HIỆU SUẤT THU THẬP TẾ BÀO GỐC TẠO MÁU TỪ MÁU NGOẠI VI SAU GẠN TÁCH TẠI VIỆN HUYẾT HỌC - TRUYỀN MÁU TRUNG ƯƠNG NĂM 2022-2024

Đỗ Quang Linh[1], Thân Thùy Linh[1], Lê Xuân Thịnh[1], Nguyễn Bá Khanh[1], Trần Ngọc Quế[1], Nguyễn Hà Thanh[1]

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá hiệu suất thu thập (CE) tế bào gốc tạo máu từ máu ngoại vi sau gạn tách tại Viện Huyết học-Truyền máu - Trung ương giai đoạn 2022-2024.

Thiết kế nghiên cứu: Mô tả toàn bộ các lượt gạn tách trong khoảng thời gian nghiên cứu.

Địa điểm và thời gian nghiên cứu: Ngân hàng Tế bào gốc – Viện Huyết học - Truyền máu Trung ương từ 01/2022 đến 12/2024.

Đối tượng nghiên cứu: 195 lượt người hiến/bệnh nhân thực hiện quá trình gạn tách TBG tạo máu từ máu ngoại vi trên các hệ thống gạn tách tự động.

Kết quả: Thực hiện gạn tách trên 110 người hiến và 85 bệnh nhân, chỉ số CE đạt 47,75%, liều tế bào CD34+/kg trung bình trong một lần gạn tách được 7,71 x 10^6 nhóm bệnh nhân và 9,17 x 10^6 ở nhóm người hiến. Phân tích đa biến cho thấy chỉ số số lượng tế bào CD34+ trước gạn và số lần xử lý TBV có mối quan hệ tuyến tính nghịch với CE.

Kết luận: Quá trình gạn tách tế bào gốc từ máu ngoại vi tại đơn vị đạt CE ổn định với tỷ lệ đạt liều tế bào đích ngay trong lần gạn đầu tiên ở mức cao.

Từ khoá: Gạn tách tế bào gốc máu ngoại vi, hiệu suất thu thập tế bào CD34+.

SUMMARY

COLLECTION EFFICIENCY OF PERIPHERAL BLOOD HEMATOPOIETIC STEM CELLS FOLLOWING APHERESIS AT THE STEM CELL BANK – NATIONAL INSTITUTE OF HEMATOLOGY AND BLOOD TRANSFUSION FROM 2022-2024

Objective: To evaluate the collection efficiency (CE) of hematopoietic stem cells from peripheral blood following apheresis at National Institute of Hematology and Blood Transfusion between 2022 and 2024.

Study design: A descriptive study of all apheresis procedures performed at Stem Cell Bank – National Institute of Hematology and Blood Transfusion, from January 2022 to December 2024.

Study Subjects: 195 apheresis procedures performed on donors and patients to collect peripheral blood hematopoietic stem cells using automated apheresis systems.

Results: The study included 110 allogeneic donors and 85 patients. The mean CE was 47.75%. The average cell dose per single apheresis procedure was 7.71 x 10^6 CD34+ cells/kg for the patient group and 9.17 x 10^6 CD34+ cells/kg for the donor group. Multivariate analysis indicated that the pre-apheresis CD34+ cell count and the number of total blood volumes (TBV) processed were inversely linearly correlated with CE.

Conclusion: Peripheral blood stem cell apheresis at the unit achieved stable CE, with a high rate of reaching the target cell dose within the first procedure.

Keywords: Peripheral blood stem cell apheresis, CD34+ collection efficiency.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tế bào gốc (TBG) tạo máu từ máu ngoại vi hiện là nguồn TBG được sử dụng phổ biến nhất trong ghép TBG điều trị bệnh. Tại Việt Nam, Viện Huyết học - Truyền máu Trung ương đã triển khai kỹ thuật này từ năm 2006. Tính đến năm 2022, Viện đã thực hiện 547 ca ghép thành công, gồm 268 ca tự thân và 279 ca đồng loài (1). Quá trình thu thập TBG tạo máu từ máu ngoại vi được thực hiện bằng gạn tách ở người hiến hoặc bệnh nhân sau huy động TBG. Kết quả gạn tách cần đạt liều tế bào CD34+ tối thiểu 2 x 10^6 tế bào/kg đối với ghép tự thân và 5 x 10^6 tế bào/kg đối với ghép đồng loài (2). Liều CD34+ tối thiểu nhằm đảm bảo khả năng mọc mảnh ghép, góp phần giảm nguy cơ biến chứng và thời gian nằm viện sau ghép. Kết quả thu thập được đánh giá bằng chỉ số hiệu suất gạn tách (collection efficiency - CE), là chỉ số khách quan phản ánh khả năng thu thập TBG của hệ thống gạn tách. Viện Huyết học - Truyền máu Trung ương là đơn vị hàng đầu cả nước về ghép TBG tạo máu. Một số nghiên cứu trước đây đã đánh giá kết quả gạn tách TBG từ máu ngoại vi nhưng chưa

[1]*Viện Huyết học – Truyền máu Trung ương*
Tác giả chịu trách nhiệm chính: Đỗ Quang Linh
Email: dr.quanglinh.1993@gmail.com
Mã bài: HHTM-33
Ngày nhận bài: 27/8/2026
Ngày phản biện khoa học: 25/8/2026
Ngày duyệt bài: 10/10/2026

đề cập chỉ số CE và các yếu tố liên quan (3). Nhằm đánh giá hiệu suất của quá trình gạn tách nâng cao kết quả gạn tách TBG tạo máu từ máu ngoại vi tại Viện, chúng tôi tiến hành nghiên cứu nhằm mục tiêu:

Đánh giá hiệu suất thu thập TBG tạo máu của quá trình gạn tách TBG máu ngoại vi tại Ngân hàng Tế bào gốc - Viện Huyết học - Truyền máu Trung ương từ 2022-2024.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu mô tả, hồi cứu

Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Thời gian: từ 01/2022 đến 12/2024. Địa điểm nghiên cứu: Ngân hàng Tế bào gốc – Viện Huyết học - Truyền máu Trung ương.

2.2. Đối tượng nghiên cứu

Các lượt người hiến/bệnh nhân thực hiện quá trình gạn tách TBG tạo máu từ máu ngoại vi tại Ngân hàng Tế bào gốc.

Cỡ mẫu, chọn mẫu

195 lượt người hiến/bệnh nhân thực hiện quá trình gạn tách. Cách chọn mẫu: chọn mẫu thuận tiện: chọn toàn bộ các lượt gạn tách trong khoảng thời gian nghiên cứu

2.3. Nội dung nghiên cứu

Các thông số và chỉ số nghiên cứu

Đặc điểm chung của người hiến TBG: Tuổi, giới, chẩn đoán, bệnh nhân – người hiến; thời gian huy động TBG; Các chỉ số xét nghiệm huyết học: tổng phân tích tế bào máu, số lượng tế bào CD34+ trước gạn;

Các chỉ số trong quá trình gạn tách: Tổng thể tích máu xử lý; Thời gian thực hiện; Số lần xử lý thể tích máu của người hiến.

Các chỉ số sau gạn tách: Thể tích túi sản phẩm; Số lượng tế bào CD34+ trong túi sản phẩm.

Các chỉ số:

Chỉ số hiệu suất gạn tách (CE) được Neyrinck và cộng sự mô tả năm 2015 (4):

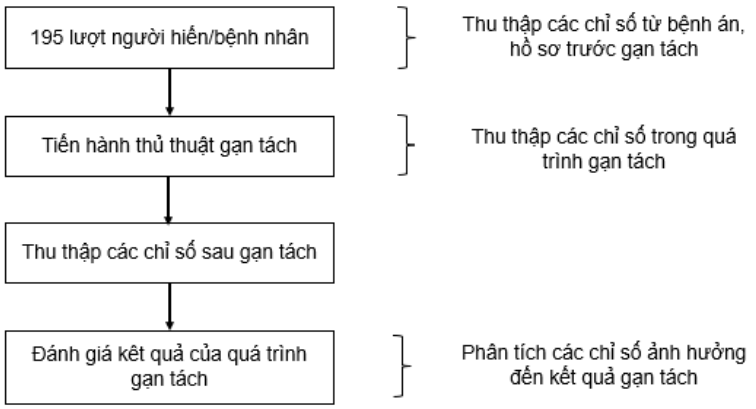
$$CE(\%) \frac{\text{Số lượng tế bào CD34 + trong túi sản phẩm}}{\text{Nồng độ tế bào CD34 + trước gan x TBV x số lần xử lý thể tích máu bệnh nhân}} \text{ x } 100$$

Tổng thể tích máu (TBV) của người hiến – bệnh nhân:

Nam giới: TBV = 183 + [356 × chiều cao^3 (m)] + [33,1 × cân nặng (kg)];

Nữ giới: TBV = 604 + [367 × chiều cao^3 (m)] + [32,2 × cân nặng (kg)].

Sơ đồ nghiên cứu



Hình 2.1. Sơ đồ nghiên cứu

2.4. Các phương tiện và vật liệu nghiên cứu:

Hồ sơ bệnh án của người hiến và bệnh nhân gạn tách TBG; Hồ sơ gạn tách TBG; Hệ thống gạn tách tự động Optia (Terumo) và Comtec (Fresenius Kabi); Hệ thống phân tích tế bào máu tự động DxH900; Hệ thống đo tế bào dòng chảy FC500; Sinh phẩm đếm số lượng tế bào CD34+ của hãng Beckman Coulter; Các phương tiện, vật liệu hỗ trợ khác.

Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu được xử lý bằng phần mềm SPSS 20.0; Các thuật toán thống kê y học: Sử dụng test thống kê: Tính giá trị trung bình, trung vị, khoảng giá trị, SD, tính tỷ lệ %; So sánh giá trị trung bình bằng kiểm định t-test; Mô hình hồi quy tuyến tính phân tích các yếu tố ảnh hưởng tới CE.

2.5. Vấn đề đạo đức nghiên cứu

Người hiến hoặc bệnh nhân dưới 18 tuổi thực hiện thủ thuật gạn tách đều có sự đồng ý của người giám hộ. Nghiên cứu nhằm nâng cao chất lượng chẩn đoán và điều trị, không phục vụ mục đích khác. Thông tin bệnh nhân được bảo mật; số liệu được làm sạch và xử lý trung thực;

III. KẾT QUẢ

3.1. Các đặc điểm của người hiến TBG trước gạn tách

Bảng 3.1. Đặc điểm của đối tượng nghiên cứu (n = 195)

	Trung bình	SD
Tuổi	n	%
	35,50	13,71
Giới tính		
Nam	108	55.38
Nữ	87	44.62
Chẩn đoán		
Người hiến	110	56,41
Bệnh nhân	85	43,59
Đa u tuỷ xương	46	54,12
U lympho	36	42,35
LXM cấp thể M3	3	3,53

Nhận xét: Trong 195 lượt gạn TBG máu ngoại vi, tỷ lệ nam/nữ trong nhóm người hiến TBG xấp xỉ 1/1, độ tuổi trung bình là 35,50 tuổi. Có 110 lượt là người hiến đồng loài, chiếm 56,41%, 85 lượt là bệnh nhân tự thân, trong đó đa số là bệnh nhân đa u tuỷ xương (54,12%).

Bảng 3.2. Một số đặc điểm của đối tượng nghiên cứu trước quá trình gạn tách (n = 195)

	Trung vị	Khoảng giá trị
Số lượng bạch cầu (G/l)	46,33	6,50 – 79,23
Tỷ lệ bạch cầu trung tính (%)	85,90	11,30 – 96,90
Tỷ lệ bạch cầu đơn nhân (%)	12,90	2,90 – 81,30
Số lượng tiểu cầu (G/l)	172,00	34 – 355
Hematocrit (%)	36,80	23 – 51
Số lượng tế bào CD34 (tb/µl)	96	6 – 543

Nhận xét: Người hiến TBG có số lượng bạch cầu trung vị trước gạn tách là 46,33 G/l, số lượng tiểu cầu là 172 G/l. Số lượng tế bào CD34+ trước gạn là 96 tb/µl. Về thành phần bạch cầu trước gạn, chiếm tỷ lệ lớn là bạch cầu trung tính với 85,90%, bạch cầu đơn nhân là 12,90%.

3.2. Một số đặc điểm của quá trình gạn tách

Bảng 3.3. Một số đặc điểm của quá trình gạn tách (n = 195)

	$\bar{X} \pm SD$	Khoảng giá trị
Tổng thể tích máu xử lý (ml)	10187	834 – 17135
Số lần lọc thể tích máu (lần)	2,79	1,20 – 4,10
Thời gian thực hiện (phút)	269,70	128 – 459
Thể tích túi sản phẩm (ml)	302,83	96 – 985
Nồng độ bạch cầu trong túi sản phẩm (G/l)	204,48	80,30 – 455,10
Số lượng tế bào CD34+ trong túi sản phẩm ($x10^6$ tế bào)	531,81	33,63 – 2609,60

Nhận xét: Quá trình gạn tách trung bình xử lý 10187 ml máu của người hiến (2,79 lần TBV), thu được túi sản phẩm 302,83 ml, chứa 531,81 x 10^6 tế bào CD34+ và nồng độ bạch cầu là 204,48 G/l.

Bảng 3.4. Kết quả của quá trình gạn tách (n = 195)

Liều tế bào CD34+ sau gạn tách (x 10^6 tb/kg)	Trung vị	Đạt ngưỡng (%)	Không đạt (%)
Bệnh nhân (n = 85)	7,71		
Ngưỡng: 2 x 10^6 tb/kg		88,20%	11,80%
Người hiến (n = 110)	9,17		
Ngưỡng: 5 x 10^6 tb/kg		88,20%	11,80%

Nhận xét: Sau gạn tách, liều tế bào CD34+ trung bình đạt 7,71 x 10^6 tế bào/kg ở nhóm bệnh nhân và 9,17 x 10^6 tế bào/kg ở nhóm người hiến. 88,20% số ca gạn có liều tế bào đạt ngưỡng yêu cầu ở cả hai nhóm.

Bảng 3.5. Hiệu suất của quá trình gạn tách (n = 195)

	Trung bình	Khoảng giá trị
CE (%)	47,75	17,80 – 84,60

Nhận xét: Chỉ số CE trung bình đạt 47,75%. Ca gạn có hiệu suất thấp nhất đạt 17,80%, cao nhất đạt 84,60%.

3.3. Một số yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất gạn tách

Bảng 3.6. So sánh CE giữa bệnh nhân và người hiến (n = 195)

	Người hiến (n = 110)	Bệnh nhân (n = 85)	p
CE (%)	47,94	47,50	0,816

Nhận xét: Nhóm người hiến đồng loài có CE trung bình là 47,94%, nhóm bệnh nhân là 47,50%, không có sự khác biệt giữa 2 nhóm với p = 0,816.

Bảng 3.7. Mối quan hệ hồi quy tuyến tính giữa đặc điểm của người hiến/bệnh nhân với kết quả gạn tách (n = 195)

	Mô hình đơn biến				Mô hình đa biến			
	Hệ số hồi quy chưa chuẩn hóa	Hệ số hồi quy chuẩn hóa	t	p	Hệ số hồi quy chưa chuẩn hóa	Hệ số hồi quy chuẩn hóa	t	p
	B	Beta			B	Beta		
Tuổi	0,024	0,026	0,358	0,721				
Giới, nam	2.184	0.084	1.168	0.244				
Chẩn đoán, người hiến	0.439	0.017	0.233	0.816				
TBV (ml)	0,005	0,253	3,63	<0,001	0,002	0,128	1,539	0,125
Số lượng tế bào CD34 trước gạn (tb/µl)	-0,015	-0,097	-1,354	0,177	-0,037	-0,241	-2,7	0,008

	Mô hình đơn biến				Mô hình đa biến			
	Hệ số hồi quy chưa chuẩn hóa	Hệ số hồi quy chuẩn hóa	t	p	Hệ số hồi quy chưa chuẩn hóa	Hệ số hồi quy chuẩn hóa	t	p
	B	Beta			B	Beta		
Số lần xử lý TBV (lần)	-3,483	-0,146	-2,047	0,042	-4,823	-0,202	-2,031	0,044
Nồng độ bạch cầu trước gạn (G/l)	-0,137	-0,171	-2,416	0,017	-0,117	-0,147	-1,746	0,082
Nồng độ MNC trước gạn (G/l)	0,03	0,097	1,35	0,179	-0,001	-0,003	-0,041	0,967
Nồng độ tiểu cầu trước gạn (G/l)	-0,004	-0,025	-0,351	0,726				
Hematocrit trước gạn (%)	6,01	0,028	0,394	0,694				

Nhận xét: Thông qua mô hình hồi quy tuyến tính đơn biến, các biến TBV, số lượng tế bào CD34+ trước gạn, số lần xử lý TBV, nồng độ bạch cầu trước gạn, nồng độ MNC trước gạn được lựa chọn để đưa vào mô hình đa biến, Trong mô hình hồi quy đa biến, các chỉ số số lượng tế bào CD34+ trước gạn, số lần xử lý TBV có mối quan hệ tuyến tính nghịch với chỉ số CE ($p<0,05$).

IV. BÀN LUẬN

Đặc điểm của quá trình gạn tách TBG máu ngoại vi

Trong nghiên cứu, 195 lượt gạn tách được thực hiện từ 2022 đến 2024, gồm 110 lượt người hiến và 85 lượt bệnh nhân. Ở nhóm bệnh nhân sử dụng TBG tự thân, nhóm bệnh chủ yếu là đa u tủy xương (54,12%), (bảng 3.1). Vào ngày gạn tách, số lượng bạch cầu đạt 46,33 G/l và CD34+ trước gạn đạt 96 tb/µl (bảng 3.2). Quá trình gạn tách xử lý trung bình 2,79 lần TBV máu của người hiến/bệnh nhân (bảng 3.3). Sau gạn tách, liều CD34+ đạt 9,17 x 10^6 tb/kg ở nhóm người hiến đồng loài và 7,71 x 10^6 tb/kg ở nhóm bệnh nhân tự thân. Tỷ lệ đạt ngưỡng tối thiểu ở cả hai nhóm là 88,20% (bảng 3.4). Kết quả cho thấy đa số trường hợp chỉ cần một lần gạn tách để đảm bảo đủ số lượng TBG cần sử dụng.

Chỉ số CE thể hiện hiệu suất gạn tách được nhiều nghiên cứu sử dụng nhằm đánh giá sự ổn định của quy trình gạn và thể hiện mức độ hiệu suất của việc thu thập tế bào CD34+. Trong nghiên cứu của đơn vị chúng tôi, các ca gạn có CE trung bình đạt 47,75%. So sánh với một số nghiên cứu trên thế giới, hiệu suất gạn tách của chúng tôi ở mức độ tương đương (bảng 4.1).

Bảng 4.1. Hiệu suất gạn tách của một số trung tâm trên thế giới

Trung tâm	Tác giả	Đối tượng	CE trung bình (%)
MD Anderson Cancer Center	Miller et al. (2023) (5)	Người hiến	57%
Kyoto University Hospital	Kondo et al. (2022) (6)	Người hiến	64,3%
NIH/NMDP	Heuft et al. (2000) (7)	Bệnh nhân	42,6%

Một số yếu tố ảnh hưởng tới hiệu suất gạn tách

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành đánh giá một số yếu tố ảnh hưởng đến chỉ số CE. Tuy mức CE đạt giá trị trung bình là 47,75% nhưng khoảng dao động khá lớn (từ 17,80 đến 84,60%). Trong bảng 3.6, chúng tôi nhận thấy giá trị CE của nhóm người hiến đồng loài đạt trung bình 47,94%, còn nhóm bệnh nhân đạt

47,5%. Đây là giá trị đảm bảo các ca gạn tách có thể đạt được số lượng tế bào CD34+ như mong muốn. Tại bảng 3.7, chúng tôi sử dụng mô hình hồi quy đa biến để tiến hành phân tích các yếu tố ảnh hưởng tới chỉ số CE. Sau khi phân tích, chúng tôi nhận thấy các chỉ số số lượng tế bào CD34+ trước gạn và số lần xử lý TBV của người hiến trong quá trình gạn có mối quan hệ tuyến tính nghịch với CE. Đối với chỉ số số lượng tế bào CD34+ trước gạn, nghiên cứu của Tiwari và cộng sự trên 77 bệnh nhân thực hiện gạn tách đã chỉ ra CE có mối quan hệ tuyến tính thuận khá chặt chẽ (8). Tuy nhiên, nghiên cứu khác của Özkan và cộng sự được thực hiện trên nhóm người hiến đồng loài bằng hệ thống Optia lại nhận thấy mối quan hệ tuyến tính nghịch (9). Đối với chỉ số số lần xử lý TBV của người hiến TBG, Verlinden và cộng sự đã chỉ ra khi xử lý trên 3 lần TBV người hiến trong quá trình gạn, CE sẽ có xu hướng giảm, đặc biệt là trên nhóm bệnh nhân có số lượng tế bào CD34+ trước gạn thấp < 20 tb/µl (10). Điều này được giải thích do sự huy động tế bào CD34+ vào tuần hoàn sẽ giảm dần trong quá trình gạn tách, đặc biệt là nhóm bệnh nhân đã trải qua quá trình hóa trị liệu trước đó. Tuy nhiên, đối với những người hiến TBG có chỉ số số lượng tế bào CD34+ trước gạn cao, quá trình gạn tách chỉ cần xử lý thể tích máu thấp là thu thập đủ số lượng tế bào CD34+ cho quá trình ghép, mối quan hệ tuyến tính nghịch với chỉ số CE không có nhiều ý nghĩa trong trường hợp này. Các tổ chức quốc tế như EBMT (European Society for Blood and Marrow Transplantation) và FACT-JACIE (Foundation for the Accreditation of Cellular Therapy – Joint Accreditation Committee ISCT-Europe & EBMT) đều nhắc đến chỉ số CE là giá trị cần theo dõi trong quá trình gạn tách, nhưng chưa có tổ chức nào quy định ngưỡng CE cần phải đạt được, mà chỉ đề cập đến như là một chỉ số đảm bảo chất lượng trong quá trình gạn tách.

Bên cạnh việc sử dụng để đánh giá chất lượng của quá trình gạn tách, chỉ số CE còn được sử dụng trong ước tính liều tế bào CD34+ có thể thu thập được sau quá trình gạn tách. Trong nghiên cứu của Özkan và cộng sự, các tác giả đã ứng dụng giá trị CE trung bình trong nghiên cứu để ước tính lượng thể tích máu cần thiết để đạt đủ liều tế bào CD34+ mong muốn (9). Ngoài ra, tổ chức NMDP (National Marrow Donor Program - Chương trình Người hiến Tủy Quốc gia Hoa Kỳ) cũng đưa ra công thức tính lượng máu cần xử lý trong quá trình gạn tách dựa trên liều tế bào CD34+ mong muốn, CE và số lượng tế bào CD34+ trước gạn. Từ đó cho thấy giá trị CE rất hữu ích trong tính toán nhằm đạt được liều tế bào sau gạn mong muốn.

Nghiên cứu của chúng tôi còn có hạn chế, đây là nghiên cứu đầu tiên chúng tôi thực hiện để đánh giá chỉ số CE, các yếu tố như phác đồ hóa trị liệu, liều thuốc huy động, chất lượng đường truyền tĩnh mạch,... Chưa được đánh giá đầy đủ. Chúng tôi sẽ thực hiện các nghiên cứu dài hơn nhằm đánh giá chi tiết hơn các yếu tố liên quan đến người hiến/bệnh nhân, thiết bị gạn tách và các yếu tố khác.

Nghiên cứu được thực hiện trong khuôn khổ đề tài "Một số yếu tố ảnh hưởng đến kết quả gạn tách tế bào gốc tạo máu từ máu ngoại vi tại Ngân hàng Tế bào gốc – Viện Huyết học-Truyền máu Trung ương (2022-2024)", đã được nghiệm thu theo quyết định số 1786/QĐ-HHTM, ngày 11/12/2025. Nghiên cứu được thực hiện phù hợp với các quy định hiện hành về đạo đức trong nghiên cứu y sinh học và bảo mật thông tin của đối tượng nghiên cứu.

V. KẾT LUẬN

Qua 195 lượt gạn tách, chúng tôi nhận thấy:

Hiệu suất gạn tách CE đạt 47,75%, 88,20% số ca gạn đạt đủ liều tế bào sau một lần gạn tách;

Nhóm người hiến đồng loài nên gạn tách vào ngày thứ 4 sau huy động để đạt được CE cao hơn.

Các chỉ số số lượng tế bào CD34+ trước gạn và số lần xử lý TBV có mối quan hệ tuyến tính nghịch với CE.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Khanh BQ, Binh VTT, Thanh NH, Huong DPT, Thuy DT, Ha NK, et al.** Forging international collaboration and alliances to establish the largest transplant center in the north of Vietnam. Seminars in Hematology. 2023;60(4):243-50.

2. **Giralt S, Stadtmauer E, Harousseau J-L, Palumbo A, Bensinger W, Comenzo R, et al.** International myeloma working group (IMWG) consensus statement and guidelines regarding the current status of stem cell collection and high-dose therapy for multiple myeloma and the role of plerixafor (AMD 3100). Leukemia. 2009;23(10):1904-12.

3. **Lê Xuân Thịnh, Trần Ngọc Quế, Nguyễn Bá Khanh, Võ Thị Thanh Bình, Bạch Quốc Khánh.** Nghiên cứu đặc điểm tế bào máu của người hiến và bệnh nhân được gạn tách tế bào gốc máu ngoại vi tại Viện Huyết học - Truyền máu TW giai đoạn 2015-2017. Tạp chí Y học Việt Nam. 2018;467:900-7.

4. **Neyrinck MM, Vrielink H, Education JTFf, Certification.** Calculations in apheresis. Journal of clinical apheresis. 2015;30(1):38-42.

5. **Miller A, Davies J, Young K, Eckman E, Lo MY, Erskine H, et al.** The effect of increased collect pump rate on collection efficiency in hematopoietic progenitor cell collection by apheresis in allogeneic adult donors—A single center analysis. Transfusion. 2023;63(10):1926-36.

6. **Kondo T, Fujii N, Fujii K, Sumii Y, Urata T, Kimura M, et al.** Low hematocrit reduces the efficiency of CD34+ cell collection when using the Spectra Optia continuous mononuclear cell collection procedure. Transfusion. 2022;62(5):1065-72.

7. **Heuft H, Dubiel M, Kingreen D, Oertel J, De Reys S, Rick O, et al.** Automated collection of peripheral blood stem cells with the COBE spectra for autotransplantation. Vox sanguinis. 2000;79(2):94-9.

8. **Tiwari AK, Pandey P, Subbaraman H, Bhargava R, Rawat G, Madiraju S, et al.** Autologous peripheral blood stem cell harvest: Collection efficiency and factors affecting it. Asian Journal of Transfusion Science. 2016;10(1):93-7.

9. **Özkan SG, Kimiaei A, Safaei S, Ercan T, Sönmezoğlu M, Demirel GY, et al.** Prediction of CD34+ hematopoietic stem cells in healthy allogeneic stem cell donors on the Optia cell separator based on CE2: Which formula is more correlated with actual CD34+? Transfusion. 2024;64(10):1959-67.

10. **Verlinden A, Van de Velde A, Verpooten GA, Janssen van Doorn K.** Determining factors predictive of CD34+ cell collection efficiency in an effort to avoid extended and repeated apheresis sessions. Journal of clinical apheresis. 2013;28(6):404-10.