CC BY 4.0

DOI: 10.20514/2226-6704-2026-16-3-193-203
УДК 616.345-002.1-06:616.12-008.46
EDN: JFHORK

З.М. Жигула, А.А. Жилина, Н.В. Ларева

Кафедра терапии факультета дополнительного профессионального образования,
ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России,
Чита, Россия

АКТИВНОСТЬ ЗАБОЛЕВАНИЯ КАК ФАКТОР РИСКА ПОВЫШЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ ЖЕСТКОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ЯЗВЕННЫМ КОЛИТОМ

Z.M. Zhigula, A.A. Zhilina, N.V. Lareva

Department of Therapy of the Faculty of Additional Professional Education,
Chita State Medical Academy, Chita, Russia

Disease Activity as A Risk Factor for Increased Arterial Stiffness in Patients with Ulcerative Colitis

Резюме

Цель исследования. Изучить показатели артериальной жесткости и ее вариабельности при суточном мониторировании в зависимости от клинической и эндоскопической активности язвенного колита. **Материалы и методы.** В поперечном ретроспективном исследовании участвовали 100 пациентов с язвенным колитом (средний возраст 40 [33; 49] лет, 38 (38 %) мужчин, длительность заболевания — >1 года, без сопутствующих сердечно-сосудистых и метаболических нарушений) и 50 здоровых лиц контрольной группы. Параметры артериальной жесткости оценивались с помощью суточного мониторирования артериального давления с использованием технологии Vasotens. Пациенты были разделены на 3 группы по активности язвенного колита: 1-я группа включала 30 пациентов с клинической и эндоскопической ремиссией, 2-я группа — 22 пациента с клинической ремиссией и эндоскопической активностью, 3-я группа — 48 человек с клиническим и эндоскопическим обострением. Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью пакета компьютерных программ «IBM SPSS Statistics Version 25.0». **Результаты.** У 67 (67 %) пациентов с язвенным колитом выявлена повышенная артериальная жёсткость (скорость распространения пульсовой волны в аорте (PWVao) >10 м/с), что значимо чаще, чем в контрольной группе (OR=4,74; p <0,001). Наиболее выраженные изменения отмечены в группе с клинико-эндоскопическим обострением: повышены скорость распространения пульсовой волны в аорте, приведенная к систолическому артериальному давлению (САД)=100 мм рт.ст. и частоте сердечных сокращений (ЧСС)=60 уд/мин ($PWVao_{100\text{-}60}$) (p=0,003), индекс аугментации при ЧСС=75 уд/мин (AIx75) (p <0,001) и вариабельность PWVao (p=0,002). При эндоскопической активности без клинических симптомов величины AIx75, $PWVao_{100\text{-}60}$ и вариабельность скорости нарастания артериального давления в аорте (dP/dt вар.) были значимо выше, чем в группе контроля. При регрессионном логистическом анализе выявлено, что возраст старше 40 лет (p=0,001; 95 % ДИ: 2,045 — 15,309), активность язвенного колита (p=0,025; 95 % ДИ: 1,151 — 8,200), отягощенная наследственность по сердечно-сосудистым заболеваниям (p=0,033; 95 % ДИ: 1,131 — 17,312) являются предикторами повышения артериальной жесткости у пациентов с язвенным колитом. Модель демонстрирует хорошую прогностическую способность: площадь под ROC-кривой (AUC) = 0,76 ± 0,051 [95 % ДИ: 0,66 — 0,86], чувствительность — 0,851, специфичность — 0,638, точность — 0,747 (p <0,001). **Заключение.** У пациентов с язвенным колитом наблюдается значимое повышение артериальной жёсткости, коррелирующее с активностью воспалительного процесса. Эндоскопическое обострение в отсутствии симптомов язвенного колита уже ассоциировано с неблагоприятными сосудистыми изменениями. Разработанная модель прогнозирования повышенной артериальной жесткости на основе трёх клинических критериев (возраст >40 лет, обострение язвенного колита, наследственность) может быть внедрена в практику для раннего выявления пациентов с высоким сердечно-сосудистым риском.

Ключевые слова: *язвенный колит, артериальная жёсткость, скорость пульсовой волны, индекс аугментации, суточная вариабельность, сердечно-сосудистый риск*

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, её тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов

Источники финансирования

ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России

Соответствие принципам этики

Исследование было одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава РФ (протокол № 125 от 23 ноября 2022г). Пациенты подписали форму добровольного информированного согласия на публикацию медицинской информации.

Статья получена 04.12.2025 г.
Одобрена рецензентом 02.02.2026 г.
Принята к публикации 19.02.2026 г.

Для цитирования: Жигула З.М., Жилина А.А., Ларева Н.В. АКТИВНОСТЬ ЗАБОЛЕВАНИЯ КАК ФАКТОР РИСКА ПОВЫШЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ ЖЕСТКОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ЯЗВЕННЫМ КОЛИТОМ. Архивъ внутренней медицины. 2026; 16(3): 193-203. DOI: 10.20514/2226-6704-2026-16-3-193-203. EDN: JFHORK

Abstract

Objective. We aimed to study the parameters of arterial stiffness and its variability during 24-hour monitoring in relation to the clinical and endoscopic activity of ulcerative colitis. **Materials and methods.** This cross-sectional retrospective study involved 100 patients with ulcerative colitis (mean age 40 [33; 49] years, 38 (38 %) men, disease duration >1 year, without concomitant cardiovascular diseases or metabolic disorders) and 50 healthy control subjects. Arterial stiffness parameters were assessed via 24-hour ambulatory blood pressure monitoring with Vasotens technology. Based on disease activity patients were divided into 3 groups: Group 1 included 30 patients in clinical and endoscopic remission; Group 2 consisted of 22 patients in clinical remission with endoscopic activity; Group 3 included 48 patients with both clinical and endoscopic exacerbation. Statistical analysis was performed using the software package "IBM SPSS Statistics Version 25.0". **Results**. Increased arterial stiffness (aortic pulse wave velocity (PWVao) >10 m/s) was detected in 67 (67 %) of ulcerative colitis patients, which was significantly higher than in the control group (OR = 4.74; p<0.001). The most pronounced alterations were observed in the group with clinical-endoscopic exacerbation, which showed increased aortic pulse wave velocity at systolic blood pressure (SBP)=100 mmHg and heart rate (HR)=60 bpm (PWVao 100-60) (p=0.003), augmentation index adjusted for HR=75 bpm (AIx75) (p<0.001), and PWVao variability (p=0.002). In endoscopically active disease without clinical symptoms, AIx75, PWVao100-60, and variability of the rate of increase in blood pressure in the aorta (dP/dt var.) were significantly higher compared to controls. Logistic regression analysis identified age >40 years (p=0.001; 95 % CI: 2.045 to 15.309), disease activity of ulcerative colitis (p=0.025; 95 % CI: 1.151 to 8.200), and a positive family history of cardiovascular disease (p=0.033; 95 % CI: 1.131 to 17.312) as independent predictors of increased arterial stiffness in patients with ulcerative colitis. The prediction model demonstrated good performance: area under the ROC curve (AUC) = 0.76 ± 0.051 (95 % CI: 0.66–0.86), sensitivity 0.851, specificity 0.638, and accuracy 0.747 (p <0.001) and can be implemented in practice for the early identification of patients with high cardiovascular risk. **Conclusion**. Patients with ulcerative colitis exhibit a significant increase in arterial stiffness, which correlates with the degree of inflammatory activity. Endoscopic activity, even in the absence of clinical symptoms, is associated with adverse vascular changes. The developed predictive model, based on three clinical criteria (age >40 years, active ulcerative colitis, and positive family history), could be implemented clinically for the early identification of high cardiovascular risk in this patient population.

Key words: *ulcerative colitis, arterial stiffness, pulse wave velocity, augmentation index, 24-hour variability, cardiovascular risk*

Conflict of Interest

The authors declare that this work, its topic, subject matter, and content do not affect any competing interests.

Funding Sources

Chita State Medical Academy

Compliance with the principles of ethics

The study was approved by the local ethics committee of Chita State Medical Academy (protocol no. № 125 dated November 23, 2022). Written consent was obtained from the patients for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

Article received on 04.12.2025
Reviewer approved 02.02.2026
Accepted for publication on 19.02.2026

For citation: Zhigula Z.M., Zhilina A.A., Lareva N.V. Disease Activity as A Risk Factor for Increased Arterial Stiffness in Patients with Ulcerative Colitis. The Russian Archives of Internal Medicine. 2026; 16(3): 193-203. DOI: 10.20514/2226-6704-2026-16-3-193-203. EDN: JFHORK

АГ — артериальная гипертензия, АД — артериальное давление, ВЗК — воспалительные заболевания кишечника, САД — систолическое артериальное давление, СМАД — суточное мониторирование артериального давления, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, СРПВ — скорость распространения пульсовой волны, ЧСС — частота сердечных сокращений, ЯК — язвенный колит

Введение

В последние десятилетия стало очевидно, что системное воспаление, лежащее в основе язвенного колита (ЯК), ассоциировано с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [1-3]. При этом шкалы для оценки кардиоваскулярного риска оказываются недостаточно эффективными у пациентов с воспалительными заболеваниями кишечника (ВЗК), поскольку недооценивают реальную угрозу возникновения сердечно-сосудистых событий [4].

Артериальная жесткость является ранним, независимым и мощным предиктором сердечно-сосудистых событий и может быть использована для прогнозирования ССЗ [5]. Провоспалительные цитокины, окислительный стресс и эндотелиальная дисфункция — основные факторы, влияющие на артериальную жесткость и способствующие развитию раннего атеросклероза у пациентов с ЯК [4, 6]. Исследования последних лет доказали, что повышение артериальной жесткости связано с длительностью течения и частотой обострения ЯК [7, 8]. Отмечен рост основного показателя артериальной жесткости — скорости распространения пульсовой волны (СРПВ) на 0,205 м/с при увеличении длительности ВЗК на 1 год [9]. В многоцентровом проспективном исследовании Zanoli L et al (2019) установили, что у пациентов с ВЗК более высокие значения СРПВ, чем в группе контроля, и показатели артериальной ригидности могут снижаться после длительной терапии антагонистами фактора некроза опухоли-альфа (ФНО-α) и при наступлении ремиссии [10]. Для оценки сердечно-сосудистого риска важно учитывать повышение вариабельности

жесткости сосудистой стенки, которая также имеет значение для прогноза. Так, при гипертонической болезни наибольшая вариабельность жесткости артерий выявлена у пациентов группы высокого и очень высокого риска [11]. По данным литературы оценка вариабельности артериальной жесткости при ЯК ранее не проводилась.

Изучение параметров артериальной жесткости и ее вариабельности в зависимости от степени активности ЯК позволит выделить клинические предикторы ранних сердечно-сосудистых заболеваний у данной категории пациентов.

Цель работы

Изучить показатели артериальной жесткости и ее вариабельности при суточном мониторировании в зависимости от клинической и эндоскопической активности ЯК.

Материалы и методы

Проведено одномоментное поперечное, ретроспективное исследование параметров артериальной жесткости у 100 пациентов с ЯК (средний возраст 40 [33; 49] лет, 38 (38%) мужчин). Критерии включения в исследование: возраст пациентов от 20 до 50 лет, наличие ЯК длительностью более 1 года (установленного согласно Клиническим рекомендациям «Язвенный колит» 2024г. Российской гастроэнтерологической ассоциации и Ассоциации колопроктологов России) [12], согласие пациентов на участие в исследовании. Критерии исключения: «сверхтяжелое» обострение ЯК; системные и онкологические заболевания любой локализации, болезни крови, эндокринные заболевания, беременность и лактация; артериальная гипертензия 2-3 степени и другие ССЗ, алиментарно-конституциональное ожирение 2-3 ст. (АКО), колэктомии и колопроктэктомии в анамнезе, приём глюкокортикостероидов, антигипертензивных и липидснижающих препаратов; тяжелая почечная и печеночная недостаточность, другие хронические заболевания в стадии обострения. Группу контроля составили 50 здоровых лиц, сопоставимых по возрасту и полу с основной группой. У всех участников было получено письменное информированное согласие. Протокол исследования № 125 утвержден на заседании локального этического комитета ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава РФ от 23.11.2022. Всем респондентам выполнены общеклиническое обследование с оценкой анамнестических данных и объективного статуса,

Таблица 1. *Клиническая характеристика обследованных пациентов*

Показатель	Пациенты с ЯК n=100	Контроль n=50	Тестовая статистика
Возраст, годы	40 [33; 49]	40[35; 46]	U=2285,0, p=0,391.
Пол м/ж, n (%)	38/62 (38/62)	12/38 (24/76)	χ^2=2,94, df=1, p=0,09.
САД, мм рт. ст.	116 [109; 121]	111 [103; 115]	**U=1835,0, p=0,008.**
ДАД, мм рт. ст.	74 [69; 79]	72,5 [67; 77]	U=2123,5, p=0,133.
Лабильная АГ 1ст., n (%)	31 (31%)	5 (10%)	**χ^2=8,059, df=1, p=0,005**
ИМТ, кг/м^2	23,8 [21,0; 27,1]	23,2 [21,0; 24,3]	U=2100,0, p=0,110.
ОТ, см	84 [78; 90]	83 [78; 86]	U=2208,5, p=0,244.
Курение, n(%)	8 (8%)	6 (12%)	χ^2=0,20, df=1, p=0,65
Отягощенная наследственность по ССЗ, % (n)	27 (27%)	11 (22%)	χ^2=0,49, df=1, p=0,49
ОХС, ммоль/л	5,0 [4,2; 5,7]	5,1 [4,3; 5,9]	U=1420,5, p=0,885.
ХСЛПНП, ммоль/л	3,2 [2,7; 3,8]	3,5 [2,8; 3,9]	U=1273,5, p=0,934
ХСЛПВП, ммоль/л	1,3 [1,1; 1,6]	1,3 [1,2; 1,5]	U=1134,0, p=0,226.
ХСЛПОНП, ммоль/л	0,5 [0,3; 0,6]	0,6 [0,3; 0,7]]	U=752,5, p=0,356.
ТГ, ммоль/л	1,0 [0,7; 1,3]	1,2 [0,7;1,6]	U=1150,0, p=0,599.
Сердечно-сосудистый риск:			
– низкий, n(%)	55 (55%)	32(64%)	χ2=2,24, df=2, p=0,33
– умеренный, n(%)	35(35%)	16 (32%)	
– высокий, n(%)	10(10%)	2 (4%)	
Сопутствующая патология, n/%:			
– хронические заболевания ЖКТ;	28 (28%)	4 (8%)	
– бронхиальная астма;	1 (1%)	1 (2%)	
– узловой зоб;	1 (1%)	1 (2%)	
– деформирующий остеоартрит;	4 (1%)	0	**χ2=18,82, df=7, p=0,009**
– остеохондроз;	5 (5%)	6 (12%)	
– геморрой;	3 (3%)	10 (20%)	
– пиелонефрит.	5 (5%)	1 (2%)	

Примечание: данные представлены в виде Me [Q_1; Q_3], n (%); U — критерий Манна-Уитни, χ2 — хи-квадрат Пирсона, df — число степеней свободы, САД — систолическое артериальное давление, ДАД — диастолическое артериальное давление, АГ 1ст. — артериальная гипертензия 1 степени, ИМТ — индекс массы тела; ОТ — окружность талии; ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания; ОХС — общий холестерин; ХС ЛПНП — холестерин липопротеидов низкой плотности; ХС ЛПВП — холестерин липопротеидов высокой плотности; ХС ЛПОНП — холестерин липопротеидов очень низкой плотности; ТГ — триглицериды, ЖКТ — желудочно-кишечный тракт.

анализ липидного спектра, суточное мониторирование артериального давления (СМАД), видеоилеоколоноскопия. Сердечно-сосудистый риск определяли по шкалам относительного риска (для лиц моложе 40 лет) и шкале SCORE2 (для лиц 40 лет и старше). Пациенты с ЯК и группы контроля были сопоставимы по основным клиническим характеристикам (табл. 1). При проведении СМАД пациенты с ЯК имели более высокие цифры среднесуточного систолического АД в сравнении с группой контроля (p <0,05). Следует отметить, что по данным анамнеза артериальная гипертензия (АГ) отсутствовала у всех участников исследования. Лабильная АГ 1 степени, характеризующаяся эпизодическим повышением АД при суточном мониторировании на фоне нормальных среднесуточных значений, выявлялась у пациентов с ЯК значимо чаще, чем в группе контроля (OR 4,04; 95 % ДИ: 1,46 — 11,17; p=0,005). Это соответствует данным литературы о повышении риска развития АГ при ЯК [13]. По величине и частоте встречаемости других факторов сердечно-сосудистого риска группы не отличались между собой.

Более высокая частота регистрации хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта (гастрит, холецистит, панкреатит, гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь, язвенная болезнь желудка, синдром Жильбера, желчнокаменная болезнь) в группе пациентов с ЯК, вероятно, связана с более пристальным и регулярным диспансерным наблюдением у гастроэнтеролога, которое позволяет активнее выявлять сопутствующую патологию ЖКТ.

Пациенты с ЯК имели различные варианты течения ЯК: непрерывное — 22 % (22/100), рецидивирующее — 48 % (48/100), ремиссия более 1 года — 30 % (30/100). Все пациенты постоянно принимали противовоспалительную терапию: 57 % (57/100) — производные 5-аминосалициловой кислоты, 20 % (20/100) — иммуносупрессоры (азатиоприн, 6-меркаптопурин), 23 % (23/100) — генно-инженерные биологические препараты.

Изучение параметров артериальной жесткости проводилось по результатам СМАД с использованием аппарата BPLabWin (ООО «Петр Телегин», Нижний Новгород, Россия) с программным обеспечением Vasotens 24. Анализировались следующие суточные показатели артериальной жесткости: средняя скорость распространения пульсовой волны в аорте и её вариабельность (PWVao, PWVao вар.), амбулаторный индекс жесткости артерий (AASI), индекс прироста пульсовой волны и его вариабельность (индекс аугментации AIx, AIx вар.), среднее пульсовое артериальное давление и его вариабельность (сред. ПАД, ПАД вар.),

Table 1. *Clinical Characteristics of the Study Participants*

Parameter	Patients with UC (n=100)	Control (n=50)	Test Statistics
Age, years	40 [33; 49]	40[35; 46]	U=2285,0, p=0,391.
Sex male/female, n (%)	38/62 (38/62)	12/38 (24/76)	χ^2=2,94, df=1, p=0,09.
SBP, mm Hg	116 [109; 121]	111 [103; 115]	**U=1835,0, p=0,008.**
DBP, mm Hg	74 [69; 79]	72,5 [67; 77]	U=2123,5, p=0,133.
Labile AG 1st grade, n (%)	31 (31 %)	5 (10 %)	**χ^2=8,059, df=1, p=0,005**
BMI, kg/m²	23,8 [21,0; 27,1]	23,2 [21,0; 24,3]	U=2100,0, p=0,110.
WC, cm	84 [78; 90]	83 [78; 86]	U=2208,5, p=0,244.
Smoking, n (%)	8 (8 %)	6 (12 %)	χ^2=0,20, df=1, p=0,65
FH of CVD, n (%)	27 (27 %)	11 (22 %)	χ^2=0,49, df=1, p=0,49
TC, mmol/L	5,0 [4,2; 5,7]	5,1 [4,3; 5,9]	U=1420,5, p=0,885.
LDL-C, mmol/L	3,2 [2,7; 3,8]	3,5 [2,8; 3,9]	U=1273,5, p=0,934
HDL-C, mmol/L	1,3 [1,1; 1,6]	1,3 [1,2; 1,5]	U=1134,0, p=0,226.
VLDL-C, mmol/L	0,5 [0,3; 0,6]	0,6 [0,3; 0,7]]	U=752,5, p=0,356.
TG, mmol/L	1,0 [0,7; 1,3]	1,2 [0,7;1,6]	U=1150,0, p=0,599.
Cardiovascular risk:			
– Low, n (%)	55 (55 %)	32(64 %)	χ2=2,24, df=2, p=0,33
– Moderate, n (%)	35(35 %)	16 (32 %)	
– High, n (%)	10(10 %)	2 (4 %)	
Comorbidities, n (%):			
– Chronic diseases of the gastrointestinal tract;	28 (28 %)	4 (8 %)	
– Bronchial asthma;	1 (1 %)	1 (2 %)	
– Nodular goiter;	1 (1 %)	1 (2 %)	
– Deforming osteoarthritis;	4 (1 %)	0	**χ2=18,82, df=7, p=0,009**
– osteochondrosis;	5 (5 %)	6 (12 %)	
– Hemorrhoids;	3 (3 %)	10 (20 %)	
– Pyelonephritis	5 (5 %)	1 (2 %)	

Note: Data are presented as median [Q_1; Q_3], n (%); U — Mann-Whitney U test, χ^2 — Pearson's chi-square test, df — degrees of freedom, SBP — systolic blood pressure, DBP — diastolic blood pressure, AH– arterial hypertension, BMI — body mass index; WC — waist circumference; CVD — cardiovascular diseases; TC — total cholesterol; LDL-C — low-density lipoprotein cholesterol; HDL-C — high-density lipoprotein cholesterol; VLDL-C — very low-density lipoprotein cholesterol; TG — triglycerides.

средняя скорость нарастания артериального давления и ее вариабельность (dP/dt, dP/dt вар.). Значения показателей ригидности сосудов существенно зависят от текущего значения артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС), поэтому в анализе использовались величины, «приведенные» к систолическому артериальному давлению (САД)=100 мм рт.ст. и ЧСС=60 уд/мин: RWTT100-60, PWVao100-60, а индекс аугментации пересчитанный для ЧСС 75 уд/мин: AIx75.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью пакета компьютерных программ «IBM SPSS Statistics Version 25.0» (International Business Machines Cation, США). Вариационные ряды были протестированы на нормальность с помощью критериев Колмогорова-Смирнова (при сравнении групп) и Шапиро-Уилка (при сравнении подгрупп). Количественные признаки имели распределение отличное от нормального, ввиду чего были представлены в виде медианы, верхнего и нижнего квартилей (Me [Q_1; Q_3]). Для сравнения количественных данных группы контроля и группы пациентов с ЯК использовался U-критерий Манна-Уитни, для сравнения групп — H-критерий Краскелла-Уоллиса. Для преодоления проблемы множественности сравнений в дальнейшем проводилось попарное сравнение с учетом поправки Бонферрони, за критический уровень значимости различий принимали p=0,0083. Качественные признаки представлены в абсолютных и относительных величинах (%). Для сравнения качественных признаков применялся критерий χ^2 Пирсона, при малых выборках — с поправкой на правдоподобие. Значимость различий оценивали с использованием отношения шансов (OR) с учётом 95 % доверительного интервала (95 % ДИ). Статистически значимыми считали различия при p <0,05. Для определения предикторов повышения артериальной жесткости использовался бинарный логистический регрессионный анализ. С целью изучения чувствительности, специфичности и точности модели применялся ROC-анализ.

Результаты

В клинической практике повышение артериальной жесткости устанавливается при увеличении скорости распространения пульсовой волны в аорте более 10 м/с [5]. По данному критерию повышенная артериальная жесткость выявлена у 67 (67 %) пациентов с ЯК, что в 2,2 раза чаще, чем группе контроля (OR 4,74; 95 % ДИ: 2,27 — 9,87; p <0,001). При комплексном изучении

Таблица 2. *Параметры артериальной жесткости у пациентов с язвенным колитом*
Table 2. *Arterial stiffness parameters in patients with ulcerative colitis*

Исследуемые показатели Investigated indicators	Контроль Controls, n=50	Пациенты с ЯК Patients with UC, n=100	Тестовая статистика	
			U Манна-Уитни/ Mann–Whitney U test	Значение P/ P Value
ПАД, мм рт. ст. PP, mm Hg	38,0 [34,0; 42;0]	40,5 [35,0; 44,8]	2023,5	0,084
ПАД вар., мм рт. ст. PP var., mm Hg	9,0 [7,0; 11,0]	10,0 [8,0; 11;2]	**1950,5**	**0,033**
AIx75, %	-78,5 [-100,0; -32,0]	-42,0 [-60,0; -23,5]	**1658,5**	**0,001**
Aix75 вар., % AIx75 var., %	16,0 [15,0; 21,0]	20,0 [16,0; 23,0]	1907,5	0,051
AASI	0,45 [0,30; 0,64]	0,40 [0,27; 0,60]	2216,5	0,258
PWVao100-60, м/с PWVao100-60, m/s	9,0 [8,8; 9,6]	10,2 [9,6; 11,0]	**1346,0**	**<0,001**
PWVao вар., м/с PWVao var., m/s	1,3 [1,1; 1,7]	1,6 [1,2; 2,2]	**1720,0**	**0,002**
RWTT100-60, мс RWTT100-60, ms	145,5 [138,8; 171,3]	150,5 [137,3; 167,0]	2444,0	0,823
RWTT вар., мс RWTT var., ms	18,5 [15,8; 24,0]	19,0 [15,0; 23,5]	2435,5	0,797
dP/dT, мм рт. ст./с dP/dT, mm Hg/s	465,0 [403,0; 518,0]	468,5 [403,8; 570,5]	2203,5	0,237
dP/dT вар., мм рт. ст./с dP/dT var., mm Hg/s	134,0 [102,5; 158,8]	152,5 [128,0; 188,8]	**1799,0**	**0,005**

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1; Q3]; ПАД — пульсовое артериальное давление, ПАД вар. — вариабельность пульсового артериального давления, AIx75 — индекс аугментации пересчитанный для ЧСС 75 уд/мин; Aix75 вар. — вариабельность индекса аугментации; AASI — амбулаторный индекс жесткости артерий, PWVao100-60 — скорость распространения пульсовой волны в аорте при САД=100 мм рт.ст. и ЧСС=60 уд/мин., PWVao вар. — вариабельность скорости распространения пульсовой волны в аорте, RWTT100-60 — время распространения отраженной волны в аорте при САД=100 мм рт.ст. и ЧСС=60 уд/мин, RWTT вар. — вариабельность времени распространения отраженной волны, dP/dT — скорость нарастания артериального давления в аорте, dP/dt вар. — вариабельность скорости нарастания артериального давления в аорте.
Note: data are presented as median [Q1; Q3]; PP — pulse pressure, PP var. — pulse pressure variability, AIx75 — augmentation index adjusted for heart rate 75 bpm; AIx75 var. — augmentation index variability; AASI — ambulatory arterial stiffness index, PWVao100-60 — aortic pulse wave velocity at SBP=100 mmHg and HR=60 bpm., PWVao var. — aortic pulse wave velocity variability, RWTT100-60 — reflected wave transit time in the aorta at SBP=100 mmHg and HR=60 bpm, RWTT var. — reflected wave transit time variability, dP/dT — rate of increase in blood pressure in the aorta., dP/dt var. — variability of the rate of increase in blood pressure in the aorta.

параметров артериальной жесткости выявлено, что у пациентов с ЯК повышены показатели скорости распространения пульсовой волны в аорте, приведенной к САД 100 мм рт. ст. и ЧСС 60 ударов в минуту (PWVao100-60) в 1,13 [1,09; 1,15] раза (p<0,001) и её вариабельности в 1,23 [1,09; 1,29] раза (p=0,002), индекс аугментации (AIx75) был выше в 1,87 [1,29; 1,97] раза (p=0,001), вариабельность пульсового артериального давления и индекса прироста пульсовой волны (dP/dt вар.) повышены в 1,11 [1,02; 1,14] раза (p=0,002) и в 1,14 [1,13; 1,25] раза (p=0,005), соответственно, по сравнению с группой контроля (табл. 2).

По данным индекса Мейо (комплексная шкала для оценки активности язвенного колита) и эндоскопической классификации Schroeder пациенты были разделены на три группы: 1-я группа включала 30 пациентов с клинической и эндоскопической ремиссией, 2-я группа — 22 пациента с клинической ремиссией и эндоскопической активностью, 3-я группа –48 пациентов с клиническим и эндоскопическим обострением.

Таблица 3. *Параметры артериальной жесткости у пациентов с язвенным колитом в зависимости от активности воспалительного процесса*

Исследуемые показатели	Группа контроля, n=50	Исследуемые группы			Тестовая статистика		
		1 группа (пациенты с клинико-эндоскопической ремиссией ЯК) n=30	2 группа (пациенты с клинической ремиссией, эндоскопическим обострением ЯК) n=22	3 группа (пациенты с клинико-эндоскопическим обострением ЯК) n=48	Критерий Краскелла-Уоллиса, df=3	Критерий Манна-Уитни	
	к	1	2	3		Сравнение с группой контроля	Сравнение исследуемых групп
ПАД, мм рт. ст.	38,0 [34,0; 42,0]	40,0 [35,8; 45,8]	41,5 [34,0; 43,5]	40,0 [34,3; 45,0]	H=3,11, p=0,38	$U_{к-1}$=509,5, $p_{к-1}$=0,016; $U_{к-2}$=429,0; $p_{к-2}$=0,134; $U_{к-3}$=999,0, $p_{к-3}$=0,236.	U_{1-2}=321, p_{1-2}=0,867; U_{1-3}=689, p_{1-3}=0,75; U_{2-3}=511,5, p_{2-3}=0,834.
ПАД вар., мм рт. ст.	9,0 [7,0; 11,0]	10,0 [9,0; 12,0]	10,0 [9,0; 10,0]	9,0 [8,0; 11,0]	H=6,78, p=0,08	$U_{к-1}$=589,5, $p_{к-1}$=0,141; $U_{к-2}$=435,0, $p_{к-2}$=0,194; $U_{к-3}$=1012,0, $p_{к-3}$=0,236.	U_{1-2}=283,5, p_{1-2}=0,381; U_{1-3}=564,5, p_{1-3}=0,138; U_{2-3}=459,5, p_{2-3}=0,454.
AIx75, %	-78,5 [-100,0; -32,0]	-49,5 [-65,0; -31,3]	-35,5 [-51,3; -26,0]	-32,5 [-50,3; -16,5]	**H=18,07, p<0,001**	$U_{к-1}$=953,5, $p_{к-1}$=0,073; **$U_{к-2}$=319,0, $p_{к-2}$=0,004; $U_{к-3}$=386,0, $p_{к-3}$<0,001.**	U_{1-2}=298,0, p_{1-2}=0,553; **U_{1-3}=461,0, p_{1-3}=0,008;** U_{2-3}=402,0, p_{2-3}=0,11.
Aix75 вар., %	16,0 [15,0; 21,0]	18,0 [15,0; 22,3]	20,0 [16,0; 23,0]	19,5 [16,0; 23,0]	H=3,54, p=0,32	$U_{к-1}$=625, $p_{к-1}$=0,264; $U_{к-2}$=425; $p_{к-2}$=0,154; $U_{к-3}$=946,5, $p_{к-3}$=0,097;	U_{1-2}=312, p_{1-2}=0,738; U_{1-3}=688, p_{1-3}=0,742; U_{2-3}=521,5, p_{2-3}=0,934;
AASI	0,45 [0,30; 0,64]	0,42 [0,29; 0,63]	0,45 [0,31; 0,64]	0,35 [0,26; 0,50]	H=3,45, p=0,33	$U_{к-1}$=694,5, $p_{к-1}$=0,581; $U_{к-2}$=541,0, $p_{к-2}$=0,912; $U_{к-3}$=963,0, $p_{к-3}$=0,092.	U_{1-2}=298,5, p_{1-2}=0,528; U_{1-3}=629,0, p_{1-3}=0,35; U_{2-3}=422,0, p_{2-3}=0,18.
PWVao100-60, м/с	9,0 [8,8; 9,6]	10,0 [8,8; 10,5]	10,6 [10,0; 11,2]	10,4 [9,8; 11,7]	**H=33,19, p<0,001**	$U_{к-1}$=894,0, $p_{к-1}$=0,03; **$U_{к-2}$=327,5, $p_{к-2}$=0,006; $U_{к-3}$=451,5, $p_{к-3}$=0,003.**	U_{1-2}=329,5, p_{1-2}=0,993; **U_{1-3}=454,5, p_{1-3}=0,006;** U_{2-3}=487,5, p_{2-3}=0,608.
PWVao вар., м/с	1,3 [1,3; 1,7]	1,5 [1,2; 2,2]	1,7 [1,4; 2,0]	1,8 [1,4; 2,2]	**H=11,92, p=0,008**	Uк-1=949,0, рк-1=0,074; **$U_{к-2}$=328,0; $p_{к-2}$=0,006; $U_{к-3}$=443,0, $p_{к-3}$=0,002.**	U_{1-2}=308,5, p_{1-2}=0,689; U_{1-3}=598,5, p_{1-3}=0,211; U_{2-3}=454,0, p_{2-3}=0,348.
RWTT100-60, мс	145,5 [138,8; 171,3]	148,5 [129,0; 160,8]	150,0 [141,8; 158,0]	156,5 [139,3; 171,5]	H=3,56, p=0,31	$U_{к-1}$=652,5, $p_{к-1}$=0,332; $U_{к-2}$=513,0, $p_{к-2}$=0,651; $U_{к-3}$=1083,5, $p_{к-3}$=0,408.	U_{1-2}=295,5, p_{1-2}=0,266; U_{1-3}=524,5, p_{1-3}=0,045; U_{2-3}=456, p_{2-3}=0,362.
RWTT вар., мс	18,5 [15,8; 24,0]	19,0 [15,8; 21,0]	21,5 [17,0; 24,3]	18,0 [15,0; 25,0]	H=1,88, p=0,60	$U_{к-1}$=724,5, $p_{к-1}$=0,799; $U_{к-2}$=463,0, $p_{к-2}$=0,287; $U_{к-3}$=1197,0, $p_{к-3}$=0,983.	U_{1-2}=246,0, p_{1-2}=0,119; U_{1-3}=710,0, p_{1-3}=0,918; U_{2-3}=447,5, p_{2-3}=0,307.
dP/dT, мм рт.ст./с	465,0 [403,0; 518,0]	472,5 [412,8; 591,3]	477,0 [402,0; 565,3]	464,5 [384,0; 580,8]	H=1,55, p=0,67	$U_{к-1}$=647,5, $p_{к-1}$=0,308; $U_{к-2}$=469,0; $p_{к-2}$=0,322; $U_{к-3}$=1087,0, $p_{к-3}$=0,422.	U_{1-2}=328,5, p_{1-2}=0,978; U_{1-3}=687,5, p_{1-3}=0,739; U_{2-3}=504,5, p_{2-3}=0,766.
dP/dT вар., мм рт. ст./с	134,0 [102,5; 158,8]	148,0 [128,0; 181,8]	159,0 [146,5; 181,0]	147,0 [114,0; 194,5]	**H=9,82, p=0,02**	$U_{к-1}$=544,5, $p_{к-1}$=0,041; **$U_{к-2}$=311,0, $p_{к-2}$=0,003;** $U_{к-3}$=943,5, $p_{к-3}$=0,068.	U_{1-2}=270,0, p_{1-2}=0,266; U_{1-3}=690,5, p_{1-3}=0,762; U_{2-3}=424,5, p_{2-3}=0,19.

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1; Q3]; df — число степеней свободы; ПАД — пульсовое артериальное давление, ПАД вар. — вариабельность пульсового артериального давления, AIx75 — индекс аугментации пересчитанный для ЧСС 75 уд/мин; Aix75 вар. — вариабельность индекса аугментации; AASI — амбулаторный индекс жесткости артерий, PWVao100-60 — скорость распространения пульсовой волны в аорте при САД=100 мм рт.ст. и ЧСС=60 уд/мин., PWVao вар. — вариабельность скорости распространения пульсовой волны в аорте, RWTT100-60 — время распространения отраженной волны в аорте при САД=100 мм рт.ст. и ЧСС=60 уд/мин, RWTT вар. — вариабельность времени распространения отраженной волны, dP/dT — скорость нарастания артериального давления в аорте, dP/dt вар. — вариабельность скорости нарастания артериального давления в аорте

При анализе показателей артериальной жесткости в зависимости от варианта обострения ЯК выявлено, что AIx75 в группе контроля был ниже такового в 3-й группе в 2,41 [1,94; 2,98] раза (p<0,001), во 2-й группе в 2,21 [1,23; 2,95] раза (p=0,004), статистически значимо не отличался от показателя в 1-й группе (p>0,0083). При попарном сравнении исследуемых групп значимые отличия имели значения AIx75 в 1-й и 3-й группах: в 3-й группе показатель выше в 1,52 [1,29; 1,89] раза (p <0,0083). Показатель PWVao100-60 в группе контроля ниже в сравнении с 2-й группой в 1,18 [1,07; 1,87] раза (p=0,006), с 3-й группой — в 1,16 [1,11; 1,22] раза (p=0,003), и статистически значимо не отличался от таковой в 1-й группе (p >0,0083). При попарном исследовании групп с ЯК значимые отличия имели значения PWVao100-60 в 1-й и 3-й группах: в 3-й группе данный показатель выше в 1,04 [1,11; 1,12] раза (p=0,006). Вариабельность PWVao100-60 в группе контроля ниже в сравнении с 3-й группой в 1,38 [1,08; 1,64] раза (p=0,002), со 2-ой группой — в 1,31 [1,08; 1,59] раза (p=0,006), статистически значимо не отличалась от таковой в 1-й группе (p >0,0083). При попарном сравнении исследуемых групп статистически значимые отличия вариабельности PWVao100-60 не выявлены. Вариабельность dP/dt в группе контроля в 1,19 [1,15; 1,43] раза ниже, чем во 2-й группе (p=0,002), и статистически

Table 3. *Arterial stiffness parameters in patients with ulcerative colitis depending on the inflammatory activity*

Investigated indicators	Control group, n=50	Study groups			Test statistics		
		Group 1 (patients with clinical and endoscopic remission of UC) n=30	Group 2 (patients with clinical remission and endoscopic exacerbation of UC) n=22	Group 3 (patients with clinical and endoscopic exacerbation of UC) n=48	The Kruskal-Wallis test, df=3	Mann-Whitney U Test	
	c	1	2	3		Comparison with the control group	Comparison of the studied groups
PP, mm Hg	38,0 [34,0; 42,0]	40,0 [35,8; 45,8]	41,5 [34,0; 43,5]	40,0 [34,3; 45,0]	H=3,11, p=0,38	U_{c-1}=509,5, p_{c-1}=0,016; U_{c-2}=429,0; p_{c-2}=0,134; U_{c-3}=999,0, p_{c-3}=0,236.	U_{1-2}=321, p_{1-2}=0,867; U_{1-3}=689, p_{1-3}=0,75; U_{2-3}=511,5, p_{2-3}=0,834.
PP var., mm Hg	9,0 [7,0; 11,0]	10,0 [9,0; 12,0]	10,0 [9,0; 10,0]	9,0 [8,0; 11,0]	H=6,78, p=0,08	U_{c-1}=589,5, p_{c-1}=0,141; U_{c-2}=435,0, p_{c-2}=0,194; U_{c-3}=1012,0, p_{c-3}=0,236.	U_{1-2}=283,5, p_{1-2}=0,381; U_{1-3}=564,5, p_{1-3}=0,138; U_{2-3}=459,5, p_{2-3}=0,454.
AIx75, %	-78,5 [-100,0; -32,0]	-49,5 [-65,0; -31,3]	-35,5 [-51,3; -26,0]	-32,5 [-50,3; -16,5]	**H=18,07, p<0,001**	U_{c-1}=953,5, p_{c-1}=0,073; **U_{c-2}=319,0, p_{c-2}=0,004; U_{c-3}=386,0, p_{c-3}<0,001.**	U_{1-2}=298,0, p_{1-2}=0,553; **U_{1-3}=461,0, p_{1-3}=0,008;** U_{2-3}=402,0, p_{2-3}=0,11.
AIx75 var., %	16,0 [15,0; 21,0]	18,0 [15,0; 22,3]	20,0 [16,0; 23,0]	19,5 [16,0; 23,0]	H=3,54, p=0,32	U_{c-1}=625, p_{c-1}=0,264; U_{c-2}=425; p_{c-2}=0,154; U_{c-3}=946,5, p_{c-3}=0,097;	U_{1-2}=312, p_{1-2}=0,738; U_{1-3}=688, p_{1-3}=0,742; U_{2-3}=521,5, p_{2-3}=0,934;
AASI	0,45 [0,30; 0,64]	0,42 [0,29; 0,63]	0,45 [0,31; 0,64]	0,35 [0,26; 0,50]	H=3,45, p=0,33	U_{c-1}=694,5, p_{c-1}=0,581; U_{c-2}=541,0, p_{c-2}=0,912; U_{c-3}=963,0, p_{c-3}=0,092.	U_{1-2}=298,5, p_{1-2}=0,528; U_{1-3}=629,0, p_{1-3}=0,35; U_{2-3}=422,0, p_{2-3}=0,18.
PWVao100-60, m/s	9,0 [8,8; 9,6]	10,0 [8,8; 10,5]	10,6 [10,0; 11,2]	10,4 [9,8; 11,7]	**H=33,19, p<0,001**	U_{c-1}=894,0, p_{c-1}=0,03; **U_{c-2}=327,5, p_{c-2}=0,006; U_{c-3}=451,5, p_{c-3}=0,003.**	U_{1-2}=329,5, p_{1-2}=0,993; **U_{1-3}=454,5, p_{1-3}=0,006;** U_{2-3}=487,5, p_{2-3}=0,608.
PWVao var., m/s	1,3 [1,3; 1,7]	1,5 [1,2; 2,2]	1,7 [1,4; 2,0]	1,8 [1,4; 2,2]	**H=11,92, p=0,008**	U_{c-1}=949,0, p_{c-1}=0,074; **U_{c-2}=328,0; p_{c-2}=0,006; U_{c-3}=443,0, p_{c-3}=0,002**.	U_{1-2}=308,5, p_{1-2}=0,689; U_{1-3}=598,5, p_{1-3}=0,211; U_{2-3}=454,0, p_{2-3}=0,348.
RWTT100-60, ms	145,5 [138,8; 171,3]	148,5 [129,0; 160,8]	150,0 [141,8; 158,0]	156,5 [139,3; 171,5]	H=3,56, p=0,31	U_{c-1}=652,5, p_{c-1}=0,332; U_{c-2}=513,0, p_{c-2}=0,651; U_{c-3}=1083,5, p_{c-3}=0,408.	U_{1-2}=295,5, p_{1-2}=0,266; U_{1-3}=524,5, p_{1-3}=0,045; U_{2-3}=456, p_{2-3}=0,362.
RWTT var., ms	18,5 [15,8; 24,0]	19,0 [15,8; 21,0]	21,5 [17,0; 24,3]	18,0 [15,0; 25,0]	H=1,88, p=0,60	U_{c-1}=724,5, p_{c-1}=0,799; U_{c-2}=463,0, p_{c-2}=0,287; U_{c-3}=1197,0, p_{c-3}=0,983.	U_{1-2}=246,0, p_{1-2}=0,119; U_{1-3}=710,0, p_{1-3}=0,918; U_{2-3}=447,5, p_{2-3}=0,307.
dP/dT, mm Hg/s	465,0 [403,0; 518,0]	472,5 [412,8; 591,3]	477,0 [402,0; 565,3]	464,5 [384,0; 580,8]	H=1,55, p=0,67	U_{c-1}=647,5, p_{c-1}=0,308; U_{c-2}=469,0; p_{c-2}=0,322; U_{c-3}=1087,0, p_{c-3}=0,422.	U_{1-2}=328,5, p_{1-2}=0,978; U_{1-3}=687,5, p_{1-3}=0,739; U_{2-3}=504,5, p_{2-3}=0,766.
dP/dT var., mm Hg/s	134,0 [102,5; 158,8]	148,0 [128,0; 181,8]	159,0 [146,5; 181,0]	147,0 [114,0; 194,5]	**H=9,82, p=0,02**	U_{c-1}=544,5, p_{c-1}=0,041; **U_{c-2}=311,0, p_{c-2}=0,003;** U_{c-3}=943,5, p_{c-3}=0,068.	U_{1-2}=270,0, p_{1-2}=0,266; U_{1-3}=690,5, p_{1-3}=0,762; U_{2-3}=424,5, p_{2-3}=0,19.

Note: data are presented as median [Q1; Q3]; df — degrees of freedom; PP — pulse pressure, PP var. — pulse pressure variability, AIx75 — augmentation index adjusted for heart rate 75 bpm; AIx75 var. — augmentation index variability; AASI — ambulatory arterial stiffness index, PWVao100-60 — aortic pulse wave velocity at SBP=100 mmHg and HR=60 bpm., PWVao var. — aortic pulse wave velocity variability, RWTT100-60 — reflected wave transit time in the aorta at SBP=100 mmHg and HR=60 bpm, RWTT var. — reflected wave transit time variability, dP/dT — rate of increase in blood pressure in the aorta., dP/dt var. — variability of the rate of increase in blood pressure in the aorta

значимо не отличалась от значений в 1-й и 3-й группах (p >0,0083). При попарном сравнении исследуемых групп статистически значимые отличия вариабельности dP/dt не выявлены (табл. 3).

С целью оценки влияния клинико-эндоскопического обострения ЯК на риск повышения артериальной жесткости выполнен логистический регрессионный анализ. В ходе формирования модели был реализован строгий многоэтапный алгоритм отбора переменных, учитывающий статистические, клинические и методологические критерии. На начальном этапе в качестве потенциальных предикторов рассматривались параметры: демографические показатели (возраст, пол), анамнестические данные (длительность ЯК, отягощенная наследственность по ССЗ), клинические характеристики (курение, индекс массы тела), активность ЯК (клинико-эндоскопическое обострение по индексу Мейо и классификации Schroeder), морфологические характеристики (протяженность поражения толстого кишечника). Для минимизации влияния мультиколлинеарности на стабильность оценок регрессионных коэффициентов были исключены из модели: длительность ЯК (гипотетический VIF = 7.3), наличие тотального поражения кишечника (VIF = 8.1) и курение (VIF = 5.8). В окончательную модель вошли три предиктора, включая активность ЯК, все из которых удовлетворяют критерию статистической значимости (p <0.05) и демонстрируют независимый прогностический эффект (табл. 4).

Разработанная модель прогнозирования повышенной артериальной жесткости отражена в уравнении логистической регрессии:

$$y = \frac{1}{1 + e^{1 - 1{,}722 \times \text{возраст} - 1{,}123 \times \text{активностьЯК} - 1{,}487 \times \text{наследственность}}},$$

где y — коэффициент вероятности наличия повышенной артериальной жесткости, e — основание натурального логарифма (e~2,72), –1 — константа (регрессионный коэффициент b0); 1,722, 1,123, 1,487 — нестандартизованные коэффициенты b; возраст — показатель, принимающий значение «1» — при наличии возраста более 40 лет на момент исследования, «0» — при отсутствии; активность ЯК — подтверждение факта клинико-эндоскопического обострения ЯК, принимающий значение «1» — при наличии; «0» — при отсутствии; наследственность — показатель, характеризующий наличие отягощенной наследственности по ССЗ, принимающий значение «1» — при наличии в семейном анамнезе случаев ранних ССЗ, «0» — при отсутствии данного признака. При значении коэффициента «y» более 0,646 вероятность наличия повышенной артериальной жесткости возрастает в 7,368 [95 % ДИ 2,486-21, 843] раза (p <0,001). Чувствительность разработанной модели ранней диагностики составляет 0,851, специфичность — 0,638, точность — 0,747. Данная модель обладает хорошей диагностической способностью, площадь под ROC-кривой (AUC) составляет 0,76±0,051 [95 % ДИ: 0,66 — 0,86], p <0,001 (рис.1) [14].

Для минимизации переобучения и оценки робастности модели проведена внутренняя валидация: 5-кратная кросс-валидация и проверка на независимой тестовой выборке, сформированной стратифицированным случайным разбиением (seed = 42). Исходная когорта (n = 100) разделена на обучающую (n = 70) и тестовую (n = 30) подвыборки с сохранением доли пациентов с повышенной артериальной жёсткостью (67 %). Модель логистической регрессии с предикторами «возраст >40 лет», «активность ЯК» и «отягощённая наследственность по ССЗ» показала стабильные результаты: AUC составила 0,77 (95 % ДИ: 0,65 — 0,89) на обучающей, 0,74 (95 % ДИ: 0,55 — 0,92) на тестовой выборке и 0,73 ± 0,04 при кросс-валидации; чувствительность — 86,7 %, 80,0 % и 82,1 %, специфичность — 64,3 %, 60,0 % и 61,5 %, точность — 75,7 %, 70,0 % и 72,3 % соответственно.

Таблица 4. *Значимость показателей в структуре модели прогнозирования, df = 1*

Переменные	B	Стд. ошибка	Вальд	Знач.	Exp(B)	95 % Дов. интервал для EXP(B)
Возраст >40 лет	1,722	0,514	11,246	0,001	5,596	2,045-15,309
ЯК активность	1,123	0,501	5,024	0,025	3,073	1,151-8,200
Наследственность по ССЗ	1,487	0,696	4,565	0,033	4,425	1,131-17,312
Константа	-1,000	0,433	5,342	0,021	0,368	

Примечание: B — нестандартизованный коэффициент логистической регрессии; Стд. ошибка — стандартная ошибка коэффициента; Вальд — статистика критерия Вальда; Знач. — уровень значимости p; Exp(B) — отношение шансов; 95 % Дов. интервал для EXP(B) — 95 % доверительный интервал для отношения шансов; ЯК — язвенный колит; ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания.

Table 4. *Significance of predictors in the prognostic model, df = 1*

Variables	B	Std. Error	Wald	P-value	Exp(B)	95 % Confidence Interval for Exp(B)
Age >40 years	1.722	0.514	11.246	0.001	5.596	2.045 — 15.309
UC activity	1.123	0.501	5.024	0.025	3.073	1.151 — 8.200
Family history of CVD	1.487	0.696	4.565	0.033	4.425	1.131 — 17.312
Constant	-1.000	0.433	5.342	0.021	0.368	

Note: B — unstandardized logistic regression coefficient; Стд. ошибка — standard error of the coefficient; Вальд — Wald statistic; Знач. — significance level (p-value); Exp(B) — odds ratio; 95 % Дов. интервал для EXP(B) — 95 % confidence interval for the odds ratio; ЯК — ulcerative colitis; ССЗ — cardiovascular diseases

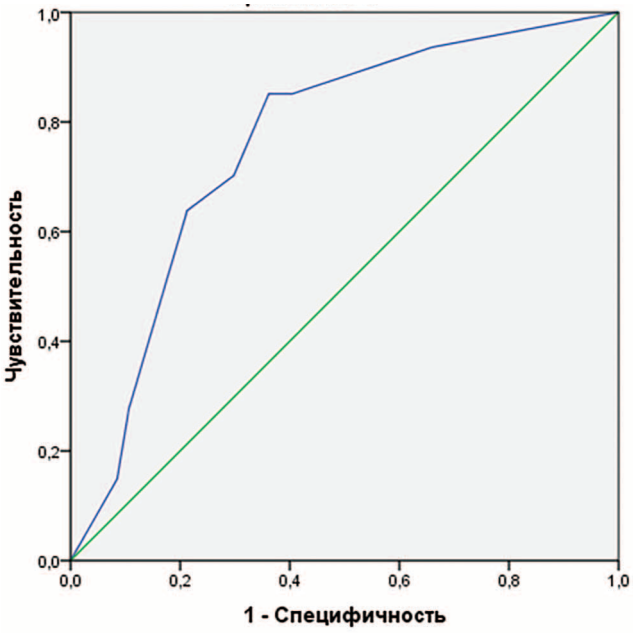

Рисунок 1. *ROC-кривая модели ранней диагностики повышенной артериальной жесткости у пациентов с язвенным колитом*

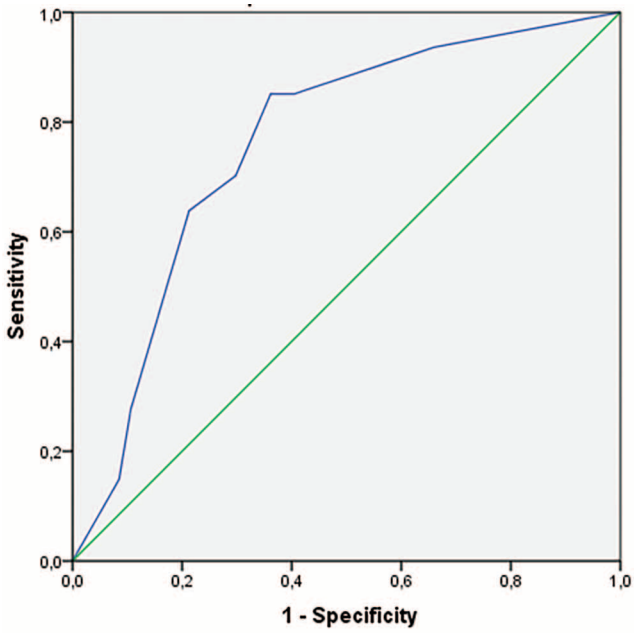

Figure 1. *ROC curve of the early diagnostic model for increased arterial stiffness in patients with ulcerative colitis*

Оптимальный порог вероятности (по критерию Юдена) во всех случаях равнялся 0,646. Незначительное снижение AUC (Δ = 0,03) и согласованность метрик подтверждают низкий риск переобучения и хорошую обобщающую способность модели, несмотря на ограниченный объём выборки. Результаты согласуются с данными бутстреп- и гипотетической внешней валидации, что повышает доверие к её клинической применимости.

Обсуждение результатов

Скорость распространения пульсовой волны в аорте (PWVao) — это скорость, с которой волна давления, вызванная выбросом крови из левого желудочка сердца в период систолы, распространяется вдоль аорты и крупных артерий. Данный показатель зависит в первую очередь от упругости артериальной стенки. Рост скорости распространения пульсовой волны отражает увеличение жёсткости и патологическое ремоделирование сосудистой стенки, а также увеличение риска сердечно-сосудистых осложнений. Показатель PWVao является ведущим в оценке артериальной жесткости [5, 15]. Индекс аугментации (AIx) — показатель растяжимости сосудистой стенки, который позитивно коррелирует с жёсткостью аорты. AIx даёт информацию о сопротивлении периферических сосудов: чем больше индекс, тем больше сопротивление артериол. Показатель увеличивается с возрастом и при прогрессировании атеросклероза [15]. По данным крупного метаанализа Lu Q.et al (2019г) у пациентов с ЯК имеет место значимое повышение PWVao в сравнении с группой контроля [16]. В нашем исследовании также выявлено, что PWVao и AIx повышены у пациентов с ЯК: показатели выше при наличии клинического и эндоскопического обострения заболевания, а также у пациентов при отсутствии клиники и выявлении активности только по данным эндоскопического обследования. Пациенты с клинико-эндоскопической ремиссией имеют значения сопоставимые с группой контроля.

PWVao у пациентов с ЯК зависит как от возраста, наличия АГ, интенсивности курения, так и от частоты обострения ЯК за 3 года и длительности течения ЯК [8]. По результатам нашего исследования артериальная ригидность зависит от активности заболевания в момент исследования. Согласно экспериментальным данным, артериальная жесткость возрастает как из-за временных факторов (воздействие вазоактивных гормонов, медиаторов воспаления, маркеров окислительного стресса), так и из-за структурных изменений (диффузное фиброэластическое утолщение интимы и ремоделирование эндотелия вследствие хронического воспаления). Ключевую роль в этом процессе играет дисфункция эндотелия. Взаимодействие между указанными компонентами повышает жесткость сосудистой стенки во время непосредственного воздействия медиаторов воспаления на неё у пациентов с активным ЯК. Воздействие воспаления в течение длительного времени ведет уже к необратимому повышению артериальной ригидности [15].

Малоизученным остается вопрос о суточной вариабельности параметров артериальной жесткости у пациентов с ЯК. Нами установлено, что у данных пациентов повышена вариабельность следующих показателей: ПАД, PWVao, dP/dt. Вариабельность показателей артериальной жесткости детерминирована комплексом «пассивных» и «активных» механизмов регуляции

сосудистого тонуса. К «пассивным» факторам относятся свойства артериальной стенки, определяемые соотношением эластина и коллагена, а также гемодинамический параметр — частота сердечных сокращений. В свою очередь, «активная» регуляция опосредована вазоактивными влияниями, включая эндотелий-зависимые механизмы, интенсивность воспаления и оксидативного стресса, а также уровень симпатической адренергической активности [11]. Вероятно, у пациентов с ЯК эти «активные» механизмы регуляции, связанные с воспалением и эндотелиальной дисфункцией, играют ключевую роль в повышении вариабельности параметров артериальной жесткости. Нами установлено, что наибольшее повышение вариабельности скорости распространения пульсовой волны в аорте у пациентов с клинико-эндоскопическим обострением заболевания. При этом у пациентов с ЯК в стадии ремиссии показатели вариабельности артериальной жесткости были сопоставимы с группой контроля. У пациентов 2-й группы при наличии только эндоскопической активности заболевания выявлено повышение показателей вариабельности PWVao и dP/dt. Полученные данные указывают, что активность ЯК, в т.ч. только эндоскопическая, влияет на суточную вариабельность артериальной жесткости. Клиническое значение повышения вариабельности артериальной жесткости по аналогии с вариабельностью АД заключается в повышении сердечно-сосудистого риска у данных пациентов [11].

При изучении сердечно-лодыжечного индекса CAVI у пациентов с ЯК установлено влияние на состояние сосудистой стенки возраста пациента на данный момент, возраста дебюта заболевания, стажа заболевания и эндоскопической активности заболевания. Выявлено, что при повышении эндоскопической активности по Schroeder на 1балл, следует ожидать увеличение CAVI от возрастной нормы на 0,11 [17]. Анализ полученных нами данных также показывает, что чем выше активность воспалительного процесса при ЯК, тем выше риск повышения артериальной жесткости. Разработанная модель прогнозирования повышенной артериальной жесткости позволяет выделить клинические предикторы ССЗ у пациентов с ЯК. К ним относятся: клинико-эндоскопическое обострение заболевания, возраст старше 40 лет, отягощенная наследственность по ССЗ. Усовершенствование шкалы прогнозирования повышенной артериальной жесткости позволит своевременно определять пациентов группы риска, корректировать тактику их ведения, тем самым обеспечивать профилактику развития ССЗ у пациентов с ЯК.

Выводы

У пациентов с язвенным колитом наблюдается значимое повышение артериальной жёсткости, коррелирующее с активностью воспалительного процесса. Эндоскопическое обострение в отсутствие симптомов ЯК уже ассоциировано с неблагоприятными сосудистыми изменениями. Разработанная модель прогнозирования повышенной артериальной жесткости у пациентов с ЯК на основе трёх клинических критериев (возраст >40 лет, обострение ЯК, наследственность) может быть внедрена в практику для раннего выявления высокого сердечно-сосудистого риска.

Вклад авторов:

Все авторы внесли существенный вклад в подготовку работы, прочли и одобрили финальную версию статьи перед публикацией

Жигула З.М.: существенный вклад в замысел и дизайн исследования, сбор, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи

Жилина А.А.: существенный вклад в замысел и дизайн исследования, критический пересмотр и редактирование статьи, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования

Ларева Н.В.: критический пересмотр и редактирование статьи, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования

Author Contribution:

All the authors contributed significantly to the study and the article, read and approved the final version of the article before publication

Zhigula Z.M.: important contribution to the concept and design of the study, collection, analysis and interpretation of the data, writing of the article

Zhilina A.A.: important contribution to the concept and design of the study, critical revision and editing of the article, final approval of the version of the article for publication

Lareva N.V.: critical revision and editing of the article, final approval of the version of the article for publication

Список литературы/References:

1. Weissman S., Sinh P., Mehta T.I et al Atherosclerotic cardiovascular disease in inflammatory bowel disease: The role of chronic inflammation. World J Gastrointest Pathophysiol. 2020;11(5):104-113. doi: 10.4291/wjgp.v11.i5.104. PMID: 32832194; PMCID: PMC7403753.
2. Gabbiadini R., Dal Buono A., Mastrorocco E. et al Atherosclerotic cardiovascular diseases in inflammatory bowel diseases: to the heart of the issue. Front. Cardiovasc. Med. 10:1143293. doi: 10.3389/fcvm.2023.1143293
3. Sinh P., Cross R.K. Cardiovascular Comorbidities and Inflammatory Bowel Disease: Causes and Consequences. Gastroenterol Hepatol (N Y). 2024 Apr;20(4):204-215. PMID: 38682122; PMCID: PMC11047149.
4. Миронова ОЮ., Исайкина МА, Хасиева СА. Атеросклероз и сердечно-сосудистый риск у пациентов с воспалительными заболеваниями кишечника. Терапевтический архив. 2021; 93(12):1533–1538. DOI: 10.26442/00403660.2021.12.201225
Mironova OI, Isaikina MA, Khasieva SA. Atherosclerosis and cardiovascular risk in patients with inflammatory bowel disease. Ter Arkh. 2021; 93(12):1533-1538. (in Russian). DOI: 10.26442/00403660.2021.12.201225. [In Russian]
5. Васюк Ю.А., Иванова С.В., Школьник Е.Л. [и др.] Согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жесткости в клинической практике. Кардиоваскулярная терапия и профилактика, 2016; 15(2): 4–19. DOI 10.15829/1728-8800-2016-2-4-19. — EDN VUWMTP.
Vasyuk Yu.A., Ivanova S.V., Shkolnik E.L. Consensus of Russian experts on the evaluation of arterial stiffness in clinical practice. Cardiovascular Therapy and Prevention, 2016: 15(2): 4–19. DOI 10.15829/1728-8800-2016-2-4-19. — EDN VUWMTP [In Russian].

6. Жигула З.М., Жилина А.А., Ларева Н.В. Общие патогенетические механизмы воспалительных заболеваний кишечника и атеросклероза: акцент на цитокинах. Альманах клинической медицины. 2024;52(8):405–416. doi: 10.18786/2072-0505-2024-52-040
Zhigula Z.M., Zhilina A.A., Lareva N.V. Common pathogenetic mechanisms of inflammatory bowel diseases and atherosclerosis: a focus on cytokines. Almanac of Clinical Medicine.2024;52(8):405–416. doi: 10.18786/2072-0505-2024-52-040 [In Russian].
7. Zanoli L., Boutouyrie P., Fatuzzo P. et al Inflammation and Aortic Stiffness: An Individual Participant Data Meta-Analysis in Patients With Inflammatory Bowel Disease. J Am Heart Assoc. 2017 Oct 10;6(10):e007003. doi: 10.1161/JAHA.117.007003.
8. Липатова Т.Е., Михайлова Е.А., Дудаева Н.Г. Факторы кардиоваскулярного риска и артериальная ригидность у пациентов с язвенным колитом. Саратовский научно-медицинский журнал 2019; 15 (3): 753–757.
Lipatova T.E., Mihailova E.A., Dudaeva N.G. Cardiovascular risk factors and arterial stiff ness in patients with ulcerative colitis. Saratov Journal of Medical Scientifi c Research 2019; 15 (3): 753–757 [In Russian].
9. Генкель В.В., Портнова Р.Г., Антипина Т.В. [и др.] Регионарная сосудистая жесткость у пациентов с воспалительными заболеваниями кишечника. Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2019;29(3):66-73. https://doi.org/10.22416/1382-4376-2019-29-3-66-73
Genkel V.V., Portnova R.G., Antipina T.V. et al Regional Arterial Stiffness in Patients with Inflammatory Bowel Disease. Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology. 2019;29(3):66-73. https://doi.org/10.22416/1382-4376-2019-29-3-66-73 [In Russian].
10. Zanoli L., Ozturk K., Cappello C. et al Inflammation and aorticpulse wave velocity: a multicenter longitudinal study in patientswith inflammatory bowel disease. JAmHeartAssoc. 2019;8(3):e010942. doi: 10.1161/JAHA.118.010942.
11. Тарловская Е.И., Мережанова А.А. Суточная вариабельность жесткости артерий пациентов с артериальной гипертензией в зависимости от категории сердечно-сосудистого риска. Кардиология. 2018;58(11S):47-57. https://doi.org/10.18087/cardio.2489
Tarlovskaya E.I., Merezhanova A.A. Daily variability of arterial stiffness of patients with arterial hypertension depending on the category of cardiovascular risk. Kardiologiia. 2018;58(11S):47-57. (In Russ.) https://doi.org/10.18087/cardio.2489 [In Russian].
12. Язвенный колит. Клинические рекомендации. 2024. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/391_3 (дата обращения: 25.10.2025).
Iazvennyi kolit. Klinicheskie rekomendatsii. 2024. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/391_3 (Accessed October 25, 2025) [In Russian].
13. He J., Zhang S., Qiu Y. et al Ulcerative colitis increases risk of hypertension in a UK biobank cohort study. United European Gastroenterol J. 2023 Feb;11(1):19-30. doi: 10.1002/ueg2.12351
14. Мудров В.А. Алгоритм применения roc-анализа в биомедицинских исследованиях с помощью пакета программ SPSS. Забайкальский медицинский вестник. 2021;(1):148-153. https://doi.org/10.52485/19986173_2021_1_148
Mudrov V.A. Roc curve analysis algorithm in biomedical research using SPSS software package. Transbaikalian Medical Bulletin. 2021;(1):148-153. https://doi.org/10.52485/19986173_2021_1_148 [In Russian].
15. Zanoli L., Rastelli S., Inserra G. et al Arterial structure and function in inflammatory bowel disease. World J Gastroenterol. 2015 Oct 28;21(40):11304-11. doi: 10.3748/wjg.v21.i40.11304. PMID: 26523102; PMCID: PMC4616206.
16. Lu Q, Shi R, Mao T. et al Arterial Stiffness in Inflammatory Bowel Disease: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. Turk J Gastroenterol. 2021 May;32(5):422-430. doi: 10.5152/tjg.2021.20293. PMID: 34231471; PMCID: PMC8975517.
17. Кучерова Н.Ю., Цыганова Ю.В., Тарасова Л.В. Роль сердечно-лодыжечного сосудистого индекса CAVI при оценке жёсткости артериальной стенки у пациентов с язвенным колитом. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2024;(11): 54–59 doi: 10.31146/1682-8658-ecg-231-11-54-59
Kucherova N.Yu., Tsyganova Yu.V., Tarasova L.V. The role of the cardio-ankle vascular index CAVI in assessing arterial wall stiffness in patients with ulceral colitis. Experimental and Clinical Gastroenterology. 2024;(11):54-59. https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-231-11-54-59 [In Russian].

Информация об авторах:

Жигула Зинаида Михайловна — канд. мед. наук, доцент кафедры терапии факультета дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Чита, Россия. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8762-9914, e-mail: pustotinazm@yandex.ru

Жилина Альбина Александровна — д-р мед. наук, проректор по учебной работе, воспитательной деятельности и молодежной политике, профессор кафедры терапии факультета дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Чита, Россия. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4405-2975, e-mail: albina1228@ya.ru

Ларева Наталья Викторовна — д-р мед. наук, профессор, исполняющая обязанности ректора, проректор по научной и международной работе, заведующая кафедрой терапии факультета дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Чита, Россия. ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0001-9498-9216, e-mail: larevanv@mail.ru

Authors Information:

Zinaida M. Zhigula — PhD (in Medicine), Associate Professor at the Department of Therapy of the Faculty of Additional Professional Education of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Chita State Medical Academy» of the Ministry of Health of the Russian Federation; Chita, Russia. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8762-9914, e-mail: pustotinazm@yandex.ru

Albina A. Zhilina — Dr. Sc. (in Medicine), Vice-Rector for Academic Affairs, Educational Activities and Youth Policy, Professor at the Department of Therapy of the Faculty of Additional Professional Education of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Chita State Medical Academy» of the Ministry of Health of the Russian Federation; Chita, Russia. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4405-2975, e-mail: albina1228@ya.ru

Natalia V. Lareva — Dr. Sc. (in Medicine), Professor, acting Rector, Vice-Rector for Research and International Cooperation, Head of Department of Therapy of the Faculty of Additional Professional Education of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Chita State Medical Academy» of the Ministry of Health of the Russian Federation; Chita, Russia. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9498-9216, e-mail: larevanv@mail.ru

Автор, ответственный за переписку / Corresponding author