

ブラッドアクセスとしてのポリウレタン製人工血管 (Thoratec Vascular Access Graft) の使用経験

岡山大学第1外科, 幸町記念病院外科*

松田浩明 宮崎雅史* 岡良成* 田中紀章

1998年の1月から8月までに人工血管によるブラッドアクセスが必要であった慢性腎不全患者16例にポリウレタン製人工血管であるソラテック™人工血管(Thoratec Vascular Access Graft, TVAG)を使用し, その特徴および有用性について検討を加えたので報告する. その内訳は前腕ループ型1例, 上腕ループ型1例, 上腕ストレート型8例, 大腿ループ型6例であった. TVAGは弾力性に富み, 自己血管との吻合時に慎重な運針を要するが, 血流再開後のTVAG壁からの血漿成分の漏出はみられず, 術後のグラフト造設部位周囲の浮腫はすべての症例において認められなかった. さらに術後4日までは全例新しく造設したTVAGを穿刺して透析を行うことが可能であり, 止血も容易であった. 術後合併症は16例中2例に血栓形成を認めたが, 容易に血栓除去術を施行しえた. 今後, 長期にわたり合併症や開存率の検討が必要であるが, TVAGは血液浄化法におけるブラッドアクセスとして有用であると考えられた.

索引用語: ブラッドアクセス, ポリウレタン製人工血管

緒 言

長期慢性透析患者, 膠原病や糖尿病などによる全身性疾患による腎不全患者に対する透析の増加に伴い, 人工血管(グラフト)を使用したブラッドアクセスが必要となる症例が増加している. 現在, ブラッドアクセス用人工血管としては expanded polytetrafluoroethylene graft (以後 E-PTFEG) が広く用いられており, 生体組織適合性, 長期の開存性において一定の評価が得られているが, 術後早期の浮腫や抜針後の止血性などの問題点も残されている¹⁾²⁾. 今回われわれは, 昨年9月よりわが国でも市販された米国 Thoratec Laboratories Corporation 製のポリウレタンを素材とした新しい人工血管ソラテック™人工血管(Thoratec Vascular Access Graft, 以後 TVAG)をブラッドアクセスとして使用し, その有用性および問題点について検討したので報告する.

対象と方法

1. TVAG の特徴

TVAGはポリウレタンを素材として開発された新

しい人工血管である. その壁は同心円状の3層構造で, キンキングを防止するためにグラフト壁内にポリエステル糸をスパイラル状に封入し, グラフト中央を密に全体を補強している. また, TVAGは皮下組織との摩擦が大きく, 直接皮下を通すことが困難なためトンネラーを使用して皮下に埋没させる必要がある(図1).

2. 対象症例の内訳

1998年1月より8月までに, 初回手術および再手術例で人工血管によるブラッドアクセスの造設が必要であった16例に対して内径6mm, 全長40cmのTVAGを使用した. 性別は男性9例, 女性7例, 年齢は43~78歳(平均62.2歳)であった. シェント既往は初回手術が2例で, 他の症例は, シェントトラブルによる再手術症例であった. 再手術症例の透析歴は1年2カ月から24年3カ月(平均11.1年)であり, 透析導入に至った原疾患は糖尿病が3例で他の症例は慢性腎炎であった(表1).

3. 検討項目

TVAGの造設形態, 造設部位, TVAGの皮下埋没, 吻合時における手技的特徴, 術後経過および術後合併症について検討を加えた.

表 2 TVAG 造設方法

症例	埋没部位, 形態	吻合動脈	吻合静脈
1.	左前腕ループ	橈骨動脈	肘正中皮静脈
2.	右大腿ループ	大腿動脈	大腿静脈
3.	右大腿ループ	大腿動脈	大腿静脈
4.	右上腕ストレート	E-PTFEG	E-PTFEG
5.	左上腕ストレート	上腕動脈	腋窩静脈
6.	左上腕ループ	上腕動脈	肘正中皮静脈
7.	右大腿ループ	大腿動脈	大腿静脈
8.	右大腿ループ	大腿動脈 E-PTFEG	大腿静脈 E-PTFEG
9.	右大腿ループ	大腿動脈	大腿静脈
10.	左上腕ストレート	上腕動脈	腋窩静脈
11.	左上腕ストレート	E-PTFEG	E-PTFEG
12.	左上腕ストレート	E-PTFEG	上腕静脈
13.	右大腿ループ	大腿動脈	大腿静脈
14.	左上腕ストレート	上腕動脈	腋窩静脈
15.	左上腕ストレート	上腕動脈	上腕静脈
16.	右上腕ストレート	上腕動脈	上腕静脈

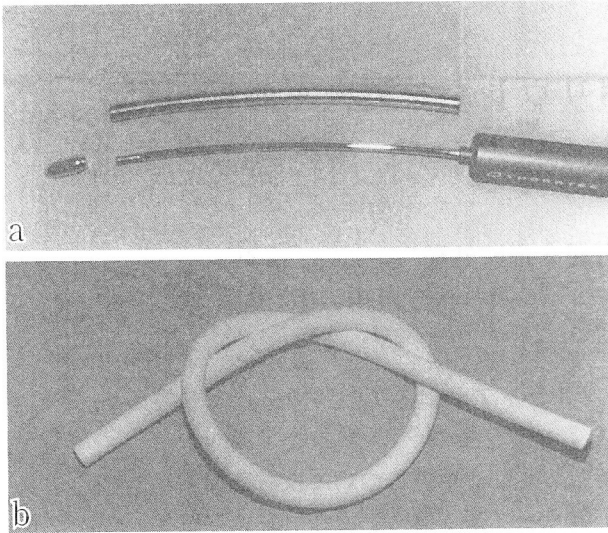


図 1 TVAG と Thoratec Tunneler : a. ソラテックトンネラーは弾丸型チップ, 中空の外側チューブおよびハンドル付内側シャフトより構成され, それらを組み立てて使用する. b. TVAG, 内径 6 mm, 全長 40 cm. 全長にわたりポリエステル糸で補強されており, キンクしにくい.

表 1 TVAG 造設症例の内訳

症例	年齢	性別	シャント既往	透析歴	原疾患
1.	48	F	初	—	糖尿病
2.	78	F	再	2年7カ月	慢性腎炎
3.	61	F	再	12年1カ月	慢性腎炎
4.	48	M	再	15年9カ月	慢性腎炎
5.	75	F	再	10年8カ月	慢性腎炎
6.	43	F	再	1年2カ月	糖尿病
7.	70	F	再	2年6カ月	慢性腎炎
8.	66	M	再	22年1カ月	慢性腎炎
9.	62	M	再	24年3カ月	慢性腎炎
10.	69	M	再	13年5カ月	慢性腎炎
11.	55	M	再	2年4カ月	糖尿病
12.	68	M	再	9年5カ月	慢性腎炎
13.	56	M	再	15年8カ月	慢性腎炎
14.	57	F	再	16年9カ月	慢性腎炎
15.	72	M	初	—	慢性腎炎
16.	67	M	再	7年5カ月	糖尿病

成 績

1. TVAG の造設方法

その内訳は前腕ループ型 1 例, 上腕ループ型 1 例, 上腕ストレート型 8 例, 大腿ループ型 6 例であった. 症例 4, 11 では, 頻回の穿刺により荒廃したストレート型 E-PTFEG の動静脈吻合部を生かす形でストレート型 E-PTFEG 中央部を TVAG で置換した. 症例 8 はループ型 E-PTFEG の動静脈吻合部の狭窄のため

TVAG にて動静脈との吻合部を新たに形成し, ループ型 E-PTFEG 中央部と各々吻合した. 症例 12 は頻回の穿刺のために狭窄を来したストレート型 E-PTFEG の動脈吻合部のみを生かして TVAG に置換した (表 2, 図 2).

2. TVAG を使用したグラフト造設術の手技的特徴

TVAG は皮下組織との摩擦が大きく直接皮下を通すことが不可能なため, トンネラーを使用して皮下に埋没させる必要がある. 組み立てたトンネラーをまず皮下に通し, 内側シャフトを引き抜いて外側チューブのみを皮下に残し, その内に TVAG を通して外側チューブを引き抜き, TVAG を皮下に埋没させる. さらに TVAG は材質の弾力性が強いので, 吻合開始前に皮下に埋没し, ポジショニングを十分に整えたうえで吻合を開始する必要があった. 吻合には 6-0 または 7-0 polypropylene 縫合針 (surgilene) を用いて連続縫合により吻合した. TVAG は弾力性が強いので, 吻合時には自家血管に緊張がかかりやすく, 慎重な運針を要した. 吻合終了後の血流再開時には, 吻合部の密着性が良好で針穴および吻合線からの出血はほとんどみられず, また TVAG 壁からの血漿成分の漏出も全く認められなかった. 血流再開後 (術中血圧は 152/90 であった), 試験的に TVAG 壁を 16 G メディカット針で穿刺, 抜針したにもかかわらず, 材質の弾力性のため穿刺孔はすぐに自然閉鎖され出血は認められなかった (図 3).

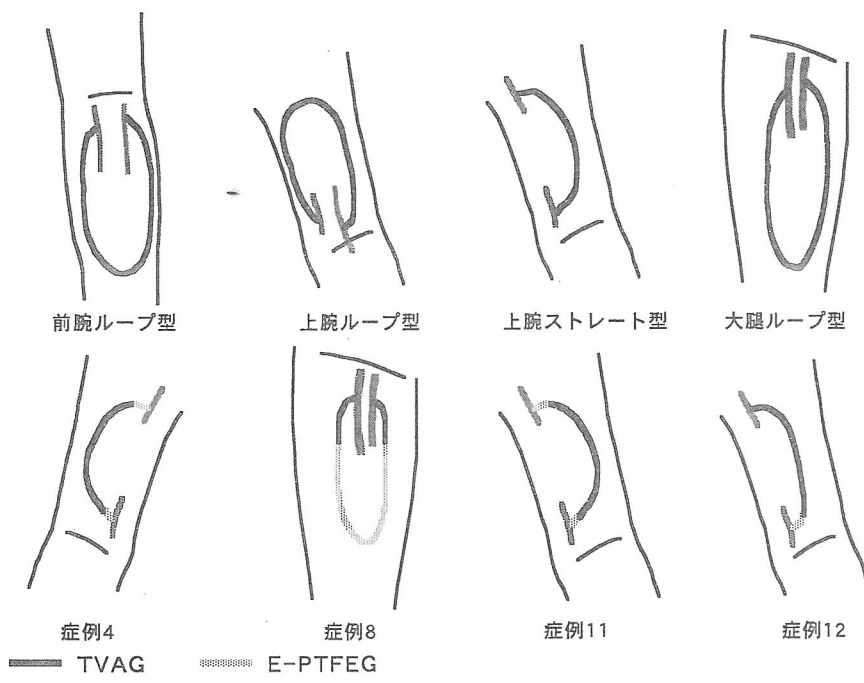


図2 TVAG 造設法のシエーマ

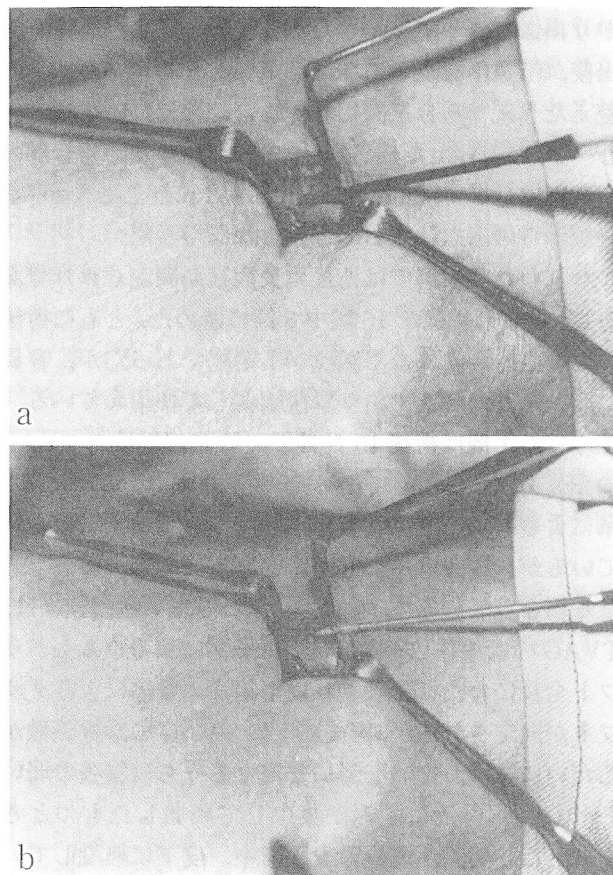


図3 血流再開後のTVAG：血流再開後も血漿成分の漏出はみられない。
 a. 試験的に16Gサーフロー針を穿刺。b. 抜針しても穿刺孔は自然閉鎖し出血はみられない。

表3 術後経過および合併症

症例	浮腫	術後初回穿刺日 (POD)	術後合併症
1.	-	4	—
2.	-	3	—
3.	-	3	—
4.	-	2	—
5.	-	3	—
6.	-	1	—
7.	-	3	—
8.	-	吻合部のみ TVAG	POD2, 血栓閉塞, POD4, 血栓除去
9.	-	2	—
10.	-	3	—
11.	-	術当日	—
12.	-	1	—
13.	-	3	—
14.	-	1	POD15, 血栓閉塞, POD17, 血栓除去
15.	-	未穿刺(導入前)	—
16.	-	4	—

POD : postoperative day

3. 術後経過および術後合併症 (表3)

血流再開後のTVAG壁からの血漿成分の漏出はみられなかった。さらに術後のグラフト造設部位周囲の浮腫発赤はすべての症例において認められなかった。また、術後4日までに全例新しく造設したTVAGを穿刺して透析を行うことが可能であった。術後合併症は

16例中2例に認められた。症例8は既存の右大腿部ループ型E-PTFEGの大腿動静脈吻合部のみをTVAGに置換した症例であるが、低血圧症例で術後2日目に血栓形成により閉塞、術後4日目にFogartyバルーンカテーテルを用いて容易に血栓除去術を施行しえた。症例14は左上腕ストレート型にTVAGを造設したが、術後15日目に血栓形成により閉塞し術後17日目に血栓除去術を行った。術中所見では、静脈吻合近位部でTVAGが屈曲しており、Fogartyバルーンカテーテルで血栓除去後、屈曲部を切除しその両端のTVAGを吻合し血流を再開した。ともにその後はトラブルなく経過している。

考 察

ブラッドアクセス用グラフトでは、E-PTFEGが広く用いられ生体組織適合性、長期の開存性において一定の評価を得ているが、術後早期の浮腫、抜針後の止血性、グラフト壁の耐久性など問題点も残されており、最良のブラッドアクセス用グラフトの登場が待たれていた¹⁾²⁾。

ポリウレタンを素材としたブラッドアクセス用グラフトの研究開発は1980年代後半より中川ら^{3)~5)}、Otaら⁶⁾により報告され、その臨床応用によりポリウレタン製グラフトの有用性が確認されている⁷⁾⁸⁾。しかし、E-PTFEGに比べるとポリウレタン製グラフトの臨床使用報告はこれまでのところ少なく、昨年9月にわが国でも市販されたポリウレタン製ブラッドアクセス用グラフトであるTVAGの臨床使用報告はわれわれが検索したかぎりでは、オーストラリアのAllenら⁹⁾と、わが国の天野ら¹⁰⁾の報告のみである。したがってTVAGを含めポリウレタン製ブラッドアクセス用グラフトの評価はいまだ十分には確立されていない。

TVAGの特徴は、第一に、グラフト壁が弾力性に富み、抜針後の穿刺孔の自然閉鎖が可能なことである。われわれは術中、試験的に血流再開後のTVAGを16G針で穿刺し抜刺したが、穿刺孔は自然閉鎖され出血はみられなかった。第二には、E-PTFEGでみられる血流再開後のグラフト壁からの血漿成分の浸みだしが認められなかったことである。第三には、われわれが施行した全症例で術後グラフト造設部周囲の浮腫発赤はなく、グラフト壁からの血漿成分の漏出がないことにくわえ、TVAGの組織反応が軽微であることが推測された。製造元の説明書では、術後24時間以降の穿刺を奨励しているが、実際に、埋没したTVAGを用いて術後最初に透析を行った日は術後0~4日(平均2.4

日)であった。これは術後約2週間以上穿刺を遅らせる必要があったE-PTFEGと比較して格段の進歩である。このようなTVAGの特徴によって術後早期に造設TVAGを穿刺できるということは、シャントトラブル時の静脈カテーテル留置期間の短縮、さらには入院期間の短縮につながるものと思われる。また、抜針後のグラフト壁の自然閉鎖により、透析終了抜針後の皮膚の圧迫は5分間で充分であるが、この時間はグラフト壁の止血よりむしろ皮膚の止血に要する時間と考えられる。

TVAGの構造的特徴は上記のような改善点をもたらすが、グラフト造設術におけるTVAGのポジショニングや吻合時の手技に注意を要した。第一に組織との摩擦係数が極めて大きいため、トンネラーを用いて皮下に埋没させる必要があり、いったん皮下に埋没させるとポジションの変更は不可能である。第二に、TVAGは弾力性に富み管腔が保たれるため、周辺組織の圧迫等による吻合部の狭窄がおこりにくいという利点がある反面、自己血管との吻合時には自己血管に緊張がかかり損傷されやすい。したがって吻合部自己血管を露出後、TVAGを皮下に埋没しポジショニングを十分に整えたうえで吻合を開始し、吻合時の運針は慎重に行うべきである。ただTVAG壁の弾力性のため吻合部の密着性は良好で、運針のpitchは約1mmとしたが、吻合線からの出血はほとんどみられなかった。

われわれの症例では術後最長観察期間が6カ月であるが、術後合併症を16例中2例に認めた。ともに術後早期の血栓形成によるグラフト閉塞であったが、容易に血栓除去が可能であり以後継続して使用している。そのうち1例は術後15日目での吻合部近位のTVAGのキンクによる閉塞であった。TVAGはポリエステル糸によるスパイラル補強によりキンクの防止をはかっているが、補強は中央部が密で断端に向かうほど補強は疎になっている。この症例において皮下埋没直後は、TVAGの摩擦係数が大きく、ループによる歪みもグラフト全長にわたり分散され皮下組織の摩擦によりグラフトが固定されるが、術後皮下のTVAGの摩擦係数がしだいに軽減し自然な形に安定するうちに補強の弱いTVAG断端付近に歪みが集中して屈曲したものと考えられた。実際、血栓除去手術中、皮下に埋没していたTVAGを滑らかに引き出すことができ、またFogartyバルーンカテーテルを用いてスムーズに血栓除去が可能であった。Allenら⁹⁾も、補強にかかわらずキンクがおこりうることを指摘し、最低6cmの緩や

かなループを勧めている。また彼らは術後合併症について、全体の43%に血栓形成を、19%に感染を認めており、グラフトロスの原因もその2つがほとんどである。天野ら¹⁰⁾の報告では合併症に対し、PTA、血栓除去術、吻合部部分的修正術などが行われているが、彼らはE-PTFEGにみられる血清腫や動脈瘤の発生がなかったことに注目し、TVAGが優れた耐久性を保持していることを指摘している。感染は4.6%に認めているが、ほとんどが抗生剤投与で治癒する軽微なものであったとしている。

天野ら¹⁰⁾は、われわれが使用した全長にわたってキック防止の補強がなされているTVAGの開存率は、6カ月、12カ月、18カ月でそれぞれ97.7%、90.9%、75.0%と報告している。また、Allenら⁹⁾の報告では1年開存率は67%で、ともにE-PTFEGの成績と比べても見劣りしない¹¹⁾。今後は吻合部の内膜形成も含めて長期にわたる開存率の検討が必要である。

今回、われわれは新しく開発されたポリウレタン製グラフトであるTVAGをブラッドアクセスとして使用したが、術後グラフト造設部周囲の浮腫は認められず、術後早期に穿刺が可能で抜針後の止血も容易であり、TVAGは血液浄化法におけるブラッドアクセスとして有用であると思われる。しかし、臨床使用についての報告はわずかであり、今後より多くの症例について長期にわたる合併症および開存率についての観察が必要であろう。

結 語

1. ポリウレタンを素材とする新しい人工血管TVAGを使用したブラッドアクセスを16例に作成した。

2. TVAGは術後の造設部の浮腫が認められず術後早期(平均2.4日)に穿刺が可能であり、抜針後5分間の圧迫で止血が可能であった。

3. 術後合併症は、血栓形成による閉塞が2例に認められ、ともに血栓除去術を施行した。

4. 今後、長期間にわたり合併症や開存率の検討が必要であるが、TVAGは血液浄化法におけるブラッドアクセスとして有用であると考えられた。

文 献

- 1) Tordoir JHM, Herman JMMPH, Kwan TS, et al : Long-term follow-up of the polytetrafluoroethylene (PTFE) prosthesis as an arteriovenous fistula for haemodialysis. *Eur J Vasc Surg* 2 : 3—7, 1987
- 2) 出川寿一, 多川 齊, 富川伸二他 : E-PTFE グラフトを用いたブラッドアクセスの長期成績. *透析会誌* 28 : 1359—1365, 1995
- 3) 中川芳彦, 太田和夫, 大島 直他 : 新しいポリエステル—ポリウレタン人工血管の開発—透析用AVシャントとして—. *人工臓器* 20 : 570—575, 1991
- 4) 中川芳彦, 太田和夫, 河合達郎他 : 改良型ポリウレタン人工血管の開発—透析用ブラッドアクセスとして—. *人工臓器* 21 : 275—280, 1992
- 5) 中川芳彦, 太田和夫, 河合達郎他 : 改良型ポリウレタン人工血管の臨床応用—透析用ブラッドアクセスとして—. *人工臓器* 22 : 522—527, 1993
- 6) Ota K, Kawai T, Teraoka S, et al : Clinical application of a self-sealing poly (ether-urethane) graft applicable to blood access for hemodialysis. *Artif Organs* 13 : 948—503, 1989
- 7) Ota K, Nakagawa Y, Kitano Y, et al : Clinical application of modified polyurethane graft to blood access. *Artif Organs* 15 : 449—453, 1991
- 8) Nakagawa Y, Ota K, Sato Y, et al : Clinical trial of new polyurethane vascular grafts for hemodialysis : compared with expanded polytetra fluoroethylene grafts. *Artif Organs* 19 : 1227—1232, 1995
- 9) Allen RDM, Yuill E, Nankivell BJ, et al : Australian multicentre evaluation of a new polyurethane vascular access graft. *Aust NZ J Surg* 66 : 738—742, 1996
- 10) 天野 泉, 太田和夫, 酒井信治他 : ポリウレタン製人工血管 (Thoratec Vascular Access Graft) の特徴とその臨床使用報告. *腎と透析* 41 : 263—268, 1996