

ПРЕДИКТОРЫ РАЗВИТИЯ НАРУШЕНИЙ ФУНКЦИЙ У ПАЦИЕНТОВ С РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Михайлишин В.В.¹, Пономаренко Г.Н.^{1,2}

¹ Федеральный научно-образовательный центр медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г.А. Альбрехта, Бестужевская ул., д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация

² Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Пискаревский пр., д. 47, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация

Резюме

Введение. В структуре первичной инвалидности, связанной с онкологическими заболеваниями, рак молочной железы занимает второе место среди взрослого населения и лидирует среди взрослого женского населения. В виду этого у пациентов с раком молочной железы актуальной задачей является определение прогностических признаков степени выраженности стойких нарушений функций организма, используемой для установления инвалидности и её группы.

Цель. Выявить предикторы развития стойких нарушений функций у пациентов с раком молочной железы.

Материалы и методы. В исследовании использованы сведения актов и протоколов медико-социальной экспертизы 1599 пациенток с раком молочной железы, отражающие клинические-функциональные показатели здоровья пациентов. Проведен корреляционный анализ для выявления связи между клинико-функциональными показателями здоровья и степенью выраженности стойких нарушений функций организма, с целью отбора релевантных показателей для дальнейшего дискриминантного анализа.

Результаты. В результате дискриминантного анализа были выявлены предикторы развития стойких нарушений функций организма у пациенток с раком молочной железы. Оценка статистической значимости проводилась с использованием р-значений, при этом уровни значимости составляли 0,01 для определения значимости корреляций и 0,05 для отбора предикторов по результатам дискриминантного анализа.

Обсуждение. Наиболее значимыми предикторами развития стойких нарушений функций у пациентов с раком молочной железы были определены: код заболевания по МКБ-10, наличие отдалённых метастазов, стадия первичной опухоли, вовлечение регионарных лимфатических узлов, проведённые операции на левой и правой молочных железах, а также проведённые лучевая терапия, полихимиотерапия, адъювантная химиотерапия и адъювантная гормонотерапия.

Заключение. Идентифицированные показатели здоровья пациенток с раком молочной железы служат предикторами развития стойких нарушений функций организма. Несмотря на то, что предложенная классификационная модель показывает среднюю общую предсказательную способность в прогнозировании степени выраженности нарушений, необходимы дальнейшие исследования для определения оптимального алгоритма классификации, чтобы повысить её точность для отдельных классов.

Ключевые слова: предикторы, нарушение функций, рак молочной железы, медико-социальная экспертиза.

Михайлишин В.В., Пономаренко Г.Н. Предикторы развития нарушений функций у пациентов с раком молочной железы // Физическая и реабилитационная медицина. – 2024. – Т. 6. – № 4. – С. 27-36. DOI: 10.26211/2658-4522-2024-6-4-27-36.

Mikhailishin VV, Ponomarenko GN. Prediktory razvitiya narushenij funkcij u pacientov s rakom molochnoj zhelezy [Predictors of the development of functional disorders in patients with breast cancer]. Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina [Physical and Rehabilitation Medicine]. 2024;6(4):27-36. DOI: 10.26211/2658-4522-2024-6-4-27-36. (In Russian).

Виктор Валерьевич Михайлишин / Victor V. Mikhailishin; e-mail: mikhailishin_v@mail.ru

PREDICTORS OF THE DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL DISORDERS IN PATIENTS WITH BREAST CANCER

Mikhailishin VV¹, Ponomarenko GN^{1,2}¹*Albrecht Federal Scientific and Educational Centre of Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation*²*North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 47 Piskarevskiy Ave, 195067 St. Petersburg, Russian Federation***Abstract**

Introduction. In the structure of primary disability associated with oncological diseases, breast cancer ranks second among the adult population and is the leader among the adult female population. In view of this, in patients with breast cancer, an urgent task is to determine the prognostic signs of the severity of persistent disorders of body functions used to establish disability and its group.

Aim. To identify predictors of the development of persistent functional disorders in patients with breast cancer using discriminant analysis.

Materials and methods. The study used information from the acts and protocols of the medical and social examination of 1,599 patients with breast cancer, reflecting the clinical and functional indicators of patients' health. A correlation analysis was carried out to identify the relationship between clinical and functional health indicators and the severity of persistent disorders of body functions, in order to select relevant indicators for further discriminant analysis.

Results. As a result of the discriminant analysis, predictors of the development of persistent disorders of body functions in patients with breast cancer were identified. Statistical significance was assessed using p-values, with significance levels of 0.01 to determine the significance of correlations and 0.05 to select predictors based on the results of discriminant analysis.

Discussion. The most significant predictors of the development of persistent functional disorders in patients with breast cancer were identified: the ICD-10 disease code, the presence of distant metastases, the stage of the primary tumor, the involvement of regional lymph nodes, operations performed on the left and right mammary glands, as well as radiation therapy, polychemotherapy, adjuvant chemotherapy and adjuvant hormone therapy.

Conclusion. The identified health indicators of patients with breast cancer serve as predictors of the development of persistent disorders of body functions. Despite the fact that the proposed classification model shows an average overall predictive ability in predicting the severity of violations, further research is needed to determine the optimal classification algorithm in order to increase its accuracy for individual classes.

Keywords: predictors, functional impairment, breast cancer, medical and social expertise.

Publication ethics. The submitted article was not previously published.

Conflict of interest. There is no information about a conflict of interest.

Source of financing. The study had no sponsorship.

Received: 06.12.2024

Accepted for publication: 16.12.2024

Введение / Introduction

Рак молочной железы – заболевание объединяющее ряд злокачественных новообразований, возникающих в молочных железах. К факторам риска развития рака молочной железы относятся избыточный вес, повышенное употребление алкоголя, гиподинамия, курение, проведённые ранее аборт, воздействие внешних гормонов, включая использование оральных контрацептивов и гормональную терапию, облучение радиацией, а также наличие сахарного диабета [1-3].

Данная патология является наиболее распространённой злокачественной опухолью (15 %) и основной причиной смерти от рака [4,5]. В Российской Федерации в 2022 году данное заболевание стало наиболее распространённой формой онкологической патологии среди женщин, с первичной заболеваемостью, достигшей 112,1 случая на 100 000 населения [6].

Злокачественные новообразования являются ведущей причиной первичной инвалидности

в Российской Федерации. В структуре первичной инвалидности, обусловленной онкологическими заболеваниями, рак молочной железы занимает второе место среди взрослого населения и первое место среди взрослого женского населения. В период с 2018 по 2021 год количество лиц, ставших инвалидами вследствие рака молочной железы, увеличилось с 30 897 до 32 960 человек [7].

В задачи медико-социальной экспертизы у данной категории пациентов в Российской Федерации входит установление инвалидности и определение группы инвалидности. Установления данных категорий основывается критериях, одним из которых является степень выраженности стойких нарушений функций организма [8,9].

В этом контексте важной задачей, направленной на повышение эффективности медико-социальной экспертизы, является определение прогностических признаков (предикторов), которые могут быть использованы для прогнозирования степени выраженности стойких

функциональных нарушений у пациенток с раком молочной железы.

Цель / Aim

Цель исследования – Выявить предикторы развития стойких нарушений функций у пациентов с раком молочной железы.

Материалы и методы / Materials and methods

В исследовании был использован набор данных, включающий деперсонализированные сведения о 1599 пациентках с раком молочной железы старше 18 лет, которые проходили обследование в Бюро МСЭ в Санкт-Петербурге в период с 2020 по 2023 годы. Источниками данных служили направления на медико-социальную экспертизу от медицинских организаций, результаты клинических обследований, а также акты и протоколы медико-социальной экспертизы. Важно отметить, что большинство пациенток ($n=1572$) проходили МСЭ в 2023 году [10]. Однако, с целью уменьшения дисбаланса классов выборка была дополнена за счёт пациенток, которым в ходе медико-социальной экспертизы в период с 2020 по 2022 годы не была установлена инвалидность ($n=27$).

Из имеющихся документов были отобраны сведения, характеризующие клинико-функциональное состояние пациенток с раком молочной железы. Они включают информацию о проведённых оперативных вмешательствах (левой и правой молочной железы), стадии первичной опухоли и вовлечении регионарных лимфатических узлов по классификации TNM, а также наличии отдалённых метастазов, в том числе в костях, лёгких, печени и лимфатических узлах. Дополнительно учитывались возраст пациенток, сведения о поражённых лимфатических верхних конечностях, количество установленных эндопротезов молочной железы, наличие рецидивирующего течения заболевания и билатерального рака.

Кроме того, были включены данные о проведённых терапевтических вмешательствах, включая полихимиотерапию, лучевую терапию, адъювантную химио- и гормонотерапию, а также профилактическую мастэктомию здоровой молочной железы. В качестве сопутствующих факторов рассматривались наличие гипертензивной болезни сердца и остеопороза.

Анализ данных проводился с использованием программного обеспечения Statistica 13.0 и языка программирования Python, включая библиотеки Pandas и scipy. Для выбора наиболее значимых признаков из исходного набора данных применялся метод пошагового дискриминантного анализа,

при котором неинформативные признаки последовательно исключались.

Для анализа силы и направления связи между ранговыми показателями состояния здоровья пациенток с раком молочной железы и степенью выраженности стойких нарушений функций организма был использован коэффициент корреляции Спирмена. Для исследования связи между дихотомическими показателями здоровья и степенью выраженности нарушений применялся коэффициент ранговой бисериальной корреляции. Различия медиан между группами, определёнными по коду диагноза согласно МКБ-10 и типу проведённого оперативного лечения, оценивалось с использованием критерия Краскела-Уоллиса. Прогнозирование степени выраженности стойких нарушений функций организма осуществлялось с помощью дискриминантного анализа [11].

Статистическая значимость проверялась с использованием критерия Стьюдента при уровне значимости 0,01 для оценки значимости корреляций и 0,05 для отбора предикторов в дискриминантном анализе. Для интерпретации силы связи между степенью выраженности нарушений функций организма и показателями здоровья пациенток использовалась шкала Чеддока. Качество модели оценивалось с помощью классификационной матрицы, основанной на целевой переменной, а количественная оценка качества работы модели проводилась по доле правильных предсказаний от общего числа предсказаний.

Результаты / Results

В ходе анализа данных за 2023 год было выявлено, что у подавляющего большинства пациентов – 1572 человек (99,7 %) — основным нарушением функций организма были нарушения системы крови и иммунной системы. У двух пациентов (0,1 %) основными нарушениями функций были нарушения эндокринной системы и метаболизма, а у двух других (по 0,1 %) — нарушения сердечно-сосудистой системы и нейромышечных, скелетных и статодинамических функций.

Также было отмечено, что максимальное выражение в процентах нарушение функций организма совпадало с суммарной оценкой степени нарушения функций во всех случаях. Это позволяет сделать вывод о том, что у данных пациентов не было сопутствующих патологий, которые могли бы повлиять на оценку степени выраженности стойких нарушений функций организма.

Построена диаграмма распределения максимального выраженного в процентах нарушения функций организма (рис. 1).

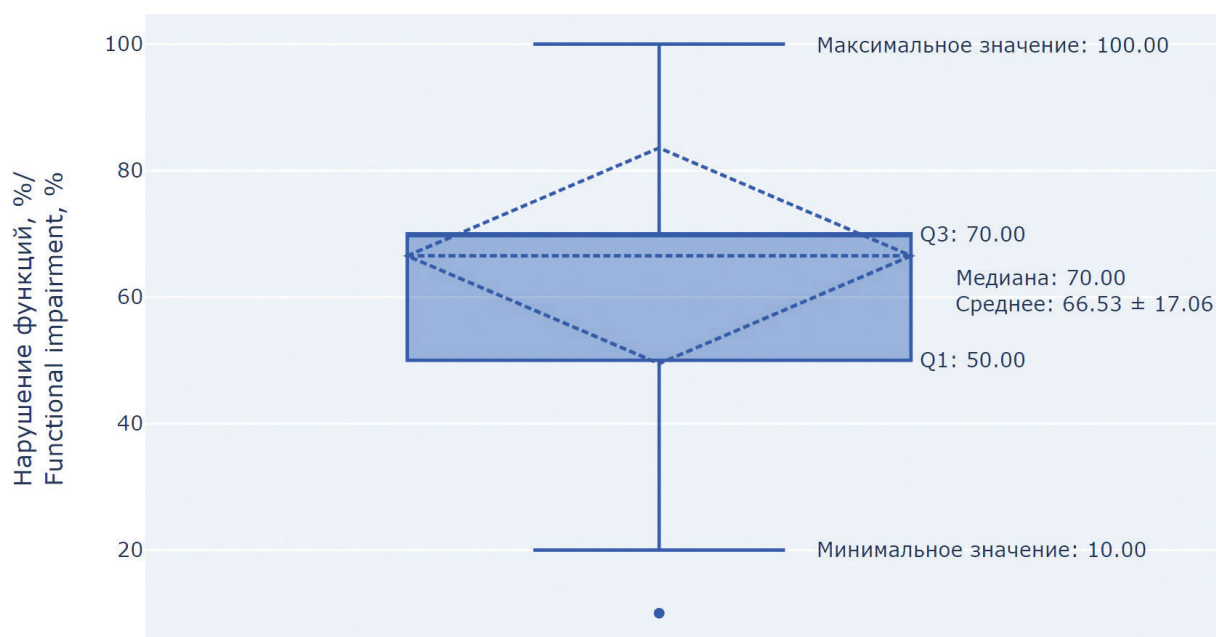


Рисунок 1. Распределение пациентов по максимальному выраженному в процентах нарушению функций организма

Figure 1. Distribution of patients according to the maximum percentage of impairment of body functions

Анализ данных показал, что разница между медианой и средним значением составляет 5 %, что свидетельствует о симметричности распределения. Было также установлено, что средний выставяемый балл составил 66,53 при среднеквадратичном отклонении 17,06, что, в соответствии

с действующими критериями, при наличии ограничений жизнедеятельности может соответствовать второй группе инвалидности. Распределение пациентов по степени выраженности стойких нарушений функций представлено на рисунке 2.

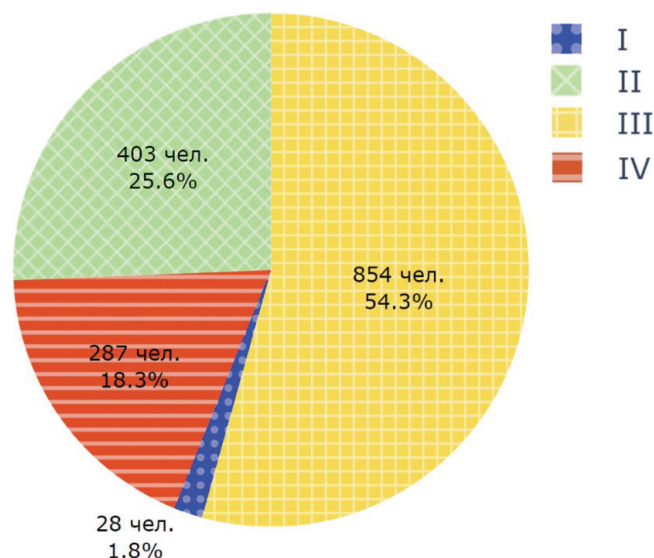


Рисунок 2. Распределение пациентов по степени выраженности стойких нарушений функций организма

Figure 2. Distribution of patients according to the severity of persistent disorders of body functions

Установлено, что наиболее часто встречающейся степенью выраженности стойких нарушений функций у этих пациентов была III степень, что соотносится с данными других авторов [12].

На первом этапе для определения предикторов развития стойких нарушений функций организма был проведён корреляционный анализ, который позволил установить силу и достоверность

связи между показателями здоровья пациенток с раком молочной железы и максимальной

Для оценки связи между ранговыми показателями здоровья пациенток и степенью выраженности стойких нарушений функций организма

степенью выраженности стойких нарушений функций организма.

использовался критерий Краскела-Уоллиса, значения которого представлены в таблице 1.

Таблица 1 / Table 1

Связь категориальных клинических показателей здоровья со степенью выраженности стойких нарушений функций организма у пациенток с раком молочной железы / The relationship of categorical clinical health indicators with the degree of severity of persistent disorders of body functions in patients with breast cancer

Наименование клинико-функционально показателя/ The name of the clinical and functional indicator	Критерий Краскела-Уоллиса/ The Kraskel-Wallis criterion	Значимость связи (p) / Significance of the connection (p)
Проведённое оперативное лечение левой молочной железы/ Performed surgical treatment of the left breast	79	Менее 0,001
Проведённое оперативное лечение правой молочной железы/ Surgical treatment of the right breast	68	Менее 0,001
Код заболевания по МКБ-Х/ The disease code according to ICD-X	31	Менее 0,001

Согласно полученным данным, значимые различия между группами по степени выраженности стойких нарушений функций наблюдаются при различных типах проведённого оперативного лечения и при разных диагнозах, установленных по классификации МКБ-10. Для снижения размерности данных был введён показатель, отражающий количество поражённых лимфедемой верхних конечностей.

Для оценки связи между ранговыми и количественными клинико-функциональными показателями пациенток с раком молочной железы и степенью выраженности стойких нарушений функций организма был использован коэффициент корреляции Спирмена (таблица 2).

Таблица 2 / Table 2

Связь ранговых клинико-функциональных показателей здоровья со степенью выраженности стойких нарушений функций организма у пациенток с раком молочной железы / The relationship of ranked clinical and functional health indicators with the degree of severity of persistent disorders of body functions in patients with breast cancer

Наименование клинико-функционально показателя/ The name of the clinical and functional indicator	Значение коэффициента Спирмена/ The value of the Spearman coefficient	Сила связи по шкале Чеддока/ The strength of the connection on the Cheddock scale	Значимость связи (p) / Significance of the connection (p)
Стадия первичной опухоли по классификации TNM/ The stage of the primary tumor according to the TNM classification	0,4	Слабая связь	Менее 0,001
Вовлечение регионарных лимфатических узлов по классификации TNM/ Involvement of regional lymph nodes according to the TNM classification	0,4		Менее 0,001
Возраст, лет/ Age, years	0	Очень слабая связь или отсутствие связи	0,528
Количество поражённых лимфедемой верхних конечностей/ The number of affected upper extremity lymphedema	0		0,980
Количество установленных эндопротезов молочной железы/ The number of breast endoprotheses installed	0		0,121

Анализ данных, представленных в таблице 2, показал, что слабая значимая связь ($p < 0,01$) со степенью выраженности стойких нарушений функций организма была выявлена для стадии первичной опухоли и вовлечённости регионарных лимфатических узлов по классификации TNM.

Значения коэффициентов бисериальной корреляции и p -значения для бинарных клинико-функциональных показателей и степени выраженности стойких нарушений функций организма у пациенток с раком молочной железы представлены в таблице 3.

Таблица 3 / Table 3

Бисериальная корреляция и p -значения для бинарных клинико-функциональных показателей и степени выраженности стойких нарушений функций организма у пациенток с раком молочной железы / Biserial correlation and p -values for binary clinical and functional indicators and the severity of persistent disorders of body functions in patients with breast cancer

Наименование клинико-функционального показателя/ The name of the clinical and functional indicator	Коэффициент ранговой бисериальной корреляции	Сила связи по шкале Чеддока/ The strength of the connection on the Cheddock scale	Значимость связи (p) / Significance of the connection (p)
Наличие отдалённых метастазов по классификации TNM/ The presence of distant metastases according to the TNM classification	0,7	Сильная связь	Менее 0,001
Наличие метастазов в костях/ The presence of bone metastases	0,5	Средняя связь	Менее 0,001
Проведена полихимиотерапия/ Polychemotherapy was performed	0,4	Слабая связь	Менее 0,001
Наличие метастазов в лёгких/ The presence of metastases in the lungs	0,3		Менее 0,001
Наличие метастазов в печени/ The presence of liver metastases	0,3		Менее 0,001
Наличие метастазов в лимфатических узлах / The presence of metastases in the lymph nodes	0,3		Менее 0,001
Проведена адъювантная химиотерапия/ Adjuvant chemotherapy was performed	0,3		Менее 0,001
Проведена лучевая терапия/ Radiation therapy was performed	-0,3		Менее 0,001
Проведена адъювантная гормонотерапия/ Adjuvant hormone therapy was performed	-0,3		0,007
Наличие гипертензивной болезни сердца/ The presence of hypertensive heart disease	-0,1		Очень слабая связь или отсутствие связи
Наличие остеопороза/ The presence of osteoporosis	0	0,707	
Проведена профилактическая мастэктомия здоровой молочной железы/ Preventive mastectomy of a healthy breast was performed	0	0,959	
Рецидивирующее течение заболевания/ The recurrent course of the disease	0	0,123	
Билатеральный рак/ Bilateral cancer	0		0,605

Сильная значимая корреляционная связь выявлена между степенью выраженности стойких нарушений функций организма и наличием отдалённых метастазов согласно классификации TNM. Средняя значимая корреляционная связь выявлена между степенью выраженности стойких нарушений функций организма и наличием отдалённых метастазов в костях. Слабая значимая корреляционная связь ($p < 0,01$) со степенью выраженности стойких нарушений функций организма,

выявлена у следующих бинарных показателей здоровья пациенток с раком молочной железы: наличие метастазов в лёгких, печени, лимфатических узлах, проведение адъювантной химиотерапии и гормонотерапии, лучевой терапии.

На втором этапе исследования были отображены признаки, значимо коррелирующие со степенью выраженности стойких нарушений функций организма, на основе которых была разработана математическая модель прогнозирования степени

выраженности этих нарушений у пациенток с раком молочной железы. Для создания модели был применён дискриминантный анализ, включая пошаговый отбор наиболее значимых показателей здоровья пациенток (признаков) с уровнем значимости не менее 95 % ($p < 0,05$).

Для оценки степени выраженности стойких нарушений функций организма у пациентки с раком молочной железы необходимо

подставить в соответствующие формулы значения показателей, основанные на имеющихся клинических данных. Результаты модели показывают, что у пациентки наиболее вероятна та степень, для которой значение линейной дискриминантной функции, с учётом знака, будет максимальным. В таблице 4 представлены средние значения переменных дискриминантных функций.

Таблица 4 / Table 4

Дискриминантная модель прогнозирования степени выраженности стойких нарушений функций организма у пациенток с раком молочной железы/ A discriminant model for predicting the severity of persistent body dysfunction in patients with breast cancer.

Признаки, включенные в модель/ Features included in the model	Код признака/ The attribute code	Коэффициенты модели/ The coefficients of the model				Уровень значимости/ significance level
		Степень выраженности стойких нарушений функций организма/ The degree of severity of persistent disorders of body functions				
		I	II	III	IV	
Код заболевания по МКБ-X/ The disease code according to ICD-X	X1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,0011
Наличие отдалённых метастазов по классификации TNM/ The presence of distant metastases according to the TNM classification	X2	0,8	0,5	1,2	29,1	Менее 0,001
Стадия первичной опухоли по классификации TNM/ The stage of the primary tumor according to the TNM classification	X3	1	1,4	1,8	2,1	Менее 0,001
Вовлечение регионарных лимфатических узлов по классификации TNM/ Involvement of regional lymph nodes according to the TNM classification	X4	-0,4	-0,1	0,5	0,8	Менее 0,001
Проведённое оперативное лечение левой молочной железы/ Performed surgical treatment of the left breast	X5	0,9	1	1	0,7	0,046
Проведённое оперативное лечение правой молочной железы/ Surgical treatment of the right breast	X6	1,1	1	1	0,7	0,044
Проведена лучевая терапия/ Radiation therapy was performed	X7	2,6	2,1	1	1,3	0,013
Проведена полихимиотерапия/ Polychemotherapy was performed	X8	1,5	2,9	5,6	5,7	Менее 0,001
Проведена адъювантная химиотерапия/ Adjuvant chemotherapy was performed	X9	3,1	0,6	1,6	1,1	Менее 0,001
Проведена адъювантная гормонотерапия/ Adjuvant hormone therapy was performed	X10	0,7	3,7	3,1	3,6	Менее 0,001
Constant		-8	-7	-9,3	-23,4	

Линейные дискриминантные функции (ЛДФ) рассчитывали по формулам:

$$ЛДФ1 = -8 + X1 \times 0,2 + X2 \times 0,8 + X3 \times 1 + X4 \times -0,4 + X5 \times 0,9 + X6 \times 1,1 + X7 \times 2,6 + X8 \times 1,5 + X9 \times 3,1 + X10 \times 0,7$$

$$ЛДФ2 = -7,4 + X1 \times 0,3 + X2 \times 0,5 + X3 \times 1,4 + X4 \times -0,1 + X5 \times 1 + X6 \times 1 + X7 \times 2,1 + X8 \times 2,9 + X9 \times 0,6 + X10 \times 3,7$$

$$ЛДФ3 = -9,3 + X1 \times 0,3 + X2 \times 1,2 + X3 \times 1,8 + X4 \times 0,5 + X5 \times 1 + X6 \times 1 + X7 \times 1 + X8 \times 5,6 + X9 \times 1,6 + X10 \times 3,1$$

$$ЛДФ4 = -23,4 + X1 \times 0,3 + X2 \times 29,1 + X3 \times 2,1 + X4 \times 0,8 + X5 \times 0,7 + X6 \times 0,7 + X7 \times 1,3 + X8 \times 5,7 + X9 \times 1,1 + X10 \times 3,6$$

Анализ коэффициентов линейной модели показал, что наибольшее влияние на принятие решений оказывают следующие предикторы (в порядке

убывания значимости): наличие отдалённых метастазов, проведение полихимиотерапии, адъювантной гормонотерапии и лучевой терапии, стадия

первичной опухоли по классификации TNM, проведение адъювантной химиотерапии, оперативное лечение правой и левой молочной железы, вовлечение регионарных лимфатических узлов

по классификации TNM, а также код заболевания по МКБ-10.

Оценка классификационной способности дискриминантной модели приведена в таблице 5.

Таблица 5 / Table 5

Классификационная матрица прогноза степени выраженности нарушений функций организма у пациенток с раком молочной железы / Classification matrix for the prognosis of the severity of disorders of body functions in patients with breast cancer

Истинная степень выраженности нарушенных функций/ The true degree of severity of impaired functions	Доля верных ответов, %/ The proportion of correct answers, %	Предсказанная степень выраженности нарушенных функций/ Predicted severity of impaired functions			
		I	II	III	IV
I	50,9	28	11	16	0
II	69,4	11	280	112	0
III	84	7	109	718	20
IV	88	0	4	29	254
Всего/ Total:	80	46	404	875	274

Таким образом к значимым предикторам развития стойких нарушений функций у пациенток с раком молочной железы были отнесены: код заболевания по МКБ-10, наличие отдалённых метастазов, стадия первичной опухоли, вовлечение регионарных лимфатических узлов, проведённые операции на левой и правой молочных железах, а также проведённые лучевая терапия, полихимиотерапия, адъювантная химиотерапия и адъювантная гормонотерапия.

Результаты оценки качества модели на исходных данных показали, что доля правильных предсказаний составила 51 % для I степени выраженности стойких нарушений функций организма, 69 % для II степени, 84 % для III степени и 92 % для IV степени. Эти результаты указывают на необходимость использования более продвинутых методов математического прогнозирования для улучшения метрик качества в данной задаче.

Обсуждение / Discussion

По результатам исследования были выявлены показатели здоровья пациенток с раком молочной железы, которые значимо коррелируют ($p < 0,01$) со степенью выраженности стойких нарушений функций организма, демонстрируя слабую и более сильную связь по шкале Чеддока. К этим показателям относятся: стадия первичной опухоли по классификации TNM (T), вовлечение регионарных лимфатических узлов по классификации TNM (N), наличие отдалённых метастазов по классификации TNM (M), наличие метастазов в костях, лёгких, печени и лимфатических узлах, а также проведение полихимиотерапии, адъювантной химиотерапии и гормонотерапии, лучевой терапии.

Кроме того, значимые различия в степени выраженности стойких нарушений функций наблюдаются в зависимости от типа проведённого оперативного лечения и диагноза, установленного по классификации МКБ-10.

По результатам дискриминантного анализа с последовательным исключением неинформативных признаков были выявлены значимые ($p < 0,05$) предикторы степени выраженности стойких нарушений функций организма у пациенток с раком молочной железы. К этим предикторам относятся: код заболевания по МКБ-10, наличие отдалённых метастазов по классификации TNM (M), стадия первичной опухоли по классификации TNM (T), вовлечение регионарных лимфатических узлов по классификации TNM (N), проведённые оперативные вмешательства на левой и правой молочных железах, а также проведённые лучевая терапия, полихимиотерапия, адъювантная химиотерапия и адъювантная гормонотерапия.

Разработанная прогностическая модель продемонстрировала среднюю общую классификационную способность с долей верных ответов, равной 0,80. Определение I степени выраженности стойких нарушений функций организма является особенно важной задачей, поскольку при её установлении в ходе медико-социальной экспертизы инвалидность не присваивается. Однако точность модели при классификации I степени выраженности составила всего 0,51, что указывает на необходимость использования более продвинутых методов математического прогнозирования для повышения качества предсказаний в этой задаче.

Заклучение / Conclusion

Предикторами развития стойких нарушений функций у пациентов с раком молочной железы являются: код заболевания по МКБ-10, стадия первичной опухоли, поражение регионарных лимфатических узлов и наличие отдалённых метастазов согласно классификации TNM, тип хирургического лечения, а также проведённые лучевая терапия, полихимиотерапия, адъювантная химио- и гормонотерапия.

На основе этих предикторов была создана линейная классификационная модель, которая продемонстрировала средние результаты в определении степени выраженности стойких нарушений функций организма у пациенток с раком молочной железы. Низкая точность классификации I степени нарушений функций подчёркивает необходимость применения более сложных алгоритмов для улучшения количественных показателей предсказательной способности модели в задачах классификации степени выраженности стойких нарушений функций организма.

Этика публикации. Представленная статья ранее опубликована не была, все заимствования корректны.

Конфликт интересов. Информация о конфликте интересов отсутствует.

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература

1. Akram M, Iqbal M, Daniyal M, Khan AU. Awareness and current knowledge of breast cancer. *Biol Res.* 2017;50(1):33. DOI: 10.1186/s40659-017-0140-9.
2. Симонова В.Г., Илюшина К.А. Причины и профилактика рака молочной железы // *Международный студенческий научный вестник.* – 2023. – № 3. – С. 10. DOI 10.17513/msnv.21309.
3. Feng Y, Spezia M, Huang S, Yuan C, et al. Breast cancer development and progression: Risk factors, cancer stem cells, signaling pathways, genomics, and molecular pathogenesis. *Genes Dis.* 2018;5(2):77-106. DOI: 10.1016/j.gendis.2018.05.001.
4. Мерабишвили В.М. Рак молочной железы: заболеваемость, смертность, выживаемость (популяционное исследование) // *Вопросы онкологии.* – 2011. – Т. 57. – № 5. – С. 609-615.
5. Katsura C, Ogunmwonyi I, Kankam HK, Saha S. Breast cancer: presentation, investigation and management. *Br J Hosp Med (Lond).* 2022;83(2):1-7. DOI: 10.12968/hmed.2021.0459.
6. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). *Здравоохранение в России.* 2023. Доступен по: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zdravoohran-2023.pdf>. (дата обращения 01.10.2024).
7. Вовченко А.В., Фисенко В.С., Грибов Д.Е. и др. Состояние и динамика инвалидности, комплексная реабилитация и абилитация инвалидов и

- детей-инвалидов в Российской Федерации: ежегодный доклад / под ред. М.А. Дымочки. М.: ФГБУ ФБ МСЭ Минтруда России, 2022. – 436 с.
8. О социальной защите инвалидов в Российской Федерации / Федеральный закон от 24 ноября 1995 г. № 181-ФЗ. Доступен по: <https://mintrud.gov.ru/docs/laws/75>. (дата обращения: 01.12.2024).
9. Классификации и критерии, используемые при осуществлении медико-социальной экспертизы / Приказ Минтруда России от 27.08.2019 N 585Н. Доступен по: <https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/1386>. (дата обращения: 01.12.2024).
10. Михайлишин В.В., Головина Ю.А., Пономаренко Г.Н. и др. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024624224 Деперсонализованная база данных клинико-функциональных показателей пациентов с раком молочной железы, прошедших медико-социальную экспертизу: опубл. 04.10.2024.
11. Головина Ю.А., Михайлишин В.В., Пономаренко Г.Н. Предикторы развития стойких нарушений функций организма у детей с детским церебральным параличом // *Физиотерапевт.* – 2024. – Т. 20. – №. 4. – С. 99-107.
12. Довгалюк А.З., Спиридонова В.С., Пазухина И.А., Сулейманов М.М. Оценка степени ограничений жизнедеятельности радикально-леченных больных раком молочной железы // *Профилактическая и клиническая медицина.* – 2018. – № 1(66). – С. 65-69.

References

1. Akram M, Iqbal M, Daniyal M, Khan AU. Awareness and current knowledge of breast cancer. *Biol Res.* 2017;50(1):33. DOI: 10.1186/s40659-017-0140-9.
2. Simonova VG, Iljushina KA. Prichiny i profilaktika raka molochnoj zhelezy [Causes and prevention of breast cancer]. *Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik [International Student Scientific Bulletin].* 2023;3:10. DOI 10.17513/msnv.21309.
3. Feng Y, Spezia M, Huang S, Yuan C, et al. Breast cancer development and progression: Risk factors, cancer stem cells, signaling pathways, genomics, and molecular pathogenesis. *Genes Dis.* 2018;5(2):77-106. DOI: 10.1016/j.gendis.2018.05.001.
4. Merabishvili VM. Rak molochnoj zhelezy: zaboлеваemost', smertnost', vyzhivaemost' (populjacionnoe issledovanie) [Breast cancer: morbidity, mortality, survival (population study)]. *Voprosy onkologii [Issues of oncology].* 2011;57(5):609-15.
5. Katsura C, Ogunmwonyi I, Kankam HK, Saha S. Breast cancer: presentation, investigation and management. *Br J Hosp Med (Lond).* 2022;83(2):1-7. DOI: 10.12968/hmed.2021.0459.
6. Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki (Rosstat). *Zdravoohranenie v Rossii [Federal State Statistics Service (Rosstat). Healthcare in Russia].* 2023. Available at: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zdravoohran-2023.pdf>. (accessed 01.10.2024).
7. Vovchenko AV, Fisenko VS, Gribov DE, et al. Sostojanie i dinamika invalidnosti, kompleksnaja reabilitacija i abilitacija invalidov i detej-invalidov v Rossijskoj Federacii: ezhegodnyj doklad [The state and

- dynamics of disability, comprehensive rehabilitation and rehabilitation of disabled people and children with disabilities in the Russian Federation: annual report] pod red. M.A. Dymochki. M.: FGBU FB MSJe Mintruda Rossii [edited by M.A. Dymochka. Moscow: FSBI FB MSE of Ministry of Labor of Russia], 2022. 436 p.
8. О social'noj zashhite invalidov v Rossijskoj Federacii [On Social Protection of persons with Disabilities in the Russian Federation]. Federal'nyj zakon ot 24 nojabrja 1995 g. N 181-FZ [Federal Law N 181-FZ of November 24, 1995]. Available at: <https://mintrud.gov.ru/docs/laws/75>. (accessed: 01.10.2024).
 9. Klassifikacii i kriterii, ispol'zuemye pri osushhestvlenii mediko-social'noj jekspertizy [Classifications and criteria used in the implementation of medical and social expertise]. Prikaz Mintruda Rossii ot 27.08.2019 N 585n [Order of the Ministry of Labor of the Russian Federation of August 27, 2019 N 585n]. Available at: <https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/1386> (accessed: 01.12.2024)
 10. Mikhajlishin VV, Golovina YA, Ponomarenko GN, et al. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii bazy dannyh N 2024624224 Depersonalizirovannaja baza dannyh kliniko-funkcional'nyh pokazatelej pacientov s rakom molochnoj zhelezy, proshedshih mediko-social'nuju jekspertizu: data publikacii [Certificate of state registration of the database N 2024624224. Depersonalized database of clinical and functional indicators of patients with breast cancer who have undergone medical and social examination: date of publication 04.10.2024].
 11. Golovina YA, Mikhajlishin VV, Ponomarenko GN. Prediktory razvitiya stoikikh narushenii funktsii organizma u detei s detskim tserebral'nyim paralichom [Predictors of the development of persistent disorders of body functions in children with cerebral palsy]. Fizioterapevt [Physiotherapist]. 2024;20(4):99-107.
 12. Dovgalyuk AZ, Spiridonova VS, Pazukhina IA, Suleimanov MM. Otsenka stepeni ogranichenii zhiznedeyatel'nosti radikal'no-lechennykh bol'nykh rakom molochnoi zhelezy [Assessment of the degree of disability of radically treated patients with breast cancer]. Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina [Preventive and clinical medicine]. 2018;1(66): 65-9.

Поступила: 06.12.2024

Принята в печать: 16.12.2024

Авторы

Михайлишин Виктор Валерьевич – младший научный сотрудник лаборатории инновационных и экспертно-реабилитационных технологий Института протезирования и ортезирования, ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Бестужевская ул., д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация; mikhailishin_v@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9518-1945>.

Пономаренко Геннадий Николаевич – член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор медицинских наук, профессор, генеральный директор ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Бестужевская ул., д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация; заведующий кафедрой физической и реабилитационной медицины ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России, Пискаревский пр., д. 47, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация; e-mail: ponomarenko_g@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7853-4473>.

Authors

Mikhailishin ViktorValerievich – Junior Researcher at the Laboratory of Innovative and Expert Rehabilitation Technologies, Albrecht Federal Scientific and Educational Centre of Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: mikhailishin_v@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9518-1945>.

Ponomarenko Gennadiy Nikolaevich – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation, Grand PhD in Medical sciences (Dr. Med. Sci), Professor, Director General of the Albrecht Federal Scientific and Educational Centre of Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation; Head of the Department of Physical and Rehabilitation Medicine of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 47 Piskarevskiy Avenue, 195067 St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: ponomarenko_g@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7853-4473>.