

NỒNG ĐỘ PROCALCITONIN HUYẾT THANH VÀ GIÁ TRỊ TIÊN LƯỢNG Ở TRẺ NHIỄM KHUẨN HUYẾT NẶNG

Trần Kiêm Hào^{1,2}, Lê Anh Thơ³

¹Trung tâm Nhi, Bệnh viện Trung ương Huế, Việt Nam

²Sở y tế Thành phố Huế, Việt Nam

³Khoa Nhi, Bệnh viện Đại học Y Dược - Hoàng Anh Gia Lai, Việt Nam

TÓM TẮT

Mục tiêu: Mô tả nồng độ procalcitonin (PCT) huyết thanh ở trẻ nhiễm khuẩn huyết nặng và đánh giá giá trị tiên lượng sốc nhiễm khuẩn, tử vong.

Đối tượng, phương pháp: Nghiên cứu theo dõi dọc trên 78 bệnh nhi (1 tháng - 15 tuổi) chẩn đoán nhiễm khuẩn huyết nặng/sốc nhiễm khuẩn, điều trị tại Trung tâm Nhi khoa, Bệnh viện Trung ương Huế từ 01/2022 - 05/2024. Loại trừ: suy cơ quan từ trước, bệnh ác tính/ bệnh huyết học, các dạng sốc không do nhiễm khuẩn. Các chỉ số lâm sàng - cận lâm sàng và PCT được ghi nhận, phân tích ROC xác định điểm cắt tối ưu.

Kết quả: Tuổi trung vị 29 tháng; nam 56,4%. Nhiễm khuẩn huyết nặng chiếm 64,1%, sốc nhiễm khuẩn 35,9%. PCT trung vị 27,2 ng/mL (IQR 7,6 - 54,9); cao hơn có ý nghĩa ở nhóm cấy máu dương tính (47,8 vs 24,2 ng/mL; $p < 0,05$). AUC tiên đoán sốc nhiễm khuẩn 0,757; điểm cắt 19,7 ng/mL (Se 81%, Sp 70%). AUC tiên đoán tử vong 0,779; điểm cắt 37,8 ng/mL (Se 77%, Sp 77%). Tử vong/ xin về 44,9%, cao hơn rõ ở nhóm sốc (71,4% vs 30,0%; $p < 0,01$).

Kết luận: PCT tăng cao ở trẻ nhiễm khuẩn huyết nặng và có giá trị khá tốt - tốt trong tiên lượng sốc nhiễm khuẩn và tử vong. Điểm cắt 19,7 ng/mL (sốc) và 37,8 ng/mL (tử vong) gợi ý ích lợi phân tầng nguy cơ sớm.

Từ khóa: Procalcitonin; Nhiễm khuẩn huyết; Trẻ em; Sốc nhiễm khuẩn; ROC.

ABSTRACT

SERUM PROCALCITONIN AND THE PROGNOSTIC VALUE IN PEDIATRIC SEVERE SEPSIS

Tran Kiem Hao^{1,2}, Le Anh Tho³

Objective: To describe serum procalcitonin (PCT) in pediatric severe sepsis and assess its prognostic value for septic shock and mortality.

Methods: Longitudinal study of 78 children (1 month - 15 years) with severe sepsis/septic shock at Hue Central Hospital (Jan 2022 - May 2024). Clinical - laboratory data and PCT were collected; ROC analysis determined optimal cut-offs.

Results: Median age 29 months; males 56.4%. Severe sepsis 64.1%, septic shock 35.9%. Median PCT 27.2 ng/mL (IQR 7.6 - 54.9). PCT was higher with positive blood cultures (47.8 vs 24.2 ng/mL; $p < 0.05$). ROC AUC for predicting septic shock was 0.757 with an optimal cut - off of 19.7 ng/mL (sensitivity 81%, specificity 70%); ROC AUC for mortality was 0.779 with a cut - off of 37.8 ng/mL (77%/77%). Mortality/discharge in moribund status was 44.9%, higher in septic shock (71.4% vs 30.0%; $p < 0.01$).

Conclusions: Elevated PCT is associated with severity and provides fair-to-good prognostic performance for shock and mortality. Cut-offs of 19.7 and 37.8 ng/mL may aid early risk stratification.

Keywords: Procalcitonin; Pediatric sepsis; Septic shock; Prognosis; ROC.

Ngày nhận bài: 20/6/2025. Ngày chỉnh sửa: 03/8/2025. Chấp thuận đăng: 17/9/2025

Tác giả liên hệ: Trần Kiêm Hào. Email: haotrankiem@yahoo.com. ĐT: 0914002329

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhiễm khuẩn huyết nặng (NKHN) và sốc nhiễm khuẩn (SNK) tiếp tục là gánh nặng lớn đối với nhi khoa, gắn với tỉ lệ tử vong và tàn tật đáng kể trên toàn cầu, đặc biệt ở nhóm trẻ dưới 5 tuổi [1, 2]. Gánh nặng này tập trung nhiều ở các nước thu nhập thấp - trung bình; nhận diện sớm, hồi sức kịp thời và chuẩn hóa quy trình chăm sóc là chìa khóa cải thiện kết cục [3, 4]. Trong nghiên cứu này, định nghĩa NKH/ NKHN/SNK tuân theo Đồng thuận Nhi khoa 2005 và định hướng xử trí dựa trên khuyến cáo Surviving Sepsis Campaign 2020 cho trẻ em [5, 6].

Procalcitonin (PCT) - tiền chất của calcitonin - được sản xuất tăng mạnh trong đáp ứng viêm do vi khuẩn và đã được xác lập là chỉ điểm hữu ích cho nhiễm khuẩn hệ thống từ thập niên 1990 [7]. Về động học, PCT tăng trong vòng 4 - 6 giờ sau khởi phát nhiễm khuẩn, đạt đỉnh 12 - 24 giờ và có thời gian bán hủy khoảng 24 giờ; biến thiên theo thời gian phản ánh đáp ứng điều trị [8, 9]. So với CRP, PCT nói chung cho độ đặc hiệu cao hơn đối với nhiễm khuẩn nặng và có giá trị trong hồi sức tích cực. Bên cạnh vai trò chẩn đoán/tiên lượng, nhiều thử nghiệm và tổng phân tích cho thấy sử dụng PCT có thể hỗ trợ quyết định khởi/ngừng sớm kháng sinh và rút ngắn thời gian dùng thuốc một cách an toàn ở các bối cảnh phù hợp [10].

Tuy bằng chứng về PCT ở nhi khoa ngày càng tích lũy, ngưỡng ứng dụng tối ưu còn khác biệt giữa các quần thể và phụ thuộc bối cảnh (mức độ nặng, thời điểm lấy mẫu, can thiệp điều trị). Do đó, việc đánh giá giá trị tiên lượng của PCT đối với sốc và tử vong trong quần thể bệnh nhi tại tuyến cuối, đồng thời đề xuất điểm cắt khả dụng lâm sàng, có ý nghĩa thực tiễn trong phân tầng nguy cơ và tối ưu hóa chiến lược điều trị [11, 12]. Nghiên cứu này nhằm mô tả nồng độ PCT ở trẻ NKHN/SNK và đánh giá giá trị tiên lượng của PCT đối với sốc nhiễm khuẩn và tử vong, qua đó gợi ý điểm cắt áp dụng lâm sàng phù hợp tại cơ sở.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Thiết kế nghiên cứu và bối cảnh: Nghiên cứu theo dõi dọc (longitudinal), thực hiện tại Trung tâm Nhi khoa, Bệnh viện Trung ương Huế (tuyến cuối khu vực miền Trung). Thời gian thu nhận: 01/2022 - 05/2024.

Đối tượng: Bệnh nhi từ 1 tháng đến 15 tuổi được chẩn đoán NKHN hoặc SNK khi nhập viện/ trong quá trình điều trị.

Tiêu chuẩn chẩn đoán: Áp dụng tiêu chuẩn đồng thuận sepsis ở trẻ em (hội chứng đáp ứng viêm toàn thân kèm nhiễm trùng xác định/ nghi ngờ; severe sepsis khi có rối loạn tưới máu/ suy tạng; septic shock khi có tụt huyết áp hoặc cần vận mạch sau hồi sức dịch đầy đủ).

Tiêu chuẩn loại trừ: Suy tạng mạn tính nền tiền triển, bệnh lý ác tính/ huyết học đang điều trị, sốc không do nhiễm khuẩn, thiếu dữ liệu PCT ban đầu.

Cỡ mẫu và cách chọn mẫu: Chọn mẫu thuận tiện, liên tiếp các trường hợp đủ tiêu chuẩn trong giai đoạn nghiên cứu; tổng số 78 bệnh nhi.

Các biến số bao gồm: Thông tin nền: tuổi, giới, nơi cư trú (nông thôn/thành thị); Bệnh cảnh nhập viện: NKHN hay SNK; Cận lâm sàng chính: PCT huyết thanh tại thời điểm chẩn đoán (xét nghiệm và báo cáo kết quả theo quy trình chuẩn của labo bệnh viện); kết quả cấy máu (dương/âm; nhóm tác nhân Gram dương/Gram âm/nấm; định danh điển hình như *Staphylococcus aureus*, v.v.); Kết cục: sốc nhiễm khuẩn (nếu chưa có tại nhập viện), tử vong hoặc xin về nặng tiên lượng xấu (gộp chung biến “tử vong/xin về”).

Xử lý số liệu bằng phần mềm SPSS 20.0. Thống kê mô tả: trung vị (IQR) cho biến liên tục phân phối lệch; tần số (%) cho biến phân loại. So sánh nhóm: Mann - Whitney U cho biến liên tục; χ^2 hoặc Fisher's exact cho biến phân loại. Giá trị tiên lượng của PCT: phân tích ROC cho hai kết cục (SNK; tử vong/xin về). Tính AUC (95%CI), xác định điểm cắt tối ưu theo chỉ số Youden và báo cáo độ nhạy (Se), độ đặc hiệu (Sp). Diễn giải AUC: 0,7 - < 0,8 = khá; 0,8 - < 0,9 = tốt. Ngưỡng ý nghĩa thống kê $p < 0,05$ (hai đuôi).

III. KẾT QUẢ

Bảng 1 thể hiện đặc điểm dân số và bệnh cảnh ban đầu. Tuổi trung vị 29 tháng, nam 56,4%, tỷ lệ cư trú nông thôn cao (64,1%). Khi nhập viện, NKHN chiếm 64,1% và SNK 35,9%, phản ánh nhóm bệnh nhi nặng tại tuyến cuối, có ý nghĩa khi phân tích tiên lượng theo mức độ nặng.

Bảng 2 cho thấy tỷ lệ cấy máu dương 20,5%; trong nhóm dương tính, Gram dương 53,3%, Gram

Nồng độ procalcitonin huyết thanh và giá trị tiên lượng ở trẻ...

âm 46,7% (có 1 trường hợp nấm). PCT toàn bộ cao (trung vị 27,2 ng/mL; IQR 7,6 - 54,9). PCT tăng rõ ở bệnh nhân cấy dương (47,8 so với 24,2 ng/mL; $p < 0,05$) → gợi ý mối liên quan giữa gánh nặng vi khuẩn huyết và mức PCT. Trong nhóm cấy dương, PCT Gram dương có xu hướng cao hơn Gram âm (65,3 so với 45,7 ng/mL) nhưng chưa đạt ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$).

Bảng 1: Đặc điểm dân số và bệnh cảnh ban đầu (n = 78)

Biến số	Giá trị
Tuổi, trung vị (tháng)	29
Giới nam, n (%)	44 (56,4%)
Nơi cư trú nông thôn, n (%)	50 (64,1%)
Chẩn đoán khi nhập viện, n (%)	
- Nhiễm khuẩn huyết nặng (NKHN)	50 (64,1%)
- Sốc nhiễm khuẩn (SNK)	28 (35,9%)

Bảng 2: Vi sinh vật học và đặc điểm Procalcitonin

Biến số	Giá trị
Cấy máu dương tính, n (%)	16 (20,5%)
Phân bố tác nhân (trong nhóm cấy dương)	Gram dương 53,3%; Gram âm 46,7%; nấm (Candida) 1 trường hợp
PCT toàn bộ, trung vị (ng/mL)	27,2 (IQR 7,6 - 54,9)
PCT theo tình trạng cấy máu, trung vị (ng/mL)	Dương tính: 47,8 vs Âm tính: 24,2; $p < 0,05$

PCT ở nhóm tử vong/xin về cao hơn nhiều so với nhóm sống (45,6 vs 15,7 ng/mL; $p < 0,01$), khẳng định giá trị tiên lượng bất lợi của PCT ngay tại thời điểm chẩn đoán (Bảng 3). Tiên lượng sốc NK: AUC 0,757 (95%CI 0,636 - 0,877), điểm cắt 19,7 ng/mL cho Se 81% và Sp 70% (mức khá tốt theo quy ước AUC 0,70 - 0,80). Tiên lượng tử vong/xin về: AUC 0,779, điểm cắt 37,8 ng/mL (Se 77%; Sp 77%) (tiệm cận tốt) (Bảng 4). Tỷ lệ tử vong/xin về rất cao ở SNK (71,4%) so với NKHN (30,0%), $p < 0,01$ → cho thấy gradient nguy cơ mạnh theo mức độ nặng lâm sàng, đồng thời củng cố giá trị phân tầng nguy cơ sớm bằng PCT kết hợp mức độ nặng (Bảng 5).

Bảng 3: Procalcitonin theo kết cục lâm sàng

Nhóm	PCT trung vị (ng/mL)	Ghi chú
Sống	15,7	
Tử vong/xin về	45,6	$p < 0,01$ (cao hơn có ý nghĩa ở nhóm bất lợi)

Bảng 4: Giá trị tiên lượng của Procalcitonin (phân tích ROC)

Kết cục	AUC (95%CI)	p	Điểm cắt (ng/mL)	Se (%)	Sp (%)
Sốc nhiễm khuẩn	0,757 (0,636 - 0,877)	$< 0,01$	19,7	81	70
Tử vong/xin về	0,779	$< 0,01$	37,8	77	77

Bảng 5: Kết cục theo mức độ nặng

Biến số	Toàn bộ (N=78)	NKHN (n=50)	SNK (n=28)	p
Tử vong/xin về, n (%)	35 (44,9%)	15 (30,0%)	20 (71,4%)	$< 0,01$

IV. BÀN LUẬN

Nghiên cứu cho thấy PCT tăng cao ở trẻ NKHN/SNK, liên quan cây máu dương và kết cục bất lợi (tử vong/xin về). PCT có giá trị tiên lượng sốc và tử vong ở mức khá tốt-tốt với AUC 0,757 (điểm cắt 19,7 ng/mL) cho sốc và AUC 0,779 (điểm cắt 37,8 ng/mL) cho tử vong. Những ngưỡng này đạt Se/Sp cân bằng và khả dụng lâm sàng tại tuyến cuối.

Định nghĩa NKH, NKHN và SNK ở trẻ em dựa trên Đồng thuận Quốc tế năm 2005 (IPSCC) vẫn được dùng rộng rãi trong nghiên cứu, dù gần đây có nỗ lực cập nhật định nghĩa sàng lọc và quản trí trong Hướng dẫn Surviving Sepsis Campaign (SSC) 2020 dành cho nhi khoa [5, 6]. Trong bối cảnh đó, PCT đã được xác lập từ thập niên 1990 như chỉ điểm nhiễm khuẩn hệ thống và liên quan mức độ nặng, nhờ tăng rất nhanh trong 4–6 giờ sau kích hoạt miễn dịch do vi khuẩn và ít bị ảnh hưởng bởi đáp ứng viêm không nhiễm khuẩn so với CRP [13-15]. Các phân tích tổng hợp cho thấy PCT vượt trội CRP về độ đặc hiệu cho nhiễm khuẩn nặng và có ích ở bệnh nhân ICU [16-18].

Ngưỡng 19,7 ng/mL cho tiên lượng sốc (AUC 0,757) tương đồng với Hatherill ở bệnh nhi sốc NK - đề xuất PCT > 20 ng/mL dự báo tối ưu sốc với Se ~83% và Sp ~92% [19]. Rey (2007) cũng ghi nhận điểm cắt khoảng 24 ng/mL ở trẻ hồi sức [13]. Đối với tử vong, ngưỡng 37,8 ng/mL (AUC 0,779) của chúng tôi nằm trong khoảng báo cáo của nhiều nghiên cứu PICU; một số tác giả cho thấy AUC tiệm cận 0,80 - 0,85 và đề xuất dùng ngưỡng cao để gia tăng độ đặc hiệu, trong khi các nghiên cứu chung dân số nhi có xu hướng chọn ngưỡng thấp hơn (~2 - 10 ng/mL) nhằm tối ưu sàng lọc [11, 20, 21]. Sự khác biệt ngưỡng giữa các nghiên cứu phản ánh mô hình bệnh tật, thời điểm lấy mẫu, mật độ can thiệp và nghịch sai chọn mẫu tại ICU tuyến cuối.

PCT cao hơn có ý nghĩa ở nhóm cây máu dương (47,8 vs 24,2 ng/mL; $p < 0,05$), củng cố giá trị sinh học của PCT như proxy của gánh nặng vi khuẩn. Trong cây dương, PCT Gram dương có xu hướng cao hơn Gram âm nhưng chưa có ý nghĩa thống kê - kết quả này có thể do cỡ mẫu nhỏ của phân nhóm hoặc khác biệt độc lực giữa các chủng [11, 20, 21]. Ngoài ra, PCT tăng liên quan nhiều cơ quan suy (tuần hoàn, thần kinh, huyết học), lactate và creatinin tăng, phù hợp cơ chế bệnh sinh nhiễm khuẩn huyết ảnh hưởng đa hệ cơ quan.

Trong thực hành, PCT có thể hỗ trợ phân tầng nguy cơ sớm cùng dấu hiệu huyết động (CRT kéo dài, hạ huyết áp, thiếu niệu) và mức độ nặng (NKHN vs SNK) để đưa ra ngưỡng can thiệp sớm (vận mạch, hỗ trợ hô hấp, lọc máu) và ưu tiên nguồn lực tại PICU. Tỷ lệ tử vong/xin về cao hơn rõ ở SNK (71,4% vs 30,0%) nhấn mạnh ý nghĩa tiên lượng độc lập của tình trạng sốc và giá trị bổ sung của PCT trong mô hình tiên đoán đa biến [12, 22].

Ngoài chẩn đoán/tiên lượng, PCT còn hữu ích trong chiến lược quản lý kháng sinh (khởi/giảm liều/ngừng sớm) nhằm hạn chế lạm dụng, được tổng hợp bởi các phân tích và tuyên bố đồng thuận gần đây [22, 23]. Ở trẻ em, xu thế giảm $\geq 80\%$ hay giảm theo thời gian của PCT được gợi ý là yếu tố dự báo kết cục tốt hơn, dù bằng chứng nhi khoa vẫn đang tích lũy và cần chuẩn hóa quy trình lấy mẫu [22-24].

Nghiên cứu của chúng tôi có một số điểm mạnh như xét nghiệm PCT tại thời điểm chẩn đoán ở quần thể NKHN/SNK có tỷ lệ biến cố cao, do vậy đủ công suất phát hiện khác biệt; phân tích ROC báo cáo AUC, Se, Sp, LR và ngưỡng tối ưu rõ ràng theo chỉ số Youden. Tuy vậy, vẫn có một số hạn chế: (i) đơn trung tâm, cỡ mẫu hạn chế cho các phân nhóm vi sinh; (ii) thiếu dữ liệu động học PCT theo chuỗi thời gian; (iii) khả năng thiên lệch chọn mẫu ICU tuyến cuối làm ngưỡng PCT tối ưu cao hơn so với tuyến trước; (iv) chưa hiệu chỉnh đa biến đồng thời các chỉ số khác (PELOD-2, PRISM III...) để xác nhận độc lập tiên lượng của PCT.

Cần nghiên cứu đoàn hệ đa trung tâm ở Việt Nam để hiệu chỉnh ngưỡng cục bộ theo bệnh căn (Gram dương/âm, nấm, đa kháng); kết hợp động học PCT (Δ PCT 24 - 48h) với thang điểm nặng (PELOD-2/PRISM III) trong mô hình dự báo. Đồng thời, đánh giá thuật toán kháng sinh hướng dẫn bởi PCT trong nhi khoa (thử nghiệm cụm hoặc stepped-wedge) nhằm giảm ngày kháng sinh mà không tăng thất bại điều trị.

V. KẾT LUẬN

PCT là dấu ấn hữu ích ở trẻ NKHN/SNK tại BV Trung ương Huế, với điểm cắt 19,7 ng/mL dự báo SNK và 37,8 ng/mL dự báo tử vong với hiệu năng khá - tốt. Tích hợp PCT vào phân tầng nguy cơ sớm có thể cải thiện chăm sóc và tiên lượng.

Tuyên bố đạo đức

Nghiên cứu đã được Hội đồng Đạo đức Trường Đại học Y Dược Huế phê duyệt; ba mẹ đồng thuận tham gia.

Xung đột lợi ích

Các tác giả tuyên bố không có xung đột lợi ích.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Li J, Shen L, Qian K. Global, regional, and national incidence and mortality of neonatal sepsis and other neonatal infections, 1990-2019. *Front Public Health*. 2023; 11: 1139832.
2. Rudd KE, Johnson SC, Agesa KM, Shackelford KA, Tsoi D, Kievlan DR, et al. Global, regional, and national sepsis incidence and mortality, 1990-2017: analysis for the Global Burden of Disease Study. *Lancet*. 2020; 395(10219): 200-211.
3. Fleischmann-Struzek C, Goldfarb DM, Schlattmann P, Schlapbach LJ, Reinhart K, Kissoon N. The global burden of paediatric and neonatal sepsis: a systematic review. *Lancet Respir Med*. 2018; 6(3): 223-230.
4. de Souza DC, Machado FR. Epidemiology of Pediatric Septic Shock. *J Pediatr Intensive Care*. 2019; 8(1): 3-10.
5. Goldstein B, Giroir B, Randolph A, International Consensus Conference on Pediatric S. International pediatric sepsis consensus conference: definitions for sepsis and organ dysfunction in pediatrics. *Pediatr Crit Care Med*. 2005; 6(1): 2-8.
6. Weiss SL, Peters MJ, Alhazzani W, Agus MSD, Flori HR, Inwald DP, et al. Surviving sepsis campaign international guidelines for the management of septic shock and sepsis-associated organ dysfunction in children. *Intensive Care Med*. 2020; 46(Suppl 1): 10-67.
7. Becker KL, Snider R, Nylen ES. Procalcitonin assay in systemic inflammation, infection, and sepsis: clinical utility and limitations. *Crit Care Med*. 2008; 36(3): 941-52.
8. Kim JH. Clinical Utility of Procalcitonin on Antibiotic Stewardship: A Narrative Review. *Infect Chemother*. 2022; 54(4): 610-620.
9. Kwa AL, Aninda Sidharta BR, Son DN, Zirpe K, Periyasamy P, Plongla R, et al. Clinical utility of procalcitonin in implementation of procalcitonin-guided antibiotic stewardship in the South-East Asia and India: evidence and consensus-based recommendations. *Expert Rev Anti Infect Ther*. 2024; 22(1-3): 45-58.
10. Schuetz P, Wirz Y, Sager R, Christ-Crain M, Stolz D, Tamm M, et al. Effect of procalcitonin-guided antibiotic treatment on mortality in acute respiratory infections: a patient level meta-analysis. *Lancet Infect Dis*. 2018; 18(1): 95-107.
11. Downes KJ, Fitzgerald JC, Weiss SL. Utility of Procalcitonin as a Biomarker for Sepsis in Children. 2020; 58(7): 10.1128/jcm.01851-19.
12. Standage SW, Wong HR. Biomarkers for pediatric sepsis and septic shock. *Expert Rev Anti Infect Ther*. 2011; 9(1): 71-9.
13. Rey C, Los Arcos M, Concha A, Medina A, Prieto S, Martinez P, et al. Procalcitonin and C-reactive protein as markers of systemic inflammatory response syndrome severity in critically ill children. *Intensive Care Med*. 2007; 33(3): 477-84.
14. Bhat A, Alsadhan N, Alsadhan N, Alnowaiser D, Gattoo I, Hussain M, et al. Procalcitonin and C-reactive protein as early diagnostic markers of sepsis or septic shock in children who presented with fever to the pediatric emergency department at a tertiary hospital, in Riyadh, Saudi Arabia. *Int J Emerg Med*. 2025; 18(1): 87.
15. Poddar B, Gurjar M, Singh S, Aggarwal A, Baronia A. Reduction in procalcitonin level and outcome in critically ill children with severe sepsis/septic shock-A pilot study. *J Crit Care*. 2016; 36: 230-233.
16. Lin KH, Wang FL, Wu MS, Jiang BY, Kao WL, Chao HY, et al. Serum procalcitonin and C-reactive protein levels as markers of bacterial infection in patients with liver cirrhosis: a systematic review and meta-analysis. *Diagn Microbiol Infect Dis*. 2014; 80(1): 72-8.
17. Simon L, Gauvin F, Amre DK, Saint-Louis P, Lacroix J. Serum procalcitonin and C-reactive protein levels as markers of bacterial infection: a systematic review and meta-analysis. *Clin Infect Dis*. 2004; 39(2): 206-17.
18. Bakhtiar A, Haider Kazmi SJ, Asghar MS, Khurshaidi MN, Mazhar S, Khan NA, et al. Accuracy of Procalcitonin Levels for Diagnosis of Culture-Positive Sepsis in Critically Ill Trauma Patients: A Retrospective Analysis. *Cureus*. 2021; 13(1): e12988.
19. Hatherill M, Tibby SM, Sykes K, Turner C, Murdoch IA. Diagnostic markers of infection: comparison of procalcitonin with C reactive protein and leucocyte count. *Arch Dis Child*. 1999; 81(5): 417-21.
20. Hoeboer SH, van der Geest PJ, Nieboer D, Groeneveld AB. The diagnostic accuracy of procalcitonin for bacteraemia: a systematic review and meta-analysis. *Clin Microbiol Infect*. 2015; 21(5): 474-81.
21. Tang BM, Eslick GD, Craig JC, McLean AS. Accuracy of

Nồng độ procalcitonin huyết thanh và giá trị tiên lượng ở trẻ...

- procalcitonin for sepsis diagnosis in critically ill patients: systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis.* 2007; 7(3): 210-7.
22. Schuetz P, Wirz Y, Sager R, Christ-Crain M, Stolz D, Tamm M, et al. Effect of procalcitonin-guided antibiotic treatment on mortality in acute respiratory infections: a patient level meta-analysis. *The Lancet Infectious Diseases.* 2018; 18(1): 95-107.
23. Khilnani GC, Tiwari P, Zirpe KG, Chaudhry D, Govil D, Dixit S, et al. Guidelines for the Use of Procalcitonin for Rational Use of Antibiotics. *Indian J Crit Care Med.* 2022; 26(Suppl 2): S77-S94.
24. Tissieres P, Esteban Torne E, Hubner J, Randolph AG, Rey Galan C, Weiss SL. Use of procalcitonin in therapeutic decisions in the pediatric intensive care unit. *Ann Intensive Care.* 2025; 15(1): 55.