

Thực trạng sử dụng kháng sinh, mô hình dự đoán thời gian nằm viện ở trẻ viêm phổi cộng đồng

Mang Thị Hồng Cúc^{1,*}, Từ Hoàng Thương¹, Nguyễn Thị Mẫu¹, Mang Thị Phương Mai²,
Hà Hoàng Minh³, Vũ Mạnh Hùng³, Nguyễn Thị Thảo³

¹Trường Đại học Công nghệ Miền Đông

²Bệnh viện Đa khoa Quốc tế Vinmec Nha Trang

³Bệnh viện Nhi Thanh Hóa

TÓM TẮT

Đặt vấn đề: Viêm phổi là một trong những bệnh truyền nhiễm hàng đầu gây nhập viện và tử vong ở trẻ em dưới 5 tuổi. Sử dụng kháng sinh chưa hợp lý làm kéo dài thời gian nằm viện và gia tăng đề kháng. Ứng dụng học máy trong phân tích dữ liệu lâm sàng đang mở ra hướng tiếp cận mới trong y học. **Mục tiêu:** Khảo sát đặc điểm bệnh nhi, thực trạng sử dụng kháng sinh, phân tích các yếu tố liên quan và xây dựng mô hình dự đoán thời gian nằm viện kéo dài. **Đối tượng và phương pháp:** Nghiên cứu mô tả cắt ngang trên 855 bệnh nhi (2 - 60 tháng tuổi) được điều trị viêm phổi cộng đồng tại Bệnh viện Nhi Thanh Hóa năm 2025. Dữ liệu được xử lý bằng SQL, phân tích hồi quy logistic đa biến xác định yếu tố liên quan (OR, $p < 0.05$). Các mô hình (hồi quy logistic, Random Forest, XGBoost) được đánh giá bằng ROC AUC, độ nhạy, độ đặc hiệu, 5-fold và Brier score. **Kết quả:** Trẻ nam 2 - <12 tháng tuổi chiếm tỷ lệ cao (46.5%). Kháng sinh beta-lactam chiếm ưu thế đơn trị liệu 68.4%. Thời gian nằm viện trung bình 7.63 ± 3.38 ngày. Tuổi và BMI cao làm giảm nguy cơ, trong khi thay đổi kháng sinh và bệnh mắc kèm, khoa hồi sức, khoa sơ sinh làm tăng nguy cơ (OR = 1.380, $p < 0.001$; OR = 1.104, $p = 0.005$; OR = 1.178, $p = 0.021$; và OR = 1.234, $p < 0.001$). AUC của các mô hình từ 0.633 đến 0.718. **Kết luận:** Tối ưu hóa hiệu quả kháng sinh ban đầu, cải thiện tình trạng dinh dưỡng có thể làm giảm nguy cơ nằm viện kéo dài. Mô hình hồi quy logistic cơ bản có thể được xem như công cụ hỗ trợ sàng lọc ban đầu.

Từ khóa: viêm phổi cộng đồng, trẻ em, kháng sinh, thời gian nằm viện, mô hình dự đoán

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Viêm phổi là một trong những bệnh truyền nhiễm hàng đầu gây tử vong ở trẻ em dưới 5 tuổi trên phạm vi toàn cầu, đặc biệt ở các quốc gia có thu nhập thấp và trung bình. Theo thống kê của WHO năm 2019, khoảng 14% trong tổng số ca tử vong ở trẻ em dưới 5 tuổi đã bị cướp đi sinh mạng do viêm phổi. Theo UNICEF, mỗi năm có khoảng 1 triệu trẻ em tử vong do viêm phổi, cao hơn tổng số tử vong do HIV, sốt rét và sởi cộng lại [1]. Gánh nặng bệnh viêm phổi ở trẻ em tập trung chủ yếu tại khu vực châu Phi cận Sahara và Đông Nam Á, trong đó Việt Nam thuộc vào nhóm 15 quốc gia có tỷ lệ mắc cao nhất trên thế giới [1, 2]. Mặc dù có nhiều tiến bộ trong chẩn đoán và điều trị nhưng viêm phổi vẫn là nguyên nhân nhập viện thường gặp và góp phần đáng kể vào tỷ lệ tử vong ở trẻ em [3]. Căn nguyên gây viêm phổi bao gồm virus, vi khuẩn, vi nấm và một số tác nhân khác, nhưng phổ biến nhất là *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* [3]. Kháng sinh đóng vai trò quan trọng trong điều trị viêm phổi do vi khuẩn. Tuy nhiên, việc sử dụng kháng sinh không hợp lý trong nhi khoa hiện nay đã và đang góp phần gia tăng tình trạng đề kháng kháng sinh, làm

giảm hiệu quả điều trị và kéo dài thời gian nằm viện [4]. Thời gian nằm viện kéo dài không chỉ làm tăng chi phí y tế mà còn gia tăng nguy cơ biến chứng và quá tải hệ thống y tế. Vì vậy, việc xác định sớm các yếu tố liên quan đến kéo dài thời gian nằm viện có ý nghĩa quan trọng trong tối ưu hóa điều trị.

Trong những năm gần đây, sự phát triển của trí tuệ nhân tạo và các phương pháp học máy mở ra khả năng khai thác dữ liệu nhằm đưa ra những hướng tiếp cận mới trong tối ưu hóa sử dụng kháng sinh [5]. Các mô hình này cho phép tích hợp nhiều yếu tố lâm sàng nhằm hỗ trợ ước lượng nguy cơ và góp phần hỗ trợ cá thể hóa điều trị và sử dụng kháng sinh hợp lý, từ đó rút ngắn thời gian nằm viện [6]. Tuy nhiên tại Việt Nam, các nghiên cứu ứng dụng học máy trong phân tích các yếu tố liên quan và dự đoán thời gian nằm viện kéo dài ở trẻ viêm phổi cộng đồng vẫn còn hạn chế. Tại Bệnh viện Nhi Thanh Hóa, số lượng bệnh nhi viêm phổi hàng năm ở mức cao nhưng các nghiên cứu về đặc điểm sử dụng kháng sinh và các yếu tố liên quan đến thời gian nằm viện vẫn chưa được khai thác đầy đủ. Xuất phát từ thực tiễn đó nhóm đã thực hiện

Tác giả liên hệ: Mang Thị Hồng Cúc

Email: dshongcuc@gmail.com

nguyên cứu: “Thực trạng sử dụng kháng sinh và mô hình dự đoán thời gian nằm viện kéo dài ở trẻ viêm phổi cộng đồng tại Bệnh viện Nhi Thanh Hoá”, nhằm cung cấp bằng chứng khoa học phục vụ tối ưu hoá điều trị và quản lý sử dụng kháng sinh với các mục tiêu sau: (1) Khảo sát đặc điểm, thực trạng sử dụng và kết quả điều trị kháng sinh ở trẻ viêm phổi cộng đồng tại Bệnh viện Nhi Thanh Hoá năm 2025; (2) Phân tích các yếu tố liên quan và xây dựng mô hình dự đoán thời gian nằm viện kéo dài ở trẻ viêm phổi cộng đồng tại Bệnh viện Nhi Thanh Hoá.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Hồ sơ bệnh án của bệnh nhân điều trị nội trú các khoa tại Bệnh viện Nhi Thanh Hóa từ tháng 01/2025 đến tháng 12/2025, từ 2 tháng tuổi đến 60 tháng tuổi và được chẩn đoán viêm phổi cộng đồng, có chỉ định sử dụng kháng sinh.

2.1.1. Tiêu chuẩn chọn mẫu

- Bệnh nhi từ 2 đến 60 tháng tuổi được chẩn đoán viêm phổi cộng đồng theo Hướng dẫn xử trí viêm phổi cộng đồng ở trẻ em của Bộ Y tế (2014), với các biểu hiện lâm sàng gồm ho, sốt kèm theo ít nhất một trong các dấu hiệu như thở nhanh (2 - 12 tháng: ≥ 50 lần/phút; $>12 - 60$ tháng: ≥ 40 lần/phút), dấu hiệu bất thường khi thăm khám phổi (giảm thông khí, ran ẩm, ran nổ...) hoặc rút lõm lồng ngực. Các triệu chứng xuất hiện trước khi nhập viện hoặc trong vòng 48 giờ kể từ thời điểm nhập viện.

- Bệnh nhi có chỉ định nhập viện điều trị nội trú từ 2 ngày trở lên tại bệnh viện theo Hướng dẫn xử trí viêm phổi cộng đồng ở trẻ em của Bộ Y tế (2014), khi cần theo dõi và điều trị tại bệnh viện, sử dụng kháng sinh tiêm/truyền hoặc có nguy cơ diễn tiến nặng theo đánh giá của bác sĩ điều trị.

- Bệnh nhi được chỉ định sử dụng ít nhất một loại kháng sinh trong điều trị nội trú.

2.1.2. Tiêu chuẩn loại trừ

Viêm phổi thứ phát do dị vật, đuối nước, sặc dầu.

Đang dùng kháng sinh để điều trị các bệnh nhiễm khuẩn khác.

Trẻ bị suy giảm miễn dịch.

Bệnh án không đầy đủ thông tin nghiên cứu.

Thời gian điều trị nội trú dưới 2 ngày.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu mô tả cắt ngang hồi cứu được thực hiện dựa trên khảo sát hồ sơ bệnh án phù hợp nhằm phân

tích đặc điểm lâm sàng, tình hình sử dụng kháng sinh và các yếu tố liên quan đến thời gian nằm viện.

2.2.2. Cỡ mẫu và phương pháp chọn mẫu nghiên cứu

Dùng phương pháp chọn mẫu thuận tiện: tất cả bệnh nhân nhi đáp ứng tiêu chuẩn chọn mẫu trong thời gian nghiên cứu đều được đưa vào phân tích. Tổng số mẫu thu thập đạt tiêu chuẩn là 855 bệnh án.

2.2.3. Nội dung nghiên cứu

- Khảo sát đặc điểm của người bệnh điều trị viêm phổi cộng đồng trong nghiên cứu tại Bệnh viện Nhi Thanh Hóa năm 2025: Độ tuổi, giới tính, BMI, khoa điều trị, bệnh mắc kèm, căn nguyên gây bệnh.

- Thực trạng sử dụng kháng sinh trong điều trị viêm phổi cộng đồng tại bệnh viện Nhi Thanh Hoá năm 2025: Thống kê nhóm kháng sinh, hoạt chất sử dụng, số lượng kháng sinh, đường dùng, thời gian dùng kháng sinh, phác đồ đơn trị hoặc phối hợp, thay đổi kháng sinh trong quá trình điều trị và tính phù hợp của kháng sinh được thực hiện trên 855 hồ sơ bệnh án trong nghiên cứu theo một trong các tài liệu sau: Hướng dẫn xử trí viêm phổi cộng đồng ở trẻ em (2014) của Bộ Y tế, Dược thư quốc gia Việt Nam 2022, tờ hướng dẫn sử dụng của nhà sản xuất. Một phác đồ được xem là phù hợp khi đáp ứng tất cả các tiêu chí đánh giá. Trường hợp có ít nhất một tiêu chí không phù hợp sẽ được xếp vào nhóm phác đồ không phù hợp. Các tiêu chí đánh giá gồm: chỉ định, liều dùng, khoảng cách liều, đường dùng, thời gian sử dụng kháng sinh.

+ Phù hợp về chỉ định khi lựa chọn kháng sinh phù hợp với chẩn đoán viêm phổi cộng đồng điều trị nội trú theo khuyến cáo.

+ Phù hợp về liều dùng được xác định khi tổng liều sử dụng trong 24 giờ nằm trong khoảng liều khuyến cáo theo mg/kg/ngày đối với từng hoạt chất.

+ Phù hợp về khoảng cách liều được xác định khi số lần dùng thuốc trong ngày và khoảng cách giữa các lần dùng phù hợp với khuyến cáo.

+ Phù hợp về đường dùng được xác định khi lựa chọn đường sử dụng phù hợp với tình trạng điều trị nội trú của bệnh nhi.

+ Phù hợp về thời gian sử dụng được đánh giá dựa trên thời gian điều trị kháng sinh theo khuyến cáo và diễn tiến lâm sàng thực tế.

- Kết quả điều trị và phân tích các yếu tố liên quan đến thời gian nằm viện bằng mô hình hồi quy logistic đa biến.

+ Kết quả điều trị được đánh giá dựa trên lâm sàng và cận lâm sàng của bệnh nhi tại thời điểm ra viện để đánh giá điều trị hiệu quả (giảm/đỡ/khỏi bệnh) và

không hiệu quả (nặng/không thay đổi)

+ Phân tích các yếu tố liên quan đến thời gian nằm viện được đánh giá bằng hồi quy logistic đa biến. Biến phụ thuộc được xác định là “nằm viện kéo dài”, được mã hóa dưới dạng nhị phân (thời gian nằm viện ≤ 7 ngày: 0; > 7 ngày: 1). Do theo khuyến cáo của WHO, Hướng dẫn xử trí viêm phổi cộng đồng ở trẻ em của Bộ Y tế (2014), thời gian sử dụng kháng sinh điều trị khoảng 5 ngày và có thể kéo dài hơn ở các trường hợp nặng hoặc đáp ứng điều trị chậm. Vì vậy, thời gian nằm viện vượt quá 7 ngày có thể xem là nằm viện kéo dài.

Các biến độc lập liên tục (số lượng kháng sinh, BMI), biến nhị phân gồm giới tính, bệnh mắc kèm, thay đổi kháng sinh, sự phù hợp kháng sinh, được mã hóa dạng 0/1. Biến nhóm tuổi, khoa điều trị mã hóa thành biến giả, với các nhóm tham chiếu lần lượt là 2 - <12 tháng tuổi và nhóm nội tổng hợp. Các yếu tố có giá trị p phù hợp trong phân tích đơn biến được xem xét đưa vào mô hình hồi quy logistic đa biến nhằm kiểm soát yếu tố nhiễu và kiểm tra đa cộng tuyến. Các biến có ý nghĩa thống kê với giá trị $p < 0.05$

- Xây dựng và so sánh khả năng đáp ứng của bốn mô hình dự đoán khả năng nằm viện kéo dài (> 7 ngày).

+ Dữ liệu thiếu được kiểm tra trước khi phân tích và các bệnh án thiếu thông tin đã được loại trừ theo tiêu chuẩn loại trừ của nghiên cứu. Dữ liệu được chia thành tập huấn luyện và tập kiểm định theo tỷ lệ 80:20 bằng phương pháp chia ngẫu nhiên phân tầng, áp dụng kiểm định chéo 5-fold và kỹ thuật SMOTE (synthetic Minority Over-sampling Technique) được sử dụng để xử lý mất cân bằng trên tập huấn luyện.

+ Các mô hình được xây dựng gồm hồi quy logistic cơ bản (biến BMI, tuổi, giới tính, bệnh mắc kèm, khoa điều trị), hồi quy logistic, Random Forest và XGBoost (biến

BMI, tuổi, giới, sự phù hợp kháng sinh, bệnh mắc kèm, khoa điều trị, thay đổi kháng sinh, số kháng sinh). Các biến phân loại của mô hình học máy được mã hóa bằng phương pháp label và one-hot encoding. Hiệu năng của các mô hình được đánh giá thông qua diện tích dưới đường cong ROC AUC, khoảng tin cậy 95% của AUC (được tính bằng phương pháp bootstrap), độ nhạy (ngưỡng xác suất 0.5), độ đặc hiệu (ngưỡng xác suất 0.5) và Brier score. Tầm quan trọng của các biến trong mô hình được xác định dựa trên mức độ đóng góp của từng biến vào khả năng dự đoán kết quả.

2.2.4. Xử lý số liệu

Dữ liệu được xử lý với SQL, sau đó được phân tích và xây dựng mô hình bằng Python. Phân tích hồi quy logistic đa biến được áp dụng để xác định các yếu tố liên quan tới thời gian nằm viện. Mỗi liên quan được biểu diễn bằng OR với khoảng tin cậy 95%. Kiểm tra đa cộng tuyến được thực hiện với VIF < 2 .

2.2.5. Đạo đức nghiên cứu

Mục tiêu nghiên cứu của đề tài là mong muốn cùng với thầy thuốc lâm sàng đóng góp một phần nhỏ vào hướng dẫn sử dụng thuốc hợp lý, an toàn cho bệnh nhân, không làm ảnh hưởng đến sức khỏe và lợi ích của đối tượng nghiên cứu. Nghiên cứu được thực hiện trên dữ liệu hồi cứu từ hồ sơ bệnh án, không can thiệp vào quá trình chẩn đoán và điều trị của người bệnh. Mọi thông tin cá nhân được bảo mật và chỉ phục vụ cho mục đích nghiên cứu. Do đơn vị chưa thành lập hội đồng đạo đức độc lập, đề tài đã được Hội đồng khoa học của Bệnh viện xem xét, thông qua về tính khoa học, tính khả thi và các khía cạnh đạo đức trong nghiên cứu.

3. KẾT QUẢ

3.1. Đặc điểm của trẻ viêm phổi cộng đồng tại Bệnh viện Nhi Thanh Hoá năm 2025

Bảng 1. Đặc điểm của người bệnh trong nghiên cứu (n = 855)

Đặc điểm		Tần suất (n)	Tỷ lệ %
Tuổi (tháng)	2 - < 12 tháng	398	46.5
	12 - < 24 tháng	242	28.3
	24 - 60 tháng	215	25.2
Giới tính	Nam	515	60.2
	Nữ	340	39.8
Căn nguyên	Không xác định	579	67.7
	Virus	257	30.1
	Vi khuẩn	19	2.2
Khoa điều trị	Nội tổng hợp	274	32.0
	Sơ sinh	104	12.2
	Hô hấp/Nhiễm	188	22.0

Đặc điểm		Tần suất (n)	Tỷ lệ %
Khoa điều trị	Hồi sức tích cực	72	8.40
	Chuyên khoa khác	217	25.4
Bệnh mắc kèm	Hô hấp khác	480	56.1
	Tiêu hoá	108	12.6
	Huyết học	60	7.0
	Tim mạch	52	6.1
	Virus	51	6.0
	Suy dinh dưỡng	112	13.1
BMI	Bình thường	564	66.0
	Thừa cân	174	20.4
	Béo phì	5	0.6

Bệnh nhân chủ yếu là nam (60.2%) và tập trung độ tuổi từ 2 - < 12 tháng (46.5%). Khoảng gần một phần ba bệnh nhân được điều trị tại khoa nội tổng hợp (32.0%) tiếp theo là chuyên khoa khác và khoa Hô hấp (25.4% và 22.0%). Căn nguyên gây bệnh chủ

yếu không xác định (67.7%), nhiễm virus và vi khuẩn chiếm tỷ lệ thấp. Bệnh mắc kèm gặp ở nhiều bệnh nhân, trong đó các bệnh hô hấp khác chiếm tỷ lệ cao nhất (56.1%). Về tình trạng dinh dưỡng, đa số trẻ có BMI bình thường, chỉ có 13.1% trẻ bị suy dinh dưỡng

3.2. Thực trạng sử dụng kháng sinh điều trị viêm phổi cộng đồng tại Bệnh viện Nhi Thanh Hóa năm 2025

Bảng 2. Danh mục kháng sinh được sử dụng trong quá trình điều trị (n = 855)

Nhóm kháng sinh	Hoạt chất	Đường dùng	Tần suất (n)	Tỷ lệ %
Aminoglycosid (1)	Amikacin	Tiêm tĩnh mạch	251	29.4
Penicilin (2)	Amoxicillin/acid clavulanic	Tiêm tĩnh mạch	67	7.8
		Uống	29	3.4
	Ampicillin/sulbactam	Tiêm tĩnh mạch	33	3.9
	Piperacillin /tazobactam	Tiêm tĩnh mạch	4	0.5
	Ticarcillin/ acid clavulanic	Tiêm tĩnh mạch	49	5.7
Cephalosporin (3)	Cefoperazon	Tiêm tĩnh mạch	208	24.3
	Cefoperazon/sulbactam	Tiêm tĩnh mạch	144	16.8
	Cefotaxim	Tiêm tĩnh mạch	113	13.2
	Ceftizoxim	Tiêm tĩnh mạch	289	33.8
	Ceftazidim	Tiêm tĩnh mạch	74	8.7
	Ceftriaxon	Tiêm tĩnh mạch	40	4.7
	Cefuroxim	Tiêm tĩnh mạch	32	3.7
	Cefdinir	Uống	1	0.1
Cộng (3)			901	105.3
Carbapenem (4)	Meropenem	Tiêm truyền tĩnh mạch	14	1.6
	Imipenem/ cilastatin	Tiêm tĩnh mạch	1	0.1
Cộng (4)				
Polypeptid (5)	Vancomycin	Tiêm tĩnh mạch	3	0.4
Macrolid (6)	Azithromycin	Tiêm truyền tĩnh mạch	13	1.5

Nhóm kháng sinh	Hoạt chất	Đường dùng	Tần suất (n)	Tỷ lệ %
Macrolid (6)	Azithromycin	Uống	199	23.3
Cộng (6)			212	24.8

Trong các nhóm thuốc, kháng sinh beta-lactam đặc biệt là cephalosporin thế hệ 3 được sử dụng phổ biến. Kháng sinh được dùng nhiều nhất là ceftizoxim (33.8%), cefoperazon (24.3%) và cefoperazon/sulbactam (16.8%). Tổng tỷ lệ sử dụng cephalosporin đạt 105.3% do một bệnh nhi có thể sử dụng nhiều kháng sinh trong quá trình

điều trị. Các kháng sinh phổ rộng như piperacillin/tazobactam (0.5%), carbapenem (meropenem 1.6% , imipenem/cilastatin 0.1%), vancomycin (0.4%) được sử dụng hạn chế. Đường dùng chủ yếu là đường tiêm tĩnh mạch (83.6%) tổng lượt sử dụng kháng sinh, phù hợp với bệnh nhân đối tượng nội trú.

Bảng 3. Phân bố sử dụng kháng sinh đơn trị và phối hợp trong phác đồ điều trị ban đầu (n = 855)

Kháng sinh	Tần suất (n)	Tỷ lệ (%)
Đơn trị liệu	585	68.4
Phối hợp	270	31.6
- Beta-lactam phối hợp aminoglycosid	132	48.8
- Beta-lactam phối hợp macrolid	127	47.0
- Phối hợp khác	11	4.2
Thay đổi kháng sinh trong điều trị	299	35.0

Trong nhóm phối hợp kháng sinh (n=270) phổ biến nhất là sự kết hợp beta-lactam với aminoglycosid (48.8%) hoặc macrolid (47.0%). Tỷ lệ thay đổi phác đồ điều trị kháng sinh là 35%.

3.3. Kết quả điều trị và phân tích các yếu tố liên quan đến thời gian nằm viện

Bảng 4. Kết quả điều trị (n = 855)

Đặc điểm		Tần suất (n)	Tỷ lệ %
Số ngày nằm viện trung bình (ngày)		7.63 ± 3.38 ngày	
Số ngày nằm viện (ngày)	≤ 7	480	56.1
	>7	375	43.9
Sự phù hợp kháng sinh trong điều trị		600	70.2
Thời gian dùng kháng sinh (ngày)	<7	444	51.9
	7-10	306	35.8
	>10	105	12.3
Kết quả điều trị	Khỏi bệnh	645	75.4
	Đỡ, giảm	195	22.8
	Không thay đổi	12	1.4
	Nặng	3	0.4

Thời gian nằm viện trung bình 7.63 ± 3.38 ngày, trong đó tỷ lệ bệnh nhi nằm viện trên 7 ngày chiếm 43.9%. Trên 50% bệnh nhân sử dụng kháng sinh dưới 7 ngày (51.9%), tiếp theo là 7-10 ngày (35.8%). Tỷ lệ sử dụng kháng sinh phù hợp

trên 70%. Kết quả điều trị cho thấy phần lớn bệnh nhân cải thiện (khỏi bệnh, giảm bệnh) với tỷ lệ 98.2%.

Phân tích hồi quy logistic đa biến để xác định các yếu tố liên quan tới thời gian nằm viện (Bảng 5).

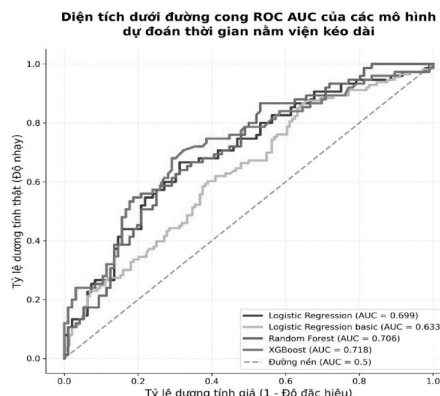
Bảng 5. Kết quả phân tích hồi quy logistic đa biến

Yếu tố khảo sát		OR (95% CI)	Giá trị p
Nhóm tuổi (tháng)	2 - < 12	Tham chiếu	
	12 - < 24	0.908 (0.823 - 0.995)	0.039
	24 - 60	0.793 (0.719 - 0.874)	< 0.001
BMI (kg/m ²)		0.982 (0.969 - 0.995)	0.008
Số lượng kháng sinh		1.101 (0.981 - 1.237)	0.099
Khoa điều trị	Nội tổng hợp	Tham chiếu	
	Hô hấp/Nhiễm	1.010 (0.927 - 1.100)	0.813
	Hồi sức	1.178 (1.024 -1.353)	0.021
	Sơ sinh	1.234 (1.098 -1.386)	< 0.001
	Chuyên khoa khác	0.966 (0.888 - 1.049)	0.409
Bệnh mắc kèm	Không	Tham chiếu	
	Có	1.104 (1.031 - 1.183)	0.005
Thay đổi kháng sinh trong điều trị	Không	Tham chiếu	
	Có	1.380 (1.283 - 1.482)	< 0.001
Giới tính	Nam	Tham chiếu	
	Nữ	0.980 (0.912 - 1.040)	0.553
Sự phù hợp kháng sinh trong điều trị	Không	Tham chiếu	
	Có	1.070 (0.998 - 1.147)	0.060

Phân tích hồi quy logistic đa biến cho thấy nhóm tuổi và BMI là các yếu tố liên quan đến nguy cơ nằm viện kéo dài ở trẻ viêm phổi cộng đồng. So với nhóm 2 - < 12 tháng tuổi, trẻ từ 12 - < 24 tháng có nguy cơ nằm viện kéo dài thấp hơn (OR = 0.908, p = 0.039), trong khi 24-60 tháng tuổi liên quan đến odds nằm viện kéo dài thấp hơn 20.7% (OR = 0.793, p < 0.001). BMI cao hơn cũng liên quan đến việc giảm nguy cơ kéo dài thời gian nằm viện (OR = 0.982, p = 0.008). Ngược lại, bệnh nhi có bệnh mắc kèm có nguy cơ nằm viện kéo dài hơn khoảng

10.4% so với nhóm không có bệnh mắc kèm (OR = 1.104, p = 0.005). Đặc biệt, sự thay đổi kháng sinh trong điều trị là yếu tố có mức liên quan lớn nhất trong mô hình với nguy cơ nằm viện kéo dài (OR = 1.380, p < 0.001). Trẻ nằm ở khoa hồi sức và khoa sơ sinh có liên quan đến nguy cơ nằm viện kéo dài hơn so với các khoa nội tổng hợp (OR = 1.178, p = 0.021 và OR = 1.234, p < 0.001). Các yếu tố như số lượng kháng sinh, giới tính, sự phù hợp kháng sinh trong điều trị chưa ghi nhận mối liên quan có ý nghĩa thống kê.

3.4. Xây dựng mô hình dự đoán thời gian nằm viện kéo dài ở trẻ viêm phổi cộng đồng tại Bệnh viện Nhi Thanh Hoá (Hình 1)

**Hình 1.** Diện tích dưới đường cong ROC AUC của các mô hình dự đoán thời gian nằm viện kéo dài

Kết quả cho thấy tất cả các mô hình được áp dụng có khả năng dự báo ở mức trung bình với giá trị AUC dao động từ 0.633 đến 0.718. Cụ thể, mô hình hồi quy logistic cơ bản chỉ sử dụng các biến sẵn có tại thời điểm nhập viện (tuổi, BMI, giới tính, bệnh mắc kèm, khoa điều trị) đạt AUC = 0.633 (95% CI: 0.566 - 0.700), độ nhạy 60.2%, độ đặc hiệu 61.1% và Brier score 0.237, AUC trung bình qua kiểm định chéo 5-fold đạt 0.619 ± 0.045 . Trong mô hình này, bệnh mắc kèm là yếu tố ảnh hưởng mạnh nhất đến nguy cơ kéo dài thời gian nằm viện.

Mô hình hồi quy logistic với AUC = 0.699 (95% CI: 0.621 - 0.776), độ nhạy 60%, độ đặc hiệu 72.9% và Brier score 0.219, AUC trung bình qua kiểm định chéo 5-fold đạt 0.701 ± 0.058 . Các yếu tố làm tăng nguy cơ kéo dài thời gian nằm viện gồm sự thay đổi kháng sinh trong quá trình điều trị, bệnh mắc kèm, số lượng kháng sinh sử dụng trong điều trị.

Đối với các mô hình học máy, XGBoost được tối ưu siêu tham số bằng GridSearchCV gồm $n_estimators = 100$, $max_depth = 3$, $learning_rate = 0.01$, $subsample = 0.8$ và $colsample_bytree = 0.8$. AUC đạt 0.718 (95% CI: 0.640 - 0.791), độ nhạy 57.3% (ngưỡng xác suất 0.5), độ đặc hiệu 76.0% (ngưỡng xác suất 0.5) và Brier score 0.225, AUC trung bình qua kiểm định chéo 5-fold đạt 0.718 ± 0.047 . Mô hình Random Forest cho kết quả đạt AUC = 0.706 (95% CI: 0.629 - 0.780), độ nhạy 58.7% và độ đặc hiệu 70.6% với Brier score 0.218, AUC trung bình qua kiểm định chéo 5-fold đạt 0.725 ± 0.042 . Bộ siêu tham số tối ưu của mô hình gồm $n_estimators = 200$, $max_depth = 7$, $min_samples_split = 10$ và $min_samples_leaf = 2$. Ở cả hai mô hình học máy, sự thay đổi kháng sinh là biến có tầm quan trọng nhất trong dự đoán thời gian nằm viện kéo dài.

Nhìn chung, mô hình XGBoost đạt hiệu năng cao nhất, tuy nhiên sự khác biệt giữa các mô hình không có sự phân biệt rõ ràng. Đường cong ROC AUC của các mô hình đều nằm trên đường chéo, cho thấy các mô hình có khả năng dự đoán tốt hơn so với ngẫu nhiên nhưng chưa đạt mức đủ tin cậy để áp dụng vào thực tiễn.

4. BÀN LUẬN

4.1. Về đặc điểm của trẻ viêm phổi cộng đồng tại Bệnh viện Nhi Thanh Hoá năm 2025

Khảo sát chủ yếu là trẻ nhỏ có độ tuổi trung bình là 17.15 tháng và nhóm dưới 12 tháng chiếm tỷ lệ cao nhất (46.5%). Xu hướng này phản ánh đặc điểm dịch tễ của viêm phổi cộng đồng ở trẻ em khi hệ miễn dịch chưa hoàn thiện khiến trẻ dễ mắc bệnh và diễn tiến nặng hơn. Kết quả này có sự khác biệt so với nghiên cứu của Trương Hữu Phương (2025) và Nguyễn Thị Nam Phong (2021), cũng ghi nhận tỷ lệ trẻ dưới 2

tuổi chiếm ưu thế nhưng tập trung ở độ tuổi 12 - < 24 tháng với tỷ lệ lần lượt là 36.8%, 39.1% [7]. Tỷ lệ nam cao hơn nữ cũng phù hợp với nhiều báo cáo như Nguyễn Thị Mỹ Huyền (2025) tại bệnh viện ở Kiên Giang, Trương Hữu Trương tại bệnh viện Nhi Đồng 1, Nguyễn Thị Nam Phong, Nguyễn Đặng Bảo Trân tại bệnh viện Quảng Nam [7 - 10]. Sự hiện diện của bệnh mắc kèm, đặc biệt là bệnh lý đường hô hấp, chiếm tỷ lệ đáng kể và có thể góp phần làm nặng tình trạng bệnh. Các bằng chứng trước đây cho thấy trẻ có bệnh nền hoặc suy giảm miễn dịch thường có nguy cơ biến chứng cao hơn và thời gian hồi phục kéo dài hơn [11]. Do đó, đặc điểm trong mẫu nghiên cứu góp phần lý giải cho nhu cầu sử dụng kháng sinh và điều trị nội trú ở nhóm bệnh nhân này.

4.2. Về đặc điểm kháng sinh sử dụng trong nghiên cứu

Phác đồ điều trị ban đầu chủ yếu là đơn trị liệu với kháng sinh nhóm beta-lactam, đặc biệt là cephalosporin thế hệ 3. Xu hướng này phù hợp với khuyến cáo điều trị viêm phổi cộng đồng ở trẻ em của Bộ Y tế năm 2014, trong đó đơn trị liệu được ưu tiên ở các trường hợp viêm phổi cộng đồng nhằm đảm bảo hiệu quả và hạn chế phối hợp kháng sinh không cần thiết. So với một số báo cáo trong nước, tỷ lệ sử dụng cephalosporin thế hệ 3 trong khảo sát này tương đồng với các nghiên cứu của Nguyễn Thị Nam Phong, Trương Hữu Phương nhưng thấp hơn của Nguyễn Thị Mỹ Huyền [3, 7 - 9].

Kháng sinh được chỉ định nhiều là ceftizoxim (33.8%), cefoperazon (24.3%) và cefoperazon/ sulbactam (16.8%) thuộc nhóm cephalosporin thế hệ 3 được lựa chọn làm kháng sinh ban đầu do phổ tác dụng rộng trên các vi khuẩn gây viêm phổi cộng đồng. Kết quả này khác biệt so với các nghiên cứu của Trương Hữu Phương (2025) và Nguyễn Thị Mỹ Huyền (2025), chủ yếu sử dụng kháng sinh ceftriaxon thế hệ 3. Điều này có thể được lý giải do đặc thù về chiến lược kiểm soát sử dụng kháng sinh hợp lý, mức độ nặng của bệnh nhân nhập viện và danh mục thuốc sẵn có tại bệnh viện.

Việc phối hợp kháng sinh chủ yếu beta-lactam với aminoglycosid hoặc macrolid phản ánh sự điều chỉnh phác đồ trong các trường hợp nghi ngờ nhiễm khuẩn nặng hoặc cần nguyên nhân không điển hình. Sự phối hợp này cũng được ghi nhận ở nghiên cứu của Trương Hữu Phương (2025), Nguyễn Thị Trúc Linh (2021), Đặng Thị Bảo Trân (2024), Nguyễn Thị Mỹ Huyền (2025) [7, 9, 10, 12]. Tuy nhiên, việc sử dụng aminoglycosid cần cân nhắc do nguy cơ độc tính trên thận, tai và chỉ định nhóm thuốc này của Bộ Y tế [13]. Đường dùng chủ

yếu trong khảo sát là tiêu tĩnh mạch, chiếm tỷ lệ (83.6%), phù hợp với bệnh nhân nhi và kết quả cũng tương đồng với các nghiên cứu khác trong nước [9].

4.3. Về kết quả điều trị và phân tích các yếu tố liên quan đến thời gian nằm viện

Thời gian nằm viện trung bình là 7.63 ± 3.38 ngày, khoảng thời gian này phản ánh mức độ bệnh và phù hợp với khuyến cáo về thời gian điều trị kháng sinh trong viêm phổi cộng đồng ở trẻ em [3]. Khảo sát này phù hợp với nghiên cứu tại Bệnh viện Nhi đồng 1 có thời gian nằm viện tương đương [7]. Sự thay đổi kháng sinh so với phác đồ ban đầu chiếm tỷ lệ 35% cũng tỷ lệ xấp xỉ với nghiên cứu của Nguyễn Đăng Bảo Trân (31.2%) [10]. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy tỷ lệ sử dụng kháng sinh hợp lý đạt 70.2% cao hơn nghiên cứu Nguyễn Thị Mỹ Huyền (55%), Nguyễn Thị Trúc Linh (66.5%), Trương Hữu Phương (67.5%) [7, 9, 12]. Việc sử dụng kháng sinh hợp lý chưa đạt mức tối ưu có thể do tỷ lệ thay đổi kháng sinh trong phác đồ còn cao nên cần tăng cường giám sát, cập nhật hướng dẫn điều trị để tăng cường hiệu quả điều trị.

Kết quả điều trị cải thiện cao (98.2%) phản ánh đặc điểm điều trị ở đối tượng trẻ em viêm phổi cộng đồng tại Bệnh viện Nhi Thanh Hóa. Kết quả này tương tự các nghiên cứu tại Kiên Giang, Quảng Nam cũng có tỷ lệ trên 90% [8, 9].

Phân tích hồi quy logistic đa biến cho thấy nhóm tuổi và tình trạng dinh dưỡng có mối liên quan đáng kể với thời gian nằm viện. Trẻ lớn và có BMI bình thường có xu hướng hồi phục nhanh hơn, từ đó giảm thời gian nằm viện kéo dài. Đặc điểm nghiên cứu này cũng được ghi nhận trong nghiên cứu khác [14]. Ngược lại, việc thay đổi kháng sinh trong quá trình điều trị, sự hiện diện của bệnh mắc kèm và trẻ nằm ở khoa hồi sức, khoa sơ sinh làm tăng nguy cơ nằm viện kéo dài (OR = 1.380; CI 95%: 1.283-1.482; $p < 0.001$; OR = 1.104; CI 95%: 1.031-1.183; $p = 0.005$; OR = 1.178; CI 95%: 1.024-1.353; $p = 0.021$ và OR = 1.234; CI 95%: 1.1283-1.482; $p < 0.001$;). Điều này có thể phản ánh tình trạng đáp ứng điều trị ban đầu chưa tối ưu hoặc mức độ bệnh nặng hơn, dẫn đến cần phải điều chỉnh phác đồ điều trị và kéo dài thời gian nằm viện. Ngoài ra, trẻ có bệnh mắc kèm thường có tình trạng miễn dịch và thể trạng kém, làm tăng mức độ nặng của bệnh và kéo dài thời gian hồi phục. Kết quả này có sự khác biệt so với nghiên cứu của Trương Hữu Phương tại Bệnh viện Nhi Đồng 1, cho thấy yếu tố khoa điều trị có ảnh hưởng đến thời gian nằm

viện kéo dài [7].

4.4. Về xây dựng mô hình dự đoán thời gian nằm viện kéo dài ở trẻ viêm phổi cộng đồng tại Bệnh viện Nhi Thanh Hóa

Các mô hình dự đoán thời gian nằm viện kéo dài cho thấy khả năng phân biệt ở mức trung bình với ROC AUC = 0.633 - 0.718. Mức hiệu năng này cho thấy việc chỉ sử dụng các biến lâm sàng thường quy như tuổi, tình trạng dinh dưỡng hoặc bệnh mắc kèm có thể chưa đủ để xây dựng mô hình dự đoán có độ chính xác cao.

Mô hình hồi quy logistic cơ bản chỉ sử dụng các biến về thông tin đặc điểm của bệnh nhân, đạt hiệu năng thấp hơn mô hình hồi quy logistic. Điều này cho thấy các yếu tố liên quan đến việc sử dụng kháng sinh điều trị có vai trò quan trọng trong dự đoán thời gian nằm viện kéo dài. Trong cả hai mô hình hồi quy logistic, bệnh mắc kèm là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến việc kéo dài thời gian nằm viện. Kết quả này phù hợp với thực tế lâm sàng khi trẻ có bệnh mắc kèm thường phục hồi chậm hơn trẻ không có bệnh mắc kèm.

Đáng chú ý, sự thay đổi kháng sinh trong quá trình điều trị là yếu tố có ảnh hưởng lớn nhất trong mô hình hồi quy logistic và hai mô hình học máy. Điều này có thể phản ánh tình trạng đáp ứng kháng sinh điều trị ban đầu chưa tối ưu, dẫn đến phải điều chỉnh kháng sinh, kéo dài thời gian nằm viện. Mặc dù mô hình học máy XGBoost cho hiệu năng cao nhất nhưng sự khác biệt về hiệu năng không đáng kể. Điều này có thể được lý giải là do cỡ mẫu còn hạn chế và biến đầu vào chưa đủ đa dạng để khai thác tối đa lợi thế của thuật toán học máy. Kết quả này phù hợp với quan điểm của Christodoulou và cộng sự cho rằng trong các bộ dữ liệu cỡ mẫu nhỏ và biến hạn chế thì các mô hình hồi quy truyền thống vẫn có thể đạt hiệu năng tương đương các phương pháp học máy phức tạp [15].

Mô hình logistic đơn giản chỉ sử dụng các biến dễ thu thập như tuổi, BMI và bệnh mắc kèm nhưng vẫn cho khả năng phân biệt hơn so với ngẫu nhiên. Ưu điểm lớn của tiếp cận này là tính khả thi trong việc sử dụng trên lâm sàng khi không đòi hỏi dữ liệu cận lâm sàng phức tạp hoặc hệ thống tính toán chuyên sâu. Do đó, mô hình này có tiềm năng hỗ trợ nhận diện ban đầu các trường hợp có nguy cơ nằm viện kéo dài. Tuy nhiên, do hiệu năng dự báo chỉ ở mức trung bình nên cần tiếp tục hiệu chuẩn, đánh giá ngoại kiểm độc lập trước khi xem xét triển khai trong thực hành lâm sàng.

Giá trị AUC vẫn chưa đạt mức cao, có thể xuất phát từ một số hạn chế về cỡ mẫu còn nhỏ, chưa

phân loại mức độ nặng của bệnh viêm phổi tại thời điểm nhập viện, thiếu dữ liệu cận lâm sàng và vi sinh. Việc tích hợp thêm các yếu tố này trong các nghiên cứu tiếp theo có thể giúp cải thiện đáng kể hiệu năng dự đoán.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu trên 855 bệnh nhi viêm phổi cộng đồng điều trị tại Bệnh viện Nhi Thanh Hoá cho thấy bệnh chủ yếu gặp ở trẻ nhỏ dưới 12 tháng tuổi (46.5%) và tỷ lệ nam cao hơn nữ với 60.2%. Kháng sinh được sử dụng chủ yếu là nhóm beta-lactam, đặc biệt là cephalosporin thế hệ 3 với tỷ lệ đơn trị liệu chiếm ưu thế và tỷ lệ thay đổi kháng sinh trong quá trình điều trị so với phác đồ ban đầu là 35%.

Thời gian nằm viện trung bình là 7.63 ± 3.38 ngày. Phân tích hồi quy logistic đa biến cho thấy tuổi và BMI là các yếu tố có liên quan đến khả năng nằm viện kéo dài thấp hơn, trong khi thay đổi kháng sinh trong quá trình điều trị, bệnh mắc kèm, khoa hồi sức, khoa sơ sinh là các yếu tố có khả năng làm kéo dài thời gian nằm viện. Các yếu tố như số lượng kháng sinh, giới tính và sự phù hợp kháng sinh chưa ghi nhận mối liên quan có ý nghĩa thống kê với thời gian nằm viện kéo dài. Các mô hình dự đoán thời gian nằm viện kéo dài

cho thấy hiệu năng ở mức trung bình với AUC dao động từ 0.633 đến 0.718. Mô hình hồi quy logistic có hiệu năng tương đương với các mô hình học máy như Random Forest và XGBoost. Các yếu tố liên quan làm tăng nguy cơ kéo dài thời gian nằm viện gồm sự thay đổi kháng sinh, bệnh mắc kèm. Mặc dù mô hình hồi quy logistic cơ bản chỉ sử dụng các thông tin sẵn có tại thời điểm nhập viện, có AUC = 0.633, nhưng có tiềm năng hỗ trợ nhận diện ban đầu các trường hợp có nguy cơ nằm viện kéo dài. Các mô hình có sử dụng biến phát sinh trong quá trình điều trị (thay đổi kháng sinh, số lượng kháng sinh, sự phù hợp kháng sinh) nên phù hợp hơn cho mục tiêu phân tích yếu tố liên quan hoặc dự đoán hậu kiểm, không phải dự báo sớm tại thời điểm nhập viện. Nghiên cứu cũng cho thấy cần bổ sung thêm các yếu tố lâm sàng, cận lâm sàng và mở rộng cỡ mẫu trong các nghiên cứu tiếp theo để nâng cao hiệu năng dự đoán của mô hình.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu trân trọng cảm ơn Trường Đại học Công nghệ Miền Đông (MIT), Khoa Khoa học Sức khỏe Trường Đại học Công nghệ Miền Đông, Bệnh viện Nhi Thanh Hóa, quý đồng nghiệp đã tạo điều kiện thuận lợi giúp nhóm hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] UNICEF, "One is too many: Ending child deaths from pneumonia and diarrhoea", New York, 2016.
- [2] I. Rudan, C. Boschi-Pinto, Z. Biloglav, K. Mulholland, and H. Campbell, "Epidemiology and etiology of childhood pneumonia," *Bulletin of the World Health Organization*, vol. 86, no. 5, pp. 408-416, 2008, doi: 10.2471/blt.07.048769.
- [3] Bộ Y tế, *Hướng dẫn xử trí viêm phổi cộng đồng ở trẻ em*, Bộ Y tế, 2014.
- [4] World Health Organization, *Global Antibiotic Resistance Surveillance Report 2025*, Geneva, Switzerland: WHO, 2025.
- [5] A. Cesaro, S. C. Hoffman, P. Das, and C. de la Fuente-Núñez, "Challenges and applications of artificial intelligence in infectious diseases and antimicrobial resistance," *NPI Antimicrobial Resistance*, vol. 3, no. 1, Art. no. 2, 2025, https://doi.org/10.1038/s44259-024-00068-x.
- [6] Melis N Anahtar *et al.*, "Applications of machine learning to the problem of antimicrobial resistance: An emerging model for translational research," *Journal of Clinical Microbiology*, vol. 59, no. 1, Art. no. e01260-20, 2021, doi:10.1128/JCM.01260-20.
- [7] T. H. Phương, N. N. Q. Minh, N. T. B. Nga, and Hong Bang International University Journal of Science

- N. H. T. Thảo, "Khảo sát đặc điểm sử dụng kháng sinh điều trị viêm phổi cộng đồng tại Bệnh viện Nhi Đồng 1," *Tạp chí Y học TP. Hồ Chí Minh*, tập 28, số 1, trang 31-39, 2025, https://doi.org/10.32895/hcjm.p.2025.01.04
- [8] N. T. N. Phong và cộng sự., "Khảo sát tình hình sử dụng kháng sinh và các yếu tố liên quan đến hiệu quả điều trị viêm phổi cộng đồng ở trẻ em," *Vietnam Medical Journal*, vol. 506, no. 1, pp. 197-202, 2021, https://doi.org/10.51298/vmj.v506i1.1201.
- [9] N. T. M. Huyền và cộng sự., "Thực trạng sử dụng kháng sinh trong điều trị viêm phổi cộng đồng ở trẻ từ 2 tháng đến 5 tuổi tại một bệnh viện tỉnh Kiên Giang năm 2024-2025," *Tạp chí Y Dược học Cần Thơ*, tập 89, tr. 29-35, 2025, https://doi.org/10.58490/ctump.2025i89.4048
- [10] N. Đ. B. Trân và cộng sự., "Nghiên cứu tình hình sử dụng kháng sinh trong điều trị viêm phổi cộng đồng cho trẻ em từ 2 tháng đến 5 tuổi tại khoa Nhi, Bệnh viện Đa khoa Trung ương Quảng Nam," *Tạp chí Y Dược học Cần Thơ*, tập 74, trang 195-202, 2024, doi: 10.58490/ctump.2024i74.2480.
- [11] Enríquez, J. N. V., Vera, M. D. F., Martinez, J. P. F., López, D. A. C., Abad, C. C. U., & Merino, M. A. C. "Impact of antibiotic treatment duration

on community-acquired pneumonia in children: A systematic review," *International Journal of Contemporary Pediatrics*, vol. 11, no. 4, pp. 452-462, 2024, <https://doi.org/10.18203/2349-3291.ijcp20240692>.

[12] N. T. T. Linh, N. T. L. Tuyền và N. T. Huy, "Thực trạng sử dụng thuốc kháng sinh trong điều trị viêm phổi cộng đồng ở trẻ em dưới 5 tuổi tại Bệnh viện Nhi đồng Cần Thơ năm 2019-2020," *Tạp chí Y Dược học Cần Thơ*, tập 37, trang 41-47, 2021.

[13] Bộ Y tế, *Dược thư quốc gia Việt Nam*. Hà Nội, Nhà xuất bản Y học, 2022.

[14] Alharbi NS, Alsohime F, Alharthi WA, Alqarni BA, Ghawi A, Alrabiaah A., "Clinical Predictors of Prolonged Hospitalization in Children with Community-Acquired Pneumonia," *Children (Basel)*. vol. 13, no. 2, Art. no. 226, 2026, doi: 10.3390/children13020226.

[15] E. Christodoulou et al., "A systematic review shows no performance benefit of machine learning over logistic regression for clinical prediction models," *Journal of Clinical Epidemiology*, vol. 110, pp. 12-22, 2019, doi: 10.1016/j.jclinepi.2019.02.004.

Antibiotic use and prediction model for prolonged hospitalization in children with community-acquired pneumonia

Mang Thi Hong Cuc, Tu Hoang Thuong, Nguyen Thi Mau, Mang Thi Phuong Mai, Ha Hoang Minh, Vu Manh Hung, Nguyen Thi Thao

ABSTRACT

Background: Pneumonia is one of the common infectious diseases and remains a leading cause of hospitalization and mortality in children under five years of age. Inappropriate use of antibiotics may prolong hospital stay and contribute to antimicrobial resistance. Objectives: To investigate pediatric patient characteristics, evaluate antibiotic use, identify factors associated with prolonged hospitalization, and develop predictive models for prolonged hospital stay. Materials and methods: A cross-sectional study was conducted on 855 hospitalized children aged 2 - 60 months at Thanh Hoa pediatric hospital in 2025. Data were processed using SQL and analyzed with Python. Multivariable logistic regression was used to identify associated factors. Predictive models, including logistic regression, Random Forest, and XGBoost, were evaluated using ROC AUC, sensitivity, specificity, Brier and 5-fold. Results: Male patients and children aged 2 to <12 months accounted for the highest proportion. Beta-lactams were the most commonly used antibiotics, with 68.4% prescribed as monotherapy. The mean length of stay was 7.63 ± 3.38 days. Age and BMI were associated with reduced risk of prolonged hospitalization ($p < 0.05$), whereas antibiotic changes, comorbidities, intensive care unit (ICU), and neonatal department increased the risk ($OR = 1.380, p < 0.001$; $OR = 1.104, p = 0.005$; $OR = 1.178, p = 0.021$; and $OR = 1.234, p < 0.001$). Model performance was moderate, with ROC AUC values ranging from 0.633 to 0.718, and logistic regression performed comparably to machine learning models. Conclusions: Optimizing initial antibiotic therapy and improving nutritional status may be associated with shorter hospitalization. A simple logistic regression model may serve as a supportive screening tool.

Keywords: diabetic foot ulcer, antibiotics, antimicrobial resistance, ESBL, clinical pharmacy

Received: 20/4/2026

Revised: 25/5/2026

Accepted for publication: 17/6/2026