

学習塾における結核健診事例による感染リスクの評価

渡瀬 博俊

要旨：〔目的〕今回学習塾講師の結核発病により、接触者健診を行った結果から、感染リスクについて評価を行った。〔方法〕学習塾講師が約半年間の咳が持続した後、ガフキー 4 号の肺結核と診断され、30歳未満の接触者 184 名に対してツベルクリン検査を行った。接触者は濃厚接触群と非濃厚接触群に分類し、感染率の推定を行った。また結核感染のリスク評価として混合モデル分析およびロジット分析による反応径の評価とともに Wells-Riley の空気感染モデルを使用した。〔結果〕濃厚接触者 112 名中 26 名 (23.2%) が発赤径 30 mm 以上となっていた。また患者が受療する直前の接触者の間で感染率が高くなっていることが示された。治療直前の患者から排出していた感染単位は 1.1～4.0 quanta/hour と推定された。〔結論〕濃厚接触者中の被感染危険度は患者の治療直前にかけて急激に上昇したことが考えられ、周囲への感染を防ぐために症状が出現した後の早期診断の重要性が示された。

キーワード：結核、ツベルクリン検査、接触者健診、空気感染モデル

緒 言

近年の集団感染の事例については、結核未感染集団である未成年者層を中心とした感染報告が多いことが指摘されている¹⁾。学校職員は結核感染伝播の上でデインジャーグループに属しているが、学習塾講師も同様であると考えられる。これまでの報告では、塾講師は定期健診受診者が少なく結核発見が遅れがちになることや、進行した肺結核の割合が高いなどの問題が指摘されている²⁾。今回学習塾において発生した結核事例について、初発患者発生後 2 年間の接触者健診を行った。本事例の調査結果に基づき、喀痰塗抹陽性患者が周囲の接触者に与える感染リスクについて評価を行った。

経 過

結核初発患者は 35 歳男性塾講師。初発患者の以前の職場において、ガフキー 7 号の結核発病者との接触歴があったが、定期健診は未受診であった。2001 年 10 月から咳嗽出現。約 6 カ月にわたり症状持続。2002 年 3 月 1 日に病院初診。受診時の喀痰塗抹検査でガフキー 4 号、病型分類 bII2、TB-PCR・培養検査ともに結核菌陽

性で、薬剤耐性は認めなかった。2002 年 3 月 11 日より INH・RFP・EB・PZA による治療を開始した。喀痰検査は、治療中に最大でガフキー 9 号が検出された。

対象と方法

当保健所管内で行った接触者健診のうち、30歳未満の者 184 名（職員 6 名：19～27 歳、生徒 178 名：9～18 歳）に対して、患者発見後 4 週以降の 3 月末から 6 月にかけて行ったツベルクリン検査結果を retrospective に検討した。対象者は患者との接触程度により濃厚接触群と非濃厚接触群の 2 群に分類した。濃厚接触群は、初発患者の講義を受講した者と職場同僚とし、直接接触が明らかであった 112 名（職員 6 名、生徒 106 名）を対象とした。さらに濃厚接触群は職員と、各学年別受講生 8 グループに細分化した。各受講グループにおいて、患者に咳症状が出現した 10 月以降、接触が終了するまでの直接講義を受けていた時間を接触時間とした。各グループのうち、Class 7 は患者が治療を開始する 2 月末まで直接接触を認めていたが、他の Class では、患者が治療を開始する 1 カ月前の 1 月末からは直接接触をしていなかった。Class 1 は、接触者健診を行う直前に学校健診により

ツベルクリン検査を受けていた。また Class 2, 3は過去2年以内に学校健診によるツベルクリン検査を受けていた。一方対照群として濃厚接触群に含まれなかった同校生徒を非濃厚接触群とした。非濃厚接触群は720名(生徒:10~18歳)で、過去2年以内の学校健診受診者は60名であった。接触のあった教室の空間容積は約100 m³(縦7m, 横6m, 高さ2.4m)で、教室内の空調設備は外気との交流がなかった。ツベルクリン検査の結果は、平成元年2月28日の結核・感染症対策室長通知「初感染結核に対するINHの投与について」により示された基準より、BCG既接種者で塗抹陽性者との接触が明らかでかつ最近の感染が強く疑われる者に対するツベルクリン検査結果において、発赤径30mm以上を化学予防投与の目安とすることが示されていたことから、発赤長径が30mm以上と30mm未満の各群に分類した。ツベルクリン反応径の分布は、混合モデルを用いて全対象者および濃厚接触群のヒストグラムの解析を行った。解析モデルはTable 1に示した。学校健診によるツベルクリン検査後のプースター現象による影響は初回のツベルクリン検査後、2年程度認めると考えられている³⁾。本事例の対照群のうち濃厚接触群では各群において感染率に違いが生じている可能性があるため、非濃厚接触群を対象として学校健診を過去2年以内に受診した者と学校健診から2年以上経過した者の間で分散分析によりプースター現象の与える影響について検討した。また検定にあたって必要なサンプルサイズの算出を行った。プースター現象によりツベルクリン反応に影響を認めていると考えられる集団として、過去2年以内に学校健診を受診した97名については、全体の分析とは別に混合モデル分析を行って同様に検討した。さらにツベルクリン反応径とQuanti-FERON第2世代(QFT)陽性率の報告から、濃厚接触群と非濃厚接触群の各々に対してロジット分析を行い、本事例の推定感染率の算出を行った⁴⁾⁵⁾。これまでの報告では反応径が30mm以下の群でも感染者が存在することが示されていたが⁵⁾、今回は発赤径が30mm以

上の人を対象として感染者数を推定した。混合モデル分析による推定感染者数は、結核感染による影響でツベルクリン反応径が大きくなっていると考えられる群が全体の対象者に占める割合から、対象とした群全体の推定感染者数を算出し、発赤径が大きい順にその中に含まれた者を分類した。ツベルクリン反応径が30mm以上を示した人の割合と、平均推定感染率の算出にあたり、各グループ内に含まれる対象者数が異なることから、データから求めた平均値の分布状況を調べるため、ジャックナイフ法により95%信頼区間(95% confidence intervals)を算出した。またClass 7のデータを用いて、治療開始直前の感染状況を空気感染モデルにより推定した。空気感染のモデル式はTable 2に示した。空気感染モデルによる感染単位の排出量としてqph (quanta per hour)を使用した。1人当たりの1時間の呼吸量は0.6 m³とした。またこれまでの報告では室内外の温度差がほとんどない状態で密閉された学校教室の自然換気は1時間に1.6~1.8回であったことから⁶⁾、今回の事例における自然換気量もほぼ同程度であったと推定し、1時間当たりの教室内の換気回数を1.5~3回として検討した。

結 果

(I) ツベルクリン検査結果

各群におけるツベルクリン検査結果をTable 3に示す。ツベルクリン反応径が30mm以上を示した者は、濃厚接触群で26名、非濃厚接触群では22名が該当した。そのうち過去2年以内に学校健診を受診していた者は濃厚接触群10名、非濃厚接触群22名であった。また患者が治療を開始する直前まで接触があったClass 7および職員においては、ツベルクリン反応径が30mm以上を示した者の割合が高くなっていた。ツベルクリン検査による発赤径のヒストグラムをFig. 1に示す。各ヒストグラムは明確な二峰性は示さなかった。発赤径の分布を混合モデルによりマルコフ連鎖モンテカルロ法を用いて5000回の施行を行い分析した結果をTable 4に示す。発赤径22.4mmを中心とした分布が91%、発赤径58.5mmを中心とした分布が9%の割合で含まれていることが示

Table 1 A mixture model of distributions of tuberculin skin test (TST)

$$\begin{aligned}
 D_i &\sim \text{Normal}(\mu_i, \tau) \\
 T_i &\sim \text{Categorical}(P), T_i = 1, 2 \\
 \lambda_1 &\sim \text{Normal}(0, 0.01^2) \\
 \lambda_2 &= \lambda_1 + \theta, \theta > 0 \\
 \mu_1 &= \lambda\pi \\
 \tau &\sim \text{Gamma}(0.001, 0.001) \\
 \sigma &= 1/\sqrt{\tau} \\
 D: &\text{Diameter of erythema}
 \end{aligned}$$

Table 2 The Wells-Riley mathematical model

$$C = S(1 - \exp^{-IqptQ})$$

C=Number of new infections
 S=Number of susceptible people
 I=Number of source cases
 q=Number of infectious doses generated per hour (quanta/hour)
 p=Pulmonary ventilation rate (l/hour)
 t=Duration of exposure to infection (hour)
 Q=Room ventilation rate (l/hour)

Table 3 Results of the TST

Group	Subgroup	After a first TST	No. of subjects	Exposure time (min.)	Diameter of erythema (Mean ± S.D.)	Distribution of erythema							
						<30 mm	<40 mm	<50 mm	<60 mm	<70 mm	<80 mm		
Close contacts	Class 1		15	990	28.9 ± 12.6	9	4	1	0	1	0	0	0
	Class 2	≤ 2yrs	12	1980	18.9 ± 11.0	10	1	1	0	0	0	0	0
	Class 3		10	1980	25.4 ± 11.2	8	1	0	1	0	0	0	0
	Class 4		19	90	18.9 ± 9.1	17	2	0	0	0	0	0	0
	Class 5		4	120	18.5 ± 8.5	4	0	0	0	0	0	0	0
	Class 6		18	540	21.9 ± 5.4	17	1	0	0	0	0	0	0
	Class 7	> 2yrs	18	4840	31.2 ± 18.1	9	6	0	1	0	0	2	0
	Class 8		10	5580	25.3 ± 7.9	8	2	0	0	0	0	0	0
Less close contacts	Teaching staff		6	unknown	31.7 ± 21.9	4	0	0	1	1	0	0	0
	-		60	-	27.8 ± 14.9	38	12	5	3	0	2	2	0
			12		20.2 ± 5.4	12	0	0	0	0	0	0	0

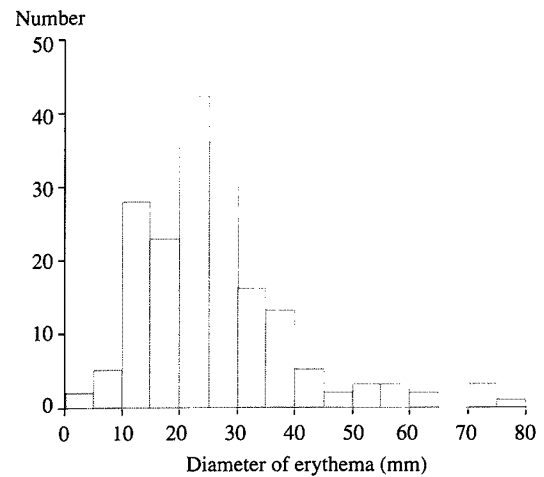


Fig. 1 Histogram of the diameter of erythema in the TST

Table 4 Results of a mixture model analysis

1) All cases

	Average (mm)	95% C.I.	Probability	95% C.I.
λ_1	22.4	20.9–23.9	0.91	0.86–0.96
λ_2	58.5	52.1–65.3	0.09	0.04–0.14
σ	9.0	8.1–10.2		

2) Close contacts

	Average (mm)	95% C.I.	Probability	95% C.I.
λ_1	22.0	20.2–23.8	0.92	0.85–0.97
λ_2	59.1	50.7–66.8	0.08	0.03–0.15
σ	8.7	7.6–10.2		

3) A second TST administered within 2 years after administration of a first TST (booster phenomenon)

	Average (mm)	95% C.I.	Probability	95% C.I.
λ_1	23.3	20.8–26.0	0.89	0.79–0.96
λ_2	56.6	47.0–68.9	0.11	0.04–0.21
σ	10.0	8.4–12.1		

λ : Diameter of erythema (mm)

された。また濃厚接触群 112 名を対象とした場合、発赤径 22.0 mm を中心とした分布が 92%、59.1 mm を中心とした分布が 8% の割合で含まれていることが示された。

(II) ブースター現象の影響について

濃厚接触群と非濃厚接触群別に過去 2 年以内に学校健診によるツベルクリン検査を受けた人とそれ以外の人の平均発赤径と 95% 信頼区間および検定の結果を Fig. 2 に示す。過去 2 年以内に学校健診でツベルクリン検査を行った場合、学校健診によるツベルクリン検査後 1 年以内で 7.7 mm、2 年以内で 7.4 mm それぞれ平均発赤径が増大し、学校健診後のツベルクリン反応径は大きくなっている傾向であったが、統計的に有意な差は得られなかった。統計的有意性を検討するうえで必要な例数とし

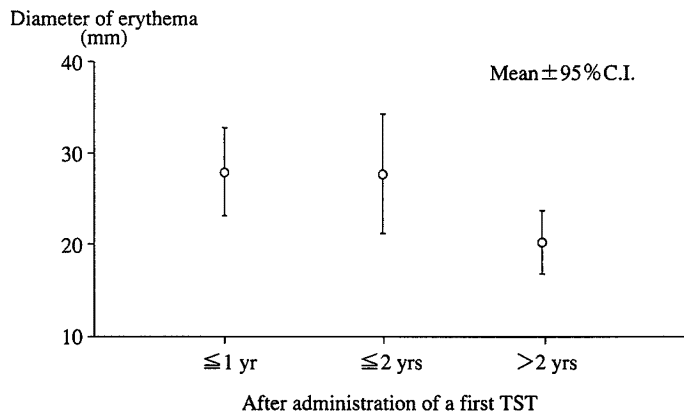


Fig. 2 Result of the booster phenomenon

F-statistics 1.49 ($p = 0.23$)
Levene statistics 2.84 ($p = 0.07$)

Table 5 Sample size calculation for three groups of the booster phenomenon

$$n = \frac{\lambda}{\Delta_0} = \frac{4.860 + 3.584\sqrt{k-1}}{d^2 / (2\sigma_0^2)} \approx 55.2$$

Level : $k = 3$
 $\alpha = 0.05$
 $1 - \beta = 0.80$
 $\sigma_0 = 1$
 Mean Range : $d = 0.6$ (Z-value)

Table 6 Results of a logit analysis

$$\text{logit } p(d) = \alpha + \beta \log(d)$$

$$\text{logit } p: \log \frac{p}{1-p}$$

d : Diameter of erythema

Close contacts

$$\alpha = -6.71 \text{ (S.D. 4.65)}, \beta = 1.72 \text{ (S.D. 1.22)}$$

Less close contacts

$$\alpha = -1.46 \text{ (S.D. 8.62)}, \beta = -0.05 \text{ (S.D. 2.22)}$$

The data was calculated by the report between the positive rate using QFT and diameter of erythema.

Using the Bayesian analysis of complex statistical models by Markov chain Monte Carlo techniques

て各群に60名ほどが必要であることから、対象群のサンプルサイズが小さく十分な検出力が得られなかったことが考えられた (Table 5)。過去2年以内に学校健診を受けた97名を対象とした混合モデル分析の結果では、発赤径23.3 mmを中心とした分布が89%、56.6 mmを中心とした分布が11%の割合で含まれていることが示された (Table 4)。

(Ⅲ) 推定感染者数の算出

濃厚接触群と非濃厚接触群におけるロジット分析の結果を Table 6に示す。またロジット分析結果を適用した各群別の推定感染率と95%信頼区間を Fig. 3に示す。ロジット分析による結果では濃厚接触群において10.4人(9.3%)の感染者が推定された。また非濃厚接触者において過去2年以内に学校健診を受けた60名を除くと、ツベルクリン発赤径が30 mmを超えた者は12名中0名であったことから、非濃厚接触群における実際の感染率は0%に近いことが考えられた。ロジット分析と混合モデル分析による各々の推定感染者数を Table 7に示す。混合モデル分析による結果は濃厚接触群において推定感染者数9.0人(8.0%)で、ロジット分析による結果と類似していた。また各 Class別の感染者数の推定結果も類似した傾向を示していた。過去2年以内に学校健診を受けた者を対象にした混合モデル分析の検討もあわせて行ったが、いずれの方法でもほぼ同じ結果を示した。しかしながら過去2年以内に学校健診を受診した Class 1~3については、ブースター現象により推定感染率が過大評価されている可能性が考えられる。発赤径の cut off levelを40 mmとした場合9人が該当し、モデルによる推定結果と類似していた。

(Ⅳ) 空気感染モデルによる感染リスク評価

非濃厚接触群の推定感染率をベースラインと考えた場合、患者が治療を開始する直前まで直接接触を認めた Class 7と職員の推定感染率は、ブースター現象による影響を認めない他の濃厚接触群中の Classと比較して有意に高くなっており、治療直前の1カ月間の接触により感染率が急激に上昇した可能性が考えられた。治療直前の感染リスクを、Class 7のデータにより空気感染モデルを用いて推定した。患者が治療を開始した直前1カ月間の Class 7の延べ接触時間は720分で、この間に Class 7の

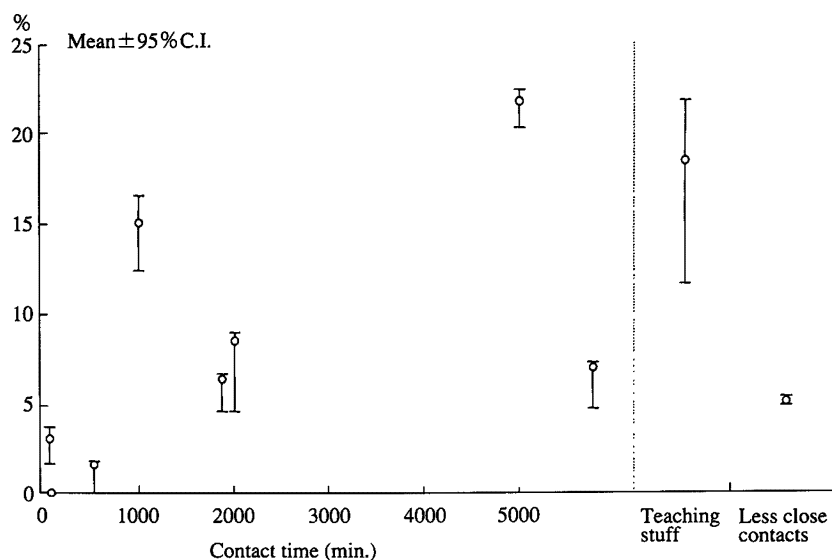


Fig. 3 The estimates of TB infection rate
Nonparametric Jack-knife method was used for calculation.

Table 7 The estimates of TB infection using two analyses

Group	Mixture model analysis	Logit analysis	Diameter of erythema	
			Over 40 mm	Over 30 mm
Class 1	2 (2)	2.3	2	6
Class 2	1 (0)	0.7	1	2
Class 3	1 (1)	0.8	1	2
Class 4	0	0.7	0	2
Class 5	0	0	0	0
Class 6	0	0.3	0	1
Class 7	3	3.8	3	9
Class 8	0	0.7	0	2
Teaching staff	2	1.1	2	2
Total	9	10.4	9	26

(): An analysis of booster phenomenon groups by a mixture model

15~20%が感染を受けた可能性が考えられ、1時間当たりの換気量を1.5~3回とした時の感染単位は1.1~4.0 qphと算出された。本事例においては2年間の観察期間中に、対象とした集団から結核を発病した者を認めなかった。

考 察

結核集団感染を起こす原因として、感染源側の問題(咳などにより室内に放出した菌数)と感染を起こしやすい環境面の問題(室内容積や換気速度)、さらに被感染者の暴露時間等の関連があり、これらの要因によって感染リスクが大きく変化すると考えられる。集団感染のリスクとして青木により本邦の集団感染症例が検討されているが⁷⁾、集団感染を起こした事例はガフキー3号以上で3カ月以上の咳が持続していた患者から発生してい

たことが報告されており、本事例にも該当していた。感染の判定として用いられることの多いツベルクリン検査について、日本ではBCG接種により、ツベルクリン反応は大きな修飾を受けていることから、ツベルクリン発赤径の大小と感染の有無について直接的な関係は認められていない⁸⁾⁹⁾。また現在では明らかな感染のない集団でも対象者の20%以上がツベルクリン発赤径で30mmを超えていたことが観察され¹⁰⁾¹¹⁾、20歳未満の推定感染率1~2%³⁾と比較して大きく乖離している。ツベルクリン反応で一時的に予防内服の適応を決定した場合では、健診を行った対象者数の増加により、見かけ上の化学予防適応者が増加することで集団感染事例と判定してしまう可能性がある点に注意が必要である。集団感染時において、ツベルクリン反応径のヒストグラムは二峰性を示すことが多いことが知られているが、二峰性となる

には集団の10%以上といった一定率以上の感染者が存在することが必要¹²⁾であると考えられている。本事例における全体の感染率は、混合モデルによる推定でも示されたごとく、それ以下であった可能性が高い。さらにツベルクリン検査の誤差要因として、学校健診時のツベルクリン検査によるブースター現象が混在していることが考えられる。これまでの報告ではブースター現象によるツベルクリン検査への影響は発赤径の回復の形で認められ、8~10 mm増大することが示されている³⁾。本事例においても学校健診によるツベルクリン検査後2年以内では7 mmほど平均発赤径が増大しており、ブースター現象による影響と考えられた。本邦においてはQFTとツベルクリン反応径の関係は検討が始まったところであるが、諸家の報告ではインターフェロン γ の反応値とツベルクリン反応径の関連について、インターフェロン γ 値が高いほどツベルクリン反応が強くなることが報告されている¹³⁾¹⁴⁾。本邦における報告でも、弱い相関ではあるが両者の間に有意に相関があることが示されていることから¹⁵⁾、同じ陽性に分類される人の中でも濃厚接触を認めた場合には、反応径が大きくなるほど感染者が含まれる可能性が高くなると仮定し、参考値として各グループに含まれる感染者数の推定を試みた。ロジット分析および混合モデルによる分析結果では、感染者数の推定結果は類似しており、化学予防の際には発赤径のcut offを40 mmとした場合に効率的であると考えられた。またWellsやRileyらにより、菌数を問わず人に感染を起こす単位として感染単位が導入され、空気感染モデルとしてポアソン分布感染モデルが提唱された¹⁶⁾¹⁷⁾。同モデルによりNardellらが感染単位を用いた結核感染確率の推定および換気と感染確率の推定を行っている¹⁸⁾¹⁹⁾。今回の事例においては、これまでの諸外国での報告例^{16)18)20)~24)}で観察された塗抹陽性者における感染単位1.25 qphとほぼ同程度の排菌状態であった可能性が考えられた。またこれまでの感染モデルによる報告では、挿管・気管支鏡検査等により咳を誘発させる操作後に観察された感染単位が249 qphときわめて高くなっていたことから、咳による結核菌の散布が感染機会を著しく高める可能性が示されている。今回の初発患者は、1時間中数回の咳をしていた程度で、咳症状が出現した後も数カ月間は接触時間による感染性の違いにあまり大きな影響を与えていなかったことを示したが、治療直前まで接触があった群においては推定感染率が高くなっていたことから、初発患者が受診する直前の短期間のうちに周囲への感染性が著しく増大した可能性が示された。その原因として空洞形成などの病勢が進行し、排菌量が増えたことや、咳症状が頻回になったことなど様々な要因が考えられるが、はっきりとした原因は不明であった。しかしながら症状

が出現してから可能なかぎり早期に診断することが、周囲への結核感染のリスクを防ぐために重要であることが示されていると考えられた。また今回患者数の推定に用いた分析式の評価について、今後はBCGの影響を受けないQFTを実際の接触者健診事例に導入することにより、妥当性や結核患者の感染リスク評価の点において更に検討が進むことが期待される²⁵⁾²⁶⁾。

文 献

- 1) 厚生労働省健康局結核感染症課監修：「結核の統計2004」, 結核予防会, 東京, 2004.
- 2) 山本正彦：愛知県教員の定期外検診の結果を用いた定期検診の意義の検討. 結核. 1998; 73: 625-631.
- 3) 青木正和：「結核集団感染」. JATA books No.13, 結核予防会, 東京, 1998.
- 4) 丹後俊郎, 山岡和枝, 高木晴良：「ロジスティック回帰分析」, 第1版, 朝倉書店, 東京, 2004, 19-61.
- 5) 森 亨：新たな結核対策の技術と展望. 結核. 2004; 79: 587-604.
- 6) 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.
- 7) 青木正和：結核の感染(II). 結核. 2004; 79: 693-703.
- 8) 小林裕子, 入山めぐみ, 天野タエ子：中学校における小規模結核感染事例の検討—予防可能例と考えられた患者からの感染. 結核. 2003; 78: 619-627.
- 9) 安藤勝也, 山中克己, 明石都美：一集団結核発生事例におけるツ反検査の意義. 結核. 2002; 77: 589-595.
- 10) 野城孝夫, 佐藤 研, 佐藤 博, 他：青年期におけるツベルクリン反応の実態—平成10年度東北大学全学結核検診報告. 結核. 2000; 75: 363-368.
- 11) 青木正和, 和田雅子：「定期外健康診断等におけるツベルクリン反応と化学予防Q & A」. 東京都衛生局医療福祉部結核感染症課, 2000.
- 12) 中村利彦, 徳地清六：ツベルクリン反応の分布から推定された結核の集団感染. 結核. 1985; 60: 463-468.
- 13) Pottumarthy S, Morris AJ, Harrison AC, et al.: Evaluation of the tuberculin gamma interferon assay: potential to replace the Mantoux skin test. J Clin Microbiol. 1999; 37: 3229-3232.
- 14) Fietta A, Meloni F, Cascina A, et al.: Comparison of a whole-blood interferon-gamma assay and tuberculin skin testing in patients with active tuberculosis and individuals at high or low risk of *Mycobacterium tuberculosis* infection. Am J Infect Control. 2003; 31: 347-353.
- 15) 原田登之, 樋口一恵, 岡谷幸江：結核菌抗原ESAT-6とCFP-10を用いた結核感染診断法 QuantiFERONTB-2Gの基礎的検討. 結核. 2004; 79: 725-735.
- 16) Riley RL: Airborne infection. Am J Med. 1974; 57: 466-475.
- 17) Riley EC, Murphy G, Riley RL: Airborne spread of measles in a suburban elementary school. Am J Epidemiol. 1978; 107: 421-432.
- 18) Nardell EA, Keegan J, Cheney SA, et al.: Airborne infection.

- Theoretical limits of protection achievable by building ventilation. *Am Rev Respir Dis.* 1991 ; 144 : 302–306.
- 19) Beggs CB, Noakes CJ, Sleight PA, et al.: The transmission of tuberculosis in confined spaces: an analytical review of alternative epidemiological models. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2003 ; 7 : 1015–1026.
 - 20) Catanzaro A: Nosocomial tuberculosis. *Am Rev Respir Dis.* 1982 ; 125 : 559–562.
 - 21) Riley RL, Mills CC, O'Grady F, et al.: Infectiousness of air from a tuberculosis ward. Ultraviolet irradiation of infected air: comparative infectiousness of different patients. *Am Rev Respir Dis.* 1962 ; 85 : 511–525.
 - 22) Wenger PN, Otten J, Breeden A, et al.: Control of nosocomial transmission of multidrug-resistant *Mycobacterium tuberculosis* among healthcare workers and HIV-infected patients. *Lancet.* 1995 ; 345 : 235–240.
 - 23) Gammaitoni L, Nucci MC: Using a mathematical model to evaluate the efficacy of TB control measures. *Emerg Infect Dis.* 1997 ; 3 : 335–342.
 - 24) Ko G, Thompson KM, Nardell EA: Estimation of tuberculosis risk on a commercial airliner. *Risk Anal.* 2004 ; 24 : 379–388.
 - 25) Mazurek GH, Villarino ME CDC: Guidelines for using the QuantiFERON-TB test for diagnosing latent *Mycobacterium tuberculosis* infection. Centers for Disease Control and Prevention. *MMWR Recomm Rep.* 2003 ; 52 : 15–18.
 - 26) CDC: Targeted Tuberculin Testing and Treatment of Latent Tuberculosis Infection. *MMWR Recomm Rep.* 2000 ; 49 : 1–51.

Original Article

THE TRANSMISSION OF TUBERCULOSIS IN A CRAM SCHOOL

Hirotohi WATASE

Abstract [Purpose] The specificity of the tuberculin skin test (TST) is influenced by the previous BCG vaccination during childhood in Japan. The QuantiFERON (QFT) is expected to detect latent infection among tuberculosis contacts, however, its use is still limited. We report a case of TB outbreak that caused by a private lesson teacher. His sputum was found to be acidfast bacillus-positive (Gaffky 4) by smears examination. We evaluated the risk factors of TB infection using TST among contacts.

[Material and method] A total of 184 persons were examined by a TST. These results were used to estimate the rate of TB infection by a mixture model. Logit analysis was also performed to estimate the number of infected person by using the relation between the positive rate of QFT and the size of erythema using a past report. We applied the Wells-Riley mathematical model of airborne transmission to calculate the risk of infection.

[Result] As compared with persons who had less contact

with the index TB case, the estimated rate of TB infection was higher among person who had close contact during the month before the index case started medical treatment (5% vs 23%). According to the model, the case added 1.1–4.0 quanta per hour (qph) to the room during a month before starting the treatment.

[Conclusion] These results suggest the importance of an early diagnosis of the index case to prevent TB infection.

Key words: Tuberculosis, Tuberculin skin test, Contacts examination, Airborne infection model

Department of Public Health, City of Kita

Correspondence to: Hirotohi Watase, Fukagawa South Public Health Center, 1–8–15–102, Edagawa, Koto-ku, Tokyo 135–0051 Japan. (E-mail: h-watase05@city.koto.tokyo.jp)