

Статистический анализ динамики эпидемиологических показателей туберкулеза в Армении

О. В. Григорян¹, Н. Г. Тоноян², Е. П. Стамболцян²,
И. А. Сафарян¹, Е. А. Арутюнян¹

¹Институт проблем информатики и автоматизации НАН РА и ЕрГУ
²Кафедра фтизиатрии Национального института здравоохранения РА

Резюме

Изучается динамика и структура основных эпидемиологических показателей туберкулеза (заболеваемость и смертность) в городах Ереване и Гюмри за 1987—1997 г. Установлены годы наиболее значимых изменений показателей заболеваемости и смертности.

1. Введение

Последние годы во многих регионах мира и, в частности, в Армении отмечается рост туберкулезных заболеваний. Это обстоятельство выдвигает перед исследователями и организаторами здравоохранения задачу анализа и прогноза тенденций изменения эпидемиологической ситуации по туберкулезу для разработки мероприятий по профилактике и лечению. Сравнение основных эпидемиологических показателей туберкулеза (заболеваемость, болезненность, смертность) за 1997 год по отношению к 1987 году, проведенное в работе [1], показало ухудшение эпидемиологической обстановки в республике. Цель настоящей работы исследование структуры (т. е. распределения по половозрастным группам) и динамики этих изменений.

Исследование динамики заключается в выявлении тенденций во временных рядах эпидемиологических показателей, сравнении тенденций для различных регионов республики или мира, а так же в определении моментов наиболее значимых изменений в этих временных рядах. Статистические методы анализа применяемые в эконометрии [2] были использованы в настоящей работе для медицинских исследований.

Нами были исследованы распределения изменений за 1997 г. по сравнению с 1987 г. по половозрастным группам показателей заболеваемости и смертности в городах Ереван и Гюмри. Выбор 1987 г. обусловлен тем, что это год предшествующий землетрясению и изменениям организации системы здравоохранения, обусловленных переменами социально-политической обстановки. Города Ереван и Гюмри были выбраны как два наиболее крупных города республики, один из которых не понес заметного ущерба от землетрясения, а другой сильно пострадал. Определены годы наиболее значимых изменений во временных рядах частот заболеваемости и

смертности с 1987 по 1997 гг. для города Гюмри и проведено сравнение изменений этих показателей с данными по Еревану с 1992 по 1997 гг.

2. Распределение изменений по половозрастным группам

Обычно в эпидемиологической статистике для показателей заболеваемости, смертности и т. д. применяются так называемые интенсивные показатели [3], [4], [5] представляющие частоту событий на 100 тысяч населения.

В настоящей работе мы используем обычные групповые частоты показателя обозначаемые x_{ijk} . Здесь индекс i означает группу пола ($i=1$ — мужчины, $i=2$ — женщины, $i=3$ — оба пола), $j=\overline{1,4}$ возрастную группу и индекс $k=\overline{1,2}$ город либо год в зависимости от того, сравниваются частоты двух городов, либо двух годов. Рассматриваются четыре возрастные группы населения: дети: 0 — 14 лет, подростки и взрослые: 15 — 34 лет, 35 — 59 лет и старше 60 лет.

При определении значимости изменений групповых частот, мы предположим, аналогично [3], что одна из двух сравниваемых частот x_{ijk_1} совпадает с вероятностью p_{ijk_1} . На основании второй x_{ijk_2} проверяем гипотезу $H_0: p_{ijk_2} = p_{ijk_1}$, используя при этом статистику

$$Z_0(k_1/k_2) = \frac{x_{ijk_2} - p_{ijk_1}}{\sqrt{x_{ijk_2}(1-x_{ijk_2})/N_{ijk_2}}},$$

которая при достаточно большом числе наблюдений в группе N_{ijk_2} имеет асимптотически стандартное нормальное распределение.

Гипотеза H_0 отвергается для положительных значений Z_0 в пользу альтернативы $H_1^*: p_{ijk_2} > p_{ijk_1}$ при выполнении неравенства $Z_0 > Z_{1-\alpha}$, а для отрицательных значений Z_0 в пользу альтернативы $H_1^-: p_{ijk_2} < p_{ijk_1}$ при выполнении неравенства $Z_0 < Z_\alpha$. При этом значения $Z_{1-\alpha}$ и Z_α определяются из соотношений $\Phi(Z_{1-\alpha}) = 1 - \alpha$ и $\Phi(Z_\alpha) = \alpha$, где $\Phi(\cdot)$ — функция стандартного нормального распределения и α — заранее выбранный уровень доверительной вероятности, например $\alpha = 0.05$.

Групповые частоты заболеваемости по Еревану в 1997 г. в сравнении с 1987 годом представлены в таблице 1, из которой видно, что показатель заболеваемости по Еревану значимо возрос в 1997 по сравнению с 1987 годом, причем намного более значимо у мужчин, чем у женщин во всех возрастных группах, за исключением группы 15 — 34 лет.

Общая частота заболеваемости между городами Ереван и Гюмри отличается незначимо. В 1987 г. $Z_0 = 0.168$, а в 1997 г. $Z_0 = -0.353$. Это позволяет сделать вывод о том, что рост показателя заболеваемости туберкулезом (в отличие от онкозаболеваний, ср. [6]) обусловлен не стрессом связанным с сильным землетрясением 1988 года вблизи от Гюмри, а другими факторами. При сравнении показателей смертности получены следующие значения в 1987 г. $Z_0 = 4.058$, а в 1997 г. $Z_0 = 1.47$. Таким образом, частота смертности в Гюмри значимо превышает соответствующую частоту в Ереване в 1987 г., а в 1997 г. это превышение незначимо. При незначимом различии в частотах заболеваемости значимое различие в частотах смертности говорит о более высоком уровне медицинского обслуживания в Ереване по сравнению с Гюмри, а также о том, что после землетрясения, благодаря международной помощи, медицинское обслуживание населения в городе Гюмри

улучшилось.

Таб. 1. Групповые частоты заболеваемости туберкулезом в 1987 и 1997 гг.

Возраст (в годах)	Ереван	Частота			Z_0		
		мужчины	женщины	общая	мужчины	женщины	всего
0-14	1987	0.0001077	0.0001911	0.0001486	2.4097799	-2.957941	-0.8828966
	1997	0.0001736	0.0000805	0.0001283			
15-34	1987	0.0003843	0.0001074	0.0002427	4.8368599	6.8285134	7.6345319
	1997	0.0005999	0.0002682	0.0004338			
35-59	1987	0.0004618	0.0001003	0.0002722	3.9365737	2.9531731	4.6471801
	1997	0.0006520	0.0001622	0.0003897			
старше 60	1987	0.0002916	0.0000620	0.0001514	2.3894576	0.1976157	2.5466276
	1997	0.0004495	0.0000672	0.0002308			
все возр.	1987	0.0003215	0.0001215	0.0002178	7.6545826	3.0761103	8.1062744
	1997	0.0004983	0.0001636	0.0003248			

3. Анализ временных рядов показателей заболеваемости и смертности

При выявлении тенденции изменений (анализе тренда) временных рядов эпидемиологических показателей, обычно получают некоторую регрессионную кривую, отражающую изменение этих показателей во времени, а затем определяют момент изменения статистических свойств этой кривой [7]. При большом числе наблюдений и отсутствии тренда во временном ряду момент изменения определяют по исходным данным. При совпадении оценок моментов изменения полученных по временным рядам различных показателей (или различных городов) можно говорить об изменениях эпидемиологической ситуации.

Временные ряды показателей заболеваемости и смертности по данным города Гюмри за период 1987-1997 представлены в таблице 2 и на рис. 1.

Для коротких временных рядов обычные методы обнаружения моментов изменения, как например, примененные в [8], оказываются неэффективными. Поэтому в данном случае для обнаружения момента изменения мы используем параметрическую статистику Z_0 , вычисленную в скользящем окне минимального размера $K=2$. Значения статистики Z_0 , а также достигаемый уровень значимости, так называемое р-значение (p-value), приведены в таблице 2. Для вычисления р-значений применен вероятностный калькулятор статистического пакета STATISTICA [9].

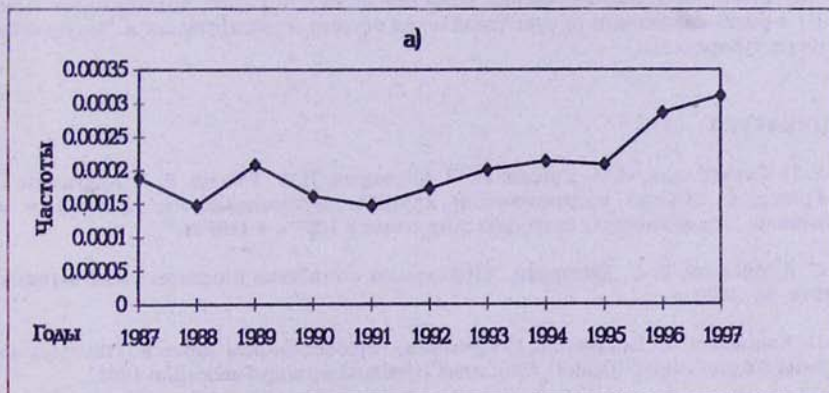
При доверительной вероятности $\alpha=0.05$ во временном ряду заболеваемости обнаружены 2 точки значимого увеличения: $Z_0(1988/1989)=2.24$ и $Z_0(1995/1996)=2.46$. Значимых изменений в сторону уменьшения во временном ряду заболеваемости нет. Во временном ряду смертности обнаружены три точки значимого увеличения $Z_0(1989/1990)=1.94$, $Z_0(1993/1994)=1.89$, $Z_0(1996/1997)=5.01$ и две точки значимого уменьшения $Z_0(1991/1992)=-2.13$ и $Z_0(1995/1996)=-3.45$. Таким образом, по данным города Гюмри во временном ряду показателя

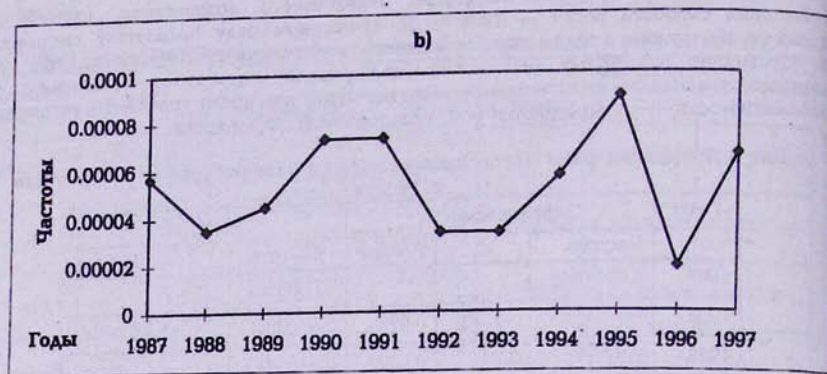
заболеваемости обнаружена тенденция монотонного возрастания, причем год изменения скорости роста — 1996-й. Во временном ряду показателя смертности тренд не обнаружен, а годом скачкообразного возрастания смертности является 1997-й. Сравнение временных рядов заболеваемости и смертности показывает, что значимое увеличение смертности происходит через год после значимого увеличения заболеваемости, т. е. наблюдается рост одногодичной летальности.

Таб. 2. Временные ряды частот заболеваемости и смертности от туберкулеза г. Гюмри

Годы	Заболеваемость			Смертность		
	Частота	Z_0	P-value	Частота	Z_0	P-value
1987	0.0001882			0.0000569		
1988	0.0001474	-1.43	0.0764	0.0000346	-1.42	0.0778
1989	0.0002079	2.24	0.0125	0.0000445	0.76	0.2236
1990	0.0001607	-1.48	0.0694	0.000073	1.94	0.0262
1991	0.0001466	-0.503	0.3075	0.0000733	0.016	0.4936
1992	0.0001724	0.97	0.1661	0.0000335	-2.13	0.01659
1993	0.0002003	0.59	0.2776	0.0000333	0.016	0.4936
1994	0.000213	0.41	0.3409	0.000057	1.89	0.0294
1995	0.000208	-0.16	0.4364	0.0000901	2.014	0.0221
1996	0.0002852	2.46	0.007	0.0000189	-3.45	0.0003
1997	0.000311	0.70	0.242	0.0000662	5.01	0

Рис. 1. Временные ряды заболеваемости (а) и смертности (б) по данным города Гюмри





По Еревану данные о заболеваемости и смертности были обработаны с 1992 по 1997. Результаты обработки показывают согласованность с данными по Гюмри.

4. Выводы

- В 1997 году по отношению к 1987 году показатель заболеваемости туберкулезом значительно возрос в трех возрастных группах: 15 — 34 лет, 35 — 59 лет, и старше 60 лет.
- Общая частота заболеваемости между городами Ереван и Гюмри отличается незначительно, т. е. фактор стресса не оказывает значимого воздействия на заболеваемость туберкулезом.
- Выявлена тенденция монотонного возрастания во временном ряду заболеваемости по данным города Гюмри за 1987 — 1997 годы.
- Во временном ряду смертности тенденция монотонного изменения отсутствует. Однако значимое возрастание во временном ряду смертности происходит через год после значимого изменения заболеваемости. Этот факт подтверждает вывод [1] о росте смертности за счет увеличения остропрогрессирующих и запущенных форм туберкулеза.

Литература

- [1] Е. П. Стамболцян, И. А. Сагоян, Н. П. Маркарян, Н. Г. Тоноян, Е. А. Арутюнян, О. В. Григорян, "Анализ эффективности противотуберкулезных мероприятий и их влияние на эпидемическую ситуацию в Армении в 1987 и в 1997 гг."
- [2] С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян, "Прикладная статистика и основы эконометрики", Юнити, М., 1998.
- [3] D. Kleinbaum, L. Kupper, H. Horgenstern, "Epidemiological Research. Principles and Quantitative methodes." Belmont, California; Lifetime Learning Publication 1982.
- [4] P. Elliott, J. Cuzick, D. English and R. Stern, "Geographical and Environmental Epidemiology: Methods for Small-Area Studies", Oxford Univ. Press, 1992.

- [5] J. Esteve, E. Benhamou and L. Raymond, "Descriptive epidemiology", Intern. Agency for Research on Cancer, Lyon, 1994.
- [6] Е. А. Арутюнян, Г. К. Базилян, О. В. Григорян, П. А. Петросян, "Статистический анализ влияния сильного стресса на уровень заболеваемости населения раком", Математические вопросы кибернетики и вычислительной техники, т. 19, Ереван, 1998, с. 94-97.
- [7] M. Neuhäuser, L. A. Hortorn, "Adaptive tests for trend". In: Industrial Statistics (P. Ch. Kitsos, Edler Lutz (Eds.)) Physica-Verlag 1997, p. 269-273.
- [8] I. A. Safarian, E. A. Haroutunian, H. V. Grigorian, "A rank test for change point detection in the epidemic alternative case." Abstracts of communication of 7th Vilnius Conference on Probability Theory and Mathematical Statistics. Vilnius 1998, p. 397.
- [9] В. П. Боровиков, И. П. Боровиков, СТАТИСТИКА "Статистический анализ и обработка данных в среде Windows". Филянь М. 1998.