-Bonilla JM, Murillo-Vargas C. Clinical, microbiological and inflammatory markers of severe diabetic foot infections. *Diabetic Medicine*. 2021 Oct;38(10):e14648. doi: 10.1111/dme.14648
 18. Sen P, Demirdal T. Predictive ability of LRINEC score in the prediction of limb loss and mortality in diabetic foot infection. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*. 2021 May;100(1):115323. doi: 10.1016/j.diagmicrobio.2021.115323
 19. Yapici O, Berk H, Oztoprak N, Seyman D, Tahmaz A, Merdin A. Can ratio of neutrophil-to- lymphocyte count and erythrocyte sedimentation rate in diabetic foot infection predict osteomyelitis and/or amputation? *Hematology Reports*. 2017 Feb;9(1):6981. doi: 10.4081/hr.2017.6981
 20. Serban D, Papanas N, Dascalu A-M, Kempler P, Raz I, Rizvi AA, et al. Significance of neutrophil to lymphocyte ratio (NLR) and platelet lymphocyte ratio (PLR) in diabetic foot ulcer and potential new therapeutic targets. *The International Journal of Lower Extremity Wounds*. 2021 Jun. Vol. 23, № 2. P. 205–216. DOI: 10.1177/15347346211057742

Submitted 01.04.2025

Accepted 13.06.2025

Сведения об авторах:

Ладик Юлия Сергеевна – аспирант, ассистент кафедры госпитальной хирургии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки кадров, УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», <https://orcid.org/0000-0002-5563-0275>, e-mail: julia.ladik@mail.ru;

С.Н. Ермашкевич – к.м.н., доцент кафедры госпитальной хирургии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки кадров, УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», <https://orcid.org/0000-0002-0866-9070>.

Information about authors:

Yulia S. Ladzik – postgraduate, lecturer of the Chair of Hospital Surgery with the course of the Faculty for Advanced Training & Retraining, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, <https://orcid.org/0000-0002-5563-0275>, e-mail: julia.ladik@mail.ru;

S.M. Yermashkevich – Candidate of Medical Sciences, associate professor of the Chair of Hospital Surgery with the course of the Faculty for Advanced Training & Retraining, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, <https://orcid.org/0000-0002-0866-9070>.