

原 著

深部静脈血栓症の理学的予防法において 足関節底背屈他動運動を取り入れたケアが 下肢血行動態及び安楽に及ぼす影響

嶋岡麻耶, 山勢博彰¹⁾, 田戸朝美¹⁾, 向江 剛

山口大学医学部附属病院看護部 宇部市南小串1丁目1-1 (〒755-8505)
山口大学大学院医学系研究科保健学専攻臨床看護学¹⁾ 宇部市南小串1丁目1-1 (〒755-8505)

Key words : 深部静脈血栓症, 理学的予防法, 足関節底背屈他動運動, 下肢血行動態, 安楽

和文抄録

本研究の目的は, 深部静脈血栓症の理学的予防法のうち足関節底背屈他動運動を取り入れたケアが下肢血行動態及び安楽に与える影響を明らかにすることである。

方法は, 20歳以上40歳未満の健常女性16名に対し単純ランダム割付クロスオーバーデザインを用いて, intermittent pneumatic compression (IPC) を75分間装着する群 (IPC群), IPCを15分間装着し除去後30分に1分間足関節底背屈他動運動の介入を行い, その後30分間IPCの再装着を行わない群 (足関節運動群), IPCを15分間装着し除去後60分間IPCの再装着, 及び足関節底背屈他動運動の介入を行わない群 (IPC除去群) の3群を行った。下肢血行動態, 凝固線溶反応, 自律神経活動, 主観的感觉を評価した。

足関節運動群は足関節底背屈他動運動後, 大腿静脈最高血流速度及び脱酸素化ヘモグロビンの濃度変化 (Δ HHb) が低下した。凝固線溶反応のうちフィブリンモノマー複合体 (FMC), トロンビン-アンチトロンビン複合体 (TAT), プラスミン- α 2プラスミンインヒビター複合体 (PIC) は介入による変化はなかった。自律神経活動のうち high-frequency component (HF) はIPC群で15分以降, 他の2群と比較して低値で推移した。主観的感觉は

IPC群が最も高値であった。

足関節運動群は下肢静脈うっ滞の増悪及び凝固能の亢進を生じず, IPCを継続使用した場合に生じる不快の感覚を軽減させる介入であることが示唆された。

I. 背景

深部静脈血栓症 (deep vein thrombosis 以下, DVTと略す) は, 肺血栓塞栓症 (pulmonary thromboembolism 以下, PTEと略す) を引き起こす。我が国のPTEが発症した場合の院内死亡率は14%であり¹⁾, 死亡例の40%以上が発症1時間以内の突然死であると報告されている²⁾。集中治療室 (intensive care unit 以下, ICUと略す) で治療を受ける患者は, 鎮静薬の使用や麻痺などによる安静臥床, 人工呼吸器装着, 多臓器不全, 多くのカテーテル留置などの危険因子を有する場合が多く, DVTを発症する可能性が高い。DVT発症により, 人工呼吸器管理期間やICU滞在期間・入院期間が長期化することや³⁾, 下腿型DVT合併例は, 非合併例に比して急性症候性PTE患者の30日死亡率が高いことが明らかとなっている⁴⁾。これらから, ICUで治療を受ける患者に対して適切なDVT予防を行うことは重要である。

DVT予防は, 血液凝固活性の調整と下肢への静脈うっ滞の防止であり, 薬物的予防法と理学的予防法がある。薬物的予防法には出血のリスクがあるこ

とから、各ガイドラインでは理学的予防法が推奨されている^{5, 6)}。理学的予防法のうち間欠的空気圧迫法 (intermittent pneumatic compression 以下、IPCと略す) は、ICU患者、脳卒中患者においてDVTのリスクを低下させることが明らかになっており^{7, 8)}、DVT予防に重要な役割を担っている。一方で、IPCによってコンパートメント症候群や腓骨神経麻痺の合併症があることや^{9, 10)}、装着による不快感の訴え¹¹⁾、褥瘡や発赤、皮膚損傷^{8, 12)}を生じた症例が報告されている。

その他の理学的予防法としてDVT予防に関するガイドラインで推奨されている足関節底背屈運動は、静脈の流速の増加と血液凝固因子が滞ることなく洗い出され、血栓形成の減弱が期待できる^{13, 14)}。そのため、足関節底背屈運動はIPCによる患者の不快感や皮膚障害などが発生し、IPCを除去しなければならない状況になった時に施行することで、一定時間はIPCと同様の効果を得ることができると考える。しかし、実施する回数や間隔、効果の程度が不明であることから臨床現場での予防方法として普及していない。

集中治療の場では、患者の生命を維持・回復させるために様々な医療機器や医療技術が用いられており、患者は不快感や苦痛を感じている状態である。IPCはDVT予防に重要な役割を担っているが、一方で不快感や苦痛を生じ、装着を拒否する患者も存在する。看護師は患者に安楽やリラクセスをもたらす、回復を促進する看護ケアが必要である。そのため、患者の不快感や苦痛を取り除き、安楽な状態となるケアを提供することで、効果的なDVT予防の方法を検討することが必要である。

そこで、本研究では先行研究を基にIPC実施、IPC除去後、及び足関節底背屈他動運動による下肢血行動態の変化について検討し、足関節底背屈他動運動を取り入れたケアが、下肢血行動態、及び安楽に及ぼす影響を明らかにすることとした。

II. 目的

DVTの理学的予防法のうち、足関節底背屈他動運動を取り入れたケアが、下肢血行動態、及び安楽に及ぼす影響を明らかにすることである。

III. 方法

1. 研究デザイン

単純ランダム割付クロスオーバーデザイン。

2. 実験条件

1) 被験者

被験者は、20歳以上40歳未満の健常な女性16名とした。急性PTEは男性よりも女性の方が多いと報告されていること⁵⁾、男女による骨格筋量の違いや足関節底背屈他動運動が筋活動へ及ぼす影響、及びホルモンバランスによる自律神経活動への影響による交絡因子を除去するため被験者は女性とした。また、DVT予防に関するガイドラインでは、VTEの中リスク以上となる年齢は40歳以上とされていることから、実験の介入による血栓形成リスクの最小化を図るため、被験者の年齢を20歳以上40歳未満と設定した。DVT予防に関するガイドラインに示されている静脈血栓塞栓症の危険因子より、肥満の者 (BMI 25以上)、エストロゲン治療をしている者、下肢静脈瘤がある者、及び超音波検査で下腿に静脈血栓が認められた場合は除外した。実験期間中にデータの正規性を確認できたため、被験者数は16名とした。

2) 実験環境

研究者の所属する施設の循環器超音波室で実験を行った。エアコンを使用し、室温を22~26度に設定した。

3. 実験期間

2017年12月14日~2018年9月4日

4. 実験プロトコール

ICU入室中の患者はDVTリスクが高く、DVT予防の方法として、理学的予防法と薬物的予防法がある。理学的予防法のうち、IPCはDVT予防に重要な役割を担っている一方で持続的に装着できない症例も存在し、IPCを除去せざるを得ない状況もある。そのような現状から、臨床におけるIPCの使用状況を再現する群 (IPC群)、足関節底背屈他動運動を取り入れたケアを実施する群 (足関節運動群)、及びIPCを除去する群 (IPC除去群) の3群で実験操作を行った。各被験者に対し、IPC群、足関節運動群、IPC除去群の3群の介入を行った (図1)。3群の順序はランダム割付で行った。

ウォッシュアウト期間は20時間以上と設定した。

患者に対するIPC除去後の下肢血流改善効果の持続時間は30分とされている¹⁵⁾ こと及び、本研究は健常人を対象としているため、血液凝固線溶能の持ち越し効果が長時間影響することはないためである。実験日の設定には、月経周期による心拍変動への影響、及び月経痛による主観的感覚への影響を避けるため、黄体後期、及び月経中を避けて設定した。以上を踏まえて、被験者に対して1日に1実験操作を行い、計3日間実験操作を施行した。

すべての群は実験操作開始前に15分の安静時間を設け、それぞれの方法を臥床した状態で行った。IPCはKendall SCD™700 Seriesを用い、下腿型スリーブを両下腿に装着した。

1) IPC群

IPCを75分間装着した。ICUではIPCを終日装着している状況が多い。臨床におけるIPCの使用状況を再現するため、IPCを装着する群を設定した。

2) 足関節運動群

15分間IPCを装着し除去後30分に1分間足関節底背屈他動運動を施行し、30分間臥床安静で過ごした。足関節底背屈他動運動は右下肢とした。研究者が左手で被験者の下腿背側の踵骨腱より3~5cm近位部を軽く把持し、右手で踵骨と基節骨の中間部分の足底筋膜を軽く把持し、関節可動域の範囲内で被験者が痛みを訴えない程度の角度で1分間に30回のペースで1分間行った。

先行研究^{15, 16)} によると、IPCによる下肢血流速度は15分で一定となり、除去後40分には装着前の状態に戻ることが明らかとなっている。これらより、IPCによる効果は15分で一定となり、IPC除去後の血流停滞を予防するためには、40分以内に他の理学的予防法を取り入れることが必要であると考えた。そのため、15分間IPCを装着し、IPC除去後30分に足関節底背屈他動運動を行うこととした。また、先行研究によると1分間の足関節底背屈自動運動30分後に静脈駆出量が運動前の状態に戻った¹⁷⁾ ことから足関節底背屈他動運動は1分間とし、運動後の安静は30分とした。

3) IPC除去群

IPCを15分間装着し、除去後IPCの再装着、及び足関節底背屈他動運動を行わず60分間臥床安静で過ごした。臨床ではIPCを継続して装着することが困難な状況があること、またIPC群、及び足関節運動群の下肢血行動態と比較することを想定して、IPC除去群を設定した。

5. 評価項目及び測定方法

評価項目は、被験者背景、下肢血行動態、凝固線溶反応、自律神経活動、主観的感覚とした。

1) 被験者背景

被験者背景は、年齢、身長、体重、BMI、及び実験操作開始前の室温、湿度、血圧、脈拍、SpO₂とした。

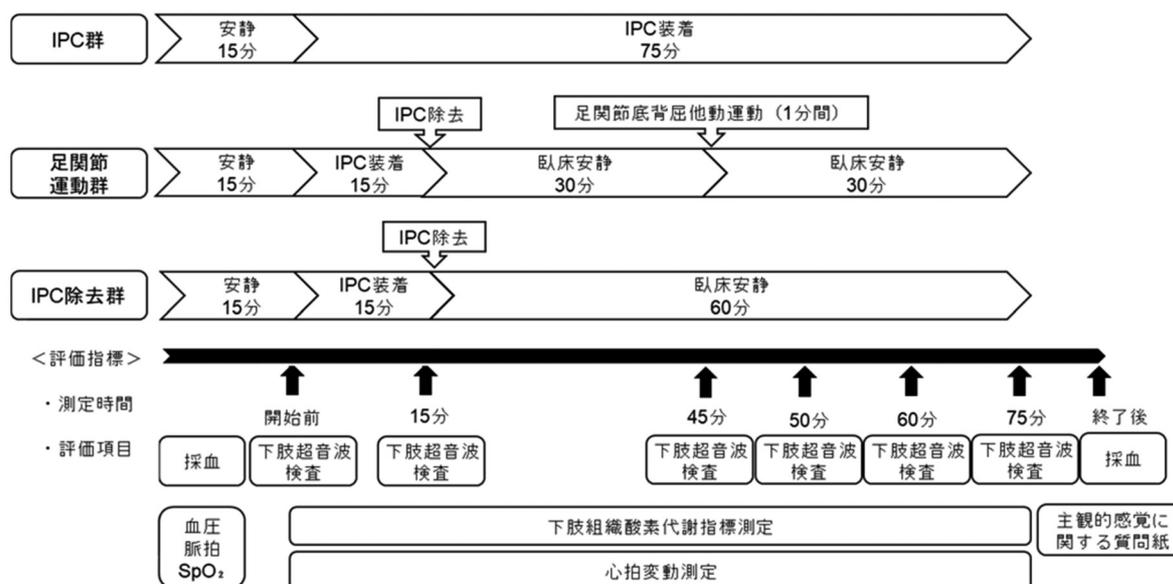


図1 実験プロトコール

2) 下肢血行動態

(1) 大腿静脈最高血流速度

日立製作所製F75, またはキャノンメディカルシステムズAplio i 900を使用し, 循環器超音波室に所属する臨床検査技師1名が大腿静脈最高血流速度の測定を行った. 測定時間は, 実験操作開始前(以下, 開始前), 実験操作開始後15分, 45分(足関節運動群は運動前に測定), 50分, 60分, 75分とした.

(2) 下肢組織酸素代謝指標

浜松ホトニクスNIRO-120を使用し, 近赤外線分光法(near infrared spectroscopy 以下, NIRSと略す)により, 脱酸素化ヘモグロビンの濃度変化(deoxygenated hemoglobin 以下, Δ HHbと略す), 酸素化ヘモグロビンの濃度変化(oxygenated hemoglobin 以下, Δ O₂Hbと略す), 総ヘモグロビンの濃度変化(total hemoglobin 以下, Δ cHbと略す)を連続測定した. 測定プローベは右腓腹筋外側頭筋腹中央に貼付した.

3) 凝固線溶反応

凝固反応として, フィブリンモノマー複合体(fibrin monomer complex 以下, FMCと略す), トロンビン-アンチトロンビン複合体(thrombin-antithrombin complex 以下, TATと略す), 線溶反応として, プラスミン- α 2プラスミンインヒビター複合体(plasmin- α 2-plasmininhibitor-complex 以下, PICと略す), 高感度Dダイマー(high sensitivity D-dimer 以下, D-dimerと略す)の4項目について, 実験操作開始前, 及び実験操作終了後に測定した.

4) 自律神経活動

GMSメモリー心拍計LRR-03を使用し, 双極誘導で心電図波形を測定し, 心拍変動リアルタイム解析プログラム(MemCalc/Bonaly Light, GMS)により心拍変動解析を行った. 自律神経活動指標として0.15~0.4Hzの高周波成分(high-frequency component 以下, HFと略す), 0.04~0.15Hzの低周波成分(low-frequency component 以下, LFと略す)と高周波成分の比(low-frequency /high-frequency component 以下, LF/HFと略す)を連続測定した.

5) 主観的感覚

主観的感覚は, 「圧迫感」「拘束感」「足が重い」「足が蒸れる」「足が暑い」の5項目について,

visual analogue scale(以下, VASと略す)を用いて, 0mmを「全く感じない」, 100mmを「とても感じる」とし, 実験操作終了後に測定した.

6. データ分析

実験操作開始前の各測定値(室温, 湿度, 最高血圧, 最低血圧, 脈拍, SpO₂)は, 対応のある1要因分散分析を行った.

NIRSにより得られたデータは5分毎の平均値を算出し, 0分, 15分, 45分, 50分, 60分, 75分を分析対象とした. 心拍変動により得られたデータは開始後5-9分(以下5分), 15-19分(以下15分), 46-50分(以下46分), 70-74分(以下70分)の各4分間において, 平均値を算出し分析対象とした.

生理学的指標(大腿静脈最高血流速度, Δ HHb, Δ O₂Hb, Δ cHb, FMC, TAT, PIC, D-dimer, HF, LF/HF)から, 大腿静脈最高血流速度における外れ値(四分位範囲の1.5倍以上)を示した2例を除外した. 凝固線溶反応検査において, 計測手技による異常値を示したと考えられる1例を除外した. また, 心拍変動解析において機器の不具合により計測できなかった1例を除外した. 外れ値, 異常値を除外し, 12例を分析対象とし, 対応のある反復測定2要因分散分析を行った. 主観的感覚は, 対応のある1要因分散分析を行った. 分析にはIBM SPSS Statistics Version25を用い, 有意水準は0.05とした.

7. 倫理的配慮

本研究は, 研究者の所属する施設の研究倫理審査委員会の承認を得て実施した(承認番号:H29-051). 被験者に対し, 同意説明書を用いて文書, 及び口頭による十分な説明を行い, 被験者の自由意思による同意を文書で得た. データは匿名加工情報とすることで, 個人を特定できないようにし, 被験者の個人情報の保護に十分配慮した.

IV. 結果

1. 被験者

16名中, 実験途中の脱落者はおらず, 有害事象を生じた被験者も認めなかった. 年齢 30.31 ± 4.31 歳(平均 \pm 標準偏差, 以下同, 最大39歳, 最小24歳), 身長 156.44 ± 4.47 cm(最大168cm, 最小150cm), 体重 49.88 ± 4.39 kg(最大57.6kg, 最小43.0kg), BMI 20.40 ± 1.77 (最大22.83, 最小16.65)であった. 実

験操作開始前の室温、湿度、最高血圧、最低血圧、脈拍、SpO₂は3群において有意な差はなかった(表1).

2. 下肢血行動態

1) 大腿静脈最高血流速度

大腿静脈最高血流速度について図2に示す(図2).

開始前は3群に有意な差はなかった. IPC群は、開始前以降横ばいで推移し、60分に上昇し、75分に低下した. 足関節運動群は、開始前以降45分まで上昇し、その後60分まで低下し、75分に再度上昇した. IPC除去群は、15分以降60分まで上昇し、75分に低下した. 3群に有意な差はなかった.

2) 下肢組織酸素代謝指標

ΔHHb, ΔO₂Hb, ΔcHbについて図3に示す(図3).

(1) ΔHHb

0分は3群に有意な差はなかった. IPC群は、45分まで低下しその後緩やかに上昇した. 足関節運動群は、15分に低下しその後45分に上昇した後、横ばいで経過し75分に低下した. IPC除去群は、15分に低下した後上昇した. 多重比較の結果、45分、50分、60分、75分において、IPC群はIPC除去群と比較して有意に低値であった(p<0.05).

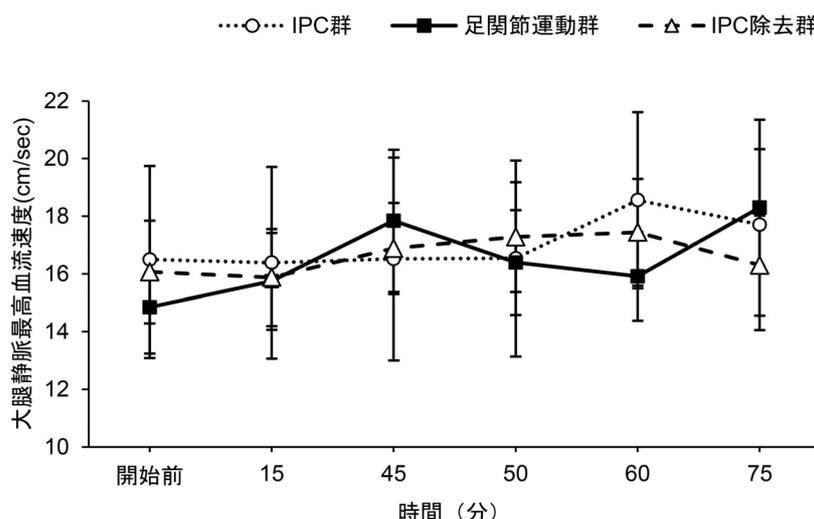
(2) ΔO₂Hb

0分は3群に有意な差はなかった. IPC群は、開始後緩やかに上昇した. 足関節運動群は、45分に上昇し、50分に低下した後上昇し、75分に再度低下した. IPC除去群は、開始後上昇した. 多重比較の結果、IPC群は足関節運動群と比較して有意に低値で(p<0.01), またIPC除去群と比較して有意に低値で

表1 被験者の背景 (n=16)

項目 (単位)	IPC 群 (mean±SD)	足関節運動群 (mean±SD)	IPC 除去群 (mean±SD)	有意確率
室温 (°C)	25.00±0.84	24.97±1.53	25.05±1.09	0.98
湿度 (%)	47.36±10.52	47.31±8.37	47.36±10.78	1.00
最高血圧 (mmHg)	102.94±5.89	102.63±5.55	100.38±5.29	0.28
最低血圧 (mmHg)	60.88±6.28	59.88±5.82	59.06±5.97	0.52
脈拍 (回/分)	65.38±7.29	64.19±9.22	65.56±10.11	0.83
SpO ₂ (%)	97.81±0.83	97.63±1.09	97.94±0.77	0.50

SD:standard deviation(標準偏差)



各プロットは平均値を示し、エラーバーは標準誤差を示す。(n=12)

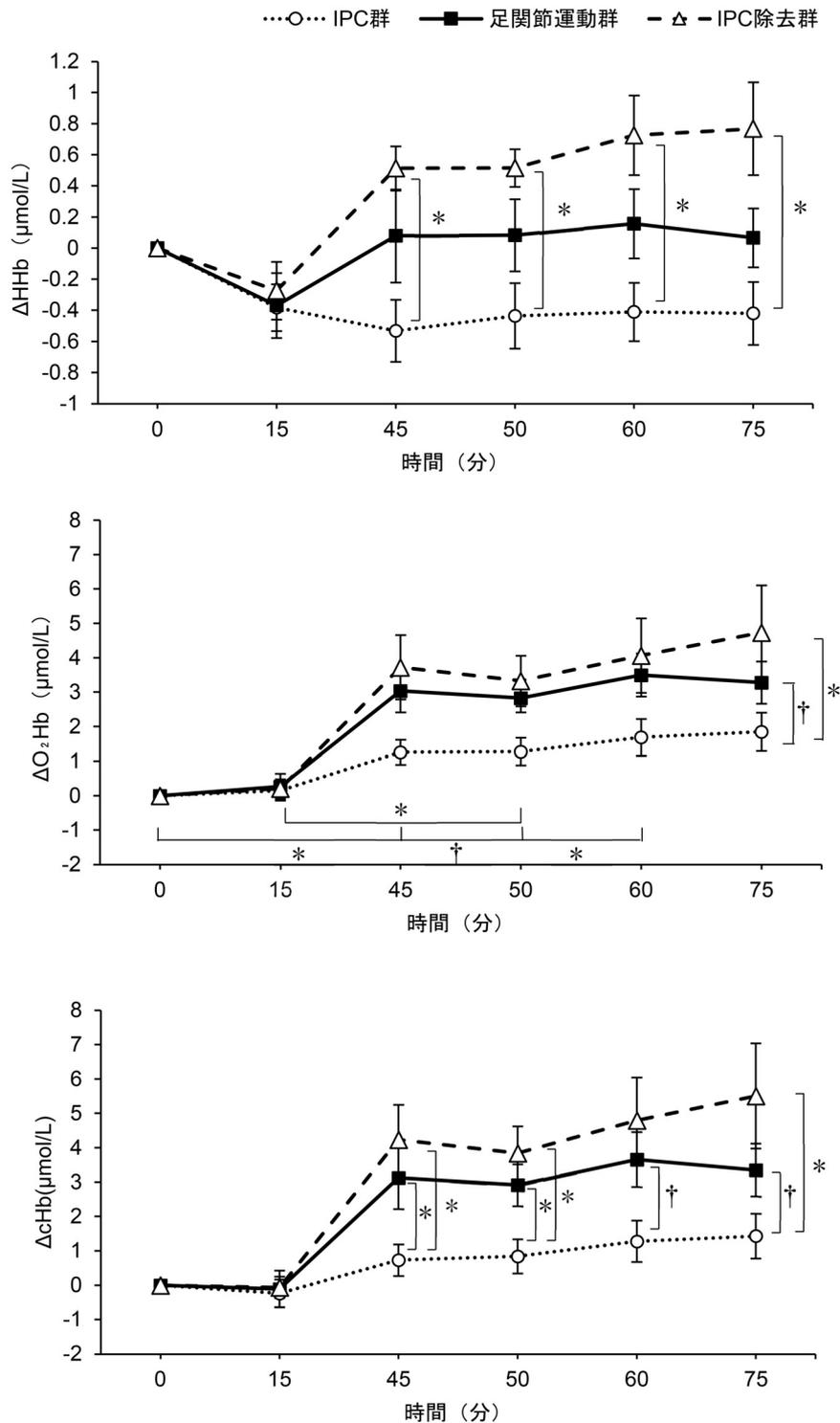
図2 大腿静脈最高血流速度

あった ($p < 0.05$). 0分は45分, 60分と比較して有意に低値で ($p < 0.05$), また50分と比較して有意に低値であった ($p < 0.01$). 15分は50分と比較して有

意に低値であった ($p < 0.05$).

(3) ΔcHb

0分は3群に有意な差はなかった. IPC群は, 開

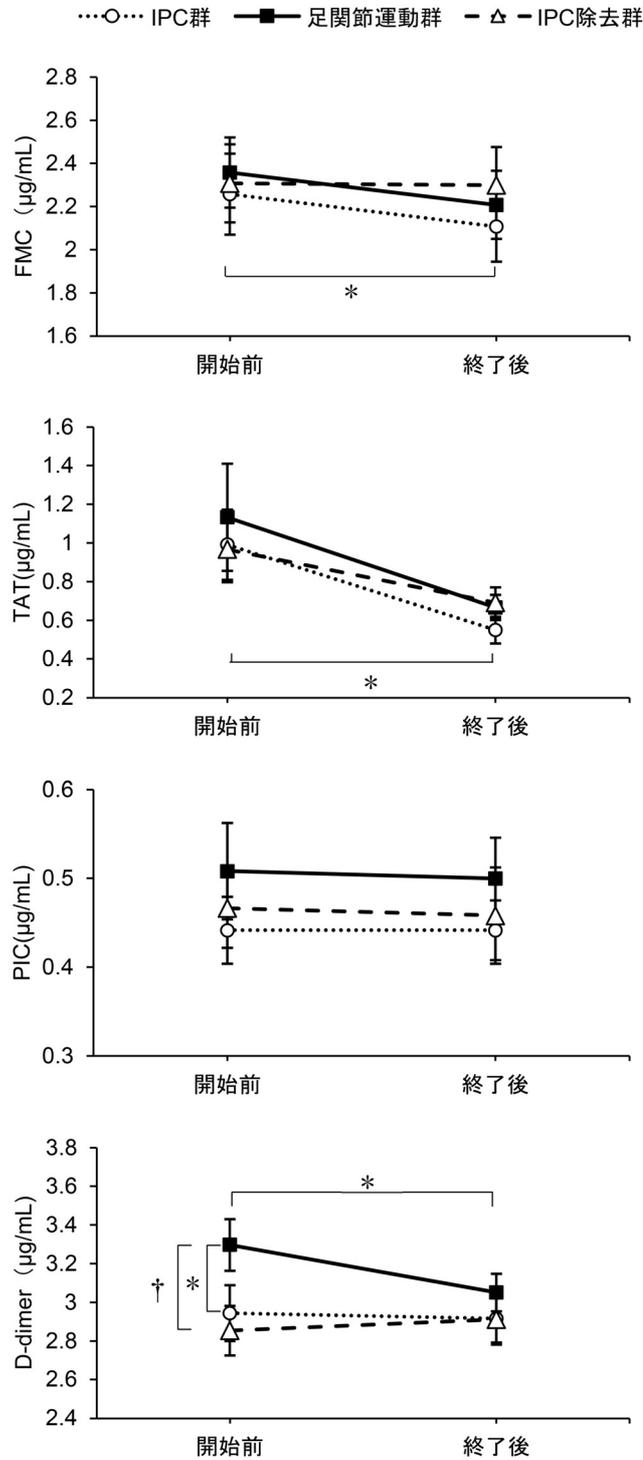


各プロットは平均値を示し, エラーバーは標準誤差を示す. * $p < 0.05$, † $p < 0.01$ (n=12)

図3 下肢組織酸素代謝指標

始後緩やかに上昇した。足関節運動群は、45分に上昇し、50分に低下した後上昇し、75分に再度低下した。IPC除去群は、開始後上昇した。多重比較の結果、45分、50分におけるIPC群は、足関節運動群、及びIPC除去群と比較して有意に低値であった ($p < 0.05$)。60分におけるIPC群は、足関節運動群と

果、45分、50分におけるIPC群は、足関節運動群、及びIPC除去群と比較して有意に低値であった ($p < 0.05$)。60分におけるIPC群は、足関節運動群と



各プロットは平均値を示し、エラーバーは標準誤差を示す。* $p < 0.05$, † $p < 0.01$ (n=12)

図4 凝固線溶反応

比較して有意に低値であった ($p < 0.01$). 75分におけるIPC群は, 足関節運動群と比較して有意に低値で ($p < 0.01$), またIPC除去群と比較して有意に低値であった ($p < 0.05$).

3. 凝固線溶反応

FMC, TAT, PIC, D-dimerについて図4に示す(図4).

1) FMC

開始前は3群に有意な差はなかった. IPC群, 及び足関節運動群は開始前と比較して終了後に低下し, IPC除去群は開始前と終了後は横ばいであった. 開始前と比較して終了後は有意に低値であった ($p < 0.05$).

2) TAT

開始前は3群に有意な差はなかった. 3群とも開

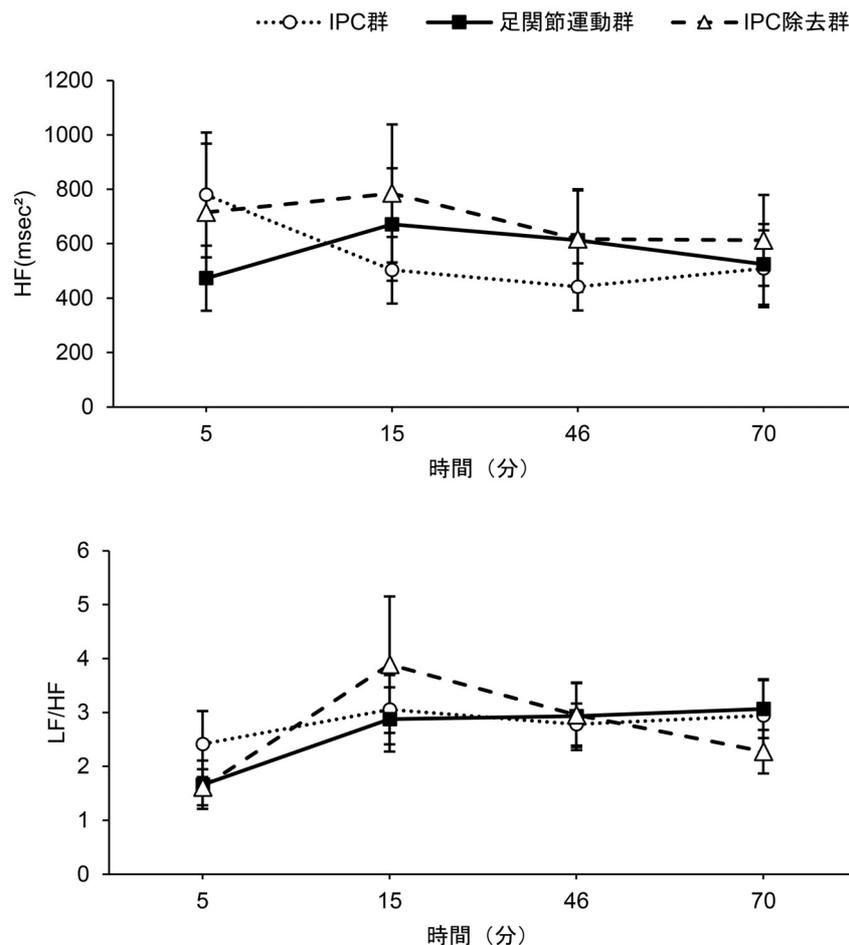
始前と比較して終了後に低下した. 開始前と比較して終了後は有意に低値であった ($p < 0.05$).

3) PIC

開始前は3群に有意な差はなかった. 3群とも開始前と終了後は横ばいであった. 3群に有意な差はなかった.

4) D-dimer

IPC群, 及びIPC除去群は開始前と終了後は横ばいで経過し, 足関節運動群は開始前と比較して終了後に低下した. 多重比較の結果, 開始前において, 足関節運動群はIPC群と比較して有意に高値で ($p < 0.05$), またIPC除去群と比較して有意に高値であった ($p < 0.01$). 足関節運動群において, 開始前は終了後と比較して有意に高値であった ($p < 0.05$).



各プロットは平均値を示し, エラーバーは標準誤差を示す. (n=12)

図5 自律神経活動

4. 自律神経活動

HF, LF/HFについて図5に示す(図5).

1) HF

5分は3群に有意な差はなかった。IPC群は、46分まで低下し、70分に上昇した。足関節運動群は、15分に上昇し、70分に低下した。IPC除去群は、15分に上昇し、70分に低下した。3群に有意な差はなかった。

2) LF/HF

5分は3群に有意な差はなかった。IPC群は、5分以降緩やかに上昇した。足関節運動群は、5分以降上昇した。IPC除去群は、15分に上昇後その後低下した。3群に有意な差はなかった。

5. 主観的感覚

「圧迫感」「拘束感」「足が重い」「足が蒸れる」「足が暑い」の5項目の合計値について図6に示す(図6)。IPC群が3群中で最も高く、足関節運動群が最も低い値であった。3群に有意な差はなかった。

V. 考 察

1. 被験者

実験前条件である、室温、湿度、及び、実験操作開始前の被験者の最高血圧、最低血圧、脈拍、SpO₂について3群は、ほぼ同値であった。そのため、実験期間、及び介入の違いによる実験環境に変化はなく、実験前条件は統一することができ、実験

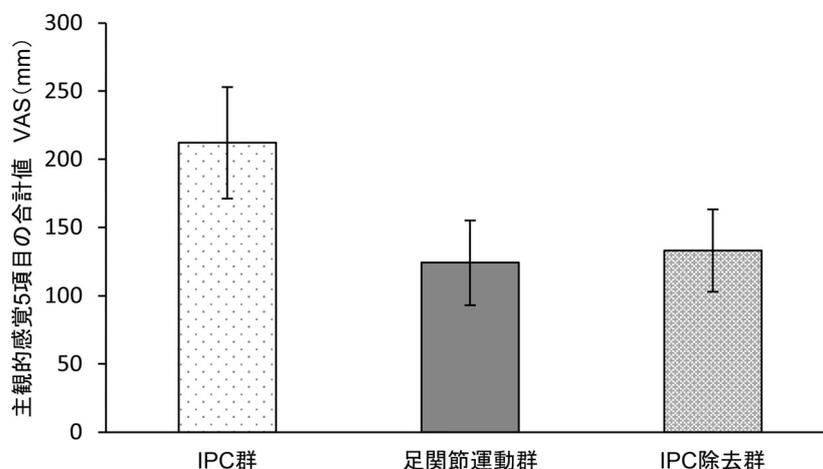
操作開始前の被験者のバイタルサインは、介入に影響を与えなかったと考える。

2. 下肢血行動態

足関節運動群は、足関節底背屈他動運動後に大腿静脈最高血流速度は低下し、その後75分に上昇している。先行研究では、足関節底背屈他動運動中または運動直後の大腿静脈最高血流速度は安静時と比較して上昇することが示されているが^{13, 14, 18, 19)}、運動後の大腿静脈最高血流速度の経時的変化については明らかとされていない。本研究における大腿静脈最高血流速度の経過から、1分間の足関節底背屈他動運動では大腿静脈最高血流速度の増加が持続する効果は得られないことが明らかとなった。

下肢組織酸素代謝指標のうち、 Δ HHbは静脈還流量を反映していることから²⁰⁾、 Δ HHbは静脈うっ滞の指標とすることができる。足関節運動群は、足関節底背屈他動運動後横ばいで推移し75分に低下した。これらより、IPC除去後下肢に貯留していた血液が足関節底背屈他動運動により駆出されたことで下肢静脈うっ滞が生じないことが示唆された。

Δ O₂Hbと Δ cHbの推移は、IPC群は3群中で最も低い値で推移し、時間の経過とともに上昇した。足関節運動群は足関節底背屈他動運動後に低下し、IPC除去群は75分まで増加した。NIRSは動脈、静脈、毛細血管の酸素化状態を反映しているが主に毛細血管の酸素化状態を反映しており、毛細血管圧は動脈側で35mmHg、静脈側で15mmHgである²¹⁾。IPCの



各プロットは平均値を示し、エラーバーは標準誤差を示す。(n=12)

図6 主観的感覚

加圧は45mmHgであるため、IPCは毛細血管圧以上の圧で加圧している可能性がある。そのため、IPC群における ΔO_2Hb 、及び ΔcHb の低下は、IPC装着を継続したことにより、下腿への動脈血の流入が阻害された可能性があることが示唆された。 ΔcHb は組織血液量の変化を反映している。足関節運動群は足関節底背屈他動運動後、 ΔcHb が低下したことは、運動により下腿に貯留した血液が駆出され、組織血液量が減少したことによる経過であると考えられる。また、足関節運動群、及びIPC除去群の ΔcHb の推移から、IPC除去後30分で下肢組織血液量が増加したことから、IPC除去後30分に足関節底背屈他動運動の介入を行うことは、IPC除去後の30分間に貯留した下肢組織血液を駆出することが出来ると考える。これらのことから、IPC除去後30分に足関節底背屈他動運動を行うことは、介入の時間として適切であることが示唆された。

3. 凝固線溶反応

凝固反応であるFMCは、IPC群、及び足関節運動群は開始前と比較し終了後に低下し、TATは3群とも開始前と比較して終了後に低下したが、介入の違いによる凝固反応に有意な差は認めなかった。また、線溶反応であるPICは3群とも開始前と比較して終了後は横ばいであり、有意な差は認めなかった。D-dimerは、開始前に足関節運動群が有意に高値となった。開始前の採血は、3群すべてにおいて実験操作を加える前に研究者が同様の手順で採取したため、足関節運動群のD-dimerが開始前に他2群と比較して有意に高値となった理由は不明であるが、3群とも終了後にD-dimerは上昇していないことから、血栓形成がされていなかったと考える。75分間のIPC装着、または、IPCを15分装着し除去後30分に足関節底背屈他動運動を行うことは、凝固の亢進を生じず、線溶系に影響を与えなかったと考える。これらより、IPC除去後60分間は血栓形成要因である凝固能の亢進は、健常人では生じないことが示唆された。

4. 自律神経活動

副交感神経活動の指標であるHFは、IPC群は開始後低下し3群中最も低い値で推移し、足関節運動群とIPC除去群はIPC除去後である15分にHFが増加した。IPC群のHFの推移から、75分間IPCを装着したことで身体的ストレスにより副交感神経活動が低

下したことが示唆された。足関節運動群、及びIPC除去群のHFの推移から、IPCを除去したことで副交感神経活動が増加したことから、身体的ストレスが軽減したことが示唆された。交感神経活動の指標であるLF/HFは、3群とも15分に上昇したが、3群に有意な差は認められなかったことから、IPCの持続装着、足関節底背屈他動運動、及びIPC除去後介入を行わないことは交感神経活動に影響を与えないことが示唆された。これらより、足関節運動群は、IPC除去により副交感神経活動を上昇させ、交感神経活動を上昇させることはなく実施することができるケアであると考えられる。

5. 主観的感覚

主観的感覚は、IPC群は足関節運動群、及びIPC除去群と比較して有意な差は認めなかったが高値であった。IPC装着によるDVT予防効果は明らかとなっている一方で、IPC装着に伴う不快を生じている報告がある²⁾。本研究の結果からも、IPCを持続的に装着することで不快を生じる可能性があることが明らかとなった。また、足関節運動群とIPC除去群は、有意な差はなかったがIPC群と比較すると低値であったことから、IPC除去時に足関節底背屈他動運動を行う介入は、足関節底背屈他動運動を行わない場合と比較して不快は増悪しないことが示唆された。これらより、IPC除去時に足関節底背屈他動運動を取り入れたケアを行うことは、IPCを持続的に装着することによる不快を軽減することができるケアであると考えられる。

VI. 結論

15分間IPCを装着し除去後30分に1分間の足関節底背屈他動運動を取り入れたケアは、下肢静脈うっ滞、及び凝固能の亢進を生じず、IPCを継続使用した場合に生じる不快の感覚を軽減させる可能性のある看護介入であることが示唆された。

VII. 研究の限界と課題

本研究は健常女性を対象とした75分間の実験時間であったため、侵襲による生体反応を示し、DVTリスクのある患者を対象とした場合や長期的な介入が必要なケースに対して、本研究結果を適応できる

わけではない。今後、臨床研究を行い、様々な年代や性別、疾患の有無などによる違いのある被験者に対して検討を行うことで、本研究の介入を一般化することが必要であると考える。

謝 辞

本研究に協力いただいた被験者、医療者に心より感謝する。本論文は、山口大学大学院医学系研究科に提出した修士論文の一部を加筆修正したものである。

利益相反の開示

本研究における利益相反は存在しない。

研究助成情報

本研究は、公益信託中西陸子看護学先端的研究基金の助成を受けたものである。

引用文献

- 1) Nakamura, M., Fujioka, H., Yamada, N., et al. Clinical characteristics of acute pulmonary thromboembolism in Japan : results of a multicenter registry in the Japanese Society of Pulmonary Embolism Research. *Clin Cardiol* 2001 ; 24 (2) : 132-138.
- 2) Ota M, Nakamura M, Yamada N, et al. Prognostic significance of early diagnosis in acute pulmonary thromboembolism with circulatory failure. *Heart Vessels* 2002 ; 17 : 7-11.
- 3) Malato A, Dentali F, Siragusa S, et al. The impact of deep vein thrombosis in critically ill patients : a meta-analysis of major clinical outcomes. *Blood Transfus* 2015 ; 13 : 559-568.
- 4) Cecilia Becattini, Alexander T. Cohen, Giancarlo Agnelli, et al. Risk stratification of patients with acute symptomatic pulmonary embolism based on presence or absence of lower extremity DVT systematic review and meta-analysis. *Chest* 2016 ; 149 (1) : 192-200.
- 5) 伊藤正明, 池田正孝, 石橋宏之, 他. 肺血栓塞栓症及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), Retrieved from : https://js-phlebology.jp/wp/wp-content/uploads/2019/03/JCS2017_ito_h.pdf. (参照 : 2022-02-03)
- 6) Kahn SR, Lim W, Dunn AS, et al. Prevention of VTE in nonsurgical patients : antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed : American college of chest physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest* 2012 ; 141 : e195s-e226s.
- 7) Dennis M, Sandercock P, Reid J, et al. Effectiveness of intermittent pneumatic compression in reduction of risk of deep vein thrombosis in patients who have had a stroke (CLOTS3) : a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 2013 ; 382 : 516-524.
- 8) Yaseen M. Arabi, Mohammad Khedr, Saqib I. Dara, et al. Use of intermittent pneumatic compression and not graduated compression stockings is associated with lower incident VTE in critically ill patients a multiple propensity scores adjusted analysis. *Chest* 2013 ; 144 (1) : 152-159.
- 9) 佐藤暢一, 福内清史, 上田朝美, 他. 静脈血栓塞栓症予防装具の関与が疑われた術後腓骨神経麻痺症例. *ICUとCCU* 2007 ; 31 (12) : 1103-1105.
- 10) Shintaro Yanazume, Yumi Yanazume, Ichiro Iwamoto, et al. Severe leg compartment syndrome associated with dorsal lithotomy position during radical hysterectomy. *J. Obstet. Gynaecol. Res* 2006 ; 32 (6) : 610-612.
- 11) 水口奈緒美, 岡田真佐恵, 室川裕子, 他. 術後の血栓予防に間欠的加圧装置を使用した患者の快・不快に関する調査. *整形外科看護* 2005 ; 10 (11) : 85-88.
- 12) 川端明子. 静脈血栓塞栓症予防のための間欠的空気圧迫装置使用中に発生した褥瘡の2症例. *褥瘡会誌* 2007 ; 9 (4) : 535-539.
- 13) 石井政次, 川路博之, 浜崎 允, 他. DVT予防のための大腿静脈流速からみた血流改善の比

- 較. *Hip Joint* 2001 ; 27 : 557-559.
- 14) 太田覚史, 山田典一, 辻明 宏, 他. 静脈血栓症に対する各種理学的予防法の静脈血流増加効果についての検討. *静脈学* 2004 ; 15 (2) : 89-95.
 - 15) 阿部 恵, 梅津はるみ, 熊谷裕子, 他. 深部静脈血栓症の予防について - 段階的空気圧迫法の持続効果時間の検討 -. *日本整形外科看護研究会誌* 2006 ; 1 : 62-64.
 - 16) 徳田 裕. 間歇的空気圧迫装置による経時的な静脈血流改善効果. *日本物理療法学会会誌* 2011 ; 18 : 32-35.
 - 17) M. A. McNALLY, E. A. COOKE, R. A. B. MOLLAN. The Effect of Active Movement of the Foot on Venous Blood Flow after Total Hip Replacement. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 1997 ; 79-A (8) : 1198-1201.
 - 18) 平井正文, 岩田博英, 温水吉仁, 他. 深部静脈血栓症予防における運動, 弾力ストッキング, 間欠的空気圧迫法の臨床応用. *静脈学* 2004 ; 15 (1) : 59-66.
 - 19) Oh-Yun Kwon, Do-Young Jung, Young Kim, et al. Effects of ankle exercise combined with deep breathing on blood flow velocity in the femoral vein. *Australian Journal of Physiotherapy* 2003 ; 49 : 253-258.
 - 20) Yutaka Hosoi, Hiroshi Yasuhara, Hiroshi Shigematsu, et al. Influence of popliteal vein thrombosis on subsequent ambulatory venous function measured by near-infrared spectroscopy. *The American Journal of Surgery* 1999 ; 177 : 111-116.
 - 21) 深井喜代子, 佐伯由香, 福田博之. 新・看護生理学テキスト. 南江堂. 東京都 2008 ; 194-214.
 - 22) 玉井彩美, 福原千恵美, 三好弘人, 他. 術後患者が感じるフットポンプ装着による不快の実態. *中国四国地区国立病院機構・国立療養所看護研究学会誌* 2010 ; 6 : 99-102.

Effects of Care Incorporating Passive Motion Exercise of The Ankle Plantar Dorsiflexion on Lower Extremity Hemodynamics and Comfort Using Physical Methods for Deep Vein Thrombosis (DVT) Prevention

Maya SHIMAOKA, Hiroaki YAMASE¹⁾,
Asami TADO¹⁾ and Gou MUKAE

Nursing Department of Yamaguchi University Hospital, 1-1-1 Minami Kogushi, Ube, Yamaguchi 755-8505, Japan 1) Department of Clinical Nursing, Yamaguchi University Graduate School of Medicine, 1-1-1 Minami Kogushi, Ube, Yamaguchi 755-8505, Japan

SUMMARY

This study aimed to evaluate the effects of care incorporating passive motion exercise of the ankle plantar dorsiflexion on lower extremity hemodynamics and comfort using physical methods for deep vein thrombosis (DVT) prevention.

We recruited 16 healthy women, aged 20-40 years old, using a simple random allocation crossover design. We categorized them into three groups : intermittent pneumatic compression was performed continuously (IPC group) ; the patients underwent passive exercise of ankle dorsiflexion and plantar flexion (ankle exercise group), and IPC was removed (IPC removal group). We evaluated lower extremity hemodynamics, coagulation and fibrinolysis, autonomic nervous functions, and subjective sensation during each intervention.

The ankle exercise group showed a decrease in the maximum blood flow velocity in the femoral vein and deoxygenated hemoglobin. Three coagulation and fibrinolysis complexes, namely, fibrin monomer complex, thrombin-antithrombin complex, and plasmin-alpha2-plasmininhibitor complex, showed no change among the three

groups. One autonomic nervous function, the high-frequency component, remained lower in the IPC group than in the other two groups after 15 minutes. Subjective sensation was highest in the IPC group.

The ankle exercise group did not show exacerbation of lower limb venous stasis and coagulability, suggesting that a nursing intervention reduces discomfort that occurs with continuous use of IPC.