ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ QUY TRÌNH XỬ LÝ, BẢO QUẢN TẾ BÀO GỐC MÁU NGOẠI VI TẠI BỆNH VIỆN CHỢ RẪY

Lê Kim Thảo[1], Nguyễn Ngọc Mai[1], Nguyễn Thị Bé Út[1], Trịnh Thị Hoa Mai[1], Nguyễn Thị Mỹ Linh[1], Phạm Thị Thuỳ Dung[1], Lê Hoàng Hưng[1], Bùi Lê Thảo Như[1], Hoàng Thị Thuý Hà[1]

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá hiệu quả quy trình xử lý, bảo quản tế bào gốc máu ngoại vi tại Bệnh viện Chợ Rẫy giai đoạn 2024-2025.

Phương pháp nghiên cứu: Nghiên cứu mô tả cắt ngang hồi cứu trên 35 đơn vị tế bào gốc máu ngoại vi được thu thập, xử lý, bảo quản và sử dụng cho ghép tế bào gốc tạo máu tại Bệnh viện Chợ Rẫy từ tháng 01/2024 đến tháng 12/2025.

Kết quả: Thời gian xử lý – lưu trữ trung bình là 3,3 ± 0,47 giờ; thể tích túi bảo quản trung bình 125,4 ± 13,54 mL; nồng độ tế bào trung bình 2,0 ± 0,9 × 10^8 tế bào/mL; thời gian lưu trữ trung vị 44 ngày. Sau rã đông, số lượng tế bào sống CD34$^+$ và tỷ lệ tế bào sống CD34$^+$ giảm có ý nghĩa thống kê so với trước bảo quản ($p < 0,001$). Tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34$^+$ đạt trung vị 84,89% (IQR: 17,38%), trong khi tỷ lệ bảo tồn tế bào CD34$^+$ sống đạt trung vị 97,92% (IQR: 4,63%). Không ghi nhận yếu tố quy trình nào có ảnh hưởng độc lập có ý nghĩa thống kê đến tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34$^+$ sau rã đông.

Kết luận: Quy trình xử lý và bảo quản tế bào gốc máu ngoại vi tại Bệnh viện Chợ Rẫy đạt hiệu quả bảo tồn tế bào tốt, duy trì tỷ lệ hồi phục và khả năng sống của tế bào CD34$^+$ ở mức cao sau rã đông.

Từ khoá: Tế bào gốc máu ngoại vi, PBSC, CD34$^+$, bảo quản đông lạnh, tỷ lệ hồi phục.

SUMMARY

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF PERIPHERAL BLOOD STEM CELL PROCESSING AND CRYOPRESERVATION AT CHO RAY HOSPITAL

Objective: To evaluate the effectiveness of the processing and cryopreservation procedure for peripheral blood stem cells (PBSCs) at Cho Ray Hospital during 2024–2025.

Methods: A retrospective cross-sectional descriptive study was conducted on 35 PBSC units collected, processed, cryopreserved, and used for hematopoietic stem cell transplantation at Cho Ray Hospital from January 2024 to December 2025.

Main findings: The mean processing-to-storage time was 3.3 ± 0.47 hours; the mean storage bag volume was 125.4 ± 13.54 mL; the mean cell concentration was 2.0 ± 0.9 × 10^8 cells/mL; and the median storage duration was 44 days. After thawing, both the absolute number of viable CD34$^+$ cells and the percentage of viable CD34$^+$ cells decreased significantly compared with pre-storage values ($p < 0.001$). The median recovery rate of viable CD34$^+$ cells was 84.89% (IQR: 17.38%), while the median preservation rate of viable CD34$^+$ cells was 97.92% (IQR: 4.63%). No processing-related factor showed an independent statistically significant association with the recovery rate of viable CD34$^+$ cells after thawing.

Conclusions: The PBSC processing and cryopreservation procedure at Cho Ray Hospital demonstrated good cell preservation efficiency, maintaining high recovery and viability of CD34$^+$ cells after thawing.

Keywords: Peripheral blood stem cells, PBSC, CD34$^+$, cryopreservation, recovery rate.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ghép tế bào gốc tạo máu (Hematopoietic Stem Cell Transplantation – HSCT) là một phương pháp điều trị hiệu quả đối với nhiều bệnh lý huyết học ác tính, rối loạn sinh tủy, suy tủy xương và một số bệnh miễn dịch bẩm sinh. Trong ba nguồn tế bào gốc tạo máu — tủy xương, máu cuống rốn và máu ngoại vi — tế bào gốc máu ngoại vi (Peripheral Blood Stem Cells – PBSC) hiện được sử dụng phổ biến nhất nhờ quy trình thu thập ít xâm lấn, thời gian hồi phục tạo máu nhanh, và khả năng huy động tế bào CD34$^+$ cao hơn [6].

Sau thu thập, PBSC thường được xử lý và bảo quản đông lạnh để phục vụ ghép hoặc lưu trữ dài hạn. Mặc dù dimethyl sulfoxide (DMSO) được sử dụng làm chất bảo vệ đông nhằm hạn chế sự hình

[1]*Bệnh viện Chợ Rẫy*
Tác giả chịu trách nhiệm chính: Lê Kim Thảo
Email: thaolekim235@gmail.com
Mã bài: HHTM-29
Ngày nhận bài: 12/9/2026
Ngày phản biện khoa học: 10/9/2026
Ngày duyệt bài: 10/10/2026

thành tinh thể băng nội bào và tổn thương màng tế bào, PBSC vẫn có thể bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi áp suất thẩm thấu, pH và stress nhiệt trong quá trình làm lạnh, rã đông và bảo quản lâu dài [5][7]. Do đó, việc chuẩn hóa và kiểm soát chặt chẽ quy trình xử lý – bảo quản PBSC là yêu cầu bắt buộc tại các ngân hàng tế bào gốc và trung tâm ghép theo tiêu chuẩn AABB và FACT–JACIE [2][4].

Tại Trung tâm Truyền máu Chợ Rẫy, quy trình bảo quản PBSC hiện nay được thực hiện bằng kỹ thuật đông lạnh sâu trong nitơ lỏng (-196°C). Tuy nhiên, việc đánh giá định lượng hiệu quả của quy trình dựa trên các chỉ số CD34⁺ và khả năng sống của tế bào sau rã đông còn hạn chế.

Xuất phát từ thực tế trên, chúng tôi tiến hành nghiên cứu "Đánh giá hiệu quả quy trình xử lý, bảo quản tế bào gốc máu ngoại vi tại Bệnh viện Chợ Rẫy" với ba mục tiêu: (1) Đặc điểm các chỉ số chất lượng của PBSC trước và sau xử lý – bảo quản; (2) Xác định tỷ lệ hồi phục CD34⁺ và tỷ lệ sống tế bào sau rã đông so với giá trị trước bảo quản; (3) Mối liên quan giữa các yếu tố quy trình và tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34⁺ sau rã đông.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Các đơn vị tế bào gốc máu ngoại vi được thu thập, xử lý, bảo quản và sử dụng cho ghép tế bào gốc tạo máu tại Bệnh viện Chợ Rẫy trong thời gian từ tháng 01/2024 đến tháng 12/2025.

Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được thiết kế theo phương pháp mô tả cắt ngang hồi cứu, sử dụng phương pháp chọn mẫu thuận tiện. Tất cả các đơn vị tế bào gốc máu ngoại vi thỏa tiêu chuẩn chọn mẫu trong thời gian nghiên cứu được đưa vào phân tích. Tổng số mẫu nghiên cứu là 35 đơn vị PBSC.

2.2. Biến số nghiên cứu

Các biến số nghiên cứu bao gồm thời gian xử lý – lưu trữ, thời gian lưu trữ, thể tích túi bảo quản, nồng độ tế bào, số lượng tế bào sống CD34⁺, tỷ lệ tế bào sống CD34⁺, tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34⁺ và tỷ lệ bảo tồn tế bào CD34⁺ sống sau rã đông.

Kỹ thuật, thiết bị và quy trình thu thập số liệu

Số liệu được thu thập hồi cứu từ hồ sơ lưu trữ, hệ thống quản lý và sổ theo dõi quy trình xử lý–bảo quản. Các thông tin được ghi nhận gồm thời gian từ xử lý đến lưu trữ, thời gian lưu trữ, thể tích túi, nồng độ tế bào, số lượng CD34⁺ và tỷ lệ CD34⁺ sống trước bảo quản và sau rã đông; dữ liệu được kiểm tra, đối chiếu trước khi phân tích.

Tế bào gốc máu ngoại vi được thu thập bằng kỹ thuật gạn tách tế bào trên hệ thống Spectra Optia® Apheresis System. Sản phẩm được phối hợp với dung dịch bảo quản gồm DMSO 10%, Human Albumin và NaCl 0,9%, sau đó được đóng vào túi bảo quản chuyên dụng. Sản phẩm sau xử lý được đông lạnh có kiểm soát tốc độ bằng Thermo Scientific CryoMed Controlled-Rate Freezer và bảo quản trong Thermo Scientific CryoExtra 40 Cryogenic Storage System ở nhiệt độ −196°C.

Số lượng tế bào có nhân được xác định bằng máy phân tích huyết học tự động ADVIA 2120i (Siemens Healthineers). Tế bào CD34⁺ và tỷ lệ tế bào CD34⁺ sống được xác định bằng kỹ thuật flow cytometry trên hệ thống Navios EX (Beckman Coulter) hoặc BD FACSLyric (BD Biosciences) theo quy trình của đơn vị.

Khi có chỉ định sử dụng, sản phẩm được rã đông theo quy trình thường quy. Sau rã đông, số lượng tế bào CD34+ và tỷ lệ tế bào CD34+ sống được xác định lại bằng kỹ thuật flow cytometry.

Tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34+ sau rã đông được tính theo công thức:

Tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34⁺ sau rã đông (%) = (Số lượng tế bào sống CD34⁺ sau rã đông / Số lượng tế bào sống CD34⁺ trước bảo quản) × 100

Tỷ lệ bảo tồn tế bào CD34+ sống sau rã đông được tính theo công thức:

Tỷ lệ bảo tồn tế bào CD34⁺ sống sau rã đông (%) = (Tỷ lệ tế bào CD34⁺ sống sau rã đông / Tỷ lệ tế bào CD34⁺ sống trước bảo quản) × 100

2.3. Xử lý và phân tích số liệu

Dữ liệu được nhập bằng Microsoft Excel và phân tích bằng STATA 17.0. Các biến định lượng được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn hoặc

trung vị (IQR). So sánh các chỉ số trước và sau bảo quản bằng kiểm định Wilcoxon signed-rank. Mối liên quan giữa các yếu tố quy trình và tỷ lệ hồi phục CD34+ được đánh giá bằng hồi quy tuyến tính đơn biến và đa biến với sai số chuẩn hiệu chỉnh (robust standard errors). Mức ý nghĩa thống kê được xác định khi p < 0,05.

2.4. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu đã được Hội đồng Đạo đức Nghiên cứu Y sinh học của Bệnh viện Chợ Rẫy chấp thuận vào ngày 27/05/2026, số 127-26/GCN-HĐĐĐ.

III. KẾT QUẢ

Bảng 1. Thông tin về một số đặc điểm của đơn vị TBG MNV (n=35)

Đặc điểm	$\bar{X}$ ± SD	Min	Max
Thời gian xử lý – lưu trữ (giờ)	3,3 ± 0,47	2,5	4,5
Thể tích túi lưu trữ (mL)	125,4 ± 13,54	100	150
Nồng độ tế bào (x10^8/mL)	2 ± 0,9	0,56	4,3
Đặc điểm	(Median,IQR)	Min	Max
Thời gian lưu trữ (ngày)	44 (52)	22	181

Nghiên cứu được thực hiện trên 35 đơn vị PBSC. Thời gian xử lý – lưu trữ trung bình là 3,3 ± 0,47 giờ, dao động 2,5 - 4,5 giờ. Thể tích túi lưu trữ trung bình là 125,4 ± 13,54 mL (100–150 mL), nồng độ tế bào trung bình là 2,0 ± 0,9 ×10^8 tế bào/mL (0,56 – 4,3 ×10^8 tế bào/mL). Thời gian lưu trữ trung vị là 44 ngày (IQR: 52 ngày), dao động 22-181 ngày.

Bảng 2. Đặc điểm các chỉ số chất lượng PBSC trước bảo quản và sau rã đông (n = 35)

Chỉ số	Trước bảo quản (Median, IQR)	Sau rã đông (Median, IQR)	z	p*
Số lượng tế bào sống CD34+	548,83 (785,03)	460,75 (637,27)	4,701	<0,001
Tỷ lệ tế bào sống CD34+ (%)	99,30 (0,85)	97,22 (4,10)	4,734	<0,001

** Kiểm định Wilcoxon signed-rank.*

Số lượng tế bào sống CD34+ có trung vị 548,83 (IQR: 785,03) trước bảo quản và 460,75 (IQR: 637,27) sau rã đông (z = 4,701; p < 0,001). Tỷ lệ tế bào sống CD34+ giảm từ 99,30% (IQR: 0,85) xuống 97,22% (IQR: 4,10) (z = 4,734; p < 0,001).

Bảng 3. Xác định tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34+ và tỷ lệ bảo tồn tế bào CD34+ sống sau rã đông so với giá trị trước bảo quản

Chỉ số	Trung vị (IQR)	Min–Max
Tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34+ (%)	84,89 (17,38)	51,39 – 106,39
Tỷ lệ bảo tồn tế bào CD34+ sống (%)	97,92 (4,63)	68,68 – 100,72

Tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34+ sau rã đông có trung vị 84,89% (IQR: 17,38%), dao động 51,39% - 106,39%. Tỷ lệ bảo tồn tế bào CD34+ sống có trung vị 97,92% (IQR: 4,63%), dao động 68,68% - 100,72%.

Bảng 4. Hồi quy tuyến tính đơn biến giữa các yếu tố quy trình và tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34+

Biến độc lập	Hệ số β	KTC 95%	p	R^2
Thời gian xử lý – lưu trữ (giờ)	5,09	-3,23 đến 13,41	0,222	0,045
Thời gian lưu trữ (ngày)	-0,005	-0,10 đến 0,09	0,914	0,0004
Thể tích túi (mL)	0,09	-0,20 đến 0,39	0,529	0,012
Nồng độ tế bào (x10^8 tế bào/mL)	-3,69	-7,92 đến 0,55	0,086	0,087

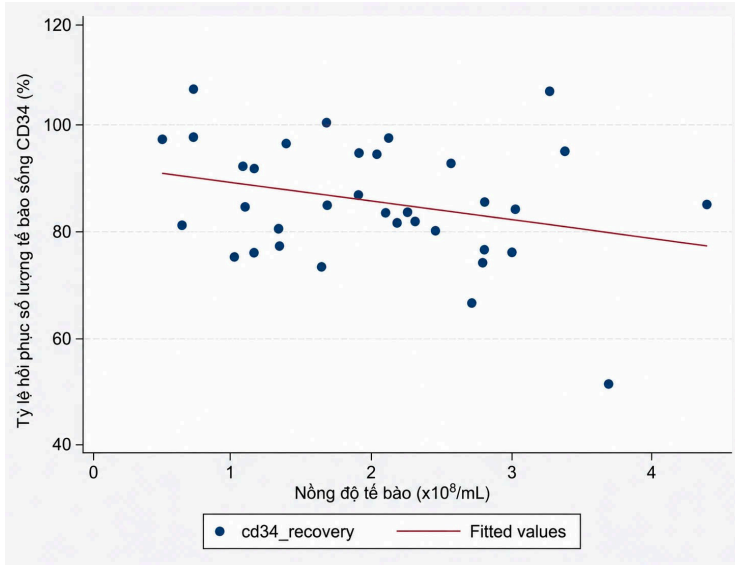
Phân tích hồi quy tuyến tính đơn biến không ghi nhận mối liên quan có ý nghĩa thống kê giữa thời gian xử lý – lưu trữ, thời gian lưu trữ, thể tích túi bảo quản và nồng độ tế bào với tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34+ sau rã đông (p > 0,05). Nồng độ tế bào có xu hướng tương quan nghịch với tỷ lệ hồi phục CD34+ (β = −3,69; p = 0,086).

Bảng 5. Hồi quy tuyến tính đa biến các yếu tố quy trình ảnh hưởng đến tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34+

Biến độc lập	Hệ số β	Sai số chuẩn (robust)	KTC 95%	p
Nồng độ tế bào/mL	-3,61	2,42	-8,54 đến 1,32	0,145
Thời gian xử lý – lưu trữ (giờ)	4,89	4,99	-5,28 đến 15,06	0,335
Hằng số	73,89	18,60	35,99 đến 111,79	<0,001

Mô hình có: R^2 = 0,128; F(2,32) = 1,41; p = 0,259

Phân tích hồi quy tuyến tính đa biến không ghi nhận mối liên quan có ý nghĩa thống kê giữa các yếu tố được đưa vào mô hình và tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34+ sau rã đông. Mô hình có R^2 = 0,128 và không có ý nghĩa thống kê (F(2,32) = 1,41; p = 0,259).



Hình 1. Biểu đồ phân tán giữa nồng độ tế bào và tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34+ sau rã đông

IV. BÀN LUẬN

4.1. Về đặc điểm chung của đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên 35 đơn vị PBSC. Thời gian xử lý – lưu trữ trung bình là 3,3 ± 0,47 giờ, dao động từ 2,5 đến 4,5 giờ, phản ánh tính ổn định của quy trình xử lý tại đơn vị. Novitzky-Basso và cộng sự (2025) ghi nhận rằng thời gian từ khi kết thúc thu thập tế bào gốc máu ngoại vi (apheresis) đến khi bắt đầu quá trình đông lạnh kéo dài có thể làm giảm đáng kể khả năng sống của $CD34^+$ [7]. Trong nghiên cứu của chúng tôi, thời gian xử lý tối đa chỉ 4,5 giờ và không ghi nhận mối liên quan có ý nghĩa thống kê giữa thời gian xử lý và tỷ lệ hồi phục $CD34^+$.

Thể tích túi lưu trữ trung bình là 125,4 ± 13,54 mL, dao động từ 100 đến 150 mL. Nồng độ tế bào trung bình 2,0 ± 0,9 $\times 10^8$ tế bào/mL, với khoảng dao động từ 0,56 đến 4,3 $\times 10^8$ tế bào/mL. Liseth và cộng sự (2005) cho thấy khi tăng nồng độ tế bào từ 150 lên 300$\times 10^6$ tế bào/mL với 5% DMSO thì tỷ lệ sống $CD34^+$ giảm có ý nghĩa [5].Tương tự, Araújo và cộng sự (2021) cũng ghi nhận mật độ tế bào cao có thể ảnh hưởng bất lợi đến khả năng sống của PBSC sau rã đông [3].

Thời gian lưu trữ trung vị là 44 ngày (22 - 181 ngày), tương đối ngắn so với một số nghiên cứu đánh giá bảo quản dài hạn. Lysák và cộng sự (2021) cho thấy bảo quản PBSC trong nitơ lỏng kéo dài không làm ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng tế bào nếu quy trình đông lạnh được thực hiện đúng kỹ thuật [6]. Kết quả của nghiên cứu của chúng tôi mới phản ánh bước đầu trong thời gian lưu trữ tối đa 6 tháng; do đó, cần tiếp tục theo dõi trong thời gian dài hơn.

4.2. Về sự suy giảm $CD34^+$ sau đông lạnh – rã đông

Kết quả nghiên cứu cho thấy số lượng tế bào sống CD34+ sau rã đông giảm có ý nghĩa thống kê so với trước bảo quản, từ trung vị 548,83 xuống 460,75 ($z = 4,701$; $p < 0,001$). Tỷ lệ tế bào sống CD34+ cũng giảm từ 99,30% xuống 97,22% ($z = 4,734$; $p < 0,001$). Sự suy giảm này phù hợp với đặc điểm thường gặp trong quá trình đông lạnh – rã đông tế bào gốc, do tế bào có thể chịu tác động của thay đổi áp suất thẩm thấu, hình thành tinh thể băng và stress nhiệt trong quá trình xử lý. Purtill và cộng sự (2020) cũng ghi nhận quá trình đông lạnh – rã đông thường làm giảm một phần số lượng tế bào CD34+ sống, tuy nhiên mức giảm có thể không ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả ghép nếu số lượng CD34+ sau rã đông vẫn đạt ngưỡng lâm sàng cần thiết [8].

4.3. Về tỷ lệ hồi phục $CD34^+$ và ý nghĩa thực hành

Tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34+ sau rã đông đạt trung vị 84,89% (IQR: 17,38%), dao động từ 51,39% đến 106,39%. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Đỗ Quang Linh và cộng sự, ghi nhận tỷ lệ hồi phục $CD34^+$ là 84,52% [1], nhưng thấp hơn so với nghiên cứu của Sartor và cộng sự (2005), với tỷ lệ hồi phục tế bào sống $CD34^+$ trung vị 93% trên 70 mẫu PBSC, dao động từ 48% đến 107% [9]. Sự khác biệt giữa các nghiên cứu có thể liên quan đến đặc điểm sản phẩm, quy trình xử lý, phương pháp định lượng cũng như điều kiện đông lạnh – rã đông.

Tỷ lệ bảo tồn tế bào CD34+ sống đạt trung vị 97,92% (IQR: 4,63%), dao động từ 68,68% đến 100,72%. Kết quả này cho thấy tỷ lệ tế bào CD34+ sống được duy trì ở mức cao sau quá trình đông lạnh – rã đông.

4.4. Về mối liên quan giữa các yếu tố quy trình và tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống $CD34^+$ sau rã đông

Phân tích hồi quy tuyến tính đơn biến không ghi nhận mối liên quan có ý nghĩa thống kê giữa thời gian xử lý – lưu trữ, thời gian lưu trữ, thể tích túi bảo quản và nồng độ tế bào với tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34+ sau rã đông ($p > 0,05$). Tuy nhiên, nồng độ tế bào có xu hướng tương quan nghịch với tỷ lệ hồi phục CD34+ ($\beta = -3,69$; $p = 0,086$), phù hợp với một số nghiên cứu quốc tế cho thấy mật độ tế bào cao có thể ảnh hưởng bất lợi đến khả năng sống của PBSC sau rã đông [3][7].

Đối với thời gian xử lý – lưu trữ, hệ số hồi quy dương ($\beta = 5,09$), kết quả không đạt ý nghĩa thống kê ($p = 0,222$), có thể liên quan đến khoảng dao động tương đối hẹp của biến này trong nghiên cứu (2,5–4,5 giờ). Thời gian lưu trữ cũng không cho thấy mối liên quan với tỷ lệ hồi phục $CD34^+$($\beta = -0,005$; $p = 0,914$). Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Lysák và cộng sự (2021), trong đó tác giả cho thấy việc bảo quản PBSC trong thời gian dài không ảnh

hưởng đáng kể đến chất lượng tế bào nếu quy trình bảo quản đông lạnh được thực hiện đúng kỹ thuật [6].

Trong mô hình hồi quy tuyến tính đa biến, không có yếu tố nào có ảnh hưởng độc lập có ý nghĩa thống kê đến tỷ lệ hồi phục CD34+. Mô hình có $R^2 = 0,128$, cho thấy các biến được khảo sát chỉ giải thích 12,8% sự biến thiên của tỷ lệ hồi phục. Điều này gợi ý tỷ lệ hồi phục CD34+ có thể chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố khác chưa được khảo sát, bao gồm đặc điểm sinh học của sản phẩm PBSC ban đầu, tình trạng tế bào trước bảo quản và các yếu tố kỹ thuật trong quá trình đông lạnh – rã đông.

Hạn chế nghiên cứu

Nghiên cứu có cỡ mẫu còn hạn chế và chưa khảo sát đầy đủ một số yếu tố kỹ thuật như tốc độ làm lạnh, nồng độ chất bảo vệ đông lạnh và điều kiện rã đông. Những hạn chế này có thể làm giảm khả năng phát hiện các mối liên quan có ý nghĩa thống kê. Các nghiên cứu với cỡ mẫu lớn hơn và khảo sát đầy đủ hơn các yếu tố kỹ thuật sẽ giúp đánh giá rõ hơn các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả bảo quản PBSC.

V. KẾT LUẬN

Nghiên cứu bước đầu cho thấy quy trình xử lý và bảo quản tế bào gốc máu ngoại vi tại Bệnh viện Chợ Rẫy có khả năng duy trì chất lượng tế bào tốt trong thời gian lưu trữ được khảo sát. Thời gian xử lý – lưu trữ trung bình là 3,3 ± 0,47 giờ, thể tích túi bảo quản 125,4 ± 13,54 mL, nồng độ tế bào 2,0 ± 0,9 × 10^8 tế bào/mL. Sau rã đông, số lượng tế bào sống CD34+ giảm từ 548,83 xuống 460,75 và tỷ lệ tế bào sống CD34+ giảm từ 99,30% xuống 97,22% (đều $p < 0,001$). Tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34+ đạt trung vị 84,89% (IQR: 17,38%) và tỷ lệ bảo tồn tế bào CD34+ sống đạt 97,92% (IQR: 4,63%). Phân tích hồi quy đa biến không ghi nhận yếu tố quy trình nào có ảnh hưởng độc lập có ý nghĩa thống kê đến tỷ lệ hồi phục số lượng tế bào sống CD34+ sau rã đông ($R^2 = 0,128$; $p = 0,259$).

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Ban Giám đốc Bệnh viện Chợ Rẫy, Ban Lãnh đạo Trung tâm Truyền máu Chợ Rẫy và các đồng nghiệp tại Phòng Xử lý và Bảo quản tế bào gốc đã tạo điều kiện và hỗ trợ trong suốt quá trình thực hiện nghiên cứu. Nhóm tác giả không có xung đột lợi ích và nghiên cứu không nhận nguồn tài trợ nào.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Đỗ Quang Linh, Nguyễn Bá Khanh, Lê Xuân Thịnh, Trần Ngọc Quế, Nguyễn Văn Thanh.** Chất lượng khối tế bào gốc máu ngoại vi sau bảo quản đông lạnh tại Ngân hàng Tế bào gốc - Viện Huyết học - Truyền máu Trung ương giai đoạn 2014-2023. Tạp chí Y học Việt Nam. 2024;544(11):275-282.
2. **American Association of Blood Banks** (AABB). Standards for Cellular Therapy Services. 9th ed. Bethesda (MD): AABB; 2023.
3. **Araújo A, Salton G, Angeli M, Furlan J, Schmalfuss T, Röhsig L.** Effects of cell concentration, time of fresh storage, and cryopreservation on peripheral blood stem cells. Transfus Apher Sci. 2021.
4. **Foundation for the Accreditation of Cellular Therapy** (FACT). FACT–JACIE International Standards for Hematopoietic Cellular Therapy Product Collection, Processing, and Administration. 8th ed. Omaha (NE): FACT; 2021.
5. **Liseth K, et al.** The viability of cryopreserved PBPC depends on the DMSO concentration and the concentration of nucleated cells in the graft. Cytotherapy. 2005;7(4):328-333.
6. **Lysák D, Brychtová M, Leba M, Cedikova M, Georgiev D, Jindra P, et al.** Long-term cryopreservation does not affect quality of peripheral blood stem cell grafts: a comparative study of native, short-term and long-term cryopreserved hematopoietic stem cells. Cell Transplant. 2021;30:09636897211036004.
7. **Novitzky-Basso I, et al.** Impact of ex vivo time, cell density and cryopreservation on allogeneic stem cell grafts. Cytotherapy. 2025.
8. **Purtill D, Antonenas V, Chiappini P, Tong D, O'Flaherty E, Bajel A, et al.** Variable CD34+ recovery of cryopreserved allogeneic HPC products. Blood Adv. 2020;4:4147-4150.
9. **Sartor M, Antonenas V, Garvin F, Webb M, Bradstock KF.** Recovery of viable CD34+ cells from cryopreserved hemopoietic progenitor cell products. Bone Marrow Transplant. 2005;36(3):199-204.