

NGHIÊN CỨU THÍCH ỨNG TRONG QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG TẠI BỆNH VIỆN NHI ĐỒNG THÀNH PHỐ CẦN THƠ TRƯỚC ÁP LỰC NHU CẦU GIA TĂNG KHÁM CHỮA BỆNH GIAI ĐOẠN HẬU ĐẠI DỊCH COVID - 19

Nguyễn Kim Thanh^{1,2}, Trương Hoàng Đan¹, Nguyễn Thanh Giao^{1,*}

¹ Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

² Bệnh viện Nhi đồng thành phố Cần Thơ

*Email: ntgiao@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Quản lý chất thải y tế tại các cơ sở chuyên khoa nhi đòi hỏi sự thích ứng liên tục trước áp lực gia tăng tải lượng và các yêu cầu khắt khe về an toàn sinh học. Nghiên cứu này đánh giá toàn diện hiệu suất môi trường và thực hành quản lý tại Bệnh viện Nhi đồng thành phố Cần Thơ giai đoạn 2022 - 2024 thông qua phương pháp phân tích dòng vật chất và khảo sát kiến thức - thái độ - thực hành (KAP). Kết quả cho thấy, áp lực lên hạ tầng xử lý có mối tương quan thuận với quy mô điều trị, khi số ngày giường nội trú đạt đỉnh 264.856 ngày vào năm 2024. Mặc dù tổng lượng chất thải rắn ổn định, cấu trúc dòng thải ghi nhận sự chuyển dịch đáng chú ý: Nhóm chất thải nguy hại không lây nhiễm tăng gấp 2,6 lần, tương ứng với sự phát triển của các kỹ thuật điều trị chuyên sâu. Hệ thống xử lý nước thải vận hành với hiệu suất cao, đạt 97% công suất thiết kế (465/480 m³/ngày.đêm) trong các giai đoạn cao điểm. Về khía cạnh nhân lực, nhân viên y tế thể hiện nền tảng kiến thức và thái độ tích cực, song hiệu quả thực hành còn chịu tác động bởi những hạn chế trong chuỗi cung ứng vật tư chuẩn hóa, dẫn đến việc sử dụng các giải pháp lưu chứa thay thế đối với vật sắc nhọn. Phân tích SWOT chỉ ra rằng, thế mạnh về nhận thức tuân thủ quy trình của nhân lực đang bị tác động bởi điểm yếu về hạ tầng vật lý và cơ chế cung ứng vật tư. Các phát hiện này khẳng định sự cần thiết của việc đồng bộ hóa đầu tư hạ tầng kỹ thuật và vật tư để đảm bảo mục tiêu phát triển bền vững.

Từ khóa: Quản lý chất thải y tế, nước thải bệnh viện, bệnh viện nhi, kiến thức - thái độ - thực hành, an toàn sinh học.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh phát triển bền vững toàn cầu, ngành y tế đang đối mặt với một nghịch lý, đó là trong khi đóng vai trò trụ cột bảo vệ sức khỏe con người, các hoạt động khám chữa bệnh lại đồng thời tạo ra những tác động tiêu cực đáng kể đến môi trường sinh thái. Theo Tổ chức Y tế Thế giới, khoảng 15 - 20% tổng lượng chất thải phát sinh từ các cơ sở y tế được xếp vào nhóm chất thải nguy hại, bao gồm: Các tác nhân lây nhiễm, vật sắc nhọn, hóa chất độc hại và dược phẩm tồn dư [1]. Nếu không được quản lý, thu gom và xử lý theo các quy trình nghiêm ngặt, dòng thải này không chỉ đe dọa trực tiếp đến an toàn nghề nghiệp của nhân viên y tế mà còn trở thành nguồn phát tán

mầm bệnh và ô nhiễm hóa học ra cộng đồng. Các nghiên cứu tổng quan hệ thống đã chỉ ra rằng, tại các quốc gia đang phát triển, thách thức này càng trở nên trầm trọng do sự thiếu hụt về hạ tầng xử lý, hạn chế về nguồn lực tài chính và những lỗ hổng trong năng lực quản trị [2, 3].

Tại Việt Nam, quá trình đô thị hóa và sự mở rộng mạng lưới y tế trong thập kỷ qua đã gia tăng áp lực lên công tác quản lý môi trường. Mặc dù khung pháp lý đã được kiện toàn thông qua Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [4] và Thông tư số 20/2021/TT-BYT [5], việc chuyển hóa các quy định văn bản thành thực hành an toàn tại cơ sở vẫn gặp nhiều trở ngại. Các báo cáo gần đây cho thấy, sự gia tăng nhanh chóng của khối lượng chất thải rắn y tế và

nước thải bệnh viện đang vượt quá công suất thiết kế của các hệ thống xử lý hiện hữu. Đặc biệt, vấn đề ô nhiễm vi lượng từ nước thải y tế, nơi chứa đựng nồng độ cao các hợp chất kháng sinh và vi sinh vật kháng thuốc, đang đặt ra những rủi ro an ninh nguồn nước nghiêm trọng tại các lưu vực sông [6].

Trong bức tranh tổng thể đó, các bệnh viện chuyên khoa nhi chiếm một vị trí đặc thù và nhạy cảm. Do đối tượng phục vụ là trẻ em - nhóm dân số dễ bị tổn thương và có sức đề kháng yếu, nên các yêu cầu về kiểm soát nhiễm khuẩn tại đây luôn được đặt ở mức cao nhất [7]. Điều này dẫn đến xu hướng sử dụng gia tăng các vật tư tiêu hao dùng một lần và các chế phẩm hóa học phục vụ vệ sinh, từ đó làm thay đổi cấu trúc và gia tăng tỷ lệ phát sinh chất thải trên mỗi giường bệnh so với các bệnh viện đa khoa thông thường. Tuy nhiên, các nghiên cứu trước đây tại Việt Nam [8, 9] thường tập trung vào bức tranh chung của hệ thống y tế tuyến tỉnh hoặc huyện, chưa đi sâu phân tích các đặc điểm dòng thải chuyên biệt tại các bệnh viện nhi khoa tuyến cuối, đặc biệt là trong bối cảnh phục hồi sau đại dịch COVID-19.

Bệnh viện Nhi đồng thành phố Cần Thơ, với vai trò là trung tâm y tế chuyên sâu của khu vực đồng bằng sông Cửu Long, đang là một điển hình cho những thách thức quản lý môi trường trong giai đoạn mới. Dữ liệu vận hành giai đoạn 2022 - 2024 cho thấy sự phục hồi mạnh mẽ của nhu cầu khám chữa bệnh, với số ngày điều trị nội trú tăng trưởng liên tục và đạt kỷ lục vào năm 2024. Sự gia tăng cơ học về quy mô bệnh nhân có mối quan hệ biện chứng với tải lượng chất thải và nước thải, đặt hệ thống hạ tầng kỹ thuật của bệnh viện trước nguy cơ quá tải. Các nghiên cứu đã chứng minh rằng, tỷ lệ phát sinh chất thải y tế có quan hệ tuyến tính với công suất sử dụng giường bệnh [10]. Do đó, sự biến động đột ngột của lượng bệnh nhân theo mùa dịch bệnh nhiệt đới tại thành phố Cần Thơ không chỉ gây áp lực lên công suất xử lý mà còn tiềm ẩn nguy cơ phá vỡ các quy trình thu gom an toàn nếu không có các kịch bản ứng phó linh hoạt.

Bên cạnh yếu tố kỹ thuật, yếu tố con người đóng vai trò then chốt trong hiệu quả quản lý môi trường. Các nghiên cứu về kiến thức - thái độ - thực hành (KAP) đã chỉ ra rằng, ngay cả khi có hạ

tầng tốt, sự thiếu hụt nhận thức hoặc hành vi sai lệch của nhân viên y tế vẫn có thể dẫn đến thất bại trong phân loại rác tại nguồn [11]. Tại các bệnh viện công lập ở Việt Nam, áp lực quá tải công việc thường được xem là nguyên nhân chính khiến nhân viên y tế sao nhãng các quy trình an toàn môi trường để ưu tiên cho công tác chuyên môn [12]. Việc đánh giá chính xác khoảng cách giữa kiến thức lý thuyết và thực hành thực tế, cũng như nhận diện các rào cản vật chất ảnh hưởng đến hành vi tuân thủ là bước đi tiên quyết để xây dựng các giải pháp can thiệp hiệu quả.

Xuất phát từ thực tiễn trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục tiêu đánh giá toàn diện hiện trạng môi trường và công tác quản lý tại Bệnh viện Nhi đồng thành phố Cần Thơ. Thông qua việc phân tích định lượng dòng vật chất (chất thải rắn, nước thải) và đánh giá định tính năng lực thực hành của nhân viên y tế, nghiên cứu kỳ vọng sẽ làm sáng tỏ mối tương quan giữa áp lực dịch tễ học và hiệu suất môi trường. Những phát hiện từ nghiên cứu này không chỉ cung cấp cơ sở dữ liệu khoa học cho việc nâng cấp hạ tầng xử lý tại chỗ mà còn đóng góp các khuyến nghị chính sách quan trọng cho mô hình quản lý chất thải bền vững tại các bệnh viện chuyên khoa nhi trong khu vực.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu được thực hiện tại Bệnh viện Nhi đồng thành phố Cần Thơ, cơ sở y tế chuyên khoa nhi tuyến cuối của khu vực Đồng bằng sông Cửu Long, trong giai đoạn từ năm 2022 đến năm 2024. Để đảm bảo tính toàn diện và độ tin cậy khoa học, nghiên cứu áp dụng cách tiếp cận đa phương pháp, kết hợp giữa phân tích định lượng dòng vật chất, khảo sát thực địa và đánh giá xã hội học thông qua mô hình kiến thức - thái độ - thực hành (KAP). Dữ liệu thứ cấp về hiện trạng môi trường được thu thập từ các báo cáo quan trắc định kỳ, nhật ký vận hành hệ thống xử lý nước thải và hóa đơn tiêu thụ nước của bệnh viện trong 3 năm liên tiếp. Cụ thể, các chỉ số được thu thập bao gồm: Số lượng giường bệnh nội trú thực kê, tổng khối lượng từng loại chất thải rắn y tế (lây nhiễm, nguy hại không lây nhiễm, tái chế, sinh hoạt) và lưu lượng nước thải phát sinh hàng ngày. Dựa trên cơ sở dữ liệu này, hệ số phát sinh chất thải trung bình

(kg/giường/ngày) được tính toán theo công thức $P = M/(N \times T)$, trong đó: M là tổng khối lượng chất thải; N là số giường bệnh thực kê và T là số ngày khảo sát, nhằm lượng hóa cường độ phát thải trên mỗi đơn vị điều trị.

Song song với việc thu thập dữ liệu thứ cấp, phương pháp khảo sát thực địa được triển khai để kiểm chứng tính xác thực của quy trình quản lý. Hoạt động này bao gồm việc quan sát trực tiếp quy trình phân loại chất thải tại các khoa, phòng chức năng; kiểm tra kỹ thuật tuyến đường thu gom; đánh giá điều kiện vệ sinh tại khu vực lưu giữ tạm thời và hiệu suất vận hành của trạm xử lý nước thải tập trung. Đặc biệt, nghiên cứu chú trọng nhận diện các rủi ro trong thực hành tại các điểm nóng phát sinh chất thải như Khoa Hồi sức tích cực, Khoa Xét nghiệm và khu vực phẫu thuật. Các thông tin thu thập từ thực địa được đối chiếu với các quy định pháp lý hiện hành, bao gồm: Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [4] và Thông tư số 20/2021/TT-BYT [5], để xác định mức độ tuân thủ.

Về khía cạnh xã hội học, nghiên cứu tiến hành khảo sát cắt ngang đối với 100 nhân viên y tế đang làm việc trực tiếp tại các khoa, phòng thông qua bảng câu hỏi cấu trúc. Bộ câu hỏi được thiết kế dựa trên các tiêu chí của Thông tư số 20/2021/TT-BYT [5], tập trung đánh giá 3 trụ cột chính: Kiến

thức về phân loại chất thải, thái độ đối với trách nhiệm bảo vệ môi trường và thực hành tuân thủ quy trình an toàn sinh học. Dữ liệu từ phiếu khảo sát được xử lý bằng phương pháp thống kê mô tả để xác định tỷ lệ phần trăm các câu trả lời đúng và các hành vi sai lệch. Cuối cùng, phương pháp phân tích SWOT (điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội, thách thức) được sử dụng để tổng hợp các dữ liệu định tính và định lượng, từ đó xây dựng ma trận chiến lược nhằm đề xuất các giải pháp quản lý khả thi, phù hợp với bối cảnh thực tiễn của bệnh viện. Đối với chất lượng nước thải, các thông số ô nhiễm được đánh giá dựa trên QCVN 28:2010/BTNMT [13] để xác định hiệu quả xử lý của hệ thống.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Biến động quy mô điều trị và tải lượng chất thải

Dữ liệu thống kê giai đoạn 2022 - 2024 cho thấy, áp lực lên công tác quản lý môi trường có sự tương quan chặt chẽ với quy mô hoạt động khám chữa bệnh. Tổng số ngày giường điều trị nội trú thực kê đã gia tăng liên tục, từ 203.769 ngày (năm 2022) lên 243.708 ngày (năm 2023) và đạt đỉnh 264.856 ngày vào năm 2024 (Bảng 1). Đặc biệt, các đợt cao điểm thường tập trung vào quý 4 hàng năm, tương ứng với chu kỳ bệnh nhiệt đới tại khu vực.

Bảng 1. Biến động số ngày giường điều trị nội trú giai đoạn 2022 - 2024

Năm	Tổng số ngày giường thực kê	Tăng trưởng (%)	Ghi chú
2022	203.769	-	Giai đoạn hậu COVID-19
2023	243.708	+19,6%	Phục hồi
2024	264.856	+8,7%	Quá tải cục bộ

Nguồn: Phòng Kế hoạch tổng hợp, Bệnh viện Nhi đồng thành phố Cần Thơ.

Kết quả quan trắc tổng hợp tại Bệnh viện Nhi đồng thành phố Cần Thơ trong giai đoạn 2022 - 2024 cho thấy bức tranh toàn cảnh về dòng vật chất chất thải rắn y tế có sự ổn định về tổng lượng nhưng lại chứa đựng những biến động nội tại phức tạp về mặt cấu trúc thành phần.

Bảng 2. Biến động khối lượng các loại chất thải y tế giai đoạn 2022 - 2024

Loại chất thải	Đơn vị	Năm 2022	Năm 2023	Năm 2024	Xu hướng
Chất thải nguy hại	Kg	46.494	27.731	34.883	Biến động
Trong đó chất thải lây nhiễm	Kg	46.252	27.435	34.253	Tăng lại
Trong đó chất thải nguy hại không lây nhiễm	Kg	242	296	630	Tăng mạnh
Chất thải thông thường	Kg	782.522	787.371	782.915	Ổn định

Tổng khối lượng chất thải rắn phát sinh tại bệnh viện dao động nhẹ quanh ngưỡng 815.000 - 829.000 kg/năm, bất chấp sự gia tăng đáng kể của số lượng bệnh nhân nội trú. Số liệu về từng loại chất thải qua các năm được thể hiện ở bảng 2.

Trong đó chất thải tái chế	Kg	16.022	20.871	16.415	Giảm
Trong đó chất thải sinh hoạt	Kg	766.500	766.500	766.500	Cố định
Tổng cộng	Kg	829.016	815.102	817.798	

Nguồn: Tổng hợp dữ liệu quan trắc tại Bệnh viện Nhi đồng thành phố Cần Thơ.

Phân tích sâu vào các chỉ số hiệu suất môi trường, hệ số phát thải trung bình trên đơn vị giường bệnh (kg/giường/ngày) cho thấy xu hướng giảm dần qua các năm. Cụ thể, dựa trên tổng lượng chất thải và số ngày giường thực kê, hệ số phát thải giảm từ mức 4,07 kg/giường/ngày năm 2022 xuống còn 3,34 kg/giường/ngày năm 2023 và đạt mức thấp nhất 3,09 kg/giường/ngày vào năm 2024. Khi so sánh với các nghiên cứu khác, hệ số phát thải tại Bệnh viện Nhi đồng thành phố Cần Thơ nằm trong ngưỡng tương đồng với kết quả nghiên cứu tại Iran (khoảng 3,48 kg/giường/ngày) [10], nhưng cao hơn đáng kể so với mức trung bình tại các bệnh viện tuyến huyện ở Việt Nam [9]. Điều này phản ánh đặc thù của bệnh viện chuyên khoa nhi tuyến cuối, nơi mật độ người nuôi bệnh cao dẫn đến lượng rác sinh hoạt chiếm tỷ trọng cao.

Xét riêng về nhóm chất thải lây nhiễm, dữ liệu ghi nhận phản ánh bối cảnh dịch tễ học của giai đoạn nghiên cứu. Năm 2022 ghi nhận khối lượng kỷ lục 46.252 kg, hệ quả trực tiếp của giai đoạn hậu COVID-19 khi các quy trình kiểm soát nhiễm khuẩn vẫn được duy trì ở mức cảnh báo cao nhất, dẫn đến việc nhiều vật tư y tế thông thường bị phân loại thành rác lây nhiễm. Sau khi giảm mạnh vào năm 2023, khối lượng chất thải lây nhiễm đã tăng trở lại ở mức 34.253 kg vào năm 2024, tương ứng với mức tăng 25% so với năm trước đó. Sự gia tăng này có mối tương quan tuyến tính chặt chẽ với số lượng bệnh nhân nội trú vào các tháng cuối năm 2024. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu trước đây, khẳng định rằng tải lượng chất thải y tế tại các cơ sở điều trị luôn nhạy cảm với các biến động về lưu lượng bệnh nhân và tính chất mùa vụ của dịch bệnh [3].

Đặc biệt, một xu hướng đáng báo động được phát hiện trong nghiên cứu là sự gia tăng đột biến của nhóm chất thải nguy hại không lây nhiễm (hóa chất, dược phẩm gây độc tế bào và vỏ bao bì chứa thành phần nguy hại). Từ mức thấp là 242 kg vào năm 2022, khối lượng nhóm này đã tăng gấp 2,6 lần

lên mức 630 kg vào năm 2024. Đây là chỉ dấu rõ ràng cho thấy mức độ sử dụng hóa chất và các liệu pháp điều trị chuyên sâu đang ngày càng gia tăng tại bệnh viện. Sự xuất hiện ngày càng nhiều của dòng thải hóa chất và dược phẩm, nếu không được kiểm soát chặt chẽ sẽ tiềm ẩn nguy cơ ô nhiễm vi lượng cho môi trường nước tiếp nhận. Các nghiên cứu trước đây về dư lượng kháng sinh trong môi trường nước tại Việt Nam đã cảnh báo rằng, chính nguồn thải từ các bệnh viện lớn là tác nhân chính gây ra tình trạng kháng kháng sinh trong cộng đồng [6]. Do đó, sự gia tăng tỷ trọng của nhóm chất thải này tại Bệnh viện Nhi đồng thành phố Cần Thơ cần được xem là một tín hiệu cảnh báo sớm để điều chỉnh các biện pháp thu gom và xử lý chuyên biệt.

Về khía cạnh tái chế, số liệu năm 2024 cho thấy một nghịch lý quản lý đáng quan tâm. Mặc dù số lượng bệnh nhân và lượng vật tư tiêu hao (nhựa y tế) tăng cao, nhưng lượng chất thải tái chế thu gom được lại sụt giảm 21,3% so với năm 2023 (từ 20.871 kg xuống 16.415 kg). Sự sụt giảm này xảy ra đồng thời với thời điểm áp lực quá tải bệnh viện lên cao nhất, củng cố cho giả thuyết rằng, áp lực công việc đã tác động tiêu cực đến hành vi phân loại của nhân viên y tế. Kết quả nghiên cứu tại Bệnh viện Trung ương Quân đội 108 cho thấy, áp lực thời gian là rào cản lớn nhất khiến nhân viên y tế bỏ qua quy trình tách rác tái chế để ưu tiên công tác chuyên môn, dẫn đến việc rác nhựa có giá trị bị lẫn vào rác sinh hoạt hoặc lây nhiễm [11]. Việc mất đi lượng lớn rác tái chế này không chỉ gây lãng phí tài nguyên theo mô hình kinh tế tuần hoàn mà còn làm tăng chi phí xử lý tiêu hủy không cần thiết cho bệnh viện [14].

Cuối cùng, khi xem xét tỷ lệ chất thải nguy hại trên tổng lượng chất thải phát sinh, con số ghi nhận tại nghiên cứu này dao động từ 3,4 - 5,6%, thấp hơn đáng kể so với ngưỡng 10 - 25% theo thống kê của Tổ chức Y tế Thế giới [1]. Nguyên nhân chính của tỷ lệ thấp này là do khối lượng chất thải sinh hoạt quá lớn (chiếm hơn 93% tổng lượng thải) đã làm loãng tỷ trọng của các thành

phần nguy hại. Tuy nhiên, điều này cũng cho thấy hiệu quả tích cực của công tác phân loại tại nguồn, giúp tách biệt triệt để rác sinh hoạt ra khỏi rác lây nhiễm, ngăn ngừa tình trạng lây nhiễm hóa khối lượng lớn rác thông thường. Kết quả này tương đồng với kết quả nghiên cứu tại tỉnh Bình Dương, nơi tỷ lệ phân loại đúng cao đã giúp kiểm soát tốt tỷ lệ phát sinh chất thải nguy hại, giảm gánh nặng cho hệ thống xử lý cuối cùng [9]. Tóm lại, sự biến động thành phần chất thải tại Bệnh viện Nhi đồng thành phố Cần Thơ đang phản ánh sự chuyển dịch từ các vấn đề lây nhiễm truyền thống sang các thách thức mới về quản lý hóa chất và duy trì hiệu suất phân loại trong bối cảnh chất thải ngày càng tăng.

Bảng 3. Lưu lượng nước thải trung bình ngày và mức độ chịu tải của hệ thống năm 2024

Thời gian	Lưu lượng trung bình (m ³ /ngày.đêm)	Công suất thiết kế (m ³ /ngày.đêm)	Tỷ lệ vận hành (%)	Đánh giá rủi ro
Tháng 1	304	480	63,3	An toàn
Tháng 2	255	480	53,1	Thấp điểm
Tháng 4	367	480	76,5	Trung bình
Tháng 5	435	480	90,6	Cao
Tháng 6	465	480	96,9	Nguy cấp
Tháng 10	368	480	76,7	Trung bình
Tháng 12	410	480	85,4	Cao

Ghi chú: Số liệu đại diện cho các thời điểm đặc trưng trong năm 2024.

Bảng 3 cho thấy rõ sự biến thiên theo mùa của lưu lượng xả thải, đồng biến với số liệu nhập viện của các bệnh lý nhiệt đới. Đáng báo động nhất là thời điểm tháng 6/2024, lưu lượng xả thải trung bình ngày đã vọt lên mức 465 m³/ngày.đêm, chiếm xấp xỉ 97% công suất thiết kế của trạm xử lý (480 m³/ngày.đêm). Trạng thái vận hành này đặt hệ thống vào vùng rủi ro cao, bởi theo các nguyên lý kỹ thuật môi trường, khi lưu lượng thực tế tiệm cận công suất thiết kế, thời gian lưu nước (HRT) trong các bể phản ứng sinh học sẽ bị rút ngắn đáng kể. Sự sụt giảm HRT đồng nghĩa với việc các vi sinh vật không đủ thời gian để thực hiện quá trình chuyển hóa chất hữu cơ và nitrat hóa, dẫn đến nguy cơ nước thải đầu ra không đạt chuẩn QCVN 28:2010/BTNMT [13] về các chỉ tiêu như: BOD, COD, amoni.

Kết quả phân tích này có sự tương đồng với các cảnh báo từ kết quả nghiên cứu tổng quan hệ thống [15], đã chỉ ra rằng, tại các quốc gia đang phát triển, tình trạng quá tải thủy lực thường

3.2. Áp lực lên hệ thống xử lý nước thải

Dữ liệu quan trắc vận hành hệ thống xử lý nước thải (HTXLNT) tại Bệnh viện Nhi đồng thành phố Cần Thơ trong giai đoạn 2022 - 2024 đã bộc lộ những thách thức về khả năng xử lý, đặc biệt trong bối cảnh nhu cầu sử dụng nước sạch gia tăng. Cụ thể, lượng nước cấp đầu vào năm 2024 đạt mức 251.840 m³, tăng khoảng 40% so với năm 2023. Sự gia tăng nguồn vào này đã tạo ra áp lực trực tiếp lên hệ thống đầu ra, được thể hiện chi tiết qua các thông số lưu lượng trung bình ngày tại bảng 3. Mặc dù tổng lượng nước thải phát sinh năm 2024 (128.136 m³) thấp hơn so với năm 2023, nhưng sự phân bố dòng chảy lại tập trung cục bộ vào các tháng cao điểm, tạo ra các vấn đề cho quy trình xử lý sinh học.

xuyên là nguyên nhân chính khiến hiệu suất loại bỏ mầm bệnh của các trạm xử lý nước thải bệnh viện bị suy giảm, ngay cả khi công nghệ áp dụng là hiện đại. Đối với một bệnh viện chuyên khoa nhi như tại thành phố Cần Thơ, rủi ro này càng trở nên nghiêm trọng hơn do đặc thù nước thải chứa nồng độ cao các chế phẩm sinh học và dư lượng kháng sinh. Nghiên cứu về môi trường nước tại Việt Nam cũng nhấn mạnh rằng, việc xả thải nước thải y tế chưa được xử lý triệt để do quá tải hệ thống là con đường ngắn nhất phát tán các gen kháng thuốc và dư lượng dược phẩm vào nguồn nước mặt, gây ảnh hưởng lâu dài đến hệ sinh thái [6].

Hơn nữa, sự dao động lớn về lưu lượng giữa các tháng trong năm 2024 (từ mức thấp 255 m³/ngày vào tháng 2 lên 465 m³/ngày vào tháng 6) cho thấy hệ thống đang thiếu các giải pháp điều hòa lưu lượng hiệu quả. Sự thiếu hụt bể điều hòa hoặc dung tích bể không đủ lớn để cắt các đỉnh tải lượng vào giờ cao điểm khiến hệ thống vi sinh phải liên tục thích nghi với các điều kiện vận hành thay

đổi, làm giảm độ ổn định của bùn hoạt tính. Do đó, với dữ liệu thực tế, việc nâng cấp công suất xử lý hoặc xây dựng bổ sung các hạng mục điều hòa dòng chảy là yêu cầu kỹ thuật cấp bách để đảm bảo an toàn môi trường trước khi quy mô bệnh viện tiếp tục mở rộng.

3.3. Thách thức trong đồng bộ hóa quy định và cơ sở hạ tầng thực tế

Kết quả đánh giá mức độ tuân thủ các quy định môi trường tại Bệnh viện Nhi đồng thành phố Cần Thơ được tổng hợp tại bảng 4 cho thấy những nỗ lực đáng ghi nhận của đơn vị trong công tác quản lý hành chính, song song với những thách thức nhất

định trong vận hành thực tiễn. Về tổng thể, bệnh viện đã thiết lập được khung pháp lý nội bộ cơ bản, đáp ứng các yêu cầu cốt lõi của Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [4], như sở hữu Giấy phép môi trường, duy trì hợp đồng chuyển giao chất thải nguy hại và thực hiện quy trình phân loại tại nguồn. Tuy nhiên, khi đi sâu phân tích các chỉ số kỹ thuật chi tiết, nghiên cứu nhận thấy sự khác biệt nhất định giữa các quy chuẩn lý thuyết và điều kiện hạ tầng hiện hữu. Những điểm cần tối ưu hóa tập trung chủ yếu vào sự đồng bộ hóa phương tiện lưu chứa và tính liên tục trong công tác giám sát dữ liệu môi trường.

Bảng 4. Tổng hợp các thách thức và yếu tố ảnh hưởng đến công tác quản lý môi trường

Hạng mục	Tiêu chí đánh giá	Hiện trạng	Yếu tố ảnh hưởng/ghi chú
Nhân sự	Văn bản hóa bộ phận môi trường	Cần chính quy hóa	Cơ chế kiêm nhiệm hiện tại cần được cụ thể hóa bằng quyết định thành lập chính thức
Vật tư	Trang bị hộp kháng khuẩn (safety box)	Cần bổ sung	Vướng mắc trong quy trình đấu thầu dẫn đến việc sử dụng vật chứa thay thế tạm thời
Ứng phó	Ban chỉ huy ứng phó sự cố môi trường	Cần kiện toàn	Đã có kế hoạch nhưng cần chi tiết hóa kịch bản và nhân sự chỉ huy cụ thể
Giám sát	Quan trắc định kỳ bùn thải	Cần cập nhật	Dữ liệu phân tích gần nhất là năm 2019, cần thực hiện lại để đảm bảo tính liên tục
Dữ liệu	Thống kê chất thải sinh hoạt	Cần chính xác hóa	Hiện đang áp dụng phương thức ước tính khoán, cần chuyển sang cân đo thực tế

Nguồn: Tổng hợp kết quả đánh giá thực tế tại bệnh viện.

Một trong những vấn đề kỹ thuật đáng lưu ý là sự gián đoạn trong nguồn cung ứng hộp an toàn chuyên dụng cho vật sắc nhọn. Do những vướng mắc khách quan trong cơ chế đấu thầu vật tư y tế công lập, nhân viên tại một số khoa, phòng đã linh hoạt sử dụng các vật chứa thay thế tạm thời (chai nhựa, can nhựa cứng) để duy trì hoạt động thu gom. Mặc dù giải pháp tình thế này giúp đảm bảo việc phân loại rác vẫn được thực hiện, nhưng xét về tiêu chuẩn kỹ thuật dài hạn, các vật chứa này chưa hoàn toàn đáp ứng các thông số về độ kháng khuẩn và quy cách nắp đậy an toàn. Theo nghiên cứu, việc chuẩn hóa dụng cụ chứa vật sắc nhọn là yếu tố then chốt để giảm thiểu rủi ro nghề nghiệp và ngăn ngừa lây nhiễm các bệnh qua đường máu như HIV, viêm gan B [10]. Khi đối chiếu với kết quả nghiên cứu tại tỉnh Bình Dương, nơi sự đầu tư đồng bộ hạ tầng đã đưa tỷ lệ thực hành an toàn lên mức 98,5% [9], có thể thấy rằng, việc tháo gỡ điểm nghẽn về cung ứng vật tư tại thành phố Cần Thơ sẽ là chìa khóa để nâng cao hiệu quả tuân thủ.

Bên cạnh yếu tố vật tư, công tác giám sát các dòng thải thứ cấp cũng cần được tăng cường để đảm bảo tính toàn diện của dữ liệu. Công tác quan trắc bùn thải từ hệ thống xử lý nước thải chưa được cập nhật thường xuyên kể từ năm 2019. Việc thiếu hụt chuỗi số liệu liên tục trong giai đoạn này đặt ra yêu cầu cần thiết phải rà soát và thực hiện lấy mẫu phân tích định kỳ theo quy định của Nghị định số 08/2022/NĐ-CP [16]. Nghiên cứu đã nhấn mạnh tầm quan trọng khoa học của việc giám sát bùn thải, nơi có khả năng tích tụ các vi sinh vật và hợp chất hữu cơ khó phân hủy [15]. Do đó, việc cập nhật dữ liệu này không chỉ giúp bệnh viện hoàn thiện hồ sơ pháp lý mà còn cung cấp cơ sở khoa học để kiểm soát tốt hơn các tác động tiềm tàng đến môi trường đất.

Về mặt tổ chức, mô hình quản lý môi trường tại bệnh viện hiện đang vận hành chủ yếu dựa trên cơ chế kiêm nhiệm. Để nâng cao tính chuyên nghiệp và trách nhiệm giải trình, việc ban hành các quyết định phân công nhiệm vụ chính thức bằng văn bản là bước đi cần thiết. Đồng thời, kế

hoạch ứng phó sự cố môi trường hiện có cần được nâng cấp thông qua việc thiết lập ban chỉ huy thống nhất và xây dựng các kịch bản diễn tập chi tiết. Nghiên cứu về hệ thống y tế bền vững đã chỉ ra rằng, mức độ sẵn sàng của bộ máy chỉ huy đóng vai trò quyết định trong việc giảm thiểu thiệt hại khi xảy ra sự cố [3]. Việc kiện toàn các yếu tố tổ chức này sẽ giúp Bệnh viện Nhi đồng thành phố Cần Thơ chuyển đổi từ trạng thái tuân thủ thụ động sang quản lý rủi ro chủ động.

3.4. Mối tương quan giữa kiến thức nền tảng và hiệu quả thực hành

Kết quả khảo sát định lượng từ mô hình kiến thức - thái độ - thực hành (KAP) đối với nhân viên y tế tại Bệnh viện Nhi đồng thành phố Cần Thơ được thể hiện ở bảng 5 cho thấy một bức tranh chi tiết về sự chuyển hóa từ nhận thức lý thuyết sang năng lực thực thi trong điều kiện vận hành thực tế. Xét về nền tảng nhận thức, đội ngũ nhân viên y tế thể hiện mức độ am hiểu sâu sắc đối với các quy tắc an toàn cơ bản. Kết quả ghi nhận 100% đối tượng khảo sát nhận diện chính xác quy định về mã màu sắc chất thải và quy trình xử lý vật sắc nhọn. Kết quả này cao hơn đáng kể so với các nghiên cứu trước đây tại các bệnh viện tuyến dưới

và tương đồng với kết quả nghiên cứu tại tỉnh Bình Dương cũ, nơi tỷ lệ kiến thức đúng cũng đạt mức trên 97% [9]. Sự đồng thuận cao về mặt tri thức này là minh chứng cho hiệu quả của công tác truyền thông và phổ biến Thông tư số 20/2021/TT-BYT [5], khẳng định rằng công tác đào tạo và cung cấp thông tin tại bệnh viện đã được thực hiện bài bản và hiệu quả.

Tuy nhiên, phân tích sâu về mối liên hệ giữa thái độ và thực hành cho thấy sự hiện diện của những thách thức mang tính hệ thống. Mặc dù 94% nhân viên thể hiện thái độ tích cực và sẵn sàng tuân thủ quy trình, nhưng số liệu nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, 52% nhân viên nhận định áp lực công việc là một yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất thực hiện. Đây là chỉ dấu phản ánh sự tác động của môi trường làm việc cường độ cao, nơi nhiệm vụ chuyên môn cứu chữa bệnh nhân cần được cân bằng với các yêu cầu hành chính về môi trường. Phát hiện này tương đồng với kết quả nghiên cứu tại Bệnh viện Trung ương Quân đội 108 [11], chỉ ra rằng giới hạn về thời gian là một trong những rào cản khách quan đối với quy trình phân loại rác, đặc biệt tại các khu vực có nhịp độ làm việc khẩn trương như cấp cứu và hồi sức tích cực.

Bảng 5. Kết quả đánh giá kiến thức - thái độ - thực hành (KAP)

Nội dung đánh giá	Chỉ số/câu hỏi đại diện	Kết quả (%)	Đánh giá thực trạng
Kiến thức	Hiểu đúng về quy định mã màu chất thải	100	Nền tảng nhận thức vững chắc
	Hiểu đúng về phân loại vỏ chai thuốc độc tế bào	76	Cần cập nhật kiến thức chuyên sâu
Thái độ	Sẵn sàng dành thời gian phân loại đúng	94 (đồng ý)	Tinh thần trách nhiệm cao
	Cảm thấy áp lực công việc ảnh hưởng đến quy trình	52 (đồng ý)	Yếu tố khách quan tác động
Thực hành	Bỏ đúng rác vào thùng có màu tương ứng	93	Tuân thủ tốt quy định phân loại
	Loại bỏ vật sắc nhọn vào hộp an toàn	94	Thích ứng trong điều kiện hạn chế vật tư

Chỉ số thực hành cho thấy, tỷ lệ tuân thủ tự báo cáo về phân loại theo mã màu và xử lý vật sắc nhọn duy trì ở mức cao, lần lượt là 93% và 94%. Mặc dù vậy, kết quả quan sát định tính ghi nhận, việc nhân viên y tế sử dụng các vật chứa thay thế (chai nhựa, can nhựa) cho vật sắc nhọn thay vì hộp an toàn chuyên dụng trong một số trường hợp cần được nhìn nhận như một giải pháp thích ứng của nhân viên nhằm duy trì việc thu gom gọn vật sắc nhọn trong bối cảnh nguồn cung vật tư tiêu hao chưa đáp

Nguồn: Tổng hợp từ dữ liệu khảo sát nhân viên y tế. ứng đủ nhu cầu, hơn là sự thiếu hụt về ý thức tuân thủ. Tuy nhiên, xét trên tiêu chuẩn kỹ thuật của Tổ chức Y tế Thế giới [1], việc sử dụng vật chứa chưa được chuẩn hóa vẫn tiềm ẩn các rủi ro nhất định cho nhân viên vệ sinh và cần được cải thiện.

So sánh với nghiên cứu trước đó thì hiện tượng sử dụng các giải pháp thay thế này là đặc điểm thường thấy tại các hệ thống y tế đang phát triển, khi tốc độ tăng trưởng dịch vụ vượt qua khả năng đáp ứng tức thời của cơ sở vật chất [10]. Tại Bệnh viện

Nhi đồng thành phố Cần Thơ, việc thiếu hụt hợp an toàn liên quan đến các yếu tố khách quan trong cơ chế đấu thầu đã đặt nhân viên vào tình huống cần linh hoạt xử lý để đảm bảo an toàn cơ bản. Do đó, kết quả thực hành phản ánh sự nỗ lực duy trì tuân thủ trong giới hạn nguồn lực hiện có. Vấn đề cốt lõi được nhận diện không nằm ở yếu tố con người, mà là yêu cầu cấp thiết về việc đồng bộ hóa giữa năng lực nhận thức (kiến thức, thái độ) và điều kiện hạ tầng hỗ trợ (vật tư, trang thiết bị).

3.5. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội, thách thức và đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả quản lý môi trường

Dựa trên việc tổng hợp các dữ liệu định lượng từ hiện trạng phát sinh dòng thải và kết quả định tính từ

khảo sát KAP, nghiên cứu đã xây dựng ma trận SWOT (Bảng 6) nhằm đánh giá toàn diện các yếu tố nội tại và ngoại cảnh tác động đến hiệu suất quản lý môi trường tại bệnh viện. Kết quả phân tích cho thấy, điểm tựa vững chắc nhất của hệ thống quản lý hiện tại nằm ở yếu tố con người và sự tuân thủ quy trình phân loại tại nguồn. Cụ thể, tỷ lệ thực hành đúng về phân định mã màu chất thải đạt mức tiệm cận tuyệt đối là minh chứng cho hiệu quả của công tác truyền thông nội bộ và việc phổ biến Thông tư số 20/2021/TT-BYT [5]. Đây là một lợi thế cạnh tranh quan trọng, tương đồng với các mô hình quản lý thành công được ghi nhận trong nghiên cứu trước đó [9], tạo tiền đề thuận lợi để triển khai các bước xử lý tiếp theo trong chuỗi quản lý chất thải.

Bảng 6. Phân tích SWOT và định hướng giải pháp quản lý môi trường

Yếu tố	Nội dung phân tích
Điểm mạnh (Strengths)	- Tỷ lệ tuân thủ quy trình phân loại tại nguồn đạt mức cao - Đội ngũ nhân viên y tế có thái độ tích cực và nền tảng kiến thức vững - Hệ thống kho lưu giữ và tần suất thu gom đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật cơ bản
Điểm yếu (Weaknesses)	- Sự đồng bộ hóa trang thiết bị (hộp an toàn) còn phụ thuộc vào chuỗi cung ứng - Hệ thống xử lý nước thải vận hành tiệm cận công suất thiết kế tới đa - Dữ liệu giám sát bùn thải và rác sinh hoạt cần được cập nhật liên tục và chính xác hóa
Cơ hội (Opportunities)	- Ứng dụng chuyển đổi số (mã QR/Blockchain) để minh bạch hóa dữ liệu truy xuất - Tiềm năng phát triển mô hình kinh tế tuần hoàn từ nguồn rác tái chế lớn - Các nguồn lực xã hội hóa cho y tế xanh và đầu tư hạ tầng
Thách thức (Threats)	- Áp lực gia tăng tải lượng chất thải do biến động dịch bệnh theo mùa - Cơ chế đấu thầu vật tư y tế công lập ảnh hưởng đến tiến độ cung ứng trang thiết bị - Yêu cầu ngày càng cao về tuân thủ pháp lý và quản trị rủi ro môi trường

Bảng 6 cho thấy, khi đối chiếu các yếu tố nội tại với áp lực từ môi trường bên ngoài đã chỉ ra những thách thức mang tính cấu trúc cần được tối ưu hóa. Một trong những điểm cần cải thiện là sự đồng bộ hóa trang thiết bị lưu chứa vật sắc nhọn. Do những hạn chế khách quan trong cơ chế đấu thầu vật tư y tế công lập, việc cung ứng hộp an toàn chuyên dụng đôi khi bị gián đoạn, dẫn đến việc nhân viên y tế phải sử dụng các giải pháp thay thế tạm thời. Mặc dù đây là nỗ lực thích ứng nhằm duy trì hoạt động thu gom, nhưng việc chuẩn hóa dụng cụ chứa là điều kiện tiên quyết để giảm thiểu rủi ro nghề nghiệp dài hạn [10]. Bên cạnh đó, hệ thống xử lý nước thải đang vận hành với hiệu suất rất cao, đạt tới 97% công suất thiết kế vào các tháng cao điểm. Điều này phản ánh nhu cầu cấp thiết về việc mở rộng năng lực xử lý để đáp ứng đã

tăng trưởng của số lượng bệnh nhân, tránh tình trạng hệ thống vận hành quá tải cục bộ đối với các cơ sở y tế tại các nước đang phát triển [15].

Từ những phân tích trên, nghiên cứu đề xuất chiến lược can thiệp tập trung vào việc chuyển đổi từ quản lý hành chính sang quản trị kỹ thuật số và tối ưu hóa nguồn lực. Trước hết, đối với thách thức về quá tải thủy lực và thiếu hụt vật tư, giải pháp căn cơ là ưu tiên nguồn vốn đầu tư nâng cấp công nghệ xử lý nước thải sử dụng công nghệ màng lọc MBR. Đây là công nghệ xử lý tiên tiến kết hợp giữa quy trình bùn hoạt tính sinh học và màng lọc sợi rỗng, cho phép loại bỏ triệt để chất rắn lơ lửng và vi sinh vật, giúp nước thải đầu ra đạt chuẩn cao và ổn định hơn so với công nghệ truyền thống. Việc hiện đại hóa hạ tầng phần cứng sẽ giúp giải phóng áp lực cho nhân viên y tế, những người

đang phải nỗ lực bù đắp sự thiếu hụt phương tiện bằng kỹ năng cá nhân. Đối với công tác quản lý dữ liệu, bệnh viện, có cơ hội lớn để áp dụng các công nghệ mới như Blockchain hoặc hệ thống mã QR trong truy xuất nguồn gốc chất thải. Việc số hóa quy trình không chỉ giúp khắc phục tình trạng ước tính số liệu thủ công hiện nay mà còn tăng cường tính minh bạch và trách nhiệm giải trình [17].

Cuối cùng, để giải quyết bài toán áp lực công việc cho nhân viên y tế, việc áp dụng mô hình quản trị tinh gọn được xem là hướng đi phù hợp. Nghiên cứu trước đây đã chứng minh rằng việc tích hợp quy trình phân loại rác vào chuỗi thao tác chuyên môn một cách khoa học sẽ giúp giảm thiểu các động tác thừa và tiết kiệm thời gian cho nhân viên [18]. Đồng thời, việc thúc đẩy mô hình kinh tế tuần hoàn thông qua thu gom triệt để rác thải nhựa tái chế sẽ không chỉ giảm chi phí vận hành mà còn tạo ra nguồn lực tài chính bổ sung để tái đầu tư cho các trang thiết bị an toàn, hướng tới mục tiêu phát triển bền vững [14].

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã cung cấp những minh chứng khoa học về sự tương quan chặt chẽ giữa cường độ khám chữa bệnh và năng lực đáp ứng của hạ tầng môi trường tại Bệnh viện Nhi đồng thành phố Cần Thơ giai đoạn hậu đại dịch COVID-19.

Cụ thể, khi số ngày giường điều trị nội trú đạt mốc 264.856 ngày (năm 2024), cấu trúc dòng thải đã có sự phân hóa rõ rệt. Dù tổng khối lượng rác thải rắn khá ổn định, song nhóm nguy hại không lây nhiễm lại tăng mạnh 2,6 lần do đẩy mạnh các kỹ thuật lâm sàng chuyên sâu. Thêm vào đó, áp lực thủy lực lên trạm xử lý nước thải là rất lớn, chạm ngưỡng 97% công suất thiết kế vào các tháng cao điểm, đặt ra yêu cầu cấp bách phải nâng cấp quy mô vận hành. Về khía cạnh quản trị nhân lực, thông qua đánh giá KAP kết hợp phân tích ma trận SWOT, kết quả đã chỉ ra một nghịch lý mang tính cấu trúc: Điểm mạnh về nền tảng nhận thức vững chắc và thái độ tuân thủ của nhân viên y tế đang bị hạn chế bởi điểm yếu từ sự đứt gãy chuỗi cung ứng vật tư. Việc thiếu hụt các phương tiện lưu chứa chuẩn hóa đã buộc phải áp dụng các giải pháp thích ứng tạm thời tiềm ẩn rủi ro khi thu gom vật sắc nhọn. Từ những vấn đề nêu trên,

để tối ưu hóa hiệu quả quản lý, bệnh viện cần thay đổi chiến lược đầu tư mà trọng tâm là phải đồng bộ hóa giữa năng lực con người với hạ tầng vật lý, ưu tiên tháo gỡ các vướng mắc trong cung ứng trang thiết bị và ứng dụng công nghệ hiện đại, qua đó hướng tới xây dựng một mô hình y tế chuyên sâu phát triển bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. World Health Organization (2014). Safe management of wastes from health-care activities (2nd ed.). WHO Press.
2. Ali, M., Wang, W. & Chaudhry, N. (2017). Hospital waste management in developing countries: A mini review. *Waste Management & Research*, 35(6): 581 - 592.
3. Alrabiah, H., Ahmed, V. & Bahroun, Z. (2025). A systematic review of waste management practices in the healthcare sector. *Cleaner Waste Systems*, 12, 100400.
4. Quốc hội (2020). *Luật số 72/2020/QH14 ngày 17 tháng 11 năm 2020: Luật Bảo vệ môi trường*.
5. Bộ Y tế (2021). *Thông tư số 20/2021/TT-BYT ngày 26 tháng 11 năm 2021 quy định về quản lý chất thải y tế trong phạm vi khuôn viên cơ sở y tế*.
6. Binh, V. N., Dang, N., Anh, N. T. K., Ky, L. X. & Thai, P. K. (2018). Antibiotics in the aquatic environment of Vietnam: Sources, concentrations, risk and control strategy. *Chemosphere*, 197, 438 - 450.
7. World Health Organization (2018). *Children's environmental health*. WHO.
8. Phạm Thị Ngọc Anh, Bùi Xuân Thìn, Võ Hữu Công (2020). Thực trạng quản lý chất thải nguy hại y tế tuyến tỉnh tại Thái Bình. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Thái Nguyên*, 225(15): 103 - 110.
9. Nguyễn Văn Rì, Phí Vĩnh Bảo, Nguyễn Hoàng Thắng, Ngô Thị Thu Hiền (2024). Thực trạng quản lý chất thải rắn y tế tại Trung tâm Y tế huyện Bàu Bàng, tỉnh Bình Dương năm 2023. *Tạp chí Y học Cộng đồng*, 65(CĐ 2 - NCKH): 30 - 36.
10. Taghipour, H. & Mosafieri, M. (2009). Characterization of medical waste from hospitals in Tabriz, Iran. *Science of the Total Environment*, 407(5): 1527 - 1535.
11. Nguyễn Thị Kim Phụng (2024). Đánh giá kiến thức của nhân viên y tế về công tác quản lý

chất thải y tế tại Viện Ung thư, Bệnh viện Trung ương Quân đội 108 năm 2023. *Tạp chí Y học Công đồng*, 65(5): 121 - 125.

12. Trần Bảo Ngọc, Trần Thị Nga, Nguyễn Thị Phương Oanh (2024). Kiến thức, thái độ, thực hành của nhân viên y tế về phân loại, thu gom, lưu giữ và vận chuyển chất thải rắn y tế tại Bệnh viện Y dược cổ truyền Sơn La. *Tạp chí Y học Việt Nam*, 534(1): 334 - 338.

13. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2010). *Thông tư số 39/2010/TT-BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 28:2010/BTNMT về Nước thải y tế ngày 16 tháng 12 năm 2010*.

14. Lee, S. M. & Lee, D. (2022). Effective medical waste management for sustainable green healthcare. *International Journal Environmental Research and Public Health*, 19(22): 14820.

15. Amin, N., Foster, T., Shimki, N. T. & Willetts, J. (2024). Hospital wastewater (HWW) treatment in low- and middle-income countries: A systematic review of microbial treatment efficacy. *Science of the Total Environment*, 921: 170994.

16. Chính phủ (2022). *Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10 tháng 01 năm 2022 quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ môi trường*.

17. Batar, B. & Peker, İ. (2026). Determining the effect of blockchain technology on the medical waste management process in the circular economy framework using integrated FUCOM-ARAS methods. *Biomedical Signal Processing and Control*, 113: 109171.

18. Askarian, M., Heidarpour, P. & Assadian, O. (2010). A total quality management approach to healthcare waste management in Namazi Hospital, Iran. *Waste Management*, 30(11): 2321 - 2326.

RESEARCH ON ADAPTIVE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AT CAN THO CITY CHILDREN'S HOSPITAL AMIDST INCREASING MEDICAL DEMAND IN THE POST-COVID-19 PERIOD

Nguyen Kim Thanh^{1,2}, Truong Hoang Dan¹, Nguyen Thanh Giao¹

¹College of Environment and Natural Resources, Can Tho University

²Can Tho city Children's Hospital

Abstract

Medical waste management in specialized pediatric facilities necessitates continuous adaptation to the mounting pressure of waste loads and stringent biosafety regulations. This study comprehensively assesses the environmental performance and management practices at Can Tho city Children's Hospital between 2022 and 2024, employing Material Flow Analysis (MFA) alongside knowledge - attitude - practice (KAP) surveys. The findings reveal a positive correlation between treatment scale and infrastructural strain, highlighted by inpatient bed-days peaking at 264,856 in 2024. While the overall solid waste volume remained stable, its composition experienced a remarkable shift: non-infectious hazardous waste surged 2.6-fold, mirroring the advancement of intensive clinical techniques. Concurrently, the wastewater treatment system operated at critical efficiency, reaching 97% of its designed threshold (465/480 m³/day) during peak intervals. From a human resource perspective, medical personnel exhibited a robust knowledge base and proactive attitudes. Nevertheless, practical execution was hindered by constraints within the standardized supply chain, resulting in the adoption of alternative containment strategies for sharps. Furthermore, SWOT analysis demonstrates that the workforce's strong awareness of procedural compliance is currently bottlenecked by vulnerabilities in physical infrastructure and material provisioning mechanisms. Ultimately, these discoveries underscore the urgent need to synchronize investments in technical facilities and essential supplies to secure sustainable development objectives.

Keywords: Medical waste management, hospital wastewater, pediatric hospital, knowledge - attitude - practice (KAP), biosafety.

Ngày nhận bài: 22/12/2025

Ngày chuyển phản biện: 8/01/2026

Ngày thông qua phản biện: 10/02/2026

Ngày duyệt đăng: 25/02/2026