

Фармакогеографический подход к исследованию потребления лекарственных препаратов больными сахарным диабетом в Новосибирской области

И.А. Харина, И.А. Джупарова

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Новосибирск, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Сахарный диабет (СД) характеризуется высокими темпами роста числа больных, что влечет за собой увеличение объема потребления ими лекарственных препаратов (ЛП). Фармакогеографический подход позволяет спрогнозировать рост объема потребления ЛП больными СД с учетом не только распространенности СД, но и сложившегося в регионе, например Новосибирской области (НСО), состояния окружающей среды.

Цель. Провести фармакогеографический анализ взаимосвязи факторов среды, распространенности СД и потребления ЛП больными СД в НСО.

Материалы и методы. Статистические данные из официальных источников информации (Минздрав НСО, ГКУ НСО «Новосибоблфарм», Новосибирскстат, Минэкономразвития НСО). Использовались контент-анализ, сравнительный, факторный и корреляционный анализ, а также методы индукции и дедукции, синтеза, абстрагирования, метод группировки, метод Стерджесса.

Результаты. Выявлено, что медико-демографические факторы среды оказывают заметное влияние на объем потребления ЛП больными СД. Получена регрессионная модель, отражающая линейную зависимость между показателем «объем потребления ЛП больными СД, упаковок», распространенностью СД и показателями медико-демографических факторов среды. Проведена типологизация муниципальных образований НСО по признаку совокупного влияния медико-демографических факторов среды и распространенности СД на объем потребления ЛП больными СД.

Заключение. Результаты проведенного фармакогеографического анализа показали, что объем потребления ЛП больными СД в НСО находится в прямой линейной зависимости не только от распространенности СД, но и от сложного комплекса показателей факторов среды, важнейшее значение среди которых имеют медико-демографические факторы.

Ключевые слова: фармакогеографический подход, сахарный диабет, факторы среды, потребление лекарственных препаратов.

Образец цитирования: Харина И.А., Джупарова И.А. Фармакогеографический подход к исследованию потребления лекарственных препаратов больными сахарным диабетом в Новосибирской области // Journal of Siberian Medical Sciences. 2024;8(2):43-53. DOI: 10.31549/2542-1174-2024-8-2-43-53

A pharmacogeographic approach to the study of drug consumption by patients with diabetes mellitus in the Novosibirsk region

I.A. Kharina, I.A. Dzhuparova

Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia

ABSTRACT

Introduction. Diabetes mellitus (DM) is characterized by a high rate of growth in the number of patients which lead to their consumption of medicines. A pharmacogeographic approach makes it possible to predict an increase in the

Поступила в редакцию 01.03.2024
Прошла рецензирование 19.03.2024
Принята к публикации 15.04.2024

Автор, ответственный за переписку
Харина Инна Андреевна: ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России. 630091, г. Новосибирск, Красный просп., 52.
E-mail: uefmft@yandex.ru

Received 01.03.2024
Revised 19.03.2024
Accepted 15.04.2024

Corresponding author
Inna A. Kharina: Novosibirsk State Medical University, 52, Krasny prosp., Novosibirsk, 630091, Russia.
E-mail: uefmft@yandex.ru

volume of drug consumption by patients with DM, considering not only the prevalence of DM, but also the existing environmental conditions, for example, in the Novosibirsk Region (NR).

A i m . To perform a pharmacogeographic analysis of the relationship between environmental factors, diabetes prevalence and drug consumption by patients with DM in the NR.

M a t e r i a l s a n d m e t h o d s . Statistical data from official sources (Ministry of Health of the NR, Novosiboblfarm, Novosibirsk State Statistics Service, Ministry of Economic Development of the NR). Content analysis, comparative, factorial and correlation analysis, as well as methods of induction and deduction, synthesis, abstraction, grouping method, Sturges method were used.

R e s u l t s . It was revealed that medical and demographic environmental factors have a noticeable effect on the volume of drug consumption by patients with DM. A regression model was obtained reflecting the linear relationship between the indicator “volume of drug consumption by patients with DM, packages”, the prevalence of DM and indicators of medical and demographic environmental factors. A typology of the municipalities of the NR was carried out based on the combined influence of medical and demographic environmental factors, and the prevalence of DM on the volume of drug consumption by patients with diabetes.

C o n c l u s i o n . The results of the pharmacogeographic analysis showed that the volume of drug consumption by DM patients in the NR is in direct linear relationship not only with the prevalence of DM, but also with a complex set of environmental factors, the most important among which are medical and demographic ones.

Keywords: pharmacogeographic approach, diabetes mellitus, environmental factors, drug consumption.

Citation example: Kharina I.A., Dzhuvarova I.A. A pharmacogeographic approach to the study of drug consumption by patients with diabetes mellitus in the Novosibirsk region. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2024;8(2):43-53. DOI: 10.31549/2542-1174-2024-8-2-43-53

ВВЕДЕНИЕ

Сахарный диабет (СД) на сегодняшний день является одной из важнейших проблем здравоохранения как в РФ, так и во всем мире [1]. СД включен в перечень социально значимых заболеваний в РФ [2], а также является одной из четырех приоритетных неинфекционных патологий (наряду с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, онкологическими и хроническими респираторными), принятие мер в отношении которых запланировано на международном уровне [1, 3].

Медико-социальная значимость СД обусловлена широким распространением данного заболевания, высоким риском осложнений и их тяжелым течением, большими финансовыми затратами на лечение и реабилитацию [1–3]. Согласно данным ВОЗ от СД (включая обусловленные СД заболевания почек) в мире ежегодно умирают 2 млн чел. [3]. В РФ за последние 20 лет число больных СД увеличилось в 2.5 раза, при этом каждый второй пациент (47 %) имеет диабетические осложнения [4].

Распространенность СД в Новосибирской области (НСО), как и в других регионах РФ, постоянно растет. Согласно данным Федерального регистра больных СД, за период 2019–2022 гг. в НСО ежегодно число больных СД в среднем увеличивалось на 2.8 % [5]. С ростом числа больных

INTRODUCTION

Currently, diabetes mellitus (DM) is one of the most important public health problems both in the Russian Federation and around the world [1]. DM is included in the list of the main diseases in the Russian Federation [2], and is also one of the four priority non-communicable diseases (along with cardiovascular, malignant and chronic respiratory diseases), taking measures for which is planned at the international level [1, 3].

The medical and social significance of DM is due to the high prevalence of this disease, the high risk of complications and their severe course, and the high financial costs of treatment and rehabilitation [1–3]. According to WHO data, 2 million people die from DM annually (including the DM related kidney diseases) in the world [3]. In the Russian Federation, over the past 20 years, the number of DM patients has increased 2.5 times, while every second patient (47%) has diabetic complications [4].

The prevalence of DM in the Novosibirsk region (NR), as in other regions of the Russian Federation, is constantly growing. According to the data of the Federal Register of DM patients over the period of 2019–2022, the number of DM patients in the NR increased annually by an average of 2.8% [5]. With the increase in the number of patients, the volume of their drug consumption also increases. Since DM

увеличивается и объем потребления ими лекарственных препаратов (ЛП). Поскольку СД внесен в перечень категорий заболеваний, при амбулаторном лечении которых лекарственные средства (ЛС) и медицинские изделия (МИ) отпускаются по рецептам врачей бесплатно [6], рост потребления ЛП за счет средств областного бюджета создает дополнительную финансовую нагрузку в регионе.

Спрогнозировать рост объема потребления ЛП больными СД в НСО с учетом сложившегося в ней состояния окружающей среды позволяет фармакогеографический подход. В основе такого подхода лежит формально-логическая модель, отражающая взаимодействие трех компонентов: окружающая среда – нозологическая форма заболевания – лекарственное обеспечение населения [7, 8]. Таким образом, фармакогеографический анализ можно использовать с целью выявления взаимосвязи между показателями факторов среды, распространенностью СД и объемом потребления ЛП пациентами с СД в конкретном регионе (НСО).

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Провести фармакогеографический анализ взаимосвязи факторов среды, распространенности СД и потребления ЛП больными СД в НСО.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании в качестве материалов были использованы статистические данные, представленные Министерством здравоохранения НСО, ГКУ НСО «Новосибоблфарм», а также информация, размещенная на официальных сайтах территориального органа Федеральной службы государственной статистики по НСО (Новосибирскстат) и Министерства экономического развития НСО.

Для обработки статистических данных использовались программные продукты STATISTICA 10 и Microsoft Excel (надстройка Анализ данных).

В ходе исследования применялся контент-анализ, сравнительный, факторный и корреляционный анализ, а также методы индукции и дедукции, синтеза, абстрагирования, группировки, Стерджесса.

На первом этапе исследования в результате контент-анализа научной литературы, публикаций и официальных источников статистической информации был сформирован предварительный перечень показателей факторов среды, включающий 50 показателей, характеризующих

is included in the list of diseases, for the outpatient treatment of which medicines and medical devices (MD) are dispensed free of charge [6], the increase in drug consumption at the cost of the regional budget created an additional financial burden in the region.

A pharmacogeographic approach allows predicting the growth in the volume of drug consumption by patients with diabetes in the NR, taking into account the existing environmental conditions in it. This approach is based on a formal logic model reflecting the interaction of three components: environment – nosological entity – provision of medicines to the population [7, 8]. Thus, a pharmacogeographic analysis can be used to identify the relationship between environmental factors, the prevalence of DM and the volume of drug consumption by patients with DM in a particular region (NR).

AIM OF THE RESEARCH

To conduct a pharmacogeographic analysis of the relationships between environmental factors, the prevalence of DM and drug consumption by patients with DM in the NR.

MATERIALS AND METHODS

The study used statistical data from the Ministry of Health of the NR, Novosiboblfarm, as well as data from the official websites of the territorial body of the Federal State Statistics Service for NR and the Ministry of Economic Development of the NR.

STATISTICA 10 and Microsoft Excel (Data Analysis add-ins) were used to process statistical data.

The study used content analysis, comparative, factorial and correlation analysis, as well as methods of induction and deduction, synthesis, abstraction, grouping, and Sturges method.

At the first stage of the study, based on a content analysis of scientific literature, publications and official sources of statistical information, a preliminary list of indicators of environmental factors was formed, including 50 indicators characterizing the state of the economy and social sector of the NR municipalities.

The selected indicators were grouped into 4 blocks:

The 1st block is medical and demographic (birth rate per 1000, mortality rate per 1000, proportion of the rural population, etc.) – 11 indicators.

The 2nd block is socio-economic (average monthly wages, the number of public facilities and services per 1 resident, the proportion of employees of large- and medium-sized enterprises, etc.) – 6 indicators.

состояние экономики и социальной сферы муниципальных образований НСО.

Отобранные показатели были сгруппированы в 4 блока:

1-й блок – медико-демографический (рождаемость на 1000 населения, смертность на 1000 населения, доля сельского населения и др.) – 11 показателей;

2-й блок – социально-экономический (среднемесячная заработная плата, число объектов бытового обслуживания населения, оказывающих услуги, на 1 жителя, доля работников крупных и средних предприятий и др.) – 6 показателей;

3-й блок – медико-организационный (показатели, характеризующие деятельность медицинских организаций: мощность поликлиник на 10 000 населения, удельный вес аттестованных врачей, обеспеченность врачами, оказывающими помощь в амбулаторных условиях (на 10 000 населения), и др.) – 27 показателей;

4-й блок – фармацевтический (показатели, характеризующие деятельность аптечных организаций (АО): территориальная доступность АО (число АО на 1 км²), территориальная доступность фармацевтической помощи гражданам, имеющим право на бесплатное получение ЛС и получение ЛС со скидкой (количество пунктов льготного отпуска на 1 км²), средняя стоимость рецепта больному СД и др.) – 6 показателей.

Для каждого из отобранных факторов среды, как и для результирующего признака (объем потребления ЛП больными СД, упаковок), были установлены фактические значения на конец 2022 г.

На втором этапе рассчитывались коэффициенты ранговой корреляции Спирмена для всех пар значений результирующего и факторных признаков для муниципальных образований НСО по состоянию на конец 2022 г. Выборка составила 33 муниципальных образования с учетом того, что значения показателей Искитимского и Новосибирского районов были объединены со значениями показателей г. Искитима и р.п. Кольцово соответственно из-за особенностей представления статистических данных.

В результате из первоначально сформированного перечня были выделены те показатели факторов среды, которые имели значимую линейную корреляционную связь с показателем «объем потребления ЛП больным СД, упаковок» в НСО в 2022 г. (при заданном уровне значимости $\alpha = 0.05$) и не имели при этом тесной корреляции

The 3rd block is medical and organizational (indicators characterizing the activities of medical organizations: the capacity of outpatient clinics per 10 000 population, the proportion of certified doctors, the provision by doctors in outpatient facilities (per 10 000 population), etc.) – 27 indicators.

The 4th block is pharmaceutical (indicators characterizing the activities of pharmacies: geographical availability of pharmacies (number of pharmacies per 1 km²), geographical accessibility of pharmaceutical assistance to citizens entitled to free and discounted medicines (the number of discount dispensing points per 1 km²), the average cost of a prescription for a patient with DM and others) – 6 indicators.

For each of the environmental factors we selected, as well as for the effective feature (the volume of drug consumption by patients with DM, packages), the actual values for the end of 2022 were found.

At the second stage, Spearman's rank correlation coefficients were calculated for all pairs of values of effective and factorial feature for municipalities of the NR as of the end of 2022. The sample consisted of 33 municipalities, taking into account the fact that the values of the indicators of Iskitimsky and Novosibirsky districts were combined with the values of the indicators of the town of Iskitim and the village of Koltsovo, respectively, due to the peculiarities of the statistical data presentation.

As a result, based on the initially formed list, those indicators of environmental factors were identified that had a significant linear correlation with the indicator "volume of drug consumption by patients with DM, packages" in the NR in 2022 (at a given significance level $\alpha = 0.05$) and did not have close correlation with other factorial signs. The Chaddock scale was used to assess the strength of the correlation.

At the third stage, the values of the selected environmental factors were standardized according to formula (1) (in a direct linear relationship with the value of consumption and a positive correlation coefficient, for example, for the indicator "number of visits of a doctor per 1 resident") and formula (2) (in a negative linear relationship with the value of consumption and a negative correlation coefficient, for example, for the indicator "proportion of the rural population, %"):

$$E_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{j\min}}{x_{j\max} - x_{j\min}} \cdot 100 + 1; \quad (1)$$

$$E_{ij} = \frac{x_{\max} - x_{ij}}{x_{j\max} - x_{j\min}} \cdot 100 + 1, \quad (2)$$

онной связи с другими факторными признаками. Для оценки силы корреляционной связи использовалась шкала Чеддока.

На третьем этапе была проведена стандартизация значений отобранных факторов среды по формуле (1) (в случае прямой линейной зависимости с величиной объема потребления и положительного коэффициента корреляции, например, для показателя «число врачебных посещений на 1 жителя») и формуле 2 (в случае отрицательной линейной зависимости с величиной объема потребления и отрицательного коэффициента корреляции, например, для показателя «доля сельского населения, %»):

$$E_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{j\min}}{x_{j\max} - x_{j\min}} \cdot 100 + 1; \quad (1)$$

$$E_{ij} = \frac{x_{\max} - x_{ij}}{x_{j\max} - x_{j\min}} \cdot 100 + 1, \quad (2)$$

где E_{ij} – стандартизованное значение показателя j -го фактора среды i -го муниципального образования НСО;

x_{ij} – значение показателя j -го фактора среды i -го муниципального образования НСО;

$x_{j\min}$ – минимальное значение показателя j -го фактора среды;

$x_{j\max}$ – максимальное значение показателя j -го фактора среды.

Была использована 101-балльная шкала, в соответствии с которой максимальное значение первичного показателя приравнивалось к 101 баллу, а минимальное к 1 при прямой линейной зависимости и максимальное к 1, а минимальное к 101 при обратной линейной зависимости.

Далее проводились расчеты обобщающих показателей влияния факторов среды на объем потребления ЛП больными СД по блокам с учетом силы влияния каждого фактора. Веса факторных признаков в данном исследовании были поставлены в зависимость от тесноты корреляционной связи с объемом потребления (чем теснее связь, тем выше ранг и тем больше вес факторного признака). Расчет весов факторных признаков осуществлялся по формуле (3)

$$W_j = \frac{R_j}{\sum R_j \cdot b_j}, \quad (3)$$

где W_j – вес j -го фактора среды;

R_j – ранг j -го фактора среды, присвоенный в соответствии с мерой тесноты корреляционной связи с результирующим признаком (по шкале Чеддока);

where E_{ij} – standardized value of the indicator of the j environmental factor of the i municipality of the NR;

x_{ij} – value of the indicator of the j environmental factor of the i municipality of the NR;

$x_{j\min}$ – minimum value of the indicator of the j factor of the environment;

$x_{j\max}$ – maximum value of the indicator of the j factor of the environment.

A 101-point scale was used, according to which the maximum value of the primary indicator was equal to 101 points, and the minimum to 1 in a direct linear relationship and the maximum to 1, and the minimum to 101 in an inverse linear relationship.

Further, calculations of extended indicators of the influence of environmental factors on the volume of drug consumption by DM patients were carried out by blocks, taking into account the strength of the influence of each factor. The weights of factorial features in this study were made dependent on the closeness of the correlation with the volume of consumption (the closer the relationship, the higher the rank and the greater the weight of the factorial feature). The weights of factorial features were calculated according to the formula (3):

$$W_j = \frac{R_j}{\sum R_j \cdot b_j}, \quad (3)$$

where W_j – weight of the j environmental factor;

R_j – rank of the j environmental factor assigned in accordance with the degree of the correlation closeness with the effective feature (on the Chaddock scale);

b_j – number of environmental factors with the assigned R_j rank.

Environmental factors were aggregated by blocks into extended indicators according to formula (4), taking into account their weights:

$$B_{ni} = \sum E_{ij} \cdot W_j, \quad (4)$$

where B_{ni} – extended indicator of the influence of environmental factors of the n block on the volume of drug consumption by DM patients in the i municipality of the NR;

E_{ij} – standardized value of the indicator j environmental factors of the i municipality of the NR;

W_j – weight of the j environmental factor.

At the fourth stage of the study, during the regression analysis, an equation was obtained reflecting the dependence of the volume of drug consumption by DM patients in the NR on the values of aggregate indicators of environmental factors and the prevalence of DM.

b_j – количество факторов среды с присвоенным рангом R_j .

Факторы среды агрегировались по блокам в обобщающие показатели по формуле (4) с учетом их весов:

$$B_{ni} = \sum E_{ij} \cdot W_j, \quad (4)$$

где B_{ni} – обобщающий показатель влияния факторов среды n -го блока на объем потребления ЛП больными СД в i -м муниципальном образовании НСО;

E_{ij} – стандартизованное значение показателя j -го фактора среды i -го муниципального образования НСО;

W_j – вес j -го фактора среды.

На четвертом этапе исследования в ходе регрессионного анализа было получено уравнение, отражающее зависимость объема потребления ЛП больными СД в НСО от значений обобщающих показателей факторов среды и распространенности СД.

На завершающем этапе для каждого муниципального образования НСО рассчитывались значения E_i , представляющие собой суммы B_{ni} и стандартизованных показателей распространенности СД. По расчетным значениям E_i проводилась типологизация муниципальных образований НСО. Величина интервала между типологическими группами определялась по формуле Стерджесса.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На этапе проведения корреляционного анализа выявлено, что помимо показателя распространенности СД 9 факторов среды имеют статистически значимую корреляционную связь с объемом потребления ЛП больными СД (табл. 1).

В ходе дальнейшего регрессионного анализа с использованием стандартизованных и агрегированных по блокам показателей факторов среды было выявлено, что линейную зависимость с объемом потребления ЛП больными СД имеет обобщающий показатель факторов медико-демографического блока.

Наиболее значимыми факторами медико-демографического блока являлись (в порядке убывания значимости): «доля сельского населения, %», «доля женского населения фертильного возраста, %», «доля населения старше трудоспособного возраста (мужчины 61 года и старше, женщины 56 лет и старше), %», «первичная заболеваемость на 1000 населения».

Заметное отрицательное влияние фактора «доля сельского населения, %» на объем

At the final stage, E_i values were calculated for each municipality of the NR, representing the sum of B_{ni} and standardized indicators of the prevalence of DM. Using the calculated values of E_i , a categorization of the municipalities of the NR was carried out. The size of the range between revealed groups was determined by the Sturges formula.

RESULTS AND DISCUSSION

At the stage of the correlation analysis, it was revealed that in addition to the prevalence of DM, 9 environmental factors have a statistically significant correlation with the volume of drug consumption by patients with DM (Table 1).

In the course of further regression analysis using standardized and block-aggregated indicators of environmental factors, it was revealed that the aggregate indicator of the medical and demographic block's factors has a linear relationship with the volume of drug consumption by patients with DM.

The most significant factors of the medical and demographic block were (in descending order of importance): "proportion of the rural population, %", "proportion of the reproductive age female population, %", "proportion of the population above working age (men 61 years and older, women 56 years and older), %", "incidence per 1000".

We believe, the noticeable negative impact of the factor "proportion of the rural population, %" on the volume of drug consumption is explained by the low geographical accessibility of medical and pharmaceutical care in rural settlements of the NR. The positive influence of the factors "proportion of the reproductive age female population, %" and "proportion of population above working age (men 61 years and older, women 56 years and older), %" is due to the sex and age structure of DM patients in the NR: according to the data of the Register of DM patients, the number of women exceeds the number of men by 2.5 times, and the proportion of population above working age with DM exceed 65%. The factor "incidence per 1000" reflects the number of new cases of all diseases registered in the NR in 2022, and has a moderate positive effect on the volume of drug consumption by patients with DM.

The results of a multistep regression analysis made it possible to simulate the relationship of the volume of drug consumption by patients with DM with the prevalence of DM and factors of the medical and demographic block. The regression model obtained has the form (5):

$$Y = 1507.56 + 7.97X_1 + 457.87X_2, \quad (5)$$

Таблица 1. Распределение показателей факторов среды в соответствии со шкалой Чеддока по результату расчета коэффициентов ранговой корреляции Спирмена**Table 1.** Distribution of environmental factors in accordance with the Chaddock scale based on the result of Spearman's rank correlation coefficients

Количественная мера тесноты связи Quantitative measure of closeness of correlation	Качественная характеристика тесноты связи Qualitative characteristics of closeness of correlation	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена Spearman's rank correlation coefficient	Показатели факторов среды Indicators of environmental factors	Блок Block
0.1–0.3	Слабая / Weak	–	–	–
0.3–0.5	Умеренная Moderate	0.366	Первичная заболеваемость на 1000 населения Incidence per 1000	Медико-демографический Medical and demographic
		0.376	Число врачебных посещений на 1 жителя Number of visits of a doctor per 1 resident	Медико-организационный Medical and organizational
		0.400	Доля населения старше трудоспособного возраста (мужчины 61 года и старше, женщины 56 лет и старше), % Proportion of the population above working age (men 61 years and older, women 56 years and older), %	Медико-демографический Medical and demographic
		0.418	Укомплектованность штатными должностями. Врачи Staffing level. Doctors	Медико-организационный Medical and organizational
		–0.468	Охват диспансерным наблюдением, % Coverage by regular medical check-up, %	Медико-организационный Medical and organizational
0.5–0.7	Заметная Significant	0.547	Средняя номинальная начисленная заработная плата, руб. Average nominal accrued wages, rub.	Социально-экономический Socio-economic
		0.614	Доля женского населения фертильного возраста, % Proportion of the reproductive age female population, %	Медико-демографический Medical and demographic
		–0.681	Доля сельского населения, % Proportion of the rural population, %	Медико-демографический Medical and demographic
0.7–0.9	Тесная Close	0.751	Плотность населения, чел./км ² Population density, people/km ²	Социально-экономический Socio-economic
		0.910	Распространенность СД, чел. Prevalence of DM, people	
0.9–0.99	Весьма тесная Very close	–	–	–

потребления ЛП, по нашему мнению, объясняется низкой территориальной доступностью медицинской и фармацевтической помощи в сельских поселениях НСО. Положительное влияние факторов «доля женского населения фертильного возраста, %» и «доля населения старше трудоспособного возраста (мужчины 61 года и старше, женщины 56 лет и старше), %» обусловлено половозрастным составом больных СД в

where Y – volume of drug consumption by patients with DM, packages;

X_1 – prevalence of DM, people;

X_2 – aggregate indicator of the influence of factors of the medical and demographic block.

The adequacy of the obtained model was checked using the Fisher test. $F_{est} > F_{tab}$, therefore the model is significant and reliable. The adequacy of the regression coefficients was checked by ana-

НСО: согласно данным регистра больных СД, количество женщин превышает количество мужчин в 2.5 раза, а доля больных СД старше трудоспособного возраста превышает 65 %. Фактор «первичная заболеваемость на 1000 населения» отражает частоту случаев всех заболеваний, впервые зарегистрированных в НСО в 2022 г., и оказывает умеренное положительное влияние на объем потребления ЛП больными СД.

Результаты многошагового регрессионного анализа позволили осуществить моделирование зависимости объема потребления ЛП больными СД от распространенности СД и факторов медико-демографического блока. Полученная регрессионная модель имеет вид (5):

$$Y = 1507.56 + 7.97X_1 + 457.87X_2, \quad (5)$$

где Y – объем потребления ЛП больными СД, упаковок;

X_1 – распространенность СД, чел.;

X_2 – обобщающий показатель влияния факторов медико-демографического блока.

Адекватность полученной модели проверялась с помощью критерия Фишера. $F_{\text{расч}} > F_{\text{таб}}$, следовательно модель значима и надежна. Проверка на адекватность коэффициентов регрессии проводилась путем анализа p -значений F -статистики Фишера. Для всех коэффициентов регрессии p -значения не превышали 0.05, из чего следует вывод, что коэффициенты значимы с вероятностью 95 %. Коэффициент детерминации составляет 0.74 и означает, что 74 % вариации объема потребления ЛП больными СД объясняется факторами построенной модели, при этом 26 % вариации зависит от других факторов, не включенных в уравнение регрессии.

На основе регрессионной модели проводилась типологизация муниципальных образований НСО (табл. 2). С этой целью для каждого муниципального образования НСО были рассчитаны суммы обобщающего показателя влияния факторов медико-демографического блока и стандартизованного показателя распространенности СД (E_i). Для г. Новосибирска значение E_i оказалось максимальным (51.38) и было признано выбросом по результату проведенного теста методом межквартильных диапазонов. По этой причине при определении величины интервала между типологическими группами г. Новосибирск не учитывался (число муниципальных образований НСО, распределяемых по группам, составило 32).

В типологические группы с низким и ниже среднего значением E_i вошли муниципальные образования НСО с высокой или 100% долей

lyzing the p -values of F -statistics. For all regression coefficients, the p -values did not exceed 0.05, which leads to the conclusion that the coefficients are significant with a probability of 95%. The coefficient of determination is 0.74, and means that 74% of the variation in the volume of drug consumption by DM patients is explained by the factors of the model constructed, while 26% of the variation depends on other factors not included in the regression equation.

On the base of the regression model, a categorization of the municipalities of the NR was carried out (Table 2). For this purpose, for each municipality of the NR, the sums of the aggregate indicator of the influence of the factors of the medical and demographic block and the standardized indicator of the prevalence of DM (E_i) were calculated. For the city of Novosibirsk, the value of E_i was the maximum (51.38) and was recognized as an outlier according to the result of the test by the method of interquartile ranges. For that reason, Novosibirsk was not taken into account when determining the size of the interval between typological groups (number of municipalities of the NR distributed by groups was 32).

The typological groups with low and below average values of E_i included municipalities of the NR with a high or 100% proportion of the rural population and a small number of registered DM patients (Kyshtovsky, Ubinsky, Kochkovsky and other districts). These areas are characterized by a relatively small volume of drug consumption by DM patients. This is partly due to the low geographical accessibility of medical and pharmaceutical care in rural settlements, as well as the possible high level of undiagnosed cases of DM. The expected rate of growth in the volume of drug consumption by DM patients in these areas can be interpreted as “low”, provided that the level of coverage of population by regular medical check-ups, the number of visits of a doctor per 1 resident and other medical and organizational factors that may affect the number of diagnosed cases of DM hovers at its present level.

The typological groups with a high and very high value of E_i included municipalities of the NR with a low or zero proportion of the rural population and a relatively large number of registered DM patients (Karasuksky district, Kuibyshevsky district, as well as urban districts: Ob, Berdsk). Such municipalities are characterized by the highest volume of drug consumption by patients with DM. They are also characterized by a large population (the large proportion of urban residents), high accessibility of medical and pharmaceutical care, maximum values

Таблица 2. Типологическая карта распределения муниципальных образований НСО по степени влияния распространенности СД и факторов среды медико-демографического блока на объем потребления ЛП больными СД
Table 2. A typological map of the distribution of municipalities of the NR according to the degree of influence of the prevalence of DM and environmental factors of the medical and demographic block on the volume of drug consumption by patients with DM

Тип Типе	Интервал E_i Interval E_i	Удельный вес, % Rating, %	Муниципальные образования Municipalities
I (низкий) (low)	4.24–8.17	21.87	Кыштовский, Убинский, Кочковский, Баганский, Усть-Таркский, Венгеровский, Здвинский районы Kyshtovsky, Ubinsky, Kochkovsky, Bagansky, Ust-Tarksky, Vengerovsky, Zdvinsky districts
II (ниже среднего) (below average)	8.17–12.1	12.5	Доволенский, Северный, Ордынский, Чановский районы Dovolensky, Severny, Ordynsky, Chanovsky districts
III (средний) (average)	12.1–16.03	25	Маслянинский, Краснозерский, Чистоозерный, Сузунский, Тогучинский, Чулымский, Болотнинский, Колыванский районы Maslyaninsky, Krasnozersky, Chistoozerny, Suzunsky, Toguchinsky, Chulymsky, Bolotninsky, Kolyvansky districts
IV (выше среднего) (above average)	16.03–19.96	28.13	Каргатский, Барабинский, Мошковский, Коченевский, Новосибирский (в том числе р.п. Кольцово), Татарский, Искитимский (в том числе г. Искитим), Черепановский, Купинский районы Kargatsky, Barabinsky, Moshkovsky, Kochenevsky, Novosibirsky (including the village of Koltsovo), Tatarsky, Iskitimsky (including the town of Iskitim), Cherepanovsky, Kupinsky district
V (высокий) (high)	19.96–23.89	6.25	Карасукский район, г. Обь Karasuksky district, Ob (town)
VI (очень высокий) (very high)	23.89–27.82	6.25	Куйбышевский район, г. Бердск Kuibyshevsky district, Berdsk (town)

сельского населения и небольшим количеством зарегистрированных больных СД (Кыштовский, Убинский, Кочковский и другие районы). Для этих районов характерен сравнительно небольшой объем потребления ЛП больными СД. Отчасти это объясняется низкой территориальной доступностью медицинской и фармацевтической помощи в сельских поселениях, а также возможным высоким процентом недиагностированных случаев СД. Ожидаемый темп роста объема потребления ЛП больными СД в данных районах можно интерпретировать как «низкий» при условии сохраняющегося процента охвата населения диспансерным наблюдением, числа врачебных посещений на 1 жителя и других медико-организационных факторов, которые могут повлиять на количество диагностированных случаев СД.

В типологические группы с высоким и очень высоким значением E_i вошли муниципальные образования НСО с низкой или нулевой долей сельского населения и сравнительно большим

of indicators of socio-economic factors and factors characterizing the state of the healthcare system. The expected growth rate of drug consumption in DM patients in these areas can be interpreted as “high”.

The groups with an average and higher than average value of E_i include municipalities occupying an intermediate position. The expected growth rate of drug consumption in DM patients in these areas can be interpreted as “average”.

CONCLUSION

The results of the pharmacogeographic analysis showed that the volume of drug consumption by DM patients in the NR is in direct linear dependence not only on the prevalence of DM, but also on a complex set of environmental factors, the most important among which are medical and demographic ones.

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

количеством зарегистрированных больных СД (Карасукский район, Куйбышевский район, а также городские округа: г. Обь, г. Бердск). Такие муниципальные образования характеризуются наибольшим объемом потребления ЛП больными СД. Их также отличает большая численность населения (при этом большая доля приходится на городских жителей), высокая территориальная доступность медицинской и фармацевтической помощи, максимальные значения показателей социально-экономических факторов и факторов, характеризующих состояние системы здравоохранения. Ожидаемый темп роста объема потребления ЛП больных СД в данных районах можно интерпретировать как «высокий».

В типологические группы со средним и выше среднего значением E_i вошли муниципальные

образования, занимающие промежуточное положение. Ожидаемый темп роста объема потребления ЛП больными СД в данных районах можно интерпретировать как «средний».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного фармакогеографического анализа показали, что объем потребления ЛП больными СД в НСО находится в прямой линейной зависимости не только от распространенности СД, но и от сложного комплекса показателей факторов среды, важнейшее значение среди которых имеют медико-демографические факторы.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эпидемиология неинфекционных заболеваний: учеб. пособие / сост. И.Г. Сидорова, Е.Л. Борщук, Е.Г. Колосова и др. Оренбург: ОНГМУ, 2022. 99 с.
2. Об утверждении перечня социально значимых заболеваний и перечня заболеваний, представляющих опасность для окружающих: Постановление Правительства РФ от 01.12.2004 № 715 (ред. от 31.01.2020) // КонсультантПлюс. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=356130> (дата обращения: 05.03.2024).
3. The European Health Report 2021. Taking stock of the health-related Sustainable Development Goals in the COVID-19 era with a focus on leaving no one behind. URL: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289057547> (дата обращения: 05.03.2024).
4. Саидова М.М., Нигматуллина Л.Р. Сопряженность частоты и особенности течения сахарного диабета с естественно-природными факторами среды обитания // Вестник Башкирского государственного университета. 2015;2:1131-1136.
5. Регистр сахарного диабета. Федеральный регистр больных сахарным диабетом. URL: <https://sd.diaregistry.ru/> (дата обращения: 05.03.2024).
6. О государственной поддержке развития медицинской промышленности и улучшении обеспечения населения и учреждений здравоохранения лекарственными средствами и изделиями медицинского назначения: Постановление Правительства РФ от 30.07.1994 № 890 (ред. от 14.02.2002) // КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_4208/ (дата обращения: 05.03.2024).
7. Сбоева С.Г., Ворюхина А.В. Анализ влияния средовых воздействий на распространенность заболеваемости вирусного гепатита А на территории РФ // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2015;4:136-140.

REFERENCES

1. Sidorova I.G., Borshchuk E.L., Kolosova E.G. et al. (2022). *Epidemiology of Non-communicable Diseases: Study Guide*. Orenburg: Orenburg State Medical University. 99 p. (In Russ.)
2. On approval of the list of the main diseases and the list of diseases that are hazardous to human health. Decree of the Government of the Russian Federation No. 715 dated 01.12.2004 (ed. from 31.01.2020) // ConsultantPlus. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=356130> (accessed 05.03.2024).
3. The European Health Report 2021. Taking stock of the health-related Sustainable Development Goals in the COVID-19 era with a focus on leaving no one behind. URL: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289057547> (accessed 05.03.2024).
4. Saidova M.M., Nigmatullina L.R. Conjugacy frequencies and features of diabetes mellitus with natural physical environmental factors. *Bulletin of the Bashkir State Medical University*. 2015;2:1131-1136. (In Russ.)
5. The Register of Diabetes Mellitus. Federal Register of Patients with Diabetes Mellitus. URL: <https://sd.diaregistry.ru/> (accessed 05.03.2024).
6. On state support for the development of the medical industry and improving the provision of the population and health care institutions with medicines and medical products: Resolution of the Government of the Russian Federation of 30.07.1994 No. 890 (ed. of 14.02.2002). // ConsultantPlus. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_4208/ (accessed 05.03.2024).
7. Sboeva S.G., Voryukhina A.V. Analysis of the impact of environmental socio-economic risk factors on the prevalence of viral hepatitis A on the territory of the Russian Federation. *Proceedings of the Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2015;4:136-140. (In Russ.)

8. Рапаков Г.Г. Статистические методы в социально-экономических исследованиях здравоохранения Вологодской области: монография. Вологда: ВоГУ, 2016. 127 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Харина Инна Андреевна – преподаватель кафедры управления и экономики фармации, медицинского и фармацевтического товароведения ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Новосибирск, Россия.

Джупарова Ирина Алексеевна – д-р фармацевт. наук, доцент, заведующий кафедрой управления и экономики фармации, медицинского и фармацевтического товароведения ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет», Новосибирск, Россия.

8. Rapakov G.G. (2016). *Statistical Methods in Socio-economic Health Research in the Vologda Region: Monograph*. Vologda: Vologda State University. 127 p. (In Russ.)

ABOUT THE AUTHORS

Inna A. Kharina – Lecturer, Department of Management and Economics of Pharmacy, Medical and Pharmaceutical Commodity Science, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia.

Irina A. Dzhuparova – Dr. Sci. (Pharmaceut.), Associate Professor, Head, Department of Management and Economics of Pharmacy, Medical and Pharmaceutical Commodity Science, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia.

