

単一ダブルルーメン中心静脈カテーテルを用いた末梢血幹細胞採取効率についての検討

前川 隆彰¹⁾ 佐藤 謙¹⁾²⁾ 高野 昂佑¹⁾ 岡田 陽介¹⁾ 田地 規朗¹⁾
 寺本 昌弘¹⁾ 堀内 俊克¹⁾ 嗟峨 玲奈¹⁾ 加藤章一郎¹⁾ 山村 武史¹⁾
 渡邊 純一¹⁾ 石関 香織²⁾ 伊藤 佳世²⁾ 岩永 幸子²⁾ 坂口 武司²⁾
 小林 彩香¹⁾ 小林 真一¹⁾ 木村 文彦¹⁾

自家末梢血幹細胞移植併用大量化学療法は、再発びまん性大細胞型 B 細胞リンパ腫や多発性骨髄腫などでは標準的治療として実施されている。末梢血幹細胞採取の際、採血用と返血用に 2 本の末梢静脈カテーテル (PVC) が使用されるが、単一のダブルルーメン中心静脈カテーテル (dCVC) が用いられる場合もある。dCVC を用いた場合、返血された血液が採血側に混入することによる幹細胞採取効率の低下が懸念されるが、十分な検証はなされていない。そこで、我々は当科で行った 36 症例、計 64 回の末梢血幹細胞採取を、単一の dCVC から採取された群 (dCVC 群) と 2 本の PVC あるいは PVC と CVC を用いて採取された群 (PVC 群) に分けて後方視的に解析した。解析方法としては、[採取 CD34 陽性細胞数 (個)/(末梢血 CD34 陽性細胞数 (個/ml) × 処理血液量 (ml))] を推算採取効率と定義し、2 群間で比較した。その結果、dCVC 群の推算採取効率は PVC 群に劣らず、dCVC の有用性が確認された。

キーワード：末梢血幹細胞採取，末梢血管カテーテル，中心静脈カテーテル，CD34 陽性細胞，採取効率

はじめに

一部の造血器腫瘍や固形腫瘍において、自家末梢血幹細胞移植を併用した大量化学療法は有効な治療選択肢であり、再発びまん性大細胞型 B 細胞リンパ腫や多発性骨髄腫などでは標準的治療の 1 つとなっている¹⁾。末梢血幹細胞採取は顆粒球コロニー刺激因子 (granulocyte-colony stimulating factor, G-CSF) の大量投与を行って末梢血中に幹細胞を動員し、血液成分連続分離装置を用いて回収するという方法がとられている²⁾。造血器腫瘍患者においては、抗腫瘍効果と末梢血への幹細胞の動員効率向上を期待し、G-CSF 大量投与前に化学療法 (以下、動員化学療法とする) が行われることが多い。

末梢血幹細胞採取の際には、通常末梢血管へのカテーテル留置 (peripheral venous catheter : PVC) が採用されるが、末梢血管の確保が困難な場合には、中心静脈カテーテル (central venous catheter : CVC) を採血・返血ルートとして使用することがある。CVC を用いた末梢血幹細胞採取においては、血流確保のために血液透析用の内径の大きなカテーテルの使用を推奨する報

告がある³⁾。一方で、標準的な内径の CVC を用いても十分な血流確保と幹細胞採取が行えるとの報告もある⁴⁾。

健常人ドナーからの採取における国内のガイドラインでは、末梢血管が確保できず、やむを得ない場合は大腿静脈に挿入した単一のダブルルーメン CVC (dCVC) を用い、採血及び返血を行うことを考慮してもよいとしている⁵⁾。しかし、返血した血液が採血側に混入することなどを懸念し、単一の dCVC からの採血及び返血を忌避する施設もある。これらの施設では、CVC と PVC を 1 本ずつ使用するか、PVC が留置困難な場合は一時的に 2 本の CVC を挿入することも行っている。一方で、単一の dCVC を用いて末梢血幹細胞採取を行った場合、穿刺回数を最小限にすることができるため、PVC もしくは 2 本の CVC 挿入に伴う患者の痛みや合併症発生のリスクを減少させることができる。また、PVC と比較し流量が安定しやすいため、採取時間の短縮などが期待できる。

当科では、CVC を用いて末梢血幹細胞採取を行う場合には、標準的な内径の dCVC を留置し、主管を採血ルート、側管を返血ルートとして採取を行っている。

1) 防衛医科大学校病院血液内科

2) 防衛医科大学校病院輸血・血液浄化療法部

[受付日：2016 年 7 月 19 日，受理日：2016 年 11 月 30 日]

表1 患者背景

	PVC	dCVC
患者数 (人)	12	24
男性/女性 (人)	11/1	17/7
年齢 (歳), 中央値 (範囲)	57 (44 ~ 66)	60.5 (44 ~ 69)
原疾患 (人)		
非ホジキンリンパ腫	4	17
ホジキンリンパ腫	0	2
多発性骨髄腫	8	5
動員化学療法 (人)		
CHASE	3	16
CHOP	1	0
EPOCH	0	0
IVE	0	0
hyper CVAD	0	1
CY	5	2
ETP	3	4
なし (G-CSF のみ)	0	1
採取に要したアフエレーシス回数 (人)		
1 回	6	10
2 回	4	10
3 回以上	2	4
アフエレーシス回数 (回/人), 中央値 (範囲)	1.5 (1 ~ 4)	2 (1 ~ 4)
総アフエレーシス回数 (回)	21	43

CHASE : cyclophosphamide, cytarabine, dexamethasone, etoposide ; CHOP : cyclophosphamide, doxorubicin, vincristine, prednisolone ; CY : high dose cyclophosphamide ; EPOCH : etoposide, cyclophosphamide, doxorubicin, vincristine, prednisolone ; ETP : high dose etoposide ; IVE : ifosfamide, epirubicin, etoposide

また、化学療法後に好中球数が 500/ μ l 未満まで減少し骨髄抑制期に入った時点で G-CSF の投与 (filgrastim 400 μ g/ m^2 又は lenograstim 10 μ g/kg) を開始し、その後白血球数が 5,000~10,000/ μ l を超えた時点を目安に末梢血幹細胞採取を開始している。

単一の dCVC から同時に採血及び返血を行うことによって、2カ所以上の血管から静脈路を確保した場合 (2カ所の PVC もしくは1カ所の CVC と1カ所の PVC) と比べて幹細胞採取の効率が低下するか否かについて解析した報告はなく、自験例をもとに検討した。

対象及び方法

2012年1月から2016年8月までの間に防衛医科大学校病院血液内科で末梢血幹細胞採取を施行された造血器腫瘍患者49症例 (総採取回数151回) を対象に、後方視的な解析を行った。その際、Olivieri らの poor mobilizer の定義⁶⁾ に準じ、3回以内のアフエレーシスで患者体重1kgあたり 2.0×10^6 cells の CD34 陽性細胞を採取できなかった例については、末梢血への幹細胞の動員が不十分と考え解析対象から除外した。また、採取効率を正確に評価するため、採取当日 (採取開始前) の末梢血中の CD34 陽性細胞を測定していない症例についても解析対象から除外した。その結果、最終的に36症例 (総採取回数64回) について解析を行った (表1)。

幹細胞採取の際に、2カ所の末梢静脈、あるいは1カ所の中心静脈と1カ所の末梢静脈を使用した群を PVC 群と定義し、単一の dCVC から採血・返血を同時に行った群を dCVC 群と定義した。dCVC についてはセーフガイドマイクロニードルセルジンガーキット[®] (ダブルルーメン, 外径12G (2.5mm), 長さ20cm, 日本コヴィディエ社), アロー中心静脈カテーテル[®] (ダブルルーメン, 外径7Fr (2.4mm), 長さ20cm, テレフレックスメディカルジャパン社) もしくは SMAC プラス[®] (ダブルルーメン, 外径12G (2.5mm), 長さ20cm, 日本コヴィディエ社) を使用し、末梢静脈確保にはシユアシールドサーフロー II (フラッシュタイプ)[®] (18G, テルモ社) もしくはサーフロー V3[®] (18G, テルモ社) を使用した。

末梢血幹細胞採取は COBE Spectra[®] (Terumo BCT 社) を用いて実施し、全例で auto PBSC モードを使用した。処理血液量は 150~200ml/kg, 採取速度は 40~60ml/min, 採取時間は 210 分前後にて末梢血幹細胞採取を施行した。CD34 陽性細胞の測定には BD StemCell Enumeration Kit (シングルプラットフォーム) を用い、フローサイトメトリー (FACS Canto II[®], 日本ベクトンディッキンソン社) による測定を行った。推算採取効率 [採取 CD34 陽性細胞数 (個) / (末梢血 CD34 陽性細胞数 (個/ml) \times 処理血液量 (ml))] について、PVC

表2 PVC群とdCVC群の採取時の状況

	PVC	dCVC	P value
患者体重 (kg)	61.2 (45 ~ 74.4)	60.0 (35.8 ~ 97.0)	0.524
採取時白血球数 ($\times 10^3/\mu l$)	14.0 (3.2 ~ 62.9)	19.6 (4.5 ~ 48.4)	0.064
採取時単核球比率 (%)	12.0 (4 ~ 68)	14.0 (5.0 ~ 61.0)	0.296
末梢血 CD34 陽性細胞数 ($/\mu l$)	46.0 (4.5 ~ 535.5)	33.0 (5 ~ 270)	0.169
採取時ヘマトクリット (%)	26.6 (17.9 ~ 31.7)	24.4 (18.3 ~ 43.2)	0.216
処理血液量 (ml)	10,110 (6,622 ~ 14,779)	9,623 (5,382 ~ 15,054)	0.135
採取速度 (ml/min)	47 (32 ~ 65)	47 (26 ~ 77)	0.742
採取所要時間 (分)	240 (178 ~ 310)	219 (161 ~ 309)	0.031

※各項目は中央値及び範囲を記載

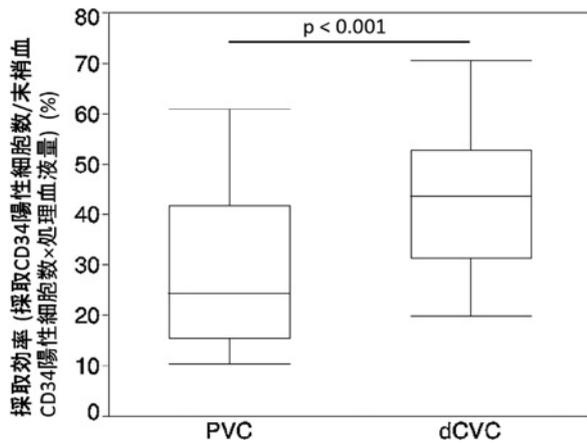


図1 PVC群とdCVC群の採取効率の比較

表3 採取効率に影響を与える因子 (単変量解析)

	p value
単一 dCVC からの採取	<0.001
性別 (男性 vs 女性)	0.495
年齢	0.311
原疾患 (リンパ腫 vs 骨髄腫)	0.061
患者体重	0.946
採取時白血球数	0.025
採取時単核球比率	0.019
末梢血 CD34 陽性細胞数	0.006
採取時ヘマトクリット	0.086
処理血液量	0.935
採取速度	0.222

群 12 例 (21 回) と dCVC 群 24 例 (43 回) の間で比較を行った。

統計解析には JMP11 (SAS Institute Japan) を用いた。連続変数に関する 2 群間の比較は Wilcoxon 検定、多群間の比較は Steel-Dwass 検定、適合度検定は Pearson のカイ二乗検定、2 つの連続変数の相関は回帰分析、多変量解析は重回帰分析を用い、両側検定で p 値 0.05 未満を有意とした。

結 果

PVC 群と dCVC 群の患者背景を表 1 に示す。PVC 群 12 例は、非ホジキンリンパ腫が 4 例、多発性骨髄腫が 8 例で、男女比は 11 : 1、年齢の中央値は 57 歳 (44 ~ 66 歳) であった。dCVC 群 24 例は、非ホジキンリンパ腫が 17 例、ホジキンリンパ腫が 2 例、多発性骨髄腫が 5 例で、男女比は 17 : 7、年齢の中央値は 60.5 歳 (44 ~ 69 歳) であった。PVC 群と dCVC 群の間で年齢 (中央値 57 歳 vs 60.5 歳, $p=0.533$), 性別 ($p=0.156$) に有意差は認めなかった。また、dCVC 群に悪性リンパ腫の症例が多く ($p=0.007$)、動員化学療法は CHASE 療法の割合が高かった ($p=0.018$)。一方で、患者 1 人あたりの採取に要したアフエーシス回数については 2 群間で有意差を認めなかった (中央値 1.5 回 vs 2.0 回, $p=0.744$)。

採取時の状況では、患者体重 (中央値 61.2kg vs 60.0 kg, $p=0.524$), 採取時白血球数 (中央値 $14.0 \times 10^3/\mu l$ vs $19.6 \times 10^3/\mu l$, $p=0.064$), 採取時単核球比率 (中央値 12.0% vs 14.0%, $p=0.296$), 末梢血 CD34 陽性細胞数 (中央値 $12.0/\mu l$ vs $14.0/\mu l$, $p=0.169$), 採取時ヘマトクリット (中央値 26.6% vs 24.4%, $p=0.216$), 処理血液量 (中央値 10,110ml vs 9,623ml, $p=0.135$), 採取速度 (中央値 47ml/min vs 47ml/min, $p=0.742$) について 2 群間で有意差を認めず、採取時間 (中央値 240 分 vs 219 分, $p=0.031$) については dCVC 群より PVC 群で有意に長かった (表 2)。

図 1 に示すように、推算採取効率は PVC 群より dCVC 群で有意に高かった (中央値 24.4% vs 43.7%, $p<0.001$)。

次に、推算採取効率に影響を及ぼす因子について検討した。単変量解析 (表 3) では、単一 dCVC からの採取 ($p<0.001$), 採取時白血球数 ($p=0.025$), 採取時単核球比率 ($p=0.019$), 末梢血 CD34 陽性細胞数 ($p=0.006$) が有意な因子で、多変量解析 (表 4) では、単一 dCVC からの採取 ($p<0.001$), 採取時白血球数 ($p=0.021$), 採取時単核球比率 ($p=0.038$) が有意な因子となった。単一 dCVC からの採取は、多変量解析においても推算採取効率と正の相関を示した。dCVC 群には悪性リンパ腫症例が多く含まれていたが、単変量解析及び多変量解析いずれにおいても原疾患 (多発性骨髄腫か悪性リ

表4 採取効率に影響を与える因子(多変量解析)

	p value	t value
単一 dCVC からの採取	<0.001	3.54
性別 (男性 vs 女性)	0.414	-0.82
年齢	0.683	0.41
原疾患 (リンパ腫 vs 骨髄腫)	0.497	-0.68
患者体重	0.345	-0.95
採取時白血球数	0.021	-2.37
採取時単核球比率	0.038	2.13
末梢血 CD34 陽性細胞数	0.704	-0.38
採取時ヘマトクリット	0.171	-1.39
処理血液量	0.429	-0.81
採取速度	0.093	1.71

リンパ腫か)は推算採取効率に影響を及ぼさなかった(単変量解析 p=0.061, 多変量解析 p=0.497).

考 察

末梢血幹細胞採取を行う際に単一の dCVC の使用を忌避する施設の意見として, CVC の脱血孔と返血孔が近接していることから, 幹細胞採取後の血液が採血側の血液に混入し採取効率が低下するというものがある。しかし, 心拍出量から推定すると成人における大静脈の血流量は約 5l/min と考えられ, dCVC からの返血流量は約 50~80ml/min であることから, 返血側の血液が混入したとしても採取全体に及ぼす影響はわずかと考えられる。むしろ本解析の結果では, 単一の dCVC による採取の方が2つのルートを用いた採取よりも推算採取効率が有意に高かった。また, 本解析において採取速度は推算採取効率に影響を与えなかったことから, たとえ採取速度が早く返血流量が多かったとしてもそれが採取効率に影響を与えることはないと考えられた。

単一 dCVC と PVC からの採取を比較した他の報告としては, 透析用 CVC と標準的な CVC による末梢血幹細胞採取を比較した藤原らの報告がある⁴⁾。PVC+CVC で採取した群と単一の dCVC で採取した群のサブグループ解析では, 採取できた患者体重あたり CD34 陽性細胞数(中央値 $1.1 \times 10^6/\text{kg}$ vs $2.0 \times 10^6/\text{kg}$)に有意差は認めなかったとしている。

これまでの報告では, 幹細胞採取に影響を及ぼす因子として, 年齢(58歳以上で幹細胞採取量が低下する)⁷⁾や原疾患(急性骨髄性白血病では悪性リンパ腫や多発性骨髄腫と比較して幹細胞採取量が少ない)⁸⁾があげられている。しかし本研究では, 年齢については PVC 群と dCVC 群で有意差がなく, 急性骨髄性白血病の患者は両群ともに含まれていなかった。本研究では, 単変量解析及び多変量解析いずれにおいても, 年齢及び原疾患(多発性骨髄腫か悪性リンパ腫か)は推算採取効率に影響を及ぼさなかった。

多変量解析では, 採取効率に対して採取時白血球数が有意に負の相関を示し, 採取時単核球比率と単一 dCVC からの採取が正の相関を示した。採取時白血球数が多く単核球比率が低いほど推算採取効率が低下したという結果から, CD34 陽性細胞に対する多核球の相対的な数や割合が大きくなるほど採取効率が低下することが示唆された。また, 理論的には dCVC を用いた場合の採取効率は PVC を用いた場合と同等か低下すると考えられるが, 本解析では dCVC からの推算採取効率が有意に高くなったため, その原因について考察した。まず, 2群間で採取速度に有意差がなかったにもかかわらず採取時間は dCVC 群と比較して PVC 群で有意に長く, これは採血圧低下などに伴う採取の中断によるものと考えられた。MNC モードでの採取や成分採血などでは持続的に目的の細胞を採取していくため, 採血が中断すると層面の乱れが生じ採取効率が低下すると考えられている。我々が実施していた auto PBSC モードで同様のことが起こるといった文献的な報告は見つけられなかったが, PVC からの採取でしばしば生じる採血の中断が採取効率に負の影響を及ぼしている可能性は否定できないと考えられた。その他の推算採取効率に影響を及ぼす因子としては, 測定時と採取時で末梢血 CD34 陽性細胞数が異なっていることが考えられた。当科では末梢血幹細胞採取の際に, 末梢血の血算を確認した後 G-CSF を投与し, その後3時間以上経過してから採取を開始している。そのため, 採取時の末梢血中の CD34 陽性細胞数が採血時よりも上昇している可能性があり, CHASE 療法のように短期間で急激な血球増加及び末梢血への幹細胞動員を来す動員化学療法を用いた場合, この傾向が特に顕著になることが懸念された。逆に, 採取が複数回にわたり幹細胞動員のピークが過ぎているような症例では, むしろ採血時より採取時に CD34 陽性細胞数が低下する可能性も考えられた。この問題の及ぼす影響について検証するため, 患者1人あたりが必要量の幹細胞採取に要したアフエレーシス回数について PVC 群と dCVC 群で比較したが, 有意差は認めなかった(中央値 1.5回 vs 2.0回, p=0.744, Wilcoxon 検定)。また, 推算採取効率と採取に要したアフエレーシス回数間に相関があるか否かについて解析したが, 有意な相関は認めなかった(p=0.187, 回帰分析)。この結果から, 採血時と採取時の CD34 陽性細胞の推移は推算採取効率に影響を及ぼしていないと考えられた。さらに, dCVC 群で CHASE 療法の割合が有意に多いため, CHASE 療法とそれ以外の動員化学療法の推算採取効率についても比較を行ったが, やはり有意差は認めなかった(p=0.259, Wilcoxon 検定)。今回の結果から, 採取の中断が少ないことによって推算採取効率が高くなった可能性は否定できないものの, 少なくとも単一 dCVC

からの採取によって採取効率そのものが低下することはないと考えられた。

単一の dCVC を用いた末梢血幹細胞採取は穿刺回数を最小限にすることができ、PVC もしくは2本目の CVC 挿入に伴う患者の苦痛（とくに採取が連日に渡る場合は考慮すべき問題と考えられる）や合併症発生のリスクを減少させることができる。また、PVC と比較し流量が安定しやすいため採取時間が短縮できるほか、採取中に患者が両腕を自由に使用できること、長時間の駆血帯の使用や絶え間ない把握運動から解放されることなど、採取中の患者の QOL の面からもメリットは多いと考えられる。

一方で、CVC 挿入時の動脈穿刺、気胸・血胸などの他、長期留置に伴う感染・血栓など深刻な合併症のリスクもあるため⁹⁾、アフレーシスのみの目的で安易に CVC を挿入することは厳に慎むべきである。特に、内頸静脈への CVC 挿入時に動脈穿刺を起こし、採取後に頸部の血腫のため気道閉塞に陥り死亡したという報告が海外で2例、国内で1例報告されており、非血縁ドナーにおける頸部及び鎖骨下への CVC 挿入は禁止されている⁵⁾。動員化学療法開始時に挿入された dCVC がカテーテル感染や血栓形成、閉塞などの理由でアフレーシス前に抜去されている場合は、原則 PVC 留置による採取を追求すべきであろう。やむを得ず dCVC の再挿入をせざるを得ない場合は、なるべく大腿静脈からアクセスし¹⁰⁾、透視下もしくはエコーガイド下に慎重に挿入する¹¹⁾などの配慮が必要と考えられる。

本解析は後方視的な解析であり、より正確な知見を得るためには、末梢血中に同程度の CD34 陽性細胞が出現している状態の患者を対象として無作為割り付けを行った前向き試験が必要と思われる。

結 語

単一の dCVC からの同時採血及び返血は採取効率の点で PVC からの採取に劣ることはないと考えられた。さらに、採取時の流量安定や複数回の穿刺の回避などにより患者の負担が軽減されるため、あらかじめ dCVC が挿入されており、末梢血管確保が困難な症例では積極的に採用してよいと考えられた。

著者の COI 開示：本論文発表内容に関連して特に申告なし

文 献

- 1) 日本造血細胞移植学会：造血幹細胞移植の適応ガイドライン，2002.
- 2) Olivier H: Hematopoietic stem and progenitor cell harvesting: technical advances and clinical utility. *J blood Med*, 6: 55—67, 2015.
- 3) Johansson E, Sollen Hansson M, Nilson A, et al: Vascular devices used during harvest of peripheral blood stem cells: high complication rate in patients with long-term dialysis central venous catheter. *Bone Marrow Transplant*, 24: 793—797, 1999.
- 4) 藤原慎一郎, 佐藤一也, 平田裕二, 他：自家末梢血幹細胞採取における標準的中心静脈カテーテルの使用. *日本輸血細胞治療学会雑誌*, 57: 283—288, 2011.
- 5) 日本造血細胞移植学会, 日本輸血・細胞治療学会：同種末梢血幹細胞移植のための健常人ドナーからの末梢血幹細胞動員・採取に関するガイドライン，2011.
- 6) Olivieri A, Marchetti M, Lemoli R, et al: Proposed definition of 'poor mobilizer' in lymphoma and multiple myeloma: an analytic hierarchy process by *ad hoc* working group Gruppo Italiano Trapianto di Midollo Osseo. *Bone Marrow Transplant*, 47: 342—351, 2012.
- 7) Lactiva CP, Lactiva PG, Garnica M, et al: Risk factors for unsuccessful peripheral blood stem cell harvesting using granulocyte-colony stimulating factor mobilization in patients with multiple myeloma. *Transfus Apher Sci*, 47: 331—335, 2012.
- 8) Koenigsmann M, Jentsch-Ullrich K, Mohren M, et al: The role of diagnosis in patients failing peripheral bloods progenitor cell mobilization. *Transfusion*, 44: 777—784, 2004.
- 9) McGee DC, Gould MK: Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med*, 348: 1123—1133, 2003.
- 10) Moreiras-Plaza M, Ares C: Efficacy and safety of femoral vascular access for peripheral blood stem cell (PBMC) collection. *Bone Marrow Transplant*, 33: 347—350, 2004.
- 11) Sadler DJ, Gordon AC, Klassen J, et al: Image-guided central venous catheters for apheresis. *Bone Marrow Transplant*, 23: 179—182, 1999.

CD34-POSITIVE CELL COLLECTION EFFICIENCY IN PERIPHERAL BLOOD STEM CELL HARVEST USING A SINGLE DOUBLE-LUMEN CENTRAL VENOUS CATHETER

*Takaaki Maekawa*¹, *Ken Sato*^{1,2)}, *Kosuke Takano*¹, *Yosuke Okada*¹, *Noriaki Tachi*¹,
*Masahiro Teramoto*¹, *Toshikatsu Horiuchi*¹, *Reina Saga*¹, *Shoichiro Kato*¹, *Takeshi Yamamura*¹,
*Junichi Watanabe*¹, *Kaori Ishizeki*²⁾, *Kayo Ito*²⁾, *Sachiko Iwanaga*²⁾, *Takeshi Sakaguchi*²⁾,
*Ayako Kobayashi*¹, *Shinichi Kobayashi*¹ and *Fumihiko Kimura*¹

¹⁾Division of Hematology, Department of Internal Medicine, National Defense Medical College

²⁾Department of Transfusion and Blood Purification Therapy, National Defense Medical College Hospital

Abstract:

Peripheral blood stem cells (PBSCs) are generally collected using two peripheral venous catheters (PVCs): one for drawing blood and the other for returning processed blood. A single double-lumen central venous catheter (dCVC) can alternatively be used for PBSC harvest (PBSCH). It is occasionally feared that the processed blood might dilute the stem cell concentration in blood drawn using dCVC, decreasing CD34-positive cell collection efficiency. However, there are no obvious data suggesting that collection efficiency using dCVC is inferior to that using PVC. In this study, we defined [the number of collected CD34-positive cells (counts)]/[the number of CD34-positive cells in peripheral blood (counts/ml) × processed blood volume (ml)] as estimated collection efficiency and retrospectively evaluated the collection efficiency of 64 PBSCHs from 36 patients with hematological malignancies. The estimated collection efficiency using dCVC was not inferior to that using PVC. Therefore, PBSCH using dCVC is considered not to be inferior to that using PVC in terms of CD34-positive cell collection efficiency.

Keywords:

peripheral blood stem cell harvest, peripheral venous catheter, central venous catheter, CD34-positive cell, collection efficiency