冠動脈レーザー血管形成術の現況

中村文隆、森田敏宏、東丸貴信

東京大学医学部第二内科

Pulsed-Laser Coronary Angioplasty with Multifiber Catheter

Fumitaka Nakamura, Toshihiro Morita, Takanobu Tomaru

University of Tokyo, 2nd Department of Internal Medicine

Abstract

Background. Recently, access to the coronary arteries became available to laser angioplasty based upon a new concept which utilizes a pulsed laser source and multifiber, "over-the-wire" guided catheters. The aim of this study was to evaluate the early results and the side effects of coronary angioplasty using an excimer or a Holmium-YAG laser.

Methods and Results. Forty-two consecutive patients were treated with the Holmium-YAG laser (group I) and 61 consecutive patients were treated with the excimer laser (group II). The procedural success rate was 98% and 87% for group I and II, respectively. It was similar in calcified and in non-calcified lesions and in total occlusions and stenoses. Failures were due to the inability for the laser catheter tip to reach the lesion, to cross the obstruction, or to obtain a significant reduction in stenosis. There was no death, no myocardial infarction and no need for emergency CABG. Dissection occurred more frequently in group II than in group I patients (26.2% vs 7.1%, $p<0.04$).

Conclusions. Multifiber, wire-guided catheters provide an easy access to the coronary arteries. Excimer laser angioplasty using large, densely packed catheters is effective but induces a high rate of dissections. Technical improvements are required to ablate more tissue.

【緒言】

虚血性心疾患の治療法として経皮経管的冠動脈形成術(PTCA)は確立したものであるが、PTCAによる血管拡張の機序は動脈硬化組織を機械的に潰すことにあり、石灰化病変や慢性閉塞性病変などの複雑病変に対する成功率は低い。最近になりガ

イドワイヤーにより挿入できる多ファイバーカテテルを通し、石灰化組織をも破壊可能なパルスレーザーを照射することにより、冠動脈血管形成術へのレーザーの応用が可能になってる。^{1, 2)}

今回我々は自験例で両レーザーによる冠動脈形成術の成績の比較検討を行ったので報告する。

【対象と方法】

1) 対象

レーザー血管形成術の対象となった患者はすべてPTCAの適応となる運動負荷試験により虚血の証拠が捉えられた103名の冠状動脈疾患患者である。すべての患者からインフォームドコンセントを得た。

2) レーザー装置

Holmium-Yttrium-Aluminum-Garnet(Ho-YAG)レーザーの波長は2.1 μm ,パルス幅250 μsec ,周波数3.5Hzでパルス辺りのエネルギーは350から500mJであった(MCM-Eclipse Laboratories, Mountain View, CA). Xenon chlorideのexcimerレーザーの波長は308nm,パルス幅135 nsec, 周波数25Hzでパルス辺りのエネルギーは30から60mJ/mm²であった(CVX-300, Spectranetics, Colorado, USA). 両レーザーとも径1.4から2.0mmで21本から87本の光ファイバーを束ねた多ファイバーカテーテルを通して照射された。

【結果】

1) 臨床像と対象病変

Ho-YAG、42例とexcimer、61例の計103名の患者がこの研究にエンロールされた。Ho-YAGとexcimerの患者の臨床像と対象病変を表1に示す。標的血管の分布、標的血管の狭窄度は両レーザー間で差を認めなかった。

2) レーザー成功(laser success)

Ho-YAGのレーザー成功率は55%でexcimerの66%に比し有意差はないものの低い傾向にあった。レーザー成功は複雑病変の方がtype A病変より低い傾向にあった。石灰化病変と非石灰化病変の間には差を認めなかった。

表 1. 臨床像と対象病変

	Ho-YAG	Excimer	p value
Number of patients	42	61	
Mean age (yrs)	55	57	NS
Sex distribution (% men)			
	88	85	NS
Previous treatment			
PTCA	6	15	NS
CABG	4	9	NS
Site of lesion			
LAD	27	28	NS
LCX	5	16	NS
LMT	1	0	NS
RCA	8	11	NS
SVG	1	6	NS
Lesion characteristics			
Type A	5	5	NS
Type B	23	40	NS
Type C	14	15	NS
Total occlusion	17	27	NS
Calcification	18	16	NS
Minimal luminal diameter (mm)			
	0.13	0.16	NS
Mean percent stenosis (%)			
	95	92	NS

完全閉塞病変のレーザー成功率はHo-YAG、excimerそれぞれ53%、70%であったが狭窄病変のそれと差がなかった。

ExcimerにおいてHo-YAGよりも多くが追加PTCAを必要としないレーザー単独治療で済んだ(21.7%対5%, $p<0.05$)。

3) 手技成功率(procedural success)

手技成功率はレーザー成功率と逆にHo-YAG、96%、excimer、89%と有意差はないもののHo-

YAGの方が高い傾向にあった。手技成功は複雑病変もtype A病変と同等に高かった。石灰化病変と非石灰化病変の間、完全閉塞病変と狭窄病変の間には差を認めなかった。

4) 合併症

死亡、急性心筋梗塞、緊急バイパス手術などの重大合併症はなかった。術後の急性冠閉塞を少なからず認めたが、いずれもPTCAにより再拡張が可能であった。解離はexcimerの方にHo-YAGより多く認めた。穿孔を計3例に認めたが造影剤の漏れは心筋内にとどまり心膜腔まで拡がらず臨床問題とはならなかった。冠攣縮はHo-YAG 9.5%, excimer 11.5%に認めたが、病変の遠位部に生じたものが多くいずれも一過性であった。

表2. 合併症

	Ho-YAG	Excimer	
	n (%)	n (%)	p value
In-hospital death	0	0	NS
Myocardial infarction	0	0	NS
Emergency CABG	0	0	NS
Perforation	1 (2.4)	2 (3.3)	NS
Dissection	3 (7.1)	16 (26.2)	0.04
minor	3 (7.1)	12 (19.7)	NS
major	0	4 (6.6)	NS
Vessel occlusion			
during procedure	3 (7.1)	8 (13.1)	NS
after procedure	6 (14.6)	3 (4.9)	NS
<24 hours	4 (9.5)	3 (4.9)	NS
24-72 hours	2 (4.8)	0	NS
Coronary spasm	4 (9.5)	7 (11.5)	NS
Arrhythmia	1 (2.4)	2 (3.3)	NS

【考案】

この研究の結果はパルスレーザーと多ファイバーカテーテルを組合せたレーザー血管形成術が比較的安全でかつ有用であることを示すものであった。

Ho-YAG とexcimerの比較ではexcimerにおいてレーザー成功率は高くまたレーザー単独治療の占める割合もより多かった。この差がレーザーによるものなのかカテーテルのデザインによるものなのかはexcimerとHo-YAGで使われたカテーテルのデザインが全く同じではないことより判断は難しい。Excimerのカテーテルは何層にもわたる光ファイバーがガイドワイヤー孔の周りに同心円状に配されているのに対しHo-YAGのカテーテルは外側の一層にのみ光ファイバーが配されている。我々の以前行った実験的検討ではレーザーが照射される面積がレーザー照射の効率を決定する重要な因子であることが示されておりより照射面積の広いexcimerのカテーテルの方が効率よく照射が行われた可能性がある。³⁾

Excimerレーザーの方が冠動脈解離を多く認めた点については説明ができないが、可能性としてはexcimerの方がより大きなパルスレーザー照射に伴う衝撃波を発生させ血管壁を機械的に障害した可能性が考えられる。⁴⁾

合併症に関しては重大合併症に関するかぎり低かった。これはガイドワイヤーによる機械的なガイドランスが安全に行えることを示しているものと思われた。穿孔の発生頻度が低かったのはカテーテルをすすめる際に極くわずかの力しか加えなかったことによるためと思われた。それに対して急性冠閉塞の率は高く問題と考えられた。血管内視鏡を用いたエキシマーレーザー照射後の血管内腔の所見の変化の検討では、新鮮壁在血栓形成、内膜の剥脱、残存組織の血管内腔面への突出がレーザ

一照射後に認められ、これらが造影上のhazinessや急性冠閉塞に関与していることが示されている。

5, 6)

冠動脈解離はexcimerにおいてHo-YAGより高頻度に認めたが、パルスレーザー照射の際発生する衝撃波の関与の可能性が考えられた。重要なことはこれらの合併症はいずれも再拡張と冠拡張薬の投与により問題なく治療されたことである。

以上のようにパルスレーザー冠動脈形成術は期待どおり複雑病変に対してPTCAに比し有力であったが、作用が強力な分、冠動脈解離や穿孔などの合併症の頻度も高率になっている。その反面レーザー単独では十分な内腔が得られずにPTCAの追加が必要とすることが多いのも事実で合併症を減らしつつより強力に焼灼を行うという二つの矛盾した目標をいかに達成するかが現時点での課題である。また再狭窄に関しても満足すべき結果が得られてない。新しいカテーテルの開発あるいは新しいガイダンス方式が現在も研究開発中であるが、レーザーを含めた新しいmechanical deviceのいずれもが再狭窄を完全に防止することに成功してなく、現実的には機械的な手段で血管壁に損傷を加えずに再開通を得るのは不可能でないかという認識が広まりつつある。

【総括】

レーザー冠動脈形成術は有効な手段といえるが、作用が強力な分血管壁への機械的傷害が宿命的に避けられず、冠動脈解離などの合併症がある程度の頻度で生じてくるのが現時点での問題と考えられた。合併症がある程度の頻度で避けられない現行のシステムでは、後発の他のinterventionによりその適応は当初より限られたものとなっているが、stent、DCAが適応とならない、強い石灰化病変、完全閉塞病変、血管径が3mm未満の病

変、などは依然としてレーザー冠動脈形成術のよい適応と考えられる。

【文献】

1. Geschwind HJ, Nakamura F, Kvasnicka J, et al: Excimer and holmium yttrium aluminium garnet laser coronary angioplasty. *Am Heart J* 125: 510-522, 1993.
2. Sanborn TA, Bittl JA, Hershman RA, et al: Percutaneous coronary excimer laser-assisted angioplasty: Initial multicenter experience in 141 patients. *J Am Coll Cardiol* 17:169B-173B, 1991.
3. Kvasnicka J, Nakamura F, Geschwind HJ, et al: Tissue ablation with excimer and multiple fiber catheters: Effects of optical fiber density and fluence. *SPIE* 1642:140-146, 1992.
4. Nakamura F, Kvasnicka J, Levame M, et al: Acute response of the arterial wall to pulsed laser irradiation. *Lasers Surg Med* 13:412-20, 1993.
5. Nakamura F, Kvasnicka J, Uchida Y, et al: Percutaneous angioscopic evaluation of luminal changes induced by excimer laser angioplasty. *Am Heart J* 124 :1467-1472, 1992.
6. Kvasnicka J, Nakamura F, Dupouy P, et al: Angioscopic assessment of coronary arteries following excimer coronary angioplasty. *Circulation* 86 (Suppl I): I-654, 1992.