

アフエレーシスの快適性をめざした検討

—間欠的空気圧迫法の実践とその効果—

高木 尚江¹⁾ 藤井 敬子²⁾³⁾ 益田八千代⁵⁾ 岡田亜由美⁵⁾ 池内 一廣²⁾⁴⁾
北村 亘²⁾⁴⁾ 藤井 伸治²⁾⁴⁾

アフエレーシスは長時間の身体可動域制限を伴う侵襲的な医療行為である。さらに、クエン酸中毒や迷走神経反射などの有害事象を伴うことがあり、患者および健常人ドナーにおける身体的、および精神的負担が大きい。我々は、アフエレーシス中のそれらの負担を軽減することを目的として、間欠的空気圧迫法 (intermittent pneumatic compression) を導入した。本研究においては、IPC 機器の及ぼす影響を後方視的に検討した。結果として、バイタルサインの変動や症状の観察から IPC 機器使用の安全性が確認でき、長時間の可動域制限や身体症状を有する場合でも、主観的によい感覚や苦痛緩和の感覚が得られていた。将来的に細胞療法がさらに増加することが予想されるため、高品質の細胞を採取するだけでなく、アフエレーシスの快適性の追求が望まれる。

キーワード：アフエレーシス、細胞採取、快適性、看護、間欠的空気圧迫法 (IPC)

はじめに

細胞採取におけるアフエレーシスは、連続式遠心性血液成分分離装置を使用した体外循環によって、必要な細胞を含む血液成分の分離を行っている。医療機関において治療目的で行うアフエレーシスは、脱血側と返血側のルートを両腕に確保、あるいは透析用カテーテルを挿入して行うため、侵襲的かつ身体可動域制限のある処置となっている。アフエレーシス対象者は、performance status や臓器機能の低下等リスクを持つ患者から健常人ドナーまで幅広く、潜在リスクも様々である。造血幹細胞移植のための末梢血幹細胞や、キメラ抗原受容体 (Chimeric antigen receptor, CAR)-T 細胞療法のための自己リンパ球採取では、血液処理量が多いため長時間の採取となり、心身への負担が大きくなる場合もある。アフエレーシスに伴う有害事象は、全身倦怠感 (30% 前後) のほか、抗凝固薬 acid citrate dextrose solution A (ACD-A 液) によるクエン酸中毒症状である四肢のしびれ、めまい、吐き気、嘔吐など血管迷走神経反射 (vaso-vagal reflex, VVR) や一過性の hypovolemia による症状とされる¹⁾。有害事象が発生

した場合は、採血・返血スピードを落とし、適切な処置を行い、症状が改善しない場合は中止するため²⁾、採血流量を確保できない一因となる。また、脱血不良も効率的な採取を阻害し、それらも所要時間延長の要因ともなり得る。

安全確保のために、習熟した知識・技術を備えたスタッフによる実施体制のもとで注意深く実施することがガイドラインでも示され³⁾、日本輸血・細胞治療学会では学会認定・アフエレーシスナースを2010年に発足³⁾、1940年代の遠心性血液成分分離装置開発以降の採取件数増加に伴い⁴⁾、機器の進化、技術向上、指針・ガイドライン等の整備^{1)~3)5)}、チーム医療の普及により、アフエレーシスの安全性と有効性が確保されるようになった。血縁間ハプロ移植件数の増加²⁾、CAR-T 細胞療法実施施設数の増加により、今後施設間格差の少ないアフエレーシスの品質向上は重要な課題となっている。

当院では、2017年に輸血部門看護師が認定を取得し、医師や臨床工学士とともに、直接的ケア介入によって患者/ドナーの心身ストレスの軽減や脱血不良の改善に積極的に取り組んでいる。今回、アフエレーシス対象

1) 岡山大学病院看護部

2) 岡山大学病院血液・腫瘍内科

3) 岡山大学病院検査部

4) 岡山大学病院輸血・細胞療法部

5) 岡山大学病院医療技術部臨床工学部門

連絡責任者：高木 尚江, E-mail : takagi-n@okayama-u.ac.jp

〔受付日：2024年8月30日、受理日：2024年11月11日〕

Table 1

クエン酸中毒 [Grade 評価]	
Grade 0	症状なし
Grade 1	軽微の感覚異常：軽微なしびれ
Grade 2	中等度の感覚異常：チクチクするしびれ
Grade 3	重度の感覚異常 ：不快な強いしびれ、痛み、全身症状、気分不良、寒気、不安感、嘔気、胸部絞扼感など
Grade 4	重症（中止や中断） ：不整脈、テタニー、脱力発作など

Fujii K, Fujii N, et al. Effectiveness of supplemental oral calcium drink in preventing citrate-related adverse effects in peripheral blood progenitor cell collection. *Transfus Apher Sci.* 2021 ; 60 : 103147.

者の血液循環に関連する事象、バイタルサインの変化、主観的な「快適さ」に着目し、間欠的空気圧迫法（intermittent pneumatic compression, IPC）の導入が、アフエレーシスや患者/ドナーに与える影響について検証した。

対象および方法

1. 患者選択

岡山大学病院において、2023年9月から2024年6月の期間でアフエレーシスを受けた患者/ドナー50名を対象とした。本研究は、岡山大学医療系部局臨床研究審査専門委員会（承認番号：研2309-033）にて承認を得た。

2. 採取機器に関して

AIM (Automated Interface Management, 自動インターフェイス) システムを備えたテルモBTC株式会社 Spectra Optia[®]を使用。CMNC (continuous mononuclear cell collection, 連続式単核球採取) モードにて実施した。圧力アラーム (採血) は -250mmHg の設定で、デバイスの不具合や生体の循環血流が追い付かない場合に作動する。本研究では、一度でも鳴った場合、圧力アラーム (採血) が作動したと定義し、圧力アラームが鳴らないこと、鳴っていたものが鳴らなくなることを血液循環や脱血の改善と評価した。

3. IPC 機器に関して

本研究で使用する IPC 機器は、テルモ株式会社の逐次型空気圧式マッサージ器ベノストリーム[®]を用いた。下肢部分にスリーブを装着し作動させると、本体内のコンプレッサから送気された圧縮空気がレギュレーターで一定の圧力に調節され、スリーブに送り込まれることで末梢側から中枢側に向かって順番に空気が注入される構造を有する。その結果、静脈の血行を促進し静脈血栓塞栓症を予防する医療機器である。安全への配慮として、臨床工学部門での管理保守点検下の機器を使用し、対象者が機器の [禁忌・禁止] 事項に該当し

ないことを確認した。

4. データ収集方法

アフエレーシス開始時から20分毎に、体温 (body temperature, BT)、呼吸数 (respiration rate, RR)、経皮的動脈血酸素飽和度 (saturation of percutaneous oxygen, SpO₂)、心拍数 (heart rate, HR)、収縮期血圧 (systolic blood pressure, sBP) / 拡張期血圧 (diastolic blood pressure, dBP)、心電図モニタ波形変化の有無、クエン酸中毒症状/Grade 評価 (Table 1)^{6)~10)}を、採取装置の採血流量・採血圧を測定し記録した。開始時から60分経過した後、IPC 機器を装着し同様に20分毎の測定と記録を継続した。アフエレーシス後に対象者にアンケート様式で設問を配布し、後日回収した。バイタルサインの評価については、正常範囲値¹¹⁾との比較を行った。

5. 統計解析方法

結果は、中央値および平均値 ± 標準偏差で示した。連続変数の比較は Student の t 検定、カテゴリー変数の比較はカイ二乗検定を用いて、p 値 0.05 未満を統計学的に有意とみなし、両側検定で検討を行った。統計解析には Microsoft Excel 2019 を用いた。

結 果

1. 対象者背景

患者32名/ドナー18名であり、それぞれの男女比、年齢・体重の中央値 (範囲) を示す。TBV (total blood volume, 総循環血液量) の平均値 ± 標準偏差は、3,962.4 ± 835.6/4,021.9 ± 726.2 であった。採取細胞種は、リンパ球30名及び末梢血幹細胞20名であり、採取時のアクセスは、末梢穿刺31名及び大腿鼠径部からの透析用カテーテル19名であった (Table 2)。

2. 採取データ

アフエレーシス血液処理量 (ml) 及び所要時間 (min) の平均値 ± 標準偏差は、10,776.5 ± 3,505.5/10,347.5 ± 3,475.9, 202.0 ± 38.3/195.3 ± 47.7 であった (Table 2)。

Table 2

対象者背景	患者	ドナー
人数	32	18
男性/女性	19/13	11/7
年齢 (歳), 中央値 (範囲)	63.5 (18 ~ 74)	39.5 (18 ~ 62)
体重 (kg), 中央値 (範囲)	60.5 (42.1 ~ 98.5)	60.4 (42.2 ~ 77.9)
TBV (ml), 平均値 ± 標準偏差	3,962.4 ± 835.6	4,021.9 ± 726.2
採取細胞種		
リンパ球	30	0
末梢血幹細胞	2	18
アクセス		
末梢血管	13	18
透折用カテーテル	19	0
アフェレーシスデータ		
血液処理量 (ml), 平均値 ± 標準偏差	10,776.5 ± 3,505.5	10,347.5 ± 3,475.9
所要時間 (min), 平均値 ± 標準偏差	202.0 ± 38.3	195.3 ± 47.7

経過時間に応じ採血流量 (ml/min) を自動または手動で上げるとともに採血圧も上昇する傾向にあった。圧力アラーム (採血) は、IPC 機器使用前から2例、使用後に5例が鳴り、それぞれ保温、補液、カテーテル先端調整で全て改善した。最終的に、圧力アラーム (採血) 以外のアラームは作動せず全症例が目標の血液処理量を達成し採取を完了した。

3. バイタルサインの変化とクエン酸中毒症状

IPC 機器使用なし (以下、IPC なし)「20分後」「40分後」「60分後」、IPC 機器使用 (以下、IPC 使用)「80分後 (IPC 使用 20分後)」「100分後 (IPC 使用 40分後)」「120分後 (IPC 使用 60分後)」をバイタルサイン測定点とした。全症例において、採取中断をもたらすような事象や心電図モニタ波形の変化は認めなかった。

BT は、すべての測定点で 36.4 ± 0.2 (平均値 ± 標準偏差) であった (Fig. 1A)。RR は、「20分後」「40分後」「60分後」(以下、IPC なし各点)で 16.8 ± 2.8 , 17.0 ± 3.3 , 17.2 ± 3.2 , 「80分後」「100分後」「120分後」(以下、IPC 使用各点)で 17.0 ± 2.9 , 17.5 ± 3.0 , 17.0 ± 3.1 (Fig. 1B)。SpO₂ は、IPC なし各点で 97.7 ± 1.3 , 97.5 ± 1.4 , 97.6 ± 1.5 , IPC 使用各点で 97.6 ± 1.4 , 97.7 ± 1.4 , 97.8 ± 1.4 (Fig. 1C)。HR は IPC なし各点で 78.2 ± 11.5 , 77.3 ± 12.0 , 76.2 ± 11.8 , IPC 使用各点で 74.9 ± 10.8 , 75.6 ± 11.2 , 75.3 ± 12.4 であった (Fig. 1D)。sBP/dBP は IPC なし各点で $113.6 \pm 13.4/69.2 \pm 9.7$, $113.0 \pm 13.0/68.9 \pm 8.7$, $114.3 \pm 12.7/68.5 \pm 9.7$, IPC 使用各点で $114.7 \pm 14.1/68.7 \pm 9.8$, $115.6 \pm 14.7/70.1 \pm 9.9$, $117.2 \pm 12.9/73.8 \pm 8.9$ (Fig. 1E) であった。纏めると、IPC の有無に関わらず、バイタルサインの変化は生理的変動内であった。

クエン酸中毒は7名 (14%) で発症し、Grade 1 : 5名、Grade 2 : 2名であった。症状はいずれも末端 (手先、足先、顔面を含む口唇) のしびれであった。クエ

ン酸中毒発症者 (N = 7) と非発症者 (N = 43) において、背景因子に有意差はみられなかった (Table 3)。発症タイミングについては、全7例中、「IPC なし」3例、「IPC 使用」4例であり、それぞれ Grade 2 を1例ずつ含んでいた。

4. 対象者の主観の変化について

質問紙の回収率は100%であった。IPC 使用前後の比較では、使用後で全体的に肯定的感覚としての主観の変化がみられた。「気分のよさ」を示す、「気持ちがいい/リラックスできる/安心できる/まだまだできる」を問う質問では、肯定的回答が約8割まで大幅に増加した。「気分のわるさ」を示す、「気持ちのわるい/落ち着かない/不安になる」を問う質問では、「そう思わない・全く思わない」との回答が約9割まで増加した。「症状」を問う質問では、すべての症状で改善や消失がみられた。ドナーからは、もっと高頻度で強めであるとよい (8名)、足先まで包むタイプであるとさらによい (3名)、シート全体がマッサージ機であるとよい、といった意見があり、患者からは、もともとのしびれ (末梢神経症状) が軽減した (3名)、保温との兼用がよかった (2名)、医療機器であり安心して使用できた、といった意見があった。総合判定として、未記入1名を除く全対象者が「よかった」と回答した (Fig. 2)。

考 察

1. 温罨法の兼用と IPC 機器の安全性の確認

当院では、全例に対し採取開始前からの使い捨てカイロやホットパックによる温罨法を施行し、本研究でも兼用している。温罨法には、末梢皮膚血流の増加や表面皮膚温の上昇、交感神経抑制および副交感神経優位とする報告がある¹²⁾。加温した局所だけでなく、それ以外の部位まで温熱効果が行き届き¹³⁾、末梢穿刺の

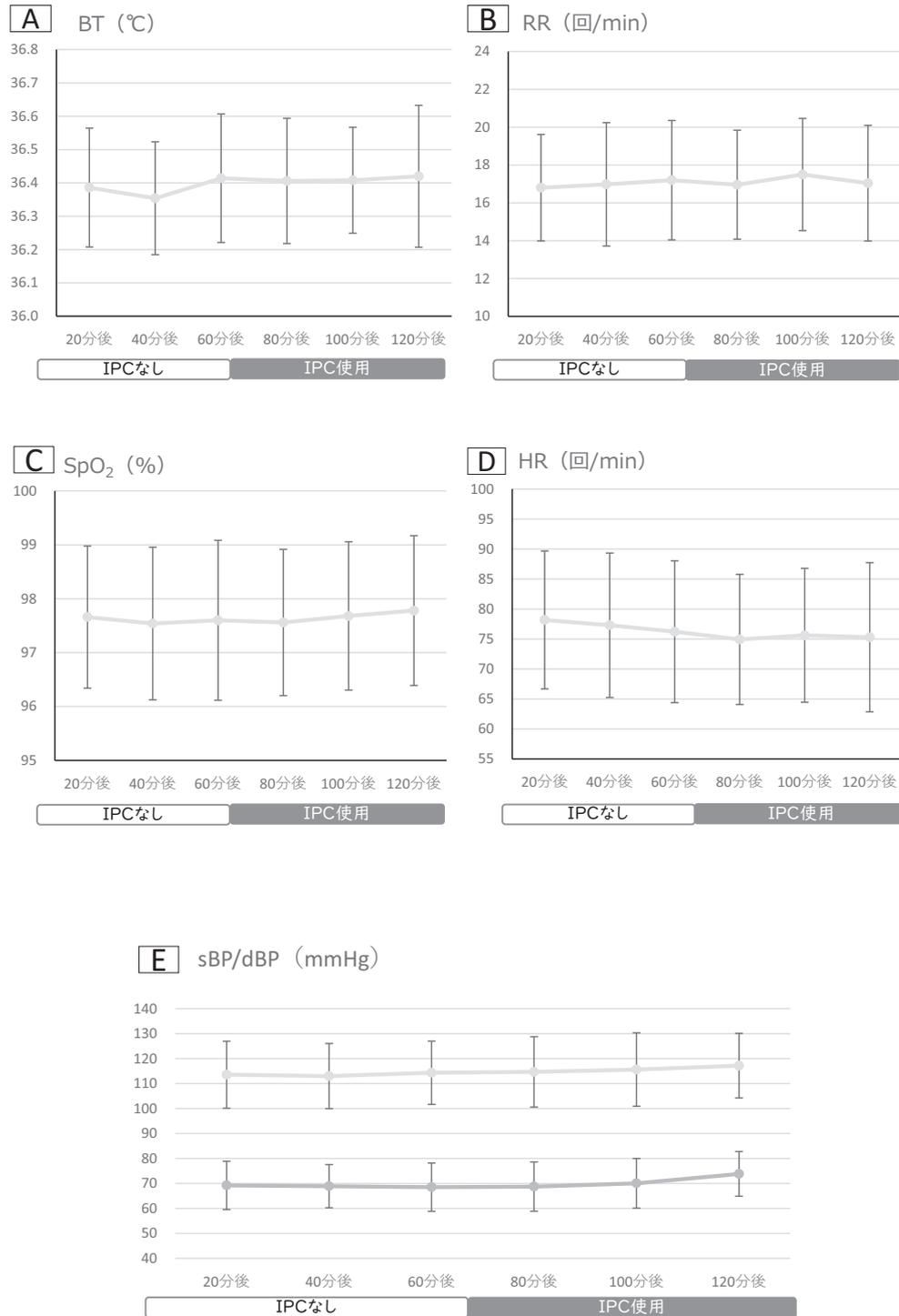


Fig. 1 ICP 機器使用の有無におけるバイタルサインの比較

ための血管怒張や良好な脱血を得ることに繋がる。患者/ドナーともに、処置に対する緊張は開始時に顕著な場合が多く、頰脈、末梢血管の収縮による冷感・冷汗等といった交感神経の過緊張として現れる。温罨法施行により、一時的にもその心地よさから不安が軽減され、亢進している交感神経を調整することで¹³⁾、ストレス状態からの解放の効果も期待している。アフエレー

シス中の圧力アラーム（採血）の改善については、カテーテル先端の調整処置の兼用が実施されたため、IPC 機器単独での効果によるものとは判断できない。

本研究でのバイタルサイン実測値は、正常範囲値と比較しても異常値や身体的危機を示す値はなく¹¹⁾、安定的推移で経過した。日本赤十字血液センターでの献血時に推奨されるレッグクロス運動(下肢筋緊張運動)は、

Table 3

	クエン酸中毒発症 N=7 (14%)	クエン酸中毒発症なし N=43 (86%)	p 値
患者/ドナー	5/2	27/16	0.66
男性/女性	3/4	24/19	0.52
末梢血管/透折用カテーテル	3/4	28/15	0.26
年齢 (歳), 中央値 (範囲)	42 (18 ~ 68)	54 (18 ~ 74)	0.24
体重 (kg), 中央値 (範囲)	59.5 (46.0 ~ 73.6)	61.2 (42.1 ~ 98.5)	0.63
TBV (ml), 平均値±標準偏差	3,838.7±815.9	4,007.4±794.1	0.62
血液処理量 (ml), 平均値±標準偏差	10,929.6±5,130.2	10,572.0±3,198.9	0.86
所要時間 (min), 平均値±標準偏差	191.7±62.6	200.9±38.0	0.72

全身の血流が良くなることから VVR 予防に効果があり当院でも貯血式自己血採血時に活用している。効果として、両足首を上下させることで生じる下肢筋緊張による圧迫等で血液が腹腔側へ送られ心臓へ流入する血液が増加し、左室拡張終期圧が上昇し心筋を引き伸ばす。心臓の筋肉は、引き伸ばされることでより強い収縮力を発生する性質から、多く入ってきた血液を動脈へ拍出することによって血圧が上昇し脳血流も増加させることが期待される¹⁴⁾。下肢筋緊張運動と同様に、IPC 機器によって両下肢筋が空気圧で圧迫され静脈の血行を促進することで、アフエレーシスを継続する上での有効な血流や血圧の維持に影響を及ぼした可能性が考えられた。

アフエレーシスにおける最も頻度の高い有害事象としてクエン酸中毒が挙げられ、本観察研究を行う上で除外することはできない項目である。クエン酸中毒は、体内でイオン化カルシウム (ionized calcium, ICa) が低下すると発症し、1.1mmol/l を下回るとテタニーが観察され、0.8mmol/l 未満では致命的な不整脈との関連が報告されている¹⁵⁾。本研究での Grade 2 発症 2 例の背景は、女性 (CAR-T 患者/64 歳/45.95kg, 血縁ドナー/19 歳/59.5kg), それぞれが IPC 使用前後のタイミングで発症 (69 分時点, 283 分時点) し、ICa (mmol/l) の低下 (開始時→最低値: 1.23→1.08, 1.24→1.02) がみられ、血液処理量 (ml) /所要時間 (min) は 7,415/164, 19,338/303 であった。女性は末梢血幹細胞採取有害事象発症のリスクファクターと考えられること¹⁶⁾、血液処理量が 15l 以上の大容量白血球アフエレーシスであり大量に抗凝固剤が投与されたこと¹⁷⁾などが発症要因として考えられたが、全 7 例のクエン酸中毒発症タイミングのばらつきからも IPC との関係は不明である。また、本研究のクエン酸中毒発症頻度 14% は、本研究以前の自施設の発症頻度 21% (CAR-T アフエレーシス運用開始後 2019 年 1 月から本研究開始前の N=233 [患者, 127 : ドナー, 106] から算出; Grade 1 : 35 名 [15%], Grade 2 : 12 名 [5%], Grade 3 : 1 名 [1%]) と比較し増加はないこと、IPC 使用の有無に関わらずバイタルサインは

生理的変動内に留まったこと、全ての処置を中断することなく採取が完了したことからも、アフエレーシス時の IPC 使用に対する安全性は確認できたと考えられた。

2. 感覚的な「快適さ」や苦痛緩和の可能性

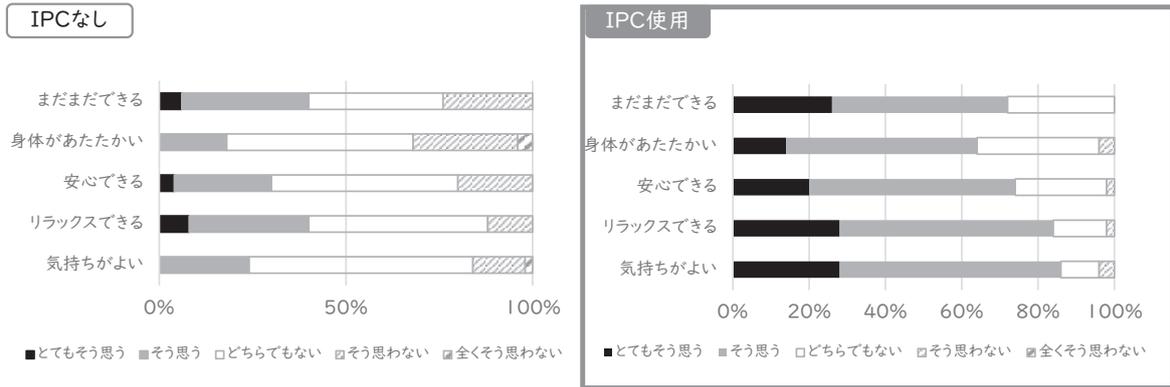
長時間の可動域制限による心身の負担が強いられる中でも、肯定的回答が多く、感覚的に苦痛緩和に繋がる可能性があった。「症状」を問う質問において注目したい点として、化学療法等が原因で常時末梢神経障害としてのしびれを自覚する患者がアフエレーシスを行う場合、IPC 使用が症状悪化に繋がるのではないかと懸念があった。しかし、実際では、症状緩和や気分転換の効果として現れ、悪化や気分不良を招く結果とはならなかった。クエン酸中毒 Grade 2 の 2 例においても、本当に気持ちよかった、しびれや疲労感があったが (IPC 使用があるだけで全然違った、という記述を寄せており、対象者の意向を確認し観察を継続しながら積極的に使用を勧めていき易いと感じた。

患者/ドナーの安楽さ、快適性は担当者のケア能力により大きく異なるとされるが¹⁸⁾、IPC は簡便に使用できるアイテムとして、スタッフの職種や経験等も問わないため、ケアの質の維持に貢献する可能性がある。機器入手に関しては、手術を行う規模の施設であれば管理機器として院内常備されているため、容易と考える。

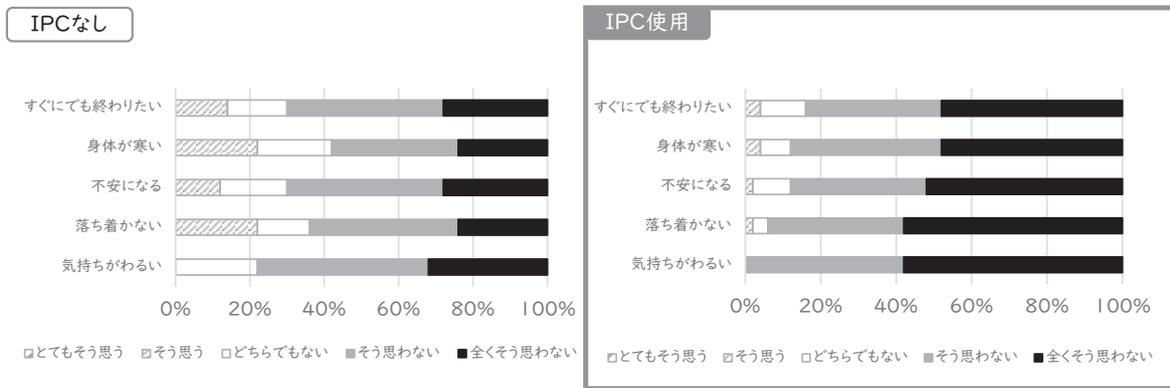
3. 副次的効果の可能性

IPC 使用による静脈の血行促進効果は、理学予防法として多く知られている¹⁹⁾²⁰⁾。『静脈血栓塞栓症関連ガイドライン』では²¹⁾、悪性疾患や癌化学療法歴、中心静脈カテーテル挿入は中等度危険因子とされ、血縁者間末梢血幹細胞ドナー急性期比較的重篤健康被害 (2000 年 4 月から 2005 年 3 月) では深部静脈血栓症が報告されている¹⁾。2022 年に発症した血縁ドナーカテーテル除去後の深部静脈血栓症発症では G-CSF 製剤も要因とされた²²⁾。長時間の同一体位やこれらの条件が揃うアフエレーシスにおいて、肺血栓塞栓症の潜在リスクはある一定存在すると言える。現在、予防管理料としての診療報酬算定の対象 (令和 6 年診療報酬改定表 B001-6

気分のよさ (N=50)



気分のわるさ (N=50)



症状 (N=50)

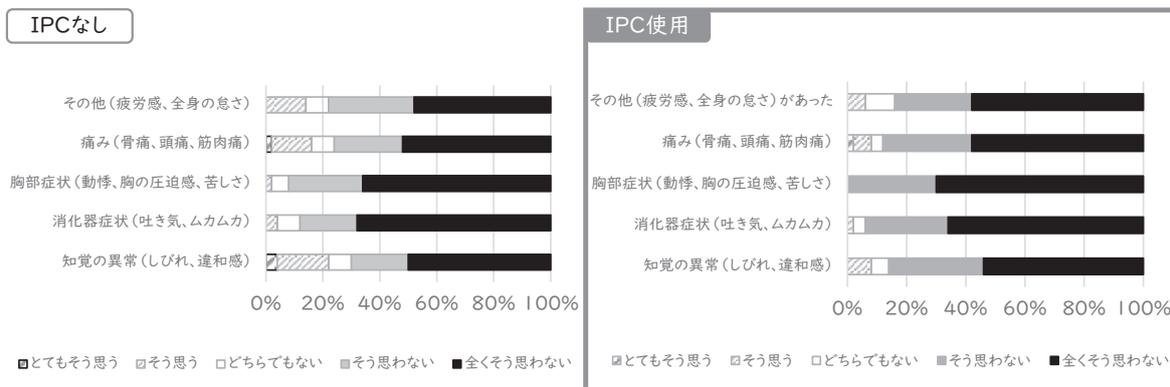


Fig. 2 ICP 機器使用の有無における主観の比較

肺血栓塞栓症予防管理料 305 点) で術後等に適応があり、薬物療法と同程度の血栓予防や出血リスクが高い

場合に有用ともされ²³⁾、アフレーシスに伴う血小板減少や抗凝固薬 ACD-A 液の投与中でも安全な使用が期待

できる。同じ効果を期待しての弾性ストッキングの使用については、末梢神経障害を有する患者において知覚機能低下部位の皮膚合併症リスクの報告があり²¹⁾²⁴⁾、また多様な体格にフィットしたサイズの提供や装着の際に専門的知識や技術が必要なため、IPC 使用はより安全かつ簡便である可能性が考えられた。

4. 本研究の限界

単一施設での限られた患者/ドナーを対象とする研究であり、「快適さ」については IPC 使用の有無における主観的反応を同一人物同一背景で検証する必要があったため、研究デザインとして、IPC 使用の有無で2群に分ける、あるいは IPC 使用をアフエレーシスの前半と後半に分けるクロスオーバー法を用いる事ができなかった。全例で IPC を装着したため、アンケート調査から得た主観的反応の中に、プラセボ効果が含まれている可能性が否定できなかった。機器の構造上、一般的に弱いと感じる圧迫感と、50 秒おきに 10 秒程度の圧迫ストロークではあるが、IPC 使用時に軽微なクエン酸中毒症状（下肢のしびれ）をマスクしてしまう可能性については完全には否定できないため、今後もより詳細な観察を含む症例の蓄積が必要である。

結 語

本研究において、アフエレーシス中のバイタルサインの推移やクエン酸中毒を含む症状の観察から、IPC 機器使用の安全性が確認できた。質問紙による調査から、長時間の可動域制限や身体症状を有する場合でも、主観的に「快適さ」や苦痛緩和の感覚が得られていることが明らかになった。多種多様な対象者に行われるアフエレーシスは、細胞治療の新たなニーズの中、品質の担保を前提として今後さらに「快適性」の追求が望まれる。IPC 機器の使用はアフエレーシスにおいて有用である可能性があり、今後さらなる検証が必要である。

著者の COI 開示：本論文発表内容に関連して特に申告なし

謝辞：本研究に際し、日頃よりご指導いただいております輸血・細胞療法部技師の皆様、他、関連スタッフの皆様へ深謝申し上げます。

本論文の要旨の一部は、第 72 回日本輸血・細胞治療学会学術総会（2024、東京）で発表した。

文 献

- 1) 公益財団法人 日本骨髄バンク：非血縁者間末梢血幹細胞採取マニュアル ホームページ版(2022.12.15 改訂). <https://www.jmdp.or.jp/pdf/medical/physicians/manual/PBSCH-Manual.pdf> (2024 年 6 月現在).

- 2) 日本造血・免疫細胞療法学会 造血細胞移植ガイドライン 造血幹細胞採取第 2 版：2022. https://www.jstct.or.jp/uploads/files/guideline/02_03_harvest02.pdf (2023 年 7 月現在).
- 3) 日本輸血・細胞治療学会ホームページ 学会認定・アフエレーシスナースについて. <http://yuketsujstmct.or.jp> (2024 年 6 月現在).
- 4) 日本における造血幹細胞移植の実績, 日本造血細胞移植データセンター. http://www.jdchct.or.jp/data/slide/2022/NationwideSurvey_Annual_Report%202022_Separate_vol.pdf (2023 年 7 月現在).
- 5) 山本晃士, 池田和彦編：学会認定・アフエレーシスナース制度指定カリキュラム (初版), 日本輸血・細胞治療学会, 2022, 18—57.
- 6) Fujii K, Fujii N, Kondo T, et al: Effectiveness of supplemental oral calcium drink in preventing citrate-related adverse effects in peripheral blood progenitor cell collection. *Transfus Apher Sci*, 60: 103147, 2021.
- 7) Lee G, Arepally GM: Anticoagulation techniques in apheresis: from heparin to citrate and beyond. *J Clin Apher*, 27: 117—125, 2012.
- 8) Makar YF, Butler MO, Cockersole GM, et al: National audit of citrate toxicity in plateletpheresis donors. *Transfus Med*, 12: 187—191, 2002.
- 9) Bolan CD, Greer SE, Cecco SA, et al: Comprehensive analysis of citrate effects during plateletpheresis in normal donors. *Transfusion*, 41: 1165—1171, 2001.
- 10) Kitamura W, Urata T, Fujii K, et al: Collection efficiency and safety of large-volume leukapheresis for the manufacturing of tisagenlecleucel. *Transfusion*, 1—11, 2024.
- 11) 和足孝之：臨床現場におけるバイタルサインの活用. *日本内科学会雑誌*, 108：2460—2466, 2019.
- 12) 江上千代美, 長坂 猛, 近藤幸, 他：温罌法が末梢と心臓の自律神経系に及ぼす効果. *日本看護技術学会誌*, 12 (3)：34—39, 2014.
- 13) 江上京里：2008 年から 2019 年に発表された温罌法に関する国内文献の検討. *日本看護技術学会誌*, 7(2)：4—11, 2008.
- 14) 菅野隆浩：献血時における採血副作用対策へのかかわり—下肢筋緊張(レッグクロス)運動について—. *日本輸血細胞治療学会誌*, 68 (6)：567—568, 2022.
- 15) Urban P, Scheidegger D, Buchmann B, et al: Cardiac arrest and blood ionized calcium levels. *Ann Intern Med*, 109: 110—113, 1988. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-109-2-110>.

- 16) Pulsipher MA, Chitphakdithai P, Miller JP, et al: Adverse events among 2408 unrelated donors of peripheral blood stem cells: results of a prospective trial from the National Marrow Donor Program. *Blood*, 113: 3604—3611, 2009.
- 17) Sumii Y, Fujii K, Kondo T, et al: Evaluating the efficiency and safety of large-volume leukapheresis using the Spectra Optia continuous mononuclear cell collection protocol for peripheral blood stem cell collection from healthy donors: a retrospective study. *Transfusion*, 63: 2120—2130, 2023.
- 18) 難波寛子, 柴田玲子, 吉田琴恵, 他: 末梢血幹細胞採取にアフエレーシスナースが果たしている役割と人的支援のニーズに関するアンケート調査. *日本輸血細胞治療学会誌*, 69 (3): 464—469, 2023.
- 19) 岩田博英, 平井正文, 澤崎直規, 他: 深部静脈血栓予防に対する間欠的空気圧迫法の効果. *日本脈管学会誌*, 45 (9): 607—612, 2005.
- 20) 佐久田齊, 松原 忍, 孟 真, 他: 圧迫療法: 基礎と理論. *日本フットケア・足病医学会誌*, 1 (3): 110—117, 2020.
- 21) 一般社団法人 日本循環器学会 肺血栓塞栓症および深部静脈血栓症の診断, 治療, 予防に関するガイドライン (2017年改訂版).
https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2017/09/JCS2017_ito_h.pdf (2024年6月現在).
- 22) 日本造血・免疫細胞治療学会 移植施設向けの情報.
https://www.jstct.or.jp/modules/facility/index.php?content_id=45 (2024年6月現在).
- 23) 中村真潮: わが国における血栓塞栓症/深部静脈血栓症予防ガイドライン. *日本臨床麻酔学会誌*, 24 (9): 480—489, 2004.
- 24) 杉山 悟, 東 信良, 孟 真, 他: 弾性ストッキングの合併症に関するサーベイ. *日本静脈学会委員会報告*, 25 (4): 403—409, 2014.

COMFORT OF APHERESIS: USE OF THE INTERMITTENT AIR COMPRESSION METHOD AND ITS EFFECTS

*Naoe Takagi*¹⁾, *Keiko Fujii*²⁾³⁾, *Yachiyo Masuda*⁵⁾, *Ayumi Okada*⁵⁾, *Kazuhiro Ikeuchi*²⁾⁴⁾,
*Wataru Kitamura*²⁾⁴⁾ and *Nobuharu Fujii*²⁾⁴⁾

¹⁾Division of Nursing, Okayama University Hospital

²⁾Department of Hematology and Oncology, Okayama University Hospital

³⁾Division of Clinical Laboratory, Okayama University Hospital

⁴⁾Division of Transfusion and Cell Therapy, Okayama University Hospital

⁵⁾Department of Clinical Engineering Center, Okayama University Hospital

Abstract:

Apheresis is an invasive procedure that involves prolonged limitation of the range of motion. In addition, it is associated with adverse events such as citric acid toxicity and vasovagal reflexes. These risks impose a physical and emotional burden on both patients and healthy donors. Recently, we introduced intermittent pneumatic compression (IPC) as a method of reducing these burdens during apheresis. In this study, we retrospectively examined the effects of the IPC device. Results based on observations of vital sign fluctuations and symptoms showed that use of the IPC device was safe. Furthermore, subjective good and pain-relieving sensations were obtained even during prolonged apheresis. Growth in the use of cell therapy is expected to continue, and the pursuit of comfort in apheresis is desirable.

Keywords:

apheresis, cell collection, comfort, nursing, intermittent pneumatic compression (IPC)