

Г. І. Ільницький

ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ДІАГНОСТИЦІ ТУБЕРКУЛЬОЗУ ПЕРВИННОГО І ВТОРИННОГО ГЕНЕЗУ

Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького
Національний університет «Львівська політехніка»

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ТУБЕРКУЛЬОЗА ПЕРВИЧНОГО И ВТОРИЧНОГО ГЕНЕЗА

Г. И. Ильницкий

Резюме

Основываясь на информационно-математических технологиях, проведена цифровая оценка клинико-рентгенологических и лабораторных проявлений туберкулезного воспаления. Определены критерии эффективности диагностического процесса, которые базируются на предложенных параметрах. Разработан алгоритм диагностики туберкулеза легких на материале обследования 76 больных первичного и у 81 — вторичного генеза с использованием информационного банка клинико-лабораторных данных, что позволило повысить качество верификации заболевания до 90,7 % и 85,2 % соответственно.

Целью исследования было повышение эффективности диагностики туберкулеза легких путем математического моделирования наиболее информативных клинических симптомов и лабораторных параметров заболевания с учетом генеза специфического воспаления.

Основу исследований составляли результаты клинических и лабораторных данных 157 пациентов, больных туберкулезом легких различного генеза, интерпретированных с использованием технологий математического моделирования.

Полученные данные свидетельствовали, что правильный диагноз был установлен у 69 из 76 больных первичным и у 69 из 81 — вторичным туберкулезом. Предложенный алгоритм верификации у большинства наблюдений позволял определить генез специфического процесса даже в том случае, когда клинико-рентгенологические проявления первичного туберкулеза напоминали вторичный.

Следовательно, математическое моделирование диагностического процесса позволило определить наиболее информативные проявления заболевания и повысить эффективность верификации туберкулеза легких до 90,7% и 85,2% первичного и вторичного генеза соответственно.

Ключевые слова: математическое моделирование, туберкулез, дифференциальная диагностика.

Укр. пульмонол. журнал. 2013, № 4, С. 36–40.

Ільницький Григорій Іванович
Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького
кафедра медичної інформатики, асистент
кафедри фізіотерії і пульмонології, лаборант з вищою освітою
69, вул. Пекарська, м. Львів, 79010
Тел.: 38 032 270-54-83

EXPERIENCE AND PERSPECTIVES OF IMPLEMENTATION OF MATHEMATICAL MODELING IN DIAGNOSING OF PRIMARY OR SECONDARY TUBERCULOSIS

G. I. Ilnitskiy

Abstract

Based on informational technologies (IT) we performed digital evaluation of clinical, radiological and laboratory parameters of tuberculous inflammation. We defined the diagnosis effectiveness criteria. In 76 primary and 81 secondary tuberculosis cases we developed an algorithm of diagnosing, which helped to verify diagnosis in 90,7 % and 85,2 % of cases, respectively.

The aim of the study was to estimate the effectiveness of diagnosing of pulmonary tuberculosis, using mathematical model, which considered most clinical, radiological and laboratory features of disease.

Methods. Data of clinical, radiological and laboratory examination of 157 patients with pulmonary tuberculosis were analyzed, using IT modeling.

The results of the study confirmed the diagnosis in 69 of 76 patients with primary and in 69 of 81 patients with secondary tuberculosis. Thus, the algorithm, which we developed, helped to determine the origin of disease in most cases. Hence, we conclude that mathematical modeling increases the effectiveness of diagnosing of primary tuberculosis up to 90,7 % and secondary — up to 85,2 %.

Key words: mathematical modeling, tuberculosis, differential diagnosis.

Ukr. Pulmonol. J. 2013; 4: 36–40.

Grygoriy I. Ilnitskiy
Lviv national medical university, named after Danylo Galytskyi
Department of medical informatics,
assistant of department of phthisiology and pulmonology
69, Pekarska str., 79010, Lviv
Tel.: 38 032 270-54-83

Своєчасне виявлення та верифікація туберкульозу залежать безпосередньо від соціальних та епідемічних чинників, які склалися у населення і характеризуються невинним зростанням захворюваності, хворобливості та летальності [1, 3, 7, 10].

На етапі високого рівня інфікування і контагіозності, зумовленого резервуаром туберкульозної інфекції, незадовільного матеріально-технічного оснащення профіль-

них медичних установ та недостатньої ефективності проведених лікувально-профілактичних заходів, актуальним питанням є опрацювання діагностичного процесу при туберкульозі з використанням інформаційно-математичних технологій на дошпитальному (загальна медична мережа) та шпитальному (профільний стаціонар) етапах медичної допомоги населенню [2, 5, 8, 9].

Метою дослідження було підвищення ефективності верифікації туберкульозу шляхом математичного моде-

лювання найінформативніших клінічних симптомів та лабораторних параметрів захворювання з врахуванням генезу специфічного процесу.

Матеріали та методи дослідження

В основу досліджень покладені дані клінічних та лабораторних даних при туберкульозі легень різного генезу у 157 хворих, інтерпретовані на принципах інформаційно-математичного моделювання.

Одержані результати опрацьовані із застосуванням бальної системи діагностики і диференційної діагностики первинного та вторинного туберкульозу при відсутності анамнестичних даних про час виникнення первинного інфікування. Для цього був використаний спрощений варіант формули Т. Байеса [4].

Для визначення диференційно-діагностичної цінності ознак захворювання підраховували частоту їх наявності (в %) при первинному та вторинному туберкульозі. Якщо ознаку (симптом, синдром, лабораторний критерій та ін.) ділили на градації (наприклад, кашель-сухий, вологий), то для кожного з них визначали у відсотках частоту наявності кожної ознаки окремо. Всі розрахунки проводили, беручи до уваги абсолютні числа всіх клініко-лабораторних проявів захворювання у пацієнтів з первинним та вторинним туберкульозом.

Наступним етапом було визначення десятинних логарифмів отриманих цифрових характеристик, які приймалися за діагностичні коефіцієнти. Потім вичисляли різницю між "найбільшим" і "найменшим" значеннями і отриману величину вносили в графу коефіцієнту з "найбільшою" величиною, а в графу з мінімальним коефіцієнтом реєстрували "нуль". Отримані характеристики, попередньо помножені на 10, давали кінцеву кількість балів кожного симптому або параметру зокрема, підсумовуючи кількість балів із врахуванням груп спостережуваних хворих на первинний та вторинний туберкульоз, отримували вірогідну різницю в домінуванні відповідних діагностичних параметрів.

При наявності різниці суми більше як 13 балів, вірогідність правильного діагнозу була більше як 95,0 %, а вірогідність помилкового діагнозу — менше 5,0 %. Якщо різниця складала 10 балів, то вірогідність правильного діагнозу знижувалася до 91,0 %, а помилкового — збільшувалася до 9,0 % відповідно. Опрацювання отриманих результатів досліджень проводили за допомогою ліцензійних програм, які входили в пакет Microsoft Office Professional 2000 (ліцензія Russian Academic OPEN No Level № 17016297) на персональному комп'ютері IBM програмою Excel за рекомендаціями Лапач С. Н. та ін. [6].

Результати та їх обговорення

Інформаційно-математичний алгоритм було використано у 76 (48,4 %) хворих на первинний туберкульоз, у яких клініко-рентгенологічно виявляли локальні форми туберкульозу первинного генезу, що нагадували форми вторинного туберкульозу та у 81 (51,6 %) — на вторинний із загальної кількості обстежених (157 хворих).

Опрацювання інформації дало можливість встановити вірогідність окремих ознак при туберкульозі залежно від генезу специфічного процесу. В результаті запропо-

нованого алгоритму визначена оптимальна інформативність 26 найбільш важливих ознак захворювання як для поліклінічної мережі, так і профільного стаціонару. При цьому, із згаданих 26 параметрів специфічного запалення, 15 ознак склали анамнестичні і клінічні прояви захворювання (табл. 1), 5 — рентгенологічну семіотику (табл. 2), 2 — результати мікробіологічних (табл. 3) та 4 — імунобіохімічних (табл.4) критеріїв.

При оцінці діагностичної інформативності анамнестичних та клінічних проявів необхідно вказати, що для первинного туберкульозу притаманні: короткотривалий дошпитальний період (0,6) з гострим перебігом (1,8), інтенсивною загальною слабкістю (6,8), субфебрильною (3,2) та фебрильною (2,9) температурою тіла. Особливої уваги заслуговували задишка при фізичному навантаженні (1,9), периферійна лімфоаденопатія (3,2), наявність параспецифічних (7,7) та токсико-алергічних (5,2) реакцій ($p < 0,05$).

Таблиця 1

Анамнестичні та клінічні прояви (в балах)

№ п/п	Прояви	Бальна оцінка ознак	
		Первинний туберкульоз	Вторинний туберкульоз
1.	Контакт з хворим на туберкульоз	2,6	5,0*
2.	Тривалість захворювання до шпиталізації: - до 1 міс - 2-6 міс - більше 6 міс	0,6 0 0	0 1,9 3,1
3.	Перебіг захворювання: - гострий - торпідний	1,8 0	0 1,2
4.	Загальна слабкість: - помірна - нтенсивна	0 6,8*	1,6 0
5.	Підвищення температури тіла: - субфебрильна - фебрильна	3,2* 2,9*	0 0
6.	Біль в грудній клітці	0,3	0
7.	Кашель: - сухий - вологий	0 0,1	0,1 0
8.	Кровохаркання	0	0,3
9.	Задишка при фізичному навантаженні	1,9*	0
10.	Лімфоаденопатія периферійних вузлів	3,2*	0
11.	Параспецифічні реакції	7,7*	0
12.	Токсико-алергічні реакції	5,2*	0
13.	Фізикальні дані: - укорочення перкуторного звуку - слаблене дихання - сухі хрипи - вологі хрипи	2,3 2,3 1,5* 1,5*	2,1 2,1 0 0
14.	Ускладнення специфічні	12,2*	0,9
15.	Ускладнення неспецифічні	3,7	11,3*
Всього балів		59,2*	26,0

Примітка (тут і далі):* — різниця між групами спостережень вірогідна ($p < 0,05$ — 0,01).

Серед фізикальних даних враховували наявність сухих (1,5) та вологих (1,5) хрипів. Серед ускладнень, як правило, переважали специфічні (12,2) у вигляді ексудативного плевриту (полісерозиту) або туберкульозу бронха. Перечислені критерії зустрічалися вірогідно частіше при туберкульозі первинного генезу і враховувалися як при діагностиці туберкульозного запалення взагалі, так і при верифікації патогенезу специфічного процесу зокрема ($p < 0,05$).

Оцінюючи клініко-анамнестичні прояви при туберкульозі вторинного генезу, встановлена недостатня інформативність існуючих параметрів за виключенням тривалого дошпитального етапу захворювання (3,1), торпідного перебігу (1,2), помірної інтоксикації (1,6), кровохаркання (0,3) та ускладнень неспецифічного (1,3) характеру у вигляді дифузного катарально-гнійного ендобронхіту, як продрому розвитку хронічного обструктивного захворювання легень на перспективу.

Отже, підсумовуючи отриману бальну оцінку, доцільно вказати, що за результатами анамнезу та клінічних проявів захворювання залежно від генезу специфічного процесу вірогідно переважав первинний туберкульоз (59,2) стосовно вторинного (26,0) відповідно ($p < 0,01$).

Результати підрахунку бальної оцінки рентгенологічних ознак специфічного запалення (табл. 2) при первинному та вторинному туберкульозі сумарно не відрізнялися (13,2 та 11,7 відповідно) і вірогідно не залежали від генезу захворювання. В той же час, ряд ознак при первинному туберкульозі заслуговували на увагу, параметри яких були високоінформативними. В першу чергу це стосувалося прикореневої (2,3) та середньонижньчаточної (4,0) локалізації процесу в поєднанні з інфільтрованим коренем (3,2), а при вторинному туберкульозі мали місце вірогідно частіше ураження верхніх часток (0,9) легень на тлі посиленого деформованого легеневого малюнку (3,2).

Результати мікробіологічних досліджень вказували, ймовірно, на якісний характер показників, що важливо при верифікації туберкульозу як окремої нозологічної форми (табл. 3). При цьому, окремі параметри мікробіологічного спектру, з урахуванням методу визначення

Таблиця 2

Рентгенологічна семіотика (в балах)

№ п/п	Прояви	Бальна оцінка ознак	
		Первинний туберкульоз	Вторинний туберкульоз
1.	Локалізація процесу:		
	- верхньочасткова	0	0,9*
	- прикоренева	2,3*	0
	- середньонижньчаточнова	4,0*	0
2.	Кількість порожнин розпаду:		
	- поодинокі	2,5	2,9
	- множинні	0	1,8*
3.	Розмір порожнин розпаду:		
	- до 2 см	1,2	0
	- 2-4 см	1,0	0
	- більше 4 см	0	2,9*
4.	Посилені деформований легенево-малюнок	0	3,2*
5.	Розширений інфільтрований корінь	3,2*	0
Всього		13,2	11,7

мікобактерій туберкульозу та їх кількісної характеристики (помірне, масивне), вірогідно не залежали від генезу специфічного запалення, що підтверджено сумою балів (9,2 та 11,6 відповідно).

Таблиця 3

Мікробіологічні критерії (в балах)

№ п/п	Прояви	Бальна оцінка ознак	
		Первинний туберкульоз	Вторинний туберкульоз
1.	Наявність мікобактерій туберкульозу (скопічно):		
	- помірне (1 +)	1,2	1,1
	- масивне (2 +, 3 +)	0,7	1,1
2.	Наявність мікобактерій туберкульозу (посівом):		
	- помірне (1 +)	5,2*	3,1
	- масивне (2 +, 3 +)	2,1	6,3*
Всього балів		9,2	11,6

Таблиця 4

Імуно-біохімічні критерії (в балах)

№ п/п	Прояви	Бальна оцінка ознак	
		Первинний туберкульоз	Вторинний туберкульоз
1.	Зміни в гемограмі:		
	- підвищена ШОЕ	2,4*	1,2
	- лімфоцитоз	1,6	1,1
	- лімфопенія	1,7	1,4
2.	Зміни в клітинному імунітеті:		
	- зменшення Е-РУК на 30 % і більше	1,4	1,1
	- зменшення Еа-РУК на 30 % і більше	1,5	1,2
	- пригнічення РБТЛ з ФГА на 30 % і більше	1,8	1,7
3.	Інтенсивність туберкулінової алергії:		
	- гіперергічна туберкулінова проба Манту	5,7*	0
	- збільшення І-РУК на 30 % і більше	2,6*	0,3
	- збільшення РБТЛ з ППД на 30 % і більше	4,6*	2,0
4.	Активізація біохімічних параметрів:		
	- підвищення трансферину	4,1	2,3
	- збільшення гаптоглобіну	5,1	4,9
	- ростання церулоплазміну	5,0	4,7
Всього		37,5*	21,9

За результатами досліджень периферійної крові патогномонічних відмінностей окремих показників не виявлено, і вони не змінювалися з урахуванням генезу, туберкульозного процесу (табл. 4). Аналогічні результати, які не залежали від генезу специфічного запалення (первинний, вторинний), стосувалися параметрів клітинного імунітету та біохімічного гомеостазу організму пацієнтів.

На увагу заслуговували показники інтенсивності туберкулінової алергії, які вірогідно були вищими при туберкульозі первинного генезу. Зокрема, це стосувалося гіперергічної проби Манту з 2 ТО ППД-Л (5,7), інтенсивного підвищення І-РУК (2,6) та РБТЛ з ППД-Л (4,6). При

цьому сума бальної оцінки була вірогідно вищою при первинному (37,5) туберкульозі стосовно вторинного (21,9) відповідно ($p < 0,01$).

Таблиця 5

Підсумковий алгоритм математичного моделювання (в балах)

№ п/п	Прояви, семіотика, критерії	Бальна оцінка ознак	
		Первинний туберкульоз	Вторинний туберкульоз
1.	Анамнестичні та клінічні прояви	59,2*	26,0
2.	Рентгенологічна семіотика	13,2	11,7
3.	Мікробіологічні критерії	9,2	11,6
4.	Імуно-біохімічні критерії	37,5*	21,9
Всього		119,1*	71,2

Узагальнюючи бальні величини (табл. 5) при туберкульозі залежно від характеру оцінки критеріїв прояву захворювання, слід вказати на високу інформативність анамнестичних та клінічних ознак (59,2 і 26,0 відповідно) та імуно-біохімічних критеріїв (37,5 і 21,9 відповідно) при первинному генезі туберкульозного процесу стосовно вторинного, що підтверджено також підсумковим алгоритмом математичного моделювання (119,1 і 71,2) відповідно ($p < 0,01$).

Таким чином, використані 26 основних ознак захворювання дозволили отримати достатньо вагому діагностичну інформацію і, в переважній більшості випадків, надійно прогнозувати тип перебігу туберкульозного процесу (первинний, вторинний).

Одержані дослідження (табл. 5) показали, що для первинного туберкульозу максимальний бал становив 119,1, а для вторинного — 71,2. Про первинність процесу свідчили коливання балів від 71,2 до 119,1, а про вторинність — нижче 71,2. При правильній оцінці анамнестичних та клінічних проявів захворювання і рентгенологічної семіотики (табл. 1, табл. 2) можна одержати 75,0 % необхідної інформації у математичному моделюванні туберкульозу, а лабораторні (мікробіологічні та імуно-біохімічні) критерії (табл. 3, табл. 4) доповнювали цю інформацію ще на 25,0 %. При цьому сума балів при туберкульозі первинного генезу становила 89,3 і 29,8, а для вторинного — 53,4 і 17,8 відповідно. Ці результати свідчили про вірогідність математичного моделювання симптомокомплексу первинного туберкульозу відносно

вторинного, при якому різниця суми балів анамнестично-клінічних (59,2) та рентгенологічних (37,5) даних становила 21,7, а мікробіологічних (44,6) та імуно-біохімічних (33,5) критеріїв — 11,1 відповідно, ($p < 0,01$).

Таким чином, при оцінці отриманих результатів виявилось, що у хворих на первинний туберкульоз правильний діагноз був встановлений у 90,7 % (69 хворих із 76), а на вторинний туберкульоз — у 85,2 % (69 хворих із 81). Отже, частота діагностичних помилок при специфічному процесі первинного генезу становила 9,3 % (7 випадків із 76), а вторинного генезу — 14,8 % (12 випадків із 81). Ці дані засвідчили, що запропонований алгоритм у більшості хворих дав можливість встановити генез специфічного процесу тоді, коли клініко-рентгенологічні прояви первинного туберкульозу нагадували ідентичні форми вторинного туберкульозу.

Необхідно також відзначити, що різниця суми балів між первинним та вторинним туберкульозом повинна бути не менше 13, тоді ця різниця буде вірогідною. Не було доцільності застосовувати бальну систему діагностики, коли клініко-рентгенологічні та анамнестичні критерії дозволяли встановити генез специфічного процесу при наявності даних про виникнення процесу під час первинного інфікування (туберкулінового віражу) і рентгенологічно визначали "некласичні" форми первинного туберкульозу (вогнищевий, інфільтративний, дисемінований) або при вторинному туберкульозі — при наявності даних стосовно перенесеного туберкульозу в минулому.

Висновки

1. Інноваційні технології моделювання туберкульозу дозволяли вибрати найінформативніші ознаки для диференційної діагностики генезу захворювання за математичним алгоритмом і підвищити ефективність верифікації захворювання до 90,7 % при первинному та до 85,2 % – при вторинному генезі специфічного запалення.
2. За сумою балів можна з високою вірогідністю судити про генез патологічного процесу у тому випадку, коли виникали труднощі у встановленні часу первинного інфікування або клініко-рентгенологічні прояви первинного туберкульозу нагадували ідентичні форми вторинного специфічного процесу.
3. Запропонована технологія діагностики первинного і вторинного туберкульозу достатньо інформативна і може бути використана як на етапі первинної медико-санітарної допомоги, так і в умовах фтизіатричного стаціонару.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білозір, Л. І. Туберкульоз легень у дітей підліткового віку (епідеміологія, виявлення, клініка, діагностика, лікування, профілактика) [Текст] / Л. І. Білозір // Дис...д-ра мед.наук. – Київ, 2012. – 40 с.
2. Костроміна, В. П. Інфільтративний туберкульоз у дітей в сучасних умовах [Текст] / В. П. Костроміна, О. І. Білогорцева, О. В. Деркач // Укр. пульмонолог. журнал. – 2005. – № 2. – С 24–27.
3. Фещенко, Ю. І. Туберкульоз у дітей та підлітків в Україні. Динаміка основних показників за 10 років [Текст] / Ю. І. Фещенко, О. І. Білогорцева // Укр. пульмонолог. журнал. – 2006. – № 2. – С 27–29.
4. Антонов, И. П. Справочник по диагностике и прогнозированию нервных болезней в таблицах и перечнях [Текст] / И. П. Антонов,

REFERENCES

1. Bilozir LI. *Tuberkuloz legen u ditey pidlitkovogo viku (epidemiologiya, vyavleniya, klinika, diagnostyka, likuvannya, profilaktyka)* (Pulmonary tuberculosis in adolescents (epidemiology, detection, symptoms, diagnosis, treatment, prevention)). The dissertation of Doctor of Medicine. Kyiv, 2012. 40p.
2. Kostromina VP, Bilogortseva OI, Derkach OV. *Infiltrativnyy tuberkuloz u ditey v suchasnykh umovakh* (Infiltrative tuberculosis in children at modern conditions). *Ukr. Pulmonol. Zhurnal.* 2005;2:24–27.
3. Feshchenko Yul, Bilogortseva OI. *Tuberkuloz u ditey ta pidlitkiv v Ukraini. Dynamika osnovnykh pokaznykiv za 10 rokiv* (Tuberculosis in children and adolescents in Ukraine. Dynamics of main indexes for 10

- Я. А. Лупьян // Минск: Беларусь. – 1986. – 288 с.
5. Ильницкая, Л. И. Выявление туберкулеза органов дыхания среди подросткового населения на этапе первичного лечебного звена [Текст] / Л. И. Ильницкая // Пробл. туберкулеза и болезней легких. – 2008. – № 11. – С. 28–30.
 6. Лапач, С. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel [Текст] / С. Н. Лапач // Киев: Морион, 2000. – 319 с.
 7. Митинская, Л. А. Новые технологии при профилактике, выявлении, диагностике и лечении туберкулеза у детей [Текст] / Л. А. Митинская // Пробл. туберкулеза. – 2003. – № 1. – С. 19–25.
 8. Овсянкина, Е. С. Основные факторы риска развития туберкулеза у детей и подростков [Текст] / Е. С. Овсянкина, М. Ф. Губкина // Пробл. туберкулеза. – 2005. – № 7. – С. 10–13.
 9. Сиренко, И. А. Значимость групп риска в детской фтизиатрии [Текст] / И. А. Сиренко // Пробл. туберкулеза и болезней легких. – 2006. – № 9. – С. 31–33.
 10. Фирсова, В. А. Туберкулез у подростков: диагностика, клиника, лечение [Текст] / В. А. Фирсова // Пробл. туберкулеза. – 2003. – № 3. – С. 23–26.
4. Antonov IP, Lupyan YaA. *Spravochnik po diagnostike i prognozirovaniyu nervnykh bolezney v tablitsakh i perechnyakh* (Handbook for diagnosis and prediction of neurological diseases in tables and lists). Minsk: Belarus, 1986. 288p.
 5. Ilnitskaya LI. *Vyyavleniye tuberkuloza organov dykhaniya sredi podrostkovogo naseleniya na etape pervichnogo lechebnogo звена* (Detection of pulmonary tuberculosis among the teenage population in the primary medical care). *Probl. tuberkuloza i bolezney legkikh*. 2008;11:28–30.
 6. Lapach SN. *Statisticheskiye metody v mediko-biologicheskikh issledovaniyakh s ispolzovaniyem Excel* (Statistical methods using Excel in biomedical studies). K: Morion, 2000. 319 p.
 7. Mitinskaya LA. *Novyye tekhnologii pri profilaktike, vyyavlenii, diagnostike i lechenii tuberkuloza u detey* (New technologies in the prevention, detection, diagnosis and treatment of TB in children). *Probl. Tuberkuloza*. 2003;1:19–25.
 8. Ovsyankina ES, Gubkina MF. *Osnovnyye faktory riska razvitiya tuberkuloza u detey i podrostkov* (The main risk factors for tuberculosis in children and adolescents). *Probl. Tuberkuloza*. 2005;7:10–13.
 9. Sirenko IA. *Znachimost grupp riska v detskoj ftiziatrii* (The importance of risk groups in child TB). *Probl. tuberkuloza i bolezney legkikh*. 2006;9:31–33.
 10. Firsova VA. *Tuberkuloz u podrostkov: diagnostika, klinika, lecheniye* (Tuberculosis in adolescents: diagnosis, clinical features, treatment). *Probl. Tuberkuloza*. 2003;3:23–26.