

重症急性呼吸器症候群ウイルスの空気感染を示す証拠

Evidence of Airborne Transmission of the Severe Acute Respiratory Syndrome Virus

I.T.S. Yu and others

N Engl J Med 2004; 350 : 1731 - 9 : Original Article

背景	重症急性呼吸器症候群(SARS)ウイルスの感染様式は明らかにされていない。香港の地域社会で起った SARS の大規模集団発生における症例の時間的・空間的分布を解析し、これらのデータと、気流動態に関する研究を用いてモデル化した、ウイルス含有エアロゾル噴流の三次元的広がりとの相関を検討した。
方法	2003 年のアモイガーデン団地における流行初期の SARS 患者 187 例の分布を、発症日と住居の場所に従って確定した。次に、ロジスティック回帰分析を用いて、場所(棟, 階, 部屋の向いている方向)と感染確率との関連を検討した。発端患者から発生した空気中のウイルス含有エアロゾルの広がり、計算流体力学および多区域モデリングを用いて実施した研究などの、気流動態に関する研究を用いてモデル化した。
結果	流行曲線から、集団発生の共通感染源が示唆された。患者 5 例を除く全例が 7 つの棟(A~G 棟)に住んでおり、発端患者およびその他の SARS 患者のうち半数を超える患者(99 例)が E 棟に住んでいた。E 棟の中高層階の居住者は、低層階の居住者よりも有意にリスクが高かった。この知見は、中層階の部屋から発生する、通気孔内での汚染された温風の上昇噴流と合致している。別の棟のリスクは、多区域モデリングを用いて予測されたウイルス濃度と適合していた。B, C, D 棟でのリスク分布は、計算流体力学を用いて予測されたウイルス含有エアロゾルの三次元的広がりによく一致していた。
結論	ウイルスの空気感染によって、地域社会で起きた SARS のこの大規模集団発生に説明が付くと考えられる。予防と管理に関する今後の取り組みには、SARS ウイルスの空気感染の可能性を考慮に入れなければならない。

(C)2004 Massachusetts Medical Society.

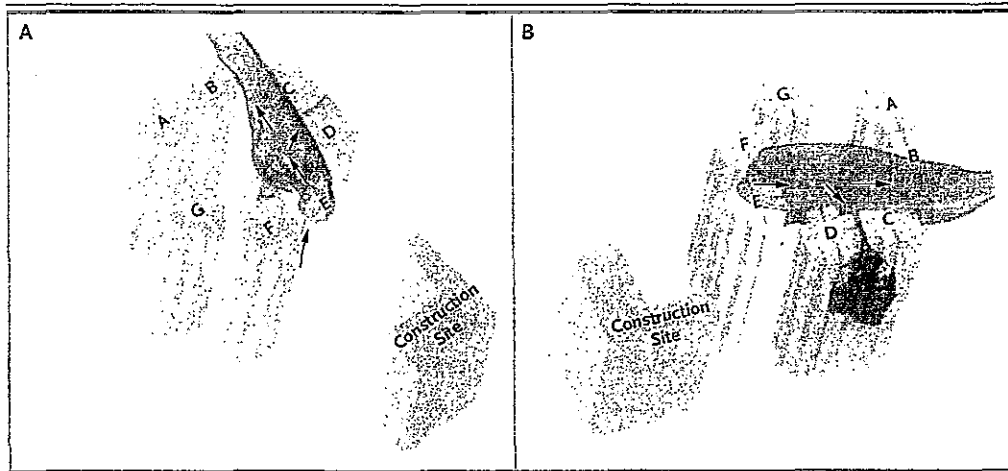


Figure 3. Model of the Movement of the Virus-Laden Plume.

According to our computational fluid-dynamics modeling, the buoyant plume (blue) rose from the air shaft between two housing units in building E (yellow) and was carried by a northeasterly wind toward the middle-level floors in buildings C and D. The L-shape structure (Panels A and B) was a nearby construction site that blocked the wind flowing toward lower-level floors in buildings E, C, and D. The wake flow of the construction site created a region of negative air pressure in the space between buildings E, C, and D (Panel B) that caused the plume to bend downward, toward buildings C and D.

図3 ウイルス含有噴流の動きのモデル

気流動態モデルによると、E棟の2つの居住単位の間を通気孔から発生する浮遊噴流は、北東風によって、C棟およびD棟の低中層階に向けて運ばれた。工事中のL字型の建物(パネルAおよびB)は、C、D、E棟の低層階への風の流れを妨げ、その後流は、C、D、E棟の間の空間に陰圧空間をもたらし、噴流を下方へ、すなわちC棟およびD棟へと導いた。

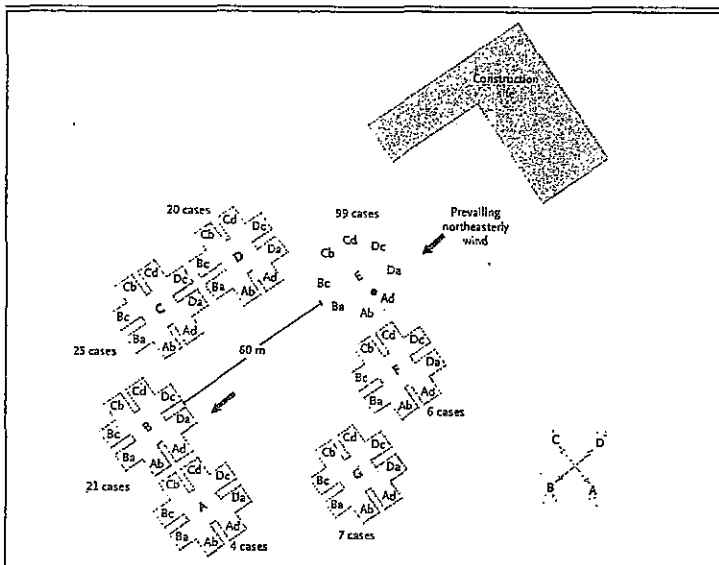


Figure 1. Distribution of Cases of SARS Infection in Buildings A to G in the Amoy Gardens Housing Estate. The prevailing wind (red arrows) during the period of possible exposure was northeasterly, or roughly perpendicular to the exterior walls of apartment units Dc and Da in building E. The distance between buildings E and B is 60 m. The direction from which the wind blew shifted from nearly north to east and even southeast. The red dot in building E indicates the unit that the index patient visited. The directional indicator for the units at the lower right-hand corner indicates the direction each unit faced. In the directional code (Ab, Ad, Ba, Bc, Cb, Cd, Da, Dc) used to designate an apartment unit, uppercase letters denote front-facing windows and lowercase letters side-facing windows.

図1 アモイガーデン A-G 棟におけるSARS患者の分布

Table 1. Location as a Risk Factor for Infection with the SARS Virus among Residents of Housing Units in Amoy Gardens.

Location	Building E		Buildings B, C, and D	
	Risk* no./total no.	Odds Ratio (95% CI)†	Risk* no./total no.	Odds Ratio (95% CI)†
Floor‡				
Lower	12/320	1.00	11/960	1.00
Middle	46/320	5.15 (2.58–10.29)§	30/960	2.80 (1.39–5.62)¶
Upper	41/416	3.12 (1.57–6.22)¶	25/1248	1.77 (0.86–3.61)
Direction‡				
Cb	5/132	1.00	2/396	1.00
Ab	45/132	14.49 (5.46–38.44)§	8/396	4.07 (0.86–19.30)
Ad	17/132	3.86 (1.37–10.88)**	11/396	5.65 (1.24–25.66)**
Ba	8/132	1.65 (0.52–5.22)	12/396	6.18 (1.37–27.81)**
Bc	9/132	1.88 (0.61–5.79)	5/396	2.52 (0.49–13.08)
Cd	9/132	1.88 (0.61–5.79)	5/396	2.52 (0.49–13.08)
Da	4/132	0.79 (0.21–3.04)	15/396	7.79 (1.77–34.33)**
Dc	2/132	0.39 (0.07–2.05)	8/396	4.07 (0.86–19.30)

* Risk was calculated as the number of cases divided by the assumed number of residents.

† The odds ratios for the risk of infection with the SARS virus at different floor levels compare middle and upper levels with lower levels (the reference category). The odds ratios for the risk of infection with windows facing various directions are compared with units facing direction Cb (the reference category). CI denotes confidence interval.

‡ Floors were categorized according to level as lower (floors 4 to 13), middle (floors 14 to 23), and upper (floors 24 to 36).

§ P<0.001.

¶ P<0.01.

‡ Directions were coded on the basis of the directions each unit faced. Uppercase letters denote front-facing windows and lower-case letters side-facing windows.

**P<0.05.

(参考) N Engl J Med 2004; 350 : 1710 - 2 : Perspective

伝染性感染症の空気感染 — つかみどころのない経路 —
C.J. Roy and D.K. Milton

アモイガーデンにおけるSARSの集団発生事例の分析によって、少なくともSARSは、一定の条件下で空気感染する疾患であることが示唆される。しかし、ウイルス含有エアロゾルは発端患者により汚染された下水から発生したとされることや、各階の排水溝を介し拡散し、瞬く間に集団発生という事態になったことを以て、空気感染が必ず集団発生を引き起こすということや、感染性の低いSARS患者は空気感染を起こさないということを結論づけることはできない。この集団発生事例は、高濃度の感染微粒子を有する感染源と、感染源から遠く離れた場所での感染事例が存在すれば、比較的簡単に空気感染が示唆されるものであるという事実を示すに過ぎず、これによってSARSの一般的な空気感染性を証明することや完全に否定することはできない。