内視鏡下大伏在静脈採取術の早期および中期成績

松 山 重 文 福 井 寿 啓* 田 端 実* 平 岩 伸 彦*
 松 下 明 仁* 佐 々 木 健 一* 高 梨 秀 一 郎*

近年、冠動脈バイパス手術（CABG）はさまざまな低侵襲化の努力がなされている。グラフト採取も可能なかぎり低侵襲で行うべきであり、当院では2008年4月より内視鏡下大伏在静脈採取術（EVH）を導入した。今回EVHの早期および中期成績を報告する。2008年4月～2010年12月のCABG症例のうちEVHを施行した262例を対象とした。平均年齢70.5歳、男性178例。術後評価として冠動脈造影またはCTを施行した。262例のうち7例でopen採取へ移行し、EVHの完遂率は97.3%であった。早期開存率は95.8%であった。創合併症は7例に認め、発生頻度は2.8%であった。病院死亡を3例（1.2%）に認めた。1年後の開存率は74.2%で、経過観察中グラフト閉塞を認めた10例にPCIを要した。生存率は1年93.9%、3年79%であった。主要心血管イベント回避率は1年92.2%、3年77.5%であった。EVHは創合併症に有用であり、本邦でも普及していくべき手技であると思われる。しかしながら早期開存率は良好であったものの中期開存率は満足できるものではなかった。そのなかで、EVH前にヘパリンを投与した群、術後にワーファリンを投与した群では1年後の開存率が高い傾向であった。手技の工夫やデバイスの改良、周術期および術後の抗凝固療法等により、中遠隔期の成績も改善していくものと思われる。日心外会誌42巻2号：103-107（2013）

キーワード：大伏在静脈、内視鏡下グラフト採取術、グラフト開存率、創合併症

Early and Mid-term Outcomes of Endoscopic Saphenous Vein Harvesting in Coronary Artery Bypass Grafting

Shigefumi Matsuyama, Toshihiro Fukui*, Minoru Tabata*, Nobuhiko Hiraiwa*, Akihito Matsushita*, Kenichi Sasaki* and Shuichiro Takanashi* (Department of Cardiovascular Surgery, Teikyo University Hospital, Tokyo, Japan, and Department of Cardiovascular Surgery, Sakakibara Heart Institute*, Tokyo, Japan)

In this study, we report early and mid-term outcomes of endoscopic saphenous vein (SV) harvesting (EVH) for coronary artery bypass grafting. EVH is expected to have superior cosmetic results and fewer wound complications than conventional open techniques. EVH was performed in 262 patients from April 2008 to December 2010. From September 2010, we have administered heparin before EVH to prevent intraluminal SV clot formation. The mean age of the patients was 70 ± 7.3 years, and 178 (67.9%) patients were men. The success rate of EVH was 97.3%. Hospital mortality was 1.2%. Postoperative wound complications occurred in only 7 (2.8%) patients. The early and mid-term patency was 95.8% (276/288) and 74.2% (187/252), respectively, as evaluated by postoperative angiography or computed tomography. Comparing the mid-term patency rate between the groups with or without systemic heparinization before EVH, statistical significance was not observed, but the mid-term patency was good in the group with systemic heparinization (82.5% vs. 73.6%, $p=0.16$). Actuarial 1-year and 3-year survival were 93.9% and 79%. Actuarial 1-year and 3-year major adverse cardiac event-free rates were 92.2% and 77.5%. In 10 patients who had SV graft occlusion during the observation period, percutaneous coronary intervention was required for the native coronary artery. EVH has great cosmetic advantages and has a good early patency. However, the mid-term patency is not satisfactory. Thus, systemic heparinization before EVH, improvement of the device and further clinical experience and techniques are required to improve the mid-term and late patency. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 42: 103-107 (2013)

Keywords: great saphenous vein, endoscopic graft harvesting, graft patency rate, wound complications

はじめに

近年、冠動脈バイパス術 (CABG) は off-pump CABG の普及、ロボット手術の出現などさまざまな低侵襲化の努力がなされている。グラフト採取も可能なかぎり低侵襲で行うべきであり、欧米では広く内視鏡下グラフト採取術が普及している。しかし、本邦では保険等の問題もあり一部の施設で行われるのみで、まだまだ普及するには至っていない。

また、近年の本邦の CABG の特徴として、左内胸動脈-前下行枝吻合に加え、回旋枝領域、右冠動脈領域にも右内胸動脈、橈骨動脈、右胃大網動脈などの動脈グラフトが使用される頻度が増えている。しかし、動脈の性状が悪い症例や多枝バイパスの症例など大伏在静脈グラフト (SVG) を使用する頻度は依然として高く、その採取法は常に熟知しておく必要がある。内視鏡下グラフト採取術 (EVH) は従来法と比べ創合併症の頻度が低く、早期開存率は変わらないことが報告され¹⁻⁴⁾、当院では 2008 年 4 月より橈骨動脈、SVG の採取に対し内視鏡下採取術を導入した。今回は当院における SVG に対する内視鏡下採取術 (EVH) の早期、中期成績を報告する。

対 象

2008 年 4 月～2010 年 12 月の CABG 症例のうち EVH を施行した症例は 262 例であった。平均年齢 70.7 ± 7.3 歳、男性 178 例、女性 84 例であった。262 例中 EVH を完遂できなかった 7 症例、EVH は完遂したものの冠動脈の問題で採取した SVG を使用しなかった 1 症例を除く 254 例について早期および中期成績、創合併症の頻度、早期開存率および 1 年後の開存率を検討した。平均観察期間 17.7 ± 9.5 カ月であった。グラフト評価は冠動脈造影 (CAG) または computed tomography (CT) にて行った。

方 法

全例術前にエコーを行い大腿～下腿部の大伏在静脈 (SV) の性状や直径を確認し、グラフトに適した性状、大きさの SV を採取するようにした。基本的に下腿から採取する場合はブリッジングテクニックによる open 採取法 (OVH) で、大腿から採取する場合は EVH で採取した。患者の希望等により下腿からの EVH を 7 例に行った。EVH は VASOVIEW4 (Maquet 社, Rastatt, Germany) または VirtuoSaph (Terumo Cardiovascular system 社, Ann Arbor, US) を用いて採取を行った。

全身麻酔下に直視下またはエコーで SV の走行を確認し、直上の皮膚にマーキングを行った。消毒、ドレーピングの後膝関節内側付近の SV 直上部に約 2 cm の皮膚切開

を行い、SV を露出させた。可視範囲の SV を剥離しポートを挿入、炭酸ガス (CO_2) を注入し Dissector を用いて SV を末梢側から中枢側へ向かって内視鏡下に剥離した。下腿の場合は中枢側から末梢側へ向かって剥離した。SV 内の血栓予防目的に 2010 年 9 月よりポート挿入直前に 2,000～3,000 単位のヘパリンの投与を行い activate coagulant time (ACT) を 200 秒以上にコントロールして行っている。上下左右の分枝の露出が完了したところでバイポーラ付の Harvester を用いて枝処理を行った。中枢側 SV の直上に約 5 mm の皮膚切開をおき、同部よりモスキートペアンを挿入し SV を体外へひきだし中枢側を結紮、切離した。中枢側切離後、末梢側を結紮、切離し SV を採取した。長さが不十分な場合は末梢側に皮膚切開を伸ばすか、下腿に新たな皮膚切開をおき、直視下に必要な長さを採取した。採取後トリミングを行いグラフトとして使用した。トリミングはヘパリン化生理食塩水を内腔に通し SVG を拡張させた後、枝を 4-0 silk 糸または血管クリップにて結紮した。引き抜き損傷がある場合は 8-0 polypropylen 糸を用い Z 字縫合または U 字縫合にて修復した。冠動脈に吻合するまでヘパリン化生理食塩水に浸しておいた。冠動脈への吻合はまず 8-0 polypropylen 糸を用い連続縫合にて末梢側吻合を行い、その後上行大動脈に 6-0 polypropylen 糸を用い連続縫合にて中枢側吻合を行った。Off-pump CABG または on pump beating CABG の際の中枢側吻合は、epiaortic echo にて上行大動脈の性状を確認し、性状が良好な場合は上行大動脈部分遮断下に、性状が悪い場合にはハートストリング近位シールシステム (Guidant 社, Indianapolis, US) を用いて行った。

病院死亡は術後 30 日以内および入院期間中の死亡と定義した。主要心血管イベントは、(1) 心血管死、(2) 非致死的心筋梗塞、(3) 入院を要する不安定狭心症、(4) 入院を要する心不全、(5) 入院を要する脳卒中、(6) 入院を要する他の心血管イベントと定義した。

開存率は吻合カ所数に対する開存カ所数で計算した。生存曲線には Kaplan-Meier 法を用い、統計学的検定には χ^2 検定、Fisher 直接確率検定を用い $p < 0.05$ を統計学的優位とした。

結 果

使用デバイスは VASOVIEW4 が 208 例 (79.4%)、VirtuoSaph が 54 例 (20.6%) であった。採取部位は右大腿が 196 例 (74.8%)、左大腿が 59 例 (22.5%)、右下腿が 4 例 (1.5%)、左下腿が 3 例 (1.1%) であった。Table 1 に全患者の患者背景を示す。7 例で EVH の遂行が困難となり OVH へ移行した。移行した理由は出血による視野不良が 4 例、SV 損傷が 3 例であった。EVH の完遂率は 97.3% で

Table 1 Patients characteristics

	N=262
Age	70.5±7.3 years
Male gender	178 (67.9%)
Hypertension	184 (70.2%)
Hyperlipidemia	143 (54.6%)
Smoking history	125 (47.7%)
Diabetes mellitus	103 (39.3%)
Cerebrovascular disease	23 (8.8%)
Hemodialysis	10 (3.8%)
Arteriosclerotic obliterans	11 (4.2%)
Abdominal aortic aneurysm	10 (3.8%)
Prior PCI	48 (18.3%)
Re-sternotomy	4 (1.5%)
Respiratory management	3 (1.1%)
Inotropic agents	2 (0.8%)
IABP support	3 (1.1%)
Devices	
Vasoview 4	208 (79.4%)
Virtuo Saph	54 (20.6%)

PCI, percutaneous coronary intervention; IABP, intraaortic balloon pumping.

Table 2 Patency

Early patency (N=288)	95.8% (276/288)
One year patency (N=176)	74.2% (187/252)

あった。1例で吻合予定の冠動脈の径が小さかったため、吻合困難と判断し、採取したSVGを使用しなかった。上記8例を除く、254例のCABGの内訳はoff-pump CABGが165例(65%)、conventional CABGが86例(33.9%)、on-pump beating CABGが3例(1.2%)であった。平均バイパス数は 3.6 ± 1.1 本であった。心合併手術を93例に行った。吻合カ所は右冠動脈領域が271吻合(58%)、回旋枝領域が101吻合(21.6%)、対角枝領域が95吻合(20.3%)であった。手術死亡を3例(1.2%)に認めた。いずれも複合手術症例で、原因は大血管手術を併施した2例を多発性脳梗塞で、大動脈弁置換術を併施した1例を肺炎にて失った。同一入院中に153例288吻合に対し冠動脈造影またはCTによる評価を行い、早期開存率は95.8%(276/288)であった(Table 2)。創合併症は3例に皮下血腫、3例にリンパ漏、1例に感染を認め、発生頻度は2.8%(7/254)であった(Table 3)。耐術例251例に対する術後薬物療法としてアスピリンを243例(96.8%)に、クロピドグレルを93例(37.1%)に、チクロピジン3例(1.2%)に、ワーファリンを170例(67.7%)に、スタチン製剤を139例(55.4%)に投与した。ワーファリンは心房細動症例、機械弁置換術併施症例を除き術後6カ月間の投与とした。観察期間中18例の遠隔死亡を認めた。死因は

Table 3 Wound complications

	N=254
Wound complications	7 (2.8%)
Lymphorrhea	3 (1.2%)
Hematoma	3 (1.2%)
Infection	1 (0.4%)

Fig. 1 Survival curve

One year, $93.9 \pm 1.5\%$; 3 year, $79 \pm 7.4\%$.

Fig. 2 Freedom from major adverse cardiac events

One year, $92.2 \pm 1.7\%$; 3 year, $77.5 \pm 4.2\%$.

心不全3例、肺炎3例、悪性腫瘍3例、腎不全2例、肝不全1例、仮性瘤破裂1例、出血性ショック1例、不明4例であった。生存率は、1年 $93.9 \pm 1.5\%$ 、3年 $79 \pm 7.4\%$ であった(Fig. 1)。1年後にCAGを131例252吻合に行い、1年後の開存率は74.2%(187/252)であった(Table 2)。経過中SVG閉塞を認めた10例の冠動脈に対し経皮的冠動脈形成術を行った。また、8例が心不全で、5例が不整脈で、

1 例が脳梗塞で再入院を要した。主要心血管イベント回避率は 1 年 $92.2 \pm 1.7\%$ 、3 年 $77.5 \pm 4.2\%$ であった (Fig. 2)。EVH 前のヘパリン投与有無での中期開存率を比較すると、ヘパリン有 82.5% (33/40)、無 73.6% (156/212)、と統計学的有意差は認めなかったが、ヘパリン有群で開存率がよい傾向にあった ($p=0.16$)。また、術後ワーファリンの有無で比較すると、ワーファリン有 78.6% (110/140)、無 70.5% (79/112) と統計学的有意差は認めなかったがワーファリン有群で良好な傾向であった ($p=0.143$)。

考 察

Off-pump CABG の普及、さらにロボット手術の登場など心臓手術領域では多くの低侵襲手術が登場している⁵⁾。CABG におけるグラフト採取も可能な限り低侵襲で行うべきであり、静脈採取法もブリッジングテクニックや one incision 法などさまざまな工夫がなされている⁶⁾。そのなかで欧米やアジア各国では EVH が広まってきておりその有効性も多く報告されている^{1~4)}。

EVH の最大の長所は創合併症の減少である。OVH ではリンパ漏や皮下血腫、感染などの創合併症を起こす頻度が高く、それに伴い、在院日数の延長、医療費の上昇、患者の不満がもたらされる。欧米からの報告では OVH による創合併症の頻度は $19.4 \sim 28.3\%$ 、EVH による創合併症は $3.0 \sim 7.4\%$ とされており、有意に EVH での創合併症の頻度が少ない^{1~4)}。また、EVH によって創合併症の危険率が $67 \sim 83\%$ 減少すると報告されている^{2,3)}。当院での経験でも創合併症 2.8% と非常に良好な結果であった。創自体も小さく、患者の痛みの訴えも少なく、美容面および患者の満足面での効果は大きいと考える。

欧米では広く施行されている EVH だが、本邦では 2003 年 11 月から使用可能となったもののいまだ広く普及するには至っていないのが現状である。その理由として (1) 採取手技およびラーニングカーブに関する問題、(2) 開存率に関する問題、(3) 費用の問題、などが存在するためだと思われる。

(1) に関して、著者が以前報告したとおり導入初期にはある程度の採取時間がかかるが、数例の経験で手技のポイントは把握でき、症例を経験していくうちに手技を簡潔・確実に行えるようになる⁷⁾。今回、当院で導入するにあたって初期は比較的経験のある著者が行い、麻酔科医師、手術室看護師、臨床工学技士が手技に慣れてきた後は、著者の指導のもと数名のレジデントが施行した。初期には $60 \sim 90$ 分とある程度の時間を要するが、10 例を超えてくると 60 分以内に採取できるようになる。著者の経験では 30 例を超えてくると 30 分以内での採取が可能である⁷⁾。

(2) の開存率に関しては、EVH による SVG の早期開存率は $78.3 \sim 84.4\%$ とされ OVH と比べ有意差はないと報告されている^{4,8)}。今回のわれわれの経験では早期開存率は 95.8% と良好な結果であった。6 カ月後の開存率も有意差は認めなかったと報告されている⁴⁾。しかしながら、1 年後の開存率は OVH が $80.6 \sim 85.2\%$ に対し EVH は $74.5 \sim 75.6\%$ と、有意に低いと報告されている^{9,10)}。今回のわれわれの経験でも 1 年開存率 74.2% とけっして満足できるものではなかった。この理由として以下にあげる原因が報告されている^{10~13)}。まず、過度な牽引や、SV 本幹に近い位置でのバイポーラ使用による熱損傷などが SV の内皮細胞障害を引き起こし遠隔期に SVG 内に血栓を形成する可能性が報告されている^{10~12)}。枝の引き抜き損傷により修復力所が増加することも遠隔期の開存率低下に影響しているとも報告されている¹⁰⁾。また、Brown らは VASOVIEW では sealing system による CO_2 注入を行うため SV が圧排され SV 内に微小血栓が形成され、それが遠隔期に大きくなり SVG 閉塞を引き起こすと報告している¹³⁾。

前者は手技的な要素が大きくラーニングカーブとも密接に関係している。そのため、初めて手技を行う際には、必ず熟練者の指導のもと丁寧な剥離を行い、無理な牽引をしない、枝の処理が本幹に近い場合は熱損傷を避けるためにバイポーラを使用せずに切離のみにするなどを心がけて行うようにすることが重要である。枝処理の際の熱損傷を避けるためには、本幹より少なくとも 1 mm 以上の距離を置く必要があると報告されている¹²⁾。枝の引き抜き損傷に関しては経験とともに減っていくのは明白である⁷⁾。導入初期にいかに内皮細胞障害を引き起こすような手技を避け、引き抜き損傷を起こさないようにするかが重要であり、必ず熟練者の指導の下に導入すべきである。後者に関しては、われわれの経験でも 2010 年 9 月以前の数例に採取後の SVG 内に小さな血栓形成を認めたため、2010 年 9 月よりポート挿入前に必ずヘパリン $2,000 \sim 3,000$ 単位を投与し ACT を 200 秒以上に維持して血栓形成を予防して手技を行うようにしている。ヘパリン投与症例の数が少なく統計学的有意差はないものの、EVH 前のヘパリン投与群で中期開存率がよい傾向があり、今後も症例を重ねその効果を検討していく予定である。また、 CO_2 注入による長時間の静脈圧迫を避けるため、初めての場合であっても採取時間が 60 分以内になるように指導者が補助して採取を行うようにしている。

遠隔期の開存率に関して影響を与えるものとして術後の抗凝固療法も重要である。現在、EVH 後の静脈グラフトの抗凝固療法に関する明らかなエビデンスはないが、当院では静脈グラフトを使用した症例には術翌日よりアスピリン、クロピドグレルとワーファリンの内服を開始し、PT-

INRを1.5～2.5にコントロールしている。ワーファリン投与は、心房細動症例や弁膜症手術併施症例以外は基本的に入院期間中のみの投与としているが、退院前のCAGでグラフトflowが遅かったり、グラフトと冠動脈の口径差を認めたりする場合は退院後もワーファリンを6カ月間継続するようにしている。今回の検討では統計学的有意差はないが、ワーファリン内服群で中期開存率が良好な傾向であり、EVH後のワーファリン投与は可能な限り必要と考える。クロピトグレルは術後1カ月間投与している。

開存率に影響を与える因子としてSV自体の性状の問題もある。今回当院での導入初期にはEVHの手技に慣れるために冠動脈との口径差がある場合でも、大腿からEVHで採取しており、そのことも中期開存率に影響している可能性は否定できない。現在の当院の方針は、術前にエコーでSVの性状を確認しグラフトとして適した部位のSVを、大腿の場合はEVHで、下腿の場合はOVHで採取するようにしている。術前にSVの性状を評価しEVHとOVHを症例ごとに使い分けることが重要と考える。今後EVHとOVHとの比較を行っていく予定である。

(3)に関しては、通常の消化器科系や泌尿器科系の内視鏡手術を施行している施設であれば、その装置はEVHに使用可能である。欧米では広く普及し、近年ではアジア各国でも使用されているデバイスであるが、残念ながら本邦では保険適応がなく施設負担で使用せざるを得ないのが現状である。決して安くはないデバイスであり早期の保険償還が望まれる。術後創部に関する患者の美容上の満足度がきわめて高いこと、創合併症の頻度が低いことを考慮すると導入する価値はあるのではないと思われる。

おわりに

EVHは静脈採取後の創合併症にきわめて有用であり今後本邦でも普及していくべき手技であると思われる。しかしながら、早期の開存率は良好であったものの、中期の開存率は決して満足できるものではなかった。その理由として、導入初期のラーニングカーブの問題や採取手技の問題、抗凝固療法の問題等が影響していると考えられる。熟練した指導者のもとでの手技導入、術前のSVの評価、採取手技の工夫やデバイスの改良、周術期および術後の抗凝固療法等により中遠隔期の開存率も改善していくと思われる。今後OVHとの比較検討を行いEVHの長所、短所を評価

していく必要がある。

文 献

- 1) Andreasen, J.J., Nekrasas, V. and Dethlefsen, C.: Endoscopic vs open saphenous vein harvest for coronary artery bypass grafting: A prospective randomized trial. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* **34**: 384-389, 2008.
- 2) Kiaii, B., Moon, B.C., Massel, D. et al.: A prospective randomized trial of endoscopic versus conventional harvesting of the saphenous vein in coronary artery bypass surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **123**: 204-212, 2002.
- 3) Bitondo, J.M., Daggett, W.M., Torchiana, D.F. et al.: Endoscopic versus open saphenous vein harvest: A comparison of postoperative wound complications. *Ann. Thorac. Surg.* **73**: 523-528, 2002.
- 4) Yun, K.L., Wu, Y., Aharonian, V. et al.: Randomized trial of endoscopic versus open vein harvest for coronary artery bypass grafting: Six-month patency rates. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **129**: 496-503, 2005.
- 5) Srivastava, S., Gadasalli, S., Agusala, A. et al.: Use of bilateral internal thoracic arteries in CABG through lateral thoracotomy with robotic assistance in 150 patients. *Ann. Thorac. Surg.* **81**: 800-806, 2006.
- 6) Sato, M., Suenaga, E., Koga, S. et al.: Minimally invasive technique for harvesting a saphenous vein via one small incision. *Kyobu Geka* **60**: 821-823, 2007.
- 7) Matsuyama, S., Suenaga, E., Sato, M. et al.: Initial evaluation of endoscopic saphenous vein harvesting. *Jpn. J. Cardiovasc. Surg.* **37**: 255-258, 2008.
- 8) Perraut, L.P., Jeanmart, H., Bilodeau, L. et al.: Early quantitative coronary angiography of saphenous vein grafts for coronary artery bypass grafting harvested by means of open versus endoscopic saphenectomy: A prospective randomized trial. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **127**: 1402-1407, 2004.
- 9) Lopes, R.D., Hafley, G.E., Allen, K.B. et al.: Endoscopic versus open vein-graft harvesting in coronary-artery bypass surgery. *N. Eng. J. Med.* **361**: 235-244, 2009.
- 10) Zenati, M.A., Shroyer, A.L., Collins, J.F. et al.: Impact of endoscopic versus open saphenous vein harvest technique on late coronary artery bypass grafting patient outcomes in the ROOBY (randomized on/off bypass) trial. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **141**: 338-344, 2011.
- 11) Rousou, L.J., Taylor, K.B., Lu, X.G. et al.: Saphenous vein conduits harvested by endoscopic technique exhibit structural and functional damage. *Ann. Thorac. Surg.* **87**: 62-70, 2009.
- 12) Rojas-Pena, A., Koch, K.L., Heitner, H.D. et al.: Quantification of thermal spread and burst after endoscopic vessel harvesting: A comparison of 2 commercially available devices. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **142**: 203-208, 2011.
- 13) Brown, E.N., Kon, Z.N., Tran, R. et al.: Strategies to reduce intraluminal clot formation in endoscopically harvested saphenous vein. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **134**: 1259-1265, 2007.