

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年5月31日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22590485

研究課題名（和文）社会的弱者と若年集団との接触を考慮した都市部での結核対策に関する研究

研究課題名（英文）Solving urban tuberculosis problems considering the contact between dwellers under fragile conditions and young people

研究代表者

古屋 博行（FURUYA HIROYUKI）

東海大学・医学部・准教授

研究者番号：10276793

研究成果の概要（和文）：換気の代替指標としての室内二酸化炭素濃度の有効性について携帯型二酸化炭素濃度測定器による換気測定を実施した。その結果、潜在結核患者数と二酸化炭素濃度との間に有意な相関関係を認めたことから、接触者調査の際の評価指標となる可能性を示した。肺結核患者の発生リスクが高い高齢者施設における空気感染リスク低減効果について検討したところ換気の補助手段として室内上部の紫外線照射も感染予防に有効である可能性を示した。

研究成果の概要（英文）： Carbon dioxide (CO₂) measurement via handheld device was performed to investigate the CO₂ concentration was one of the risk factors for TB infection. The correlation between the number of LTBI cases and the CO₂ concentration was observed. The result suggested CO₂ concentration might provide a more quantitative method in the tuberculosis (TB) screening process. I showed the efficacy of upper room ultraviolet germicidal irradiation and negative air ionization on the reduction in TB infection in long-term care facilities with delay in TB case-finding.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：境界医学・医療社会学

キーワード：結核、空気感染、室内二酸化炭素濃度、数学モデル

1. 研究開始当初の背景

大阪市、東京都の大都市では結核の罹患率が高く、若年者の罹患率が他の年代より突出するなど、青壮年における新規感染の発症が少なくない。また社会活動が多様で不特

定多数との接触機会も多いため、従来の接触者調査による感染者からの感染の把握、感染源の特定は必ずしも容易でない。都市部の結核対策としてホームレス、住所不定者のような

結核罹患率の高いハイリスク者を対象とした結核健診の強化やDOTSの拡大も重要な対策であり、一部地域で効果が出ているものの、社会状況が厳しくなる中で実効性を高めることが困難になっている。そこで、社会経済弱者と一般若者との接触機会の増加がどの程度結核の罹患に関係するかシミュレーションを行うことで感染リスクを明確にする。また、新たな結核対策として不特定多数の者が長時間集合する場所における室内環境改善のような取り組みが、集団全体としての結核罹患の減少にどの程度の効果があるか検討することは重要である。

2. 研究の目的

以下のような大都市での結核集団感染に特徴的なリスクに対する対策の有用性を検討する。

(1) 換気の代替指標としての室内二酸化炭素濃度の有効性と、多数の者が長時間集合する環境での空気感染予防策として、換気が不十分な場合の室内上部紫外線殺菌による感染リスクの軽減効果について Wells-Riley モデルにより推測する。

(2) 室内環境の改善だけでなく結核罹患のハイリスク群である社会経済弱者と一般の若者との接触機会が増加することで結核罹患がどのように変化するか検討する。

3. 研究の方法

(1) 室内における結核の空気感染予防策の検討

このような閉鎖空間では換気の改善により空気感染のリスクが低減することは知られているが、既存の建築物に十分な換気を得るための工事を実施することは相当の経費が予想される。その代替として室外上部での紫外線殺菌やマイナスイオンの感染予防効果について数学的モデルにより評価した。①紫外線殺菌による感染リスクの低減効果、②マ

イナスイオンによる感染リスクの低減効果、③換気と紫外線殺菌、マイナスイオンとの併用による最適な相乗効果

(2) コンパートメントモデルによる結核感染のシミュレーション

感受性のある者 (S)、排菌 (I)、回復 (R) の3集団のコンパートメントを仮定した連立の微分方程式による SIRモデル、さらに保菌 (L) を加えた SLIRモデルと空気感染を表す Wells-Rileyモデルと結合したモデルにより、感染率 β を推定する。

(3) マルチエージェントモデルによる結核感染のシミュレーション

小規模なモデルによる検証を行った後に、地域分子疫学調査により、結核菌 DNA の制限酵素多型 (RFLP) 分析で同じパターンを示す感染者の集団 (クラスター) のネットワーク構成を参考として、若年の一般集団と社会的弱者のような結核のハイリスク集団との接触を考慮したモデルで検討。

4. 研究成果

(1) 換気指標としての室内二酸化炭素濃度の有効性の検討

これまで結核発症事例の接触調査69例について室内における二酸化炭素濃度を測定した。二酸化炭素濃度の平均値は862ppm、最大で2138ppmであった。室内換気基準1000ppmを超えるケースは、全体の21.7%であった。潜在結核感染事例 (LTBI)に限ると、潜在結核患者数と二酸化炭素濃度との間に有意な相関関係を認めた。

(2) 室内環境における空気感染リスク低減効果の検討

30人が10時間/日、連続150日に渡り閉鎖空間で過ごし、その中で一人の肺結核患者が感染源となった場合、空気感染による感染リスクを推定すると、室内換気回数が3回/時間の場合2次感染者の再生産数 R_A は、1カ

月で 12.9、5 ヶ月で 27.5 であり、室内上部の紫外線照射により 45.4% (1 ヶ月)、20.3% (5 ヶ月) のリスク減少が期待された。Escombeらによる動物実験の結果を基にマイナスイオン・オゾン・電界等による殺菌効果を利用した場合では 41.6% (1 ヶ月)、17.9% (5 ヶ月) のリスク減少が期待された。室内換気回数が 1 回/時間に近づくほど換気補助の効果は高くなり、換気回数が 6 回/時間になるとその効果は限定的となることが認められた。

(3) コンパートメントモデルによる結核感染のシミュレーション

SLIRモデルと空気感染を表す Wells-Rileyモデルと結合したモデルにより、感染者が 1 人の場合に感染率 β (/人・年) を推定した結果、ロジスティック分布を示し、その中央値は室内の換気回数が 3 回/時間の場合 1.29、さらに室内上部紫外線照射を併用した場合の中央値は 0.62 と 52% の減少が期待され、マイナスイオン・オゾン・電界等による殺菌効果も同程度の減少効果を持つ可能性が示唆された。室内の換気回数が 1 回/時間の場合では、感染率 β の中央値は 3.79 となり、室内上部紫外線照射を追加した場合には 60.7% の減少効果が認められた。また、肺結核の感染者が 2 人の場合に室内の換気回数が 3 回/時間の場合では、感染率 β の中央値は 3.64 と高く、室内上部紫外線照射の併用による感染率の低下は 66.8% と大きな効果が期待された。

以上から結核感染のリスクが高い換気回数が充分得られない場合に室内上部紫外線照射のような補助手段は結核の空気感染予防の上からは有効と考えられた。

(4) マルチエージェントモデルによる結核感染のシミュレーション

報告されている地域分子疫学調査による

ネットワークは小規模なものしか確認できなかったため有意な結果が得られていないが、引き続き検討を実施する。

今後の急速な高齢化に伴い、高齢者施設の増加も予想されるが、日常生活において高齢者は咳症状が多く、陳旧性結核の所見がある場合に胸部レントゲンが実施されていても経過観察とされ、肺結核の発見が遅れた症例が報告されている。肺結核の早期発見のためには日頃の健康状況の注意深い観察とともに定期的健診の受診が重要である。さらに室内環境における空気感染予防対策についても今後の検討課題と言え、さらなる検討を進める予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

Furuya H, Morimoto T, Ogawa Y. Relationship between the Use of an Electronic Commercial Prescribing System and Medical Errors and Medication Errors in a Teaching Hospital Tokai J Exp Clin Med. 2013; 38:33-36. 査読有

[学会発表] (計 2 件)

- ① 古屋博行、遠藤 整、新岡真希、渡辺 哲. 数学的モデルによるインフルエンザウイルスの接触感染のリスク評価. 第 80 回日本衛生学会学術総会. 2010. 5 月 10 日. 仙台
- ② 古屋博行、渡辺 哲. 高病原性鳥インフルエンザ (H5N1) に感染した小児・若年入院患者の死亡と入院時検査項目値との関連に関する症例報告からの検討. 第 81 回日本衛生学会総会. 2011. 3 月 25 日. 東京

6. 研究組織

(1) 研究代表者

古屋 博行 (FURUYA HIROYUKI)

東海大学・医学部・准教授

研究者番号：10276793