

Khảo sát ảnh hưởng của điều kiện lưu trữ lên chỉ số hồng cầu ở máu ngoại vi

Nguyễn Anh Xuân

Trường Đại học Quốc tế Hồng Bàng

TÓM TẮT

Đặt vấn đề: Hồng cầu trưởng thành ở máu ngoại vi không có nhân và ty thể, giúp tạo không gian tối đa chứa huyết sắc tố. Để khảo sát hồng cầu, tổng phân tích tế bào máu ngoại vi là xét nghiệm cơ bản. Quá trình phân tích mẫu máu ngay sau khi thu thập không phải lúc nào cũng được thực hiện, dẫn đến sự thay đổi của các chỉ số cơ bản của hồng cầu. **Mục tiêu:** Xác định mức độ biến thiên của chỉ số hồng cầu trong máu ngoại vi dưới tác động của các môi trường lưu trữ khác nhau. **Phương pháp nghiên cứu:** 38 mẫu máu tĩnh mạch chống đông bằng EDTA và phân tích chỉ số ban đầu. Mẫu được đem bảo quản ở hai điều kiện khác nhau và đánh giá lại vào các thời điểm 12, 36 và 48 giờ. **Kết quả:** sau 12 giờ các thông số hồng cầu vẫn ổn định. Đến 36 giờ, các chỉ số hồng cầu có sự khác biệt khi bảo quản ở nhiệt độ $25 \pm 2^\circ\text{C}$ và $4 \pm 2^\circ\text{C}$. Các chỉ số đều có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với giá trị p-value lần lượt là: 0.03, 2×10^{-6} , 1×10^{-6} , 2×10^{-8} , 0.03, 0.009, 5×10^{-8} . **Kết luận:** Bảo quản mẫu ở nhiệt độ lạnh ($4 \pm 2^\circ\text{C}$) giúp bảo toàn các chỉ số hồng cầu tốt hơn nhiều so với nhiệt độ phòng ($25 \pm 2^\circ\text{C}$).

Từ khóa: tổng phân tích tế bào máu ngoại vi, chỉ số hồng cầu, điều kiện bảo quản

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hồng cầu (Erythrocyte) được tạo ra từ tế bào gốc vạn năng tại tủy xương, trải qua các giai đoạn biệt hóa thành nguyên tiền hồng cầu (Erythroblast), nguyên hồng cầu ưa base (Early erythroblast), nguyên hồng cầu đa sắc (Late erythroblast), nguyên hồng cầu ưa acid (Normoblast) sau đó là hồng cầu lưới (Reticulocyte) trước khi phóng thích ra máu ngoại vi [1]. Trong suốt quá trình phát triển này, tế bào liên tục tổng hợp và tích lũy hemoglobin, đồng thời tổng xuất nhân cùng các bào quan ra ngoài. Ở máu ngoại vi hồng cầu trưởng thành không có nhân và ty thể, tạo không gian tối đa để chứa huyết sắc tố (hemoglobin). Hemoglobin bao gồm bốn tiểu đơn vị globin, thường là 2 chuỗi α và 2 chuỗi β ở người trưởng thành. Mỗi tiểu đơn vị bao quanh một phần lõi hem, ở trung tâm của hem là sắt, rất cần thiết cho quá trình vận chuyển khí. Chính hemoglobin tạo ra màu đỏ đặc trưng của hồng cầu [2]. Đường kính trung bình của hồng cầu khoảng 7 - 8 μm , được đặc trưng bởi hình đĩa lõm hai mặt (Hình 1)[2, 3].

Hồng cầu thực hiện chức năng chính là trao đổi khí, chúng vận chuyển oxy từ phổi để cung cấp cho hệ thống vi tuần hoàn, kết hợp với việc đào thải khí carbon dioxide từ mô trở lại phổi. Khả năng thực hiện trọn vẹn cơ chế giao nhận khí này phụ thuộc hoàn toàn vào cấu trúc không gian và động học gắn kết của mạng lưới hemoglobin nội bào [4]. Bên cạnh vai trò hô hấp, hồng cầu còn đảm nhiệm nhiều chức

năng trọng yếu khác: tham gia duy trì thăng bằng toan kiềm (điều hòa pH máu), điều biến độ nhớt của máu, biểu hiện các kháng nguyên bề mặt hồng cầu quyết định nhóm máu [5].

Một hồng cầu trưởng thành có vòng đời trung bình từ 100 đến 120 ngày [6]. Khi tế bào già hoặc bị tổn thương, hệ thống đại thực bào tại lách và gan sẽ bắt giữ và tiêu hủy chúng. Các thành phần cấu trúc cốt lõi sẽ được cơ thể tái hấp thu và sử dụng cho các chu kỳ tạo máu tiếp theo. Phần lõi sắt Fe^{2+} cùng các acid amin từ chuỗi globin được cơ thể thu hồi triệt để, chuyên chở trở lại tủy xương để phục vụ quá trình tổng hợp thể hệ hồng cầu kế tiếp. Trong khi đó, vòng porphyrin của nhân heme được chuyển hóa thành sắc tố tự do bilirubin, vận chuyển về gan để xử lý và bài tiết ra ngoài qua đường mật [6].

Để khảo sát hồng cầu, tổng phân tích tế bào máu ngoại vi (Complete Blood Count - CBC) là xét nghiệm cơ bản, thường được các bác sĩ lâm sàng chỉ định. Được thực hiện trên máy đếm tế bào tự động, xét nghiệm CBC cung cấp các thông số chi tiết về chỉ số cơ bản của hồng cầu. Bộ ba chỉ số cơ bản bao gồm số lượng hồng cầu (RBC), nồng độ hemoglobin (HGB) và thể tích khối hồng cầu (HCT) được sử dụng làm tiêu chuẩn để chẩn đoán xác định tình trạng thiếu máu. Các chỉ số khác như thể tích trung bình của hồng cầu (MCV), lượng huyết

Tác giả liên hệ: Nguyễn Anh Xuân

Email: xuanna@hiu.vn

sắc tố trung bình trong hồng cầu (MCH), nồng độ huyết sắc tố trung bình trong hồng cầu (MCHC) và dải phân bố kích thước (RDW) cho phép phân loại và định hướng nguyên nhân cơ sở bệnh lý [7].

Tuy nhiên, trong thực tế lâm sàng, việc phân tích mẫu máu ngay sau khi thu thập không phải lúc nào cũng được thực hiện. Sự chậm trễ này dẫn đến sự thay đổi của các chỉ số cơ bản của hồng cầu. Nhằm xác định mức độ biến thiên của kết quả dưới tác động của các môi trường lưu trữ khác nhau, nghiên cứu này tiến hành khảo sát ảnh hưởng của điều kiện lưu trữ lên chỉ số hồng cầu ở máu ngoại vi.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

2.1.1. Đối tượng nghiên cứu

Máu tĩnh mạch được thu thập và chống đông bằng chất ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA).

2.1.2. Tiêu chuẩn chọn mẫu

- Thể tích mẫu: 2 mL
- Chất chống đông: EDTA
- Mẫu không bị tán huyết, không bị đông máu, ...

2.1.3. Tiêu chuẩn loại trừ

- Thể tích mẫu: Nhiều hoặc ít hơn 2 mL.
- Sử dụng chất chống đông khác EDTA
- Mẫu máu bị tán huyết, bị đông máu, ...

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thiết kế nghiên cứu: Nghiên cứu thực nghiệm.

Nghiên cứu được thực hiện trên mẫu máu của người tình nguyện khỏe mạnh.

Máu tĩnh mạch được chống đông bằng EDTA, ghi nhận thời điểm lấy mẫu chính xác.

Các mẫu máu được chuyển về phòng xét nghiệm và xử lý trong vòng 4 giờ kể từ thời điểm thu thập.

Thiết bị: Máy huyết học tự động Horiba ABX Yumizen H500 tối ưu hóa công nghệ Flow Cytometry thông qua hệ thống DHSS độc quyền, kết hợp trở kháng điện để đo thể tích và tán xạ ánh sáng để phân tích cấu trúc nội bào.

Phương Pháp Xử Lý Thống Kê: So sánh giá trị trung bình của các biến định lượng giữa hai nhóm độc lập, sử dụng kiểm định paired t-test. Mức ý nghĩa thống kê được thiết lập tại giá trị $\alpha = 0.05$. Nếu $\alpha < 0.05$ kết quả có ý nghĩa thống kê.

2.3. Nội dung nghiên cứu

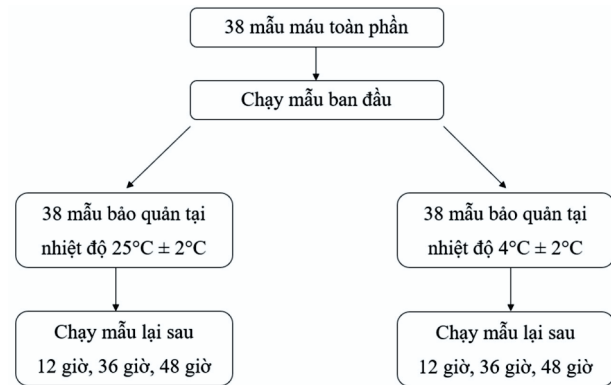
Nghiên cứu tập trung vào việc theo dõi độ ổn định của các chỉ số hồng cầu ở hai điều kiện lưu trữ có kiểm soát. Cụ thể, mẫu được phân chia và duy trì ở

hai mốc nhiệt độ:

- Nhiệt độ phòng thí nghiệm: $25 \pm 2^\circ\text{C}$ (n = 38).
- Nhiệt độ lạnh: $4 \pm 2^\circ\text{C}$ (n = 38).

Mẫu máu phân tích được tiến hành trên máy huyết học tự động Horiba ABX Yumizen H500, trong đó sự biến thiên của các chỉ số hồng cầu được ghi nhận chi tiết tại ba cột mốc thời gian cố định cho từng mức nhiệt độ: 12 giờ, 36 giờ, 48 giờ.

Quy trình được thực hiện theo sơ đồ Hình 2.



Hình 1. Nội dung nghiên cứu

2.4. Phương pháp phân tích số liệu

Số liệu thu được sau quá trình chạy mẫu. Phân tích thống kê bằng phần mềm R.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Kết quả chạy mẫu ban đầu

Tiến hành chạy mẫu ban đầu, máu tĩnh mạch được thu thập theo quy trình chuẩn nhằm bảo tính toàn vẹn của tế bào. Ngay sau khi lấy mẫu, máu toàn phần được xử lý với chất chống đông EDTA và tiến hành đo đạc trên máy huyết học tự động Horiba Yumizen H500. Thu thập số liệu, kết quả phân tích các chỉ số của hồng cầu cho thấy được duy trì ở mức ổn định sinh lý. Cụ thể số lượng hồng cầu (RBC), nồng độ hemoglobin (HGB) và thể tích khối hồng cầu (HCT), thể tích trung bình của hồng cầu (MCV), lượng huyết sắc tố trung bình trong hồng cầu (MCH), nồng độ huyết sắc tố trung bình trong hồng cầu (MCHC) và dải phân bố kích thước (RDW) nằm trong giá trị bình thường. Kết quả được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Các thông số xét nghiệm hồng cầu trong máu toàn phần ở lần chạy mẫu ban đầu (n = 38)

Thông số	Median	Mean \pm SD
RBC (M/ μ L)	5.02	5.12 \pm 0.59
Hb (g/dL)	14.00	14.1 \pm 1.47
Hct (%)	41.70	42.4 \pm 4.07
MCV (fL)	84.70	83.1 \pm 4.64
MCH (pg)	28.50	27.7 \pm 1.95
MCHC (g/dL)	33.20	33.3 \pm 1.02
RDW (%)	12.00	12.1 \pm 0.72

Sự ổn định của các chỉ số hồng cầu ngay thời điểm ban đầu phản ánh các chỉ số hồng cầu của mẫu không bị suy giảm hay chịu tác động bất lợi từ các yếu tố ngoại cảnh trước khi thí nghiệm bắt đầu. Sự đồng nhất của các chỉ số cho thấy chất lượng mẫu đạt tiêu chuẩn tối ưu.

3.2. Ảnh hưởng của điều kiện lưu trữ

Sau khi chạy mẫu ban đầu để khảo sát sự biến đổi các chỉ số hồng cầu mẫu máu toàn phần dưới tác động của nhiệt độ và thời gian lưu trữ, tiến hành bảo quản mẫu ở 2 mốc nhiệt độ khác nhau: 25 ± 2°C và 4 ± 2°C. Mỗi mốc nhiệt độ khảo sát tại 3 thời điểm: 12 giờ, 36 giờ và 48 giờ.

Kết quả thu nhận tại mốc thời gian 12 giờ sau khi lấy máu tĩnh mạch cho thấy các thông số của hồng cầu tương đối ổn định, không có sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê (p > 0.05) khi để mẫu ở hai điều kiện lưu trữ khác nhau. Kết quả được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Các thông số hồng cầu trong máu toàn phần tại thời điểm 12 giờ (n = 38)

Thông số	12 giờ	25 ± 2°C	4 ± 2°C	p-value
RBC (M/μL)		5.17 ± 0.63	4.99 ± 0.91	0.1
Hb (g/dL)		14.2 ± 1.45	14.1 ± 1.66	0.5
Hct (%)		43.1 ± 4.62	41.4 ± 7.62	0.3
MCV (fL)		83.7 ± 4.61	82.3 ± 8.49	0.2
MCH (pg)		27.6 ± 2.13	27.6 ± 1.92	0.9
MCHC (g/dL)		32.9 ± 1.56	32.9 ± 0.81	0.9
RDW (%)		12.9 ± 0.70	12.4 ± 1.25	0.1

Như vậy, trong thời gian 12 giờ sau khi lấy máu, điều kiện bảo quản ở nhiệt độ phòng hay tủ mát không làm thay đổi đáng kể các chỉ số của hồng cầu. Tuy nhiên, tại thời điểm 36 giờ có sự khác biệt giữa hai điều kiện nhiệt độ bảo quản. Kết quả cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0.05) ở toàn bộ các chỉ số thuộc dòng hồng cầu. Điểm đáng chú ý nhất là sự gia tăng thể tích trung bình hồng cầu (MCV) ở điều kiện nhiệt độ phòng (25 ± 2°C) so với mẫu được bảo quản lạnh (4 ± 2°C), với giá trị lần lượt là 84.1 ± 4.69 fL và 83.1 ± 4.62 fL (p = 2x10⁻⁸). MCV thay đổi dẫn đến việc gia tăng tỷ lệ thể tích khối hồng cầu (Hct) lên mức 43.2% ở 25°C so với 42.0% ở 4°C. Ngoài ra, dải phân bố kích thước hồng cầu (RDW) cũng mở rộng hơn đáng kể ở môi trường không được giữ lạnh (13.1% so với 12.5%, p = 5x10⁻⁸). Kết quả được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3. Các thông số hồng cầu trong máu toàn phần tại thời điểm 36 giờ (n = 38)

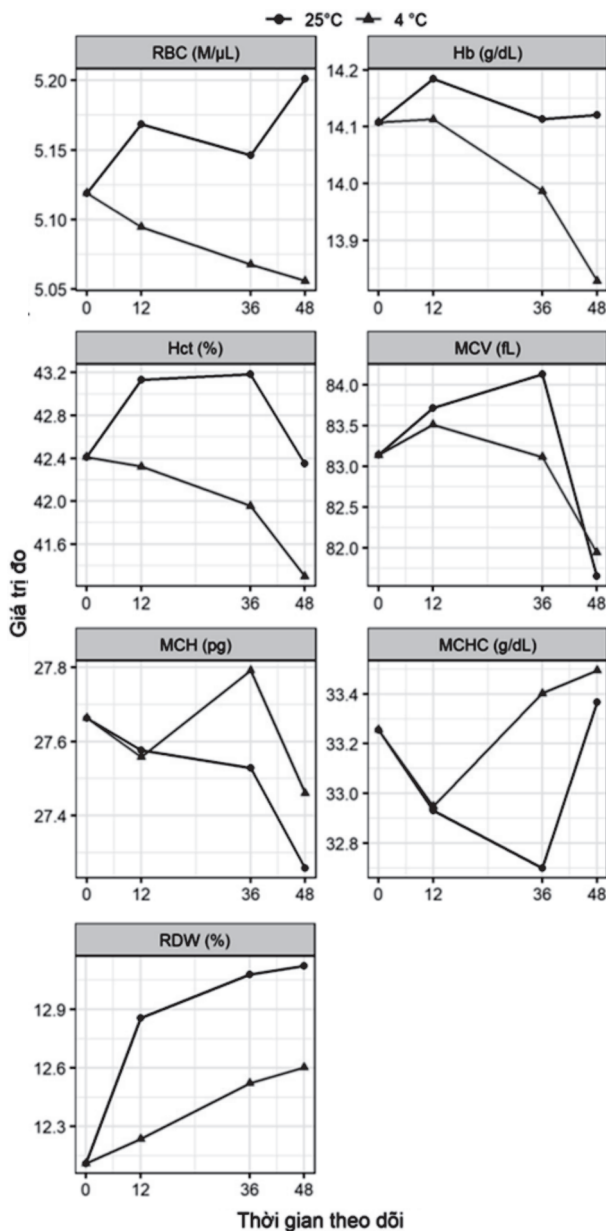
Thông số	36 giờ	25 ± 2°C	4 ± 2°C	p-value
RBC (M/μL)		5.15 ± 0.62	5.07 ± 0.65	0.03
Hb (g/dL)		14.1 ± 1.47	14.0 ± 1.47	2x10 ⁻⁶
Hct (%)		43.2 ± 4.57	42.0 ± 4.59	1x10 ⁻⁶
MCV (fL)		84.1 ± 4.69	83.1 ± 4.62	2x10 ⁻⁸
MCH (pg)		27.5 ± 1.82	27.8 ± 2.60	0.03
MCHC (g/dL)		32.7 ± 0.72	33.4 ± 1.89	0.009
RDW (%)		13.1 ± 0.68	12.5 ± 0.81	5x10 ⁻⁸

Có thể thấy ở thời điểm 36 giờ sau khi lấy mẫu tế bào có sự thoái hóa và thay đổi chuyển hóa bắt đầu diễn ra mạnh hơn ở nhiệt độ phòng. Tại thời điểm 48 giờ cho thấy tốc độ suy thoái tuyến tính của mẫu máu khi không được kiểm soát nhiệt độ nghiêm ngặt. Việc duy trì mẫu ở mức nhiệt 4 ± 2°C giúp khẳng định vai trò thiết yếu trong việc kìm hãm các biến đổi sinh học, bảo vệ màng tế bào và duy trì độ tin cậy tối đa cho các kết quả xét nghiệm huyết học. Kết quả thể hiện bảng 4.

Bảng 4. Các thông số hồng cầu trong máu toàn phần tại thời điểm 48 giờ (n = 38)

Thông số	48 giờ	25 ± 2°C	4 ± 2°C	p-value
RBC (M/μL)		5.20 ± 0.63	5.06 ± 0.61	7x10 ⁻⁷
Hb (g/dL)		14.1 ± 1.49	13.8 ± 1.41	6x10 ⁻⁹
Hct (%)		42.4 ± 4.66	41.3 ± 4.32	8x10 ⁻⁵
MCV (fL)		81.7 ± 4.54	81.9 ± 4.60	0.01
MCH (pg)		27.3 ± 1.79	27.5 ± 1.91	0.03
MCHC (g/dL)		33.4 ± 0.79	33.5 ± 0.74	0.03
RDW (%)		13.1 ± 0.71	12.6 ± 0.76	8x10 ⁻⁸

Nghiên cứu chứng minh rằng ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường có tác động đến tính ổn định của các chỉ số hồng cầu. Khi mẫu máu toàn phần lưu giữ ở nhiệt độ phòng trong thời gian dài, các tế bào máu vẫn duy trì hoạt động chuyển hóa cơ bản ở môi trường in vitro. Ở nhiệt độ phòng, quá trình này diễn ra liên tục làm cạn kiệt nhanh chóng nguồn năng lượng ATP nội bào. Sự sụt giảm nghiêm trọng quỹ dự trữ năng lượng trực tiếp ức chế chức năng của hệ thống bơm ion Na⁺/K⁺-ATPase trên màng tế bào. Hậu quả là tế bào hồng cầu bị biến đổi, kéo theo sự sai lệch các chỉ số hồng cầu. Ngược lại, khi bảo quản mẫu bằng cách lưu trữ mẫu ở môi trường lạnh (4 ± 2°C), tạo ra một cơ chế ức chế sinh lý tối ưu. Nhiệt độ thấp làm giảm thiểu tốc độ chuyển hóa tế bào, giúp bảo tồn lượng ATP và duy trì bền vững trạng thái cân bằng động của các ion qua màng. Có thể kết luận rằng điều kiện bảo quản mẫu máu có ảnh hưởng đến các chỉ số hồng cầu (Hình 2).



Hình 2. Ảnh hưởng của điều kiện lưu trữ lên chỉ số hồng cầu ở máu ngoại vi

Điều kiện môi trường lưu giữ mẫu máu toàn phần có ảnh hưởng đến sự ổn định của các chỉ số hồng cầu. Để đảm bảo độ chính xác kết quả cho chẩn đoán lâm sàng, nếu chưa thể chạy mẫu phân tích ngay, mẫu máu toàn phần nên được bảo quản ở môi trường lạnh.

4. BÀN LUẬN

Điều kiện bảo quản mang tính quyết định đối với sự ổn định sinh lý của hồng cầu. Trong thực hành xét nghiệm, quá trình lưu trữ mẫu đóng vai trò tiên quyết đối với độ tin cậy của kết quả tổng phân tích tế bào máu. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của điều kiện lưu trữ lên chỉ số hồng cầu ở máu ngoại vi cho thấy rằng thời gian bảo quản càng lâu, chất lượng mẫu máu càng suy giảm và nhiệt độ bảo quản đóng

vai trò quyết định đến tốc độ suy giảm đó phù hợp với kết luận của Mitchell Tiessen và cộng sự [8].

Có thể thấy trong 12 giờ đầu, sự ổn định của các chỉ số hồng cầu minh chứng cho việc màng hồng cầu vẫn duy trì được tính toàn vẹn cấu trúc cơ học, chưa xuất hiện tình trạng tán huyết (vỡ hồng cầu). Sự ổn định của chỉ số hematocrit (HCT) và độ rộng phân bố hồng cầu (RDW) trong 12 giờ đầu sau khi lấy mẫu cho thấy sự cân bằng áp suất thẩm thấu nội bào, ngăn ngừa sự phồng lên hoặc co lại của hồng cầu [9].

Bước sang mốc thời gian 48 giờ, quá trình lưu trữ mẫu máu ghi nhận sự phân hóa ngày càng sâu sắc và bộc lộ rõ rệt sự khác biệt giữa hai điều kiện nhiệt độ. Hầu hết các thông số cốt lõi thuộc dòng hồng cầu đều ghi nhận sự chênh lệch với mức ý nghĩa thống kê rất cao. Sự khác biệt thể hiện rõ nét nhất ở các nhóm chỉ số phản ánh mật độ và khối lượng tế bào. Tại điều kiện $25 \pm 2^\circ\text{C}$, số lượng hồng cầu (RBC) và nồng độ Hemoglobin (Hb) đều đo được ở mức cao hơn đáng kể so với mẫu giữ lạnh (p -value lần lượt đạt 7×10^{-7} và 6×10^{-9}). Kéo theo đó, tỷ lệ thể tích khối hồng cầu (Hct) ở môi trường không điều nhiệt dâng lên mức 42.4% so với 41.3% của nhóm $4^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ($p = 8 \times 10^{-5}$). Về mặt cơ chế, sự gia tăng của các thông số này ở nhiệt độ phòng sau hai ngày lưu trữ thường không phản ánh sự nhân lên của tế bào, mà có thể xuất phát từ hiện tượng bốc hơi vi lượng làm cô đặc mẫu, hoặc do màng tế bào bắt đầu biến dạng cấu trúc, khiến các hệ thống máy đếm tự động ghi nhận sai lệch thể tích so với tình trạng ban đầu. Về mặt hình thái, khoảng cách chất lượng giữa hai phương pháp bảo quản càng được minh chứng qua dải phân bố kích thước hồng cầu (RDW). Chỉ số RDW ở mẫu $25 \pm 2^\circ\text{C}$ tiếp tục nở rộng lên 13.1%, khác biệt hoàn toàn so với mức 12.6% ở 4°C ($p = 8 \times 10^{-8}$). Sự gia tăng đột biến của RDW là chỉ báo điển hình cho tình trạng bất đồng đều về kích thước tế bào (anisocytosis). Nó phản ánh mức độ căng thẳng của hồng cầu khi phải duy trì các hoạt động chuyển hóa cạn kiệt năng lượng trong điều kiện nhiệt độ không tối ưu. Lúc này, tế bào có xu hướng thoái hóa màng và co rút hình dạng không đồng nhất. Điều này cũng phù hợp với kết quả giảm nhẹ của thể tích trung bình hồng cầu (MCV) và lượng huyết sắc tố trung bình (MCH) ở nhóm $25 \pm 2^\circ\text{C}$ so với nhóm bảo quản lạnh ($p < 0.05$).

Nhiệt độ lạnh giúp bảo toàn các chỉ số hồng cầu tốt hơn nhiều so với nhiệt độ phòng khi lưu trữ qua đêm [10]. Khi lưu mẫu ở nhiệt độ phòng trong thời gian dài, quá trình chuyển hóa nội bào vẫn tiếp diễn làm cạn kiệt năng lượng, dẫn đến suy giảm chức năng bơm ion và thay đổi tính thấm màng tế

bào [11]. Hệ quả dẫn đến hồng cầu dễ bị trương phồng hoặc xảy ra hiện tượng tan máu vi thể gây sai lệch giả tạo nghiêm trọng cho các thông số nhạy cảm như thể tích khối hồng cầu (Hct) hay thể tích trung bình hồng cầu (MCV). Do đó, trong trường hợp chưa thể làm xét nghiệm ngay, các ống máu cần được chuyển vào bảo quản tại ngăn mát tủ lạnh (khoảng 4°C). Nhiệt độ thấp sẽ làm chậm tối đa tốc độ phản ứng sinh hóa nội bào, giúp bảo toàn nguyên vẹn hình thái tế bào, phù hợp với nghiên cứu của tác giả Ozmen Sevda Unalli và cộng sự khi bảo quản mẫu [12].

Kết quả từ nghiên cứu này cho thấy quá trình bảo quản mẫu máu trước khi xét nghiệm đóng vai trò mang tính quyết định đối với độ tin cậy của kết quả. Nếu thời gian chờ kéo dài, sự mất tính đàn hồi của màng sẽ dẫn đến hiện tượng dung huyết (hemolysis), phù hợp với nghiên cứu về ảnh hưởng của nhiệt độ phòng và bảo quản lạnh đến các

thông số huyết học tự động [13].

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu cho thấy các chỉ số hồng cầu có mức độ biến thiên khác nhau tùy thuộc vào điều kiện và thời gian lưu trữ. Việc bảo quản mẫu máu ở nhiệt độ phòng và làm lạnh trong 12 giờ độ ổn định chấp nhận được của hầu hết các chỉ số của hồng cầu. Làm lạnh giúp cải thiện độ ổn định so với bảo quản ở nhiệt độ phòng và nên được ưu tiên. Thời gian bảo quản càng lâu, chất lượng mẫu máu càng suy giảm và nhiệt độ bảo quản đóng vai trò quyết định đến tốc độ suy giảm đó.

Kiến nghị: Để đảm bảo tính chính xác tối đa của kết quả xét nghiệm huyết học, các mẫu máu nên được phân tích trong vòng 4 giờ sau khi lấy mẫu. Trong trường hợp không thể thực hiện xét nghiệm ngay (lưu trữ qua đêm), bắt buộc phải bảo quản mẫu ở điều kiện làm lạnh ($4 \pm 2^\circ\text{C}$) thay vì nhiệt độ phòng ($25 \pm 2^\circ\text{C}$).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] A. Zivot, J. M. Lipton, A. Narla, and L. Blanc, "Erythropoiesis: Insights into pathophysiology and treatments in 2017," *Molecular Medicine*, vol. 24, no. 1, p. 11, 2018.

[2] R. M. Montgomery, "Hemoglobin: Structure, Function and Oxygen Transport in Mammals- Integrating Epidemiological, Genomic, Environmental, Evolutionary and Recent Morphological Findings," *J Mol Genet Gene Res*, vol. 1, no. 2, pp. 01-16, 2025.

[3] (Sep 2022). *Hemoglobin Structure in Red Blood Cell Vector Image*. Available: <https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/hemoglobin-structure-in-red-blood-cell-vector-43897424>

[4] S. P. J. T. i. j. o. b. Klinken and c. biology, "Red blood cells," *The international journal of biochemistry cell biology*, vol. 34, no. 12, pp. 1513-1518, 2002.

[5] C. S. Olver, "Erythrocyte structure and function," *Schalm's veterinary hematology*, pp. 158-165, 2022.

[6] A. P. Singh, N. K. Maurya, R. Saxena, and S. Saxena, "An overview of red blood cell properties and functions," *Journal of International Research in Medical Pharmaceutical Sciences*, vol. 19, no. 2, pp. 14-23, 2024.

[7] B. George-Gay and K. J. J. o. P. N. Parker, "Understanding the complete blood count with differential," *Journal of PeriAnesthesia Nursing*,

vol. 18, no. 2, pp. 96-117, 2003.

[8] M. Tiessen, H. M. Fruehwald, E. B. Easton, and T. Stotesbury, "Insights into bloodstain degradation and time since deposition estimation using electrochemistry," *Frontiers in Analytical Science*, vol. 2, p. 900483, 2022.

[9] O. Y. M. a. N. Denysenko, "Osmotic resistance of the erythrocyte as an indicator of the functional activity of the cell membrane," *Експериментальна та клінічна фізіологія і біохімія*, Nov. 2023.

[10] Y. Lad, A. Shetty, N. Patel, B. Iqbal, and C. J. J. P. N. R. Gore, "Effect of room temperature and refrigerated storage on automated hematological parameters and peripheral blood smear examinations," vol. 13, pp. 9-17, 2022.

[11] T. Yoshida, M. Prudent, and A. D'Alessandro, "Red blood cell storage lesion: causes and potential clinical consequences," *Blood Transfusion*, vol. 17, no. 1, p. 27, 2019.

[12] O. S. Unalli and Y. Ozarda, "Stability of hematological analytes during 48 hours storage at three temperatures using Cell-Dyn hematology analyzer," *Journal of Medical Biochemistry*, vol. 40, no. 3, p. 252, 2021.

[13] J. R. VIJAYAMBIKA, DS "Effect of room temperature and refrigerated storage on automated hematological parameters," *INDIAN JOURNAL OF PATHOLOGY ONCOLOGY* vol. 7, no. 4, pp. 625-630, 2020.

Survey of the effects of preservation conditions on peripheral red blood cell indices

Nguyen Anh Xuan

ABSTRACT

Background: Erythrocytes are cells that lack a nucleus or mitochondria, which is a structural adaptation that helps maximize the cytoplasmic volume for hemoglobin. Hemoglobin consists of four globin subunits, typically two alpha and two beta chains in adults, which determine the characteristic red color. The primary function of RBCs is gas exchange: transporting oxygen from the lungs to the microcirculation and carrying carbon dioxide from tissues back to the lungs. To evaluate RBCs, the Complete Blood Count (CBC) is a fundamental test performed on automated hematology analyzers. However, immediate analysis following sample collection is not always feasible. This delay can lead to changes in basic erythrocyte indices. To determine the extent of these variations under different storage environments, this study investigated the "Survey of the effects of preservation conditions on peripheral red blood cell indices". Result: The results indicated that RBC parameters remained stable for the first 12 hours. However, by 36 hours, significant deviations began to appear at both room temperature $25 \pm 2^\circ\text{C}$ and refrigeration $4 \pm 2^\circ\text{C}$. The indices including RBC, Hb, Hct, MCV, MCHC, and RDW all showed statistically significant differences, with p-values of 0.03, 2×10^{-6} , 1×10^{-6} , 2×10^{-8} , 0.03, 0.009, 5×10^{-8} respectively. It can be concluded that most RBC indices remain stable within the first 12 hours of post-collection. Conclusion: Furthermore, cold storage ($4 \pm 2^\circ\text{C}$) preserves erythrocyte stability significantly better than room temperature ($25 \pm 2^\circ\text{C}$).

Keywords: complete blood count, red blood cell, and storage conditions

Received: 16/3/2026

Revised: 07/4/2026

Accepted for publication: 14/4/2026