

深部静脈血栓症の発症予防に有効な 間欠的空気圧迫装置の開発

福岡大学整形外科

藤沢基之、秋吉祐一郎、内藤正俊

はじめに

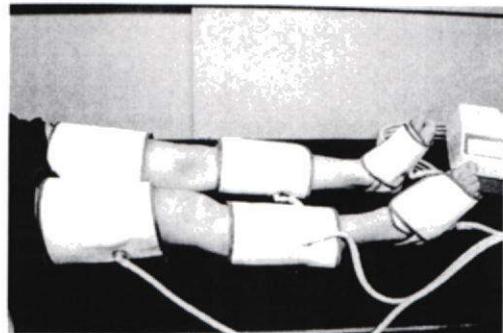
人工膝・股関節置換術などの下肢手術後に発生する深部静脈血栓症 (Deep Vein Thrombosis: 以下DVT) は、致命的な肺塞栓症をきたす原因となる術後合併症である。その予防として、副作用のほとんどない間欠的空気圧迫装置 (Intermittent Pneumatic Compression: 以下IPC) が有効であるとされ、Plantar venous compression (以下、Foot pump) が世界的に広く用いられている¹⁾²⁾³⁾。一方、足部だけでなく下肢全体を覆うCalf-thigh pneumatic compression (以下、Calf-thigh pump) もDVTの予防に有効であると報告⁴⁾⁵⁾されている。我々もCalf-thigh pumpを股関節術後のDVT予防に臨床応用し、従来のFoot pumpとの比較検討を行い、その有効性を報告した⁶⁾。さらに Westrich ら⁷⁾ は7種類のIPCを比較検討し、血流量に関してはCalf-thigh pumpが最大であるが、血流速度に関してはinflation timeが短いCalf foot pumpが最速であったと述べている。本研究ではこれらの点をふまえ、既存のCalf thigh pumpより空気流入速度が急速で、さらに足底・下腿・大腿のair chamberが静脈血流に同期するよう工夫した新たなFoot-calf thigh pump、福岡大式IPC (日東工器社製)を作成し、この効

果を評価した。

1. 対象および方法

本研究における新しい福岡大式IPC (図1)の仕様は、片側下肢3カ所のchamberで、

図1. 福大式IPC



収縮圧は130-150mmHg、inflation timeは0.5秒である(表1)。

表1 Intermittent Pneumatic Compression Device の仕様

Device	Chamber (mm Hg)	Pressure (seconds)	Cycle time (seconds)	Inflation time
Foot pump (A-V Impulse System)	1	120-160	20	0.4
Calf-foot pump (PlexiPulse)	2	160	20	0.7
Calf thigh pump (Medsoner)	2	20-80	14	3.1
福岡大式IPC	3	130-150	20	0.5

複数の chamber の収縮 time lag に関し
て明記されたものは少ないが、Nicolidess

ら⁴⁾は遠位より順次圧迫することにより血流が加速すると報告している。そこで我々は、静脈血流速度と足底一下腿長・下腿一大腿長を考慮し、下腿 chamber が足部 chamber の1.0秒後、大腿 chamber が下腿 chamber の1.0秒後に最大収縮となるよう設定した。

健常人20肢(年齢平均22.7歳、Body Mass Index 平均21.7)を対象として、既存の Calf-thigh pump、Calf-foot pump および福岡大式IPCをそれぞれ装着させ、大腿静脈血流速度を比較した。さらに全人工股関節置換術後患者5例(年齢平均70.8歳、BMI平均27.7)を対象に、福岡大式IPCによる静脈血流速度の変化を計測した。血流測定部位は、単径靭帯より約

より速かった。福岡大式IPC (179.7%)では、さらに血流速度の増大を認めた。平均血流速度の結果も同様であった。

一方、患者群では福岡大式IPC装着時最高血流速度は16.18cm/s(安静時比:147.0%)、平均血流速度は8.72cm/s(136.5%)であった。

III. 考 察

現在多くのIPCが市販されている。中でも足部のみを圧迫する Foot pump が最も一般的で、簡便かつnursing complianceに優れ、世界的に広く用いられている¹⁾²⁾³⁾。Foot pump を用いたDVTの発生率は、Fordyce ら¹⁾によると5%、Bradleyら²⁾によると6.6%、Warwickら³⁾によると18%と報告されている。一方、Calf-thigh pumpを用いた近位型DVTの発生率は、Woolson ら⁴⁾によると6%、Hookerら⁵⁾によると3.8%である。いずれも、Foot pump を用いた場合の発生率とほぼ同様である。しかし Foot pump の場合、遠位型のDVTは減るが、一回の拍出量が約30mIと少量なためPEの誘因となる近位型DVTの予防効果に乏しいのではないかと指摘⁷⁾がある。

Foot pump により下腿の静脈血流速度が250%増大した⁸⁾と報告されている。さらに数種類のIPCを比較評価したWestrichら⁷⁾は、Calf-thigh pump が最も血流量を増加させるが、一方、Calf-foot pump やFoot pump は、血流速度をより増大させると述べている。そこで我々は、Calf-thigh pump に血流速度の増大効果も持たせるために、圧迫圧と空気流入時間をCalf-foot pump とほぼ同様にした福岡大式IPCを製作し、この効果を他の2種類のIPCと比較検討した。

今回の結果では、Calf-foot pump は

表2. 健常人大腿静脈血流速度 (cm/s)

機種	最大血流速度		平均血流速度	
	速度	増加率	速度	増加率
安静時	14.54		8.54	
Calf-thigh pump	17.85	(139.4)	9.09	(137.1)
Calf-foot pump	19.98	(149.9)	10.94	(145.7)
福岡大式IPC	22.11	(179.7)	12.19	(169.4)

*p<.01

2cm遠位で、大腿動脈の波形を指標に、その内側の静脈波形が得られる位置とした。静脈波形は、プローブを体表面に対し60°の角度にあて、拍動のない近位方向への血流を計測した。血流計測には超音波血流計: Smartdop50(林電気社製)を用いた。

II. 結 果

健常人の安静時の最高血流速度は414.54cm/s、平均血流速度は8.54cm/sであった(表2)。

最高血流速度は Westrich らの報告⁷⁾と同様、Calf-foot pump 装着時(安静時比:149.9%)が、Calf-thigh pump (139.4%)

Westrich らの報告⁷⁾と同様、Calf-thigh pump より大腿静脈の血流速度を増大させた。さらに福岡大式IPCは、既存の2種に比し、有意に血流速度を加速させた。このことよりIPCにより静脈環流の増大を期待する場合、適正な圧迫速度と静脈血流速度に同期した収縮サイクルが有効ではないかと考えられた。これらの方法で静脈環流を増大させることは、血栓形成予防により効果的ではないかと思われた。

一方IPCの危険性として、既往症や外傷数日後などでIPCの初回施行前にDVTが存在している場合、その施行により肺塞栓症を引き起こす事が考えられる。我々は、股関節の術前に、全例 D-dimer⁹⁾¹⁰⁾ を測定し、術前のDVTの除外指標の一助としている。今回の福岡大式IPCは、静脈環流の増大に加え、血流速度の加速に優れている。一方、欠点として従来の Foot pump に比し、着脱などの nursing compliance が問題点であり、施行の簡素化と時間の短縮などが今後の課題であると考えられた。

まとめ

最も静脈環流量が優れているとされる Calf-thigh pump に、圧迫圧と空気流入速度に工夫を加えた福岡大式IPCは、静脈血流の加速効果にも優れていた。

この研究は「財団法人日本股関節研究振興財団」の研究助成による。

文 献

- 1) Fordyce, M.J.F. et al: A venous pump reduce thrombosis after total hip replacement. J. Bone Joint Surg.74-B: 45~49, 1992.
- 2) Bradley, J.G. et al: The effectiveness of intermittent plantar venous compression in prevention of deep vein thrombosis after total hip arthroplasty. J Arthroplasty 8: 57~61, 1993.
- 3) Warwick, D. et al: Death and thromboembolic disease after total hip replacement. A prospective, randomised trial. J. Bone Joint Surg.80-A: I 158~I 166, 1998.
- 4) Woolson, S.T.: Intermittent pneumatic compression prophylaxis for proximal deep venous thrombosis after total hip replacement. J Bone Joint Surg Am 78: 1735 ~1740, 1996.
- 5) Hooker, J.A. et al: Efficacy of prophylaxis against thromboembolism with intermittent pneumatic compression after primary and revision total hip arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 81: 690~696, 1999.
- 6) 藤沢基之、内藤正俊：股関節手術後の深部静脈血栓症の予防。別冊整形外科40: 254~257, 2001.
- 7) Westrich, G.H. et al: Pneumatic compression hemodynamics in total hip arthroplasty. Clin. Orthop.372: 180-191, 2000.
- 8) Gardner, A.M.N. et al: Reduction of post-traumatic swelling and compartment pressure by impulse compression of the foot. J. bone Joint Surg.72-B: 810-815, 1990.

- 9) 木村忠広ほか：深部静脈血栓症に対する凝固・線溶マーカーの診断的意義について。脈管学32:417-422.1992.
- 10) 塩田直史ほか：深部静脈血栓症と肺塞栓症の早期診断法。関節外科19:1355~1360, 2000.