

TÁC ĐỘNG CỦA Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ ĐẾN SỨC KHỎE NGƯỜI DÂN TẠI TP. HỒ CHÍ MINH VÀ XÂY DỰNG GIẢI PHÁP BẢO VỆ SỨC KHỎE NGƯỜI DÂN

Nguyễn Văn Phước¹, Hồ Quốc Bằng^{2,3(*)}

Vũ Hoàng Ngọc Khuê, Nguyễn Thoại Tâm²

Lê Quân, Rajnish Rakholia, Ricardo Simon Carbajo⁴

TÓM TẮT

Chất lượng không khí (CLKK) tại TP. Hồ Chí Minh (HCM) bị ô nhiễm. Theo kết quả quan trắc vào năm 2019, giá trị TSP tại các vị trí giao thông có 93,8% số liệu vượt QCVN 05:2013/BTNMT; còn tại các vị trí quan trắc môi trường nền, quan trắc ảnh hưởng do dân cư và từ các hoạt động công nghiệp có nồng độ TSP trung bình giờ thấp hơn QCVN 05:2013/BTNMT. Nồng độ trung bình của PM_{2,5} tại 7 vị trí dao động trong khoảng 20,7 - 44,8 µg/m³, với 7,5% số liệu quan trắc vượt QCVN 05:2013/BTNMT (nồng độ PM_{2,5} trung bình 24 giờ: 50 µg/m³). Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là tính toán tác động của ô nhiễm không khí (ÔNKK) đến sức khỏe cộng đồng tại TP. HCM, từ đó đề xuất giải pháp giảm thiểu ÔNKK. Nghiên cứu ứng dụng lý thuyết mô hình BENMAP và GIS để tính toán tác động của ÔNKK tới sức khỏe người dân tại TP. HCM thông qua một số loại bệnh gây tử vong. Kết quả cho thấy, tổng cộng có 1.397 ca tử vong trong năm 2017, trong đó số người tử vong do bệnh tim-phổi là cao nhất (841 người chiếm 60,20%), đứng thứ hai là bệnh IHD (483 người chiếm 34,57%) và cuối cùng là ung thư phổi (73 người chiếm 5,23%). Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, PM_{2,5} có ảnh hưởng nhiều nhất tới sức khỏe, là nguyên nhân tử vong của 1.137 người (81,32%), sau đó đến NO₂ (171 người chiếm 12,31%) và cuối cùng là SO₂ (88 người chiếm 6,37%). Nhìn chung, ÔNKK là nguyên nhân gây tử vong khoảng 13,46% số ca tử vong tại TP HCM với số ca tử vong tập trung tại trung tâm TP. Nghiên cứu cũng đã đề xuất 14 giải pháp giảm ÔNKK TP. HCM, trong đó đặc biệt có giải pháp giảm tác động ÔNKK đến sức khỏe người dân thông qua hệ thống Healthy Air.

Từ khóa: ÔNKK; Sức khỏe; TP. Hồ Chí Minh; Ung thư phổi, IHD, Tim-phổi; BENMAP.

Nhận bài: 11/3/2022; **Sửa chữa:** 23/3/2022; **Duyệt đăng:** 25/3/2022.

1. Mở đầu

Các TP lớn nói chung và TP. HCM nói riêng hiện đang phải đối mặt với tình trạng quá tải các phương tiện giao thông, gây ảnh hưởng xấu đến chất lượng môi trường. Theo số liệu của Trung tâm Quan trắc và Phân tích môi trường TP. HCM (2019) thì CLKK tại TP. HCM bị ô nhiễm, cụ thể vào năm 2019, quan trắc giá trị TSP cho các vị trí quan trắc giao thông có 93,8% số liệu vượt QCVN 05:2013/BTNMT; còn tại các vị trí quan trắc môi trường nền, quan trắc ảnh hưởng do dân cư và từ các hoạt động công nghiệp có nồng độ TSP trung

bình giờ thấp hơn QCVN 05:2013/BTNMT. Nồng độ trung bình của PM_{2,5} tại 7 vị trí dao động trong khoảng 20,7 - 44,8 µg/m³, với 7,5% số liệu quan trắc vượt QCVN 05:2013/BTNMT (nồng độ P_{2,5} trung bình 24 giờ: 50 µg/m³).

Nghiên cứu gần đây liên quan giữa ÔNKK và sức khỏe người dân chỉ ra hơn 90% trẻ em dưới 5 tuổi tại TP. HCM có liên quan đến các bệnh về đường hô hấp (HEI, 2012). Theo Báo cáo của Diễn đàn Kinh tế Thế giới năm 2012, Việt Nam là một trong số 10 nước bị ÔNKK nhất thế giới, trong đó giao thông là nguồn phát thải chính các chất gây ÔNKK tại TP HCM (Ho et al,

¹ Liên hiệp các Hội Khoa học và kỹ thuật TP. HCM

² Trung tâm nghiên cứu ÔNKK và Biến đổi khí hậu - Viện Môi trường và Tài nguyên - Đại học Quốc gia TP. HCM.

³ Ban Đào tạo - Đại học Quốc gia TP. HCM.

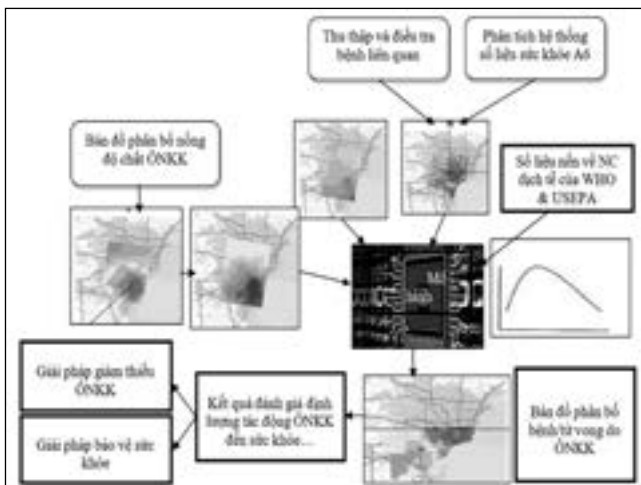
⁴ Ireland's National Centre for Applied Artificial Intelligence (CeADAR) / University College Dublin, Ireland



2019). Tuy nhiên, những nghiên cứu về ảnh hưởng của ÔNKK tại TP. HCM tới sức khỏe con người còn đang rất hạn chế. Những nghiên cứu gần đây mới chỉ tập trung chủ yếu vào mối liên hệ giữa ÔNKK tới các bệnh về hô hấp của trẻ nhỏ (Mehta et al., Luong et al., 2020). Nghiên cứu định lượng về số lượng người tử vong/bệnh tật do ÔNKK tại TP. HCM nói riêng và Việt Nam nói chung còn chưa thực hiện. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là tính toán tác động của ÔNKK đến sức khỏe cộng đồng tại TP. HCM, từ đó đề xuất giải pháp giảm thiểu ÔNKK. Nghiên cứu ứng dụng lý thuyết mô hình BENMAP và GIS để tính toán tác động của ÔNKK tới sức khỏe người dân tại TP. HCM thông qua một số loại bệnh gây tử vong.

2. Nội dung và phương pháp

Có thể thấy, việc đánh giá gánh nặng của ÔNKK tới sức khỏe người dân đã được thực hiện tại các quốc gia phát triển. Thậm chí, ước tính này đã được tính trên phạm vi khu vực của tác giả Yorifuji (Yorifuji et al., 2015) hoặc toàn cầu của Global Burden of Disease (GBD, 2016). Tuy nhiên, những nghiên cứu vĩ mô này thường thu thập số liệu từ các trạm quan trắc tự động về một số thông số (TSP hoặc PM_{10}) và sau đó tính toán nồng độ $PM_{2.5}$ dựa vào các tỷ lệ đã được công bố. Có thể thấy, hai nghiên cứu về nguyên nhân tử vong do ÔNKK của TP. HCM trong kho dữ liệu mở vẫn còn một số những giới hạn. Nghiên cứu của Bang năm 2017 mới chỉ khảo sát một khu vực hẹp (Quận 5) với đối tượng là PM_{10} (Bang và CS, 2017). Nghiên cứu của Yorifuji và cộng sự năm 2015 đã tính đến tác động của cả PM_{10} và $PM_{2.5}$ nhưng vẫn tồn tại những bất cập. Nghiên cứu này chỉ có số liệu đo đạc của PM_{10} tại 1 điểm đo đạc (Yorifuji et al., 2015). Hiện nay, trên thế giới có rất nhiều nghiên cứu ứng dụng mô hình BENMAP, vì có nhiều ưu điểm so với các phương pháp đánh giá tương quan và thống kê khác.



▲ Hình 1. Phương pháp và các bước thực hiện xác định tác động ÔNKK lên sức khỏe theo mô hình BENMAP

Vì vậy, trong nghiên cứu này, hướng tiếp cận sử dụng lý thuyết mô hình BENMAP với ba lớp chồng bản đồ: (i) bản đồ ÔNKK, (ii) bản đồ dân số, và (iii) bản đồ về tỷ lệ tử vong sẽ được áp dụng để xác định tác động/gánh nặng bệnh tật của TP.HCM để cho độ chính xác cao hơn.

Để thực hiện mục tiêu trên, nghiên cứu thực hiện theo 9 bước khác nhau (theo Hình 1):

Bước 1: Từ kết quả mô phỏng ÔNKK cho toàn TP. HCM, lập bản đồ nồng độ các chất ÔNKK khác nhau vượt quy chuẩn sức khỏe của WHO;

Bước 2: Thu thập và lập bản đồ dân số, mật độ và số dân sống trong khu vực nghiên cứu (Population age);

Bước 3: Thu thập và nghiên cứu sử dụng trích xuất dữ liệu Background Incidence Rate (số liệu nền về tỷ lệ mắc các chứng bệnh do tiếp xúc với các chất ô nhiễm khác nhau tại nồng độ đó - số liệu nghiên cứu trong phòng thí nghiệm US EPA và WHO);

Bước 4: Thu thập, khảo sát bệnh liên quan trong khu vực nghiên cứu;

Bước 5: Thu thập và nghiên cứu hệ thống số liệu sức khỏe A6 của Bộ Y tế tại TP. HCM;

Bước 6: Nghiên cứu và ứng dụng lý thuyết mô hình BENMAP để đánh giá tác động ÔNKK đến sức khỏe cộng đồng;

Bước 7: Tính toán và cho biết số tỷ lệ mắc bệnh do tiếp xúc với ô nhiễm các chất ÔNKK tại khu vực nghiên cứu;

Bước 8: Đánh giá tử vong/bệnh do ô nhiễm gây ra đối với sức khỏe cộng đồng tại TP. HCM;

Bước 9: Đánh giá và đề xuất các biện pháp giảm ÔNKK, phòng tránh các loại bệnh mà nghiên cứu đề cập cho TP. HCM;

Trong nghiên cứu này, ứng dụng lý thuyết mô hình BENMAP đã được thực hiện để xác định tác động của ÔNKK tới sức khỏe người dân. Xuất phát từ công thức tính tỷ lệ tử vong trong dịch tễ như sau:

$$\Delta Y = Y_0 (1 - e^{-\beta \Delta PM}) Pop \quad (1.0)$$

Trong đó:

Y_0 : Tỷ lệ người chết do bệnh A (%);

β : Hệ số ảnh hưởng (Effect estimate) được tính từ tỷ lệ rủi ro sức khỏe (Relative Risk - RR) khi nồng độ chất ô nhiễm thay đổi. RR thường được tìm thấy trong các nghiên cứu dịch tễ;

ΔPM : Sự thay đổi về nồng độ chất ô nhiễm;

Pop: Số người dân bị phơi nhiễm;

Giải phương trình (1.0) để tìm ra ΔP theo công thức Mac Laurin hàm cơ bản với phần dự Peano:

$$e^x = 1 + x + \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{3!}x^3 + \dots + \frac{1}{n!}x^n + O(x^n)$$

Thay vào công thức (1.0) trở thành:

$$e^{-\beta\Delta PM} = 1 - \beta\Delta PM$$

$$\beta\Delta PM = 1 - e^{-\beta\Delta PM}$$

$$\Delta Y = Y_o \times \beta \times \Delta PM \times Pop \quad (1.1)$$

3. Kết quả và thảo luận

Số liệu về sức khỏe của người dân TP. HCM được thu thập từ hệ thống lưu trữ sức khỏe A6. Đây là bộ dữ liệu được xây dựng từ năm 1992 về việc ghi nhận nguyên nhân tử vong từ cấp phường, xã. Sau đó, dữ liệu này được tổng hợp và đưa lên cấp địa phương và Trung ương (Dung và Stevenson, 2015).

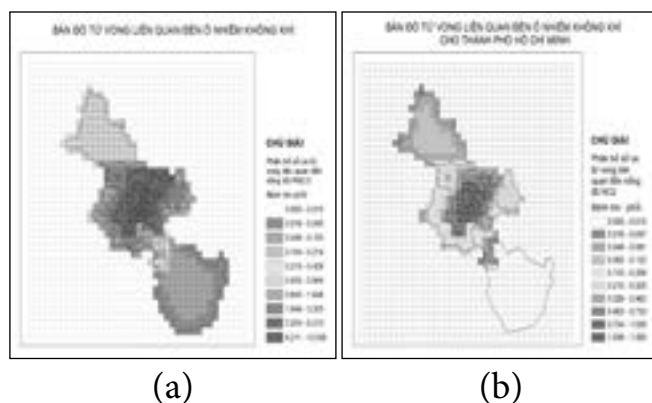
Theo số liệu cho thấy, TP. HCM ghi nhận 6.630 ca tử vong do bệnh tim - phổi (chiếm 30,05% số ca tử vong), 3.314 ca tử vong do bệnh IHD (chiếm 15,02% số ca tử vong) và 437 ca tử vong do mắc ung thư phổi (chiếm 2,00% số ca tử vong) trong một năm. Nhìn chung, kết quả khảo sát phản ánh đúng được 79% so với kết quả phân tích từ hệ thống lưu trữ sức khỏe A6, đặc biệt là tỷ lệ tử vong do IHD. Tỷ lệ này khá tương đồng với nghiên cứu về đánh giá độ nhạy của hệ thống dữ liệu A6 của Stevenson và cộng sự năm 2015. Nghiên cứu này chỉ ra độ nhạy của dữ liệu A6 thay đổi tùy theo nguyên nhân tử vong. Độ nhạy đối với tử vong do chấn thương là 75,4%, do ung thư là 66,9% và do bệnh về hệ tuần hoàn là 63,1%. Mặc dù nghiên cứu này chưa đánh giá cụ thể về ba loại bệnh như trong nghiên cứu này, nhưng những bệnh đó cùng nằm trong các đánh giá tổng thể. Ví dụ như ung thư phổi (C33, C34, C39, C45 theo ICD10) nằm trong đánh giá về tất cả các loại ung thư (C00-D48), bệnh tim-phổi và bệnh IHD (I20-I25 theo ICD10) nằm trong nhóm bệnh tuần hoàn (I00-I99) và hô hấp (J00-J99). Hệ thống lưu trữ sức khỏe A6 tại Việt Nam ghi nhận tương đối đầy đủ (94%) số ca tử vong và phân loại chính xác 3 nguyên nhân gây tử vong hàng đầu (chiếm 66% tổng số ca tử vong) là bệnh về hệ tuần hoàn, ung thư và chấn thương (Dung và Stevenson, 2015). Kết quả kiểm tra chéo trong nghiên cứu này và các đánh giá hiện có cho thấy dữ liệu A6 hoàn toàn phù hợp để tính toán tỷ lệ tử vong nền cho TP. HCM.

Nghiên cứu này kế thừa bản đồ ÔNKK từ nghiên cứu trước (Bang et al., 2020). Kết quả mô phỏng chỉ ra nồng độ CO, NO₂, và O₃ vượt QCVN 05:2013/BTNMT vào năm 2017 là 1.5, 1.5, và 1.1. Tuy nồng độ trung bình năm của PM_{2.5} vẫn thấp hơn QCVN 05:2013/BTNMT, nhưng lại cao hơn khuyến nghị của WHO xấp xỉ 2 lần. Chỉ có nồng độ trung bình 1h, 8h cũng như trung bình năm của SO₂ là thấp hơn ngưỡng quy chuẩn của QCVN 05:2013/BTNMT.

Tác động của ÔNKK tới bệnh tim-phổi

Hình 2 cho thấy, số lượng tử vong do bệnh tim phổi tập trung tại trung tâm TP. HCM nhiều hơn khu vực

ngoại thành như Củ Chi, Hóc Môn ở phía Bắc TP và huyện Cần Giờ, Nhà Bè ở phía Nam TP. Điều này có thể được giải thích bởi nồng độ chất ô nhiễm tại trung tâm TP. HCM cao hơn ngoại thành như trình bày trong kết quả mô phỏng ÔNKK. Công thức tính số người tử vong (1.1) cho thấy, ngoài sự ảnh hưởng của nồng độ chất ÔNKK, số người tử vong còn phụ thuộc vào số người dân bị phơi nhiễm. Mật độ dân số ở khu trung tâm TP cũng cao hơn so với các khu vực ngoại thành cũng là một trong những lý do khiến cho số lượng tử vong nhiều hơn ở khu trung tâm. Bản đồ tử vong do bệnh tim-phổi liên quan tới PM_{2.5}, NO₂ được thể hiện trong Hình 2 a, b tương ứng:



▲ Hình 2. Tỷ lệ tử vong do bệnh tim - phổi tại khu vực nghiên cứu

Trong ba tác nhân ÔNKK, PM_{2.5} gây ra số lượng tử vong do bệnh tim-phổi nhiều nhất (715 ca chiếm 85,02%), sau đó đến NO₂ (83 ca chiếm 9,87%) và cuối cùng là SO₂ (43 ca chiếm 5,11%). Số lượng tử vong do bệnh tim-phổi cũng khá tương đồng với nghiên cứu của Yorifuji (Yorifuji và cộng sự, 2015) khi nhóm nghiên cứu tính toán được số lượng tử vong do bệnh này gây ra bởi ô nhiễm bụi PM_{2.5} là 964 ca tại TP. HCM (Yorifuji et al., 2015).

Tác động của ÔNKK tới bệnh IHD

Số lượng tử vong do bệnh IHD cũng tương tự như phân bố của bệnh tim phổi. Số lượng người tử vong cao tập trung tại trung tâm TP. HCM nhiều hơn khu vực ngoại thành như Củ Chi, Hóc Môn ở phía Bắc TP và huyện Cần Giờ, Nhà Bè ở phía Nam TP. Trong ba tác nhân ÔNKK, PM_{2.5} gây ra số lượng tử vong do bệnh tim-phổi nhiều nhất (357 ca chiếm 73,91%), sau đó đến NO₂ (83 ca chiếm 17,18%) và cuối cùng là SO₂ (43 ca chiếm 8,90%).

Tác động của ÔNKK tới bệnh ung thư phổi

Số lượng tử vong do bệnh ung thư phổi cũng tương tự như phân bố của bệnh tim-phổi và bệnh IHD. Số lượng người tử vong cao tập trung tại trung tâm TP. HCM nhiều hơn khu vực ngoại thành như Củ Chi, Hóc Môn ở phía Bắc TP và huyện Cần Giờ, Nhà Bè ở phía Nam TP.



Trong ba tác nhân ÔNKK, $PM_{2,5}$ gây ra số lượng tử vong do bệnh IHD nhiều nhất (357 ca chiếm 73,91%), sau đó đến NO_2 (83 ca chiếm 17,18%) và cuối cùng là SO_2 (43 ca chiếm 8,90%).

Trong ba tác nhân ÔNKK, $PM_{2,5}$ gây ra số lượng tử vong do bệnh ung thư phổi nhiều nhất (64 ca chiếm 87,67%), sau đó đến NO_2 (6 ca chiếm 8,22%) và cuối cùng là SO_2 (3 ca chiếm 4,11%). Số lượng tử vong do bệnh ung thư phổi trong nghiên cứu này khá nhỏ khi so sánh với báo cáo của Yorifuji và cộng sự năm 2015, khi nhóm nghiên cứu tính toán được số lượng tử vong do bệnh ung thư phổi gây ra bởi ô nhiễm bụi $PM_{2,5}$ lên tới 922 ca tại TP. HCM [89]. Số lượng người tử vong bởi bệnh ung thư phổi do $PM_{2,5}$ trong nghiên cứu của Yorifuji cao hơn 14,4 lần so với nghiên cứu này. Điều này có thể được giải thích bởi hai nguyên nhân: (i) nồng độ $PM_{2,5}$ trong nghiên cứu của Yorifuji cao gấp 2,76 so với nghiên cứu này. Trong nghiên cứu của Yorifuji, nồng độ $PM_{2,5}$ được tính từ nồng độ PM_{10} ($PM_{2,5} = 0,6 * PM_{10} = 47,2 \mu g/m^3$). Khi thực hiện nghiên cứu Yorifuji chưa có bản đồ ô nhiễm $PM_{2,5}$ trung bình năm mà ngoại suy từ một số điểm quan trắc PM_{10} của TP. HCM làm cho giá trị $PM_{2,5}$ cao so với thực tế; (ii) tỷ lệ tử vong tại TP.HCM do ung thư phổi trong nghiên cứu của Yorifuji (Yorifuji và cộng sự, 2015) cũng cao hơn 6,16 lần so với nghiên cứu này. Nghiên cứu của Yorifuji liệt kê tới 2.691/20.575 ca tử vong do ung thư phổi trong khi dữ liệu lọc từ hệ thống A6 trong nghiên cứu này chỉ có 437/22.280 trường hợp. Điều này có thể giải thích trong nghiên cứu của Yorifuji trước năm 2009 các code bệnh liên quan tử vong do ung thư phổi chưa thống nhất đầy đủ và chưa chính xác.

Tác động của ÔNKK tới ba bệnh: tim-phổi, IHD và ung thư phổi

Kết quả tổng hợp về tác động ÔNKK tới cả ba bệnh: tim-phổi, IHD và ung thư phổi được trình bày trong Bảng 1. Kết quả cho thấy, ảnh hưởng lớn của bụi $PM_{2,5}$ tới sức khỏe cộng đồng khi chiếm tới 81,32% tổng số ca tử vong được gây ra bởi cả ba tác nhân ô nhiễm ($PM_{2,5}$, SO_2 , NO_2). Đứng thứ hai là NO_2 với tỷ lệ gây tử vong là 12,31% và cuối cùng là SO_2 với tỷ lệ là 6,37%. Kết quả này một lần nữa khẳng định nhận định “Ô nhiễm $PM_{2,5}$ có tác động đến sức khỏe ngay cả ở nồng độ rất thấp, vì vậy không có ngưỡng nào được coi là không thiết hại tới sức khỏe” của tổ chức WHO (WHO, 2018) (có nghĩa là cứ xuất hiện $PM_{2,5}$ trong không khí là gây bệnh, không cần phải vượt QCVN 05 2013 hay các quy chuẩn của WHO).

Bảng 1. Số người tử vong do ÔNKK tại TP. HCM trong năm 2017

Chất ô nhiễm	Ung thư phổi	Tim-phổi	IHD	Tổng của ba bệnh
$PM_{2,5}$	64	715	357	1136
SO_2	3	43	43	89
NO_2	6	83	83	172
Tổng gây ra bởi cả ba chất	73	841	483	1397
Dữ liệu về số người tử vong A6	437	6.630	3.14	10.381
Chiếm tỷ lệ	16,7 %	12,68 %	14,57%	13,46%

Điều này có thể giải thích $PM_{2,5}$ rất nguy hiểm, có tác động đến sức khỏe người dân ngay cả ở nồng độ rất thấp - thực sự không có ngưỡng nào được xác định dưới đây mà không có thiệt hại đối với sức khỏe. Do đó, các giới hạn hướng dẫn của WHO 2005 nhằm đạt được nồng độ PM thấp nhất có thể (WHO, 2018).

Bảng 1 cũng cho thấy, trong ba bệnh (tim-phổi, IHD, và ung thư phổi), số người tử vong do bệnh tim-phổi là cao nhất (841 người chiếm 60,20%), sau đó đến bệnh IHD (483 người chiếm 34,57%) và thấp nhất là bệnh ung thư phổi (73 người chiếm 5,23%). Kết quả về số người tử vong được so sánh với dữ liệu A6 và được thể hiện trong Bảng 1. Bảng 1 cho thấy, số lượng tử vong do bệnh tim phổi, IHD và ung thư phổi bởi ba tác nhân ($PM_{2,5}$, SO_2 , NO_2) tại TP. HCM lần lượt là 12,68%; 14,57% và 16,70%. Nhìn chung, tỷ lệ tử vong do cả ba bệnh này bởi ÔNKK vào khoảng 13,46% tổng số ca tử vong tại TP. HCM năm 2017. Kết quả này khá tương đồng với kết quả của Yorifuji và cộng sự công bố năm 2015 về số lượng tử vong do $PM_{2,5}$ tại TP. HCM năm 2009. Trong báo cáo của Yorifuji (Yorifuji và cộng sự, 2015), tỷ lệ tử vong do bệnh tim-phổi và ung thư phổi gây ra bởi $PM_{2,5}$ chiếm khoảng 9,17% và 4,65% tại TP. HCM. Có thể thấy, trong nghiên cứu của Yorifuji, tỷ lệ tử vong do $PM_{2,5}$ tại TP. HCM cao gấp đôi so với ở Hà Nội mặc dù nồng độ bụi $PM_{2,5}$ tại Hà Nội cao hơn nhiều so với TP. HCM. Theo nghiên cứu Yorifuji nồng độ $PM_{2,5}$ tại TP. HCM là $47,2 \mu g/m^3$ trong khi nồng độ đo trực tiếp tại Hà Nội là $51,3 \mu g/m^3$ (nồng độ $PM_{2,5}$ được tính từ PM_{10}). Điều này có thể giải thích bởi số lượng dân số tại TP. HCM đông hơn tại Hà Nội. Năm 2017, số dân TP. HCM là 8,64 triệu người cao nhất nước, còn Hà Nội là 7,65 (đứng thứ 2) (Yorifuji và cộng sự, 2015). Như vậy có thể thấy, mặc dù có thể hai địa điểm cùng bị phơi nhiễm bởi mức độ ÔNKK như nhau nhưng tác động của mức độ ÔNKK là không giống nhau với các quy mô dân số khác nhau. Nói cách khác, tác động của ÔNKK tới sức khỏe

còn phụ thuộc nhiều vào quy mô dân số, chứ không chỉ phụ thuộc vào nồng độ chất ô nhiễm.

Các nguồn sinh ra khí thải chính tại TP. HCM

Theo nghiên cứu của Bằng và CS (Bang et al, 2019) xác định các nguồn sinh ra khí thải chính gây ÔNKK TP. HCM thông qua kết quả kiểm kê khí thải bằng sự kết hợp phương pháp bottom – up và top-down (Bang et al, 2019). Kết quả chỉ ra hoạt động giao thông chiếm phát thải cao nhất hầu hết cho các chất ô nhiễm, cụ thể hoạt động giao thông chiếm 99,0% trong tổng phát thải CO của toàn TP. HCM, NMVOC 93,0%, NO_x 93,0%, SO₂ 76,0%, Bụi tổng 46,0% và CH₄ 64,0%. Hoạt động công nghiệp chiếm 23,7% trong tổng phát thải SO₂ của toàn TP. HCM, Bụi 20,0%, NO_x 5,3%, NMVOC 1,0%, CH₄ 1,0% và CO 1,0%. Kết quả này khá tương đồng khi so sánh với nghiên cứu của Mehta và Cohen (Mehta et al, 2010) khi nhóm nghiên cứu này báo cáo nguồn chính sinh ra bụi PM_{2,5} tại Hà Nội từ năm 2001 - 2008 là nguồn giao thông (40,0%), còn nguồn công nghiệp đóng góp khoảng 36,0% mặc dù hai nghiên cứu này sử dụng hai cách tiếp cận khác nhau tại hai TP khác nhau.

Đề xuất giải pháp giảm ÔNKK TP. HCM

Kết quả kiểm kê và hiện trạng ÔNKK TP.HCM được sử dụng để xây dựng các giải pháp giảm ÔNKK cho TP. Dưới đây là một số giải pháp, trong đó tập trung vào các nguồn giao thông, điểm và nguồn điện, kiểm tra khí thải đột xuất xe cơ giới đang lưu hành.

- Kiểm tra khí thải xe gắn máy đang lưu hành;
- Thực hiện thí điểm Dự án cải thiện giao thông công cộng;
- Đánh giá, thiết kế và thực hiện dự án thử nghiệm Hệ thống chia sẻ xe đạp;
- Điều tra, rà soát thống kê số lượng xe máy đã qua sử dụng, xe mô tô, xe gắn máy ba bánh, bốn bánh vận tải hành khách và hàng hóa, tiến tới xác định xe không đảm bảo chất lượng an toàn kỹ thuật và ngưng hoạt động các loại phương tiện này;
- Chuyển đổi nhiên liệu sử dụng cho các hoạt động nấu ăn/dân sinh và cung cấp bếp sạch: dự án trung hạn, năm 2022;
- Đánh giá tổng thể hoạt động đốt nhiên liệu sử dụng lò hơi trong công nghiệp, đề xuất giải pháp giảm thiểu ÔNKK trong hoạt động công nghiệp;
- Tăng cường trang thiết bị cho thanh tra và kiểm soát ÔNKK ở Sở TN&MT và tiếp tục kiểm tra giám sát các nhà máy tuân thủ quy định về xả thải khí thải;
- Nâng cao nhận thức cộng đồng về ÔNKK;
- Đầu tư hệ thống quan trắc CLKK tự động TP.HCM 9 trạm;
- Đầu tư phòng thí nghiệm quan trắc ÔNKK;
- Cập nhật và cải thiện công tác kiểm kê các nguồn phát thải;

- Nghiên cứu và xây dựng bản đồ phân vùng tiếp nhận khí thải cho TP. HCM;

- Xây dựng hệ thống cảnh báo trực tuyến ÔNKK và bảo vệ sức khỏe cộng đồng sử dụng AI, IoT và Công nghệ 4.0 (hệ thống Healthy Air).

Trong 14 giải pháp trên thì có thể nói giải pháp cuối cùng về bảo vệ sức khỏe cộng đồng qua hệ thống Healthy Air là giải pháp thiết thực nhất trong thời điểm hiện nay khi mà các giải pháp còn lại cần thời gian và nguồn lực lớn mới có thể thực hiện được. Hệ thống này được phát triển trong khuôn khổ Dự án HealthyAIR, với sự hợp tác giữa CeADAR, Trung tâm Ứng dụng Trí tuệ Nhân tạo Ireland, có trụ sở tại University College Dublin (UCD), Ireland và ĐHQG-HCM thông qua Viện Môi trường và Tài nguyên, có phối hợp với MobiFone TP. HCM và Trường Đại học Y Dược TP. HCM. Ứng dụng Healthy AIR có những ưu điểm vượt trội so với các ứng dụng khác hiện nay như:

+ Đo được nhiều chất gây ÔNKK như: O₃, NO₂, SO₂, PM_{2,5}, CO, TSP... theo Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về CLKK xung quanh QCVN 05:2013/BTNMT; Hiện thị CLKK bằng chỉ số AQI theo Hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số CLKK Việt Nam (QĐ 1459/QĐ-TCMT).

+ Healthy AIR cũng kịp thời đưa ra các khuyến cáo, cảnh báo về CLKK cho 2 nhóm người khác nhau: (i) cho người dân nói chung, (ii) đặc biệt là nhóm người có các bệnh như viêm mũi dị ứng, hen suyễn, viêm xoang... Ứng dụng sẽ gửi tin nhắn trực tiếp đến người sử dụng App khi ÔNKK tăng cao và đưa ra các khuyến nghị tức thời cho người bệnh: ví dụ đeo khẩu trang, không ra đường, không tập thể dục ngoài trời, những người bệnh hen suyễn cần phải xịt thêm thuốc hen suyễn trong những đợt ô nhiễm cấp để tránh nhập viện...

+ 6 trạm đo CLKK tự động, liên tục theo công nghệ Hàn Quốc và kiểm định bởi Hàn Quốc, được phát triển thêm công nghệ truyền số liệu 3G/4G thông qua sóng di động để tránh mất dữ liệu khi internet bị sự cố, những nơi xa TP không có internet...

+ Healthy AIR tích hợp Trí tuệ nhân tạo (AI) bằng mô hình 3 lớp tiên tiến nhất để dự báo ÔNKK ngắn hạn cho TP. HCM trong 24 giờ, nhằm cảnh báo sớm ÔNKK để bảo vệ sức khỏe người dân và giảm thiệt hại kinh tế cho người dân.

+ Một trong những điểm mới để BVMT và sức khỏe cộng đồng là đã ứng dụng công nghệ 4.0, IoT vạn vật, AI vào trong mạng lưới. Hệ thống này cung cấp số liệu chỉ số CLKK AQI trực tuyến và cảnh báo sức khỏe đến người dân, được cộng đồng TP. HCM cài đặt ứng dụng và sử dụng hàng ngày, góp phần nâng cao nhận thức cộng đồng về BVMT không khí và giảm/tránh sử dụng xe gây ÔNKK (ví dụ khu vực Thành Thái, Quận 10...), đốt rác sẽ làm cho chỉ số AQI (ví dụ khu Thanh Đa, Bình Thạnh...) tăng cao nguy hại đến sức khỏe, cũng như nhà



máy kiểm soát xả thải tránh làm cho chỉ số AQI cao (ví dụ: khu vực KCN Tân Bình...).

+ Hiện nay kết quả của các trạm quan trắc và ứng dụng đo CLKK Healthy Air này đã hợp tác với báo điện tử Thanh Niên Online (TNO) để cập nhật số liệu CLKK trực tuyến và cảnh báo sức khỏe cho cộng đồng.

Có thể nói, đây là một trong những nghiên cứu khởi đầu tại Việt Nam nói chung và TP. HCM nói riêng về tác động ÔNKK đến sức khỏe cộng đồng, trong đó có tính toán khả năng tiếp nhận khí thải từng khu vực. Vì vậy, nghiên cứu vẫn có một số hạn chế và cần được tiếp tục đầu tư nghiên cứu trong tương lai: (i) Cần hoàn thiện tiếp phần phát thải công nghiệp có độ chính xác cao hơn vì trong khuôn khổ đề tài này không thể có thông tin chi tiết của 2.708 cơ sở phát sinh khí thải tại TP. HCM; (ii) Cần nâng cao chất lượng số liệu sức khỏe theo hệ thống A6 vì hiện giờ hệ thống A6 cũng còn một số giới hạn nhất định; (iii) Cần tiếp tục nghiên cứu chi tiết tính toán khả năng tiếp nhận khí thải cho từng khu vực và từng đối tượng nguồn thải có thể thải vào như giao thông, công nghiệp...

Theo tính toán nêu trên thì ÔNKK tại TP. HCM tác động đến sức khỏe của người dân, gây tử vong khoảng 1.397 người/năm. Để bảo vệ sức khỏe người dân cần có các giải pháp giảm ô nhiễm căn cơ cho TP. HCM. Tuy nhiên để đưa ra các giải pháp giảm thiểu cần phải biết nguyên nhân gây ra ÔNKK TP. HCM

4. Kết luận và kiến nghị

Nghiên cứu đã chỉ ra ÔNKK tại TP. HCM tác động lên sức khỏe người dân. Kết quả cho thấy, tổng cộng có 1.397 ca tử vong trong năm 2017, trong đó số người tử vong do bệnh tim-phổi là cao nhất (841 người chiếm 60,20%), đứng thứ hai là bệnh IHD (483 người chiếm 34,57%) và cuối cùng là ung thư phổi (73 người chiếm 5,23%). Nghiên cứu cũng chỉ ra $PM_{2,5}$ có ảnh hưởng

nhiều nhất tới sức khỏe khi được cho là nguyên nhân tử vong của 1.137 người (81,32%), sau đó đến NO_2 (171 người chiếm 12,31%) và cuối cùng là SO_2 (88 người chiếm 6,37%). Nhìn chung, ÔNKK là nguyên nhân gây tử vong khoảng 13,46% số ca tử vong tại TP. HCM với số ca tử vong tập trung tại trung tâm TP. Nghiên cứu đã đề xuất 14 giải pháp giảm ÔNKK tại TP. HCM. Giải pháp tập trung vào các nguồn giao thông, điểm và nguồn điện, có nội dung chi tiết phải thực hiện cho từng giải pháp. Giải pháp xây dựng hệ thống cảnh báo trực tuyến ÔNKK và bảo vệ sức khỏe cộng đồng sử dụng AI, IoT và Công nghệ 4.0 (hệ thống Healthy Air).

Một số kiến nghị trong thời gian sắp tới cho TP. HCM: Cần xây dựng Kế hoạch quản lý CLKK dài hạn và căn cơ cho TP. HCM theo Chỉ thị số 03/CT-TTg ngày 18/01/2021 của Thủ tướng Chính phủ về tăng cường kiểm soát ô nhiễm môi trường không khí. Trong đó tập trung giải quyết ÔNKK tại TP. Hà Nội, TP. HCM và một số tỉnh/thành bị ô nhiễm. Đây là một trong những nội dung đã được đề cập trước đó trong Quyết định số 985a/QĐ-TTg ngày 1/6/2016 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Kế hoạch hành động quốc gia Quản lý CLKK đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2025; Luật BVMT năm 2020; Hướng dẫn kỹ thuật xây dựng Kế hoạch quản lý CLKK (CV số 3105/BTNMT-TCMT ngày 7/6/2021 của Bộ TN&MT); Quyết định số 1055/QĐ-UBND của UBND TP. HCM ban hành ngày 29/3/2021 về phê duyệt Chương trình giảm thiểu ô nhiễm môi trường giai đoạn 2020 - 2030 và các giải pháp, đề án, chỉ tiêu giảm ÔNKK thực hiện cho giai đoạn 2020 - 2030.

Lời cảm ơn: Tác giả xin trân trọng cảm ơn Tổ chức Irish Research Council đã tài trợ kinh phí cho nghiên cứu này thông qua chương trình COALESCE Research Fund 2019 với mã số IRC-COALESCE-2020-31■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cục Thống kê. Các Niên giám thống kê TP.HCM năm 2015, 2016 và 2017.
2. DAMA. 2006. *Departamento Tecnico Administrativo del Medio Am-biente, Bogota, Colombia. Programa de Autorregulacion ambiental.*
3. Eggleston, S., Gaudioso, D., Gorißen, N., Jourard, R., Rijkeboer, R., Samaras, Z and Zierock, K., 1993. CORINAIR Working Group on Emissions Factors for Calculating 1990 Emissions from Road Traffic. Volume 1: Methodology and Emission Factors. Final Report, Document of the European Commission ISBN 92-826-5571-X. (1993 and reference therein).
4. EPA., 2003. *User's Guide to MOBILE6.1 and MOBILE6.2; Mobile Source mission Factor Model, EPA420-R-03-010. US Environmental Protection Agency, Washington, DC.*
5. Ho Q. Bang, Khue, V.H.N., Tam, N.T., Thuy, N.T.T., Hang, N.T.T, A combination of bottom-up and top-down approaches for calculating of air emission for developing countries: A case of Ho Chi Minh city, Vietnam. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 2019. 12: p. 1059–1072.
6. HEI, *Effects of Short-term Exposure to Air Pollution on Hospital Admissions of Young Children for Acute Lower Respiratory Infections in Ho Chi Minh City, Vietnam.* Health Effects Institute, Boston, MA, 2012.
7. Mehta, S., Ngo, Long H., Dzung, D.V., Cohen, A., Thach, T.Q., Dan, V.X., Tuan, N.D., Giang, L.T., *Air pollution and admissions for acute lower respiratory infections in young children of Ho Chi Minh City.* *air Quality, Atmosphere & Health*, 2013. 6 (1): p. 167-179.
8. Luong, L.T.M., Dang, N.D., Huong, N.T.T.H., Phung, D., Tran, L.K., Dung, V.D., Thai, P.K, *Particulate air pollution*

- in Ho Chi Minh city and risk of hospital admission for acute lower respiratory infection (ALRI) among young children. *Environmental Pollution* 2020. 257: p. 113424.
9. Krewski, D., Jerrett, M., Burnett, R.T., Ma, R., Hughes, E., Shi, Y., Turner, M.C., Pope, C.A., Thurston, G., Calle, E.E., Thun, M.J., Beckerman, B., DeLuca, P., Finkelstein, N., Ito, K., Moore, D.K., Newbold, K.B., Ramsay, T., Ross, Z., Shin, H., Tempalski, B., *Extended follow-up and spatial analysis of the American Cancer Society study linking particulate air pollution and mortality. Res Rep Health Eff Inst.*, 2009. 140 (5-114): p. 115-136.
 10. GBD, Risk Factors Collaborators 2017 Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. *Lancet* 2016. 390(1345–422).
 11. Yorifuji, T., Bae, S., Kashima, S., Tsuda, T., Doi, H., Honda, Y., Kim, H., Hong, Y.-C., *Health Impact Assessment of PM₁₀ and PM_{2.5} in 27 Southeast and East Asian Cities. J Occup Environ Med*, 2015. 57 (7): p. 751-756.
 12. Bang, H.Q., *Modeling PM₁₀ in Ho Chi Minh City, Vietnam and evaluation of its impact on human health. Sustainable Environment Research*, 2017. 27 (2): p. 95-102.
 13. WHO, World Health Organization), 2018. *Ambient (outdoor) air pollution* [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health). 2018.
 14. Bang Quoc Ho, Khue Hoang Ngoc Vu, Tam Thoai Nguyen, Hang Thi Thuy Nguyen, Dung Minh Ho, Hien Nhu Nguyen, Thuy Thi Thu Nguyen. 2020. *Study loading capacities of air pollutant emissions for developing countries: a case of Ho Chi Minh City, Vietnam. Scientific Reports-Springer Nature* (2020) 10:5827. Published: 02 April 2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62053-4>

IMPACTS OF AIR POLLUTION ON PUBLIC HEALTH IN HO CHI MINH CITY AND DEVELOP MITIGATION MEASURES

Nguyen Van Phuoc¹, Ho Quoc Bang^{2,3*}

Vu Hoang Ngoc Khue², Nguyen Thoai Tam²,

Le Quan⁴, Rajnish Rakholia⁴, Ricardo Simon Carbajo⁴

¹ Ho Chi Minh city Union of Science and Technology Associations

² Air Pollution and Climate Change Research Center (APAC), Institute for Environment and Resources (IER)/ Vietnam National University-Ho Chi Minh City (VNU-HCM)

³ Department of Undergraduate and Postgraduate Academic Affairs/ Vietnam National University-Ho Chi Minh City (VNU-HCM)

⁴ Ireland's National Centre for Applied Artificial Intelligence (CeADAR) / University College Dublin, Ireland

ABSTRACT

The air quality in Ho Chi Minh City (HCMC) is polluted, specifically in 2019, TSP value for traffic monitoring locations has 93.8% of the data exceeds QCVN 05:2013/BTNMT. At the locations of monitoring the background environment, monitoring the effects of population and industrial activities, the average concentration of TSP is lower than QCVN 05:2013/BTNMT. The average concentration of PM_{2.5} at 07 locations ranged from 20.7 to 44.8 µg/m³, with 7.5% of the observed data exceeding QCVN 05:2013/BTNMT (average PM_{2.5} concentration for average 24-hour is 50 µg/m³). Therefore, the objective of this study is to calculate the impact of air pollution on public health in Ho Chi Minh City and then propose solutions to reduce air pollution. Research and apply the theory of BENMAP model and GIS technique to calculate the impact of air pollution on health in Ho Chi Minh City through a number of mortality.

The outcome of this study on the impact of air pollution on public health showed that air pollution in HCMC was seriously affecting public health. The approximate total death cases are found to be 1397 for three diseases (lung cancer, cardio-pulmonary, and IHD) due to population exposure to the combination of PM_{2.5}, SO₂, and NO₂ pollutant levels. Among these air pollutants, PM_{2.5} has the highest impact in terms of mortality with a total of 1136 deaths, followed by NO₂ with 172 cases and 89 cases by SO₂. These concerning results demand some stringent measures from the authorities to potentially remedy the alarming situation. This paper developed 14 measures to reduce air pollution in HCMC, especially develop an online warning system of air pollution and protect human health using AI, IoT and Technology 4.0 (Healthy Air system).

Key word: Air pollution; Health impacts; Ho Chi Minh city; lung cancer, cardio-pulmonary, IHD; BENMAP.