Vietnam Journal of Community Medicine, Vol. 67, No.4, 323-327

# EFFECTIVENESS OF AN AIR PURIFICATION SYSTEM IN REDUCING AIRBORNE MICROBIAL LOAD IN THE NEUROSURGICAL INTENSIVE CARE UNIT AT CHO RAY HOSPITAL: AN INTERVENTION STUDY

Nguyen Anh Ly[1], Phung Manh Thang[1], Nguyen Van Nhieu[1], Truong Thien Phu[1], Vo Thi HongThoa[1], Nguyen Thi Ngoc Yen[1], Nguyen Thi Bich Thuy[1], Nguyen Chi Huynh[2]

*[1]Cho Ray Hospital - 201B Nguyen Chi Thanh Street, Cho Lon Ward, Ho Chi Minh City, Vietnam*
*[2]Van Lang University - 69/68 Dang Thuy Tram Street, Binh Loi Trung Ward, Ho Chi Minh City, Vietnam*

Received: 10/02/2026
Reviced: 20/02/2026; Accepted: 21/04/2026

## ABSTRACT

**Background:** Hospital acquired infection control in intensive care units remains a major challenge because the air environment is highly susceptible to contamination by microbial aerosols posing a significant risk of cross infection for critically ill and immunocompromised patients.

**Objective:** To evaluate the effectiveness of air purifiers in reducing microbial density in the air at the Neurosurgical Intensive Care Unit, Cho Ray Hospital.

**Methods:** A cross-sectional intervention study was conducted with 162 air samples collected before and after installation of air purifiers from February 2022 to September 2022. Microbial density was quantified by culture-based methods and expressed in CFU/$m^3$.

**Results:**. The total aerobic bacterial count decreased significantly after the intervention, with the most notable reduction observed at week 1 and month 2. The densities of *Coagulase-negative Staphylococcus* and *Bacillus* spp. also declined and remained stable throughout the follow-up period. Mold spores decreased progressively after the second week when room temperature was stabilized. Importantly, pathogenic bacteria such as *Pseudomonas aeruginosa* and *Klebsiella* spp. markedly decreased after one week and were no longer detected at subsequent time points.

**Conclusion:** Air purifiers effectively improved air quality in the intensive care setting, particularly in reducing clinically significant airborne pathogens.

***Keywords:*** Air purifier, infection control, intensive care unit.

*Corresponding author
**Email:** anhly.nguyen2014@gmail.com **Phone**: (+84) 976076354 **DOI**: 10.52163/yhc.v67i4.4940

# HIỆU QUẢ CỦA MÁY LỌC KHÔNG KHÍ TRONG VIỆC GIẢM MẬT ĐỘ VI SINH VẬT TẠI KHOA HỒI SỨC NGOẠI THẦN KINH BỆNH VIỆN CHỢ RẪY: MỘT CAN THIỆP

Nguyễn Anh Lý[1], Phùng Mạnh Thắng[1], Nguyễn Văn Nhiều[1], Trương Thiên Phú[1], Võ Thị Hồng Thoa[1], Nguyễn Thị Ngọc Yến[1], Nguyễn Thị Bích Thuỷ[1], Nguyễn Chí Huynh[2]

*[1]Bệnh viện Chợ Rẫy - 201B Nguyễn Chí Thanh, phường Chợ Lớn, thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam*
*[2]Trường Đại học Văn Lang - 69/68 Đặng Thùy Trâm, phường Bình Lợi Trung, thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam*

Ngày nhận bài: 10/02/2026
Ngày chỉnh sửa: 20/02/2026; Ngày duyệt đăng: 21/04/2026

## TÓM TẮT

**Đặt vấn đề:** Kiểm soát nhiễm khuẩn bệnh viện tại các đơn vị hồi sức tích cực là thách thức lớn do môi trường không khí dễ ô nhiễm bởi các hạt khí dung chứa vi sinh vật, gây nguy cơ nhiễm khuẩn chéo cho nhóm người bệnh nặng, suy giảm miễn dịch.

**Mục tiêu:** Đánh giá hiệu quả của máy lọc không khí trong việc giảm mật độ vi sinh vật trong không khí tại khoa Hồi sức Ngoại Thần Kinh, Bệnh viện Chợ Rẫy.

**Đối tượng và phương pháp nghiên cứu:** Nghiên cứu mô tả cắt ngang có can thiệp, thu thập 162 mẫu không khí trước và sau khi đặt máy lọc trong thời gian từ tháng 2/2022 đến tháng 9/2022. Các mẫu được nuôi cấy và định lượng mật độ vi sinh vật theo đơn vị CFU/$m^3$.

**Kết quả:** Tổng số vi khuẩn hiếu khí ghi nhận giảm sau khi lắp đặt máy lọc không khí, với giá trị từ 188 CFU/$m^3$ trước can thiệp xuống 100 CFU/$m^3$ sau 1 tuần và 66 CFU/$m^3$ sau 2 tháng theo dõi, đặc biệt rõ nhất vào tuần thứ 1 và tháng thứ 2. Mật độ *Coagulase-negative Staphylococcus* và *Bacillus sp.* cũng giảm và duy trì ổn định trong giai đoạn theo dõi. Nấm mốc giảm dần sau tuần thứ 2 khi nhiệt độ phòng ổn định. Các vi khuẩn gây bệnh quan trọng như *Pseudomonas aeruginosa* và *Klebsiella sp.* giảm sau 1 tuần và không còn ghi nhận ở các thời điểm tiếp theo.

**Kết luận:** Máy lọc không khí giúp cải thiện chất lượng môi trường không khí trong khoa hồi sức, đặc biệt trong việc loại bỏ tác nhân gây bệnh.

***Từ khóa:*** Máy lọc không khí, kiểm soát nhiễm khuẩn, khoa hồi sức.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kiểm soát nhiễm khuẩn bệnh viện, đặc biệt tại các khoa hồi sức tích cực, là thách thức quan trọng trong thực hành lâm sàng. Môi trường không khí tại khoa Hồi sức thường bị ô nhiễm bởi các hạt khí dung chứa vi sinh vật từ đường hô hấp, da, trang thiết bị và từ các thủ thuật xâm lấn. Những tác nhân này có thể lơ lửng trong không khí và bám dính trên bề mặt, làm tăng nguy cơ nhiễm khuẩn chéo cho người bệnh, đặc biệt ở nhóm người bệnh nặng có sức đề kháng suy giảm. Tại khoa Hồi sức Ngoại Thần Kinh, Bệnh viện Chợ Rẫy, đa số người bệnh sau phẫu thuật thần kinh có thời gian nằm viện kéo dài, thường phải thở máy và can thiệp xâm lấn, làm tăng nguy cơ nhiễm khuẩn bệnh viện, trong đó có nhiễm khuẩn liên quan đến môi trường không khí.

Máy lọc không khí với hệ thống lọc HEPA và công nghệ khử khuẩn đã được chứng minh có khả năng giảm mật độ vi sinh vật trong không khí, góp phần cải thiện chất lượng môi trường điều trị và giảm nguy cơ nhiễm khuẩn [6]. Tuy nhiên, tại Việt Nam, bằng chứng về hiệu quả ứng dụng máy lọc không khí trong môi trường hồi sức chuyên khoa, đặc biệt tại các đơn vị hồi sức ngoại thần kinh, còn hạn chế.

Xuất phát từ thực tiễn đó, nghiên cứu được tiến hành nhằm đánh giá hiệu quả của máy lọc không khí trong việc giảm mật độ vi sinh vật tại khoa Hồi sức Ngoại Thần Kinh Bệnh viện Chợ Rẫy, từ đó cung cấp cơ sở khoa học cho việc ứng dụng và mở rộng giải pháp kiểm soát nhiễm khuẩn trong bệnh viện.

**Mục tiêu nghiên cứu:** Đánh giá hiệu quả của máy lọc không khí trong việc giảm mật độ vi sinh vật trong không khí tại Khoa Hồi sức Ngoại Thần Kinh, Bệnh viện Chợ Rẫy.

## 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

*Tiêu chuẩn lựa chọn*

Tất cả mẫu không khí thu thập trong thời gian nghiên cứu tại khoa trước can thiệp và sau can thiệp máy lọc không khí OPTIPURA.

*Tiêu chuẩn loại trừ*

Mẫu không khí có dấu hiệu nghi ngờ ngoại nhiễm.

*Tác giả liên hệ
**Email:** anhly.nguyen2014@gmail.com **Điện thoại**: (+84) 976076354 **DOI**: 10.52163/yhc.v67i4.4940

Mẫu không khí được lấy không đúng theo quy trình kỹ thuật, không đảm bảo thể tích và điều kiện bảo quản.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

*Thiết kế nghiên cứu:* Nghiên cứu bán thực nghiệm theo mô hình trước–sau với đo lặp lại nhiều thời điểm, không có nhóm đối chứng.

*Địa điểm và thời gian nghiên cứu:* Thời gian từ tháng 2/2022 đến tháng 9/2022 tại Khoa khoa Hồi sức Ngoại Thần Kinh viện Chợ Rẫy.

### 2.3. Cỡ mẫu, chọn mẫu

Mẫu không khí được thu tại 3 vị trí cố định trong phòng bệnh, tương ứng với các khu vực đại diện trong buồng bệnh.

Tại mỗi vị trí, mẫu được lấy ở 3 độ cao khác nhau gồm:

Tầng thấp (<1 m so với mặt sàn)

Tầng trung (1–1,5 m, tương ứng vùng hô hấp của người bệnh)

Tầng cao (>1,5 m).

Ở mỗi độ cao thu 3 mẫu lặp lại nhằm tăng độ tin cậy của kết quả.

Việc thu mẫu được thực hiện trước khi lắp đặt máy lọc không khí và sau can thiệp tại các thời điểm: 1 tuần, 2 tuần, 4 tuần, 8 tuần và 12 tuần.

Tổng cộng 27 mẫu được thu tại mỗi thời điểm, bao gồm 27 mẫu trước can thiệp và 135 mẫu sau can thiệp, nâng tổng số mẫu thu thập trong nghiên cứu lên 162 mẫu.

### 2.4. Phương pháp thu thập số liệu

Số liệu được thu thập thông qua việc lấy mẫu không khí tại các buồng bệnh trong Khoa Hồi sức Ngoại Thần Kinh vào hai thời điểm: trước khi lắp đặt máy lọc không khí và sau khi máy được vận hành liên tục trong một khoảng thời gian ổn định. Mẫu không khí được thu thập bằng thiết bị lấy mẫu không khí vi sinh MiniCapt 100M (Particle Measuring Systems – PMS, USA), hoạt động theo nguyên lý va đập (impaction), trong đó không khí được hút qua đầu lấy mẫu và vi sinh vật được giữ lại trực tiếp trên bề mặt môi trường thạch.

Thiết bị được cài đặt với lưu lượng hút 100 L/phút, mỗi lần lấy mẫu thu 1000 L không khí (tương đương 1 $m^3$) trong khoảng 10 phút. Các mẫu không khí được thu trên môi trường thạch dinh dưỡng (nutrient agar) để phát hiện vi khuẩn hiếu khí và thạch Sabouraud dextrose agar để phát hiện nấm mốc và nấm men. Sau khi thu mẫu, các đĩa thạch được ủ ở 35–37°C trong 24–48 giờ đối với vi khuẩn, và 25–28°C trong 48–72 giờ đối với nấm. Số khuẩn lạc phát triển trên bề mặt thạch được đếm và quy đổi thành mật độ vi sinh vật trong không khí theo công thức:

$$CFU/m^3 = \frac{\text{Số khuẩn lạc đếm được}}{\text{Thể tích không khí lấy mẫu}}$$

Trong nghiên cứu này, do thể tích lấy mẫu là 1 $m^3$, mật độ vi sinh vật được biểu thị trực tiếp bằng số khuẩn lạc trên mỗi mét khối không khí (CFU/$m^3$). Tất cả dữ liệu được ghi nhận theo biểu mẫu thống nhất và được kiểm tra tính đầy đủ, chính xác trước khi đưa vào phân tích.

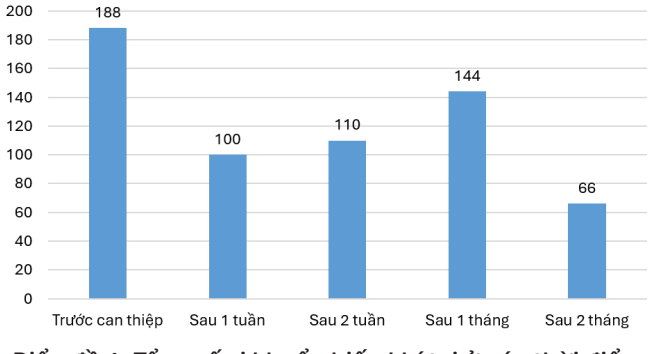
Trong giai đoạn can thiệp, buồng bệnh được lắp đặt máy lọc không khí OPTIPURA Massa (OPTIPURA, USA). Thiết bị hoạt động dựa trên công nghệ tia cực tím (UV) kết hợp plasma năng lượng cao, giúp bất hoạt vi sinh vật và phân hủy các chất ô nhiễm sinh học trong không khí. Máy có công suất hoạt động 180 W, sử dụng hệ thống đèn UV tích hợp với tuổi thọ khoảng 5000 giờ. Thiết bị được đặt tại vị trí trung tâm của buồng bệnh nhằm tối ưu hóa sự lưu thông không khí và được vận hành liên tục 24 giờ mỗi ngày trong suốt thời gian nghiên cứu. Việc bảo trì và kiểm tra thiết bị được thực hiện định kỳ theo khuyến cáo của nhà sản xuất nhằm đảm bảo hiệu quả hoạt động ổn định.

### 2.5. Xử lý và phân tích số liệu

Số liệu được nhập và kiểm tra trên phần mềm Excel và phân tích bằng phần mềm Stata 17. Các biến định lượng được mô tả bằng tần suất và giá trị mật độ vi sinh vật (CFU/$m^3$) tại các thời điểm trước và sau can thiệp. Sự thay đổi mật độ vi sinh vật được trình bày theo xu hướng thời gian thông qua biểu đồ mô tả. Do dữ liệu được tổng hợp theo từng thời điểm lấy mẫu, nghiên cứu chủ yếu sử dụng phân tích mô tả để đánh giá xu hướng thay đổi mật độ vi sinh vật sau khi lắp đặt hệ thống lọc không khí.

## 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### 3.1. Đặc điểm về mật độ vi sinh vật tại khoa HSNTK trước và sau khi đặt máy lọc không khí

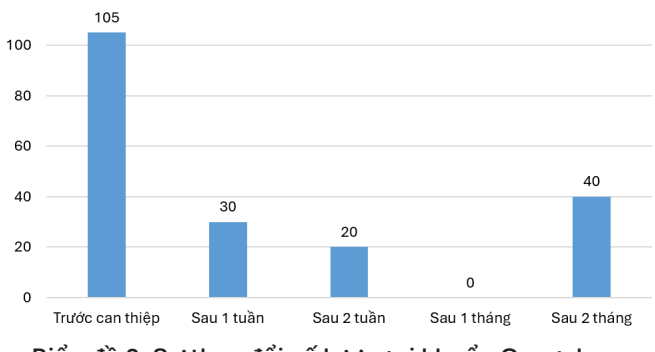



**Biểu đồ 1. Tổng số vi khuẩn hiếu khí tại ở các thời điểm can thiệp (CFU/$m^3$)**

***Nhận xét:*** Tổng số vi khuẩn hiếu khí tại các thời điểm sau can thiệp thấp hơn trước can thiệp, giảm sau 2 tháng can thiệp. Sau một tuần, tổng số vi khuẩn hiếu khỉ giảm từ 188 xuống còn 100 và còn 66 sau 2 tháng.

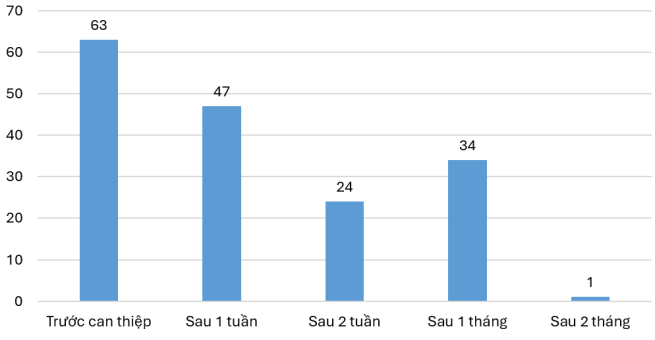
### 3.2. So sánh đặc điểm vi sinh vật theo nhóm vi khuẩn gây bệnh và hội sinh môi trường không khí khoa HSNTK trước và sau đặt máy lọc không khí

*3.2.1. Đặc điểm vi sinh vật hội sinh trước và sau đặt máy lọc không khí*




**Biểu đồ 2. Sự thay đổi số lượng vi khuẩn Coagulase negative Staphylococcus tại các thời điểm (CFU/$m^3$)**

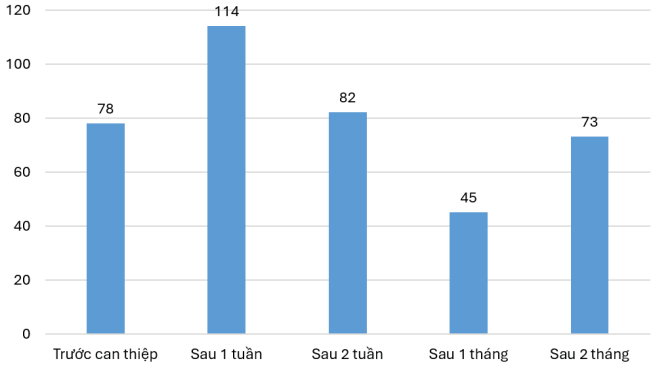
***Nhận xét:*** Số lượng vi khuẩn *Coagulase negative Staphylococcus* có xu hướng giảm từ sau 1 tuần đến sau 2 tháng so với trước can thiệp. Đặc biệt 1 tháng sau can thiệp không còn ghi nhận vi khuẩn *Coagulase negative Staphylococcus*.




**Biểu đồ 3. Sự thay đổi số lượng vi khuẩn Bacillus sp tại các thời điểm (CFU/m$^3$)**

***Nhận xét:*** Số lượng vi khuẩn *Bacillus sp* tại tất cả các khu vực can thiệp có sự giảm sau các thời điểm can thiệp, ngay từ sau 1 tuần. Sau 2 tháng chỉ ghi nhận 1 trường hợp dương tính.

*3.2.2. Đặc điểm nấm mốc trước và sau đặt máy lọc không khí*

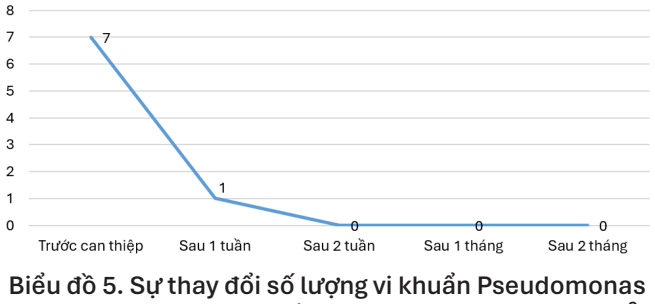



**Biểu đồ 4. Sự thay đổi số lượng nấm mốc tại các thời điểm (CFU/m$^3$)**

***Nhận xét:*** Số lượng nấm mốc nhìn chung giảm theo thời gian sau đặt máy lọc không khí, giảm rõ nhất ở mốc 1 tháng dù có dao động ở các thời điểm khác.

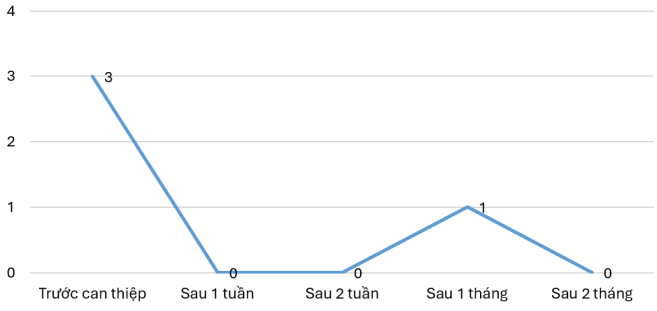
*3.2.3. Đặc điểm vi sinh vật gây bệnh trước và sau đặt máy lọc không khí*

Không ghi nhận sự xuất hiện vi khuẩn *Staphylococcus aureus* trước và sau can thiệp ở tất cả các thời điểm tại tất cả các khu vực khảo sát.




**Biểu đồ 5. Sự thay đổi số lượng vi khuẩn Pseudomonas aeruginosa ở các thời điểm tại tất cả khu vực (CFU/m$^3$)**

***Nhận xét:*** Số lượng vi khuẩn *Pseudomonas aeruginosa* ghi nhận xuất hiện trước can thiệp nhưng giảm ngay sau thời điểm can thiệp 1 tuần và không ghi nhận sự hiện diện vi khuẩn tại các thời điểm can thiệp tiếp theo.




**Biểu đồ 6. Sự thay đổi số lượng vi khuẩn Klebsiella sp các thời điểm tại tất cả khu vực (CFU/m$^3$)**

***Nhận xét:*** Số lượng vi khuẩn *Klebsiella sp* tại tất cả các khu vực giảm sau can thiệp.

## 4. BÀN LUẬN

### 4.1. Đặc điểm về mật độ vi sinh vật, độ ẩm, nhiệt độ không khí khoa HSNTK trước và sau khi đặt máy lọc không khí

Tổng số vi khuẩn hiếu khí ghi nhận giảm sau khi lắp đặt máy lọc không khí, với giá trị từ 188 CFU/m$^3$ trước can thiệp xuống 100 CFU/m$^3$ sau 1 tuần và 66 CFU/m$^3$ sau 2 tháng theo dõi. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Wang Z. (2020), khi họ đánh giá hiệu quả của máy lọc không khí trong các phòng chăm sóc đặc biệt và nhận thấy mật độ vi khuẩn giảm trung bình 60–70% sau bốn tuần sử dụng [3]. Nghiên cứu của Batra et al. (2025) so sánh lượng vi khuẩn trong khoa chăm sóc đặc biệt giữa hai pha cho thấy sự khác biệt đáng kể trong không khí và bề mặt vào các ngày 1, 7, 14, 30 và 60 ($p < 0,0001$). Trong số các cầu khuẩn Gram dương (GPC), chủng phân lập phổ biến nhất được xác định là loài *Coagulase negative Staphylococcus* [35 (92,10%)], tiếp theo là *Micrococcus luteus* [5 (13,15%)] và *Staphylococcus aureus* [1 (2,63%)]. Trong số các trực khuẩn Gram âm (GNB), chủng phân lập phổ biến nhất là loài *Acinetobacter* [8/23 (34,78%)][5]. Điều này cho thấy hiệu quả của biện pháp can thiệp được duy trì và phát huy theo thời gian.

### 4.2. So sánh đặc điểm vi sinh vật theo nhóm vi khuẩn gây bệnh và hội sinh môi trường không khí khoa HSNTK trước và sau đặt máy lọc không khí.

*4.2.1. Đặc điểm vi sinh vật hội sinh trước và sau đặt máy lọc không khí*

Trước can thiệp, số lượng của *Coagulase negative Staphylococcus* đạt 105 CFU/m$^3$, sau một tuần giảm xuống còn 30 CFU/m$^3$. Đáng chú ý, sau 1 tháng can thiệp không còn ghi nhận trường hợp dương tính nào. Đối với *Bacillus spp.*, số lượng trước can thiệp là 63 CFU/m$^3$, sau một tuần giảm còn 47 CFU/m$^3$ và tiếp tục giảm dần, sau 2 tháng chỉ còn ghi nhận một trường hợp dương tính. Điều này phù hợp với các nghiên cứu trước đây, cho thấy máy lọc không khí có tác dụng hiệu quả trong việc giảm tải lượng vi sinh vật lơ lửng trong môi trường[2]. Xu hướng giảm liên tục ở cả hai chủng vi khuẩn khẳng định rằng môi trường không khí được cải thiện đáng kể và việc duy trì hệ thống lọc là cần thiết để kiểm soát nhiễm khuẩn trong bệnh viện.

*4.2.2. Đặc điểm nấm mốc trước và sau đặt máy lọc không khí*

Nấm mốc là tác nhân quan trọng trong kiểm soát nhiễm khuẩn bệnh viện do khả năng gây bệnh cao ở những bệnh

nhân suy giảm miễn dịch hoặc có vết thương hở. Kết quả nghiên cứu cho thấy số lượng nấm mốc trong không khí trước can thiệp là 78 CFU/$m^3$ và bắt đầu giảm rõ rệt từ tuần thứ hai trở đi. Điều này phản ánh hiệu quả của máy lọc không khí trong việc làm giảm nồng độ bào tử nấm mốc sau khi hệ thống đã vận hành ổn định đặc biệt sau 1 tháng can thiệp. Những phát hiện trên góp phần củng cố bằng chứng thực tiễn về hiệu quả của máy lọc không khí trong giảm thiểu nấm mốc, đặc biệt tại các khu vực nguy cơ cao như hồi sức, cấp cứu hoặc hồi sức nội thần kinh, nơi kiểm soát tác nhân vi sinh từ không khí đóng vai trò quan trọng trong dự phòng nhiễm khuẩn bệnh viện.

*4.2.3. Đặc điểm vi sinh vật gây bệnh trước và sau đặt máy lọc không khí*

Kết quả nghiên cứu đã cung cấp bằng chứng mạnh mẽ về hiệu quả vượt trội của máy lọc không khí kháng khuẩn trong việc kiểm soát các mầm bệnh Gram âm cơ hội quan trọng trong môi trường không khí tại khoa Hồi sức Ngoại Thần Kinh. Cụ thể, vi khuẩn *Pseudomonas aeruginosa* với tải lượng ban đầu là 7 CFU/$m^3$ đã giảm xuống 1 CFU/$m^3$ chỉ sau 1 tuần can thiệp và đạt mức loại bỏ hoàn toàn (0 CFU/$m^3$) tại tất cả các mốc thời gian sau đó (2 tuần, 1 tháng, 2 tháng). Tương tự, *Klebsiella spp.* với mật độ ban đầu 3 CFU/$m^3$ cũng đã được loại bỏ hoàn toàn (0 CFU/$m^3$) ngay sau 1 tuần can thiệp. Những kết quả này đồng thời củng cố thêm bằng chứng về vai trò của các giải pháp kiểm soát môi trường không khí trong công tác phòng ngừa nhiễm khuẩn bệnh viện.Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Xie et al. (2018), trong đó máy lọc không khí có khả năng giảm thiểu đáng kể vi khuẩn Gram âm trong phòng bệnh ICU [1]. Kết quả này cũng tương tự với nghiên cứu của Dungan et al. (2021), khi họ phát hiện ra rằng máy lọc không khí có thể loại bỏ hơn 90% vi khuẩn Gram âm trong môi trường ICU [4]. Việc loại bỏ triệt để các tác nhân gây nhiễm khuẩn bệnh viện cho thấy máy lọc không khí là một biện pháp can thiệp khả thi và có tác động nhanh chóng trong việc giảm thiểu nguy cơ lây truyền qua đường không khí, qua đó nâng cao an toàn cho bệnh nhân suy giảm miễn dịch. Những phát hiện này củng cố thêm bằng chứng về vai trò thiết yếu của các giải pháp kiểm soát chất lượng không khí trong chiến lược tổng thể phòng ngừa nhiễm khuẩn bệnh viện. Trong khi đó, việc không ghi nhận sự hiện diện của Cầu khuẩn Gram dương trong không khí ở bất kỳ thời điểm nào trước và sau can thiệp lại cho thấy các loại vi khuẩn này có thể có xu hướng phân bố ít hơn trong không khí so với vi khuẩn Gram âm cho thấy rằng nguồn lây truyền chính của chúng có thể liên quan nhiều hơn đến bề mặt và tiếp xúc trực tiếp.

Mặc dù nghiên cứu ghi nhận sự giảm mật độ của một số vi khuẩn gây bệnh và vi khuẩn hội sinh trong không khí sau khi lắp đặt hệ thống máy lọc không khí, vẫn tồn tại một số hạn chế cần được xem xét khi diễn giải kết quả. Nghiên cứu sử dụng thiết kế trước–sau không có nhóm đối chứng song song, do đó chưa thể loại trừ hoàn toàn ảnh hưởng của các yếu tố nhiễu theo thời gian như số lượng người bệnh, hoạt động chăm sóc (ví dụ hút đàm, thay băng), vệ sinh môi trường hoặc tình trạng thông khí buồng bệnh. Bên cạnh đó, các yếu tố vi khí hậu và lưu lượng người ra vào phòng bệnh có thể thay đổi theo ngày hoặc theo tuần, từ đó ảnh hưởng đến mật độ vi sinh vật trong không khí. Số liệu trong nghiên cứu được tổng hợp theo từng thời điểm lấy mẫu và không theo dõi lặp lại trên cùng một đơn vị quan sát, vì vậy phân tích chủ yếu mang tính mô tả nhằm trình bày xu hướng thay đổi mật độ vi sinh vật theo thời gian. Do đó, nghiên cứu chưa áp dụng các mô hình phân tích thống kê nâng cao như hồi quy tuyến tính hoặc mô hình mixed-effects để đánh giá chính xác hơn xu hướng thay đổi theo thời gian. Ngoài ra, nghiên cứu chưa đánh giá toàn diện các chỉ số chất lượng không khí khác như bụi mịn hoặc các khí ô nhiễm, đồng thời thời gian theo dõi còn tương đối ngắn nên chưa thể xác định đầy đủ hiệu quả duy trì lâu dài của hệ thống lọc không khí, thể hiện qua sự xuất hiện trở lại của *Coagulase-negative Staphylococcus* sau 2 tháng. Vì vậy, cácnghiên cứu trong tương lai nên thiết kế có nhóm đối chứng, theo dõi trong thời gian dài hơn, đồng thời đo lường thêm các yếu tố môi trường và áp dụng các phương pháp phân tích thống kê phù hợp để đánh giá đầy đủ hơn hiệu quả của hệ thống lọc không khí trong môi trường hồi sức.

## 5. KẾT LUẬN

Máy lọc không khí giúp giảm rõ rệt mật độ vi sinh vật trong không khí, đặc biệt là các tác nhân gây bệnh quan trọng như *P. aeruginosa* và *Klebsiella sp.* Tuy nhiên, hiệu quả duy trì phụ thuộc vào kiểm soát vi khí hậu, lưu lượng người bệnh và bảo trì thiết bị. Do đó, máy lọc không khí nên được sử dụng như một phần của chiến lược kiểm soát nhiễm khuẩn kết hợp hệ thống, thay vì là biện pháp đơn lẻ.

## 6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Jianfeng Xie, Yi Yang, Yingzi Huang, Yan Kang, Yuan Xu, Xiaochun Ma, et al. (2018) "The current epidemiological landscape of ventilator-associated pneumonia in the intensive care unit: a multicenter prospective observational study in China". Clinical Infectious Diseases, 67 (suppl_2), S153-S161, https://doi.org/10.1093/cid/ciy692.

[2] Jung Hoon Lee, Jeong Yup Kim, Bo-Bae Cho, JR Anusha, Ju Yong Sim, C Justin Raj, et al. (2019) "Assessment of air purifier on efficient removal of airborne bacteria, Staphylococcus epidermidis, using single-chamber method". Environmental monitoring and assessment, 191 (12), pp. 720, https://doi.org/10.1007/s10661-019-7876-3.

[3] Zhaoying Wang, Wandong Zheng, Jingfan Hu, Jinbo Li, Zheng Fu, Han Li, et al. (2021) "COVID-19 impact on operation and energy consumption of heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) systems". Advances in Applied Energy, 3, 100040, https://doi.org/10.1016/j.adapen.2021.100040.

[4] Eunice Dugan, Elizabeth Willa Feldman, Robert Scott Stephens, Steven Schulman, Sammy Zakaria, Thomas Metkus (2021) "Presentation and outcomes of sepsis in the cardiac intensive care unit". American heart journal plus: cardiology research and practice, 7, 100040, https://doi.org/10.1016/j.ahjo.2021.100040.

[5] Vijeta B Batra, Jyotirmay Kirtania, Shashank Tiwari, Priyanshu Kumar, Amit Kumar, Subarna Chakraborty (2025) "Role of Antimicrobial Air Purifier in Reducing the Microbial Load in the Critical Care Unit in Oncology Center: An Intervention Study". Indian Journal of Critical Care Medicine: Peer-reviewed, Official Publication of Indian Society of Critical Care Medicine, 29 (4), 327, doi: 10.5005/jp-journals-10071-24910.

[6] Katrina Browne (2021) "Brought to light: how ultraviolet disinfection can prevent the nosocomial transmission of COVID-19 and other infectious diseases". Applied Microbiology, 1 (3), pp. 537-556, https://doi.org/10.3390/applmicrobiol1030035.