

# CT透視下経皮的レーザー腰椎椎間板減圧術 その方法と臨床結果

Method and Clinical Experiment of Percutaneous Laser Disc Decompression with Fluoroscopic CT Guidance

中崎 浩道<sup>1)</sup> Hiromichi Nakazaki  
小山 勉<sup>2)</sup> Tsutomu Koyama  
阿部 俊昭<sup>2)</sup> Toshiaki Abe

原田 潤太<sup>3)</sup> Junta Harada  
土肥 美智子<sup>3)</sup> Michiko Dohi  
福田 国彦<sup>4)</sup> Kunihiko Fukuda

1 東京慈恵会医科大学附属柏病院 脳神経外科  
2 東京慈恵会医科大学 脳神経外科  
3 東京慈恵会医科大学附属柏病院 放射線科  
4 東京慈恵会医科大学 放射線科

腰椎椎間板ヘルニアに対する経皮的レーザー椎間板減圧術(Percutaneous Laser Disc Decompression, PLDD)は今日様々な方法にて行われている。今回我々はCT透視下PLDDという新しい手技にて腰椎椎間板ヘルニアを治療し良好な結果を得た。この方法は患者にとっても術者にとってもX線被曝量を軽減でき、双方にとって低侵襲なものといえる。以下この方法および臨床結果について述べる。

Percutaneous Laser Disc Decompression (PLDD) for herniated lumbar disc has been performed in various operation modes in these days. We have applied a new modality "PLDD under CT fluoroscopy" to treatment of herniated lumbar disc and obtained effective results. This method can minimize x-ray exposure dose to both the patient and operator and can be considered as less invasive technique. The following is the report on the method and clinical results.

**Key Words:** CT fluoroscopy, PLDD, Lumbar disc herunia

## 1. はじめに

経皮的レーザー椎間板減圧術(Percutaneous Laser Disc Decompression, PLDD)は椎間板を構成する髄核をレーザーで蒸散することにより椎間板内の容量を減少させヘルニア塊の減圧を生じさせる低侵襲手術である。PLDDは1987年Choy<sup>1)</sup>の報告以来、本邦でも1991年米沢ら<sup>2)</sup>、1998年西島ら<sup>3)</sup>によりその有用性が報告されている。

今回我々はCT透視下法という新しいモニタリング方法を用いてCT透視下PLDD<sup>4)5)</sup>を試みたのでその方法と臨床経験を報告する。

## 2. 方法

装置はCT透視が可能なCT-W3000AD(HITACHI)を用いた。本装置によるCT透視は0.16秒/スライスの時間分解能を有し、手技過程がほぼリアルタイムに描出可能である。レーザー装置は、1064-nmのNd:YAG Laserを使用した。穿刺針は18G椎間板穿刺針を使用した。患者はCT台上に腹臥位とし、目的椎間板がCT画像上ガントリーに対して垂直になるように腹部に枕を入れて位置を決めた。目的椎間板に平行なスライス面の画像を撮影し、椎間板、椎体骨、椎弓、神経根を確認

する。これを元に最適なq穿刺点w穿刺深度e穿刺角度を計測し皮膚にマーキングする(図1)。この穿刺点に局所麻酔を行



図1：椎間板穿刺の計測

椎間板髄核中央(A)への穿刺角度(EAF)、穿刺点(F)穿刺深度(AF)を計測する。

い、あらかじめ計測した穿刺角度および穿刺深度で用手的に椎間板腔外縁まで穿刺する(図2)。椎間板腔外縁から椎間板中央までは正確な穿刺が必要である。このためCT透視を行い、モニターを見ながら穿刺針を進める。このとき術者は図3に示す我々が作製したCTガイドニードルコンプレッサー(根本杏林堂、東京)を使用し椎間板穿刺を行う。本装置は1~5mmの穿刺深度を調節でき、さらに穿刺点から少し離れた部位からコントロールするので術者の放射線被曝量を軽減することができる。

CT透視は関心領域のみにX線を照射するというROI scanを行い、患者および術者の放射線被曝をできるだけ少なくした。椎間板が目的位置に到達したところでレーザーファイバー

を挿入するため穿刺針を5mm抜き、レーザーファイバー先端が椎間板中央に位置するようにした。

レーザー強度は8W、1秒照射、1秒休止とし、照射量は患者の自覚症状、他覚的神経所見、CT画像上の照射面積、蒸散ガスの範囲により決定した。最大でも1300Jまでの照射とした。

### 3. 対象

対象とした腰椎椎間板ヘルニアは表1に示すような適応基準を満たすものとした<sup>4)5)6)</sup>。腰痛のみ、腰椎迂り症合併例、脊柱管狭窄症合併例、妊娠中および妊娠の可能性のある女性などは原則的には適応除外とした。

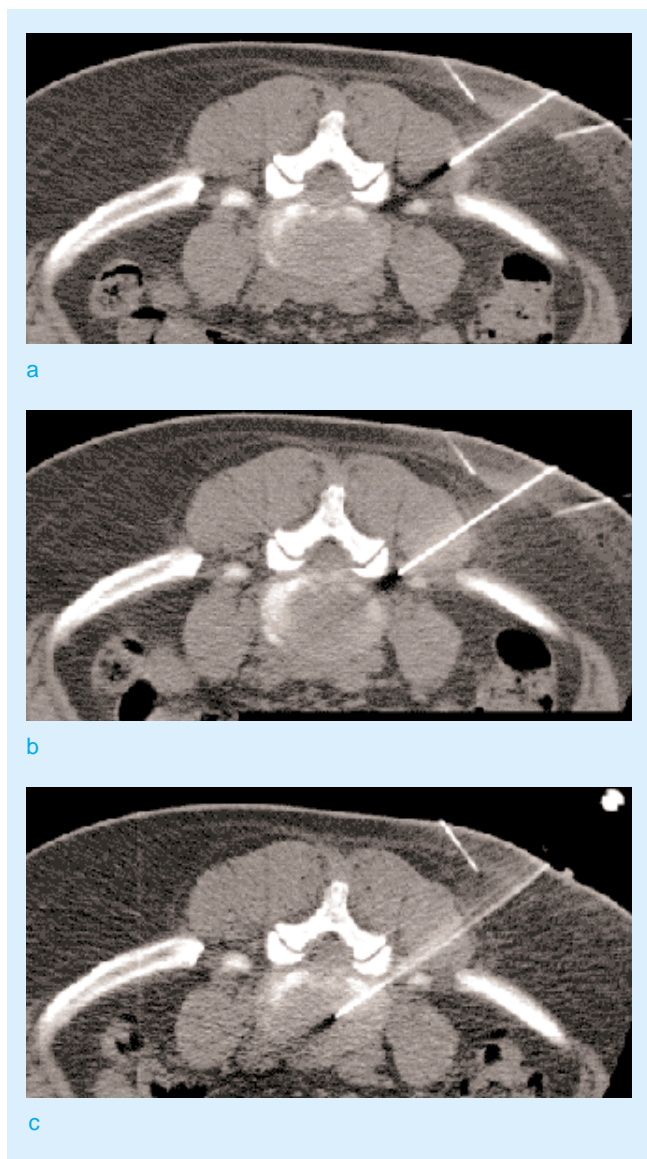


図2：CT透視下像

CT透視により、リアルタイムに穿刺状態が確認できる。穿刺針先端が(a)腰部筋群(b)椎間板腔外縁(c)椎間板内にあることを示す。



図3：CTガイドニードルコンプレッサー

表1：CT透視下PLDDの適応と非適応

適 応	1) 神経根症状と画像所見が一致 2) 単独の神経根症状(しびれ、痛み、麻痺) 3) 6週間以上の保存的治療で効果のない症例 4) 70才以下で重篤な合併症のない症例 5) protrusion type および subligamentous extrusion type
非 適 応	1) 腰痛のみの患者 2) 腰椎迂り症の合併例 3) 脊柱管狭窄症の合併例 4) 妊娠中および妊娠の可能性のある女性 5) transligamentous type および sequestration type

表2 : JOA score

自覚症状 (9点)	1)腰痛に関して	a. 全く腰痛はない	3	
		b. 時に軽い腰痛がある	2	
		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	
		d. 常に激しい腰痛がある	0	
	2)下肢痛およびシビレに関して	a. 全く下肢痛、シビレがない	3	
		b. 時に軽い下肢痛、シビレがある	2	
		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	
		d. 常に激しい下肢痛、シビレがある	0	
	3)歩行能力について	a. 全く正常に歩行が可能	3	
		b. 500m以上の歩行が可能であるが、疼痛、シビレ、脱力を生じる	2	
		c. 500m以下の歩行で、疼痛、シビレ、脱力を生じ、歩けない	1	
		d. 100m以下の歩行で、疼痛、シビレ、脱力を生じ、歩けない	0	
他覚所見 (6点)	1)SLR(hamstring tightnessを含む)	a. 正常	2	
		b. 30度-70度	1	
		c. 30度未満	0	
	2)知覚	a. 正常	2	
		b. 軽度の知覚障害を有する	1	
		c. 明白な知覚障害を認める	0	
	(註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 (註2)明白な知覚障害とは、知覚のいずれかの完全脱失、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			
	3)筋力	a. 正常	2	
		b. 軽度の筋力低下	1	
		c. 明らかな筋力低下	0	
(註1)被検筋を問わない (註2)軽度の筋力低下とは、筋力4程度をさす (註3)明らかな筋力低下とは、筋力3以下をさす (註4)他覚所見が両側に認められるときは、より障害度の強い側で判定する				
日常生活動作 (14点)		非常に困難	やや困難	容易
	a. 寝返り動作	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. 長時間座位(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

表3 : MacNab Criteria

good response

- resumed function
- occasional backache or leg pain
- no dependance on medications
- appropriate physical activity
- no objective signs of nerve root damage

fair response

- function may be unchanged from preoperative status
- intermittent mild lumbar radicular pain or low back pain
- no dependance on medications
- no objective signs of nerve root damage

poor response

- no function
- physical inactivity
- continued pain
- objective signs of cotinuting radiculopathy
- medication abuse
- patient focuses on compensation or litigation

#### 4. 治療効果判定

日本整形外科学会腰椎疾患治療効果判定(JOA score, 表2)、JOA scoreに基づく症状改善率およびMacNab Criteria<sup>7)</sup>(表3)を用いての術前と術後1週間 / 3-6ヶ月の比較判定を行った。

#### 5. 結果

##### CT透視下穿刺

全症例において正確な穿刺針の挿入が可能であった。椎間板外縁から椎間板中央までの穿刺はCTガイドニードルコンプレッサーで把持し、CT透視法を利用し穿刺針先端をリアルタイムに確認しながら挿入することができた。CTガイドニードルコンプレッサーはそのハンドルを握ることで1mmの穿刺深度を調節でき、距離を保つことにより術者被曝をCTスライス面の表面線量に比較し1%未満に軽減で



図4：レーザー照射による椎間板内蒸散ガス

きた。ROI scanは関心領域の画像を得ることができ、これによりX線被曝を25-50%軽減できた<sup>9)</sup>。

#### w レーザー照射中の椎間板モニタリング

100ないし200ジュールごとにCTを行い椎間板の変化を観察した。蒸散ガスは20例中15例で認められた。レーザー照射早期から蒸散ガスが出現するものや、その中途から出現するもの、あるいは最後まで全く出現しないものがあり症例により異なった(図4)。

#### 治療結果

日本整形外科学会腰椎疾患治療効果判定(JOA score)、JOA scoreに基づく症状改善率、MacNab Criteriaを用いて術前、術後1週間および術後3-6ヶ月を比較判定した。

全症例の治療経過と結果を表4に示す。全例で術中より症状の改善を認めた。JOA scoreは術前平均で12.3/29点から術後1週間には24.4/29点と改善がみられた。

改善率(Improvement Ratio, I.R.)は下記の計算式で表される。

$$\text{改善率} = \frac{(\text{治療後スコア}) - (\text{治療前スコア})}{29 - (\text{治療前スコア})}$$

20%以上の改善率をもって有効とする。我々の症例の改善率は1週間後で44.89%(平均改善率70%)、3-6ヶ月後では66.91%(平均改善率81.5%)であり(図5)全例有効という結果を得た。MacNab criteriaでの治療後評価でも全例 good responseであった。

術前、術後1週間後および3-6ヶ月後のMRI撮影による評価も行っている。全例において椎間板炎、椎体炎の所見を認めなかった。椎間板ヘルニア縮小の所見は12例に認められたが、残りは確認できなかった。

## 6. 考察

最近腰椎椎間板ヘルニアの低侵襲的手術が盛んに行われており、1975年に土方<sup>9)</sup>が、1983年にはKambin<sup>10)</sup>が経皮的椎間板摘出術を報告している。Nd:Yag 1064nm レーザーを

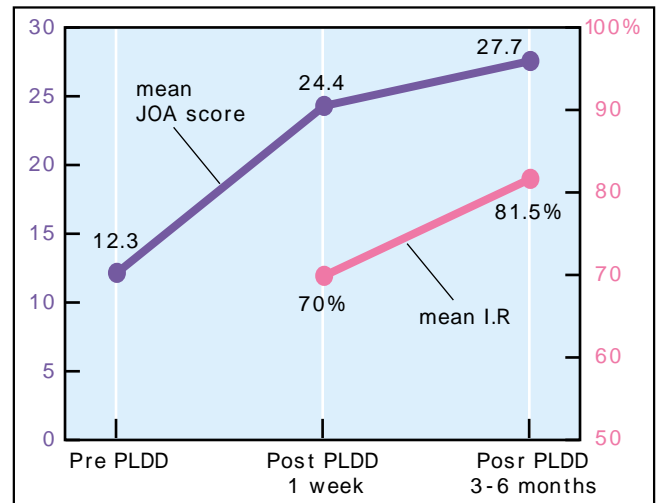


図5：Result of score and Improvement Ratio

用いたPLDDは1987年Choyらにより初めて行われた。1995年Gangi<sup>11)</sup>はCTとX線透視両方を用い、PLDDが安全かつ正確に行えると報告している。また1997年には橋本<sup>12)</sup>がオープンMRIを利用したMRIガイド下によるPLDDを報告している。

今回我々の行ったCT透視下PLDDの利点は以下のものが考えられた。1)穿刺経路の確認が容易でレーザー照射中の椎間板の変化を鮮明なCT画像としてとらえることができる。2)椎間板に対して平行に穿刺することにより椎体終板および椎体へのレーザーの直接照射を避けることができる。3)CT透視法は1秒6フレームの時間分解能をもつためリアルタイムの穿刺が可能である。4)CTガイドニードルコンプレッサーにより1mmの穿刺精度ができる。5)術者のX線被曝に関してはCTガイドニードルコンプレッサーの使用により術者の手の被曝を1%未満に回避できる。6)患者被曝に関してはROI scanを行うことにより25-50%まで軽減することができる。

我々の経験した症例の中でレーザー照射中椎間板に蒸散ガスを確認できないものが数例みられた。これらの症例でも術中症状の改善を認めている。蒸散ガスの発生が認められない理由としては椎間板の水分含有量が少ない、蒸散ガスの排出が良好であることなどが考えられる。現時点では蒸散ガス発生の有無を術前に診断することはできない。我々は幸いにして今日まで合併症を経験していないが、今後とも合併症なく確実な成績を残すにはこのCTで検出できない蒸散ガスを何らかの方法により客観評価できるようにしなければならない。また合併症予防で大事なことはやはり厳密なPLDD手術適応の作成であろう。PLDDが次第に様々な方法により安全になりつつある現在、結局最終的にはPLDDに適した症例のみを対象とすることが大切であることは言うまでもない。

## 7. まとめ

CT透視下による経皮的椎間板ヘルニアレーザー治療について述べた。この方法は従来行われてきたPLDDよりも患者および術者にとって安全に行うことができると考えられた。

表4 : Result

症例	部位	照射量	ガス	ガス面積 (mm)	術前 JOAS	1週後 JOAS	1週後 I.R.	1週後 MRI	3-6ヶ月後 JOAS	3-6ヶ月後 I.R.	3-6ヶ月後 MRI	
49y男	L4/L5	800J	無	0	11	23	67%	変化なし	26	83%	変化なし	変化なし
34y男	L5/S1	1000J	無	0	17	27	83%	変化なし	27	83%	変化なし	縮小
54y男	L4/L5	600J	有	33.1	12	27	89%	変化なし	27	89%	変化なし	変化なし
45y女	L4/L5	1200J	有	49.3	17	27	83%	変化なし	27	83%	変化なし	変化なし
44y男	L5/S1	1200J	有	35.5	17	27	83%	変化なし	28	91%	変化なし	縮小
50y男	L4/L5	1200J	有	422.5	9	26	85%	変化なし	27	90%	変化なし	縮小
49y男	L4/L5	600J	有	306	13	23	63%	変化なし	26	81%	変化なし	縮小
41y男	L4/L5	1200J	有	201	20	24	44%	縮小	26	66%	変化なし	縮小
57y女	L4/L5	1200J	有	243	18	23	45%	変化なし	26	72%	変化なし	変化なし
48y男	L4/L5	1200J	有	96	11	26	83%	変化なし	27	88%	変化なし	縮小
24y男	L4/L5	1200J	無	0	10	21	61%	変化なし	25	79%	変化なし	変化なし
56y男	L4/L5	1200J	有	181.1	16	27	84%	縮小	27	84%	変化なし	縮小
44y女	L4/L5	1300J	有	60.3	7	28	86%	縮小	28	86%	変化なし	縮小
59y男	L4/L5	1300J	有	28.3	2	19	63%	変化なし	23	77%	変化なし	縮小
61y男	L4/L5	1300J	有	36	7	19	54%	変化なし	22	68%	変化なし	変化なし
23y男	L4/L5	1200J	無	0	11	24	62%	変化なし	27	88%	変化なし	縮小
46y男	L4/L5	1300J	有	38.8	10	22	51%	変化なし	25	78%	変化なし	縮小
45y男	L4/L5	1100J	有	42.9	8	25	80%	縮小	-	-	変化なし	縮小
36y男	L5/S1	1300J	無	0	14	25	73%	変化なし	-	-	変化なし	変化なし
45y男	L4/L5	1250J	有	42.1	16	24	61%	縮小	-	-	変化なし	変化なし

## 参考文献

- Choy DSJ, Case RB, Fielding JW, et al : Percutaneous laser nucleolysis of lumbar disc. N Engl J Med 317 : 771-772, 1987
- 米沢卓実、小野村敏信、小坂理也、ほか : 経皮的椎間板髄核の蒸散法. 臨整外 26 : 553-560, 1991
- 西島雄一郎 : 鏡視下経皮的Ho : YAG レーザー腰椎椎間板除圧術-その手技の概要と治療成績. Innervision 13 : 12-18, 1998
- 原田潤太、小山 勉、土肥美智子、ほか : CTによる腰椎椎間板ヘルニアの経皮的レーザー治療. 脊椎脊髄 12 : 913-920, 1999.9) Hijikata S, Yamagishi M, Nakayama T, et al : Percutaneous nucleotomy : a new treatment method for lumbar disc herniation. J Toden Hosp 5 : 5-13, 1975
- 小山 勉、原田潤太、阿部俊昭、ほか : CT透視下での経皮的レーザー腰椎椎間板減圧術(PLDD)-方法と臨床. 脊椎脊髄 12 : 873-879, 1999
- Gangi AD, Dietemann JL, Ide C, et al : Percutaneous laser disc decompression under CT and fluoroscopic guidance : indications, technique, and clinical experiance. Radiograph - ics 16 : 89-96, 1996
- MacNab I : Negative disc exploration : an analysis of the cause of nerve root involvement in 68 patients. J Bone Joint Surg ( Am ) 53 : 891-903, 1971
- 松尾浩一、伊藤光男、松原哲久、ほか : CT透視下手技における被曝低減の試み. 第55回日本放射線科技術学会、予稿集, p.210, 1999. 東京.
- Hijikata S, Yamagishi M, Nakayama T, et al : Percutaneous nucleotomy : a new treatment method for lumbar disc herniation. J Toden Hosp 5 : 5-13, 1975
- Kambin P, Gellman H : Percutaneous lateral discectomy of the lumbar spine. A preliminary report. Clin Orthop 174 : 127-132, 1983
- Gangi A, Kastler BA, Klinkert A, et al : Interventional radiology guided by a combination of computed tomography and fluoroscopy ; technique, indications, and advantages. Seminars in International Radiology. 12 : 4-14, 1995
- 橋本卓雄、結城一郎、寺尾 亨、ほか : MRガイド下経皮的腰椎椎間板ヘルニア蒸散法Percutaneous laser disc ablation (MR guided PLDD). 日磁医誌 18 : 98-107, 1998