

Mối tương quan giữa nồng độ ferritin huyết thanh với thang điểm SOFA, APACHE II, lactat máu ở bệnh nhân sốc nhiễm khuẩn

Correlation between serum ferritin levels and SOFA score, APACHE II score, and blood lactate in septic shock patients

Nguyễn Đức Nhật^{1*}, Lê Xuân Dương¹,
Đinh Thị Hải Hà¹, Phạm Thái Dũng²,
Nguyễn Trung Kiên³ và Trần Quang Phúc⁴

¹Bệnh viện Trung ương Quân đội 108,

²Bệnh viện Quân y 103,

³Cục Quân y,

⁴Bệnh viện Quân y 354

Tóm tắt

Mục tiêu: Nghiên cứu mối tương quan giữa nồng độ ferritin huyết thanh với thang điểm SOFA (Sequential Organ Failure Assessment) và APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II), nồng độ lactat máu ở bệnh nhân sốc nhiễm khuẩn. **Đối tượng và phương pháp:** 120 bệnh nhân vào Trung tâm Hồi sức tích cực và Khoa Hồi sức Truyền nhiễm, Bệnh viện Trung ương Quân đội 108 được chẩn đoán sốc nhiễm khuẩn. Xác định mối tương quan giữa nồng độ ferritin huyết thanh tại các thời điểm nhập viện (T0); Tn1, Tn3, Tn7 (Tương ứng ngày 1, ngày 3, ngày 7 so với ngày được chẩn đoán sốc nhiễm khuẩn) so với thang điểm SOFA, APACHE II, nồng độ lactate máu ở nhóm bệnh nhân nghiên cứu. **Kết quả:** Nồng độ ferritin huyết thanh có mối tương quan thuận, mức độ trung bình với thang điểm SOFA tại thời điểm T0 ($r: 0,454$ $p<0,01$). Nồng độ ferritin huyết thanh có tương quan thuận, mức độ yếu với thang điểm APACHE II tại thời điểm T0 ($r: 0,183$, $p<0,05$). Nồng độ ferritin huyết thanh có mối tương quan thuận mức trung bình với nồng độ lactat máu ($r: 0,41$, $p<0,05$) tại thời điểm T0. **Kết luận:** Theo dõi giá trị nồng độ ferritin huyết thanh tại thời điểm nhập viện có giá trị tiên lượng mức độ nặng giúp ích cho điều trị và tiên lượng kết cục của bệnh nhân sốc nhiễm khuẩn.

Từ khóa: Nồng độ ferritin huyết thanh, SOFA, APACHE II, lactat máu, sốc nhiễm khuẩn.

Summary

Objective: To study the correlation between serum ferritin levels with SOFA and APACHE II scores, and blood lactate levels in septic shock patients. **Subject and method:** 120 patients admitted to the Intensive Care Center and Infectious Diseases Department of the 108 Military Central Hospital were diagnosed with septic shock. Determine the correlation between serum ferritin levels at the time of admission (T0); Tn1, Tn3, Tn7 (Day 1, Day 3, Day 7 respectively compared to the date of diagnosis of septic shock) compared with SOFA, APACHE II score, blood lactate levels in the study patient group. **Result:** Serum ferritin concentration has a positive correlation, average level with SOFA scale at time T0, Tn1 with $r = 0.454$, $p<0.01$. Serum ferritin levels showed a weak positive correlation with the APACHE II score at time T0 had a correlation coefficient $r = 0.183$, $p<0.05$. Serum ferritin exhibited a moderate

Ngày nhận bài: 16/6/2025, ngày chấp nhận đăng: 29/7/2025

* Tác giả liên hệ: drducnhat85@gmail.com - Bệnh viện Trung ương Quân đội 108

positive correlation with blood lactate levels at admission ($r = 0.41, p < 0.05$). *Conclusion:* Monitoring serum ferritin levels at admission provides prognostic value for assessing disease severity, aiding in treatment decisions and outcome prediction for septic shock patients.

Keywords: Serum ferritin, SOFA, APACHE II, blood lactate, septic shock.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sốc nhiễm khuẩn là bệnh lý thường gặp và là một trong những nguyên nhân chính gây tử vong ở các bệnh nhân điều trị tại Khoa Hồi sức Tích cực. Ngày nay, mặc dù có nhiều tiến bộ trong hiểu biết sinh lý bệnh cũng như áp dụng các phương pháp điều trị mới nhưng sốc nhiễm khuẩn vẫn có tiên lượng nặng, tỷ lệ tử vong cao (khoảng 50%)¹. Một số hệ thống tính điểm, chẳng hạn như SOFA, APACHE II, nồng độ lactat máu được sử dụng rộng rãi trong chẩn đoán sốc nhiễm khuẩn và dự đoán nguy cơ tử vong do sốc nhiễm khuẩn trong thực hành lâm sàng. Ngoài ra một số nghiên cứu gần đây đã cho thấy vai trò của ferritin huyết thanh như là một dấu ấn sinh học dùng để tiên lượng ở bệnh nhân nguy kịch và bệnh nhân sốc nhiễm khuẩn. Ferritin là protein dự trữ sắt phân bố rộng rãi trong tế bào và hệ tuần hoàn. Ferritin, với vai trò là một thành phần quan trọng của hệ thống miễn dịch, có khả năng phản ánh phản ứng bảo vệ của tế bào trong tình trạng viêm. Tăng ferritin được xác định vừa là chất phản ứng giai đoạn cấp tính vừa là chất trung gian gây rối loạn điều hòa miễn dịch do nhiễm khuẩn². Ferritin huyết thanh là dấu hiệu của tổn thương tế bào và liên quan đến tiên lượng bệnh³. Mặc dù có nhiều nghiên cứu về vai trò tiên lượng của nồng độ ferritin trong sốc nhiễm khuẩn, nhưng mối tương quan cụ thể giữa nồng độ ferritin với các thang điểm đánh giá mức độ nặng SOFA, APACHE II và lactate máu trong bối cảnh sốc nhiễm khuẩn tại Việt Nam chưa được nghiên cứu một cách đầy đủ. Việc làm rõ mối tương quan này sẽ giúp các bác sĩ lâm sàng có thêm công cụ hỗ trợ trong việc đánh giá mức độ nặng, tiên lượng và theo dõi đáp ứng điều trị ở bệnh nhân sốc nhiễm khuẩn. Vì vậy chúng tôi tiến hành đề tài này nhằm mục tiêu: *Nghiên cứu mối tương quan giữa nồng độ ferritin huyết thanh với thang điểm SOFA và APACHE II, nồng độ Lactat máu ở bệnh nhân sốc nhiễm khuẩn.*

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Đối tượng

120 bệnh nhân được điều trị tại Trung tâm Hồi sức Tích cực và Khoa Bệnh lý đường hô hấp và Hồi sức Truyền nhiễm, Viện lâm sàng các bệnh truyền nhiễm, Bệnh Viện TƯQĐ 108 từ tháng 4/2023 đến tháng 01/2024 được chẩn đoán sốc nhiễm khuẩn.

2.1.1. Tiêu chuẩn lựa chọn

Bệnh nhân đủ tiêu chuẩn chẩn đoán sốc nhiễm khuẩn theo tiêu chuẩn của hội hồi sức cấp cứu Hoa Kỳ và hội hồi sức Châu Âu (SCCM/ESICM) năm 2016⁴.

Bệnh nhân được áp dụng phác đồ điều trị theo hướng dẫn của SSC 2016.

Tiêu chuẩn loại trừ

Những đối tượng bệnh nhân có các bệnh lý làm thay đổi ferritin huyết thanh như sau:

Bệnh thận mạn giai đoạn cuối.

Bệnh đa hồng cầu tiên phát.

Ung thư (gan, tụy, phế quản, thần kinh, u lympho ác tính).

Thiếu máu không do thiếu sắt (thiếu máu nguyên hồng cầu, tan máu, nguyên bào sắt, bệnh thiếu máu hồng cầu vùng biển hay bệnh thalassemi, hồng cầu hình cầu), bệnh nhân truyền máu khối lượng lớn.

Suy dinh dưỡng, phụ nữ có thai, cường giáp.

2.2. Phương pháp

2.2.1. Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu mô tả, tiến cứu, theo dõi dọc.

2.2.2. Tiến hành

Bệnh nhân được lựa chọn vào nghiên cứu sẽ được khám lâm sàng, làm các xét nghiệm nồng độ ferritin huyết thanh, xét nghiệm cơ bản: Công thức máu, khí máu, PCT, xét nghiệm đánh giá chức năng

thận (ure máu, creatinin máu), chức năng gan (bilirubin, GOT, GPT), lactat máu tại các thời điểm nghiên cứu.

2.2.3. Các chỉ tiêu nghiên cứu

Đặc điểm chung của nhóm nghiên cứu

Tuổi, nồng độ pro-calcitonin (PCT), nồng độ lactat máu, nồng độ ferritin huyết thanh.

Khảo sát mối tương quan giữa nồng độ ferritin huyết thanh với các thang điểm SOFA và APACHE II, lactat máu

Mối tương quan giữa nồng độ ferritin huyết thanh với thang điểm SOFA và APACHE II, lactat máu tại thời điểm T0.

Nồng độ ferritin huyết thanh ở nam bình thường: 20-250ng/mL, nữ: 17-150ng/mL.

2.2.4. Các mốc thời điểm thu thập số liệu

Qui ước các thời điểm đánh giá các triệu chứng lâm sàng, cận lâm sàng (lấy mẫu xét nghiệm nồng độ ferritin huyết thanh) vào các thời điểm sau: Tại các thời điểm nhập viện (T0); Tn1 (sau 1 ngày so với

T0); Tn3 (Sau 3 ngày so với T0); Tn7 (ngày thứ 7 của bệnh so với T0).

2.2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Xử lý số liệu bằng phần mềm SPSS 22.0. Số liệu phân bố chuẩn được biểu diễn dưới dạng giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn, các số liệu không phân bố chuẩn trình bày dưới dạng trung bình và khoảng tứ phân vị. Với các số liệu dưới dạng biến phân loại trình bày là số lượng và tỉ lệ phần trăm. Ngưỡng ý nghĩa thống kê trong nghiên cứu là $p < 0,05$. Vẽ biểu đồ tự động bằng phần mềm SPSS.

2.3. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu được chấp thuận bởi Hội đồng Đạo đức trong nghiên cứu Y sinh học, Bệnh viện TƯQĐ 108 theo quyết định số 2149/ CN-HĐĐĐ ngày 28 tháng 4 năm 2023.

III. KẾT QUẢ

3.1. Đặc điểm chung nhóm bệnh nhân nghiên cứu

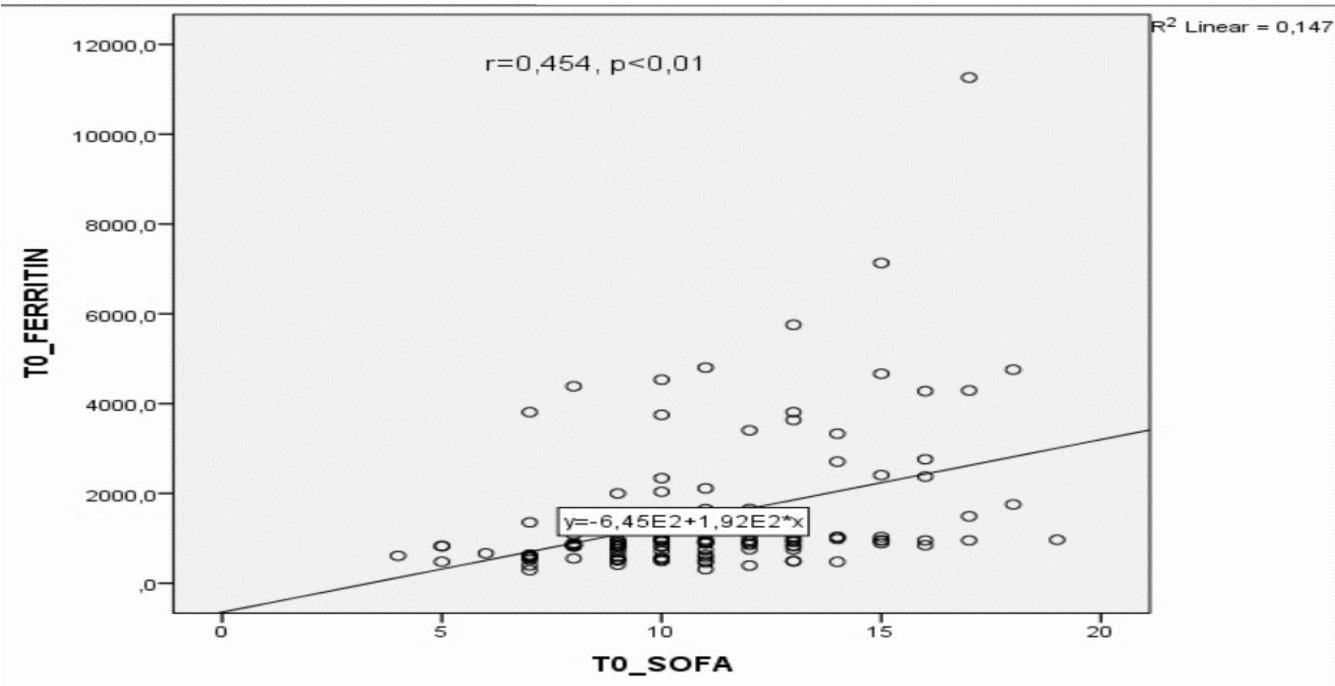
Bảng 1. Đặc điểm chung nhóm nghiên cứu tại thời điểm T0

Thông số	Tổng số BN (n = 120)	Nhóm BN sống (n = 76)	Nhóm BN tử vong (n = 44)	p
Tuổi X $\pm$ SD	68,01 $\pm$ 15,3	68,9 $\pm$ 14,8	67,5 $\pm$ 15,6	>0,05
Điểm APACHE II Trung vị (Q1-Q3)	19(14-24)	17(13-21)	21(16-26)	<0,05
Điểm SOFA Trung vị (Q1-Q3)	11(9-13)	10(9-12)	11,5(10-15)	<0,05
Lactat (mmol/l) Trung vị (Q1-Q3)	3,5 (2,19-5,95)	2,82 (1,73-4,56)	5,2 (3,43-9,03)	<0,05
Nồng độ Ferritin (ng/ml) Trung vị(Q1-Q3)	912,2(669,38-1455,8)	840,8 (595,38-1054,2)	974,85 (851,85-2398,6)	<0,05
PCT (ng/ml) Trung vị (Q1-Q3)	33,2 (6,84-99,6)	36,8 (8,67-99,28)	28,5 (5,64-99,8)	>0,05

Nhận xét: Tổng số 120 bệnh nhân trong đó tuổi trung bình 68,01 $\pm$ 15,3 tuổi, nồng độ PCT 33,2 (6,84-99,6) ng/ml, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở nhóm bệnh nhân sống và nhóm bệnh nhân tử vong ($p > 0,05$). Điểm SOFA, APACHE II, nồng độ lactat máu, nồng độ ferritin huyết thanh nhóm bệnh nhân tử vong cao hơn có ý nghĩa so với nhóm bệnh nhân sống ($p < 0,05$).

Bảng 2. Tương quan giữa nồng độ ferritin huyết thanh với thang điểm SOFA tại các thời điểm nghiên cứu

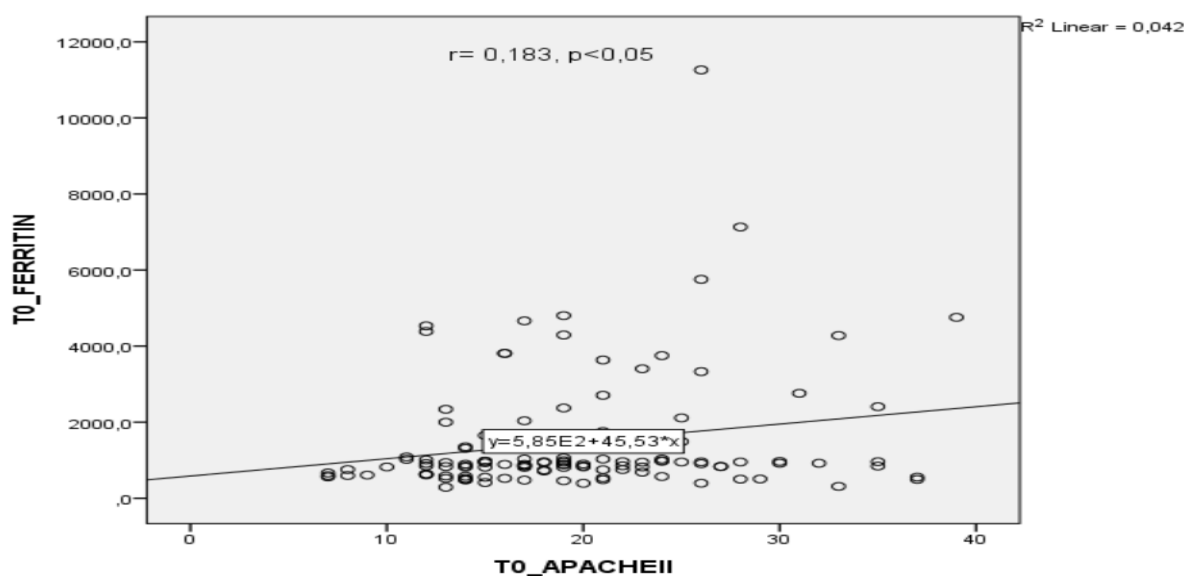
Tương quan	r	p
T0 (n = 120)	0,454	<0,01
Tn1 (n = 111)	0,34	<0,01
Tn3 (n = 97)	0,496	<0,05
Tn7 (n = 80)	0,385	<0,05



Nhận xét: Nồng độ ferritin huyết thanh có mối tương quan thuận mức độ trung bình với thang điểm SOFA. Tại thời điểm T0 nồng độ ferritin huyết thanh có tương quan thuận mức độ trung bình với thang điểm SOFA ($r = 0,454$; $p < 0,01$).

Bảng 3. Tương quan giữa nồng độ ferritin huyết thanh với thang điểm APACHE II tại các thời điểm nghiên cứu

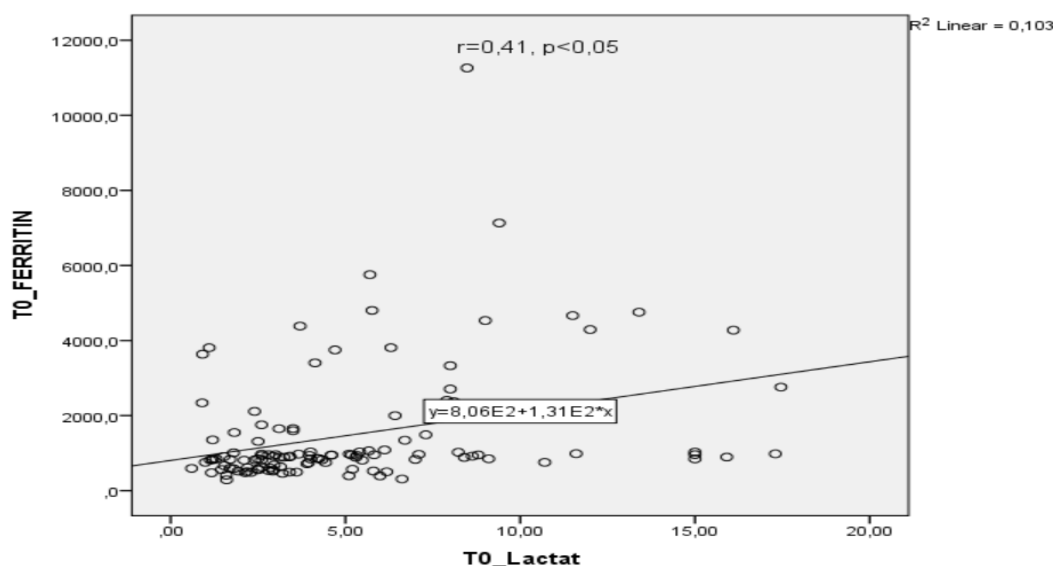
Tương quan	r	p
T0 (n = 120)	0,183	<0,05
Tn1 (n = 111)	0,071	>0,05
Tn3 (n = 97)	0,043	>0,05
Tn7 (n = 80)	0,093	>0,05



Nhận xét: Nồng độ ferritin huyết thanh có mối tương quan thuận mức độ yếu với thang điểm APACHE II tại thời điểm T0 ($r = 0,183$; $p < 0,05$), không có tương quan tại các thời điểm Tn1, Tn3, Tn7 ($p > 0,05$).

Bảng 4. Tương quan nồng độ ferritin huyết thanh với nồng độ lactat máu tại các thời điểm nghiên cứu

Tương quan	r	p
T0 (n = 120)	0,41	<0,05
Tn1 (n = 111)	0,371	<0,05
Tn3 (n = 97)	0,354	<0,05
Tn7 (n = 80)	0,104	>0,05



Nhận xét: Nồng độ ferritin huyết thanh có mối tương quan thuận mức độ yếu đến trung bình với nồng độ Lactat máu tại thời điểm nghiên cứu. Tại thời điểm T0 có mối tương quan thuận mức độ trung bình với nồng độ lactat máu ($r = 0,41$; $p < 0,05$).

IV. BÀN LUẬN

4.1. Xác định mối tương quan giữa nồng độ ferritin huyết thanh với thang điểm SOFA, APACHE II

Nghiên cứu của chúng tôi cho thấy nồng độ ferritin huyết thanh có tương quan thuận mức độ trung bình với thang điểm SOFA ($r = 0,454$; $p < 0,01$) tại thời điểm T0 (Bảng 2).

Nồng độ ferritin huyết thanh có tương quan thuận mức độ yếu với thang điểm APACHE II tại thời điểm T0 ($r = 0,183$; $p < 0,05$) (Bảng 3).

Kết quả của chúng tôi tương tự nghiên cứu của tác giả Piotr F. Czempik (2023) trên 90 bệnh nhân nhiễm khuẩn huyết và sốc nhiễm khuẩn. Kết quả của nghiên cứu cũng chỉ ra mối tương quan yếu giữa thang điểm SOFA và thang điểm APACHE II với nồng độ ferritin huyết thanh lần lượt là ($r = 0,36$; $p = 0,0005$), ($r = 0,27$; $p = 0,01$)⁵.

Tương tự nghiên cứu tác giả Ling Xie (2018) trên 103 bệnh nhân nhiễm khuẩn huyết tại khoa hồi sức thần kinh. Kết quả cho thấy nồng độ ferritin huyết thanh có tương quan thuận mức độ trung bình với thang điểm SOFA ($r = 0,378$; $p < 0,01$) và tương quan thuận mức độ yếu với thang điểm APACHE II ($r = 0,281$; $p = 0,004$)⁶.

Tuy nhiên khi so sánh với nghiên cứu của Daniel Rusu (2020) trên 72 bệnh nhân nhiễm khuẩn nặng và sốc nhiễm khuẩn thấy có mối tương quan thuận mức độ chặt giữa nồng độ ferritin huyết thanh và thang điểm SOFA ($r = 0,7$; $p < 0,05$)⁷. Sự khác biệt này có thể do khác nhau về đối tượng nghiên cứu có cả bệnh nhân nhiễm khuẩn huyết, cơ mẫu, và mức độ bệnh lý phối hợp.

Từ các nghiên cứu trên cho ta thấy mối tương quan giữa nồng độ ferritin huyết thanh với các thang điểm SOFA và APACHE II. Mối tương quan này có thể được giải thích thông qua cơ chế bệnh sinh. Trong sốc nhiễm khuẩn, việc giải phóng cytokine pro-inflammatory như IL-6, IL-1 β kích thích tăng sinh nồng độ ferritin từ đại thực bào⁸. Đồng thời, rối loạn chuyển hóa sắt với tăng hấp thu sắt vào tế bào và giảm xuất sắt dẫn đến tích tụ sắt nội bào, kích hoạt stress oxy hóa và ferroptosis, góp phần vào suy đa

tạng. Thang điểm APACHE II tính toán dựa trên các thông số sinh lý cấp tính trong 24 giờ đầu nhập viện, bao gồm tuổi tác và bệnh lý mạn tính, trong khi SOFA tập trung vào đánh giá mức độ suy tạng. Ferritin, với vai trò là protein pha cấp phản ánh quá trình viêm cấp tính, có thể tương quan tốt hơn với SOFA do cả hai đều phản ánh tình trạng suy tạng hiện tại. Nồng độ ferritin huyết thanh tăng cao tương ứng với mức độ suy giảm chức năng cơ quan, sự tổn thương mô, và mức độ nghiêm trọng của bệnh. Do vậy nồng độ ferritin huyết thanh là một dấu ấn sinh học giúp đánh giá rối loạn chức năng cơ quan và mức độ nghiêm trọng ở bệnh nhân sốc nhiễm khuẩn.

4.2. Xác định mối tương quan giữa nồng độ Ferritin huyết thanh với nồng độ Lactat máu

Nồng độ Ferritin huyết thanh có mối tương quan thuận mức độ trung bình với nồng độ Lactat máu tại thời điểm T0 ($r: 0,41$ $p < 0,05$) (Bảng 4). Theo hiểu biết của chúng tôi thì rất ít nghiên cứu nói rõ về mối tương quan giữa nồng độ Ferritin huyết thanh và nồng độ Lactate máu ở nhóm bệnh nhân sốc nhiễm khuẩn. Trong nghiên cứu của Yi-Peng Fang và CS (2022) trên 2451 bệnh nhân nhiễm khuẩn huyết và sốc nhiễm khuẩn, ở nhóm bệnh nhân tử vong có nồng độ Ferritin huyết thanh là 892 (352-2281) ng/ml và lactat máu 2,2 (1,5-3) mmol/l cao hơn có ý nghĩa so nhóm sống lần lượt là 430 (181-1031) ng/ml và 1,5 (1,2-2,0) mmol/l. Sau đây tác giả chia nồng độ Ferritin huyết thanh thành 11 nhóm để tìm hiểu sự thay đổi bất thường của nồng độ Ferritin huyết thanh đến tỷ lệ tử vong tại bệnh viện. Kết quả với ngưỡng nồng độ ferritin huyết thanh là 591,5ng/ml thì tăng nguy cơ tử vong tại bệnh viện và có mối tương quan với nhiều chỉ số như tuổi, điểm SOFA, AKI, và có mối tương quan thuận với nồng độ Lactat máu (với $p < 0,05$)⁹.

Một số nghiên cứu của các tác giả khác mặc dù không nói rõ mối tương quan giữa nồng độ Ferritin huyết thanh và nồng độ lactat máu tuy nhiên kết quả cho thấy nồng độ ferritin huyết thanh tăng cao tương ứng với nhóm bệnh nhân có nồng độ Lactat

máu cao như tác giả Vijai Williams (2020) với nồng độ lactat ở nhóm BN sống và tử vong lần lượt là 2,4 (1,5-3,4) mmol/l; 3,4(2,3-6) mmol/L thì nồng độ Ferritin huyết thanh ngày 1 ở nhóm bệnh nhân sống và tử vong là 707 (365-2937) ng/ml và 1381 (433-5410) ng/ml sự khác biệt có ý nghĩa (với $p < 0,05$)¹⁰.

Tác giả Yi-Peng Fang và cộng sự (2023) với nồng độ lactat máu ở nhóm tử vong là 2,2 (1,5-3) mmol/l thì nồng độ ferritin huyết thanh 892 (352-2281) ng/ml, cao hơn ở nhóm BN sống là 1,5 (1,2-2) mmol/l; 430 (181-1031) ng/ml⁹.

Tác giả Krishnamurthy (2023) nồng độ lactat máu ngày 1 và ngày 3 lần lượt là $1,7 \pm 0,15$ và $2,65 \pm 0,32$ thì nồng độ ferritin huyết thanh cũng tăng tương ứng là $650,6 \pm 67,5$ ng/ml và $1050,67 \pm 81,45$ ng/ml¹¹.

Ferritin huyết thanh còn được gọi là chất phản ứng giai đoạn cấp tính, được điều hòa phiên mã hoặc sau phiên mã bởi các cytokine tiền viêm, mức độ tăng của ferritin huyết thanh để đáp ứng với tình trạng nhiễm khuẩn. Đồng thời, tăng nồng độ ferritin trong sốc nhiễm khuẩn liên quan đến rối loạn chuyển hóa sắt, tích tụ sắt nội bào dẫn đến stress oxy hóa và tổn thương mitochondria, góp phần vào rối loạn chuyển hóa tế bào và tăng sản xuất Lactate¹². Đồng thời, sốc nhiễm khuẩn gây giảm tưới máu mô và thiếu oxy tế bào, dẫn đến chuyển hóa kỵ khí và sản xuất lactate. Lactate đóng vai trò là dấu hiệu của tình trạng giảm tưới máu mô và chuyển hóa kỵ khí và tăng cao trong sốc nhiễm trùng. Như vậy, nồng độ ferritin có thể cung cấp thông tin về mức độ nghiêm trọng của phản ứng viêm, trong khi nồng độ lactate đóng vai trò là dấu hiệu của tưới máu mô và oxy hóa tế bào. Mỗi tương quan tích cực quan sát được trong các nghiên cứu này nhấn mạnh giá trị tiềm năng của các dấu ấn sinh học này trong việc đánh giá mức độ nghiêm trọng của bệnh, rối loạn chức năng trao đổi chất và tiên lượng ở bệnh nhân sốc nhiễm khuẩn.

V. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu 120 bệnh nhân sốc nhiễm khuẩn tại Trung tâm Hồi sức tích cực và Khoa hồi sức

truyền nhiễm, Bệnh viện Trung ương Quân đội 108 từ tháng 4/2023 đến tháng 4/2024 chúng tôi nhận thấy theo dõi giá trị nồng độ ferritin huyết thanh tại thời điểm nhập viện có giá trị tiên lượng mức độ nặng giúp ích cho điều trị và tiên lượng kết cục của bệnh nhân sốc nhiễm khuẩn:

Nồng độ ferritin huyết thanh có tương quan thuận mức độ trung bình với thang điểm SOFA tại thời điểm T0 ($r = 0,454$; $p < 0,01$) và có mối tương quan thuận mức độ yếu với thang điểm APACHE II tại thời điểm T0 ($r = 0,183$; $p < 0,05$).

Nồng độ ferritin huyết thanh có mối tương quan thuận mức trung bình với nồng độ lactat máu ($r = 0,41$, $p < 0,05$).

Trong nghiên cứu của chúng tôi cỡ mẫu tương đối nhỏ, nghiên cứu tại một trung tâm. Do vậy cần mở rộng cỡ mẫu và nghiên cứu đa trung tâm để xác định ngưỡng nồng độ ferritin tối ưu cho dân số Việt Nam và đánh giá khả năng ứng dụng nồng độ ferritin trong thực hành lâm sàng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyen HB, Jaehne AK, Jayaprakash N et al (2016) *Early goal-directed therapy in severe sepsis and septic shock: insights and comparisons to ProCESS, ProMISe, and ARISE*. Crit Care 20(1): 160.
2. Lalueza A, Ayuso B, Arrieta E et al (2020) *Elevation of serum ferritin levels for predicting a poor outcome in hospitalized patients with influenza infection*. Clinical Microbiology and Infection 26(11): 1557, 9-1557.
3. Brands X, de Vries FMC, Uhel F et al (2021) *Plasma Ferritin as Marker of Macrophage Activation-Like Syndrome in Critically Ill Patients With Community-Acquired Pneumonia*. Crit Care Med 49(11): 1901–1911.
4. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW et al (2016) *The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3)*. Jama: 315(8) 801-810.
5. Czempik PF and Wiórek A (2023) *Comparison of Standard and New Iron Status Biomarkers: A Prospective Cohort Study in Sepsis Patients*. Healthcare 11(7): 995.

6. Xie L, Peng Y, Huang K et al (2018) *Predictive value of iron parameters in neurocritically ill patients*. Brain Behav 8(12): 01163.
7. Rusu D, Blaj M, Ristescu I et al (2020) *Outcome Predictive Value of Serum Ferritin in ICU Patients with Long ICU Stay*. Medicina (Kaunas) 57(1): 1.
8. Halstead ES, Rajasekaran S, Fitzgerald JC et al (2016) *Hyperferritinemic Sepsis: An Opportunity for Earlier Diagnosis and Intervention?*. Front Pediatr 4.
9. Fang YP, Zhang HJ, Guo Z et al (2022) *Effect of serum ferritin on the prognosis of patients with sepsis: Data from the mimic-iv database*. Emergency Medicine International, 2104755.
10. Williams V, Menon N, Bhatia P et al (2020) *Serum ferritin predicts neither organ dysfunction nor mortality in pediatric sepsis due to tropical infections*. Front Pediatr 8: 607673.
11. Krishnamurthy HA and Kishor U (2023) *The Study of Lactate/Albumin Ratio as a Predictor of In-Hospital Mortality in Patients with Sepsis and Septic Shock in a Tertiary Care Hospital*. APIK Journal of Internal Medicine.
12. Zhang P, Liu W, Wang S et al (2024) *Ferroptosis and Its Role in the Treatment of Sepsis-Related Organ Injury: Mechanisms and Potential Therapeutic Approaches*. IDR 17: 5715–5727.