原著

ASO症例に対するceramic tip装着法による Laser angioplastyの経験

Laser angioplasty with a ceramic contact probe for ASO
- 3 cases report -

大竹裕志, 永井 晃, 木元春生

富山赤十字病院心臓血管外科

Hiroshi Ohtake, Akira Nagai, Haruo Kimoto

The department of cardiovascular surgery, Toyama Red Cross Hospital

内容要旨

ceramic tip装着法によりASO症例3例にLaser angioplastyを施行した。レーザーはNd-YAG Laser(SLT, Japan社)を, 接触型プローブは直径2.2mmの接着型ラウンドチップ(SLT, Japan社)を用いた。症例1; 左浅大腿動脈領域の狭窄(2cm)対し280J, 症例2; 左外腸骨動脈領域の狭窄(2cm)対し360Jの照射を加え, さらにPTAをあわせ施行し良好な結果を得た。症例3; 右浅大腿動脈領域の数カ所の狭窄に対し照射を試みたが, ファイバーによる血管壁の解離を生じたため, 照射を断念した。結論として, Laser angioplastyは比較的短い狭窄を有するASO症例で, 狭窄解除に有用であった。接触法は従来の他の方法に比し, 血管形成術に適しており, より安全であり, エネルギー効率もよいと考えられる。改善すべき点として, 先端チップの直径, レーザーファイバーの柔軟性の他, 手技上の工夫があげられる。

Summary

We performed Laser angioplasty for 3 ASO cases, with a ceramic contact delivery system of Nd-YAG laser energy(Surgical Laser Technologies, Inc., Japan). Case 1 and 2 were succesful. Power of laser irradiation was 280J for case 1; a 2cm stenotic region of a left superficial femoral artery, and 360J for case 2; a 2cm stenotic region of a right external iliac artery. PTA was performed for both cases, additionally. But, case 3 failed, because the dissection of the right superficial femoral artery by the laser fiber had been occured. In conculusion, laser angioplasty was useful for ASO with short stenotic regions of arteries. We think that a contact delivery system is more suitable for angioplasty and more safe that another systems. And, the efficiency of energy is better that that of another systems, too. As several points to be im-

proved, we think the diameter of a contact probe, the flexibility of laser fiber, and surgical technique.

はじめに

近年、非接触法やmetal hot tip装着法によるLaser angioplastyが試みられている。しかし、本邦では、ceramic tip装着法によるLaser angioplastyの報告は少ない。まず、著者らは、イヌ正常腹部大動脈及びヒト高度石灰化腸骨動脈（摘出標本）を用いてceramic tip装着法の基礎的研究を行った。ついで今回、著者らはこれら基礎的研究をふまえ、ceramic tip装着法によりASO症例3例にLaserangioplastyを施行した。本論文ではceramic tip装着法の利点、また文献上あまり論じられていない臨床応用に際しての問題点についても言及した。

症 例

レーザーはNd-YAG Laser(SLT.Japan社製CL50)を用い、導光システムとして直径600ミクロンの石英ファイバーを、また接触型プローブは直径2.2mmの接触型蒸散用セラミックラウンドチップ(SLT.Japan社製)を用いた⁽¹⁾。

症例1：67才、男性。

主 訴：左第5趾チアノーゼ。

家族歴；既往歴：数年前、近医にて軽度糖尿病を指摘された。

現病歴：1989年9月上旬より、左第5趾の安静時疼痛を認めていた。9月15日、チアノーゼ出現したため、当科受診となった。

血管造影所見：左浅大腿動脈領域の膝窩より約10cm中樞側に長さ約2cmの90%狭窄が認められた（図1-a）。他

表1：対象

症 例	疾患	症状 (Fontaine)	病 変 部
No.1 67才、男	ASO	IV	左浅大腿動脈領域 (2 cm)
No.2 65才、男	ASO	II	左外腸骨動脈領域 (2 cm) 左浅大腿動脈領域
No.3 72才、女	ASO	III	右外腸骨動脈領域 右浅大腿動脈領域 (13cm) 左浅大腿動脈領域

下線部をLaser angioplastyの対象とした。

a；術前

b；術後

図1：血管造影所見（症例1）

a ; 術前, 黒矢印は狭窄部を示す。

b ; 術後, 白矢印はF-P bypassを示す。

図2 : 血管造影所見 (症例2)

の部位には有意狭窄は認められなかった。

手術：患者が手術を拒否したためLaser angioplastyを施行した。局麻下、経皮的に左浅大腿動脈を穿刺し、末梢側へ向けて9 Frのシースを挿入した。術中造影にて狭窄部を確認したのち、レーザーファイバーを慎重に狭窄部に進めた。照射は透視下でチップの金属部分をマーカーとして、先端チップを狭窄部に軽く押しあてるようにして施行した。照射エネルギーは1回あたり8 w, 5秒(40J)とし、計7回、280 Jのエネルギーを加えた。ファイバーが容易に通過しうるほどに狭窄を解除したのち、直径4 mmのPTA用バルーンカテーテルにて同部に血管拡張術を施行した。

術後経過：術直後より、左第5趾の安静時疼痛、チアノーゼは消失した。術第14病日に施行した血管造影では狭窄部は消失し、開存は良好であった(図1-b)。術後より抗凝固療法を併用し、術後5ヶ月を経た現在、症状の再発を認めていない。

症例2：65才、男性。

主 訴：間歇性跛行。

家族歴；既往歴：特記すべきことなし。

現病歴：1989年7月より約100mの歩行にて間歇性跛行を認めていた。9月下旬より、約30mの歩行にて間歇性跛行が認められるようになり当科受診となった。

血管造影所見：左外腸骨動脈領域に長さ約2 cmの90%狭

窄が(図2-a)、また左浅大腿動脈領域に長さ約10cmの完全閉塞が認められた。

手術：本症例では左外腸骨動脈領域の狭窄をLaser angioplastyの対象とした。全麻下、左鼠径部に切開を加え、左総大腿動脈を露出した。同部より中枢側へ9 Frシースを挿入し、透視下で、先端チップを狭窄部に押しあてるようにしてレーザー照射を施行した。照射エネルギー総量は360J(1回あたり、8 w, 5秒, 計9回)であった。さらに、直径6 mmのPTA用バルーンカテーテルにて同部に血管拡張術を施行した。左浅大腿動脈の閉塞に対しては、大伏在静脈を用いてF-P bypass術を施行した。

術後経過：術後第25病日に施行した血管造影ではLaser angioplasty施行部及びF-P bypassの開存は良好であった(図2-b)。術後3ヶ月を経た現在、抗凝固療法を併用し、症状の再発を認めていない。

症例3：72才、女性。

主 訴：両下肢安静時疼痛。

家族歴；既往歴：数年前より大動脈弁閉鎖不全症を指摘されていた。

現病歴：1989年7月より両下肢安静時疼痛を認めていた。疼痛が増悪したため当科受診となった。

血管造影所見：右外腸骨動脈領域に強い動脈硬化性病変が、右浅大腿動脈領域にいわゆる虫食い像といわれる複

図3：血管造影所見（症例3）

数の90%狭窄が（図3）、及び左浅大腿動脈領域の膝窩部直上に90%狭窄が認められた。

手術：本症例では右浅大腿動脈の数カ所の狭窄をLaser angioplastyの対象とした。左浅大腿動脈領域の膝窩部直上の90%狭窄は動脈にかなりの蛇行屈曲が認められたため、対象とはしなかった。全麻下、右鼠径部に切開を加え、右総大腿動脈を露出した。末梢側にシースを挿入したのち、術中造影にて狭窄部を確認したのち、ファイバーを挿入した。しかし、最初の狭窄部に到達する前に、ファイバー挿入に大きな抵抗が認められたため、造影したところ血管壁の解離、穿孔を生じ、造影剤の漏出が認められたため、照射を断念した。手術は右I-F bypass術（φ7mm Double velour Dacrongraft使用）と、両側のF-P bypass術（大伏在静脈使用）とを直ち

a；非接触法による照射

d_1 ；レーザーファイバーの直径

d_2 ；照射目標までの距離

θ ；照射光の角度

r ；照射面での半径

P ；照射エネルギー

PD ；照射エネルギー密度

b；metal hot tip法による照射

エネルギーは均等に放出される。

矢印はエネルギーは広がりを示す。

図4：症例方法

に施行した。

術後経過：術後1ヶ月を経た現在、症状の再発は認めていない。

考 察

現在、従来のバルーンカテーテルによる血管形成術に加え、Laser照射により血管内腔のアテロームを焼却除去するLaser angioplastyが臨床応用されている。⁽²⁾⁽³⁾ 症例1、2のごとく、ごく短い狭窄部を有する症例には本法は簡便かつ有用である。さらに、本法は症例1のような手術拒否例や全身状態の悪いpoor risk 症例にも施行しうる⁽¹⁾。今後、慢性閉塞性動脈疾患患者の増加とともに本法は一層普及するものと考えられる。

Laser angioplastyの進歩とともに、照射方法も、エネルギー効率や安全性といった面から種々の方法が考察されている。非接触法やmetal hot tip 装着法はその代表的な方法であるが、問題点も少なくない。非接触法では、図4-aの式で示すごとく、目標までの距離の数mm

の違いにより、組織に与えるエネルギー密度は大きく異なる。血管内視鏡を用いた直視下照射でも、病変部との距離と角度を一定に保ち、同じエネルギーで照射することは困難であり、誤射による穿孔の危険性も大きいと考えられる。

一方, metal hot tip装着法は非接触法に比し安全性が高いとの報告が多い⁽⁵⁾。しかし、本法では変換された熱エネルギーはチップ全体から均等に放出される。このため、図4-bに示すごとく、側方向すなわち正常血管壁も狭窄部と同様の照射焼却がなされる可能性がある⁽⁶⁾。本法による照射では、組織欠損領域は浅いが、その周囲に広範囲の熱凝固壊死層を有するとの報告もある⁽⁷⁾。また、Pilgerらは、動脈壁の解離は、照射に方向性があるceramic tip装着法の13%に比し, metal hot tip装着法では31%と高率に生じ、危険であると報告している⁽⁸⁾。このように, metal hot tip装着法による照射は安全面での問題が少なくない。

今回、著者らが施行したceramic tip装着方法は目標に接触させることにより照射焼却が可能となる。このため、誤射の危険性は少なく、目標に与えるエネルギーは安定したものとなる。さらに、接触型ラウンドチップはエネルギー分布が前方に集中しており、接触面での組織焼却力が強く、血管の狭窄を解除するのには適している。以上より, ceramic tip装着法は非接触法やmetal hot tip装着法に比しエネルギー効率がよく、安全な方法であると考えられる。

しかし、今回の臨床応用でceramic tip装着法もいくつかの問題点が見いだされた。まず, ceramic tip装着法ではエネルギーが一方向に集中するため、高出力で先端チップに過度の圧力をかけた状態での照射は注意を要する。臨床応用の際の手技上の工夫として、ガイドワイヤーを用い狭窄部の反対側までシースを挿入し、レーザーファイバーを一定の速度で引き抜きつつ照射するといった工夫も今後検討される必要があるであろう。また、症例1, 2はPTAをあわせ施行したが、これは直径2.2 mmの先端チップによる照射焼却のみでは比較的太い血管に対しては十分な開存が得られなかったためである。また、症例3ではレーザーファイバーによる血管壁の解離、穿孔を生じたが、これは石英製のファイバーがかなりの硬度を持つことが原因であった。今後、本法の適応拡大のために、レーザー照射のみで十分な開存が得られるほどの直径を持った先端チップやより柔軟性のあるファイバーの開発が望まれる。

結 語

- 1) Laser angioplastyは比較的短い狭窄を有するASO症例で、狭窄解除に有用であった。
- 2) 接触法は非接触法やmetal hot tip装着法に比し、よりエネルギー効率がよく、より安全であると考えられる。
- 3) 改善すべき点として、先端チップの直径、レーザーファイバーの柔軟性の他、手技上の工夫があげられる。

引用文献

- 1) DAIKUZONO N., STEPHEN N.J., : Artificial Sapphire Probe for Contact Photo coagulation and Tissue Vaporization with the Nd:YAG Laser, Medical Instrumentation 19: 173-178, 1985
- 2) 岡田昌義, 辻 義彦, 吉田正人, 他: 心臓血管外科領域における最先端医療としてのレーザー応用と将来の展望, 日臨外会誌50: 1665-1676, 1989
- 3) 阿部裕輔, 中島正治, 折目由起彦, 他: レーザー血管内手術に関する基礎的研究, 日本レーザー医学会誌7: 115-116, 1987
- 4) Wright J.G., Belkin M., Greenfield A.J., et al: Laser angioplasty for limb salvage: Observations on early results. J. VASCULAR SURGERY 10: 29-38 1989
- 5) 石丸 新, 河内賢二, 長田一仁, 他: 接触法によるレーザー血管形成術の臨床応用, 日本レーザー医学会誌9: 29-32 1988
- 6) 辻 義彦, 岡田昌義, 吉田正人, 他: Laser angioplastyに関する実験的研究, 日本レーザー医学会誌9: 475-478 1988
- 7) LAMMER G., KLEINERT R., PILGER E., et al: Contact Probes for Intravascular Laser Recanalization Experimental Evaluation. INVESTIGATIVE RADIOLOGY 24:190-195 1989
- 8) Pilger E., Lammer J., Stark K., et al: Laserangioplastie: Sapphire tip versus hot tip. Vasa Supple. 26: 91-93 1988
- 9) 星原芳雄, 福地創太郎: 3) 接触型導光プローブの開発, 日本臨床45: 837-842 1987