波長1470 nmレーザーおよびRadial 2ring Fiberによる 大伏在静脈-大腿静脈接合部近傍からの血管内焼灼術の短期成績

伊従 敬二¹, 三森 義崇¹, 橋本 良一¹, 出口 順啓²

●要 約：大伏在静脈（GSV）に対する血管内焼灼術（EVLA）後の大伏在-大腿静脈接合部（SFJ）の開存分枝は静脈瘤再発の原因になり得る。より高位からのEVLAで開存分枝を減らすことが可能か波長1470 nmレーザーとradial 2ring fiberで検討した。対象は2016年7月～2017年6月のGSV瘤78例101肢で、焼灼開始部はSFJの末梢 6.6 ± 1.3 mmとした。術後、3～5日（1期）、8～11日（2期）、1カ月（3期）に超音波で観察した。EHITはclass 1: 15.8%, 2: 13.9%, 3: 2.0%であった。開存分枝は0～3本で、0本は1期54.5%, 2期50.5%, 3期42.6%であった。3期のGSV断端長は全肢で 7.1 ± 5.8 mm, また、開存分枝0本の群で 2.4 ± 4.0 mm, 1～3本の群で 10.7 ± 4.2 mmで、0本の群で短かった（ $p < 0.001$ ）。高位からのEVLAで4割は開存分枝のない短い断端となりSFJでの再発の減少が期待される。

●索引用語：下肢静脈瘤, 血管内レーザー焼灼術, 1470 nm radial fiber, 大伏在静脈断端長, 下肢静脈瘤再発

静脈学2018; 29(3): 357-361

はじめに

伏在型静脈瘤に対する血管内レーザー焼灼術（endovenous laser ablation; EVLA）は低侵襲な治療として普及した。2011年に保険適用となった波長980 nm半導体レーザーとbare-tip fiber（以下980 bare-tip fiber）によるEVLAではレーザー光が静脈壁に対して平行に照射されるため、大伏在静脈-大腿静脈接合部（sapheno-femoral junction; SFJ）の末梢1～2 cmから焼灼を開始することが推奨されてきたが^{1, 2)}, SFJでの開存分枝による将来の再発が危惧される³⁾。それに対して2014年に保険適用となった波長1470 nm半導体レーザーとradial 2ring fiber（以下、1470 radial 2ring fiber）では360度放射状にレーザー光が均一に静脈壁に照射されるため穿孔などの危険が少なく、SFJ近くでもより安全な焼灼が期待され

る^{4, 5)}。当院では2014年7月に1470 radial 2ring fiberを導入したが、その後、焼灼開始位置を徐々にSFJに近づけ、現在はSFJの末梢5～10 mmから焼灼を開始している。今回、最近の高位からのEVLAで、SFJでの開存分枝を減らすことが可能か波長1470 nmレーザーとradial 2ring fiberで検討した。

対象と方法

2016年7月から2017年6月までの大伏在静脈（great saphenous vein; GSV）の一次性静脈瘤、78例101肢（男：女=46：32，平均年齢 67.2 ± 13.4 歳）を対象とし、EVLAをSFJの末梢5～10 mmから1470 radial 2ring fiberで行った。術前のCEAP分類はC2 26肢，C3 28肢，C4a 32肢，C4b 11肢，C5 3肢，C6 1肢であった。

方 法

1) 超音波検査装置

術前診断および術後検査にはProsoundα7（日立アロカメディカル，東京），術前マーキングと術中操作にはProsoundα6（日立アロカメディカル，東京）を使用した。

¹ 山梨厚生病院心臓血管外科

² 山梨厚生病院皮膚科

受付：2017年12月21日 受理：2018年6月12日

doi: 10.7134/phlebol.17-27

2) レーザー装置

レーザー装置は波長1470 nmの半導体レーザー (Leonardo 1470, CeramOptec GmbH, Germany) およびラディアル2リングファイバー (ELVeS Radial 2ring fiber, CeramOptec GmbH, Germany) を使用した。

3) 手術手技

手術直前に、立位で超音波検査装置を用いてGSVの走行を確認し、SFJではGSVの短径を計測した。末梢では分枝瘤の走行をマーキングした。鎮静のため手術直前にプロポフォルを30 mg静注し、その後、追加の静注を適宜行った。局所では、1%リドカイン、および、tumescent local anesthesia (TLA) を使用した。TLA麻酔液は、生理食塩水500 mL、1%エピネフリン添加リドカイン40 mL、7%炭酸水素ナトリウム液10 mLを混合して作製した。GSVの穿刺は超音波下穿刺法で下腿部より6 Fr. ショートシース挿入してfiber先端をSFJまで導いた。GSVの蛇行などのため、fiberが進まない場合はロングシースを使用し、症例によっては大腿部で穿刺を行った。TLAによりSFJの形状が変化するため、TLA後にfiber先端の位置を決め、GSVの前壁の立ち上がりからfiber先端までの距離を計測して焼灼開始距離とした (Fig. 1)。頭低位として、10 Wの設定で2~3数秒間静止状態で焼灼を行った後、liner endovenous energy density (LEED) 80 J/cmの速度でfiberの牽引を開始し、その後もほぼ一定の速度で手動的に牽引した。静脈径が10 mm以上の場合はLEEDがやや高くなるようにゆっくり牽引した。EVLA後は必要に応じて末梢の瘤切除をstab avulsion法で行った。

4) 術後療法

術直後より弾性包帯を装着した。術翌日から弾性ストッキングの着用に切り替え、さらにその翌日からは日中のみの着用として1カ月間継続した。抗生剤の投与を経静脈的に術中と術後に2回行った。経口鎮痛剤の投与は7日間とした。Class 3のendovenous heat-induced thrombosis (EHIT) を確認した場合はDOAC (direct oral anticoagulant) を投与し、EHITが消失するまで継続した。

5) 経過観察

術後、3~5日目 (1期)、8~11日目 (2期)、1カ月目 (3期) に超音波検査をBモードおよびカラードップラーで行った。EHITの有無を観察した。SFJを長軸の断面で観察し、GSV閉塞部からGSVの前壁と後壁の立ち上がりを結ぶ線までの最短距離をGSV断端長とした。また、開存したGSVに交通のある分枝の数をカラー

Fig. 1 Ultrasonography findings before (A) and after (B) TLA.

As the configuration of the SFJ changes after TLA, the distance from the SFJ to the start point of EVLA was measured just before EVLA. TLA: tumescent local anesthesia; SFJ: sapheno-femoral junction; SEV: superficial epigastric vein; EVLA: endovenous laser ablation.

Fig. 2 Ultrasonography findings after endovenous laser ablation.

A. Length of GSV stump, B. Completely occluded GSV trunk, C. A patent GSV branch. GSV: great saphenous vein.

ドップラーで確認し開存分枝数とした (Fig. 2)。

結 果

SFJでのGSV径は 8.2 ± 2.5 mm, SFJからの焼灼開始距離は 6.6 ± 1.3 mmであった。焼灼静脈長は 43 ± 8.3 cm, LEEDは 79 ± 4.8 J/cmであった。EHITはclass 1 16肢 (15.8%), class 2 14肢 (13.9%), class 3 2肢 (2.0%) であったが、術後1.5カ月後には全例消失した。深部静脈血栓症や肺塞栓症などの合併症を認めなかった。EHITが発生した群としなかった群で、GSV径および焼灼開始距離に差を認めなかった。EHIT肢ではGSV断端長の計測が血栓のため不正確と考えられたため、EHITの発生しなかった69肢のGSV断端長の変化を見たところ、1期 5.3 ± 5.3 mm, 2期 6.5 ± 6.1 mm, 3期 7.6 ± 5.7 mmで、経時的に長くなった (Fig. 3)。全101肢におけるGSV断端の開存分枝数は0~3本でFig. 4に示す。開存分枝数0本は、1期55肢 (54.5%), 2期51肢 (50.5%), 3期43肢 (42.6%) で、経時的に再開通する分枝もあった。3期の

Fig. 3 Length of residual GSV stump in 67 limbs without EHIT.

The lengths at the first, second, and third follow-up were 5.3 ± 5.3 mm, 6.5 ± 6.1 mm, and 7.6 ± 5.7 mm, respectively. The length significantly increased over time ($p < 0.01$). GSV: great saphenous vein; EHIT: endovenous heat-induced thrombosis. * Paired t test.

Fig. 4 Changes in number of patent branches at the GSV stump in all limbs (101 limbs).

The percentage of the limbs without a patent branch decreased at the second and third follow-up. GSV: great saphenous vein.

GSV 断端長は全肢で 7.1 ± 5.8 mm, また, 開存分枝数 0 本の群で 2.4 ± 4.0 mm, 1~3 本の群で 10.7 ± 4.2 mm で, 0 本の群で有に短かった ($p < 0.001$) (Fig. 5).

考 察

従来の伏在型静脈瘤に対する外科治療は伏在静脈の抜去と高位結紮が基本とされ, SFJ 付近では分枝の再発がないように, GSV に流入するすべての分枝が結紮処理されてきた. 一方, EVLA においては SFJ の約 1~2 cm 末梢あるいは浅腹壁静脈分岐の末梢から焼灼を開始することが推奨されている²⁾. これはレーザー光が深部静脈を直接照射することや, 熱損傷が深部静脈におよぶことを避けるためであるが, その結果, 長い GSV 断端を残し分枝も開存するため遠隔期の分枝からの再発につながる可能性がある. EVLA に高位結紮を併用するこ

Fig. 5 The length of the GSV stump in all limbs at the third follow-up (1 month).

The length of the residual GSV stump without a patent branch was shorter than that with patent branches (2.4 ± 4.0 mm vs. 10.7 ± 4.2 mm, $p < 0.001$). GSV: great saphenous vein. * Unpaired t test.

とで GSV の再疎通や鼠径部での分枝再発を抑えることは可能であるが⁶⁾, EVLA の低侵襲性が損なわれる.

最初に保険適用となった 980 bare-tip fiber による EVLA では, 98.1% と高い閉塞率が示されたが¹⁾, 静脈径が太い場合は適応とならず平均静脈径は 10 mm 以下が推奨され, 皮下出血や疼痛が比較的高い頻度で発生するとされていた. その後, 適用となった 1470 radial 2ring fiber でも, 同等あるいはそれ以上の閉塞率が示され, また, 静脈径が太い症例での治療の可能性や術後の皮下出血や疼痛の軽減が示された^{4, 5, 7, 8)}. その機序は, 波長 1470 nm レーザーは水特異性波長と言われ, 波長 980 nm レーザーの約 9 倍の吸収係数のため, 組織への強い吸収を示すため血管周囲への影響が少なく穿孔を起こしにくい⁹⁾. また, radial fiber では, プリズムでレーザー光を 360 度全周性に拡散させるため, より均一に焼灼が可能のため穿孔を起こしにくいとされている^{10, 11)}.

われわれは, 1470 radial 2ring fiber は SFJ においてより局所に正確に効率的に焼灼でき, GSV の高位結紮に近い治療ができることを期待して本研究を行った. 焼灼開始距離は前方に向かう散乱光や熱伝導を考慮して, TLA 後の SFJ の末梢 5~10 mm とした. SFJ からの焼灼開始距離 6.6 ± 1.3 mm に対し, 術後早期の GSV 断端長は 5.3 ± 5.3 mm で比較的意図したように焼灼されたと考えられるが, 1 カ月後の断端長は 7.6 ± 5.7 mm に延長した. GSV の断端長についての報告は少ないが, 980 bare-tip fiber による EVLA では平均 13~17 mm 程度と記載され

ている^{12, 13)}。これと比較すると今回のEVLA症例の平均断端長は短いと思われる。また、SFJにおいて開存分枝がないものを1カ月後に42.6%に認め、これらは高位結紮と同等の治療効果が得られたと言える。また、当然の結果として開存分枝を認めない群のGSV断端長は開存分枝を認める群よりも短かった。

EHITは血管内皮の熱損傷によって起こるSFJ近傍の血栓形成である。これまでEHITの危険因子として、年齢、血栓性素因、静脈の径、同時に行う瘤切除、CEAP分類C4以上などが挙げられてきたが、必ずしも一定した見解はない¹⁴⁻¹⁶⁾。その予防はSFJ部で十分なTLAを行い焼灼開始位置からしっかり焼灼して静脈を収縮させることが大事とされているが、確実な方法はない。開始位置をSFJの末梢2 cmから2.5 cmに離すことでEHITの発生を減らすことができるとする報告もあるが、さらにGSV断端が長くなる¹⁷⁾。また、開始位置がSFJから2 cm以上とする報告ではEHITの発生率は0.9~6.0%である^{14, 15, 17, 18)}。それに対して、開始位置を浅腹壁静脈近傍とした1470 radial 2ring fiberによる本邦の報告では、EHITは33~40%、そのうちclass 2以上は5.3~7.5%と高率であった^{7, 8, 16)}。今回の検討でもEHITは31.7%で、class 2以上は15.9%とさらに高かった。われわれは1470 radial 2ring fiber導入初期は焼灼開始位置をSFJから1~2 cmとし、当初の100肢ではEHITは22%、class 2以上は7%とその発生は低かった。このことから、焼灼開始位置をSFJに近づけることでEHITの発生率を高めた可能性があり、SFJでGSVの血管内皮の熱損傷と不十分な収縮がEHIT発生率を高めたと推測する。また、浅腹壁静脈などの流入血管がなくなることで血流がうっ滞し血栓形成が助長された可能性もある。一般にEHIT class 1, 2は経過観察、class 3は抗凝固薬を使用しつつ消失を待つが、深部静脈血栓症や肺塞栓症などの重大な合併症に発展する可能性もあるため注意深い観察が必要である。

結 語

大伏在静脈瘤に対して、1470 radial 2ring fiberを用いて高位からEVLAを行うことにより4割で開存分枝のない短いGSV断端となった。EHITの発生率が高いため注意を要するが、遠隔期のSFJでの分枝からの再発の減少が期待される。

利益相反

本論文において、著者全員申告すべき利益相反はない。

付 記

発表：第37回日本静脈学会総会，2017年，徳島，座長推薦論文。

文 献

- 1) 広川雅之，栗原伸久：下肢静脈瘤に対する980 nmレーザーを用いた標準的血管内レーザー治療。日血外会誌2012; **21**: 583-588
- 2) 佐戸川弘之，杉山 悟，広川雅之，他：下肢静脈瘤に対する血管内治療のガイドライン 2009-2010年小委員会報告。静脈学2010; **21**: 289-309
- 3) Gauw SA, Lawson JA, van Vlijmen-van Keulen CJ, et al: Five-year follow-up of a randomized, controlled trial comparing saphenofemoral ligation and stripping of the great saphenous vein with endovenous laser ablation (980 nm) using local tumescent anesthesia. J Vasc Surg 2016; **63**: 420-428
- 4) Pannier F, Robe E, Rits J, et al: Endovenous laser ablation of great saphenous veins using a 1470 nm diode laser and the radial fiber - follow-up after six months. Phlebology 2011; **26**: 35-39
- 5) 広川雅之，小川智弘，菅原弘光，他：下肢静脈瘤に対する波長1470 nmレーザーおよびRadial 2ring fiberによる血管内レーザー焼灼術の多施設共同並行群間比較試験。日血外会誌2014; **23**: 964-971
- 6) Disselhoff BCVM, der Kinderen DJ, Kelder JC, et al: Five-year results of a randomised clinical trial of endovenous laser ablation of the great saphenous vein with and without ligation of the saphenofemoral junction. Eur J Vasc Endovasc Surg 2011; **41**: 685-690
- 7) 栗原伸久，広川雅之：波長1470 nmレーザーおよびradial 2ring fiberを用いた下肢静脈瘤に対する血管内レーザー焼灼術—その初期成績—。静脈学2015; **26**: 34-40
- 8) 山本 崇，栗原伸久，広川雅之：下肢静脈瘤に対する波長1470 nmレーザーおよび高周波による血管内焼灼術の初期成績。静脈学2016; **27**: 275-280
- 9) 野添沙希，山本典広，石井克典，他：下肢静脈瘤に対する血管内レーザー治療における波長980 nmおよび1470 nmレーザーの有効性および安全性の光学特性値に基づいた比較。日医誌2012; **33**: 7-4
- 10) Schwarz TS, von Hohenberg E, Furtwangler C, et al: Endovenous laser ablation of varicose vein with the 1470-nm diode laser. J Vasc Surg 2010; **51**: 1474-1478
- 11) Hirokawa M, Kurihara N: Comparison of bare-tip and radial fiber in endovenous laser ablation with 1470 nm diode laser. Ann Vasc Dis 2014; **7**: 239-245
- 12) Pleister I, Evans J, Vaccaro PS, et al: Natural history of the great saphenous vein stump following endovenous laser therapy. Vasc Endovascular Surg 2008; **42**: 348-351
- 13) 清水 剛：大伏在静脈-大腿静脈接合部の拡大例に対する血管内レーザー焼灼術。脈管学2017; **57**: 41-46
- 14) Sufian S, Arnez A, Labropoulos N, et al: Endovenous heat-induced thrombosis after ablation with 1470 nm laser: incidence, progression, and risk factors. Phlebology 2015; **30**: 325-330
- 15) Shutze WP, Kane K, Fisher T, et al: The effect of wavelength on endothermal heat-induced thrombosis incidence after endovenous laser ablation. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord 2016; **4**: 36-44
- 16) Kurihara N, Hirokawa M, Yamamoto T: Postoperative venous thromboembolism in patients undergoing endovenous laser and ra-

- diofrequency ablation of the saphenous vein. *Ann Vasc Dis* 2016; **9**: 259–266
- 17) Sadek M, Kabnick LS, Rockman CB, et al: Increasing ablation distance peripheral to the saphenofemoral junction may result in a diminished rate of endothermal heat-induced thrombosis. *J Vasc Surg* 2013; **1**: 257–262
- 18) Kane K, Fisher T, Bennet M, et al: The incidence and outcome of endothermal heat-induced thrombosis after endovenous laser ablation. *Ann Vasc Surg* 2014; **28**: 1744–1750

Abstract

Evaluation of Endovenous Laser Ablation Started Near the Sapheno-femoral Junction Using a 1470 nm Diode Laser and Radial 2ring Fiber

Keiji Iyori¹, Yoshitaka Mitsumori¹, Ryoichi Hashimoto¹, and Nobuhiro Deguchi²

¹Department of Cardiovascular Surgery, Yamanashi Kosei Hospital

²Department of Dermatology, Yamanashi Kosei Hospital

Key words: varicose vein, endovenous laser ablation, 1470 nm radial fiber, GSV stump length, recurrence of varicose vein

Objective: After endovenous laser ablation (EVLA) of the great saphenous vein (GSV), the patent branches at the sapheno-femoral junction (SFJ) could be a cause of recurrence of varicose veins. The aim of this study is to evaluate whether the EVLA started near the SFJ with a 1470 nm diode laser and radial 2ring fiber decreases the number of patent branches at the stump of the GSV. **Methods:** From July 2016 to June 2017, 101 limbs in 78 patients with GSV varicose veins were evaluated. EVLAs were started 6.6 ± 1.3 mm distal to the SFJ. The first follow-up (3–5 days), the second follow-up (8–11 days), and the third follow-up (1 month) were done using ultrasonography. **Result:** The incidence of EHIT was as follows: class 1, 15.8%; class 2, 13.9%; and class 3, 2.0%. The GSV stumps had 0–3 patent branches. In addition, the percentages of the GSV stumps without a patent branch at the first, second, and third follow-up were 54.5%, 50.5%, and 42.6%, respectively. At the third follow-up, the GSV stump length in all limbs was 7.1 ± 5.8 mm. Furthermore, the GSV stump length without a patent branch was shorter than that with patent branches (2.4 ± 4.0 mm vs. 10.7 ± 4.2 mm; $p < 0.001$). **Conclusion:** EVLA started near the SFJ with a 1470 nm diode laser and radial 2ring fiber resulted in a short GSV stump without a residual patent branch in about 40% of limbs. This could help decrease the recurrence of varicose veins at the SFJ.

Jpn J Phlebol 2018; **29**(3): 357–361