

臨床経験

術後肺塞栓症の予防法としての intermittent sequential pneumatic compression の使用経験

東京大学第3外科

味村 俊樹 山口 浩和 清水 伸幸 金田 篤志
安田 秀光 酒井 滋 倉本 秋 上西 紀夫
山川 満 大原 毅

肺塞栓症 (以下, PE) は, まれではあるが致死率が高いため, 欧米では重大な術後合併症と認識され, 予防法としてヘパリン投与や波動型末梢循環促進装置 (intermittent sequential pneumatic compression : 以下, ISPC) が採用されている。ISPC とは術中に下肢を機械的にマッサージし, 深部静脈血栓症 (以下, DVT) および PE を防止する装置である。今回我々は PE の予防法として ISPC を使用したので, その使用経験を報告する。1995年10月~1996年9月の1年間で, 当教室における全身麻酔下待期的開腹手術182例のうち, 肥満や長時間の手術などの DVT や PE に対する high risk 群56例に ISPC を使用した。使用群56例と非使用群126例の間で, DVT および PE の発生率を比較検討したところ, ISPC 非使用群で DVT が1例, PE が2例発生したのに対して, ISPC 使用群では DVT が1例発生した。ISPC による副作用は認めなかった。有意差はないが, ISPC は安全で簡便に PE を予防する装置と考える。

Key words: postoperative pulmonary embolism, prophylaxis, intermittent sequential pneumatic compression

はじめに

肺塞栓症 (pulmonary embolism : 以下, PE) は発生率は低いが, 致死率の高い術後合併症である。その発生頻度は, 高いとされる欧米でさえ1~2%程度であるが, 致死率の高さが重要視され, ヘパリンの予防的投与 (low dose heparin : 以下, LDH) や波動型末梢循環促進装置 (intermittent sequential pneumatic compression : 以下, ISPC) などが行われている¹⁾。

本邦での消化器外科領域における PE の発生頻度は0.05~0.07%^{2,3)}とさらに低く, 重大な術後合併症として認識されていないのが現状である。しかし近年本邦においてもその頻度は増加傾向にあり⁴⁾, 症例報告や治療法に関する報告も散見されるが^{5)~7)}, 予防法に関して詳述した報告はない。

当科では1995年3月~4月の2か月間に術後 PE の重症例を2例経験し, 1例は救命しえたが1例を失っ

た。それ以後 ISPC を用いて PE の予防に努めており, その使用経験を報告する。

対象と方法

1995年10月~1996年9月の1年間に当教室において施行した全身麻酔下待期的開腹手術182例を対象に, ISPC 使用群 (以下, 使用群) と ISPC 非使用群 (以下, 非使用群) で深部静脈血栓症 (deep vein thrombosis : 以下, DVT) および PE の発生率を比較検討した。

ISPC (HADOMER 103P™, 黒田精工 (株), 神奈川県) とは, 各5室よりなるカフを両下肢に装着し, 足先より大腿に向かって波動状に空気圧を供給してマッサージを行う装置である (Fig. 1)。この装置は四肢リンパ浮腫の治療器として開発されたが, 周術期に用いることによって下肢静脈血流のうっ滞を防ぎ, 深部静脈血栓の発生ひいては PE の発生の予防にも使用されている。カフへの供給圧は80~100mmHg とした。検討期間中の装置数は1996年3月までは1台, 1996年4月以降は2台であり, 手術例全例に使用することは不可能であった。このため PE の high risk 群である, 肥満,

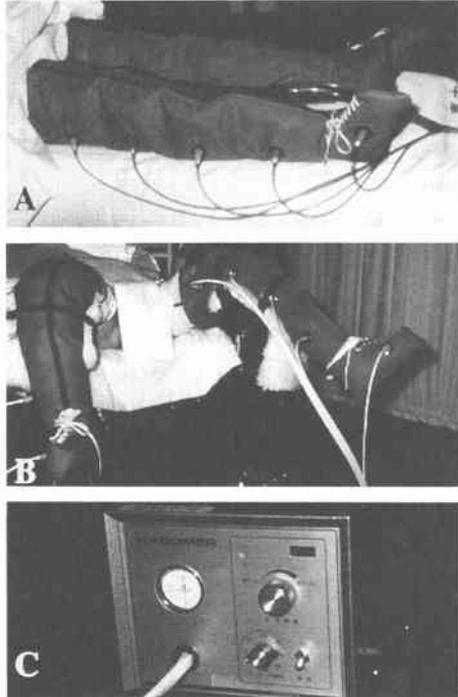
<1997年1月8日受理> 別刷請求先: 味村 俊樹

〒112 東京都文京区目白台3-28-6 東京大学第3外科

Fig. 1 The intermittent sequential pneumatic compression device.

Each boot consists of five chambers which are inflated and deflated sequentially from the foot up to the thigh. The pneumatic pressure is most appropriate from 80 to 100mmHg.

A : Supine position, B : Lithotomy position, C : A manipulation side



長時間の手術、骨盤内操作を伴う手術や腹腔内圧の高くなる腹腔鏡下胆嚢摘出術等の要因を勘案し、相対的に優先使用順位を決めた。肥満度は Broca's index (= 体重(kg)/(身長(cm)-100)) で評価した。

使用群は56例(31%)で、対象疾患は胃癌21例、結腸癌11例、直腸癌4例、胆石症9例、食道癌6例、その他5例であった。術式は幽門側胃切除術11例、胃全摘術9例、結腸切除術11例、低位前方切除術4例、腹腔鏡下胆嚢摘出術9例、胸部食道亜全摘術2例、その他10例であった。

非使用群は126例(69%)で、対象疾患は胃癌40例、結腸癌28例、直腸癌16例、胆石症11例、総胆管結石症4例、肝臓癌4例、その他23例であった。術式は幽門側胃切除術22例、胃全摘術15例、結腸切除術28例、低位前方切除術11例、腹腔鏡下胆嚢摘出術11例、総胆管切開載石術4例、肝臓切除術7例、その他28例であっ

Table 1 Clinical profiles and frequency of postoperative DVT and PE with or without ISPC

	ISPC group	Non-ISPC group	p value
	n=56	n=126	
M/F	39/17	77/49	ns
Age (yr)	62.6±12.1	63.1±12.2	ns
Broca's index	1.04±0.18	0.93±0.13	< 0.01
Operation time (min)	333±149	273±128	< 0.01
Intraoperative blood loss volume(g)	491±782	371±496	ns
DVT (%)	1 (1.8)	1 (0.8)	ns
PE (%)	0 (0)	2 (1.6)	ns

DVT: Deep Vein Thrombosis, PE: Pulmonary Embolism
ISPC: Intermittent Sequential Pneumatic Compression
Broca's index=Body weight (kg)/ (Height (cm)-100)

た。

DVTは下肢の腫脹、疼痛などの臨床症状が認められた場合にドプラ超音波検査を施行して診断した。PEは臨床症状(胸痛、呼吸困難、咳)および血液ガス分析、胸部X線写真、心電図で評価し、疑わしい症例に肺血流シンチグラムを施行して診断した。

結果は平均±標準偏差で表し、有意差検定は両側 Student t 検定または χ^2 検定を行い、 $p < 0.05$ で有意差ありとした。

結 果

性別、年齢に両群間で有意差はなかった。ISPC 使用の優先順位を肥満、長時間の手術としたため、使用群の方が、Broca's index が有意に大きく、手術時間も有意に長かった。DVT は使用群で1例(1.8%)、非使用群で1例(0.8%)発生した。PE は使用群では発生せず、非使用群では2例(1.6%)発生した。DVT, PEとも発生率に有意差はなかった (Table 1)。

DVT および PE 症例を Table 2 に示す。使用群で発生した DVT 例は62歳の女性で、早期胃癌に対する幽門輪温存胃切除術の術後14日目に左下肢の疼痛と腫脹を認め、ドプラ超音波検査にて左大腿静脈に血栓を認めた。非使用群で発生した DVT 例は66歳の男性で、胃進行癌に対する胃全摘・脾体尾部脾合併切除術の術後26日目に左下肢の疼痛および腫脹を認めた。両症例とも抗血栓療法にて軽快した。

非使用群で発生した PE は2例で、1例が68歳の男性で、横行結腸癌に対する横行結腸切除術の術中に著明な低酸素血症が発生し、術後の肺血流シンチグラムにて PE と診断し、抗血栓療法にて軽快した。残る1例は64歳の男性で、胆石、総胆管結石および右副腎腫瘍に対する胆嚢摘出術、総胆管結石載石術、副腎腫瘍摘

Table 2 Patients of postoperative DVT or PE

DVT or PE	Usage of ISPC	Age(yr) sex	Diagnosis	Operative procedure	Broca's index	Duration of operation (min)	Onset day (POD)	Signs and symptoms
1 DVT	used	62 F	gastric cancer	pylorus preserving gastrectomy	1.17	250	14	pain and swelling of the left lower extremity
2 DVT	not used	66 M	gastric cancer	total gastrectomy with splenectomy and distal pancreatectomy	0.94	300	26	pain and swelling of the left lower extremity
3 PE	not used	68 M	transverse colon cancer	transverse colectomy	1.01	290	0	hypoxemia during the operation
4 PE	not used	64 M	cholecystolithiasis, choledocholithiasis and right nonfunctioning adrenal tumor	cholecystectomy, choledocholithotomy and right adrenalectomy	0.88	270	2	exertional dyspnea and hypoxemia

DVT: Deep Vein Thrombosis, PE: Pulmonary Embolism, ISPC: Intermittent Sequential Pneumatic Compression
 Broca's index=Body weight (kg)/ (Height (cm)-100), POD: Postoperative Day

出術の術後2日目に、労作時呼吸困難と低酸素血症を呈し、肺血流シンチグラムにてPEと診断した。手術野よりの出血を危ぐし、臨床症状が軽度であることより、抗血栓療法は行わず経過観察としたところ軽快した。

使用群において、カフの圧迫による神経麻痺などの合併症は発生しなかった。

考 察

PEは塞栓子が肺動脈を閉塞して呼吸循環を障害する疾患で、急激な右心負荷によりショックまたは心停止に至ったり、換気血流不均衡により著明な低酸素血症を呈するため、致死率は20~28%と高い⁴⁾。剖検例における発生頻度は、欧米で13~25%であるが、本邦では1.41%と比較的低い⁴⁾。

PEの原因となる塞栓子の86%はDVTに由来する⁸⁾。手術時の患者は完全な無動状態となるため、下肢静脈がうっ滞し、血栓が出来やすくなると考えられ、実際、PEの40%近くは手術後に発生している⁹⁾。一般外科術後に予防法を行わなかった場合、DVTは25%に、PEは1~2%に発生し、致死性PEの発生率は0.2~0.8%である¹⁾。本邦におけるまとまった報告は少ないが、臨床症状を呈するPEの発生率は0.05~0.07%²⁾³⁾である。

術後PEに対して、発生後の早期診断および抗血栓療法も重要であるが、致死率が高いため、予防が極めて重要である。欧米では1970年代より予防が行われており、方法としてはLDHや低分子ヘパリン (low molecular weight heparin: 以下、LMWH) が一般的

である。

LDHとは術前から5,000単位のヘパリンを1日2回皮下注射する方法で、多くのprospective randomized studyで有効性と安全性が証明されている¹⁰⁾。一般外科においてLDHを使用した場合、DVTの発生率は22.4%から9%に、PEの発生率は1.7%から0.9%に、致死性PEの発生率は0.7%から0.2%に低下する。懸念される副作用としての出血傾向は、創部の血腫が少数例でみられるのみで重篤な出血は極めて少ない¹⁾¹⁰⁾。

しかしヘパリンナトリウム (unfractionated heparin)は、一部が血清蛋白と結合して不活化し、その程度に個人差が大きいため効果が不安定である。効果を安定させるためにはaPTTでモニターしながら投与量を調整する必要があるが、adjusted dose heparinと呼ばれるが予防法としては極めて煩雑である¹¹⁾。そこで近年欧米では、より効果が安定し、効果持続時間の長いLMWHを術前より1日1回2,500~5,000単位投与する方法が行われるようになり、現在その効果および投与方法が検討されている¹²⁾。

以上のごとく、欧米ではPEの予防法としてLDHおよびLMWHは、有効性、安全性ともに認められている。しかし、ヘパリン使用時に硬膜外カテーテル留置が安全に施行できるかどうかは未解決の問題である。消化器外科領域において、硬膜外カテーテルは術中麻酔管理および術後疼痛管理上極めて有用な手段であるが、抗凝固療法を受けている患者への硬膜外カ

テーテルの挿入は、血腫形成の合併症が危ぐされる。LDH 施行例でも硬膜外カテーテルは安全に施行できるとする報告¹³⁾もある一方で、抗凝固療法中の硬膜外カテーテル留置に伴う血腫で下肢麻痺を生じた報告¹⁴⁾もあり、LDH と硬膜外カテーテルの併用には慎重にならざるをえない。

当科では、重症術後 PE 2 例の貴重な経験を通して、術後 PE の予防の必要性を痛感し、下肢への点滴などによる下肢静脈壁の損傷や脱水による血液濃縮を避けるよう配慮するとともに、欧米で主に行われている LDH を 1996 年 4 月から 7 月の 4 か月間に 10 例に対して行い、DVT や PE は発生しなかった。しかし、PE の低い発生頻度を考慮すると、LDH のために硬膜外カテーテルを留置しないのは、かえって術中、術後管理に不利益をもたらすと判断し、LDH は中止した。

そこで、現在では術中より下肢を機械的にマッサージして DVT を予防する ISPC を使用して、PE の予防に努めている。ISPC は、欧米では PE の予防法として 1970 年代より使用されており¹⁵⁾、Pini¹⁾の集計では DVT の発生頻度を 25% から 10% に低下させ、LDH の 8% と同等の効果があるとしている。Mühe ら¹⁶⁾は、カフへの供給圧は 90~100 mmHg が効果的で、ISPC により下肢の血流は 3.59 cm/s から 13.14 cm/s に上昇し、DVT の発生率は LDH の 15% に比較して 4.2% と低下し、PE の発生も LDH の 1 例に対して 0 例と同等の効果をも認めたとしている。他方、LDH、ISPC とともに DVT の予防には有効だが、致死性の PE の予防法として有効性が証明されているのは LDH のみであるとの意見もある¹¹⁾。

ISPC の副作用として、総腓骨神経麻痺や筋膜切開を要する程の下腿 compartment syndrome の報告があるが¹⁹⁾、極めてまれであり、本検討の ISPC 使用群 56 例には認めなかった。

ISPC は簡便で安全なため、下肢の無動化を伴う手術症例全例に施行しうる。今回の検討では装置の数に限りがあるため、high risk 群である、肥満、長時間の手術¹¹⁾、骨盤内操作を伴う手術¹⁷⁾や腹腔内圧の高くなる腹腔鏡下胆嚢摘出術¹⁸⁾など術式を考慮し、優先使用順位を決めた。したがって、使用群で有意に肥満度が高く、手術時間が長かった。使用群が high risk 群であるにもかかわらず、DVT および PE の発生率に有意差がなく、むしろ非使用群にのみ PE が 2 例発生し、使用群には発生しなかったのは、ISPC が PE の予防に有効な可能性を示唆していると思われる。

胸痛、呼吸困難、咳、ショックなどの臨床症状や低酸素血症、典型的な PE の胸部 X 線像や心電図所見を呈さないからといって PE が発生していないとはいえない。研究の目的からは肺換気血流シンチや従来欧米の研究で一般的に行われてきた I¹²⁵-labelled fibrinogen uptake test により PE の発生率を評価すべきと考える。実際、症状がなくとも肺換気血流シンチグラムを行うと、開腹術後の 16% に異常がみられたとする報告もある²⁰⁾。しかし、PE の臨床症状のない術直後の患者を、研究を唯一の目的としてシンチグラム室に搬送するのは実際上困難であり、fibrinogen uptake test はウイルス感染の危険があるため現在使用が禁止されつつある¹²⁾。一方、臨床症状を呈する PE の発生率は低いため、ある予防法が有用かどうかを判定するためには、多施設で 1,000 例以上の症例を対象に検討するのが望ましい¹²⁾。

今後、ドプラ超音波検査や肺血流シンチグラムを用いて、臨床症状を呈さない DVT や PE を同定し、ISPC の有効性の評価に努める必要もあると考えるが、その一方で、ISPC が術後 DVT ひいては術後 PE の予防法として広く普及し、多施設にて発生率を評価できるようになれば、本邦においても、臨床症状を呈する PE に対する ISPC の有用性を統計学的に検討できるのではないかと期待する。

文 献

- 1) Pini M: Prophylaxis of venous thromboembolism: the old and new. *Haematologica* 80(Suppl): 66-77, 1995
- 2) 石沢由美子, 土肥修司: 術中・術後の肺血栓塞栓症. *麻酔* 42: 417-422, 1993
- 3) 新井利幸, 蜂須賀喜多男, 山口晃弘ほか: 消化器外科手術後の急性肺塞栓症例の検討. *日消外会誌* 27: 2135-2140, 1994
- 4) 中島伸之: 肺動脈塞栓症. *胸部外科* 48: 51-61, 1995
- 5) 中川基人, 佐野 誠, 相浦浩一ほか: Tissue-type plasminogen activator による血栓溶解療法が奏功した食道癌術後急性肺塞栓症の 1 例. *日消外会誌* 28: 831-835, 1995
- 6) 角谷直孝, 泉 良平, 広野慎介ほか: 直腸癌術後に発症し、救命可能であった肺動脈塞栓の 2 例. *日臨外医会誌* 57: 357-362, 1996
- 7) 曳野 肇, 中川正久: 術後早期の急性肺塞栓症の 1 例. *日消外会誌* 29: 1079-1083, 1996
- 8) Morpurgo M, Schmid C: The Spectrum of pulmonary embolism: Clinicopathologic correlations. *Chest* 107(Suppl): 18S-20S, 1995

- 9) Giuntini C, Ricco GD, Marini C et al: Epidemiology. *Chest* 107(Suppl) : 3S-9S, 1995
- 10) Collins R, Scrimgeour A, Yusuf S et al: Reduction in fatal pulmonary embolism and venous thrombosis by perioperative administration of subcutaneous heparin. *N Engl J Med* 318 : 1162-1173, 1988
- 11) Agnelli G: Anticoagulation in the prevention and treatment of pulmonary embolism. *Chest* 107(Suppl) : 39S-44S, 1995
- 12) Bergqvist D, Burmark US, Flordal PA et al: Low molecular weight heparin started before surgery as prophylaxis against deep vein thrombosis: 2500 versus 5000 Xa I units in 2070 patients. *Br J Surg* 82 : 496-501, 1995
- 13) Odom JA, Sih IL: Epidural analgesia and anticoagulant therapy: Experience with one thousand cases of continuous epidurals. *Anaesthesia* 38 : 254-259, 1983
- 14) Onishchuk JL, Carlsson C: Epidural hematoma associated with epidural anesthesia: complications of anticoagulant therapy. *Anesthesiology* 77 : 1221-1223, 1992
- 15) Coe NP, Collins REC, Klein LA et al: Prevention of deep vein thrombosis in urological patients: A controlled randomized trial of low-dose heparin and external pneumatic compression boots. *Surgery* 83 : 230-234, 1978
- 16) Mühe E: Intermittent sequential high-pressure compression of the leg: A new method of preventing deep vein thrombosis. *Am J Surg* 147 : 781-785, 1984
- 17) Rasmussen MS, Jorgensen PW, Jorgensen LN: Postoperative fatal pulmonary embolism in a general surgical department. *Am J Surg* 169 : 214-216, 1995
- 18) Mayol J, Vincent-Hamelin E, Sarmiento JM et al: Pulmonary embolism following laparoscopic cholecystectomy: Report of two cases and review of the literature. *Surg Endosc* 8 : 214-217, 1994
- 19) Lachmann EA, Rook JL, Tunkel R et al: Complications associated with intermittent pneumatic compression. *Arch Phys Med Rehabil* 73 : 482-485, 1992
- 20) 小沼英史, 木元正利, 伊木勝道ほか: 開腹術後の肺機能—換気血流シンチを用いた検討. *日腹部救急医学会誌* 16 : 160, 1996

Intermittent Sequential Pneumatic Compression as a Prophylaxis for Postoperative Pulmonary Embolism

Toshiki Mimura, Hirokazu Yamaguchi, Nobuyuki Shimizu, Atsushi Kaneda,
Hidemitsu Yasuda, Shigeru Sakai, Shu Kuramoto, Michio Kaminishi,
Mitsuru Yamakawa and Takeshi Oohara
The Third Department of Surgery, University of Tokyo

Pulmonary embolism (PE) is a rare but extremely important postoperative complication because it is often lethal when it does occur. Therefore, prophylaxis for PE such as low dose heparin (LDH), low molecular weight heparin (LMWH) and intermittent sequential pneumatic compression (ISPC) has been generally carried out in the West. Fully realizing the importance and necessity of prophylaxis for PE in Japan, we have adopted ISPC for 56 surgical patients with gastroenterological diseases (ISPC group), who are supposed to belong to a high risk group for deep vein thrombosis (DVT) and PE. We compared them with 126 patients without ISPC (non-ISPC group) in frequency of DVT or PE. ISPC is a device to massage the lower limbs mechanically with pneumatic boots and prevent the formation of a deep vein thrombus. Each one patient suffered from DVT in the ISPC group (1.8%) as well as the non-ISPC group (0.8%). No PE occurred in the ISPC group, while two patients were attacked with PE in the non-ISPC group (1.6%). Although this showed no statistically significant difference in frequency of DVT and PE, ISPC can be an effective prophylactic device for both DVT and PE as well as a safe and convenient one.

Reprint requests: Toshiki Mimura The Third Department of Surgery, University of Tokyo
3-28-6 Mejirodai, Bunkyo-ku, Tokyo, 112 JAPAN