レーザーの腰椎手術への応用

里見 和彦, 河合 大, 小川 潤

杏林大学医学部整形外科

〒181-8611 東京都三鷹市新川 6-20-2

TEL 0422-47-5511 FAX 0422-48-4206

Laser disc surgery for lumbar disc disorders

Kazuhiko SATOMI, Dai KAWAI, and Jun OGAWA

Department of Orthopaedic Surgery, Kyorin University School of Medicine

6-20-2, Shinkawa, Mitaka-shi, 181-8611 JAPAN

要 旨

Nd-YAGレーザーを用いて椎間板減圧術を施行した腰椎椎間板ヘルニア56例につき、その手術成績、術後の画像変化につき検討した。臨床症状の術後平均改善率は56%、Hendersonの基準では優、良合わせた有効率は61%であった。成績に不満足で観血的手術が6例に行われた。術後、単純X線像上明らかな椎間狭小化はみられなかった。MRI上、椎間板あるいは軟骨終板の信号変化が14例にみられたが、それによる症状悪化例はなかった。レーザー椎間板減圧術は、椎間板ヘルニアに対する安全かつ有効な治療法の一つである。

キーワード：Nd-YAGレーザー、椎間板ヘルニア、腰椎、軟骨終板、副作用

Abstract

Percutaneous Nd-YAG laser disc decompression was performed in 56 patients with lumbar disc herniation. Recovery rate of clinical symptoms was 56% in an average according to JOA scores, and effective results was observed in 61% of patients by Henderson's evaluation of functional capacity postoperatively. No significant decrease of disc height was observed on postoperative radiographs of lumbar spine. Changes of signal intensity either disc or cartilaginous end plate were observed in 14 patients on MRI, however no deterioration of clinical symptoms occurred by this changes. Present results showed that laser disc decompression for lumbar disc herniation was an effective and safe method of the treatment.

Key words : Nd-YAG laser, disc herniation, lumbar spine, cartilaginous end plate, complication

はじめに

レーザー照射による腰椎椎間板ヘルニアの治療は、米国のChoyの報告以来多数の報告が見られる^{1, 2)}。我が国では米澤らによる長期にわたる基礎的研究の後、1992年から臨床応用がなされてきた^{3, 4)}。我々は、1994年以来Nd-YAGレーザーを用いて経皮的レーザー椎間板減圧術（以下PLDD）を行ってきた^{5, 6, 7)}。本法は、現在保険適応がなく、また最近は副作用の報告がみられるようになり^{8, 9)}、まだ多くの課題を抱えている治療法である。本稿では自験例の治療成績と椎間板や椎体への悪影響につき報告し、本法の適応と問題点を明らかにしたい。

レーザー発生装置

PLDDに使用されるレーザーは、蒸散能力に優れるYAGレーザーが使用される。Choyらや米澤らはNd (neodymium) -YAG (yttrium aluminium garnet) をもちいているが、最近は鏡視下に照射でき、副作用も少ないと思われるHo (holmium) -YAGレーザーを使用する報告が多くなっている¹⁰⁾。我々は、長田電機工業

社製の波長1064nm、連続発振型のNd-YAGレーザー（導光路はコア径200あるいは400 μ の石英ファイバーを使用）を用いてきたのでその方法を紹介する⁵⁾。レーザー照射キットを図1に示す。

手技の実際

患者を健側下の側臥位とし、X線透視下で皮膚に局所麻酔を行った後ガイド針を椎間板正中に刺入する。刺入法は、椎間板造影手技に準じ後側方から刺入する¹¹⁾。腰の下に枕を入れて椎間板側方が十分に開くようにするが、L5/S間では刺入できない例があり、本法の限界である。つぎにガイド針を利用して外筒を椎間板に刺入する。さらにガイド針を抜き、代わりに外筒内にレーザーファイバーを刺入し、レーザー照射を開始する（図2）。正中に500ジュール（J）を、さらにその後5mmの部位に500Jずつ照射する。部位を移動させる前に椎間板内圧を測定し¹²⁾、椎間板内圧の減少が一定になったことを確認する（図3）。また、針移動後はX線透視により針先の位置を確認する。

図1 レーザー照射キット（長田電機工業社製）
上より石英ファイバーの通っているレーザー針、
外筒、椎間板刺入ガイド針を示す。

図2 レーザー照射野
患者は側臥位となり、術者はガウンテクニックで
照射を行う。術者は吸引管を把持している。

図3 椎間板内圧測定例 (33歳, 男性)

5ヶ月来の左臀部～下腿外側の疼痛としびれで来院。脊髓造影で左L5根の欠損像を認める (a 矢印, b)。L4/5間にレーザーを照射する。術中、椎間板の体軸に対しての水平圧 (図c, d, e 左)と垂直圧 (中あるいは右)を測定する。1080 J 照射後、照射前の内圧(c)に比しはば半減したが(d), 以後1620 J 照射まで圧の低下は確認できず(e)。ここまでとする。術後、下肢症状は軽快した。腹圧をかけた時の椎間板内圧 (c 右端)の上昇の変化も内圧減少の判断に利用できる。

図4 ヘルニアのタイプ

髄核が線維輪内に脱出するものをprotrusion, 線維輪を穿破したものをextrusion, 脱出遊離したものをsequestrationと呼称する。さらにextrusionのうち後縦靱帯(PLL)を穿破したものをtransligamentous extrusionと分ける。

症 例

1994年から現在まで当院で施行したPLDD症例は68例である。術後6か月以上経過した症例は56例 (男性39例, 女性17例)で, その手術時年齢は平均29歳 (9-52歳)であった。ヘルニア高位はL3/4が1例, L4/5が42例, L5/Sが12例, L3/4, 4/5が1例で, ヘルニアのタイプ (図4)¹³⁾はprotrusion 11例, subligamentous extrusion (以下SLE) 41例, transligamentous extrusion (以下TLE)が4例であった。手技は9歳の1例を除き局所麻酔下で側臥位で行った。レーザー照射量は平均1817 (1305-2420) Jであった。治療成績は, 日整会腰痛治療成績判定基準 (以下JOAスコア, 表1)と改善率¹⁴⁾ならびにHendersonの基準により日常生活動作を優, 良, 可, 不可の4段階で評価した (表2)¹⁵⁾。手術に移行した例についてはその要因を調査した。

術後の画像変化は, 術前後の画像のそろった30

表1 腰痛疾患治療成績判定基準

				[29点満点]	
I. 自覚症状		(9点)		II. 他覚所見	
A. 腰痛に関して				A. SLR (hamstring tightnessを含む)	
a. まったく腰痛はない		3		a. 正常	
b. 時に軽い腰痛がある		2		b. 30° ~70°	
c. 常に腰痛があるか、あるいは 時にかなりの腰痛がある		1		c. 30° 未満	
d. 常に激しい腰痛がある		0			
B. 下肢痛およびシビレに関して				B. 知覚	
a. まったく下肢痛、シビレがない		3		a. 正常	
b. 時に軽い下肢痛、シビレがある		2		b. 軽度の知覚障害を有する	
c. 常に下肢痛、シビレがあるか、あるいは 時にかなりの下肢痛、シビレがある		1		c. 明白な知覚障害を認める	
d. 常に激しい下肢痛、シビレがある		0		注1: 軽度の知覚障害とは患者自身が認識しない程度のもの	
				注2: 明白な知覚障害とは知覚のいずれかの完全脱出、あるいはこれに近いもので患者自身も明らかに認識しているものをいう	
C. 歩行能力について				C. 筋力	
a. まったく正常に歩行が可能		3		a. 非常	
b. 500m以上歩行可能であるが疼痛、 シビレ、脱力を生じる		2		b. 軽度の筋力を低下	
c. 500m以下の歩行で疼痛、シビレ、 脱力を生じ、歩けない		1		c. 明らかな筋力低下	
d. 100m以下の歩行で疼痛、シビレ、 脱力を生じ、歩けない		0		注1: 被検筋を問わない	
				注2: 軽度の筋力低下とは筋力4程度を指す	
				注3: 明らかな筋力低下とは筋力3以下を指す	
				注4: 他覚所見が両側に認められる時はより障害度の強い側で判定する	
				(14点)	
III. 日常生活動作					
		非常に困難		やや困難	容易
a. 寝がえり動作		0		1	2
b. 立ち上がり動作		0		1	2
c. 洗顔動作		0		1	2
d. 中腰姿勢または立位の持続		0		1	2
e. 長時間坐位 (1時間位)		0		1	2
f. 重量物の挙上または保持		0		1	2
g. 歩行		0		1	2
IV. 膀胱機能		(- 6点)			
a. 正常				0	
b. 軽度の排尿困難 (頻尿, 排尿遅延, 残尿感)				- 3	
c. 高度の排尿困難 (失禁, 尿閉)				- 6	
注: 尿路疾患による排尿障害を除外する					
				改善率(%) = $\frac{\text{治療後点数} - \text{治療前点数}}{\text{正常}(29) - \text{治療前点数}} \times 100$	

表2 Hendersonの評価法

優	疼痛はなく、入院前の職業に復帰し、コルセットを必要としない。
良	時折疼痛があるが、入院前の職業に復帰し、コルセットは一日のうち30%以上は必要としない。また、スポーツにも制限はない。
可	入院前より疼痛はよくなっているが、日常生活動作に影響がある。コルセットを常用し、スポーツにも制限がある。
不可	入院前と疼痛は変わらず仕事も不可能であり、治療が続いている。
Henderson ED, et al: JBJs 48-A, 1996	

例につき単純X線像上の椎間板高比 (椎体横径に対する椎間板高の比 - 片岡法), MRI上の椎間板変性度 (Schneidermanの分類)¹⁶⁾, 軟骨終板の信号変化を検討した。

術後経過観察期間は平均20か月 (6 - 67か月) であった。

結 果

術前のJOAスコアは、11 - 25 (平均18) 点、経過観察時14 - 29 (平均24) 点であった。平均改

善率でみると退院時22%, 3か月55%, 最終56% (0-100%)であった。術後一時改善はみられたが手術に移行した例が6例あった。Hendersonの評価では, 優23例, 良11例, 可10例, 不可12例 (手術移行例6例を含む)であった。優, 良あわせた治療有効例は34例, 61%であった。

合併症として術中プローベの破損が1例, 術後

疼痛悪化が2例あったが, 神経症状の悪化例はなかった。1例では術前の椎間板造影で隣接椎間に椎間板炎が発生し, 成績も不良であった。

画像所見上の椎間板高比は, 術前平均0.46(0.35-0.58)が術後調査時平均0.45(0.34-0.58)であった。術後の単純X線像上, 椎体辺縁に変化のみられた例はなかったが, MRI上は2例で信号

図5 レーザーによる軟骨終板変化例 (52歳, 男性)

4ヶ月来の左下肢痛で来院する。L3/4のsubligamentous extrusion型のヘルニアの診断で(a), 2190 Jのレーザーを照射する。レーザー針は, 椎間板のほぼ正中に刺入されている(b)。MRI-T2像では, 術前(c)に比し, 術後7週で椎体上下縁の信号変化が見られる(d, 矢印)。しかし, 7ヶ月後にはその変化はほぼ消失している(e)。MRI上ヘルニアの縮小はみられないが, 術後2年の現在, 改善率は77%, Hendersonの評価は優である。

図6 レーザー有効例(症例1)の画像所見

脊髓造影像(a)、椎間板造影像(b)、CTD(c)でL4/5間の右～正中のヘルニアを示す。術前MRI(d)に比し、術後も髄核の信号変化は見られず、ヘルニア像はやや縮小している(e)。

図7 レーザー無効例(症例2)の画像所見と病理組織所見

a 脊髓造影像, b 椎間板造影像, c 椎間固定術後X線像, d 病理組織学的所見(HE染色×66)

変化がみられた(図5)。椎間板の信号低下を認めたのは12例であった。術後の画像上の変化と治療成績との関連はみられなかった。

手術成績に影響を与える因子として、TLEの4例中3例と下肢症状のない5例中2例の成績はよくなかった。手術移行例はtension signが強く、画像上ヘルニアが大きかった。16歳例は、術前protrusionの診断であったが、再手術所見ではTLEで適応に問題があった。病理学的には、線

維軟骨の粘液変性と部分的な壊死像がみられたが、軟骨終板の破壊像はなかった。

代表症例

〔症例1〕13歳、女性、中学1年生

2年来の腰痛があり、約10ヶ月前から疼痛が増悪し、1時間の座っての就学が困難となった。近医での治療が無効であったため、紹介され当院を受診した。入院時、下肢症状や神経学的異常なく、

JOAスコアは20点であった。画像上は、L4/5間正中のSLE型ヘルニアで (図6 a-d), 1995 Jのレーザー照射を行った。照射直後ならびに1ヶ月後には症状に変化はなかったが、5ヶ月後の来院時には症状は改善していた。術後4年の現在、患者は高校3年生となり、体育も普通にでき、JOAスコアは28点、改善率は75%となっている。術後MRIでは、髄核の信号にほとんど変化を認めない (図6 e)。

〔症例2〕28歳、男性、会社員

2年来の腰痛と右に強い両下腿外側の疼痛で来院した。SLRTは右60°、左30°陽性で、知覚障害はL5、S1領域にみられ、JOAスコアは13点であった。画像上はL4/5間の大きなSLE型ヘルニアであったため (図7 a, b) 手術を勧めたが、患者の希望が強く1867 Jのレーザーを照射した。術後SLRTは右80°、左70°となり、JOAスコアも15点と改善したため退院した。

しかし、復職は困難で2ヶ月後の再入院した。腰痛が強く、ヘルニアが正中であったため、後方侵入椎体間固定術を行いインスツルメントで固定した (図7 c)。再手術後、JOAスコアは28点となり、復職した。手術時に採取した椎間板の病理組織所見では、線維軟骨内に粘液変性した部位がみられ、その中の変性した軟骨細胞周囲には炭化物がみられた (図7 d)。

考 察

レーザーを用いたPLDDは、最近我が国でも行われるようになってきたが、保険適応がないこととレーザーの軟骨や骨に悪影響の問題がある^{8, 9)}。今回の検討では最終のJOAスコアを用いた平均改善率は約56%、Hendersonの基準の優、良をあわせた有効率は61%であったが、基本的にレーザー治療を希望して来院した例がほとんどであったため手術に移行した例も含め患者の満足度は高かった。経過として術後3か月で改善傾向にある例は、長期的に改善していた。Protrusion, SLE例がPLDDの適応であるが、SLEでもヘルニアの大きい例、TLE例での成績は悪かった。

術後の画像所見で、椎間板の狭小化はみられず、MRI上の信号変化も軽度で、我々の照射量は安全生が高いことが確認された。そのことは除圧効果が不十分なことを示しているため、さらなる至適照射条件の検討が必要である。

結 論

Nd-YAGレーザーを用いたPLDDは60%の症例に有効であり、局所麻酔下で施行できる利点は大きく、椎間板ヘルニアの1治療法として位置づけられる。我々の使用している照射量では、骨や軟骨への悪影響はみられなかったが、手技的には椎間板の正中に針を刺入する事が肝要である。

本研究は日本学術振興会科学研究費補助金 (平成11年~13年度) により行われた。

文 献

- 1) Choy DSJ, Ascher PW, Saddekni S, et al : Percutaneous laser disc decompression. A new therapeutic modality. Spine 17 : 949-956, 1992.
- 2) Ohnmeiss DD, Guyer RD, Hochschuler SH, et al : Laser disc decompression. The importance of proper patients selection. Spine 19 : 2054-2059, 1994.
- 3) Yonezawa T, Onomura T, Kosaka R, et al : The system and procedures of percutaneous intradiscal laser nucleotomy. Spine 15 : 1175-1185, 1990.
- 4) 米澤卓実, 小野村敏信 : レーザーによる経皮的椎間板髄核の蒸散法. MB Orthop '93増刊 : 117 - 119, 1993.
- 5) 里見和彦, 宮坂芳郎, 小林 悟ほか : 腰椎椎間板ヘルニアに対するレーザー髄核蒸散法の小経験. 東日本臨整会誌 7 : 73-78, 1995.
- 6) 小川 潤, 里見和彦, 斯波卓哉ほか : レーザーによる椎間板ヘルニア手術. 整形外科50 : 918-924, 1999.
- 7) 斯波卓哉, 里見和彦, 河合 大 : 腰椎椎間板ヘルニアに対するレーザー椎間板除圧術. JMIOS No.15 : 33-38, 2000.
- 8) 鈴木省三, 宮内 晃, 岩崎幹季ほか : 経皮的レーザー椎間板除圧術 (PLDD) のあと再手術を要した症例の検討. 臨整外35 : 537-543, 2000.
- 9) Nancy EE : Nerve root complications of percutaneous laser-assisted discectomy performed at outside institutions : A technical note. J Spinal

- Disorders 7 : 510-512, 1994.
- 10) 西島雄一郎, 石塚弘和, 愛川 肇ほか: 鏡視下経皮的レーザー椎間板切除術. 日脊会誌 6 : 83-90, 1995.
 - 11) 里見和彦: 腰部椎間板造影の手技と実際. 整形・災害外科24 : 449-454, 1981.
 - 12) 小坂理也, 米澤卓実, 田中真一郎ほか: レーザー光による椎間板ヘルニア治療-針先型圧センサーの開発と評価. 日レ医誌10 : 281-283, 1989.
 - 13) 椎間板ヘルニア. 脊椎外科用語辞典 (日本脊椎外科学会編), 南江堂, 東京, pp. 49-51, 1995.
 - 14) 井上俊一, 他: 腰痛治療成績判定基準. 日整会誌 60 : 391-394, 1986.
 - 15) Henderson ED : Results of surgical treatment of spondylolisthesis. J Bone Joint Surg 48-A : 619-642, 1966.
 - 16) Schneiderman G, Flannigan B, Kingston S, et al : magnetic resonance imaging in the diagnosis of disc degeneration : Correlation with discography. Spine 12 : 276-281, 1987.