

УДК 681.3

И.И. Агарков, В.А. Николаев, Ю.Ю. Шуршуков, И.В. Постникова  
**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ТУБЕРКУЛЕЗА ОРГАНОВ  
ДЫХАНИЯ ПО ИНДИВИДУАЛЬНЫМ МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫМ  
ФАКТОРАМ РИСКА**

*Воронежский институт высоких технологий*

*Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н. Бурденко*

*Представлены особенности медико-социальных характеристик больных туберкулезом органов дыхания, их взаимосвязь, степень влияния на состояние здоровья больного; предложен интегральный показатель течения туберкулеза органов дыхания; построены модели, характеризующие взаимосвязь интегрального показателя, длительности и числа случаев лечения в противотуберкулезном диспансере, обострений туберкулезного процесса, длительности заболевания туберкулезом и оценки самочувствия с индивидуальными медико-социальными факторами риска.*

**Ключевые слова:** прогнозирование, интегральный показатель, туберкулез органов дыхания, медико-социальные факторы риска

Туберкулез (ТБ) является одной из наиболее актуальных проблем здравоохранения Российской Федерации, что подтверждается высоким уровнем заболеваемости населения всеми формами туберкулеза [7, 18, 19]. Так, по данным Центрального научно исследовательского института организации и информатизации здравоохранения за 2013 год, первичная заболеваемость туберкулезом в России составила 63,1 случаев на 100 тысяч населения, в то время как в США и странах Западной Европы уровень этого показателя колеблется от 4 до 10 случаев на 100 тысяч населения, т.е. более чем в шесть раз ниже Российского уровня. Существующие программы борьбы с туберкулезом (программа ВОЗ, Федеральная, региональные программы) разрабатываются в рамках глобальной инициативы ВОЗ. Туберкулез является классическим социально-обусловленным заболеванием. Однако, все до сих пор используемые программные технологии практически не учитывают медико-социальные аспекты проблемы [7, 15].

В подавляющем большинстве исследований с применением математических моделей распространения туберкулеза, опубликованных за последние четыре десятилетия и пытающихся дать ответы на наиболее острые вопросы, стоящие перед организаторами противотуберкулезных программ, внимание уделяется в основном структуре модели и результатам численных экспериментов. Величины параметров, определяющие ход процесса распространения туберкулеза, обычно заимствуются из литературных источников. В итоге прогнозы и рекомендации по организации противотуберкулезных программ носят усредненный характер и не учитывают изменчивость и региональную

специфику (хотя из наблюдений известно, что многие показатели распространения туберкулеза значительно изменяются от региона к региону) [1, 8].

Все вышеизложенное послужило основой для проведения данного исследования, целью которого являлось изучение особенностей медико-социальных характеристик больных туберкулезом органов дыхания, их взаимосвязи, степени влияния на состояние здоровья больного и на этой основе построение моделей, характеризующих зависимость интегрального показателя течения туберкулеза органов дыхания, длительности лечения в противотуберкулезном диспансере, числа случаев лечения в противотуберкулезном стационаре, обострений туберкулезного процесса, длительности заболевания туберкулезом и оценки самочувствия от индивидуальных медико-социальных факторов риска.

Для получения медико-социальных характеристик больных туберкулезом органов дыхания нами была разработана статистическая карта, содержащая 103 медико-биологические и социально-гигиенические характеристики, по которой проведено обследование 483 больных туберкулезом органов дыхания перед их выпиской из противотуберкулезного стационара методом анкетирования и интервьюирования. Для оценки взаимосвязи медико-социальных характеристик больных туберкулезом органов дыхания были взяты коэффициенты парной корреляции, при этом, во внимание брались лишь те, достоверность которых была не менее 95,0 %. При значении коэффициента корреляции менее 0,3 связь оценивалась как слабая, при значении от 0,3 до 0,7 – связь считалась средней силы, при значении от 0,7 до 1,0 – связь оценивалась, как тесная [12-14].

В результате проведенного анализа было установлено, что оценка качества питания больными туберкулезом органов дыхания имеет прямую достоверную связь с достаточностью продуктов ( $r = + 0,64$ ), оценкой жилищно-бытовых условий ( $r = + 0,51$ ), оценкой материального положения ( $r = + 0,54$ ), принадлежностью к общественно-профессиональной группе ( $r = + 0,31$ ) и достоверную обратную связь с регулярностью питания ( $r = - 0,50$ ). Оценка жилищно-бытовых условий больных туберкулезом органов дыхания имеет прямую достоверную связь с оценкой материального положения ( $r = + 0,57$ ). Оценка материального положения больных туберкулезом органов дыхания имеет прямую достоверную связь с оценкой качества питания ( $r = + 0,54$ ), достаточностью продуктов ( $r = + 0,45$ ), режимом питания (количеством приемов пищи) ( $r = + 0,31$ ), регулярностью питания ( $r = + 0,29$ ) и достоверную обратную связь с употреблением алкоголя ( $r = - 0,17$ ), периодичностью влияния вредных факторов ( $r = - 0,26$ ), курением ( $r = - 0,22$ ). Продолжительность рабочего дня больных туберкулезом органов дыхания имеет прямую достоверную связь с

длительностью обострения туберкулёзного процесса ( $r = + 0,53$ ) и достоверную обратную связь с ежегодным прохождением флюорографии ( $r = - 0,26$ ). Курение больных туберкулёзом органов дыхания имеет прямую достоверную связь с употреблением алкоголя ( $r = + 0,55$ ). Диагноз направившего учреждения больных туберкулёзом органов дыхания имеет прямую достоверную связь с длительностью лишения свободы ( $r = + 0,53$ ), наличием лекарственной устойчивости к противотуберкулёзным препаратам ( $r = + 0,47$ ), давностью заболевания туберкулёзом ( $r = + 0,46$ ), исследованием мокроты до поступления в ПТД ( $r = + 0,27$ ). Длительность обострения туберкулёзного процесса у больных туберкулёзом органов дыхания имеет прямую достоверную связь с продолжительностью рабочего дня ( $r = + 0,53$ ) (рис. 11), длительностью последнего лечения в стационаре ПТД ( $r = + 0,24$ ), видом физкультуры ( $r = + 0,61$ ).

Длительность занятий физкультурой у больных туберкулёзом органов дыхания имеет прямую достоверную связь с регулярностью занятий физкультурой ( $r = + 0,82$ ); пол больных туберкулёзом органов дыхания имеет прямую достоверную связь с употреблением алкоголя ( $r = + 0,36$ ); количество членов в семье больных туберкулёзом органов дыхания имеет прямую достоверную связь с семейным положением ( $r = + 0,26$ ) и достоверную обратную связь с возрастом ( $r = - 0,23$ ).

Образование больных туберкулёзом органов дыхания имеет прямую достоверную связь с принадлежностью к общественно-профессиональной группе ( $r = + 0,26$ ), оценкой условий труда ( $r = + 0,22$ ), знаниями о способах профилактики туберкулёза ( $r = + 0,20$ ). Количество дней наблюдения больного туберкулёзом органов дыхания до поступления в ПТД имеет достоверную обратную связь с длительностью лишения свободы ( $r = - 0,45$ ). Знание о способах профилактики туберкулёза, имеющееся у больных туберкулёзом органов дыхания имеет достоверную обратную связь с причиной выписки ( $r = - 0,33$ ).

Значительный практический интерес представляет интегральная оценка, которая позволяет в комплексе оценить состояние здоровья больного [6, 9]. Для решения поставленной задачи разработан клинический интегральный показатель тяжести течения туберкулеза органов дыхания (ИПК).

$$ИПК_K = \sum_{i=1}^4 w_i \cdot K_i$$

где  $w_1 = 0,1984$ ;  $w_2 = 0,1175$ ;  $w_3 = 0,3122$ ;  $w_4 = 0,3719$ ;  $K_1$  – форма ТБ (очаговый – 0, инфильтративный – 0,383, диссеминированный – 0,681, фиброзно-кавернозный – 1,0);  $K_2$  – локализация ТБ (левосторонний – 0, правосторонний – 0,485, право- и левосторонний – 1,0);  $K_3$  – фаза ТБ

(уплотнения – 0, рассасывания – 0,212, инфильтрация – 0,531, обсеменения – 0,735, распада – 1,0);  $K_4$  – микробакт ТБ («-» – 0, «+» – 1,0).

Для оценки степени влияния медико-социальных характеристик на состояние здоровья больных с туберкулезом органов дыхания производилось вычисление коэффициентов парной корреляции, характеризующих степень взаимосвязи анализируемых характеристик с длительностью и числом случаев лечения в туберкулезном стационаре, клиническим интегральным показателем тяжести течения туберкулеза органов дыхания, группой учета туберкулезного больного, наличием лекарственной устойчивости, наличием обострений туберкулезного процесса, длительностью обострения туберкулезного процесса, длительностью заболевания туберкулезом, оценкой самочувствия, числом обращений за медицинской помощью по месту жительства. На основе полученных данных производилось ранжирование медико-социальных характеристик по степени их влияния на ведущие показатели [4, 11, 20].

В целом, согласно вычисленному суммарному рангу, с тяжестью течения туберкулеза органов дыхания в наибольшей степени связаны следующие медико-социальные характеристики больных: число госпитализаций в другие стационары, продолжительность рабочего дня, оценка трудоспособности, общественно-профессиональная группа, длительность лишения свободы, нахождение в местах лишения свободы, употребление алкоголя, занятия в спортивных секциях, наличие жалоб, длительность просмотра телепередач, преобладание в рационе мяса, характер внутрисемейных отношений, хирургически вмешательства и обследования в связи с ТБ, оценка качества питания, оценка физической нагрузки на работе, длительность ежедневного досуга, исследование мокроты, состояние здоровья матери, оценка материального положения, число исследований мокроты.

Для прогнозирования течения туберкулеза органов дыхания по медико-социальным характеристикам больных построены модели, учитывающие взаимосвязь анализируемых показателей [2, 3, 5, 17]. На основе метода «дискретных корреляционных плеяд» [8, 10], были отобраны показатели для прогнозирования клинического интегрального показателя течения туберкулеза органов дыхания (*ИПК*), прогнозирования длительности лечения в туберкулезном стационаре ( $Y_1$ ), прогнозирования числа случаев лечения в туберкулезном стационаре ( $Y_2$ ), прогнозирования обострений туберкулезного процесса ( $Y_4$ ), прогнозирования длительности заболевания туберкулезом ( $Y_5$ ), для прогнозирования оценки самочувствия ( $Y_6$ ).

В результате проведенных расчетов были получены следующие модели (уравнения линейной регрессии):

$$ИПК = 0,437123 + 0,0788598 * X_1 + 0,0813603 * X_2 - 0,0691212 * X_3 + \\ 0,114932 * X_4 + 0,317462 * X_5 - 0,161248 * X_6$$

где  $X_1$  – состояние здоровья матери;  $X_2$  – курение;  $X_3$  – оценка качества лечения;  $X_4$  – прием лекарственных препаратов;  $X_5$  – длительность сна;  $X_6$  – хирургические вмешательства и обследования в связи с туберкулезом.

$$Y_1 = 0,275337 - 0,0954634 * X_{11} + 0,167769 * X_{12} + 0,0674647 * X_{13} - 0,127124 * X_{14} \\ + 0,0206126 * X_{15}$$

где  $X_{11}$  – оценка материального положения;  $X_{12}$  – уровень образования;  $X_{13}$  – оценка трудоспособности;  $X_{14}$  – доступность туберкулезной помощи;  $X_{15}$  – хирургические вмешательства и обследования в связи с туберкулезом.

$$Y_2 = 0,876076 + 0,0121349 * X_{21} + 0,351059 * X_{22} + 1,09007 * X_{23} + 1,47166 * X_{24} - \\ 0,617178 * X_{25} + 0,573211 * X_{26}$$

где  $X_{21}$  – курение;  $X_{22}$  – употребление алкоголя;  $X_{23}$  – нахождение в местах лишения свободы;  $X_{24}$  – оценка трудоспособности;  $X_{25}$  – оценка качества лечения;  $X_{26}$  – неудовлетворительные жилищно-бытовые условия.

$Y_3 = 0,161968 + 0,104695 * X_{31} + 0,129674 * X_{32} + 0,0576362 * X_{33} - 0,0496848 * X_{34}$   
где  $X_{31}$  – нахождение в местах лишения свободы;  $X_{32}$  – оценка трудоспособности;  $X_{33}$  – наличие вредных привычек;  $X_{34}$  – хирургические вмешательства и обследования в связи с туберкулезом.

$$Y_4 = 0,220336 - 0,0720618 * X_{41} + 0,266779 * X_{42} + 0,270365 * X_{43} + 0,335647 * X_{44} - \\ 0,218097 * X_{45} + 0,0907522 * X_{46}$$

где  $X_{41}$  – оценка материального положения;  $X_{42}$  – нахождение в местах лишения свободы;  $X_{43}$  – наличие жалоб;  $X_{44}$  – число исследований мокроты;  $X_{45}$  – занятия в спортивных секциях;  $X_{46}$  – хирургические вмешательства и обследования в связи с туберкулезом.

$$Y_5 = 0,00907683 - 0,0399913 * X_{51} + 0,431444 * X_{52} + 0,0781922 * X_{53} + \\ 0,269246 * X_{54} - 0,0993016 * X_{55}$$

где  $X_{51}$  – нахождение в местах лишения свободы;  $X_{52}$  – длительность лишения свободы;  $X_{53}$  – наличие жалоб;  $X_{54}$  – оценка трудоспособности;  $X_{55}$  – регулярность занятий физкультурой.

$$Y_6 = 0,677867 + 0,0137824 * X_{61} - 0,0119576 * X_{62} - 0,0763416 * X_{63} + 0,127102 * X_{64} \\ + 0,0621358 * X_{65} - 0,0366929 * X_{66}$$

где  $X_{61}$  – оценка материального положения;  $X_{62}$  – продолжительность рабочего дня;  $X_{63}$  – наличие жалоб;  $X_{64}$  – оценка качества питания;  $X_{65}$  – преобладание в рационе мяса;  $X_{66}$  – характер сна.

Проверка адекватности модели проводилась с использованием F-критерия Фишера [16]. Результаты расчетов показали, что все построенные модели адекватны исходным данным (таблица) при  $p < 0,05$ , и могут быть использованы для решения реальных задач прогнозирования.

Таким образом, для создания прогностических моделей достаточен минимальный набор показателей, а именно: длительность сна; доступность туберкулезной помощи; занятия в спортивных секциях; курение; наличие вредных привычек; наличие жалоб; нахождение в местах лишения свободы; длительность лишения свободы; неудовлетворительные жилищно-бытовые условия; оценка качества лечения; оценка материального положения; оценка трудоспособности; преобладание в рационе мяса; прием лекарственных препаратов; продолжительность рабочего дня; регулярность занятий физкультурой; состояние здоровья матери; употребление алкоголя; уровень образования; характер внутрисемейных отношений; характер сна; хирургические вмешательства и обследования в связи с туберкулезом; число исследований мокроты.

Таблица

Результаты проверки адекватности разработанных моделей

Модель	Степени свободы		F-критерий	p-значение
	$f_1$	$f_2$		
ИПК	6	99	7,61	$< 0,0001$
$Y_1$	5	266	3,99	0,0017
$Y_2$	6	250	11,59	$< 0,0001$
$Y_3$	4	245	18,77	$< 0,0001$
$Y_4$	6	60	8,97	$< 0,0001$
$Y_5$	5	279	26,98	$< 0,0001$
$Y_6$	6	86	2,66	0,0206

Использованием вышеперечисленных медико-социальных характеристик больных туберкулезом органов дыхания осуществляется прогнозирование состояния их здоровья при изменениях выделенных медико-биологических и социально-гигиенических характеристик.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авилов К.К. Математическое моделирование заболеваемости туберкулезом органов дыхания на территории России и оценка эффективности противотуберкулезных мероприятий: диссертация канд. физ. математ. наук: 05.13.18 / К.К. Авилов; Институт вычислительной математики РАН – М., 2007. – 154 с.
2. Алексеев В.И. Прогнозирование развития сахарного диабета по медико-социальным факторам риска / В.И. Алексеев, Г.Я. Клименко, О.Н. Чопоров // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2012. – Т. 11. - № 1. – С. 61-65.
3. Болгов С.В. Прогнозирование стоматологической заболеваемости по медико-биологическим и социально-гигиеническим факторам риска / С.В. Болгов, К.А. Разинкин, О.Н. Чопоров // Врач-аспирант. – № 6.2 (49). – 2011. – С. 294-301.
4. Бугакова Е.Н. Анализ медико-социальных факторов риска развития аллергических дерматитов / Е.Н. Бугакова, Г.Я. Клименко, О.Н. Чопоров // [Системный анализ и управление в биомедицинских системах](#). – 2009. – Т. 8. - № 3. – С. 795-798.
5. Бугакова Е.Н. Прогнозирование заболеваемости населения аллергическими дерматозами по медико-социальным факторам / Е.Н. Бугакова, Г.Я. Клименко, О.Н. Чопоров // [Системный анализ и управление в биомедицинских системах](#). – 2010. – Т. 9. - № 4. – С. 801-804.
6. Воробьева Н.А. Разработка интегрального показателя тяжести течения артериальной гипертонии / Н.А. Воробьева, А.П. Бабкин, О.Н. Чопоров О.Н. // [Системный анализ и управление в биомедицинских системах](#). – 2009. – Т. 8. - № 4. – С. 901-904.
7. Глобальная борьба с туберкулезом – эпидемиология, стратегия, финансирование: доклад ВОЗ 2009 г. – Женева, Всемирная организация здравоохранения, 2009. – 313 с.
8. Есауленко И.Э. Проблемы здравоохранения промышленно развитого региона в современных условиях./ И.Э. Есауленко, Г.Я. Клименко, В.Н. Созаева, О.Н. Чопоров. – Воронеж: Издательство ВГУ, 1999. – 263 с.
9. Интегральное оценивание и прогностическое моделирование состояния здоровья беременных, рожениц и родильниц с учетом их медико-социальных характеристик / О.Н. Чопоров, В.П. Косолапов, Н.В. Наумов, Х.А. Гацайниева // Вестник Воронежского института высоких технологий. – Воронеж, 2012. - №9. – С. 91-95.
10. Кудинова Н.Н. Прогнозирование рецидивирования миомы матки на основе оптимизированного набора факторов риска / Н.Н. Кудинова,

- И.Ю. Кураносова, О.Н. Чопоров // Врач-аспирант. – № 6.3 (55). – 2012. – С. 514-518.
11. Кудинова Н.Н. Результаты анализа значимости медико-социальных факторов риска развития миомы матки в сочетании с аденомиозом / Н.Н. Кудинова, П.Е. Чесноков, О.Н. Чопоров // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. - №11. – С. 202-206.
  12. Методика преобразования качественных характеристик в численные оценки при обработке результатов медико-социального исследования / О.Н. Чопоров, А.И. Агарков, Л.А. Куташова, Е.Ю. Коновалова // Вестник Воронежского института высоких технологий. – Воронеж, 2012. - №9. – С. 96-98.
  13. Методы предварительной обработки информации при системном анализе и моделировании медицинских систем / О.Н. Чопоров, Н.В. Наумов, Л.А. Куташова, А.И. Агарков // Врач-аспирант. – № 6.2 (55). – 2012. – С. 382-390.
  14. [Оптимизация](#) управления функционированием медицинских систем различного уровня / О.Н. Чопоров, И.Я. Львович, К.А. Разинкин, А.А. Рындин // [Системы управления и информационные технологии](#). – 2013. – Т. 53.3. - С. 100-104.
  15. План «Остановить туберкулез» для 18 наиболее приоритетных стран Европейского региона ВОЗ, 2007–2015 гг. – Женева, Всемирная организация здравоохранения, 2008. – 77 с.
  16. Разработка и использование моделей для прогнозирования качества жизни беременных по их медико-социальным характеристикам / Махер Хуссейн Альшараа, Н.В. Наумов, Г.Я. Клименко, О.Н. Чопоров // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2011. – Т.10. - №4. – С. 789-793.
  17. Хопина О.А. Прогнозирование заболеваемости глаукомой по индивидуальным медико-социальным факторам риска / О.А. Хопина, Г.Я. Клименко, О.Н. Чопоров // Врач-аспирант. – 2011. – № 6.1 (49). – С. 203-208.
  18. Шилова М.В. Эпидемиологическая обстановка по туберкулезу в Российской Федерации к началу 2009 г. / М.В.Шилова/ / Туберкулез и болезни легких. – 2010. – № 5. – С.14 – 20.
  19. The Morbidity and Mortality Weekly Report MMWR. – March 19. – 2010. – Vol. 59, N 10 (<http://www.cdc.gov/mmwr/pdf/wk/mm5910.pdf> Accessed September 20, 2010)
  20. Working out of information subsystem of forecasting of malignant new growths development and health state of oncological patients upon medical and social risk factors / O.N. Choporov, A.I. Agarkov, G.Ja. Klimenko, V.G. Medintsev // Information Technology Applications. – Slovakia, 2013. - № 4. – С. 41-54.



I.I.Agarkov, V.A.Nikolaev, Y.Y. Shurshukov, I.V.Postnikova  
**RESPIRATORY TUBERCULOSIS PROGRESS FORECASTING  
ACCORDING TO PERSONAL MEDICAL-AND-SOCIAL RISK  
FACTORS**

*Voronezh Institute of High Technologies  
Voronezh State Medical Academy of N.N.Burdenko*

*The article deals with some peculiarities of medical-and-social characteristics of people with respiratory tuberculosis and correlation of these factors with patients' state of health and the impact on it. The authors present an integrated index of the respiratory tuberculosis development. Some models, showing the correlation of the integrated index, the disease duration and the frequency of presentations to the tuberculosis dispensary, the exacerbation and duration of the tuberculosis process, and the well-being evaluation according to medical-and-social risk factors are given.*

**Keywords:** forecasting, integrated index, respiratory tuberculosis, medical-and-social risk factors.