レーザー照射による心房隔離術の基礎的研究

大竹裕志、高橋英雄、渡辺 剛、大竹由美子、
常塚宣男、松永康弘、三崎拓郎、渡辺洋宇

金沢大学医学部第一外科学教室

Study of Laser Irradiation for Atrial Muscle Isolation

Ohtake H, Takahashi H, Watanabe G, Ohtake Y, Tsunozuka Y,
Matsunaga Y, Misaki T, Watanabe Y

Department of Surgery(I), Kanazawa University School of Medicine

We performed basic study of laser irradiation for the beating atrium, to evaluate its applicability for the atrial electrical isolation. The atria of 9 mongrel dogs were irradiated with Nd-YAG laser using the contact method. The target of electrical isolation was the right atrial auricle. Irradiation was stopped when right atrial auricular electrical potential disappeared. The success of isolation was determined using postoperative electrophysiological study. Isolation was successful in 7 ($820 \pm 77.5\text{J}$), and unsuccessful in 2 ($790 \pm 30\text{J}$). Transmural coagulation necrosis of the atrial muscle was noted. In conclusion, it is possible to obtain safe atrial isolation using contact laser irradiation.

【はじめに】 近年、心室性不整脈に対する応用を目的に、心室筋に対する種々のレーザー照射が試みられている。しかし、心房筋に対するレーザー照射の報告はきわめて少ない。そこで今回、我々は心房性頻拍症に対する心房の電気的隔離術への応用を目的に、拍動下の心房筋に

対するレーザー照射の基礎的実験を施行し、若干の知見をえたので報告する。

【対象および方法】 雑種成犬9頭を対象とした。レーザー本体はSLT: Japan社製CL50型Nd-YAGレーザーを、導光システムは直径6mmの石英ファイバーを用いた。照射はSL

図1 隔離術施行のシエーマ

A'; 隔離予定内の電極、A 1, 2 ; 隔離外の電極、V ; 心室筋のリファレンス電極
□ ; 刺激電極を示す。

T. Japan社製MT 1.5型セラミック製チップを用い、接触法にて10Wのエネルギーで10秒間の連続波で照射した。まず、右第4肋間にて開胸し、心臓を露出した。電氣的隔離は右心耳を予定し、予定内の右心耳に電位記録用の電極A'を装着した。つぎに、右心耳の周囲にレーザー照射を加え、電極A'の電位がフラットになったことを確認し照射を終了した。照射終了後、隔離外の心房筋に電極A 1、A 2を、また心室筋にリファレンス電極Vを装着した。つぎに、隔離内に刺激電極を設置しペーシングを施行した。隔離予定内の心房筋(電極A')がペーシング可能であり、かつ隔離外の心房筋(電極A1、A 2)、また心室筋(電極V)がペーシングに同期しなかった場合を、電氣的隔離の成功とした(図1)。

図2 照射された心房筋(肉眼的所見)

図3 右心耳内腔

【結 果】 隔離成功は7例、不成功は2例であった。照射エネルギー量は成功例が 820 ± 77.5 J、不成功例が 790 ± 30 Jであり、有意差は認められなかった。

肉眼的には、心房筋の charring、組織欠損、破裂穿孔は全く認められなかった(図2)。また、右心耳の心内膜面に明らかな血栓の付着は

図4 照射された心房筋（H-E染色）

1例も認められなかった（図3）。組織学的には全層性に心房筋の凝固壊死が認められた（図4）。

図5は、隔離成功例のペースング時の各電極の電位を示す。隔離内心房筋はA'に示すようにペースング可能であったが、隔離外の心房筋（電極A1、A2）、心室筋（電極V）ではペースングに同期しなかった。

【考察】 レーザー照射は大量のエネルギー投与により、きわめて短い時間での組織凝固が可能である。これは、手術時間に制限のある心臓外科領域において有用な特性である。とくに、心室性の頻脈性不整脈に対する根治術に際し臨床応用されているレーザー照射は、かかる利点をいかし満足すべき結果をあげている¹⁾。

また近年、不整脈外科領域では心房性の頻脈性不整脈に対しても種々の外科治療が試みられるようになってきている。心房細動に対して、広範囲の心房自由壁隔離を施行したとの報告²⁾や、心房粗動に対して冷凍凝固を加えたとの報告³⁾がなされている。しかし、心房筋に対するレー

図5 術後の電気生理学的検査所見

矢印；ペースングに同期する隔離内心房筋電位（A'）、を示す。

ザーの応用の報告はきわめて少ない。心房筋は心室筋に比し心筋の厚さも薄く、レーザー照射による破裂穿孔の危険性もより大と考えられる。そこで今回、著者らは心房の電気的隔離術への応用を目的に、心房筋に対するレーザー照射の基礎的実験を施行した。

本実験ではセラミックチップを装着した接触法にて照射した。接触法は、消化器内視鏡領域や血管外科領域で、非接触法では不可能であった組織のより深部までの迅速な焼灼を可能とした⁴⁾⁵⁾⁶⁾。一方、心室筋のアブレーションでは焼灼が深部に及ぶ前に、心筋表面の charring や組織欠損を生じるため、接触法は適さないことを著者らはすでに報告している⁷⁾。しかし、心房筋は厚さが薄く、エネルギーが瞬時に全層性に伝達すると考えられた。このため、本実験では接触法を選択し、0°C生食を散布し照射した。照射法については今後、種々の方法にて比較検討を試みたい。

照射後の病理組織学的検討では、心房筋の charring、組織欠損、破裂穿孔は全く認められ

なかった。隔離成功例では心房筋全層に境界明瞭な凝固壊死が認められた。また、右心耳の心内膜面に明らかな血栓の付着は1例も認められなかった。組織学的には、接触法は心房筋の照射に関しては安全な照射が可能と考えられた。

電気生理学的検討では、隔離内心房筋はペーシング可能であったが、隔離外の心房筋、心室筋はペーシングに同期しなかった。隔離内の心房筋がペーシング可能であったことより、隔離内が壊死することなく、心房が隔離されたことが証明された。隔離成功は78% (9例中7例)であった。成功例、非成功例間には手技、総照射エネルギー等に明らかな差はないと考えられ今後の検討を要すると考えられた。

【結 語】 ① 拍動下の心房筋に対するレーザー照射の基礎的実験を施行した。

② 接触法により心房筋の破裂穿孔をきたすことなく安全に電氣的隔離術を施行しえた。

文 献

- 1) SVENSON RH, LITTMANN L, GALLAGHER JJ, et al: Termination of Ventricular Tachycardia With Epicardial Laser Photocoagulation: A Clinical Comparison With Patients Undergoing Successful Endocardial Photo coagulation Alone. JACC 15: 163-170, 1990
- 2) Williams JM, Ungerleider RM, Lofland GK, et al: Left atrial isolation; New technique for the treatment of supraventricular arrhythmias. J Thorac Surg 80: 373-380, 1980
- 3) 渡辺 剛、三崎拓郎、松永康弘、ほか：心房粗動性頻拍に対する冷凍外科治療経験。胸部外科 43 : 183-187, 1990
- 4) DAIKUZONO N., JOFFE S.N.: Artificial Sapphire for Contact Photocoagulation and Tissue Vaporization with the Nd: YAG Laser. Medical Instrumentation 19 : 173-178, 1985
- 5) 星原芳雄、福地創太郎：レーザー内視鏡：診断と治療 3) 接触型導光プローブの開発。日本臨床 45 : 837-842, 1987
- 6) 大竹裕志、永井 晃、木元春生：ASO 症例に対する ceramic tip 装着法を用いた Laser angioplasty の経験。日本レーザー医学会誌 11 (2) : 3-7, 1990
- 7) 大竹裕志、渡辺 剛、高橋英雄、ほか：Laser ablation における照射法の基礎的研究。心臓 23 : 印刷中, 1991