УДК 616.33-006.6-033.2-036 doi:10.25298/2616-5546-2025-9-1-38-44

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ РАЗВИТИЯ МЕТАСТАЗОВ В РЕГИОНАРНЫХ ЛИМФОУЗЛАХ ПРИ РАКЕ ЖЕЛУДКА ПО КЛИНИЧЕСКИМ ДАННЫМ

[1]М. Ю. Ревтович, [2]О. В. Красько, [1]Х. С. Хуссейн

[1]Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

[2]Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь

Введение. Недостаточная эффективность традиционного подхода к выполнению дооперационного N-стадирования рака желудка (РЖ) создает предпосылки для нерационального планирования лечения. Представляется актуальной разработка и использование прогностических моделей, позволяющих оценить вероятность метастатического поражения регионарных лимфоузлов.

Цель исследования. Разработать модель дооперационной оценки вероятности метастатического поражения регионарных лимфоузлов (pN+) при РЖ по клиническим данным.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ результатов радикального лечения 1054 пациентов с РЖ. Для построения прогностической модели на основе линейной логистической регрессии общая выборка пациентов была разделена случайным образом на тестовую и обучающую когорты. В модель на тестовой выборке были включены прогностические факторы, которые показали свою дискриминационную способность на основе нескольких алгоритмов отбора. Клиническая валидация модели проведена на основании оценки отдаленных результатов лечения.

Результаты. Факторами риска наличия pN+ являются: возраст – отношение шансов (ОШ) 1,02 (95 % ДИ: 1,0–1,04 на один год), p=0,040; размер первичной опухоли (натуральный логарифм) – ОШ 1,8 (95 % ДИ: 1,4–2,4), p<0,001: инфильтративный вариант макроскопической формы роста – ОШ 1,9 (95 % ДИ: 1,3–2,9), p=0,001; некогезивный вариант аденокарциномы – ОШ 1,6 (95 % ДИ: 1,0–2,4), p=0,051; подозрение на наличие метастатического поражения регионарных лимфоузлов по данным предоперационного обследования – ОШ 4,0 (95 % ДИ: 2,6–6,2), p<0,001. Разработана прогностическая модель, индекс конкордации (AUC для тестовой когорты) – 0,778 (95 % ДИ: 0,739–0,820).

Заключение. Комплексный учет клинико-морфологических особенностей опухолевого процесса и возраста пациента при применении разработанной прогностической модели позволяет повысить точность дооперационного N-стадирования. Последнее создает предпосылки для оптимизации тактики ведения пациентов с неметастатическим РЖ за счет рационального дооперационного планирования объема противоопухолевого лечения.

***Ключевые слова**: рак желудка, дооперационное N-стадирование*

PREDICTING THE PROBABILITY OF REGIONAL LYMPH NODE METASTASES IN GASTRIC CANCER ACCORDING TO CLINICAL DATA

[1]M. Yu. Reutovich, [2]O. V. Krasko, [1]H. S. Hussein

[1]Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

[2]United Institute of Informatics Problems, National Academy of Sciences, Minsk, Belarus

Background. Limited diagnostic accuracy of traditional preoperative imaging techniques for gastric cancer N-staging leads to inappropriate treatment planning. Hence the necessity to develop and apply prognostic models that allow for the prediction of metastatic lesions in regional lymph nodes.

Objective. To develop a clinical data-based model for preoperative prediction of metastatic lesions in regional lymph nodes (pN+) in gastric cancer (GC).

Material and methods. A retrospective analysis of radical treatment outcomes in 1054 patients with GC was performed. To develop a prognostic model based on linear logistic regression, the total patient sample was randomly divided into test and training cohorts. The model on the test sample included prognostic factors that demonstrated their discriminatory ability based on several selection algorithms. Clinical validation of the model was carried out according to the assessment of long-term treatment outcomes.

Results. Risk factors for pN+ include: age – odds ratio (OR) is 1.02 (95% CI 1.0–1.04 per year), p=0.040; primary tumor size (natural logarithm) – OR is 1.8 (95% CI 1.4–2.4), p<0.001; infiltrative variant of macroscopic growth form – OR is 1.9 (95% CI 1.3–2.9), p=0.001; non-cohesive variant of adenocarcinoma – OR is 1.6 (95% CI 1.0–2.4), p=0.051; suspected metastatic lesions of regional lymph nodes according to preoperative assessment – OR is 4.0 (95% CI 2.6–6.2), p<0.001. There has been developed a prognostic model, concordance index (AUC for cohort tests) being 0.778 (95% CI 0.739–0.820).

Conclusion. The application of the developed prognostic model with due regard to the clinical and morphological features of the neoplastic process, as well as patient's age allows for more accurate preoperative N-staging. This in turn contributes to optimizing management strategies for non-metastatic GC patients due to appropriate preoperative anti-cancer treatment planning.

***Keywords**: gastric cancer, preoperative N-staging*

Автор, ответственный за переписку
Ревтович Михаил Юрьевич, д-р мед. наук, доц., УО «Белорусский государственный медицинский университет», e-mail: mihail_revtovich@yahoo.com

Для цитирования: Ревтович, М. Ю. Прогнозирование вероятности развития метастазов в регионарных лимфоузлах при раке желудка по клиническим данным / М. Ю. Ревтович, О. В. Красько, Х. С. Хуссейн // Гепатология и гастроэнтерология. 2025. Т. 9, № 1. С. 38-44. https://doi.org/10.25298/2616-5546-2025-9-1-38-44

Corresponding author:
Reutovich Michel Yu., PhD, MD (Medicine), Associate Professor, Belarusian State Medical University, e-mail: mihail_revtovich@yahoo.com

For citation: Reutovich MYu, Krasko OV, Hussein HS. Prediction the probability of development of metastases in regional lymph nodes in gastric cancer according to clinical data. Hepatology and Gastroenterology. 2025;9(1):38-44. https://doi.org/10.25298/2616-5546-2025-9-1-38-44

Введение

Дооперационное N-стадирование местнораспространенного рака желудка (РЖ) является сложной задачей в связи с преимущественной ориентацией на размеры лимфоузла при его метастатическом поражении при использовании методов визуализации: компьютерной томографии (КТ), ультразвукового исследования (УЗИ) и других [1]. Иногда лимфоузлы в случае их метастатического поражения не претерпевают существенных изменений, что обусловливает появление ложноотрицательных результатов исследования [2]. Именно в связи с отсутствием существенных изменений в размерах регионарных лимфоузлов при их метастатическом поражении и, наоборот, значительным увеличением их размеров в случае реактивной гиперплазии обусловлена низкая чувствительность и специфичность КТ и других методов визуализации при оценке категории N [1, 2]. Адекватное дооперационное стадирование РЖ возможно лишь в 70 % случаев [1]. Очевидно, что неадекватное стадирование опухолевого процесса на дооперационном этапе имеет своим следствием планирование объема противоопухолевого лекарственного лечения, не соответствующего имеющейся вероятности прогрессирования опухолевого процесса. Последнее негативно отражается на результатах лечения местнораспространенного РЖ в целом как за счет отсутствия эффекта предупреждения прогрессирования опухолевого процесса, так и за счет неоправданного развития осложнений у пациентов с низким риском прогрессирования. В частности, современная доктрина лечения местнораспространенного РЖ предполагает в дополнение к радикальному хирургическому лечению проведение адъювантной полихимиотерапии или периоперационной полихимиотерапии [3, 4]. Очевидно, дифференцированный подход при выборе объема противоопухолевого лечения позволит эффективно предупредить прогрессирование РЖ и избежать осложнений лечения, что особенно актуально в когорте относительно благоприятного течения РЖ.

Цель исследования – разработать модель дооперационной оценки вероятности метастатического поражения регионарных лимфоузлов при РЖ по клиническим данным.

Материал и методы

Материалом для исследования явились отдаленные результаты лечения 1054 радикально оперированных по поводу РЖ пациентов в период 2008–2021 гг. в Республиканском научно-практическом центре онкологии и медицинской радиологии им. Н. Н. Александрова (табл. 1). В исследование включены пациенты, первичная опухоль у которых не распространялась на пищевод и которым в предоперационном периоде не проводилось противоопухолевое лечение. Кроме этого, в качестве критерия учитывалось отсутствие в анамнезе сопутствующих острых и хронических воспалительных заболеваний, зачастую сопровождающихся изменениями клеточного состава крови.

Локализация опухоли в желудке, а также макроскопическая форма роста первичной опухоли (по R. Borrmann), оценивались по данным дооперационной фиброгастродуоденоскопии (ФГДС) и/или КТ брюшной полости. Опухоли измерялись с точностью до 1 мм по данным КТ и/или ФГДС. В случаях расхождения результатов предпочтение отдавалось данным эндоскопического исследования, при этом учитывался максимальный из зарегистрированных размеров опухоли.

После операции проводилась патогистологическая оценка степени метастатического поражения регионарных лимфоколлекторов (категория pN) в соответствии с классификацией опухолей по системе TNM 8-го пересмотра [5]. Гистологический тип первичной опухоли оценивали по классификации опухолей желудка ВОЗ [6]. Лабораторные исследования включали коагулограмму (определение уровня фибриногена), общий ана-

лиз крови (определение абсолютного количества эритроцитов, тромбоцитов, нейтрофилов, лимфоцитов, моноцитов, СОЭ) и проводились за 1–2 дня до операции. Также исследовались отношения абсолютного количества нейтрофилов к лимфоцитам (NLR), тромбоцитов к лимфоцитам (PLR), лимфоцитов к моноцитам (LMR), уровня фибриногена (g/L) к лимфоцитам (x10^9/L – FLR), уровня фибриногена (g/L) к тромбоцитам (x10^9/L – FPR).

Статистический анализ. Количественные показатели исследования представлены медианой и квартилями в виде Me [Q25; Q75]. Качественные показатели представлены числом и процентами в группах в виде n (%). Сравнение в группах проводилось по критериям Манна-Уитни и хи-квадрат соответственно. Для построения прогностической модели на основе линейной логистической регрессии общая выборка пациентов была разделена случайным образом на тестовую и обучающую когорты. В модель на обучающей когорте были включены прогностические факторы, которые показали свою дискриминационную способность на основе нескольких алгоритмов отбора [7–9]. Модель валидировалась на тестовой когорте и рассчитывались параметры производительности модели: ранговая корреляция Соммерса (Dxy); площадь под кривой AUC = Dxy/2+0,5; индекс дискриминации D; для оценки и калибровки уравнения регрессии рассчитан уклон модели S на тестовых данных [10, 11]. Клиническая валидация модели проводилась на основании оценки отдаленных результатов лечения. Оценка проводилась по скорректированной (или канцер-специфической выживаемости) (CB) – в качестве события принимали факт смерти от причины, связанной с основным заболеванием. Выживаемость анализировалась на основании оценки Каплан-Майера с расчетом стандартной ошибки (S±SE), группы сравнивались с помощью лог-ранк критерия.

Все расчеты проводились в статистическом пакете R, версия 4.3 [12]. Результаты анализа считались статистически значимыми при p<0,05.

Результаты и обсуждение

Для разработки модели на I этапе вся выборка пациентов была случайным образом разделена на две когорты – обучающую и тестовую. Построение модели выполнено на обучающей когорте (сопоставимой по основным характеристикам с тестовой когортой (табл. 1) с учетом дискриминационной способности прогностических факторов, выделенных на основании алгоритмов отбора факторов [7, 8, 9].

Результаты многофакторного анализа приведены в таблице 2.

Таблица 1 – Характеристика обучающей и тестовой когорт
Table 1 – Characteristics of the training and test cohorts

Показатель	Когорта пациентов		p
	обучающая, n=527	тестовая, n=527	
Возраст (Me [Q25; Q75])	65 [57; 72]	64 [56; 72]	0,504
Пол: жен., n (%) муж., n (%)	 212 (40,2) 316 (59,8)	 211 (40,1) 315 (59,9)	>0,99
Размер опухоли, см (Me [Q25; Q75])	5,0 [3,0; 7,0]	5,0 [3,0; 7,0]	0,808
Макроскопическая форма роста: типы I–II, n (%) типы III–IV, n (%)	 234 (44,3) 294 (55,7)	 242 (46,0) 284 (54,0)	0,625
Степень дифференцировки опухоли: когезивная, Low grade (GI–II), n (%) некогезивная, High grade (GIII), n (%)	 180 (34,1) 348 (65,9)	 198 (37,6) 328 (62,4)	0,255
Распространенность поражения стенки желудка: поражение одного-двух отделов желудка тотально-субтотальное поражение, n (%)	 400 (75,8) 128 (24,2)	 419 (79,7) 107 (20,3)	0,148
Лабораторные показатели*:*			
уровень фибриногена Me [Q25; Q75]	3,9 [3,3; 4,7]	3,8 [3,3; 4,6]	0,422
тромбоциты, ×10^9/л Me [Q25; Q75]	296 [238; 367]	284 [235; 350]	0,092
NLR, Me [Q25; Q75]	2,1 [1,6; 3,2]	2,1 [1,6; 3,0]	0,832
PLR, Me [Q25; Q75]	163,7 [122,1; 226,8]	164,2 [120,2; 222,8]	0,743
LMR, Me [Q25; Q75]	3,6 [2,6; 4,5]	3,5 [2,7; 4,5]	0,402
FLR Me [Q25; Q75]	2,2 [1,7; 2,9]	2,2 [1,7; 3,0]	0,698
Категория c*N:*			
cN			0,126
cN0	218 (41,5)	194 (36,7)	
cN+	309 (58,5)	333 (63,3)	

Таблица 2 – Модель прогнозирования pN+, полученная на обучающей когорте (с использованием алгоритма снижения размерности)
Table 2 – Model for predicting pN+, obtained in a training cohort (using a dimensionality reduction algorithm)

Фактор, ассоциированный с глубиной инвазии стенки желудка	Результат регрессионного анализа		
	Модель после снижения размерности		
	коэффициент β	отношение шансов (95 % ДИ)	p
Возраст, на 1 год	0,019	1,02 (1,0–1,04)	0,040
Log (размер опухоли, см)	0,60	1,8 (1,4–2,4)	<0,001
Макроскопическая форма роста опухоли: инфильтративная vs неинфильтративная	0,65	1,9 (1,3–2,9)	0,001
Особенности тканевой дифференцировки: некогезивная, High grade vs когезивная, Low grade	0,44	1,6 (1,0–2,4)	0,051
Распространенность поражения стенки желудка: тотально-субтотальное поражение желудка vs поражение одного-двух отделов желудка	–	–	–
cN+ vs cN0	1,39	4,0 (2,6–6,2)	<0,001

С целью оценки производительности модели (пригодности для прогноза), включающую в себя калибрование для предотвращения переобучения и смещения и оценку дискриминационной мощности модели, проведена процедура валидизации полученной модели на тестовой когорте. Процедура валидизации включала оценку ряда индексов. В частности, значения ранговой корреляции Соммерса (Dxy) 0,556 свидетельствуют о приемлемой согласованности модели. Значения индекса дискриминации (D) существенно отличающиеся от 0 (0,256) – об удовлетворительной дискриминационной ее способности. Индекс ненадежности U=-0,003 приближающийся к 0 – о хорошей согласованности тестовых данных и модели, полученной на обучающей выборке. Значение калибровочного уклона (S) равное 1,052 (то есть близкое к 1) свидетельствовало о хорошей согласованности между моделью и данными тестовой когорты.

На рисунке 1 представлена кривая ожидаемой вероятности наличия у пациента N+ и калибровочный график, для которого рассчитывались средняя абсолютная ошибка, 90-й квантиль абсолютной ошибки.

Кривая калибровочного графика тестовой когорты на всем протяжении близка к диагональной прямой, что соответствует идеальному прогнозу. Средняя калибровочная ошибка (Eavg) составила 0,7 %, 90-й квантиль ошибки (E90) достиг 1,5 %. AUC для тестовой когорты составил 0,778 (95 % ДИ: 0,739–0,820). Все вышеизложенное свидетельствует о хорошей дискриминационной способности и высокой прогностической точности модели.

Математическое описание модели в виде формулы для индивидуальной оценки вероятности pN+:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-PI}} \quad (1),$$

где p вероятность pN+ у пациента,
PI – линейная комбинация предикторов,
PI = -3,76 + 0,0186 x X1 + 0,651 x X2 + 0,654 x x X3 + 0,44 x X4 + 1,391 x X5,
X1 = возраст на момент операции, лет,
X2 = log (размер опухоли, см),

X3 = { 1| Инфильтративная макроскопичесая форма роста опухоли
0| Неинфильтративная макроскопичесая форма роста опухоли

X4 = { 1| Некогезивная, High grade
0| Когезивная, Low grade

X5 = { 1| Клинически определен N+
0| Клинически определен N0

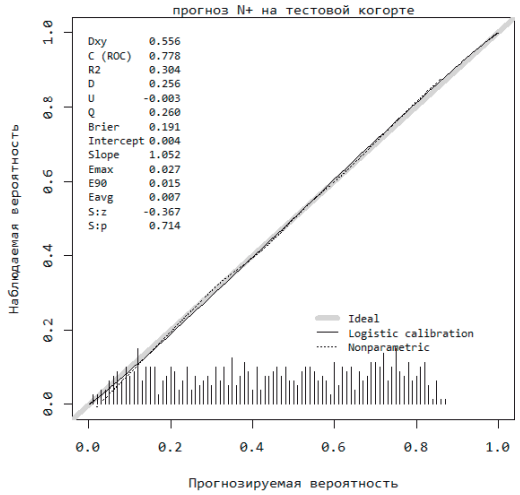

Рисунок 1 – *Калибровочный график модели прогнозирования pN+ – тестовая когорта*
Figure 1 – *Calibration curve of the N+ prediction model – test cohort*

Для определения групп риска наличия у пациента pN+ на основании вышеприведенной формулы 1 рассчитаны значения прогнозной вероятности наличия у пациента pN+ для тестовой когорты. Полученный ряд значений был разбит на три квантиля (подгруппы с различным значением вероятности принадлежности к когорте pN+ – (Q1 (q0–q33), Q2 (q34–q67), Q3 (q68–q100)) (рис. 2). Интервалы прогнозных значений вероятности pN+ составили: 0–0,33; 0,34–0,60; 0,61 и выше.

Установлено, что каждая из вышеуказанных подгрупп (квантилей) отличается друг от друга по величине СВ за 5-летний период наблюдения при попарном сравнении ($p_{log\text{-}rank}$>0,05): Q1 – 87,8±2,6 %; Q2 – 71,2±3,6 %; Q3 – 36,4±4,0 % (рис. 2).

Поскольку показатели выживаемости в подгруппе Q1 не отличались от таковых у пациентов с pN0 соответственно – 87,8±2,6 % (Q1) и 82,1±2,4 % (у пациентов тестовой когорты) ($p_{log\text{-}rank}$>0,05), данную подгруппу с прогнозным значением вероятности p от 0 до 0,33 (включительно) считаем подгруппой относительно благоприятного прогноза с низкой вероятностью наличия pN+, в то время как пациентов с прогнозным значением вероятности p>0,34 и более относим в подгруппу неблагоприятного прогноза с высокой вероятностью наличия pN+ и, следовательно, с высокой вероятностью прогрессирования опухолевого процесса. Отнесение квантиля Q3 с показателем 5-летней СВ 36,4±4,0 % в группу неблагоприятного прогноза вполне оправдано, если учесть, что СВ у пациентов тестовой когорты с pN+ составила 46,1±3,5 % ($p_{log\text{-}rank}$>0,05). Отнесение же квантиля Q2 с показателем 5-летней СВ 71,2±3,6 % к той же группе (неблагоприятного прогноза) обусловлено статистически значимым снижением выживаемости в сравнении с пациентами тестовой когорты с pN0 82,1±2,4 %, что может быть объяснено наличием метастатического поражения регионарных лимфоколлекторов в рассматриваемой подгруппе менее выраженного по степени в сравнении с подгруппой Q3, но тем не менее негативно влияющим на показатели выживаемости.

Принимая во внимание упомянутые выше объективные сложности N-стадирования РЖ и необходимость дифференцированного подхода к объему противоопухолевого системного лечения, следует признать актуальным направлением клинической онкологии исследования, нацеленные на повышение точности стадирования. В настоящее время для повышения точности N-стадирования РЖ возможно применение всего арсенала методов дооперационной диагностики, что нецелесообразно как экономически, так и из-за необоснованного увеличения продолжительности предоперационного периода. При этом данный подход не гарантирует увеличение точности N-стадирования [13]. В связи с этим более рациональным представляется применение прогностических моделей, позволяющих учесть одновременно несколько признаков (клинико-морфологические характеристики опухолевого процесса, дооперационные значения лабораторных показателей), доступных для оценки до операции, и оценить на основании этого наличие метастатического поражения регионарных лимфоколлекторов – N+.

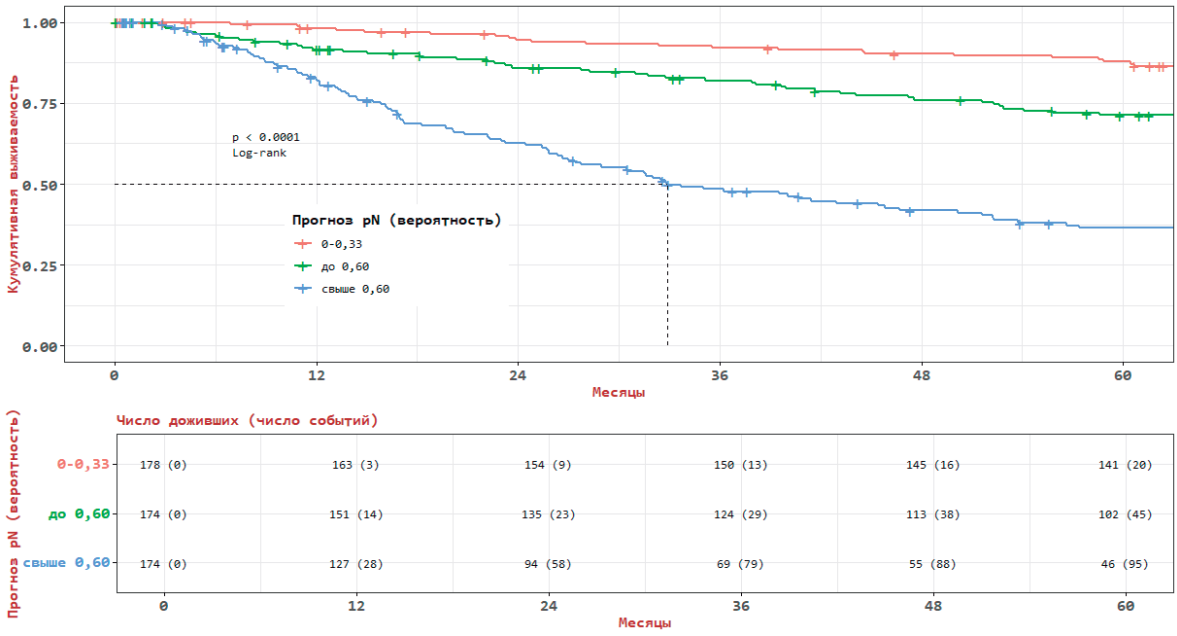

Рисунок 2 *– Показатели 5-летней СВ тестовой когорты в подгруппах с различными значениями прогнозной вероятности наличия у пациента pN+*

Figure 2 *– Cancer-specific survival of the test cohort in subgroups with different values of the predicted probability of the patient having pN+*

При этом создаются предпосылки для максимального приближения прогнозируемой категории prN к категории pN, определяемой при послеоперационном патогистологическом исследовании. Кроме этого, исключается субъективизм при визуальной оценке КТ и/или магнитно-резонансной томографии, и/или ультразвуковых изображений, зависящих в том числе от опыта соответствующего врача-специалиста, поскольку четких объективных критериев метастатического поражения регионарных лимфоузлов в настоящее время не описано, за исключением критерия размеров метастатического лимфоузла и ситуаций визуализации при КТ-исследовании двух и более регионарных лимфоузлов вне зависимости от их размера в пределах одной анатомической зоны [14]. В частности, Ri M. et al. (2022) на основании результатов многофакторного анализа предложили оценивать количество метастатически измененных лимфоузлов по результатам КТ – обнаружении двух и более лимфоузлов вне зависимости от их размера (диаметр лимфоузлов по короткой оси в исследовании колебался от 5 мм до 10 мм) было ассоциировано с наличием множественных метастазов в регионарных лимфоузлах, что подтверждалось результатами патогистологического исследования. Использование данного подхода продемонстрировало высокие значения положительной прогностической ценности (positive predictive value, PPV) – более 90 % при различных размерах лимфоузлов по короткой оси, но в тоже время характеризовалось достаточно низкой чувствительностью, аналогичной стандартному КТ-исследованию и колебавшейся в зависимости от пороговой величины размера лимфоузла в пределах 13,8–39,2 %.

Проведенное исследование продемонстрировало возможность использования данных дооперационного обследования пациента для повышения точности N-стадирования РЖ до операции в плане максимального возможного приближения прогнозируемой с использованием модели категории prN к патогистологической категории pN, определяемой при послеоперационном патогистологическом исследовании.

Предложенная прогностическая модель разработана для всей когорты пациентов с неметастатическим РЖ, что отличает данное исследование от ранее опубликованных в литературе и посвященных оценке вероятности метастазов в регионарных лимфоузлах при раннем РЖ [15, 16, 17, 18]. Обращаем внимание, что оценка состояния регионарных лимфоколлекторов (N0 или N+) имеет значение не только для раннего РЖ, но и для местнораспространенного РЖ. В случае раннего РЖ N-стадирование на дооперационном этапе определяет подход к выбору объема хирургического лечения – эндоскопическое или стандартное радикальное [5]. Для местнораспространенного РЖ адекватное N-стадирование создает условия для дифференцированного подхода к объему системного лекарственного лечения (периоперационная или адъювантная полихимиотерапия), учитывая существующие различия в показателях выживаемости пациентов с pN0 и pN+ и различными числовыми значениями категории T, о чем было упомянуто выше. Это создает предпосылки для повышения результативности лечения РЖ благодаря соблюдению рационального баланса между риском развития осложнений, связанных с проведением системной полихимиотерапии, и пользой от ее проведения с учетом имеющейся вероятности прогрессирования опухолевого процесса. О необходимости соблюдения данного баланса ранее было отмечено в некоторых исследованиях [19].

Выводы

1. Факторами риска наличия у пациентов с местнораспространенным РЖ метастатического поражения регионарных лимфоколлекторов являются: возраст – ОШ 1,02 (95 % ДИ: 1,0–1,04 на 1 год), p=0,040; размер первичной опухоли (натуральный логарифм) – ОШ 1,8 (95 % ДИ: 1,4–2,4), p<0,001: инфильтративный вариант макроскопической формы роста – ОШ 1,9 (95 % ДИ: 1,3–2,9), p=0,001; некогезивный вариант аденокарциномы – ОШ 1,6 (95 % ДИ: 1,0–2,4), p=0,051; подозрение на наличие метастатического поражения регионарных лимфоузлов по данным предоперационного обследования – ОШ 4,0 (95 % ДИ: 2,6–6,2), p<0,001.

2. Разработана прогностическая модель, позволяющая определить вероятность наличия у пациента с РЖ метастатического поражения регионарных лимфоколлекторов. Индекс конкордации разработанной модели (AUC для тестовой когорты) – 0,778 (95 % ДИ: 0,739–0,820).

3. Комплексный учет клинико-морфологических особенностей опухолевого процесса, а также возраста пациента, при применении разработанной прогностической модели позволяет повысить точность дооперационного N-стадирования. Последнее создает предпосылки для оптимизации тактики ведения пациентов с неметастатическим РЖ за счет рационального дооперационного планирования объема противоопухолевого лечения с учетом истинной степени местной распространенности опухолевого процесса (наличия или отсутствия метастатического поражения регионарных лимфоколлекторов) и возможности развития последующего прогрессирования РЖ.

References

1. Emam HMK, Moussa EMM, Abouelmaged M, Ibrahim MRI. Role of Multidetector CT in Staging of Gastric Carcinoma. *J Cancer Therapy*. 2019;10:565-579. https://doi.org/10.4236/jct.2019.107046.
2. Choi JI, Joo I, Lee JM. State-of-the-art preoperative staging of gastric cancer by MDCT and magnetic resonance imaging. *World J Gastroenterol*. 2014;20(16):4546-4557. https://doi:10.3748/wjg.v20.i16.4546.
3. Al-Batran SE, Homann N, Pauligk C, Goetze TO, Meiler J, Kasper S, Kopp HG, Mayer F, Haag GM, Luley K, Lindig U, Schmiegel W, Pohl M, Stoehlmacher J, Folprecht G, Probst S, Prasnikar N, Fischbach, W, Mahlberg R, Trojan J. FLOT4-AIO Investigators. Perioperative chemotherapy with fluorouracil plus leucovorin, oxaliplatin, and docetaxel versus fluorouracil or capecitabine plus cisplatin and epirubicin for locally advanced, resectable gastric or gastro-oesophageal junction adenocarcinoma (FLOT4): a randomised, phase 2/3 trial. *Lancet.* 2019;393(10184):1948-1957. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32557-1.
4. Takayama T, Tsuji Y. Updated Adjuvant Chemotherapy for Gastric Cancer. *J Clin Med*. *2023;12*(21):6727. https://doi.org/10.3390/jcm12216727.
5. Japanese Gastric Cancer Association. Japanese Gastric Cancer Treatment Guidelines 2021 (6th edition). *Gastric Cancer*. 2023;26(1):1-25. doi: 10.1007/s10120-022-01331-8.
6. Crețu OI, Stepan AE, Simionescu CE, Marinescu D, Stepan MD. Classification and Grading Systems in Gastric Adenocarcinomas. *Curr Health Sci J. 2022;48*(3):284-291. https://doi.org/10.12865/CHSJ.48.03.06.
7. Fawcett T. An introduction to ROC analysis. *Pattern Recognition Letters.* 2006;27(8):861-874. https://doi.org/10.1016/j.patrec.2005.10.010.
8. Tang R, Zhang X. CART Decision Tree Combined with Boruta Feature Selection for Medical Data Classification. In: *2020 5th IEEE International Conference on Big Data Analytics (ICBDA)*; 2020 May 08-11; Xiamen, China. Xiamen: IEEE; 2020. p. 80-84. doi: 10.1109/ICBDA49040.2020.9101199.
9. Lindsey C, Sheather S. Variable selection in linear regression. *Stata J.* 2010;10(4):650-669. https://doi.org/10.1177/1536867x1101000407.
10. Newson R. Parameters behind "nonparametric" statistics: Kendall's tau, Somers' D and median differences. *Stata J*. 2002;2(1):45-64. https://doi.org/10.1177/1536867X0200200103.
11. Tjur T. Coefficients of determination in logistic regression models – a new proposal: the coefficient of discrimination. *Am Stat*. 2009;63(4):366-372. https://doi.org/10.1198/tast.2009.08210.
12. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, 2023. [Internet]. Available from: https://www.R-project.org/.
13. Vergadis C, Schizas D. Is Accurate N - Staging for Gastric Cancer Possible? *Front Surg*. 2018;5:41. https://doi:10.3389/fsurg.2018.00041.
14. Ri M, Yamashita H, Gonoi W, Okumura Y, Yagi K, Aikou S, Seto Y. Identifying multiple swollen lymph nodes on preoperative computed tomography is associated with poor prognosis along with pathological extensive nodal metastasis in locally advanced gastric cancer. *Eur J Surg Oncol*. 2022;48(2):377-382. https://doi:10.1016/j.ejso.2021.08.017.
15. Zhu H, Wang G, Zheng J, Zhu H, Huang J, Luo E, Hu X, Wei Y, Wang C, Xu A, He X. Preoperative prediction for lymph node metastasis in early gastric cancer by interpretable machine learning models: A multicenter study. *Surgery*. 2022;171(6):1543-1551. https://doi:10.1016/j.surg.2021.12.015.
16. Wang J, Wang L, Li S, Bai F, Xie H, Shan H, Liu Z, Ma T, Tang X, Tang H, Qin A, Lei S, Zuo C. Risk Factors of Lymph Node Metastasis and Its Prognostic Significance in Early Gastric Cancer: A Multicenter Study. *Front Oncol*. 2021;11:649035. https://doi:10.3389/fonc.2021.649035.
17. Liu Z, Tian H, Huang Y, Liu Y, Zou F, Huang C. Construction of a nomogram for preoperative prediction of the risk of lymph node metastasis in early gastric cancer. *Front Surg*. 2023;9:986806. https://doi:10.3389/fsurg.2022.986806.
18. Liu DY, Hu JJ, Zhou YQ, Tan AR. Analysis of lymph node metastasis and survival prognosis in early gastric cancer patients: A retrospective study. *World J Gastrointest Surg*. 2024;16(6):1637-1646. https://doi:10.4240/wjgs.v16.i6.1637.
19. Pelc Z, Skórzewska M, Rawicz-Pruszyński K, Polkowski WP. Lymph Node Involvement in Advanced Gastric Cancer in the Era of Multimodal Treatment-Oncological and Surgical Perspective. *Cancers (Basel)*. 2021;13(10):2509. https://doi:10.3390/cancers13102509.

Вклад авторов: концепция и дизайн исследования, сбор материала, анализ, написание статьи – М. Ю. Ревтович; концепция и дизайн исследования, редактирование и анализ – О. В. Красько; сбор материала и анализ, обработка данных и написание статьи – Х. С. Хуссейн.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальным этическим комитетом.

Сведения об авторах:

1. Ревтович Михаил Юрьевич, д-р мед. наук, доцент, УО «Белорусский государственный медицинский университет», e-mail: mihail_revtovich@yahoo.com ORCID: 0000-0001-7202-6902

2. Красько Ольга Владимировна, канд. тех. наук, доцент, Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси, e-mail: krasko@newman.bas-net.by, ORCID: 0000-0002-4150-282X

3. Хуссейн Хуссейн Саад, УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Authors' contribution: concept and design of the study, collection of material, analysis and article writing – Reutovich M.Yu.; concept and design of the study, editing and analysis – Krasko O.V.; collection of material and analysis, data processing and article writing – Hussein H.S.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study was performed without external funding.

Conformity with the principles of ethics. The study was approved by the local ethics committee.

Information about authors:

1. Reutovich Michel Yu., PhD, MD (Medicine), Associate Professor, Belarusian State Medical University, e-mail: mihail_revtovich@yahoo.com ORCID: 0000-0001-7202-6902

2. Krasko Olga V., PhD (Technical Sciences), United Institute of Informatics Problems, National Academy of Sciences, e-mail: krasko@newman.bas-net.by, ORCID: 0000-0002-4150-282X

3. Hussein Hussein S., Belarusian State Medical University

Поступила: 14.03.2025
Принята к печати: 24.04.2025

Received: 14.03.2025
Accepted: 24.04.2025