
МНОГОФАКТОРНОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ПРОТИВОАСТМАТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТАХ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Д.Х. Шакирова

Кафедра управления и экономики фармации
Казанский государственный медицинский университет
ул. Бултерева, 49, Казань, Россия, 420012

Р.С. Фассахов

Кафедра аллергологии и иммунологии
Казанская государственная медицинская академия
Казанский НИИ эпидемиологии и микробиологии
ул. Муштары, 11, Казань, Россия, 420012

А.З. Камаева

Кафедра управления и экономики фармации
Казанский государственный медицинский университет
ул. Бултерева, 49, Казань, Россия, 420012

К.А. Шубина

Фармацевтический факультет
Казанский государственный медицинский университет
Казань, ул. Бултерева, 49, Казань, Россия, 420012

Проведен корреляционно-регрессионный анализ потребности в лекарственных препаратах для лечения бронхиальной астмы на стационарном уровне с учетом эпидемиологических, демографических, медицинских и социальных факторов; на основе разработанных многофакторных математических моделей потребности дан среднесрочный прогноз потребности в противоастматических лекарственных препаратах для стационарных медицинских организаций Республики Татарстан.

Ключевые слова: бронхиальная астма, корреляционно-регрессионный анализ, прогноз потребности, многофакторное моделирование, Республика Татарстан.

Бронхиальная астма (БА) — хроническое заболевание дыхательных путей, представляющее собой не только медицинскую, но и социально значимую проблему. Одной из наиболее значимых категорий затрат бюджетов всех уровней при БА являются расходы на фармакотерапию данного заболевания.

В Республике Татарстан (РТ) БА входит в утвержденный Перечень заболеваний, при амбулаторном лечении которых лекарственные средства отпускаются по рецептам врачей безвозмездно, медицинская помощь больным БА в стационарных условиях также предусматривает обеспечение лекарственными препаратами за счет средств регионального бюджета. Распоряжением Кабинета Министров РТ от 31.12.2010 № 2512-р единственным поставщиком по обеспечению лекарственными средствами медицинских организаций республики, участвующих в реализации программы государственных гарантий, определено ГУП «Таттехмедфарм». Проведенный анализ базы данных аптечного склада предприятия выявил рост

на 78,04% объемов финансовых средств, выделяемых из регионального бюджета на закупку противоастматических лекарственных препаратов (ПАЛП), и увеличение закупа ПАЛП в номенклатурном выражении на 32,24% за период 2009—2011 гг., что указывает на необходимость повышения качества управления лекарственной помощью, оказываемой больным БА в РТ. Одним из подходов к оптимизации процессов лекарственного обеспечения является повышение точности прогноза потребности в ПАЛП.

Метод многофакторного математического моделирования включен в методические рекомендации Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения и социального развития по формированию системы управления запасами лекарственных средств в рамках реализации программы обеспечения отдельных категорий граждан необходимыми лекарственными средствами. С его помощью в рамках научного направления кафедры управления и экономики фармации Казанского государственного медицинского университета были даны прогнозы потребления антидепрессантов, противотуберкулезных препаратов, лекарственных средств для лечения рассеянного склероза и др.

Целью исследования являлась разработка многофакторных математических моделей потребности в ПАЛП для стационарных медицинских организаций Республики Татарстан. Объектами исследования служили статистические данные Министерства здравоохранения РТ, Республиканского медицинского информационно-аналитического центра, данные ГУП «Таттехмедфарм» по отпуску ПАЛП в стационарные медицинские организации РТ за период с 2007 по 2011 годы, 245 анкет экспертной оценки. В процессе исследования использовались методы экспертных оценок, корреляционно-регрессионного анализа, моделирования, статистической обработки. Обработка результатов исследования проводилась с помощью программного обеспечения Excel из пакета Microsoft Office 2007.

Для выявления факторов, оказывающих влияние на объемы закупа ПАЛП, проводилась экспертная оценка методом заочно-очного анкетирования. Число респондентов рассчитывалось по формуле простой бесповторной выборки, где генеральную совокупность составляли врачи аллергологи, пульмонологи и терапевты Республики Татарстан, имеющие квалификационные категории. Экспертам предлагалось оценить факторы, предположительно оказывающие влияние на потребление препаратов для базисной и симптоматической терапии БА, отобранные в рамках предпроектного социологического опроса врачей, оказывающих медицинскую помощь больным БА в РТ. Факторы, по мнению экспертов влияющие на потребность в ПАЛП, для дальнейших расчетов были обозначены как «У».

Для оценки степени их воздействия на потребление ПАЛП был использован метод корреляционно-регрессионного анализа, позволяющий учитывать многофакторную природу потребления ЛС и степень влияния каждого фактора на изучаемый показатель [1]. Для оценки корреляции (ассоциации) между отдельными признаками использовали метод Пирсона, методом наименьших квадратов определялись парные коэффициенты корреляции, количественно выражающие силу взаимодействия между факторами и потребностью в каждом ЛП [3].

Для анализа были отобраны ПАЛП, входящие в перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных препаратов на 2012 год, а также регулярно закупаемые стационарными медицинскими организациями РТ. Потребности в анализируемых препаратах были зашифрованы и обозначены как «Х».

Рассчитанные коэффициенты корреляции (r) между факторами и потребностью изменялись в пределах 0,069—0,997 (по модулю), что говорит о наличии как сильной, так и слабой степени взаимосвязи между факторами (Y) и потребностью в конкретном ПАЛП (X). Для дальнейшего исследования были отобраны коэффициенты корреляции, отражающие сильную взаимосвязь между уровнями потребления ЛП и факторами, влияющими на них ($|r| > 0,7$). Для окончательного вывода о значимости взаимосвязи между признаками, определена достоверность коэффициента корреляции методом расчета коэффициентов Стьюдента (уровень значимости составил 0,95) [2]. Ряд факторов с высокими значениями коэффициентов корреляции с потребностью в ПАЛП оказались недостоверными и в дальнейших расчетах не использовались.

Установлена прямая корреляция между потребностью в ПАЛП беклометазона (X_4), кромоглициевой кислоты (X_{14}) и заболеваемостью БА в Татарстане на 100 тыс. населения (Y_1) ($r = 0,942$, $r = 0,963$ соответственно), что обусловлено ростом потребности в данных препаратах при увеличении числа больных БА. Данные ПАЛП применяются в ингаляционной лекарственной форме только для лечения бронхиальной астмы.

Выявленная прямая корреляция между числом пульмонологов и аллергологов, оказывающих медицинскую помощь в РТ (Y_3) и потребностью в ПАЛП беклометазона (X_4) ($r = 0,972$) и кромоглициевой кислоты (X_{14}) ($r = 0,935$), также обусловлена спецификой их показаний к применению.

Напротив, число врачей общей практики в РТ, зашифрованное как Y_4 , показало значительную взаимосвязь с потребностью в препаратах широкого спектра действия, применяемых в том числе при фармакотерапии БА — аминофиллином (X_1) ($r = 0,929$) и преднизолоном (X_{21}) ($r = 0,891$), и обратную взаимосвязь с потребностью в беклометазоне (X_4) ($r = -0,889$) и кромоглициевой кислоте (X_{14}) ($r = -0,935$).

Средняя длительность лечения пациентов с диагнозом БА в стационаре (Y_6) имеет обратную корреляцию с потребностью в будесониде (X_7) ($r = -0,889$), дексаметазоне (X_8) ($r = -0,983$), метилпреднизолоне (X_{15}) ($r = -0,899$) и преднизолоне (X_{20}) ($r = -0,891$): с уменьшением длительности лечения в стационаре увеличивается оборот койки за год и количество госпитализированных больных, что ведет к росту потребности в данных ПАЛП. Установленная прямая корреляция ($r = 0,900$) средней длительности лечения в стационаре (Y_6) с потребностью в фенотероле (X_{27}) является следствием применения данного препарата для симптоматической терапии БА, для купирования приступов, которые являются одной из наиболее распространенных причин госпитализации.

Отрицательные коэффициенты корреляции показателей инвалидности (Y_8) с потребностью в будесониде (X_7) ($r = -0,915$), дексаметазоне (X_8) ($r = -0,934$)

и метилпреднизолоне (X15) ($r = -0,900$), вероятно, связаны с тем, что активное назначение данных ПАЛП ведет к повышению контроля над заболеванием и, соответственно, снижению уровня инвалидности. Прямая взаимосвязь ($r = 0,914$) фактора Y8 с потребностью в фенотероле (X27) обусловлена снижением количества приступов БА, которые необходимо купировать данным препаратом, при снижении уровня инвалидности.

Объем финансирования ЛПУ (Y9) оказался значимым для потребности в ПАЛП дексаметазона (X8), метилпреднизолона (X15, X16) и преднизолона (X20), коэффициенты корреляции 0,883; 0,997; 0,882 и 0,966 соответственно. Примечательно, что корреляция между финансированием стационарных медицинских организаций РТ по статье «Медикаменты» и потребностью в беклометазоне (X4) носит обратный характер ($r = -0,898$), это является следствием предпочтительного закупа более дорогих комбинированных ингаляционных препаратов при росте финансирования.

Объем закупа ПАЛП для базисной терапии на амбулаторном этапе лечения для льготных категорий граждан (Y12) имеет значительную взаимосвязь с потребностью в лекарственных средствах для лечения широкого круга заболеваний воспалительной природы: дексаметазоне (X8) ($r = 0,975$), метилпреднизолоне (X15) ($r = 0,924$) и преднизолоне (X20) ($r = 0,908$); объем закупа ПАЛП для симптоматической терапии в рамках программ «льготного» лекарственного обеспечения (Y13) оказывает разнонаправленные влияния на потребность в ПАЛП для лечения в стационарных условиях. В случае беклометазона (X4) и кромоглициевой кислоты (X14) корреляция оказалась отрицательной ($r = -0,983$): назначение данных ПАЛП для базисной терапии ведет к улучшению контроля над заболеванием и соответствующему снижению потребности в ПАЛП для купирования приступа бронхиальной астмы на амбулаторном этапе. Для ПАЛП метилпреднизолона (X15), имеющих множество показаний к применению помимо терапии БА, коэффициент корреляции оказался равен 0,910.

Таблица 1

**Многофакторные математические модели для ПАЛП
и оценка их достоверности**

ПАЛП	Модель	Фишер (F)	
		табл.	эмпир.
Аминофиллин, раствор для инъекций, 2,4%	$X1 = -19937,99*Y4 - 10791,3*Y18 + 87878564,24$	6,39	1,04
Беклометазон, аэрозоль для ингаляций, 50 мкг/доза	$X4 = 126,23*Y1 + 3166,65*Y3 + 167,64*Y4 + 5,53*Y9 + 0,024*Y13 - 50,60*Y17 + 19,08*Y18 - 347979,3$	6,39	1,00
Будесонид, суспензия для ингаляций, 0,5 мг/мл	$X7 = 1034,16*Y5 + 15258,21*Y6 - 200,31*Y8 - 3983166,29$	6,39	1,12
Дексаметазон, таблетки 0,5 г	$X8 = -18,93*Y5 - 27025,38*Y6 + 711,01*Y8 - 14,33*Y9 - 4233,32*Y11 + 0,81*Y12 + 28,81*Y14 + 143691,73$	6,39	1,00

Окончание

ПАЛП	Модель	Фишер (F)	
		табл.	эмпир.
Кромоглициевая кислота, аэрозоль 5 мг/доза	$X_{14} = 336,64*Y_1 - 12502,22*Y_3 + 38,08*Y_4 - 1,55*Y_{13} - 147,33*Y_{17} - 99,16*Y_{18} + 1826782,97$	6,39	1,00
Преднизолон, раствор для инъекций, 30 мг/мл	$X_{20} = 14740,65*Y_3 + 88788,60*Y_6 + 307,94*Y_9 - 7176,21*Y_{11} - 1,19*Y_{12} - 3829,86*Y_{14} + 1686532,14$	6,39	1,00
Преднизолон, таблетки 5 мг	$X_{21} = -3304,82*Y_4 - 866,6*Y_{18} + 8820776,85$	6,39	1,02
Фенотерол, аэрозоль для ингаляций 100 мкг/доза	$X_{27} = -15160,16*Y_5 - 91288,10*Y_6 - 1877,07*Y_8 + 11,33*Y_{15} + 58686178,71$	6,39	1,00

На основе полученных коэффициентов были построены модели потребности в ПАЛП, представляющие собой уравнения регрессии (табл. 1). Оценка достоверности моделей осуществлялась по критерию Фишера (F) — параметрическому критерию, используемому для сравнения дисперсий двух вариационных рядов. Для каждой модели установлена достоверность с 95%-й вероятностью при проверке нулевой гипотезы (коэффициенты уравнения $\neq 0$). Уравнение достоверно при $F_{\text{расч}} < F_{\text{табл}}$ [3].

В результате многофакторного математического моделирования получен прогноз потребности в ПАЛП на четыре временных периода, согласно которому отмечается рост потребности в препаратах базисной терапии, что объясняется ростом уровня заболеваемости. Прогнозируемое уменьшение потребности в препаратах, содержащих фенотерол, указывает на сокращение объемов экстренной лекарственной помощи, связанное с повышением качества базисной терапии.

Оценка перспективной потребности в ПАЛП на основе разработанных моделей как на уровне учреждений здравоохранения, так и для закупок аптечным складом ГУП «Таттехмедфарм», позволит оптимизировать использование средств бюджета РТ и ресурсов аптечного склада.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Реброва О.Ю.* Статистический анализ медицинских данных. — М.: Медиа Сфера, 2004. — 312 с.
- [2] *Сизова, Т.М.* Статистика: Учебное пособие. — СПб.: СПб ГУИТМО, 2005. — 80 с.
- [3] *Халафян А.А.* Современные статистические методы медицинских исследований. — М., 2008. — 320 с.

REFERENCES

- [1] *Rebrova O.Yu.* Statistical analysis of medical data. — M.: Media Sphere, 2004. — 312 p.
- [2] *Sizova T.M.* Statistics: Tutorial. — SPb.: GUITMO St. Petersburg, 2005. — 80 p.
- [3] *Khalafyan A.A.* Modern statistical methods for medical research. — Moscow, 2008. — 320 p.

MULTIFACTORIAL MATHEMATICAL MODELING OF DEMAND FOR MEDICATIONS TO TREAT BRONCHIAL ASTHMA FOR THE HOSPITALS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

D.H. Shakirova

Department of Management and Economy of Pharmacy
Kazan State Medical University
Butlerova str., 49, Kazan, Russia, 420012

R.S. Fassakhov

Department of allergology and immunology
Kazan State Medical Academy
Kazan Research Institute of epidemiology and microbiology
Mushtari str., 11, Kazan, Russia, 420012

A.Z. Kamaeva

Department of Management and Economy of Pharmacy
Kazan State Medical University
Butlerova str., 49, Kazan, Russia, 420012

K.A. Shubina

Farmacy dapartment
Kazan State Medical University
Butlerova str., 49, Kazan, Russia, 420012

The correlation and regression analysis between the need for medications to treat bronchial asthma at the hospitals and epidemiological, demographic, medical, and social factors was carried out. The designed mathematical multifactorial models-based prognosis of demand for medications to treat bronchial asthma for hospitals of the Republic of Tatarstan was given.

Key words: bronchial asthma, correlation and regression analysis, prognosis of demand for medications, multifactorial models, the Republic of Tatarstan.