

chứng thần kinh hơn những bệnh nhân không tiêm ngừa vaccin. Nghiên cứu của chúng tôi chỉ ghi nhận 15 trường hợp (8,0%) mắc bệnh nặng và mức độ bệnh khác biệt có ý nghĩa thống kê đối với tỉ lệ biến chứng thần kinh bệnh nhân hậu nhiễm COVID-19. Tác giả Sudre CH và cộng sự nghiên cứu "Các đặc tính và yếu tố dự đoán của Covid kéo dài" và tác giả Crook H và cộng sự cũng ghi nhận bệnh bị Covid nặng trước đó làm tăng nguy cơ biến chứng thần kinh. Ở bệnh nhân mắc COVID-19 nặng, nguy cơ diễn tiến cao đến suy hô hấp gây thiếu oxy toàn cơ thể đặc biệt tổn thương kéo dài hệ thống thần kinh ở bệnh nhân. Khi tiến hành điều trị ở những bệnh nhân cần đặc biệt chú ý đến các yếu tố nguy cơ có thể thay đổi nhằm kiểm soát tốt và phòng ngừa biến chứng hậu nhiễm COVID-19.

V. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu, chúng tôi ghi nhận 40,2% bệnh nhân có biến chứng thần kinh ở bệnh nhân hậu nhiễm COVID-19. Ở những bệnh nhân có biến chứng thần kinh hậu nhiễm COVID-19 có các đặc điểm triệu chứng đặc điểm đa dạng phân bố với tỉ lệ khác nhau, cụ thể một nửa chiếm tỉ lệ cao nhất là 27,1% và động kinh chiếm tỉ lệ thấp nhất 0,5%. Một số yếu tố liên quan với tỉ lệ bệnh nhân hậu nhiễm COVID-19 có biến chứng thần kinh bao gồm nơi cư trú, tiêm ngừa COVID-19 trước khi nhiễm và mức độ mắc bệnh là khác biệt có ý nghĩa thống kê.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Geddes L** (2020), "Why strange and debilitating

coronavirus symptoms can last for months", *New Sci*, pp. 286.

2. **Nabavi Nikki** (2020), "Long covid: how to define it and how to manage it".
3. **Meenakshi Ahluwalia Abbas Jarrahi, Hesam Khodadadi, Evila da Silva Lopes Salles, Ravindra Kolhe, David C. Hess, et al** (2020), "Neurological consequences of COVID-19: what have we learned and where do we go from here?", *Journal of neuroinflammation*. 17, pp. 1-12.
4. **Toby Hillman Waqaar Shah, E Diane Playford, Lyth Hishmeh** (2021), "Managing the long term effects of covid-19: summary of NICE, SIGN, and RCGP rapid guideline". 372.
5. **Talia Wegman-Ostrosky Sandra Lopez-Leon, Carol Perelman, Rosalinda Sepulveda, Paulina A. Rebolledo, Angelica Cuapio, et al** (2021), "More than 50 long-term effects of COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep* 11: 16144".
6. **Bộ Y tế** (2022), "Hướng dẫn chẩn đoán và điều trị COVID-19 do chủng vi rút Corona mới (SARS-CoV-2) cập nhật ngày 28/01/2022".
7. **Simiao Chen Dan Cui, Luzhao Feng, Mengmeng Jia, Yeming Wang, Weijun Xiao, et al** (2022), "Long-term outcomes in COVID-19 patients who recovered from the first wave of the pandemic". 9(11), pp. 192.
8. **Tim Waterboer Jessica Seeßle, Theresa Hippchen, Julia Simon, Marietta Kirchner, Adeline Lim, et al** (2022), "Persistent symptoms in adult patients 1 year after coronavirus disease 2019 (COVID-19): a prospective cohort study". 74(7), pp. 1191-1198.
9. **Josh Holder** (2021), "Tracking coronavirus vaccinations around the world". 30.
10. **Fang Wang Xue Zhang, Ye Shen** (2021), "Symptoms and health outcomes among survivors of COVID-19 infection 1 year after discharge from hospitals in Wuhan, China". 4(9), pp. e2127403-e2127403.

MỨC ĐỘ PHƠI NHIỄM BỤI PM2.5 CỦA NGƯỜI DÂN TỪ CÁC NGUỒN CỐ ĐỊNH VÀ DI ĐỘNG: MỘT NGHIÊN CỨU THỬ NGHIỆM TẠI TP.HCM

**Phan Thị Trúc Thủy*, Trần Thị Anh Thu*,
Bùi Thị Hồng Loan**, Trần Ngọc Đăng***

TÓM TẮT

Các quốc gia Châu Á thường có các nguồn phát sinh ô nhiễm bụi PM2.5 phức tạp trong không gian sống cộng đồng do văn hóa và lối sống đặc trưng. Các nghiên cứu về phơi nhiễm bụi PM2.5 hiện nay thường chỉ khai thác dữ liệu từ các trạm quan trắc cố định

hoặc đánh giá mức độ phơi nhiễm cá nhân riêng lẻ. Điều này đối diện nguy cơ đánh giá không toàn diện mức độ phơi nhiễm cá nhân và cộng đồng cư dân trong một khu vực sinh sống. Ngày nay, các cảm biến bụi PM2.5 được phát triển và ứng dụng phổ biến trong các nghiên cứu do ưu điểm di động, giá rẻ và độ chính xác chấp nhận được. Nghiên cứu sử dụng thiết bị cảm biến giá rẻ trên 36 tình nguyện viên và 7 điểm phát sinh bụi PM2.5 cố định tại TP.HCM. Nồng độ bụi PM2.5 trung bình các ngày tại điểm cố định hầu hết đạt chuẩn cho phép theo QCVN05:2023. Tất cả các hoạt động đi trên đường, mua sắm, nấu ăn-ăn uống và làm việc nhà đều có số chênh phơi nhiễm vượt ngưỡng cao hơn có ý nghĩa thống kê so với hoạt động tĩnh tại với OR lần lượt là 4,51; 6,19; 5,58 và 2,63 ($p < 0,01$). Cần thêm các nghiên cứu trên quy mô dân

*Đại học Y Dược TP.HCM

**Bệnh viện Đại học Y Dược TP.HCM

Chịu trách nhiệm chính: Trần Ngọc Đăng

Email: ngocdangytcc@gmail.com

Ngày nhận bài: 20.2.2025

Ngày phản biện khoa học: 21.3.2025

Ngày duyệt bài: 22.4.2025

số lớn hơn và theo dõi dài hơn để xác định các yếu tố phơi nhiễm chính với bụi PM2.5 tại TP.HCM.

Từ khóa: Bụi PM2.5, phơi nhiễm, nguồn cố định, nguồn di động, cảm biến chi phí thấp.

SUMMARY

PM2.5 EXPOSURE LEVELS FROM FIXED AND MOBILE SOURCES: AN EXPERIMENTAL STUDY IN HO CHI MINH CITY

Asian countries often exhibit complex sources of PM2.5 particulate pollution within community living environments, primarily influenced by their distinctive cultural practices and lifestyles. Despite this complexity, current assessments of PM2.5 exposure are primarily based on data from fixed monitoring stations. This reliance on static measurements poses a risk of underestimating actual personal exposure levels, as individual activities and interactions with pollution sources vary considerably throughout the day. Technological advancements have enabled the adoption of low-cost air pollution sensors that offer several advantages over traditional monitoring systems, including affordability, portability, and the ability to measure multiple pollutants simultaneously. In this study, a longitudinal monitoring approach was employed using low-cost sensors to assess PM2.5 exposure among 36 volunteers, alongside measurements from seven fixed emission sources in Ho Chi Minh City. The average daily PM2.5 concentrations at fixed monitoring sites generally complied with the permissible limits set by the Vietnamese National Technical Regulation on Ambient Air Quality (QCVN05:2023). However, personal exposure during specific activities—namely commuting, shopping, cooking/eating, and housework—was found to significantly exceed levels associated with sedentary behaviors. The odds ratios (OR) for these activities were 4.51, 6.19, 5.58, and 2.63, respectively ($p < 0.01$). These findings underscore the importance of expanding research efforts with larger populations and extended monitoring periods to better identify the key determinants of PM2.5 exposure in urban environments such as Ho Chi Minh City.

Keywords: PM2.5, exposure, fixed sources, mobile sources, low-cost sensors

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đô thị hóa làm hạn chế khả năng tiếp cận môi trường tự nhiên và làm tăng các mối nguy, trong đó có ô nhiễm không khí. Trong số các tác nhân ô nhiễm không khí gây hại cho sức khỏe, bụi PM2.5 được biết đến là một tác nhân dễ dàng xâm nhập vào phổi, làm tăng tỉ lệ mắc bệnh và tử vong do các bệnh hô hấp³. Tại các thành phố lớn của Việt Nam giai đoạn 2019-2021, nồng độ bụi PM2.5 hầu như không đáp ứng được tiêu chuẩn của WHO².

Tại Châu Á nói chung và Việt Nam nói riêng, các nguồn phát sinh ô nhiễm không khí phức tạp do sự kết hợp của các cửa hàng thức ăn đường phố, đền thờ, chùa, giao thông đông đúc trong

không gian sống của cộng đồng. Các nguồn này ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường không khí cư dân, dẫn đến mức độ ô nhiễm trong cộng đồng có nhiều sự biến đổi. Thực tế cho thấy, mỗi cá nhân có sự khác biệt trong hoạt động hàng ngày và mức độ tiếp xúc nguồn gây ô nhiễm. Nhờ sự phát triển của công nghệ, các cảm biến hiện nay mang đến giải pháp hiệu quả với chi phí hợp lý, tính di động cao và khả năng đo lường đồng thời nhiều chất ô nhiễm không khí. Đặc biệt, các thiết bị cảm biến này được thiết kế để có thể sử dụng một cách dễ dàng trong sinh hoạt thường nhật mà không gây xao trộn thói quen. Điều này càng trở nên quan trọng khi xét đến các tiêu chuẩn về chất lượng không khí tại Việt Nam, như các quy định về nồng độ bụi mịn PM2.5 và PM10 theo QCVN 05:2013/BTNMT. Việc dùng các cảm biến cá nhân có thể cung cấp thông tin chi tiết và kịp thời về mức độ phơi nhiễm cá nhân so với các ngưỡng này, từ đó nâng cao nhận thức và hỗ trợ các biện pháp bảo vệ sức khỏe hiệu quả hơn.

Nghiên cứu được thực hiện tại một khu vực cộng đồng dân cư với diện tích nhỏ tại một quận nội thành tại TP.HCM (khoảng 2km²), có các nguồn phát sinh bụi PM2.5 tiêu biểu của cộng đồng châu Á để bước đầu xác định mức độ phơi nhiễm bụi PM2.5 từ các nguồn cố định trong khu vực dân cư. Đồng thời, thử nghiệm đo lường phơi nhiễm bụi PM2.5 cá nhân trên nhóm dân số nhỏ với kỳ vọng có thể làm tiền đề để ứng dụng, phát triển các nghiên cứu tương tự cho những vùng đô thị nguy cơ cao ở Việt Nam cũng như ở các quốc gia khác trên thế giới. Với mục tiêu xác định mức độ phơi nhiễm bụi PM2.5 (từ các nguồn cố định và di động), tỷ lệ phơi nhiễm bụi PM2.5 vượt ngưỡng của người dân TP.HCM và một số yếu tố liên quan.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Đối tượng

Tiêu chuẩn lựa chọn. Đối với phơi nhiễm từ nguồn di động: lựa chọn tham gia nghiên cứu là tình nguyện viên tuổi từ đủ 18 đến 65 tuổi, không hút thuốc lá hoặc không ở chung với người hút thuốc lá.

Đối với phơi nhiễm từ nguồn cố định: Vị trí lắp đặt thiết bị Airbeam3 là những hộ dân sống gần nguồn phát sinh bụi PM2.5 trong bán kính 5 mét, đồng ý lắp đặt thiết bị Airbeam3 tại nhà và hỗ trợ nguồn điện cho máy.

Tiêu chuẩn loại trừ. Những người không hoàn thành nhật ký báo cáo hoạt động trong 2 ngày, hoặc đang trong giai đoạn xảy ra những biến cố đặc biệt khiến cho việc sinh hoạt không

thể diễn ra như thường lệ. Loại bỏ những ngày mất dữ liệu PM2.5 quá 10% trong ngày.

2. Phương pháp

Thiết kế nghiên cứu: Nghiên cứu thử nghiệm cộng đồng

Cỡ mẫu: Đo lường phơi nhiễm cá nhân dựa trên cơ sở một nghiên cứu tiêu chuẩn được thực hiện đầu tiên tại Đài Loan năm 2020, nghiên cứu chọn vào 36 người⁵. Đối với đo lường phơi nhiễm cộng đồng, chọn vào 7 địa điểm đại diện cho các nguồn phát sinh bụi PM2.5 của cộng đồng châu Á⁶.

Phương pháp chọn mẫu: Chọn mẫu có chủ đích.

Nội dung nghiên cứu:

Công cụ thu thập số liệu: Dữ liệu phơi nhiễm bụi cá nhân và cố định được thu thập bằng máy Airbeam3, đã được đo lường tiêu chuẩn bởi nhà sản xuất⁷. Các yếu tố liên quan được thu thập bằng Nhật ký hoạt động (Time-activity Diaries - TADs)⁵ gồm các biến số: hoạt động, phương tiện di chuyển.

Quy trình tiến hành nghiên cứu: Đối với phơi nhiễm nguồn cố định: Lựa chọn các nguồn ô nhiễm không khí tiêu biểu của cộng đồng châu Á theo các nghiên cứu trước đây⁶ (Bảng 1). Ở mỗi loại nguồn phát sinh, chọn ngẫu nhiên đơn các địa điểm đưa vào nghiên cứu. Có tổng cộng 6 điểm phát sinh bụi PM2.5 và 1 điểm phơi nhiễm hỗn hợp làm nền so sánh có độ cao khoảng 10 mét so với mặt đất. Thời gian thu thập dữ liệu là 1 tuần.

Bảng 1. Phân loại các nguồn phát sinh bụi PM2.5 cố định

STT	Mã địa điểm	Loại nguồn phát sinh bụi PM2.5
1	P8.1	Thức ăn đường phố, giao thông liên tục
2	P11.1	Giao thông dừng - đi
3	P11.2	Điểm nền
4	P11.3	Chùa, giao thông trước trường

1. Mức độ phơi nhiễm bụi PM2.5 từ các nguồn cố định và di động

Bảng 2. Kết quả quan trắc nồng độ bụi PM2.5 trung bình 5 phút tại các nguồn phát sinh cố định ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Vị trí	Số quan sát (n)	TB	ĐLC	Giá trị nhỏ nhất	Bách phân vị			Giá trị lớn nhất
					25%	50%	75%	
P8.1	2016	41,7	55,5	3,8	13,4	20,4	44,3	598,0
P11.1	2016	16,4	9,4	2,2	10,6	14,4	19,8	138,2
P11.2	2016	14,0	7,3	1,4	9,4	12,6	17,2	96,0
P11.3	2016	15,5	7,8	0,4	10,6	14,2	18,8	68,8
P11.4	2016	14,8	8,2	0,6	9,6	13,2	18,0	68,8
P12.1	2016	14,9	7,3	2,0	10,0	13,4	17,8	63,8
P12.2	2016	11,9	12,7	0,0	5,6	7,2	11,0	137,0

Kết quả quan trắc cho thấy nồng độ bụi PM2.5 trung bình trong thời gian nghiên cứu đều

		học
5	P11.4	Giao thông liên tục
6	P12.1	Giao thông dừng-đi, trạm xăng
7	P12.2	Giao thông trước trường học

Đối với phơi nhiễm nguồn di động: tình nguyện viên đeo thiết bị trước cổ, phía ngoài áo hoặc trên vai gần vị trí của mũi liên tục trong 02 ngày tham gia nghiên cứu. Đồng thời, tình nguyện viên được yêu cầu điền vào nhật ký hoạt động mỗi 30 phút.

Dữ liệu kết quả đo của Airbeam3 được truy cập bằng thiết bị Android hoặc trang web AirCasting.

Phương pháp xử lý số liệu: Số liệu được thu thập và làm sạch trên phần mềm Microsoft Excel 2019, sau đó được phân tích bằng Stata 16.0.

Sử dụng các phép kiểm định t-test không bắt cặp, kiểm định phương sai ANOVA một chiều nếu dữ liệu định lượng PM2.5 phân phối bình thường. Trong trường hợp dữ liệu phân phối không bình thường, chúng tôi sử dụng kiểm định Kruskal-Wallis (thay thế ANOVA). Các dữ liệu đều được thu thập độc lập tại các thời điểm. Với kết cục là tỉ lệ bụi PM2.5 vượt ngưỡng, sử dụng hồi quy logistic kiểm định các mối liên hệ giữa biến số. Số đo kết hợp được báo cáo là tỉ số chênh (OR) và có ý nghĩa thống kê khi $p < 0,05$.

Thời gian và địa điểm: thành phố Hồ Chí Minh từ 08/2022 đến 10/2023.

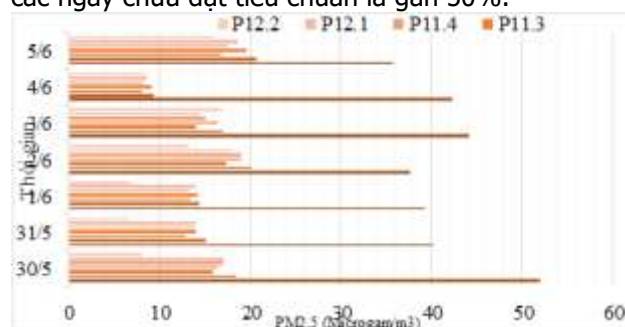
3. Đạo đức nghiên cứu. Nghiên cứu được phê duyệt bởi Hội đồng Đạo đức trong nghiên cứu y sinh học Đại học Y Dược TP.HCM số 253/HĐĐĐ-ĐHYD ngày 3 tháng 3 năm 2023.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Dữ liệu bụi PM2.5 được tính toán trung bình với độ phân giải 5 phút. Tổng cộng số liệu bụi PM2.5 tại 7 vị trí đo cố định là 14.112 điểm quan sát. Tổng cộng có 3.076 quan sát từ 36 tình nguyện viên được đưa vào phân tích.

đạt tiêu chuẩn không khí cho phép theo QCVN 05:2023. Tại khu vực P8.1 là cao nhất với trung

bình $41,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, trung vị $20,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Bảng 2). Tính trung bình theo ngày, PM_{2.5} tại các nguồn phát sinh hầu hết đều đạt tiêu chuẩn QCVN 05:2023 (Hình 1). Tuy nhiên, nếu xét theo tiêu chuẩn 24 giờ của WHO (năm 2021) thì nồng độ các ngày chưa đạt tiêu chuẩn là gần 50%.



Hình 1. Nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình theo ngày tại các nguồn phát sinh cố định

Bảng 3. Nồng độ bụi PM_{2.5} theo hoạt động di động cá nhân

Hoạt động	PM _{2.5}		p ^b
	Trung vị	Tứ phân vị	
Hoạt động ăn uống (n=228)			<0,001
Có	20,8	13,0 - 28,5	
Không	13,5	9,0 - 19,5	
Hoạt động thờ cúng (n=7)			0,015
Có	21,0	18,5 - 24,0	
Không	14,0	9,0 - 21,0	
Mua sắm (n=11)			0,096
Có	18,5	12,5 - 30,5	
Không	14,0	9,0 - 21,0	
Trên đường đi (n=253)			<0,001
Có	18,0	13,0 - 24,0	
Không	13,4	9,0 - 20,5	
Làm việc nhà (n=130)			0,014
Có	16,0	10,5 - 23,5	
Không	14,0	9,0 - 20,5	
Phương tiện			0,006
Xe đạp/xe đạp điện (n=4)	66,5	21,3 - 121,5	
Xe máy/ xe máy điện (n=306)	19,0	14,0 - 26,5	
Đi bộ (n=69)	16,0	12,0 - 22,5	
Xe hơi (n=4)	10,5	5,0 - 19,5	
Xe buýt (n=1)	9,0	9,0 - 9,0	

^b Kiểm định Kruskal-Wallis

Hoạt động ăn uống (gồm cả nấu ăn và ăn uống), thờ cúng, đi trên đường và làm việc nhà cho thấy mức phơi nhiễm bụi PM_{2.5} cao hơn so

với các cá nhân không có các hoạt động này ($p<0,05$). Trong khi đó hoạt động mua sắm cho thấy nồng độ phơi nhiễm không khác biệt đáng kể so với những người không mua sắm ($p=0,096$).

Khi sử dụng phương tiện di chuyển, xe đạp/xe đạp điện cho mức độ phơi nhiễm cao nhất với $66,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Xe hơi hoặc xe buýt có mức phơi nhiễm bụi PM_{2.5} thấp hơn lần lượt là $10,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($p=0,006$).

2. Xác định các yếu tố liên quan đến phơi nhiễm bụi PM_{2.5} vượt ngưỡng

Bảng 4. Phơi nhiễm cá nhân vượt ngưỡng khuyến cáo nồng độ trung bình 24 giờ

Đặc điểm	Vượt ngưỡng bụi PM _{2.5}	
	Tần số	Tỉ lệ (%)
Có	1.366	44,4
Không	1.710	55,6

Dữ liệu cho thấy có 44,4% thời điểm cá nhân tiếp xúc với nồng độ bụi PM_{2.5} vượt ngưỡng khuyến cáo.

Bảng 5. Nồng độ bụi PM_{2.5} vượt ngưỡng theo phương tiện di chuyển

Đặc điểm	Vượt ngưỡng bụi PM2.5 WHO		OR (KTC95%) ^c
	Có	Không	
Phương tiện			
Xe hơi, xe tải	1 (25,0)	3 (75,0)	1
Xe buýt	0 (0)	1 (100)	-
Đi bộ	36 (52,2)	33 (47,8)	3,27 (0,32-33,0)
Xe đạp/xe đạp điện	4 (100)	0 (0)	-
Xe máy/ xe máy điện	214 (69,9)	92 (30,1)	6,98 (0,72-68,0)
Hoạt động			
Ngủ, nghỉ ngơi, thiền	291 (30,1)	676 (69,9)	1
Trên đường đi	167 (66,0)	86 (34,0)	4,51 (3,36-6,05)*
Thờ cúng, tụng kinh	7 (100)	0 (0)	-
Mua sắm	8 (72,7)	3 (27,3)	6,19 (1,63-23,5)**
Hoạt động ăn uống	161 (70,6)	67 (29,4)	5,58 (4,07-7,66)*
Làm việc nhà	69 (53,1)	61 (46,9)	2,63 (1,81-3,81)*

^cHồi quy Logistic; * $p<0,001$; ** $p<0,01$

Không có sự khác biệt về nồng độ bụi PM_{2.5} khi di chuyển bằng các phương tiện khác nhau. Tất cả các hoạt động đi trên đường, mua sắm, nấu ăn- ăn uống và làm việc nhà đều có số chênh lệch phơi nhiễm vượt ngưỡng cao hơn có ý nghĩa thống kê so với hoạt động tĩnh tại (ngủ, nghỉ ngơi, thiền), OR lần lượt là 4,51; 6,19; 5,58

và 2,63 ($p < 0,01$).

IV. BÀN LUẬN

Nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình các ngày hầu hết đạt chuẩn cho phép theo QCVN 05:2023. Tuy nhiên, dựa trên hướng dẫn của WHO (năm 2021) với nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình 24 giờ là 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ thì tỉ lệ chưa đạt chuẩn khá cao (57,1%). Đối với địa điểm có cửa hàng thức ăn đường phố (P8.1), nồng độ bụi PM_{2.5} cao nhất so với các điểm khác, trung bình 41,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Đặc biệt, việc nấu bằng than thì nồng độ bụi PM_{2.5} cao nhất so với các nhiên liệu khác⁴. Đối với khu vực chùa thắp hương, nồng độ trung bình hằng ngày đều đạt QCVN 05:2023. Một điểm đặc biệt mà chúng tôi quan sát được là vào ngày 2/6 tương ứng với ngày Rằm tháng 4 âm lịch, có sự gia tăng nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình 24 giờ lên 19,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, cao nhất trong thời gian nghiên cứu tại địa điểm này. Một nghiên cứu khác thực hiện tại hai ngôi chùa ở Việt Nam và Đài Loan cũng có phát hiện tương tự. Trong những ngày diễn ra sự kiện (ngày mùng 1 và 15 âm lịch), nồng độ PM₁ và PM_{2.5} cao hơn khoảng hai lần so với những ngày khác¹.

Về hoạt động cá nhân, ăn uống, thờ cúng, cho thấy mức phơi nhiễm bụi PM_{2.5} cao hơn các hoạt động khác (từ 20,8 đến 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Nghiên cứu tại Đài Loan cũng cho các chỉ số tương tự về hoạt động phơi nhiễm⁵. Ngủ/ngủ nghỉ ngơi phơi nhiễm nồng độ thấp nhất với 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; kể đến là các hoạt động giải trí tĩnh tại khác (từ 13,6 đến 14,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); ăn và tắm ghi nhận nồng độ tiếp xúc cao hơn (từ 15,1 đến 15,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)⁵.

Về phương tiện, xe đạp/xe đạp điện có mức độ phơi nhiễm cao nhất với 66,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tiếp đến là xe máy/xe máy điện với 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Các phương tiện có cửa kính đóng giúp hạn chế tiếp xúc. Dễ dàng nhận thấy nồng độ tiếp xúc của các phương tiện không có cửa cao hơn so với phương tiện có cửa kính. Sử dụng xe đạp có mức phơi nhiễm cao hơn xe máy có thể do thời gian phơi nhiễm với nguồn phát thải kéo dài hơn vì vận tốc chậm hơn. Nhìn chung, phương tiện có cửa đóng kín làm giảm mức độ phơi nhiễm, tuy nhiên khó khuyến cáo việc thay đổi phương tiện di chuyển cá nhân. Thay vào đó, người dân có thể sử dụng phương tiện công cộng để di chuyển như xe buýt.

Nghiên cứu chưa đánh giá tác động của bụi PM_{2.5} lên các chỉ số sức khỏe, tuy nhiên xác định được tỉ lệ vượt ngưỡng là dữ liệu ban đầu, làm tiền đề cho việc triển khai nghiên cứu sâu hơn đánh giá tác động tức thời của bụi PM_{2.5} đến các biến cố sức khỏe. Chúng tôi sử dụng

ngưỡng khuyến cáo của WHO về nồng độ phơi nhiễm bụi PM_{2.5} trung bình 24 giờ của người lớn không vượt quá 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ để tham chiếu cho biến số phơi nhiễm vượt ngưỡng an toàn. Theo nghiên cứu, phương tiện di chuyển không đóng vai trò trong phơi nhiễm vượt ngưỡng. Mặt khác, các hoạt động như trên đường đi, mua sắm, ăn uống, làm việc nhà làm tăng tỉ lệ phơi nhiễm vượt ngưỡng.

V. KẾT LUẬN

Nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình các ngày hầu hết đều đạt tiêu chuẩn cho phép theo QCVN 05:2023. Những yếu tố làm tăng mức độ phơi nhiễm bao gồm các hoạt động như trên đường đi, mua sắm, ăn uống, làm việc nhà. Cần thêm các nghiên cứu trên quy mô dân số lớn hơn và theo dõi dài hơn để xác định các yếu tố phơi nhiễm chính với bụi PM_{2.5} cho người dân tại TP.HCM.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ kinh phí bởi đại học Y Dược TPHCM theo hợp đồng số 01/2023/HĐ-ĐHYD, do PGS.TS. Trần Ngọc Đăng làm chủ nhiệm đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Hien TT, Ngo TH, Lung SCC, et al.** Characterization of Particulate Matter (PM₁ and PM_{2.5}) from Incense Burning Activities in Temples in Vietnam and Taiwan. *Aerosol Air Qual Res.* 2022;22(11):220193. doi:10.4209/aaqr.220193
2. **IQAir.** World Air Quality Report 2021. IQAir website. 2021. https://www.iqair.com/blog/press-releases/WAQR_2021_PR
3. **Li T, Hu R, Chen Z, et al.** Fine particulate matter (PM_{2.5}): The culprit for chronic lung diseases in China. *Chronic Dis Transl Med.* 2018;4(3):176-186. doi:10.1016/j.cdtm.2018.07.002
4. **Li YC, Qiu JQ, Shu M, et al.** Characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons in PM_{2.5} emitted from different cooking activities in China. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2018;25(5):4750-4760. doi:10.1007/s11356-017-0603-0
5. **Lung SCC, Chen N, Hwang JS, et al.** Panel study using novel sensing devices to assess associations of PM_{2.5} with heart rate variability and exposure sources. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2020;30(6):937-948. doi:10.1038/s41370-020-0254-y
6. **Lung SCC, Hsiao PK, Wen TY, et al.** Variability of intra-urban exposure to particulate matter and CO from Asian-type community pollution sources. *Atmospheric Environment.* 2014;83:6-13. doi:10.1016/j.atmosenv.2013.10.046
7. **Michael Heimbinder, Chris Lim.** AirBeam3 Technical Specifications, Operation & Performance. <https://www.habitatmap.org/blog/airbeam3-technical-specifications-operation-performance>