

EVLT(Endovenous Laser Treatment) - 半導体レーザーを用いた下肢静脈瘤に対する新しい手術の経験 -

小田 勝志 松本 康久 前田 博教 笹栗 志朗

要 旨：下肢静脈瘤に対する新しい低侵襲治療であるEndovenous Laser Treatment(以下EVLT)を行ったので、その成績を報告する。2002年3月から2003年1月の間にEVLTを73例102肢に施行した。年齢は 62.0 ± 10.0 歳，男：女=20：53であった。術前のCEAP分類はC2 46肢，C3 20肢，C4 34肢，C5 1肢，C6 1肢であった。治療対象は大伏在静脈(GSV)の逆流95肢，小伏在静脈(LSV)の逆流5肢，GSV+LSVの逆流2肢で，術前Venous Filling Index(VFI)は $6.6 \pm 1.8(1.96-23.4)$ ml/secであった。手術方法は，局所麻酔下に伏在静脈内にレーザーファイバーを挿入し，冷却TLA(tumescent local anesthesia)を行った後，レーザー照射を行った。手術終了後，double bandage法による圧迫を行った。初回成功は100/102肢(98.0%)であり，平均観察期間 146.5 ± 85.3 日で，99/100(99.0%)で閉塞は維持されていた。VFIは術後 2.1 ± 1.2 ml/secと有意に改善していた。術直後と術翌日にTATの軽度上昇が認められた。レーザーによる皮膚熱傷は認めず，深部静脈血栓などの重篤な合併症はなかった。EVLTの短期成績は良好で，下肢静脈瘤に対する治療法の新しい選択肢として有用だと考えられた。(J. Jpn. Coll. Angiol., 2003, 43: 775-779)

Key words: Varicose vein, Endovascular treatment, Minimally invasive surgery, Laser, Compression therapy

序 言

低侵襲的治療法は，患者の精神的肉体的負担の軽減，入院期間の短縮による医療費の削減効果を目的に，多くの外科手術において積極的に導入されている。下肢静脈瘤の外科的治療としては，ストリッピング術が最も一般的に行われているが，必ずしも低侵襲とはいえず，より低侵襲的治療法が求められている。最近，下肢静脈瘤に対してレーザー¹⁻⁷⁾，ラジオ波^{8,9)}などの熱源を利用して，逆流のある伏在静脈を血管内より閉鎖する新しい低侵襲治療法が報告されている。このうち，1998年にBonéらにより報告されたEndovenous Laser Treatment(以下EVLT)法¹⁾は，半導体レーザーを用いた低侵襲治療法としてその治療効果が注目される。われわれは2002年3月よりEVLTを導入しており，その手術手技と良好な初期成績についてすでに報告した³⁾。今回，これまでの当科におけるEVLTの治療成績を検討したので，若干の文献的考察を加えて報告する。

対 象

2002年3月から2003年1月の間にEVLTを施行した73例102肢を対象とした。年齢は 62.0 ± 10.0 (平均 \pm SD以下同様)(26~81)歳で，男：女=20：53であった。術前のCEAP分類はC2 46肢，C3 20肢，C4 34肢，C5 1肢，C6 1肢であった。術前，全例にduplex scanとAir Plethysmography(以下APG)を行い，静脈逆流の評価を行った。治療対象は大伏在静脈(Greater Saphenous Vein：以下GSV)の逆流95肢，小伏在静脈(Lesser Saphenous Vein：以下LSV)の逆流5肢，GSV+LSVの逆流2肢で，術前のVenous Filling Index(以下VFI)は $6.6 \pm 1.8(1.96-23.4)$ ml/secであった。

手術適応

伏在型静脈瘤のうち伏在静脈の高度蛇行例，極度に痩せた症例，血液凝固系に異常のある症例は本術式の適応外とした。伏在静脈の大きさは特に除外項目としなかった。



Figure 1 Laser fiber with a 5 Fr long sheath administered into the left greater saphenous vein.

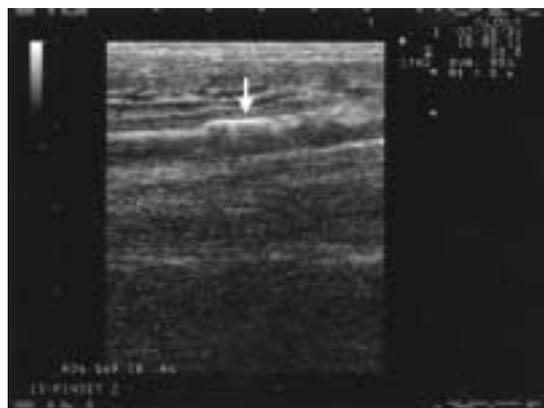


Figure 2 Ultrasound-guided endolaser treatment showing steam bubble sign along the greater saphenous vein (arrow).

方 法

麻酔, 手術方法は以前に詳述したので³ 概略を述べるに留める。まず局所麻酔下に鼠径部で剥離した大伏在静脈を穿刺し, 5 Frのロングシースを挿入し静脈閉塞予定部位まで先端を進め, シースの中にbare-tipのレーザーファイバーを先端より約 1 cm出すように挿入した。初期の症例では, Navarroらの報告²に従い, 0.5%のリドカインをレーザー照射部位の局所麻酔に使用したが, 十分な鎮痛効果が得られないため, 4°Cに冷却した 0.1%リドカインのTLA(tumescent local anesthesia)を超音波エコーガイド下に使用した。小伏在静脈に対しても同様の手技を行った。

トレンデンブルク体位とした後, 照射予定部位を圧迫し静脈内の血液をできる限り排除してレーザー照射を行った(Fig. 1)。半導体レーザーにはUDL-15(オリンパス社)を用いた。出力設定は, 出力12W, パルス1.0S, インターバル 1.0Sの設定で行った。超音波エコーガイド下にレーザー照射を行った(Fig. 2)。

不全交通枝の合併例では, 局所麻酔下SEPS(Subfascial Endoscopic Perforating Vein Surgery)または直視下交通枝切離術を併用した。手術終了後, 一層目の弾性包帯を巻き, その上に帯状の綿花でレーザー照射部を圧迫し, さらに二層目の弾性包帯を巻いた(Double bandage法)(Fig. 3)。術直後より歩行を指導した。初回静脈閉塞については, 術翌日のduplex scanにて評価し, レーザー照射した静脈内に血流が検出されないものを初回閉塞成功例とした。

血栓化傾向を評価するために, 10例において術前, 術直後, 術後1日目に静脈採血を行い, トロンピン・アンチトロンピン複合体(以下TAT)を測定した。数値は平均値±標準偏差で表示し, 統計学的検討には, すべてpaired T-test を用い, $p < 0.05$ 以下を統計学的に有意とした。

結 果

総手術時間は 96.7 ± 35.6 (36-175)分であった。1肢あたりのEVLT部のTLA量は 113.8 ± 51.8 mg(リドカイン換算, 以下同様), 1肢あたりの総麻酔量は 245.3 ± 86.0 mgであった。1肢あたりのEVLT時間は 127.4 ± 95.2 (15.0-426.1)秒, 総エネルギー量は 1528.8 ± 1142.4 (180-5112)Jであった。レーザー照射時間は, レーザー照射を超音波エコーにて観察した50例以降では 200 ± 90.0 秒と, それ以前の 84 ± 35.0 秒に比べ, 延長が認められた。初回成功は100/102肢 (98.0%)であったが, 不成功の2例は初期の50例のみにみられ, 照射を長く行うようになった50例以降では, 全例において初回閉塞が得られた。平均観察期間 146.5 ± 85.3 日で, 99/100 (99.0%)で閉塞は維持されていた。VFIは術後 2.1 ± 1.2 ml/secと有意に改善していた。GSV摘出標本では, レーザー照射部位で内膜の欠損が認められたが, 中外膜は連続性が保たれていた(Fig. 4)。TAT(正常値: 3ng/ml以下)は術前 2.44 ± 1.36 ng/mlに対し, 術直後 5.01 ± 2.53 ng/ml, 術後1日目 4.80 ± 2.32 ng/mlと有意に高値を示した(Fig. 5)。



Figure 3 Double bandage compression therapy to prevent ecchymosis after endolaser treatment. Left: Thick cotton was placed on the bandaged leg. Right: Another bandage who placed put over the cotton.



Figure 4 Histological findings (Hematoxyline Eosin stain) after endolaser treatment showing intima ablation at the laser impact site.

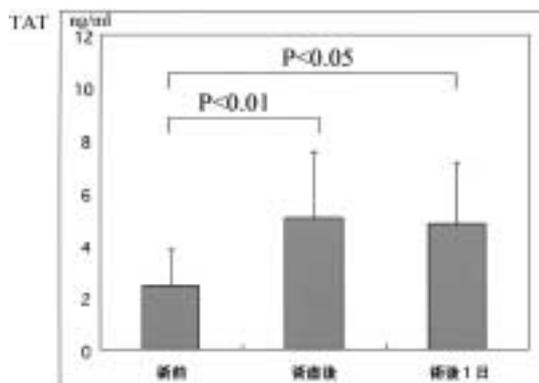


Figure 5 Changes of TAT before and after EVLT.

合併症

レーザーによる皮膚熱傷は認めなかった。主な合併症として、皮下出血 (22.5%)、疼痛 (13.7%)、突っ張り感 (13.7%)、表在性血栓性静脈炎 (6.9%)、色素沈着 (0.3%) などが認められたが、深部静脈血栓症などの重篤な合併症はなかった。平均入院期間は 4.3 ± 3.1 日で、外来にて経過観察中である。

考 案

EVLTはレーザーの熱を利用して、逆流のある伏在静脈を閉塞する新しい低侵襲的治療法である¹⁻⁷⁾。Navarroらは、外来で処置を行うために膝上の大伏在静

脈を穿刺して、上行性にレーザーファイバーを挿入してsaphenofemoral junction付近までレーザー照射を行っている²⁾。われわれはSFJの分枝に対する治療効果を確実にするとともに、深部静脈への血栓進展予防を兼ねて、鼠径部で大伏在静脈の高位を行った³⁾。このEVLTをこれまで73例に行っているが、特に重篤な合併症もみられず、極めて安全性の高い手技だと考えられた。高位結紮については、EVLTの簡便性を損なうという批判もあるが、その必要性については今後の十分な検討が必要であろう。今回の検討でTATが術後に軽度上昇していた。Boehlerらは、ストリッピング術後にTATの上昇(術前: 2.7ng/ml, 術後: 6.9ng/ml)を報告している¹⁰⁾。血栓による合併症は稀ではあるが、血栓化傾向

を示唆するものと結論している。EVLTにおいても、術後の血栓化傾向については、さらに今後の検討が必要であろう。

われわれは、これまで下腿の不全交通枝の関与している症例に対しては、局所麻酔下にSEPS¹¹⁻¹³⁾を行ってきた。EVLTで逆流している伏在静脈を閉塞させ、局所麻酔下SEPSを加えることで、重症例に対しても局所麻酔下で十分な治療を行うことが可能となった。現在、われわれは伏在型下肢静脈瘤に対して、全例に局所麻酔下手術を行っている。

EVLTにおける静脈閉塞機序について、Proebstleらは摘出標本を用いて検討した結果、レーザーに接した部分の熱損傷だけではなく、血液が蒸散して発生した気泡が血管壁に沿って広範囲に影響を及ぼしている事を実験的に確かめている⁴⁾。同様の現象は生理食塩水で静脈を満たした場合は生じていない。われわれも超音波エコーにてレーザー照射中に気泡が発生して、血管壁に沿って広がってゆくことを確認しており、生体内においても同様の現象が生じているものと推察される。レーザーの波長についてわれわれは810nmのものを使用しているが、このほかに940nm, 980nmでも同様に気泡発生が起こり、静脈を閉塞することが報告されている⁴⁾。

EVLTの適応に関しては、痩せた患者で皮膚の直下に大伏在静脈が走行している場合、術後にレーザー照射により硬化した静脈が皮膚の上から目立つため適応外とした。大伏在静脈途中の瘤合併例や極端に拡大した静脈に対して、特に制限を設けずレーザー照射を行ったが、術後瘤内に血栓を形成した症例があったため、瘤の大きさや適応については現在検討中である。

EVLTは簡便な方法であるが、手技を行う上で注意すべき点について以下に述べる。局所麻酔法はTLAが有効であるが、局所麻酔下ストリッピングの場合のように大腿部に広く投与するのではなく、超音波エコーガイド下に静脈周囲の直上の層へ十分な麻酔を行うことが、極めて重要な点である。これを行うことによりレーザー照射中の疼痛コントロールはほぼ完全に得られる。またTLAを冷却することにより、皮膚穿刺部にみられた痛みが軽減した。レーザーファイバーは再使用可能であるが、回数を重ねるとファイバーの断裂により先端からのレーザー照射が弱くなり、十分な出力が得られない場合があった。レーザー照射中にファイ

バー先端部でのsteam bubble signをエコーで確認することは、確実なレーザー照射を行う上で重要な点と思われた。

EVLTの問題点のひとつとして、術後の大腿部の皮下出血斑が報告されている⁵⁾。2～3週で自然消退するが、疼痛の原因にもなりうる。レーザー照射中の静脈穿孔による皮下組織への出血などがその原因と考えられている。皮下出血斑予防のためには、術直後に大腿部の圧迫を十分に行うことが重要であると考えられたが、通常の方法で圧迫すると水泡形成に難渋した。そこであらかじめ第一層目に弾性包帯を巻いてその上から綿花で圧迫するdouble bandage法を行ったところ、水泡形成を起こさず、十分な圧迫が可能であった。本法により皮下出血斑の軽減、術後疼痛の軽減効果が認められ、極めて有用な圧迫方法であった。

EVLTは新しい術式のため、その長期成績はいまだ明らかではない。これまでの報告によるとEVLTの大伏在静脈閉塞率は97～100%と極めて良好であり^{1-3,5-7)}、経過中の再疎通もほとんどみられていない。Minらの超音波エコーによる報告では、閉塞した静脈径が6ヵ月で27%、9ヵ月で19%と経過を追うごとに著明に縮小している⁶⁾。これは通常血栓による静脈閉塞とは異なる経過であり、EVLTによる静脈閉塞は長期的にも閉塞していることが期待される。今後さらに長期の経過を観察し報告していきたいと考えている。

結 論

EVLTの短期成績は良好であった。今後の慎重な経過観察が必要ではあるが、下肢静脈瘤に対する治療法の新しい選択肢として有用だと考えられた。

文 献

- 1) Boné C: Tratamiento endoluminal de las varices con laser de Diodo. Estudio preliminar. Rev Patol Vasc, 1999, V: 35-46.
- 2) Navarro L, Min RJ, Boné C: Endovenous Laser: A New Minimally Invasive Method of Treatment for Varicose Veins-Preliminary Observations Using an 810nm Diode Laser. Dermatol Surg, 2001, 27: 117-122.
- 3) 小田勝志, 松本康久, 前田博教他: エンドレーザー法を用いた下肢静脈瘤に対する新しい低侵襲手術の経験. 脈管学, 2003, 43: 27-31.

- 4 Proebstle TM, Sandhofer M, Kargl A et al: Thermal Damage of the Inner Vein Wall During Endovenous Laser Treatment: Key Role of Energy Absorption by Intravascular Blood. *Dermatol Surg* 2002, **28**(7): 596-600.
- 5 Proebstle TM, Lehr HA, Kargl A et al: Endovenous treatment of the greater saphenous vein with a 940-nm diode laser: Thrombotic occlusion after endoluminal thermal damage by laser generated steam bubbles. *J Vasc Surg*, 2002, **35**: 729-736.
- 6 Min RJ, Zimmet SE, Isaacs MN et al: Endovenous Laser treatment of the incompetent greater saphenous vein. *J Vasc Interv Radiol*, 2001, **12**: 1167-1171.
- 7 Chang CJ, Chua JJ: Endovenous laser photocoagulation (EVLV) for varicose veins. *Laser Surg Med*, 2002, **31**: 257-262.
- 8 Chandler JG, Pichot O, Sessa C et al: Treatment of primary venous insufficiency by endovenous saphenous vein obliteration. *Vasc Surg*, 2000, **34**: 201-214.
- 9 Weiss RA, Goldman MP: Controlled Radiofrequency-Mediated Endovenous Shrinkage and Occlusion. Quality Medical Publishing, Inc, ST. Louis, 1999, 217-223.
- 10 Boehler K, Hinterhuber G, Binder M et al: Systemic Activation of Coagulation and Fibrinolysis during Varicose Vein Stripping. *Dermatol Surg*, 1997, **23**: 46-50.
- 11 Hirokawa M, Oda K: A Soft dual-port trocar for endoscopic subcutaneous surgery. *Surg Endosc*, 2001, **15**: 520-523.
- 12 Hirokawa M, Oda K, Yamamoto A et al: Endoscopic Vein Surgery in Lower Extremities with Vasoview System. *Asian Cardiovasc Thorac Ana*, 2000, **8**: 146-149.
- 13 広川雅之, 山本 彰, 小田勝志他: 下肢静瘤に対するソフトロッカーを使用したCO₂送気下内視鏡的筋膜下交通枝切離術. *静脈学*, 2000, **11**: 315-321.

EVLV (Endovenous laser treatment) for Varicose Veins: Novel technique using a diode laser

Katsushi Oda, Yasuhisa Matsumoto, Hironori Maeda, and Shiro Sasaguri

Department of Thoracic, Cardiovascular and Regeneration Surgery Kochi Medical School

Key words: Varicose vein, Endovascular treatment, Minimally invasive surgery, Laser, Compression therapy

This study assessed clinical outcomes of endolaser treatment to eliminate saphenous vein reflux. Between March 2002 and January 2003, one hundred-two saphenous veins in 73 patients with saphenous type varicose veins were treated in our hospital. Under tumescent local anesthesia, a skin incision was made and the saphenofemoral junction was ligated at the highest point. Then patients were treated with 810nm diode laser through a laser fiber placed in the saphenous vein. Short-term (average: 3.7 months) postoperative results demonstrated 98% occlusion of the saphenous veins with no significant complications. Venous Filling Index (VFI) showed significant improvement of venous reflux of the legs (6.6±1.8 to 2.1±1.2 ml/sec). TAT showed mild elevation postoperatively.

With our short-term results showing that the endolaser treatment is extremely effective, long-term follow-up is required for further evaluation. (J. Jpn. Coll. Angiol., 2003, **43**: 775-779)