

環境要因が影響した結核集団感染の1例

¹松本 健二 ¹辰巳 朋美 ¹有馬 和代 ¹甲田 伸一
¹吉田 英樹 ²神谷 教子 ³下内 昭

要旨：〔目的〕換気回数や空気の流れなど、環境要因の違いが感染リスクの差につながった事例を経験したので報告する。〔対象と方法〕初発患者は、9カ月間呼吸器症状のあった後に結核と診断された。職業は各種学校の講師で、A校・B校に勤務していた。職場の接触者数は、講師・スタッフ66名と生徒446名であった。症状出現から最終出勤日までの授業数はA校・B校ともに通常講座24回、短期講座21回であった。〔結果〕講師・スタッフの健診では潜在性結核感染症（Latent tuberculosis infection, LTBI）治療適用者が1名発見された。この結果から、生徒のうち30名の最濃厚接触者と、8時間以上接触のあった240名に健診を実施した。生徒の健診結果の合計は、A校（対象者162名）：発病1名、QuantiFERON®-TB 2nd Generation（QFT）陽性7名、判定保留1名、陰性/陰性扱い（QFT陰性、ツベルクリン反応発赤20mm未満、既感染者を含む）147名、未受診6名。B校（対象者108名）：発病0名、QFT陽性0名、判定保留4名、陰性/陰性扱い98名、判定不可1名、未受診5名。発病者、QFT陽性者はA校のみであることが判明したため、接触状況は同等の2校での感染の違いは環境要因であると考え、当初不明であった換気回数を再調査した。換気回数はA校で0.45～1回/時間と悪く、B校は3.57～7回/時間と良好であった。空気の流れもA校では講師から生徒側、B校ではその逆であった。〔考察〕換気回数や空気の流れが感染に大きな影響を及ぼすことがわかった。疫学調査において環境要因の把握に努め、換気的重要性を啓発していくことが重要であると考えられた。

キーワード：接触者健診、感染リスク、QFT、換気回数、空気の流れ

I. はじめに

大阪市では2002年より、市内24区にある保健福祉センターあるいは市外の保健所からの結核集団接触者健診の依頼があったものに対して、大阪市保健所の検討会にて健診の必要性を判断してきた。その判断材料として、初発患者の排菌量や、咳の有無、接触時間、接触状況、環境要因（部屋の広さ、換気回数）などの感染リスクを評価し、接触者健診の要否や、健診の範囲や内容を決定してきた。これまで接触者の感染の有無や、二次患者の発生と感染リスクは強い関連を認めてきた¹⁾²⁾。

今回、感染リスクの要因としての患者側の要因は同一であったが、換気回数や空気の流れなど異なる環境にある2つの場所において、環境要因の違いが感染に影響し

たとえられる事例を経験したので報告する。

II. 対象と方法

（1）初発患者

初発患者は53歳の男性で、1988年より各種学校（以下、学校）A校・B校の非常勤講師であった。2007年9月頃より咳・痰が出現し、近医で気管支喘息の診断で治療を受けていた。学校への最終出勤日は2008年2月19日で、2008年6月6日に肺結核の発生届が出された。発見の遅れは約9カ月であった。病型はbI3で、塗抹3+、培養+、同定TB-PCR+であった。過去の結核既往歴はなかった。家族は直後健診で、同居家族2名が発病、1名が潜在性結核感染症（Latent tuberculosis infection, LTBI）と診断された。

¹大阪市保健所、²大阪市北区保健福祉センター、³結核予防会結核研究所

連絡先：松本健二、大阪市保健所、〒545-0051 大阪府大阪市阿倍野区旭町1-2-7-1000
(E-mail: ke-matsumoto@city.osaka.lg.jp)
(Received 30 Aug. 2010/Accepted 26 Oct. 2010)

(2) 接触者健診

結核の発生届を受けた患者在住の保健所より、患者の勤務していた学校のある大阪市保健所に接触者健診の検討依頼があった。健診対象となったのは、大阪市内にある勤務先の学校で、A校、B校の2校であった。接触者数は講師46名・スタッフ20名と生徒446名であった。職員健診は社員のみで、非常勤は希望者のみ受診可能となっていた。そのため、非常勤講師であった患者は2006年5月より胸部X線検査を受けていなかった。

呼吸器症状出現から最終出勤日までの授業数はA校・B校ともに通常講座24回、短期講座21回であった。1回の授業時間は60～90分、平均受講者数は約50名で、最大79名であった。施設環境は、講師室はB校のほうが広がった。生徒を教える教室は複数使用しており、広さはA校が50 m²と88 m²、B校は88 m²、99 m²、101 m²であり、B校で広い教室を使用することが多く、座席数あたりの広さもB校で広がった (Table 1)。換気回数とともに当初不明であった。このような情報から、接触者健診をどのように進めていくのか、保健所で検討を行った。初回の検討では初発患者の感染性の高さは明らかであったが、環境要因としてA校、B校で差をつけることはなく、感染リスクの指標として接触時間などの接触状況が検討された。

接触状況から生徒への健診の必要性は認められたが、

大半が学校を卒業しており所在地の確認が必要な状況であった。そこでまず講師・スタッフの健診〔(胸部X線検査55名、ツベルクリン反応検査 (ツ反)・QuantiFERON®-TB 2nd Generation (QFT) 17名)〕を実施し、その結果に基づき生徒の健診対象範囲を決定することにした。

Ⅲ. 結 果

大阪市では、集団接触者健診で感染診断を行う場合、ツ反発赤30 mm以上の者にQFTを実施し、陽性者が発見された場合、ツ反20 mm以上の者へ順次拡大する方法で実施している。

Table 2は健診の第一段階である講師・スタッフの健診結果である。初発患者の発病から半年以上たっていることから、直近の職場健診を受けている11名を除く55名を胸部X線検査の対象とした。このうち53名が受診し、全員異常なしであった。感染診断は6時間以上接触のあった17名に対して実施した。結果は1名がQFT陽性のためLTBI治療適用となった。

この結果から、生徒のうち30名を最濃厚接触者 (生徒第1グループ) として健診を実施した。QFT陽性者が複数出たため、ツ反発赤20 mm以上に拡大してQFTを実施した。対象者30名のうち、QFT陽性者が3名発見され、LTBI治療適用となった (Table 3)。

この時点で、最終接触から7カ月が経過しており、段

Table 1 Circumstances of vocational school

	No. of usually course (2007.9.10～2007.12.5)	No. of short-term course (2007.12.21～2008.2.19)	Space of instructors room (m ²)	Space of schoolroom (m ²) [No. of seats]
School A	24	21	44	50 [52], 88 [78]
School B	24	21	72	88 [68], 99 [79], 101 [79]

Duration of a course: 60～90 minutes

Table 2 Contact group investigations of instructors and staff

	Chest X-ray		TST・QFT		
	No. tested	n.p.	No. tested	Erythema in TST < 30 mm or Negative QFT	Positive QFT
Instructors/staff	53	53	17	16	1

TST: tuberculin skin test QFT: QuantiFERON®-TB 2nd Generation
n.p.: nothing particular

Table 3 Students Group 1 (close contacts)

	No. tested	TST・QFT		Others
		Erythema in TST < 20 mm or Negative QFT	Positive QFT	
School A	17	13	3	No examination: 1
School B	13	12	0	Past history of LTBI treatment: 1
Total	30	25	3	2

LTBI: latent tuberculosis infection

階的に健診を拡大する時間の余裕がなく、8時間以上接触のあった生徒240名（生徒第2グループ）に健診を拡大し、かつ、ツ反を省略して最初からQFTを実施した。

Table 4は生徒全体（生徒第1・2グループ）の結果である。対象者270名中発病者1名、QFT陽性7名、判定保留5名、陰性/陰性扱い等（QFT陰性とツ反発赤20 mm未満と既感染者を含む）245名であった。Tableのように、発病者、QFT陽性はA校からのみ発見されていた。

その結果を受けて、接触状況はほぼ同等の2校で感染者発生の違いがあるのは環境要因にあるのではないかと推測された。そこで、当初不明であった換気回数を再調査する必要があると判断した。このことを学校側も了解し、自主的に専門業者に依頼して換気回数の調査が行われた。その結果、A校は1時間あたり0.45～1回、B校は3.57～7回と、A校は換気が悪く、B校は良好であった。また、空気の流れもA校では講師から生徒側へ、B校では生徒から講師側へと流れていることが判明した（Table 5）。

これらの結果より、A校は換気が悪く、空気の流れも不利に作用し、また教室もB校に比べ狭かったことなど環境要因の差がA校での感染の拡大を招いたと判断した。したがって、A校は、発病者、QFT陽性者が複数出ていることから、「判定保留」はLTBI治療適用とし、B校は換気良好、QFT陽性は出ていないことから、「判定保留」は陰性扱いとした。

Ⅳ. 考 察

これまでに結核の感染リスクの指標として、初発患者の感染性の高さや、接触者との環境要因が重要であると数多く報告されてきた^{3)~8)}。本事例は感染リスクの要因としての患者側の要因は同一であったが、換気回数や空気の流れなど異なる環境にある2つの場所での感染の状

況の違いを再確認できたため、今後の感染リスクを評価するうえで有用であると考えられた。

豊田⁹⁾は中学校における結核集団感染において、過密して換気の少ない教室の環境や、初発患者の教室の位置から動線の交わったものへの感染など環境要因が重要であったと報告した。また、Furuyaら¹⁰⁾はインターネットカフェの数学的モデルケースでの検討で、結核感染のリスクを下げるために適切な換気条件が重要であると述べている。渡瀬¹¹⁾はシミュレーションのモデルに基づき、絶対値として個々の事例に適用できるものとはいえないとしながらも、感染単位の増加、接触時間の増加、気積（空気容積）の減少に伴い感染リスクが上昇することを示した。

今回、われわれの報告した事例では同一の初発患者が環境要因の異なる2つの場所（A校、B校）で多くの接触者と接触があった。当初A校の室内容積がB校より狭く、座席数あたりの容積も狭いということはわかっていたが、両校で環境要因に差があるということは考えていなかった。したがって、初発患者の感染性の高さや接触時間などの接触状況を指標に健診計画を進めていった。しかし、健診を進めていく過程で発病者、QFT陽性者はA校のみであることが確認され、B校ではQFT陽性者、発病者とも0であった。そこで、接触状況は同等の2校での感染の違いは環境要因にあると考え、当初不明であった換気回数を再調査した。A校はB校に比べて換気回数は少なく、空気の流れもA校では講師から生徒側、B校ではその逆であった。加えて室内容積がA校のほうが狭かったことも影響し、両校に大きな差が生じたと考えられた。

前述の豊田⁹⁾も教室の換気回数が少なかったことだけではなく、教室から廊下への空気の流れが感染の拡大につながった可能性があるとして報告した。また、われわれの

Table 4 Examination results in all of students tested (Group 1, Group 2)

	No. tested	onset	QFT				No examination
			Positive	Doubtful	Negative/ handled as negative*	Indeterminate	
School A	162	1	7	1	147	0	6
School B	108	0	0	4	98	1	5
Total	270	1	7	5	245	1	11

Negative/handled as negative*: Negative QFT 232, Erythema in TST <20 mm 8, Past history of LTBI treatment or TB treatment 5

Table 5 Ventilation of school

	Ventilation frequency	Flow of air
School A	0.45～1/hour	From the instructor side to the student side
School B	3.57～7/hour	From the student side to the instructor side

経験した高齢者施設の集団感染事例でも、初発患者が廊下を徘徊していたため廊下から各部屋への空気の流れが感染の拡大につながった可能性があると考えられた。

今回、初発患者の発病から診断まで約9カ月を要した。病型はbI3で、喀痰塗抹3+、咳症状が続いていた。この初発患者の感染性の高さが感染の拡大の重要な要因であると考えられた。発見の遅れの原因は診断の遅れであり、当初、気管支喘息の診断で治療を受けていた。また勤務先は非常勤であったため、健診は希望者のみであり、初発患者は健診を受けていなかった。同居家族の直後の接触者健診では2名の発病と、1名がLTBIであった。

星野ら¹²⁾は集団感染の初発患者率が高い職業のひとつとして教師をあげている。そして多数の未感染者と接触する職業の者は、定期健康診断の確実な受診と、結核症状発生時の遅れのない受診が重要であると述べた。われわれ保健所としても発見の遅れを防ぐため、有症状受診や、定期健診の勧奨が重要であると考えるが、今回の事例では、医療機関への啓発も重要であると考えられた。また、特に多数の未感染者と接触する職業であって、健診の機会のない者に対する定期健診の勧奨を積極的に行っていかなければならないと考えられた。

V. まとめ

今回、換気回数、空気の流れが感染に大きな影響を及ぼすことがわかった。疫学調査において環境要因の把握に努めること、様々な機会をとらえて換気的重要性を啓発していくことが重要であると考えられた。また、発見の遅れが集団感染につながった。多数の未感染者と接触する職業の者は、特に、定期健康診断の受診と、結核症

状発生時の遅れのない受診と医療機関における的確な診断が重要と考えられた。

文 献

- 1) 下内 昭, 甲田伸一, 廣田 理, 他: 大阪市の結核集団接触者健診の評価. 結核. 2009; 84: 491-497.
- 2) 松本健二, 辰巳朋美, 神谷教子, 他: 結核集団接触者健診におけるツベルクリン反応とQFTを用いた感染のリスクの検討. 結核. 2010; 85: 547-552.
- 3) 青木正和: 結核の感染 (I). 結核. 2004; 79: 509-518.
- 4) 青木正和: 結核の感染 (II). 結核. 2004; 79: 693-703.
- 5) 井上武夫: 結核集団感染109事例における初発患者の特徴. 結核. 2008; 83: 465-469.
- 6) Grzybowski S, Barnett GD, Styblo K: Contacts of cases of active pulmonary tuberculosis. Bull Int Union Tuberc. 1975; 50: 90-106.
- 7) Driver CR, Balcewicz-Sablinska MK, Kim Z, et al.: Contact investigation in congregate settings, New York City. Int J Tuberc Lung Dis. 2003; 7: S432-438.
- 8) 下内 昭, 松本健二, 辰巳朋美: 結核接触者健診の実施方針に関する科学的根拠の検討—大阪市の経験から. 結核. 2010; 85: 585-589.
- 9) 豊田 誠: 中学校結核集団感染の環境要因に関する検討. 結核. 2003; 78: 733-738.
- 10) Furuya H, Nagamine M, Watanabe T: Use of a mathematical model to estimate tuberculosis transmission risk in an internet café. Environ Health Prev Med. 2009; 14: 96-102.
- 11) 渡瀬博俊: 学習塾の結核集団感染に関連して、換気が感染リスクに与える影響. 結核. 2010; 85: 591-593.
- 12) 星野斉之, 内村和広, 加藤誠也: 集団感染事例における初発患者の職業の影響. 結核. 2009; 84: 661-666.

Original Article

AN OUTBREAK OF TUBERCULOSIS IN WHICH ENVIRONMENTAL FACTORS INFLUENCED TUBERCULOSIS INFECTION

¹Kenji MATSUMOTO, ¹Tomomi TATSUMI, ¹Kazuyo ARIMA, ¹Shinichi KODA,
¹Hideki YOSHIDA, ²Noriko KAMIYA, and ³Akira SHIMOUCHI

Abstract [Objective] We encountered a contact group investigation in which differences in environmental factors, including the ventilation frequency and the airflow, led to differences in the infection risk.

[Materials and Methods] The index case was diagnosed with tuberculosis after cough and sputum persisted for 9 months. The patient was an instructor working at vocational schools A and B. Sixty-six instructors/staff and 446 students had contact with this patient at the schools. The patient taught 24 regular courses and 21 short-term courses at the 2 schools after symptom onset through to the final day of work.

[Results] In a contact investigation of instructors/staff, one person with latent tuberculosis infection (LTBI) was identified. Subsequently, 30 and 240 students with the closest contacts and those with 8-hour or longer contact with the index case, respectively, were examined. In School A, of the 162 students examined, one student developed tuberculosis, 7 were QFT-positive, one was QFT-doubtful, 147 were QFT-negative or judged as not infected (either QFT-negative, or a tuberculin skin test of erythema less than 20 mm, including past history of LTBI treatment or TB treatment), and 6 were not examined. In School B, of the 108 students examined, no one developed tuberculosis nor was QFT-positive, 4 were QFT-doubtful, 98 were either QFT-negative or judged as not infected, one was QFT-indeterminate, and 5 were not examined. Since the onset of tuberculosis and QFT-positivity occurred in only School A,

the difference in the incidence of infection between the 2 schools, despite the levels of contact being similar, was assumed to be due to environmental factors. Thus, the ventilation frequency, which had been not reported initially, was re-investigated. The frequency of air change was as low as 0.45–1/hour in School A, whereas it was better (3.57–7/hour) in School B. Moreover, the air flew from the instructor side toward students in School A, while it was reversed in School B.

[Discussion] It was clarified that the ventilation frequency and airflow markedly influenced infection. It is important to investigate environmental factors on epidemiological investigations and to educate people regarding the importance of ventilation.

Key words: Contact investigation, Infection risk, QFT, Ventilation frequency, Airflow

¹Osaka City Public Health Office, ²Health and Welfare Center of Kita Ward, Osaka City, ³Research Institute of Tuberculosis, Japan Anti-Tuberculosis Association (JATA)

Correspondence to: Kenji Matsumoto, Osaka City Public Health Office, 1-2-7-1000, Asahimachi, Abeno-ku, Osaka-shi, Osaka 545-0051 Japan.

(E-mail: ke-matsumoto@city.osaka.lg.jp)