症 例

EPTFE graft with a spiral support (IMPRA[®] 血管) の臨床使用例の検討

広島大学医学部第 1 外科

末 田 泰二郎¹ 長谷川 隆 光² 田 口 一 美³ (教授)

CLINICAL INVESTIGATIONS OF EPTFE GRAFT WITH A SPIRAL SUPPORT (IMPRA[®])

Taijiro SUEDA¹, Takamitsu HASEGAWA², Kazumi TAGUCHI³ (Professor)

The 1st dep, of Surgery Hiroshima University School of Medicine

最近 9 カ月間に、我々が施行した IMPRA 血管を用いた心臓血管手術症例は 6 例である。その内訳は、症例 1. 31 歳男性の大動脈炎症候群例で、上行大動脈より左総頸動脈と左鎖骨下動脈にバイパスを作製。症例 2. 48 歳男性の左大腿動脈血栓症例で、左外腸骨動脈と左大腿動脈間にバイパス作製。症例 3. 5 歳女兒の Fallot 四徴症で、内径 13mm の人工血管を右室—肺動脈の心外導管として用い根治術を施行。症例 4. 60 歳男性の腹部大動脈瘤例で、腹部大動脈—左右腸骨動脈の人工血管置換術施行。症例 5. 67 歳男性の閉塞性動脈硬化症例で左総腸骨動脈と左外腸骨動脈間にバイパス作製。症例 6. 42 歳女性の大動脈炎症候群例で、症例 1 と同様のバイパス作製。

EPTFE は、抗血栓性に優れ、管壁が軟らかく細動脈に移植可能で、更に管壁、膜面よりヘパリン血の出血がない等の優れた利点を有し、近年心臓血管外科領域において多くの臨床応用がなされている。しかし可動性に富む腋窩や鼠蹊部に移植された従来の EPTFE は屈曲や捻転により容易に閉塞し血栓形成を併発する危険がある。そこで、我々は EPTFE の管壁に higher density PTFE よりなる spiral wrap を付けた EPTFE graft with a flexible spiral support (IMPRA[®] 血管) を屈曲運動の激しい腋窩や鼠蹊部の移植に用いて、優れた開存成績を得た。しかしながら、本人工血管は多くの利点を有しながら、延伸加工の為に手術操作で管壁が容易に裂開し、針穴よりの出血に難渋するという欠点を有している。そこで我々は、耐久性と生体適合性に優れた polyurethane にて本人工血管の外壁を被覆し、管壁の補強を行うことを発想。犬を用いた動物実験と併行して、症例 6 において臨床応用したところ壁面補強効果と止血効果は増強した。

I. 緒 言

最近、Teflon 系化合物である polytetrafluoroethylene を延伸加工した expanded polytetrafluoroethylene (以下 PTFE) を使用した人工血管が開発され、臨床的にも、実験的にも優れた抗血栓性と高度の開存率が認識されて来た。特に小動脈再建例における優れた開存性が報告され、膝窩動脈領域や人工透析の内シャント用として応用されている。しかし本人工血管は回旋、

屈曲運動の盛んな関節領域に移植されると圧迫、屈曲により血管閉塞を生ずる危険が予想される。今回、我々は EPTFE の base tube に higher density PTFE の spiral wrap を付け、外力による base tube の圧迫閉塞を防止する工夫をした EPTFE graft with a flexible spiral support (IMPRA[®]) (写真 1) を心臓血管領域において 6 例の臨床応用を行い、若干の知見を得たので文献的考察を加えて報告する。

写真1 EPTFE with a spiral support(IMPRA®).
高度の屈曲、捻転にしても内腔閉塞を来さない。

写真2 症例1：大動脈炎症候群例。左頸動脈と左鎖骨下動脈の閉塞を認め、上行大動脈より左頸動脈、左腋窩動脈にバイパス作製。

II. 臨床例の検討

昭和56年8月より、昭和57年4月までの期間に、IMPRA® graftを用いた症例は6例である。内訳は、大動脈炎症候群のバイパス術2例、腹部大動脈瘤の人工血管置換術1例、ASOで左腸骨動脈バイパス術1例、心室瘤形成後の左大腿動脈血栓症に対するバイパス術1例、Fallot四徴症の根治術1例である(表1)。使用人工血管サイズは最小径6mmより、最大径16mmであった。以下、各症例について検討を加える。

症例1 31歳 男性の大動脈炎症候群例で左上肢の脱力感と目量を主訴として来院。大動脈造影にて左鎖骨下動脈起始部の完全閉塞と左総頸動脈の75%以上の狭窄を認めたので、上行大動脈から左総頸動脈及び左腋窩動脈にバイパス術を施行した。この際、写真2に示す如く、まず上行大動脈から左総頸動脈に径6mmのグラフトを縫合、その途中で別の6mmのグラフトを端側吻合し、Y字型グラフトを作製、他端を左腋窩動脈に端側吻合した。術後の抗血栓療法としては

cournamin系薬剤を内服させた。

症例2 48歳。男性で、心筋硬塞後の左心室瘤に由来した左大腿動脈血栓症で、まず左心室瘤切除術を施行した後、二期的に8mm人工血管にて左大腿動脈血行再建術を施行した。同時に、冠動脈血栓内膜剝離子を応用して、大腿深部動脈の器質化血栓除去を併せて行った(写真3)。

症例3 5歳。女兒のFallot四徴症で、2歳及び、3歳時に左Blalock-Taussig手術及びglutaraldehyde処理した父親のsaphenous veinによる上行大動脈—右肺動脈短絡術を施行。今回内径13mmの人工血管を心外導管として用いて、根治術を施行した。

症例4 60歳、男性の腹部大動脈瘤で、内径16mmの太いIMPRA® graftに、内径8mmのIMPRA® graftを6—0proline糸にて縫合し逆Y字型人工血管を術中に作製し、動脈瘤を切開し空置したままで人工血管との置換術を行った。

表1 IMPRA® 使用症例

NO.	NAME	AGE	SEX	DISEASE	OPERATION	DIAMETER OF IMPRA
1	上○真○	31	♂	Aortitis syndrome	AO^{left cervical artery}/^{left axillary artery}bypass	6mm
2	国○茂○	48	♂	Embolism at left femoral A.	Left iliac-femoral bypass	8mm
3	森○美○	5	♀	Fallot Tetralogy	RV-PA conduit	13mm
4	高○寛	60	♂	Abdominal aneurysm	Abdominal A.D.-both iliac graft	16mm 8mm
5	中○潔	67	♂	ASO of left iliac artery	Left iliac-femoral bypass	8mm
6	伊○明○	42	♀	Aortitis syndrome	AO^{left cervical artery}/^{left axillary artery}bypass	6mm

写真 3 症例 2：左大腿動脈血行再建術及び coronary dissector により左大腿深動脈の器質化血栓除去を施行。

症例 5. 67歳. 男性の閉塞性動脈硬化症で左総腸骨動脈と左外腸骨動脈のバイパスを内径 8 mm の人工血管にて施行した (写真 4)。

症例 6. 42歳. 女性の大動脈炎症候群例で症例 1 と同様の造影所見及び臨床症状を呈し, 上行大動脈と左総頸動脈, 左腋窩動脈バイパス術を施行したが, この際前述 5 例の臨床経験より, 本人工血管は運針時, 長軸方向に容易に裂開し, 針穴よりの止血に難渋すると

写真 4 症例 5：左総腸骨動脈閉塞性動脈硬化症例。左総腸骨動脈と左外腸骨動脈のバイパス作製。

写真 5 症例 6：大動脈炎症候群例。改良 IMPRA® graft にてバイパス

いう欠点を確認していた。そこで, 若干の工夫を加えることで血管壁を補強し, 好結果を得ることができた。術後造影にても (写真 5) 人工血管内に, 血栓閉塞や狭窄を示唆する所見は見当らなかった。

写真 6 PTFE の SEM 像。PTFE node の間を, microfibril がつないでいる。(×800)

III. 縫合上の注意

上記の臨床経験と、現在我々が開発中の補助人工心臓の導管として用いた経験より、IMPRA® graft は極めて有用な人工血管であることを確認した。しかし本人工血管はその base tube が PTFE を延伸加工した為に、構造上、PTFE node の間の inter nodal space を同じ PTFE の microfibril がつないでいるという特殊性を持っている(写真 6)。しかも、fibril の方向が血管の長軸方向と平行している為に、運針時に長軸方向に容易に裂開するという欠点を有している。その為、縫合時に慎重な操作が性要と思われる。2、3 の縫合上の工夫を加えることが、術後早期合併症の減少につながると思われた。即ち、

(1) 運針は宿主血管側より行い、針糸は運針方向に適度の張力を加えるものとする。

(2) spiral wrap 部には 1 針マットレス縫合を追加する。

(3) 人工血管同士の縫合においては

a. 端々吻合 人工血管は互いに少し斜めに切離し互いの spiral wrap が密着するように縫合する。spiral wrap 部には 1 針マットレス縫合を追加する。

b. 端側吻合 あらかじめ、6—8mm 幅の wrap を切除しておき、ここに少し斜めに切離した人工血管を縫合、spiral wrap 部にはやはり、1 針マットレス縫合を追加する。

また、糸は monofilament 糸を使用する方が針穴の裂開が少なくて済むように思われた。

IV. 改良血管の開発

PTFE の長軸方向への裂開のしやすさは、当初より問題になっていたらしい¹⁾。現在用いられている PTFE 人工血管は、IMPRA® graft と Gore-Tex® であるが、後者は、この PTFE sheet の欠点を補い、更に移植後の人工血管壁の動脈瘤²⁾形成を予防する為に、base tube の外表面を厚さ 5—10 μ の薄い PTFE sheet にて tube の横軸方向に wrapping が施してある(写真 7)。この為に、長軸方向の張力に対しかなり強固であり、運針時の裂開も予防される。しかし、本人工血管は、人工血管切断時や、運針時に外層をカバーした薄い PTFE sheet が時折、剝離してしまうことがある。また、屈曲、回旋運動の盛んな関節領域においては、外力により圧迫され、血栓閉塞を生ずるのではないかという危惧が生ずる。ところで、今回、我々が用いた IMPRA® graft は PTFE の優れた抗血栓性の特徴を保ちながら、spiral wrap 故に外力による圧迫

写真 7 Reinforced PTFE (Gore-Tex®) の断面 SEM 像 (×150)

に極めて強固であるという利点を有している。しかし base tube が mono-sheet PTFE の為に、長軸方向に容易に裂開するという欠点を有している。その為に、縫合には若干の熟練を要するが、我々は更に進んで、生体親和性に優れ、長期間耐久性を有するセグメント化 polyurethane にて base tube の外層を被覆すること

写真 8 polyurethane にて被覆した PTFE の断面 SEM 像 (×1000)

を思いついた。被覆した polyurethane は、PTFE の microfibril 間に、浸透し緊密なる接合が得られた (写真 8)。本人工血管を犬を用いた動物実験に使用したところ移植後 90 日目において、仮性内膜の形成を観察した。血栓形成はなく、また、外層を被覆した polyurethane の変形や脱落はなく、臨床応用は可能と思われたので、症例 6 において、使用した。この結果、運針時の針穴の裂開は軽減し、術中出血量の減少をみることができた。

IV. 考 案

PTFE はフッ素樹脂を延伸加工した射出成形の tube で、管壁は軟らかく、自由に屈曲し、また必要な porosity を自由に作ることができる。現在主に用いられているものは、fibril length 30μ のもので、主に末梢動脈再建用として用いられている。欧米ではすでに臨床応用段階に入って約 10 年の歳月がたっており、応用範囲は多岐にわたっている。即ち、Campbell³⁾らは femoro-popliteal bypass 50 例に使用し開存率 87% を報告し、Kaplan⁴⁾らは人工透析用シャントへの応用を、Grazzariga⁵⁾は乳幼児先天性チアノーゼ性心疾患シャント手術使用 10 例の報告を、また Soyer⁶⁾は門脈移植例 3 例を報告している。

PTFE は従来の Teflon, Dacron 人工血管と比較し、(1) 優れた抗血栓性、(2) 細動脈に移植可能、(3) 膜、布としても非常に薄く加工ができ patch 手術に応用可能、(4) 管壁、膜面よりヘパリン血の出血がまったくない。などの利点を有している。更に IMPRA 社より開発された EPTFE graft with a flexible spiral support (IMPRA[®] graft) は高度の屈曲や捻転に際しても、base tube の圧迫閉塞が生じないように higher density PTFE による spiral wrap が付けてある。本血管は、捻転、屈曲の盛んな関節領域の血行再建術に有用であると思われる。しかし base tube がその構造上、長軸方向に容易に裂開し、運針時に慎重な操作が必要と思われる。特に spiral wrap 部の密着をより堅固にする為に、マットレス縫合を 1 針追加することが得策と思われた。また、我々は base tube を補強する為に polyurethane による被覆法を応用したところ、動物実験で、手術時の運針操作の容易さと、高い開存率を得ることができた。症例 6 において臨床応用したところ、運針時の長軸方向への裂開はかなり予防でき、また出血量の減少を見ることができた。

本人工血管置換術例の術後の抗凝固療法について

は、原則として術直後より coumarin 系薬剤の内服を行い、トロンボテスト 30—50% に維持している。投与期間は、新生内膜形成過程がほぼ完了する 10 週間を目安と考えて、約 3 カ月間投与を行っている。PTFE は、本来抗血栓性を有しており、抗凝固療法の必要性は少ないが、抗凝固剤を投与する方がより高度の開存率を得られることが実験的にも臨床的にも確められている⁷⁾。

VI. 結 語

今回、EPTFE graft with a spiral support (IMPRA[®] graft) を 6 例の臨床例に応用して、その有用性を確認し、また今後の改良すべに問題点を認識したので、若干の考察を加えて報告した。

文 献

- 1) 今井康晴, 星野修一, 和田寿郎: Expanded polytetrafluoroethylene 人工血管を使用した短絡手術, 小児外科, 第 10 巻 4 号: 391—396, 1978.
- 2) Cambell, C.D., Brooks, D.H., Webster, M.W. and Bahnson, H.T.: The use of expanded microporous polytetrafluoroethylene for limb salvage: A preliminary report, Surgery, vol. 79: Number 5: 485—491, 1976.
- 3) Cambell, C.D., Goldfarb, D. and Detton, D.D.: Expanded polytetrafluoroethylene as a small artery, substitute: Trans Am. Soc. Artif; Intern. Organs, 20: 86, 1974.
- 4) Kaplan, M.S., Mirahmadi, K.S., Wiher, R.L., Gorman, J.T., Dabirvaziri, N., et al.: Comparison of 'PTFE' and bovine grafts for blood access in dialysis patients. A.S.A.I.O., 22: 388, 1976.
- 5) Grazzariga, A.B., Elliot, M.P. and Sperling, D. R.: Arterial prosthesis of microporous expanded polytetrafluorethylene for construction of Aorta-pulmonary shunts. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 72: 357, 1976.
- 6) Soyer, T., Lempenen, M., Cooper, P., et al.: A new venous prosthesis. Surgery, vol. 72: No. 6. 864—872, 1972.
- 7) Robert, W.O., Frederkck, D.B., Richard, M.G., Seymour, I.S. and James, A.D.: Prevention of platelet aggrgation and adherence to prosthetic vascular graft by aspirin and dipyridamole. Surgery, vol. 84, No. 1. 37—44, 1978.