Ho-YAGレーザーとExcimerレーザーによる 冠動脈レーザー血管形成術

中村文隆、内田康美

東京大学第二内科

Pulsed laser coronary angioplasty using holmium-YAG and excimer laser

Fumitaka Nakamura, Yasumi Uchida

The Second Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine

Introduction: To determine the efficacy and safety of laser source, the effects of holmium-YAG (Ho) and excimer (Ex) laser coronary angioplasty were compared in 103 consecutive patients (pts) aged 55 yrs (34-77).

Methods: The Ho was operated at 2.1 μm , 3.5 Hz, 300-500 mJ per pulse and 250 μsec and the Ex was operated at 308 nm, 25 Hz, 40-60 mJ/mm² and 135 nsec. Laser success was defined as the ability to cross the lesion and obtain a > 20 % reduction of stenosis. Procedure success was defined as a residual stenosis < 50 % after laser or laser and balloon angioplasty.

Results:	Ho-YAG (n=42)		Excimer (n=61)		p
	n	%	n	%	
Laser success	23	55	40	66	NS
Procedure success	41	98	53	87	NS
Complications:					
Death, MI, Em. CABG	0	0	0	0	NS
Perforation	1	2	2	3	NS
Acute closure	8	20	3	7	NS
Dissection	3	7	16	26	0.03
Spasm	4	10	7	11	NS

Conclusions: 1) The procedural success rate using either laser is high. 2) Ex has a higher rate of dissections but 3) may result in a lower rate of acute closures than Ho.

【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、適応が限られること、再狭窄が起こることが問題である。PTCAによる血管拡張のメカニズムは動脈硬化組織を機械的に圧迫し潰すことにある

¹⁾。そのため石灰化病変や慢性閉塞性病変などの病変に対する成功率は低く、また血管壁も進展され損傷を受けるため、平滑筋細胞の増殖が起こり再狭窄が出現する。そこで血管壁に損傷をあたえず、選択的に動脈硬化組織を除く方法が探された。レーザーは動脈硬化組織を破壊する

のに十分なエネルギーを有しかつ細長いファイバーを通すことにより体内の小さな標的にも体外から照射できることから動脈硬化組織を選択的に除去しうる可能性の高いものの一つに考えられた²⁾。多施設による臨床試験が現在進行中であるが³⁾、同一施設で両レーザーの成績を比較検討した報告はない。そこで今回我々は同一施設での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。

2) レーザー装置

Holmium-Yttrium-Aluminum-Garnet(Ho-YAG)レーザーの波長は $2.1 \mu\text{m}$ 、パルス幅 $250 \mu\text{sec}$ 、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の多ファイバーカテーテルを通して照射された。

3) 手技

基本的にはPTCAの手技と同じで、まずガイドイングカテーテルを標的血管の入口部に挿入し造影を行った後、0.014か0.018インチのガイドワイヤーをレーザーカテーテルと一緒に挿入

した。病変部をガイドワイヤーにより通過させた後、カテーテルをガイドワイヤーを通し病変に接触するまで進ませた。Ho-YAGは10か20パルスを一連としてexcimerは5秒間を一連として照射し、各照射の後にカテーテルをガイドイングカテーテル内に抜き造影を行い、解離や穿孔などの合併症が生じていないことを確認した。残存狭窄度が30%以上の場合はPTCAの追加を行った。レーザー成功はレーザーカテーテルが病変部を通過しかつ20%を越える狭窄率の減少を得たものとし、手技成功は定量的血管造影によりえられた最終残存狭窄度が30%以下のものとした。

【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、狭窄長は両レーザー間で差を認めなかった。

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
Total occlusion	17	27	NS
Calcification	18	16	NS
Minimal diameter (mm)	0.13	0.16	NS
Percent stenosis (%)	95	92	NS

2) レーザー成功

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(図1)。石灰化病変と非石灰化病変の間には差を認めなかった。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。

図1 レーザー成功と手技成功

3) 手技成功

手技成功率はレーザー成功率と逆にHo-YAG、98%、excimer、87%と有意差はないもののHo-YAGの方が高い傾向にあった(図1)。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(表2)。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上問題とはならなかった。冠攣縮は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 n (%)	Excimer 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。特にバイパスグラフトや入口部病変における良好な成績はCook等の成績⁴⁾と一致しており、これらはレーザー血管形成術のよい適応と考えられた。さらに完全閉塞病変に対する手技成功率は比較的高く、完全閉塞病変も入口部病変、バイパスグラフト病変、石灰化病変に加えてこの手技のよい適応のひとつになりうると考えられた。

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ダ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ー照射後に認められ、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⁾。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。

8例の患者においてはまずPTCAによる拡張が試みられたが、バルーンが病変部を通過できなかったために、レーザー血管形成術が行われた。8例のうち5例はレーザーカテーテルが病変部を通過することが可能であり追加のバルーンによる拡張が容易に行えた。残りの3例はレーザーカテーテルをすすめることはできなかったがレーザー照射は閉塞部の近位部に対して行われ、照射後はバルーンカテーテルが病変部を容易に通過でき拡張も可能であった。このような現象はレーザーによるfacilitaionと呼ばれている。その機序としては先に述べたレーザー照射の際に発生する衝撃波が閉塞部位の構造をsplitさせたりfractureさせることにより軟化させる可能性が考えられている。

【結語】

- 1) パルスレーザーによる冠動脈形成術の手技成功率は両レーザーともに高く、特に複雑病変に対する有効性が確認された。
- 2) レーザー冠動脈形成術のよい適応病変はバイパスグラフと、入口部病変、石灰化病変、PTCA失敗例であると考えられた。

3) より大きなチャンネルサイズを得るためのシステムの工夫が必要であると考えられた。

4) 重大合併症はなかったが、急性冠閉塞や冠動脈解離が少なからず認められ現時点でのシステムの問題点と考えられた。

【参考文献】

1. Waller BF: "Crackers, breakers, stretchers, drillers, scrapers, shavers, burners, welders and melters" - the future treatment of atherosclerotic coronary artery disease? A clinical-morphologic assessment. J Am Coll Cardiol 13:969-987, 1989.
2. Isner JM, Donaldson RF, Deckelbaum LI, et al: The excimer laser: Gross, light microscopic and ultrastructural analysis of potential advantage for use in laser therapy of cardiovascular disease. J Am Coll Cardiol 6:1102-1109, 1985.
3. 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.
4. Cook SL, Eigler NL, Shefer A, et al: Percutaneous excimer laser coronary angioplasty of lesions not ideal for balloon angioplasty. Circulation 84:632-643, 1991.
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.