

PM2.5 LÀM GIA TĂNG TỬ VONG DO UNG THƯ HỆ HÔ HẤP TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH NĂM 2018

Nguyễn Trường Viên¹, Nguyễn Ngọc Nhật Thanh¹, Phan Hoàng Thùy Dung¹,
Nguyễn Đào Thiên Ân¹, Trương Thị Thùy Dung¹, Đinh Thị Giang¹, và Trần Ngọc Đăng^{1,✉}

Đại học Y Dược Thành phố Hồ Chí Minh

Nghiên cứu nhằm xây dựng bản đồ phân bố PM2.5 và đánh giá tác động của PM2.5 đến tử vong do ung thư phổi và ung thư hệ hô hấp tại TPHCM năm 2018. Bản đồ PM2.5 được xây dựng dựa trên quan trắc 96 điểm vào mùa mưa và khô bằng thiết bị AirBeam2 và thuật toán nội suy IDW. Phân tích tác động của PM2.5 đến tử vong do ung thư phổi và hệ hô hấp dựa trên dữ liệu tử vong A6/YTCS Bộ Y tế và mô hình BenMAP. Ở tất cả các quận/huyện nồng độ PM2.5 trung bình cả năm cao hơn tiêu chuẩn an toàn sức khỏe của WHO ($PM_{2.5} < 10 \mu g/m^3$). PM2.5 đã đóng góp 6,3% (35/557) tử vong do ung thư phổi và 6,5% (41/629) tử vong do ung thư hệ hô hấp. Mỗi $10 \mu g/m^3$ PM2.5 tăng thêm thì số ca tử vong do ung thư phổi sẽ gia tăng thêm 56 ca và do ung thư hệ hô hấp là 64 ca. Cần có những biện pháp ngắn hạn phòng tránh tác hại của PM2.5 và biện pháp dài hạn giảm thiểu ô nhiễm PM2.5.

Từ khóa: PM2.5, ung thư hệ hô hấp, tử vong.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ô nhiễm không khí là một yếu tố nguy cơ lớn đối với sức khỏe, đặc biệt là ô nhiễm không khí ngoài trời. Trong đó, phơi nhiễm chất dạng hạt kích thước nhỏ $< 2,5 \mu m$ (PM2.5) xếp thứ 6 trong nguy cơ gây tử vong trên toàn cầu vào năm 2018.¹ PM2.5 là các hạt bụi có đường kính dưới 2.5 micromet chứa chất rắn hoặc các giọt chất lỏng siêu nhỏ mang các chất.^{2, 3} Với kích thước nhỏ và lơ lửng trong không khí, PM2.5 dễ dàng xâm nhập vào sâu trong phổi gây kích thích, ăn mòn thành phế nang dẫn đến suy giảm chức năng phổi làm tăng nguy cơ các bệnh đường hô hấp, sau một thời gian dài tiếp xúc có thể dẫn đến các ung thư đường hô hấp, đặc biệt là ung thư phổi.^{2, 4} Theo Song và cộng sự, giai đoạn 2014-2016 PM2.5 đã đóng góp 23,9% số ca tử vong do ung thư phổi và 15,5% cho tất cả các trường hợp tử vong.⁵ Theo Báo cáo Đo lường gánh nặng bệnh tật toàn cầu, phơi nhiễm

dài hạn với PM2.5 đã đóng góp 16% số ca tử vong do ung thư phổi trong năm 2016.⁶

Chất lượng không khí của Việt Nam từ năm 2010 đến nay đang ở mức báo động và có diễn tiến theo chiều hướng xấu bằng cách so sánh kết quả đo quan trắc bụi PM2.5. Tại TPHCM, dữ liệu từ WHO đã cho thấy mức độ ô nhiễm hạt mịn cao hàng đầu cả Việt Nam chỉ sau Hà Nội. Nồng độ hạt mịn PM2.5 trung bình năm 2016⁷ là $42 \mu g/m^3$ cao hơn nhiều lần so với tiêu chuẩn của WHO với giới hạn lần lượt là $10 \mu g/m^3$.⁸

Trước tình hình ô nhiễm không khí, đặc biệt là ô nhiễm PM2.5 đang hiện hữu, người dân TPHCM đối diện với nguy cơ cao về sức khỏe liên quan đến ung thư phổi và hệ hô hấp. Tuy nhiên, chưa có các đánh giá tác động của ô nhiễm PM2.5 đến sức khỏe, cụ thể là tác động của PM2.5 lên gánh nặng tử vong do ung thư phổi và hệ hô hấp. Do đó, chúng tôi thực hiện nghiên cứu này với mục tiêu đánh giá tác động của PM2.5 đến tử vong do ung thư phổi và ung thư hệ hô hấp của người dân sống tại TPHCM năm 2018.

Tác giả liên hệ: Trần Ngọc Đăng

Đại học Y Dược Thành phố Hồ Chí Minh

Email: ngocdangytcc@gmail.com

Ngày nhận: 01/03/2021

Ngày được chấp nhận: 22/04/2021

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

1. Đối tượng

Dữ liệu quan trắc

Nồng độ PM2.5, nhiệt độ, độ ẩm được quan trắc trực tiếp bởi nhóm nghiên cứu sau khi tập huấn về lựa chọn địa điểm và kỹ thuật quan trắc. Tại mỗi quận/huyện, 4 điểm quan trắc được lựa chọn theo hướng dẫn chọn mẫu xếp hạng của Cơ quan bảo vệ môi trường Hoa Kỳ.⁹ Giao thông được xác định là một trong những nguồn phát thải ô nhiễm quan trọng tại TPHCM, do đó, nghiên cứu đã chọn điểm đo cách lề 5m tại 4 đoạn đường ứng với 4 mức mật độ giao thông vào giờ cao điểm (7h00 và 18h00) theo dữ liệu Google Map. Ứng với 24 quận/huyện, đã có tổng cộng 96 điểm quan trắc trên toàn TPHCM. Quá trình quan trắc chia thành hai đợt ứng với mùa mưa (tháng 12 - 4 năm sau) và mùa khô (tháng 5 - 11). Trong từng đợt, mỗi điểm được quan trắc 2 ngày gồm 1 ngày trong tuần và 1 ngày cuối tuần do ô nhiễm thường khác biệt giữa ngày trong tuần với cuối tuần, mỗi ngày 2 lần (từ 6h00 - 8h00 và 17h00 - 19h00), mỗi lần kéo dài 2h.

Thiết bị AirBeam2 được sử dụng để quan trắc trong nghiên cứu. Đây là thiết bị giá rẻ với mức giá tham khảo là \$249 USD (khoảng dưới 6 triệu đồng Việt Nam), có sẵn trên thị trường, và có độ tin cậy cao khi so sánh với thiết bị quan trắc tự động có định tiêu chuẩn với hệ số tương quan đạt 0,84.¹⁰

Dữ liệu tử vong

Hồi cứu dữ liệu thống kê nguyên nhân tử vong năm 2018 theo sổ A6/YTCS Bộ Y tế. Nguyên nhân tử vong được mã hóa lại dựa trên phân loại bệnh tật quốc tế ICD-10. Dựa trên mã ICD-10, các trường hợp ung thư phổi (C33 - C34.9, C39.8, C45.7), ung thư hệ hô hấp được xác định (C11, C32, C33 - C34.9, C39.8, C45.7). Những ca báo cáo tử vong trước đó phải có ít nhất 1 năm liên tục sinh sống tại địa

phương đó. Các ca tử vong thiếu ít nhất một trong số các dữ kiện tuổi, giới, ngày tử vong, nguyên nhân tử vong, địa chỉ (quận) bị loại khỏi nghiên cứu.

Dữ liệu dân số, địa lý

Dữ liệu tổng dân số cấp độ quận/huyện năm 2018 được thu thập dựa theo báo cáo của Cục Thống kê TPHCM. Dữ liệu địa lý được trích xuất lớp địa giới hành chính từ Trung tâm Ứng dụng Hệ thống Thông tin Địa lý TPHCM.

2. Phương pháp

Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu sinh thái đánh giá tác động sức khỏe dựa trên dữ liệu hồi cứu tử vong, dân số và quan trắc PM2.5 sử dụng thiết bị cảm biến giá rẻ AirBeam2.

3. Xử lý số liệu

Xây dựng bản đồ phân bố nồng độ PM2.5:

Thuật toán nội suy IDW được sử dụng để xây dựng bản đồ phân bố PM2.5 với dữ liệu đầu vào là nồng độ ô nhiễm trung bình năm của 96 điểm đo, tọa độ điểm đo, và lớp bản đồ địa giới quận huyện TPHCM. IDW được thực hiện trên phần mềm ứng dụng công nghệ hệ thống thông tin địa lý ArcGIS10.3.1 của Viện nghiên cứu hệ thống môi trường Hoa Kỳ¹¹ với công thức:

$$Z_0 = \frac{\sum_{i=1}^N z_i \cdot d_i^{-n}}{\sum_{i=1}^N d_i^{-n}}$$

(công thức 1)

Trong đó:

Z_0 : giá trị điểm cần ước tính

z : giá trị z mẫu tại điểm i

d : khoảng cách từ điểm mẫu đến điểm ước tính

N : hệ số xác định trọng số dựa trên khoảng cách

n : tổng số điểm dự đoán

Kết quả đầu ra của IDW trên phần mềm ArcGIS10.3.1 là bản đồ phân bố không gian nồng độ PM2.5, từ đó có thể xác định nồng độ PM2.5 dự đoán tại bất cứ tọa độ nào tại TPHCM.^{11, 12}

Ước tính tác động của PM2.5 đến tử vong do ung thư phổi và hệ hô hấp:

Mô hình BenMAP¹³ phát triển bởi Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ được sử dụng để đánh giá tác động của ô nhiễm PM2.5 đến tử vong do ung thư phổi và ung thư hệ hô hấp với dữ liệu đầu vào là lớp bản đồ nồng độ PM2.5, địa giới quận/huyện, số ca tử vong do ung thư phổi và ung thư hệ hô hấp ở quận huyện, tổng dân số cấp quận/huyện. Ước tính tác động sức khỏe từ mô hình BenMAP dựa trên công thức:

$$\text{Tử vong liên quan đến PM2.5} = A \times B \times C \times D$$

(công thức 2)

Trong đó:

(A) Nồng độ PM2.5: Chênh lệch nồng độ

PM2.5 trung bình của từng quận/huyện dựa trên kết quả nội suy IDW so với ngưỡng tham chiếu 10µg/m³.

(B) Ước tính ảnh hưởng sức khỏe: Dựa trên các nghiên cứu dịch tễ, tử vong tăng 6,2% khi nồng độ PM2.5 tăng 10µg/m³.

(C) Tỷ suất tử vong nền: Sử dụng tỉ suất tử vong nền do ung thư phổi và ung thư hệ hô hấp năm 2018.

(D) Dân số phơi nhiễm: Sử dụng dân số trung bình của quận huyện năm 2018 từ Cục thống kê TPHCM.¹³

Kết quả đầu ra của BenMAP là ước tính số ca tử vong liên quan đến ô nhiễm PM2.5 theo từng quận huyện.

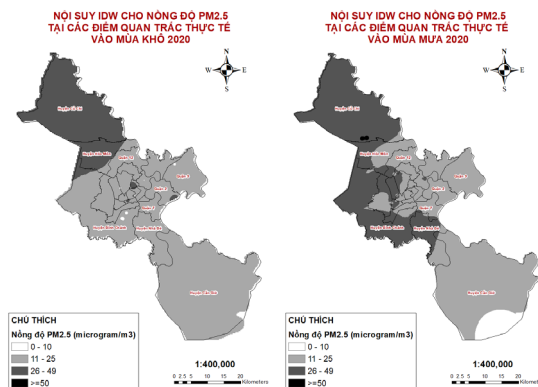
4. Đạo đức nghiên cứu

Đề tài số 66/2019/HĐ- ĐHYD ngày 10/01/2020 đã được Hội đồng Đạo đức Trường Đại học Y Dược Tp. Hồ Chí Minh chấp thuận theo chứng nhận chấp thuận số 01/HĐĐĐ, ngày 06/01/2020.

III. KẾT QUẢ

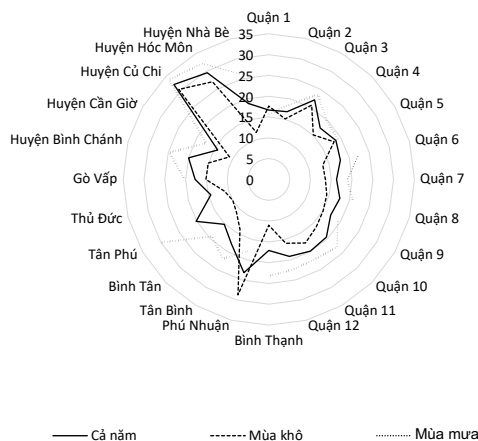
Dựa trên dữ liệu quan trắc được, bản đồ ô nhiễm PM2.5 được xây dựng giúp hình dung về tình trạng ô nhiễm không khí mùa mưa và mùa khô tại TPHCM. Các kết quả dữ liệu cung cấp bản đồ phân bố nồng độ PM2.5 được kết hợp với dữ liệu tử vong, dân số, địa lý để ước tính tác động của PM2.5 lên tử vong do ung thư phổi và ung thư hệ hô hấp.

1. Phân bố nồng độ PM2.5 trung bình theo mùa tại TPHCM theo IDW



Hình 1. Bản đồ phân bố nồng độ PM2.5 trung bình theo mùa tại TPHCM theo IDW

Phân bố ô nhiễm PM_{2.5} toàn thành phố có sự khác biệt lớn giữa các quận và thay đổi theo mùa trong đó mùa mưa thường ô nhiễm hơn mùa khô. Mặc dù các huyện có mức độ đô thị hóa thấp hơn so với quận, ô nhiễm PM_{2.5} tại các huyện Củ Chi, Hóc Môn cao nhất TPHCM trong cả mùa khô và mùa mưa. Phân bố ô nhiễm PM_{2.5} không có xu hướng liên quan đến đô thị hóa (hình 1). Nồng độ PM_{2.5} trung bình ước tính giao động giữa các quận trong khoảng 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ đến 33,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vào mùa mưa nồng độ PM_{2.5} cao hơn mùa khô ghi nhận ở 22 trong số 24 quận huyện. Đặc biệt ở các quận Tân Phú, Nhà Bè, Bình Thạnh, Bình Chánh, Bình Tân, Tân Bình, Quận 6 có sự chênh lệch lớn nhất giữa mùa mưa và mùa khô theo xu hướng mùa mưa ô nhiễm cao hơn (biểu đồ 1).



Biểu đồ 1. Phân bố nồng độ PM_{2.5} mùa mưa, mùa khô và trung bình cả năm

2. Tác động của PM_{2.5} lên tử vong do ung thư phổi và ung thư hệ hô hấp

2.1. Đặc điểm tử vong tại TPHCM năm 2018

Bảng 1. Đặc điểm tử vong do ung thư phổi và ung thư hệ hô hấp tại TPHCM năm 2018

Đặc điểm	Tử vong do ung thư phổi		Tử vong do ung thư hệ hô hấp	
	Tần số	%	Tần số	%
Giới				
Nam	372	66,79	424	67,41
Nữ	185	33,21	205	32,59
Độ tuổi				
Dưới 15	0	0,00	0	0,00
Từ 15 - 60	281	50,45	319	50,72
Trên 60	276	49,55	310	49,28

Thông qua dữ liệu 29.696 trường hợp tử vong trong năm 2018, ghi nhận 598 trường hợp tử vong do ung thư phổi và 690 trường hợp tử vong do ung thư hệ hô hấp; trong đó, số trường hợp đảm bảo tiêu chí đưa vào phân tích là 557 (93%) và 629 (91%) tương ứng. Đặc điểm dân số tử vong do ung thư phổi, ung thư hệ hô hấp trong năm 2018 ghi nhận tỉ lệ nam cao gấp đôi nữ. Không ghi nhận trường hợp tử vong dưới 15 tuổi. Khoảng 49% các ca tử vong có độ tuổi trên 60. Không có sự khác biệt nhiều giữa tử vong do ung thư phổi với tử vong do ung thư hệ hô hấp (bảng 1).

2.2. Tỷ suất tử vong

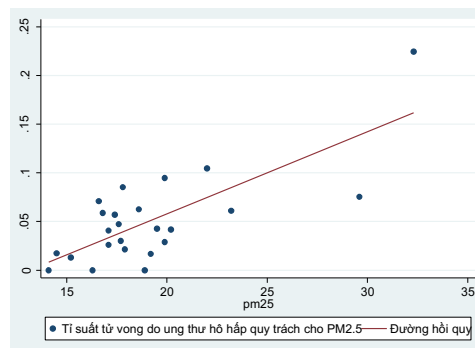
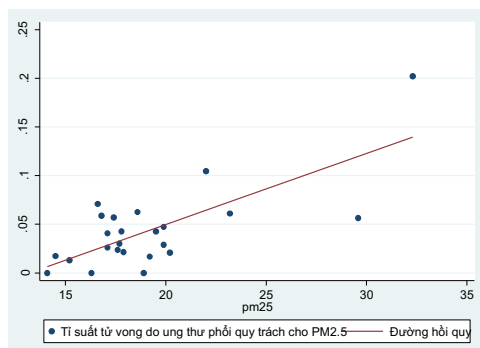
Bảng 2. Tỷ suất tử vong do ung thư phổi và ung thư hệ hô hấp tại TPHCM năm 2018

Đặc điểm	Tỷ vong do ung thư phổi				Tỷ vong do ung thư hệ hô hấp			
	Tỷ vong nền		Quy trách do PM2.5		Tỷ vong nền		Quy trách do PM2.5	
	Tần suất	Tỷ suất (/10.000)	Tần suất	Tỷ suất (/10.000)	Tần suất	Tỷ suất (/10.000)	Tần suất	Tỷ suất (/10.000)
Quận/Huyện								
Quận 1	22	1,561	1	0,071	22	1,561	1	0,071
Quận 2	18	1,057	1	0,059	20	1,174	1	0,059
Quận 3	21	1,098	2	0,105	22	1,150	2	0,105
Quận 4	11	0,626	1	0,057	13	0,740	1	0,057
Quận 5	13	0,812	1	0,062	17	1,062	1	0,062
Quận 6	31	1,319	1	0,043	34	1,447	2	0,085
Quận 7	9	0,258	0	0,000	10	0,286	0	0,000
Quận 8	31	0,729	1	0,024	41	0,964	2	0,047
Quận 9	12	0,312	1	0,026	13	0,338	1	0,026
Quận 10	15	0,639	1	0,043	16	0,682	1	0,043
Quận 11	20	0,946	1	0,047	27	1,277	2	0,095
Quận 12	20	0,332	1	0,017	21	0,349	1	0,017
Bình Thạnh	36	0,731	2	0,041	40	0,812	2	0,041
Phú Nhuận	16	0,975	1	0,061	18	1,097	1	0,061
Tân Bình	21	0,448	1	0,021	21	0,448	1	0,021
Bình Tân	18	0,233	1	0,013	30	0,389	1	0,013
Tân Phú	23	0,481	1	0,021	24	0,502	2	0,042
Thủ Đức	38	0,655	1	0,017	41	0,707	1	0,017
Gò Vấp	39	0,587	2	0,030	39	0,587	2	0,030
Huyện Bình Chánh	34	0,492	2	0,029	37	0,535	2	0,029
Huyện Cần Giờ	11	1,569	0	0,000	13	1,854	0	0,000
Huyện Củ Chi	68	1,528	9	0,202	73	1,640	10	0,225
Huyện Hóc Môn	24	0,452	3	0,056	29	0,546	4	0,075
Huyện Nhà Bè	6	0,310	0	0,000	8	0,413	0	0,000
Toàn TPHCM Dân số (8.831.865)	557	0,631	35	0,040	629	0,712	41	0,046

Nghiên cứu ghi nhận tỷ suất tử vong do ung thư phổi và ung thư hệ hô hấp quy trách do PM2.5 lần lượt là 0,631/10.000 dân và 0,712/10.000 dân. Ô nhiễm PM2.5 đóng góp 6,3% (35/557) trong số ca tử vong do ung thư phổi và 6,5% (41/629) trong số ca tử vong do ung thư hệ hô hấp (bảng 2).

Bảng 3. Mối liên quan giữa nồng độ PM2.5 và tỉ suất tử vong do ung thư phổi và ung thư hệ hô hấp

Liên quan giữa nồng độ PM2.5 với Tử vong ung thư phổi			Liên quan giữa nồng độ PM2.5 với Tử vong ung thư hệ hô hấp		
R	b (KTC 95%) (/10000 dân)	p	R	b (KTC 95%) (/10000 dân)	p
0,733	0,007 (0,004 – 0,010)	< 0,001	0,752	0,008 (0,005 – 0,011)	< 0,001



R, Hệ số tương quan; b hệ số góc phương trình hồi quy tuyến tính; KTC 95%, Khoảng tin cậy 95%

Có mối tương quan thuận mạnh giữa nồng độ PM2.5 và tỉ suất tử vong quy thuộc do ung thư phổi và ung thư hệ hô hấp với hệ số tương quan lần lượt bằng 0,733 và 0,752 (bảng 3). Ứng với mỗi 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2.5 gia tăng, sẽ trực tiếp làm gia tăng tỉ suất tử vong do ung thư phổi lên 0,07/10.000 dân và tỉ suất tử vong do ung thư hệ hô hấp lên 0,08/10.000 dân. Như vậy, với dân số 8.831.865 của TPHCM năm 2018, nếu nồng độ PM2.5 tăng thêm 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ thì số ca tử vong do ung thư phổi sẽ tăng thêm 56 ca và do ung thư hệ hô hấp là 64 ca.

IV. BÀN LUẬN

Tình trạng ô nhiễm không khí, ô nhiễm PM2.5 tại TPHCM rất đáng quan tâm được phản ánh qua các kết quả đo lường trước đây vượt quá QCVN 05: 2013/BTNMT và ngưỡng an toàn sức khỏe của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO).^{7, 8, 14} PM2.5 có phân bố theo không gian địa lý, do đó, việc lập bản đồ PM2.5 với độ phân giải không gian cao là nền tảng cơ bản để đánh giá yếu tố nguy cơ. Hiện tại, mạng lưới quan trắc môi trường TPHCM còn hạn chế về phân giải không gian với chỉ tổng cộng 30 vị trí quan trắc. Trong nghiên cứu của chúng tôi, thiết bị đo giá rẻ được dùng để quan trắc 96 điểm đo trong năm 2020 vào mùa mưa và mùa khô. Sử dụng thiết bị đo giá rẻ AirBeam2 đã cải thiện được độ phân giải không gian và cho thấy

sự phù hợp trong điều kiện nguồn lực nghiên cứu hạn chế. Các bằng chứng trước đây đã cho thấy độ tin cậy của AirBeam2. Khi so sánh đầu dò PMS7003 của AirBeam2 với thiết bị TSI DustTrak DRX Aerosol Monitor 8533 cho thấy nồng độ PM2.5 đo được tương quan mạnh mẽ với $R=0,94$.¹⁵ Khi so sánh với cảm biến tiêu chuẩn tham chiếu, AirBeam2 đều cho hệ số tương quan $>0,8$.¹⁰ Để tiếp tục cải thiện độ phân giải không gian, thuật toán nội suy IDW đã dùng dữ liệu quan trắc để tính toán nồng độ tại các khu vực không quan trắc được theo nguyên tắc giá trị đo càng gần điểm dự đoán thì càng có ảnh hưởng hơn. Phương pháp này có ưu điểm đơn giản, nhanh chóng, tiết kiệm và sử dụng tốt khi các điểm đo có phân bố

rộng khắp diện tích tính toán. Độ chính xác của IDW đã được đánh giá trong nghiên cứu năm 2015 tại Trung Quốc cho thấy IDW có độ chính xác cao với hệ số tương quan 0,99.¹⁶ Như vậy, bằng việc kết hợp quan trắc trên phạm vi rộng với IDW, nghiên cứu đã xây dựng được bản đồ phân bố PM2.5 với độ phân giải, độ tin cậy và chính xác cao.

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi ghi nhận nồng độ PM2.5 trung bình ước tính được giao động giữa các quận trong khoảng 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ đến 33,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; và mùa mưa có xu hướng cao hơn mùa khô. Phần lớn các quận/huyện đảm bảo QCVN 05: 2013/BTNMT (PM2.5 < 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),¹⁴ tuy nhiên một số quận vượt ngưỡng như Hóc Môn, Củ Chi. Đáng chú ý, tất cả các quận đều cho thấy nồng độ PM2.5 trung bình cả năm cao hơn tiêu chuẩn an toàn sức khỏe của WHO (PM2.5 < 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).⁸ Các bằng chứng trước đây cũng nêu lên tình trạng ô nhiễm PM2.5 tương tự. Nồng độ PM2.5 được ghi nhận bởi Sở Tài nguyên và Môi trường TPHCM trong giai đoạn 2013 đến 2017 thường xuyên vượt tiêu chuẩn của WHO về nồng độ ô nhiễm 24 giờ (< 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Kết quả đo lường năm 2016 tại thành phố Hồ Chí Minh ghi nhận nồng độ PM2.5 trung bình năm là 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.³⁷ Theo báo cáo của Trung tâm Phát triển Sáng tạo Xanh (GreenID), năm 2017 nồng độ PM2.5 trung bình tại TPHCM là 29,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; số ngày thành phố có nồng độ PM2.5 vượt tiêu chuẩn trung bình 24 giờ của WHO (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) là 222 ngày và vượt tiêu chuẩn trung bình 24 giờ QCVN là 14 ngày (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).¹⁷ Các bằng chứng trước đây kết hợp với kết quả nghiên cứu của chúng tôi đã cho thấy tình trạng ô nhiễm PM2.5 tại TPHCM có thể gây ảnh hưởng đến sức khỏe người dân. Xây dựng bản đồ phân bố PM2.5 là bước nền tảng để có thể đánh giá tác động sức khỏe của PM2.5; nhờ đó các nhà hoạch định có những cảnh báo và biện pháp phòng ngừa và giảm thiểu tác động sức khỏe.

Nghiên cứu của chúng tôi đã kết hợp bản đồ phân bố PM2.5 với dữ liệu dân số và tử vong sẵn có tại TPHCM để ước tính tác động sức khỏe. Mô hình BenMAP được sử dụng để đánh giá tác động lên tử vong của PM2.5.¹³ Mô hình này cũng đã được sử dụng rộng rãi ở Hoa Kỳ, Nigeria, Chi Lê, Trung Quốc, Thái Lan với ưu điểm có thể ước tính được số người tử vong do ô nhiễm PM2.5 ở từng khu vực trong trường hợp có các thông tin về dân số phơi nhiễm và tỷ suất tử vong trong năm tại khu vực nghiên cứu. Tính chính xác của ước lượng tử vong do PM2.5 phụ thuộc vào tham số đầu vào. Nghiên cứu đã chọn các tham số đầu vào dựa trên các bằng chứng nhằm đảm bảo tính chính xác của kết quả. Nồng độ PM2.5 (tham số A, công thức 2) được trích xuất từ bản đồ phân bố trên toàn TPHCM và giá trị tham chiếu được chọn ở ngưỡng 10 mg/m^3 là ngưỡng an toàn sức khỏe do WHO đề xuất.¹⁸ Ước tính tác động tăng 6,2% tử vong khi PM2.5 tăng 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ được tham khảo từ nghiên cứu tại Tallin là nguồn dữ liệu xác hợp (tham số B, công thức 2).¹⁹ Tỷ suất tử vong nền do ung thư phổi, hệ hô hấp được thu thập từ sổ A6/YTCS Bộ Y tế (tham số C, công thức 2). Các dữ liệu về dân số (tham số D, công thức 2) được thu thập dựa vào thống kê năm 2018 của Cục thống kê TPHCM, và là nguồn dữ liệu phù hợp nhất phản ánh phân bố dân cư toàn thành phố.^{13, 20} Dữ liệu địa lý được trích xuất lớp địa giới hành chính từ Trung tâm Ứng dụng Hệ thống Thông tin Địa lý TPHCM. Như vậy, các dữ liệu sử dụng trong ước tính tác động sức khỏe có tính xác hợp và chính thống cao. Tuy nhiên, các hạn chế đặc thù của dữ liệu thứ cấp vẫn tồn tại khi nghiên cứu của chúng tôi đã không thể đánh giá đầy đủ chất lượng dữ liệu.

Nghiên cứu của chúng tôi ghi nhận tỷ suất tử vong do ung thư phổi và ung thư hệ hô hấp lần lượt là 0,631/10.000 dân và 0,712/10.000 dân. Theo thống kê từ dữ liệu năm 2018, tỉ

suất tử vong chung toàn dân số năm 2018 là 33,031/10000 dân. Như vậy, tử vong do ung thư phổi, ung thư hệ hô hấp chiếm khoảng 2% số ca tử vong do mọi nguyên nhân tại TPHCM năm 2018. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi đã thể hiện rõ đóng góp của PM2.5 vào 6,3% (35/557) số ca tử vong do ung thư phổi và 6,5% (41/629) số ca tử vong do ung thư hệ hô hấp năm 2018. Tỷ suất tử vong do ung thư phổi và ung thư hệ hô hấp cho thấy mối liên quan thuận mạnh với nồng độ PM2.5 với hệ số tương quan lần lượt là 0,733 và 0,752 với $p < 0,001$. Với dân số 8.831.865 của TPHCM năm 2018, nếu nồng độ PM2.5 tăng thêm $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ thì số ca tử vong do ung thư phổi sẽ gia tăng thêm 56 ca và do ung thư hệ hô hấp là 64 ca. Các kết quả nghiên cứu của chúng tôi đã đóng góp thêm những bằng chứng về tác động của PM2.5 đến sức khỏe. Nhiều nghiên cứu trước đây đã chỉ ra mối liên quan giữa PM2.5 với giảm tuổi thọ,^{19, 21} tử vong chung,²²⁻²⁴ nhập viện,^{23, 24} thiệt hại kinh tế.^{20, 23} Các nghiên cứu về tử vong hầu như không xác định đóng góp của PM2.5 vào những nguyên nhân cụ thể, do đó, kết quả có thể bị ảnh hưởng bởi các trường hợp tử vong do các nguyên nhân độc lập với PM2.5. Mối liên quan giữa PM2.5 và ung thư phổi, hệ hô hấp đã được củng cố dựa trên nhiều bằng chứng.²⁵⁻²⁸ Do đó, việc tập trung phân tích tử vong do ung thư phổi, hệ hô hấp sẽ loại trừ được các nguyên nhân tử vong độc lập với PM2.5 từ đó cung cấp các ước tính tin cậy hơn. Bên cạnh đó, các cảnh báo dựa trên những bệnh lý cụ thể sẽ giúp tăng mức độ quan tâm và đem lại hiệu quả cao hơn so với các cảnh báo tử vong chung, đặc biệt đối với bệnh lý ung thư đang có xu hướng gia tăng và rất được người dân quan tâm.

Nghiên cứu của chúng tôi ghi nhận một số hạn chế có thể ảnh hưởng đến các phát hiện. Thiết bị quan trắc giá rẻ có độ chính xác thấp hơn so với các thiết bị quan trắc cố định tiêu chuẩn. Dù vậy, nghiên cứu đã cho thấy thiết bị

giá rẻ AirBeam có độ tin cậy cao khi so sánh với thiết bị quan trắc tự động cố định tiêu chuẩn (được xem là tiêu chuẩn vàng); hệ số tương quan ghi nhận đạt 0,84. Thêm vào đó, thiết bị giá rẻ AirBeam cho phép thu thập dữ liệu có độ phân giải lớn hơn với mức chi phí thấp. Tiêu chuẩn 1 năm sinh sống tại địa phương có thể chưa đủ để làm tăng tỉ lệ mắc bệnh. Tuy nhiên, việc chọn giới hạn 1 năm phụ thuộc vào hệ thống thu thập dữ liệu tử vong A6/YTCS Bộ Y tế. Nghiên cứu đã không tìm được dữ liệu có giới hạn dài hơn, do đó đây là một hạn chế mà nhóm nghiên cứu đã không khắc phục được. Sử dụng thiết kế sinh thái, số liệu phơi nhiễm với các yếu tố gây nhiễu không tiếp cận được ở cấp độ quận/huyện dẫn đến không thể kiểm soát các yếu tố gây nhiễu tiềm ẩn. Đây cũng là điểm hạn chế điển hình trong nghiên cứu sinh thái. Trong tương lai, các nghiên cứu ước lượng gánh nặng tử vong do PM2.5 cần tiếp tục mở rộng các kỹ thuật đo lường dựa trên các thiết bị giá rẻ để đạt được độ phân giải không gian cao hơn phục vụ phân tích ở cấp độ cá nhân hoặc cấp hành chính thấp hơn như xã/phường. Cùng với đó các dữ liệu về yếu tố gây nhiễu cũng cần được tiếp cận ở cấp độ phù hợp để loại trừ các tác động gây nhiễu và cung cấp các ước lượng chính xác hơn.

V. KẾT LUẬN

Ô nhiễm PM2.5 ở TPHCM thường xuyên được ghi nhận vượt giới hạn an toàn sức khỏe của WHO và đóng góp vào tử vong do ung thư phổi và ung thư hệ hô hấp năm 2018. Cần có những biện pháp ngắn hạn phòng tránh tác hại của PM2.5 và biện pháp dài hạn giảm thiểu ô nhiễm PM2.5. Những kết quả trên là nguồn thông tin quan trọng cho các chương trình truyền thông sức khỏe, bảo vệ môi trường, và cũng nguồn thông tin tham khảo cho các nhà hoạch định chính sách đề ra các mục tiêu giảm thiểu ô nhiễm môi trường để bảo vệ sức khỏe.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu nhận được tài trợ từ Đề tài tiềm năng Trường Đại học Y Dược Tp.HCM hợp đồng số 66/2019/HĐ- ĐHYD do TS. Trần Ngọc Đăng làm chủ nhiệm. Ngoài ra, nhóm nghiên cứu xin được bày tỏ lòng biết ơn chân thành đến: Sở Tài nguyên và Môi trường Tp.HCM, Cục thống kê TP.HCM, Cục quản lý môi trường y tế - Bộ Y tế, Trung tâm Ứng dụng Hệ thống Thông tin Địa lý TPHCM đã tạo điều kiện giúp đỡ chúng tôi trong quá trình thu thập số liệu. Chúng tôi cũng chân thành cảm ơn PGS.TS. Tô Thị Hiền, trường Đại học Khoa Học Tự Nhiên TpHCM và PGS.TS. Hồ Quốc Bằng, Viện Môi Trường và Tài Nguyên, Đại học Quốc Gia TpHCM đã cố vấn chuyên môn cho nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Environmental Pollution Centers. Air Pollution Causes. <https://www.environmentalpollutioncenters.org/air/causes/>, Accessed Dec19, 2018.
2. Xing Y-F, Xu Y-H, Shi M-H, Lian Y-X. The impact of PM2.5 on the human respiratory system. *Journal of Thoracic Disease*. 2016;8(1):69-74.
3. Brook RD, Franklin B, Cascio W, et al. Air Pollution and Cardiovascular Disease: A Statement for Healthcare Professionals From the Expert Panel on Population and Prevention Science of the American Heart Association. *Circulation*. 2004;109:2655-2671.
4. Environmental Pollution Centers. What Is Air Pollution? <https://www.environmentalpollutioncenters.org/air/>, Accessed Feb 2, 2020.
5. Song C, He J, Wu L, et al. Health burden attributable to ambient PM2.5 in China. *Environmental Pollution*. 2017;223:575-586.
6. Institute for Health Metrics, Evaluation's Global Burden of Disease Project, The Health Effects Institute. The State of Global Air. <https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/soga-2018-report.pdf>, Accessed Feb 12, 2019.
7. World Health Organization Western Pacific Region. Frequently Asked Questions about Ambient and Household Air Pollution and Health. http://www.wpro.who.int/vietnam/mediacentre/features/air_pollution_QandA/en/, Accessed Jun 30, 2019.
8. World Health Organization. WHO outdoor air quality guidelines. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/airquality/policy/who-outdoor-air-quality-guidelines>, Accessed 01/05/2020.
9. Environmental Protection Agency. *Guidance on Choosing a Sampling Design for Environmental Data Collection: for Use in Developing a Quality Assurance Project Plan*. 2002.
10. Feinberg S, Williams R, Hagler GSW, et al. Long-term evaluation of air sensor technology under ambient conditions in Denver, Colorado. *Atmospheric Measurement Techniques*. 2018;11(8):4605-4615. doi:10.5194/amt-11-4605-2018.
11. Setianto A, Triandini T. Comparison of Kriging and Inverse Distance Weighted (IDW) interpolation methods in lineament extraction and analysis. *Journal of Applied Geology*. 2013;5(1):21-29.
12. Li L, Losser T, Yorke C, Piltner R. Fast Inverse Distance Weighting-Based Spatiotemporal Interpolation: A Web-Based Application of Interpolating Daily Fine Particulate Matter PM2.5 in the Contiguous U.S. Using Parallel Programming and k-d Tree. *Environmental Research and Public Health*. 2014;11:9101-9141.
13. United States Environmental

Protection Agency. BENMAP Environmental Benefits Mapping and Analysis Program: User's Manual Appendices. 2008:1-14.

14. Bộ Tài Nguyên và Môi Trường. QCVN 05:2013/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh. 2013.

15. Michael H, Chris Chaeha Lim. AirBeam2 Technical Specifications, Operation & Performance. <http://www.takingspace.org/airbeam2-technical-specifications-operation-performance/>, Accessed access on June 1st 2019.

16. Zhang P, Shen T. Comparison of different spatial interpolation methods for atmospheric pollutant PM_{2.5} by using GIS and Spearman correlation. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 2015;7(12):452-469.

17. Nguyen Thi Anh Thu, Blume L. Báo cáo chất lượng không khí năm 2017. 2017:14-15.

18. World Health Organization. *WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: global update 2005 : summary of risk assessment*. 2005.

19. Orru H, Erik Teinmaa TL, Tamm T, Kaasik M, Kimmel V, al e. Health impact assessment of particulate pollution in Tallinn using fine spatial resolution and modeling techniques. *Environmental Health Perspectives*. 2009;8:7.

20. Ho Quoc Bang. Modeling PM₁₀ in Ho Chi Minh City, Vietnam and evaluation of its impact on human health. *Sustainable Environment Research*. 2017;27(2):95-102.

21. Boldo E, Medina S, LeTertre A, et al. Apehis: Health impact assessment of long-

term exposure to PM (2.5) in 23 European cities. *Eur J Epidemiol*. 2006;21(6):449-58. doi:10.1007/s10654-006-9014-0.

22. Chen T, Deng S, Li M. Spatial Patterns of Satellite-Retrieved PM_{2.5} and Long-Term Exposure Assessment of China from 1998 to 2016. *Int J Environ Res Public Health*. Dec 8 2018;15(12) doi:10.3390/ijerph15122785.

23. Abe KC, Miraglia SG. Health Impact Assessment of Air Pollution in Sao Paulo, Brazil. *Int J Environ Res Public Health*. Jul 11 2016;13(7):694. doi:10.3390/ijerph13070694.

24. Le LTP, Leung A. Associations between urban road-traffic emissions, health risks, and socioeconomic status in Ho Chi Minh City, Vietnam: a cross-sectional study. *The Lancet*. 2018;2:5.

25. Huang F, Pan B, Wu J, Chen E, Chen L. Relationship between exposure to PM_{2.5} and lung cancer incidence and mortality: A meta-analysis. *Oncotarget*. 2017;8(26):43322-43331. doi:10.18632/oncotarget.17313.

26. Yang S, Liucun Z, Fei Y, Xiangyin K, Tao H, Yu-Dong C. Analysis of the relationship between PM_{2.5} and lung cancer based on protein-protein interactions. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*. 2016;19(2):100-108. doi:http://dx.doi.org/10.2174/1386207319666151110123345.

27. Li R, Zhou R, Zhang J. Function of PM_{2.5} in the pathogenesis of lung cancer and chronic airway inflammatory diseases. *Oncol Lett*. 2018;15(5):7506-7514. doi:10.3892/ol.2018.8355.

28. Xing Y-F, Xu Y-H, Shi M-H, Lian Y-X. The impact of PM_{2.5} on the human respiratory system. *Journal of thoracic disease*. 2016;8(1): E69-E74. doi:10.3978/j.issn.2072-1439.2016.01.19.

Summary

PM2.5 INCREASED RESPIRATORY MORTALITY IN HO CHI MINH CITY: A MULTI-SOURCE DATA STUDY

The purpose of this study is to map PM2.5 spatial distribution and to assess the impact of PM2.5 on lung cancer mortality and respiratory cancer mortality in Ho Chi Minh City, Vietnam in 2018. The PM2.5 distribution was mapped based on 96 locations in the wet and dry seasons using the low-cost air pollution sensor (named AirBeam2) and the IDW algorithm. Analysis of the PM2.5 impact on lung and respiratory cancer mortality was based on the A6/YTCS mortality data from the Ministry of Health Vietnam and the BenMAP model. All districts showed that the annual average PM2.5 concentration was higher than the WHO health safety standard (PM2.5 <10 µg/m³). PM2.5 contributed to 6.3% (35/557) lung cancer mortality and 6.5% (41/629) respiratory cancer mortality. For each increased of 10 µg/m³ PM2.5 level, lung cancer mortality increased by 56 cases, and respiratory cancer mortality increased by 64 cases. We recommend to implement short-term interventions to prevent the effects of PM2.5 and long-term solutions to minimize PM2.5 pollution.

Keywords: PM2.5, respiratory cancer, mortality.