

## 椎間板造影 CT (CT Discography) の臨床的評価

—腰部椎間板ヘルニアを対象に—

関東通信病院放射線科

前原 忠行 勝俣 康史 野田 正信  
田中まり子 白水 一郎

(昭和63年5月10日受付)

(昭和63年6月8日最終原稿受付)

### Clinical Evaluation of CT Discography in the Diagnosis of Lumbar Disc Herniation

Tadayuki Maehara, Yasushi Katsumata, Masanobu Noda,  
Mariko Tanaka and Ichirou Shirouzu  
Department of Radiology, Kanto Teishin Hospital

---

Research Code No. : 503.1

---

Key Words : CT discography, Lumbar disc hernia

---

The CT discographic findings of 56 discs in 43 patients with low-back and/or leg pain were evaluated mainly from the clinical standpoint including pain provocation during the injection of the contrast material, correlation between the type of the herniation and symptoms and clinical course after the examination.

The clinical value of CT discography is controversial, but it is well recognized that CT discography is the diagnostic method of choice for equivocal situations as patients showing negative myelography and significant symptoms and for the preoperative evaluation of patient thought to have the extreme lateral disc herniation.

Exact provoked pain response was noted in 72% of 43 pathologic discs and almost all discs especially in patients showing positive SLR test at less than 70°. So this pain response seems to provide additional information indicating the true pathologic disc level.

Sciatic pain in the legs was much more frequently seen in the paramedian or lateral type herniation, but there was no relation between low-back pain and central type herniation. Majority of either type of disc herniation showed both low-back and leg pains. This suggests that clinical symptoms are based on not only disc herniation but also disc degeneration itself.

We injected steroid (4 mg of Decadron) and local anesthetic (1 ml of 1% Carbocain) into the disc after the examination for the purpose of improving the clinical symptoms as the first attempt. Definite improvement of various degree was noted in 56% of total 43 cases after the procedure and CT discography was thought to be a valuable method of diagnosis in proper indications despite risky needle puncture.

はじめに

今日では一般に侵襲性の低い検査法が高く評価

されており、特に脊髄・脊椎疾患については矢状断像が容易に得られるMRIが最も優れた画像診

断法として認められつつある。

このような時期に今回あえて直接穿刺を必要とする椎間板造影 CT の診断価値を、主として治療方針の決定や除痛効果などの臨床面を中心に評価することを目的に検討したので報告する。

我々の施設では腰部椎間板ヘルニアを疑う症例では始めに通常の造影 CT を行い、次に必要に応じて CT を併用したミエログラフィーを施行。更に手術の適応の判断を目的に椎間板造影 CT を実施している。過去数年の経験で、このような症例の中に椎間板造影の検査後、明らかに症状の改善の見られる例が少なくないことに気づき今回診断価値の再評価に至った次第である。

#### 対象および方法

対象は臨床的に腰部椎間板ヘルニアが疑われた43症例の56椎間板で、男34例、女9例。検査の行われた椎間板レベルはL4-5が最も多く30、次がL5-S1で19、その他L3-4が5、L2-3が2であった。

椎間板造影には21ゲージ針で棘突起の6~7cm外側から45°程度斜めに刺し筋層を介して椎間板に通する脊柱管外穿刺法(extracanal approach)を用い、1~4mlの水溶性ヨード造影剤を注入し、針を抜く直前にデカドロン4mgと1%カルボカイン1mlを注入するのを原則とした。

CTは主にGE社製CT/T9800を使用し、スライス厚2mmで椎間板を中心に連続した10スライスを撮影。ウインド幅1500、レベル350のターゲット画像表示で評価を行った。

#### 結 果

椎間板造影 CT の結果、56椎間板のうちヘルニアは34で、後縦靭帯の下に限局する protrusion が12、靭帯を破って脊柱管内にヘルニア腫瘍の存在する extrusion が22、いわゆる bulging が7、negative が15であった。各症例の責任病巣に相当する43椎間板の他に無関係の椎間板が13含まれており、結局13例については各々2椎間板レベルで検査が行われたことになる。

ヘルニアの見られた34例の椎間板造影 CT 所見の内訳は表(Table 1)に示したとおりである。ヘルニア腫瘍の位置によって central, paramedian, lateral, anterior の4タイプに分類し、その大き

Table 1 CT discographic findings of 34 lumbar disc herniations

		Protrusion	Extrusion
Type	Central	3	9
	Paramedian	5	12
	Lateral	3	1
	Anterior	1	0
Size	Small	10	0
	Medium	2	13
	Large	0	9
Migration	(-)	9	2
	Cranial	1	7
	Caudal	2	16
	Fragmentation	(0)	(6)

さを small, medium, large に分け、さらに尾側・頭側への migration ならびに fragmentation の有無について分析したものである。当然の事ながら extrusionの方が protrusion よりも大きなものが多く、migration を来す頻度も高くなっている。

椎間板造影 CT 上の椎間板変性に関してはその程度によって D-O (normal), D-1 (mild), D-2 (moderate), D-3 (severe) の4段階に分類した (Fig. 1)。すなわち線維輪の内輪1/2の部分に生じた亀裂に沿って造影剤が樹枝状に見られるのが D-1、線維輪の部分が完全に造影されて髄核像が全く消失したのが D-3、その中間を D-2 とした。56椎間板について椎間板変性の程度を見ると bulging では殆ど例外無く高度の変性を伴っており、ヘルニアでも34椎間板中、D-2が15、D-3が8と、全体の68%は中等度以上の椎間板変性を基盤とし、95%で何らかの変性を認めている (Table 2)。

43例の椎間板造影 CT 上のヘルニア等のタイプと臨床症状を比較してみると表 (Table 3) のごとく、根症状と考えられる下肢痛は paramedian type のような偏在性のヘルニアで多く見られる傾向にあるが、腰痛と central type には明らかな相関は認められず、bulging を含めた全体としてみると腰痛と下肢痛の両方を呈するものが圧倒的に多いことが分かる。

次に各症例の責任病巣と考えられる43椎間板に関して、造影剤注入時の症状再現性と検査後の症

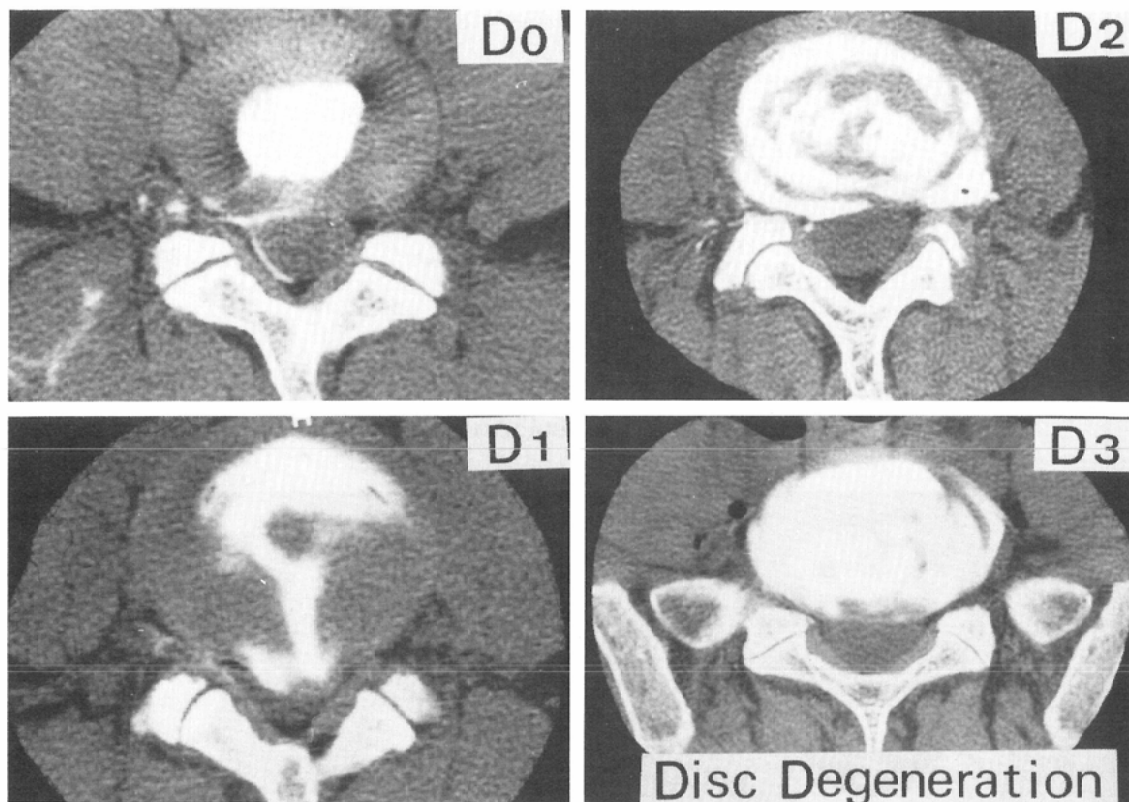


Fig. 1 CT discographic gradation of disc degeneration

Table 2 CT discographic evaluation of disc degeneration

	D-0 Normal	D-1 Mild	D-2 Moderate	D-3 Severe
Protrusion	12	1	4	3
Extrusion	22	1	5	11
Hernia	34	2	9(27%)	15(44%)
Bulging	7	0	0	1
Negative	15	3	6	3

Table 3 Analysis of clinical symptoms in 43 cases

		LBP	LP	LBP & LP
Hernia	Central	3	1	6
	Paramedian	2	7	8
	Lateral	1	1	2
	Anterior	1	0	0
Bulging		1	0	4
Negative		3	0	2

LBP: low-back pain; LP: leg pain

状変化について見ると、表 (Table 4) のように全体では72%で再現性が見られ、特に extrusion では91%と bulging や protrusion に比較して有意に高頻度である事が分かる。さらに SLR が70°以下の場合には1例を除く全例で再現性が認められ、特に臨床的に責任病巣の椎間板がはっきりしない為に2椎間板レベルで検査が行われた13例では責任椎間板の85%で再現性が見られている

(Table 5). 尚、再現性として見られる症状としては下肢痛と腰痛とがあるが、ヘルニアでは約90%で下肢痛が見られる点も特徴的である。検査後の症状の変化については bulging では5例中3例、protrusion では12例中8例、extrusion では21例中10例と全体の56%で一過性のもも含め何らかの症状改善が認められている。症状改善の程度の評価は痛みに関する事なので、患者自体の表現か

Table 4 Analysis of provoked pain response during the injection of the contrast material and clinical course after the procedure

	Negative 5	Bulging 5	Protrusion 12	Extrusion 21	SLR	
					<70°	70°<
PPR (-)	3	2	5	2	1	11
(+) (72%)	2	3(60%)	7(58%)	19(91%)	22	9
LP	0	1	6(86%)	17(90%)	19	6
LBP	2	2	1	2	3	3
CC Improve (56%)	3	3(60%)	8(67%)	10(48%)		
No Change	2	2	4	10		
Aggravate	0	0	0	1		

PPR: provoked pain response; CC: clinical course after the procedure; LP: leg pain; LBP: low-back pain; SLR: straight leg raising test

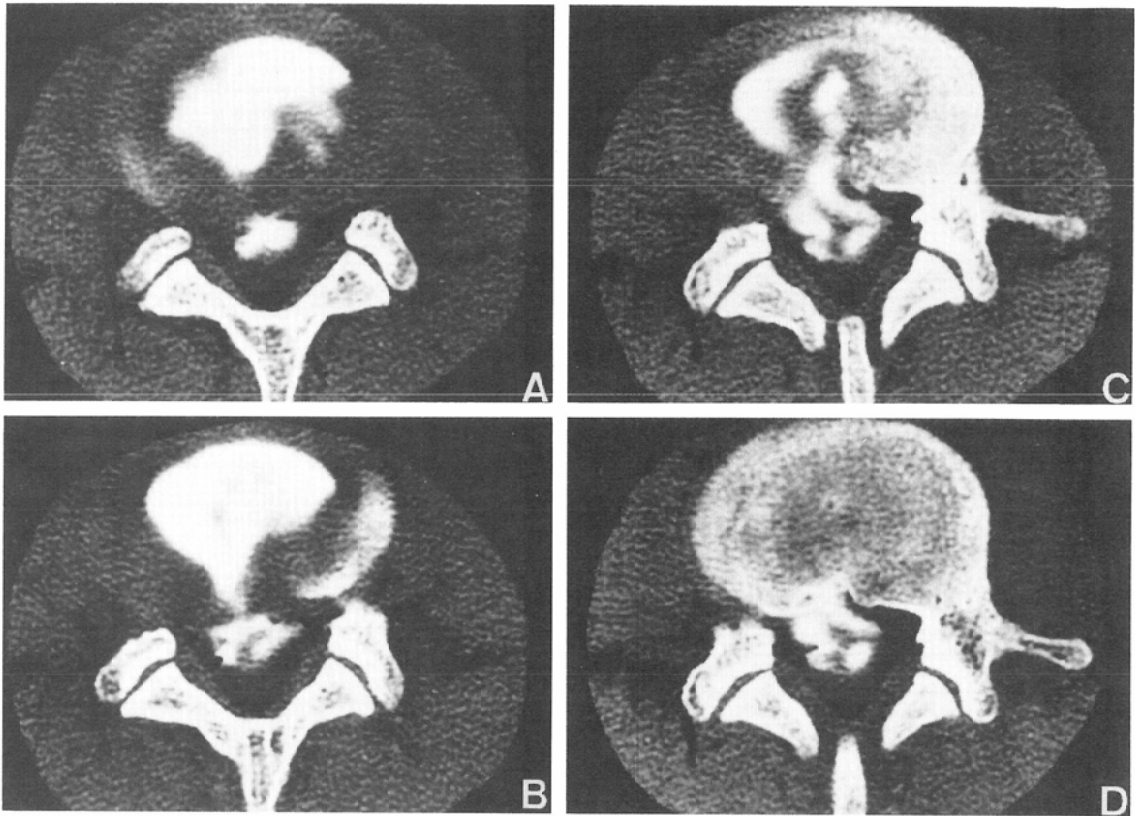


Fig. 2 Case 1. CT discography of L4-5 level shows mild disc degeneration: D-1 (A) and extrusion of central type associated with caudal migration (B, C, D). Exact provoked pain in the right leg was noted after the injection of 2ml of contrast material.

ら判断せざるを得ず必ずしも客観的なものではないが、改善の見られた24例中、完全治癒に近い劇的な効果のあったものは2例、1カ月程度効果の

持続したものが6例、1週間程度効果が見られたものが8例で、その他は24時間以内に再発している。著効例では検査前にはADL制限があったも

Table 5 Analysis of provoked pain response in 13 cases in which 2 disc levels were examined

	Pathological Disc	False Disc
PPR (-)	2	10(77%)
(+)	11(85%)	3
LP	8(73%)	1
LBP	3	2

PPR: provoked pain response; LP: leg pain; LBP: low-back pain

のがゴルフやジョギングまで可能になった症例もあるが、多くは一過性の効果であった。

なお、検査後に明らかに症状が悪化したものが1例見られたほかは、検査に伴う合併症は認められなかった。

### 症 例

症例1: 15年前より腰痛と右大腿部痛を呈している33歳男性で、2週間前より激しい右下肢痛を訴えている。L4-5の椎間板造影で造影剤2ml注入時に右坐骨神経領域の痛みとして症状の再現性が認められている。椎間板造影CT上の椎間板変性の程度はD-1で(Fig. 2A), 線維輪後部正中の亀裂を介して(Fig. 2B)後縦靭帯下に造影剤が貯留し、さらにL-5椎体のレベルまで caudal migrationを示している(Fig. 2D)。後縦靭帯の部分が線状の陰影欠損となって、更にその後方に造影剤貯留が見られることから(Fig. 2C) central typeのextrusionと診断される。この症例では検査後一時的な症状の軽快を見ているが4日後に再発しており、椎間板変性が軽度なのでLove法手術の適応と判断された。

症例2: 23歳の男性で4カ月前にスキーで転倒して以来、右の腰痛と下肢痛を訴え、SLRは右40°左90°でADL制限を伴っている。L4-5のCTミエログラフィーで右側のparamedian typeのヘルニア(Fig. 3A)の存在が疑われて椎間板造影CTが施行された。椎間板変性の程度はD-0であるが、造影剤1.5ml注入時に強い右下肢痛として症状の再現性が認められている。線維輪後部正中の亀裂を介して造影剤が後縦靭帯下に漏出し(Fig. 3B), 右側に偏在した protrusionと診断される。検査後には明らかな症状の軽快が見られ、SLRも右

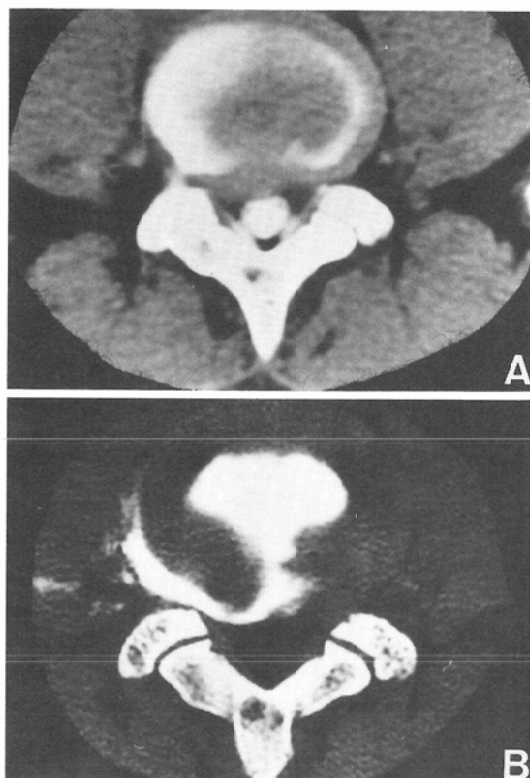


Fig. 3 Case 2. CT myelography of L4-5 level demonstrates a soft tissue mass at the right lateral aspect of the spinal canal (A). CT discography shows subligamentous leakage of the contrast material into this mass lesion and indicates the diagnosis to be protrusion of right paramedian type (B). Exact provoked pain was noted in the right leg after the injection of 1.5ml of contrast material.

側で40°から80°へと改善している。

症例3: 約1年前より腰痛と臀部痛を呈する32歳の男性で、2カ月前にL5-S1のLove法による手術の既往がある。その後も強い腰痛と臀部下肢痛を訴え、SLRは右45°,左60°。責任椎間板のレベルがはっきりしない為L4-5, L5-S1の2椎間板で検査が行われた。いずれも1.5mlの造影剤が注入されたが、L4-5では強い右下肢痛が見られ、L5-S1では全く再現性が認められなかった。椎間板造影CTではL4-5椎間板からL-5椎体方向にcaudal migrationを示すcentral typeのextrusionが認められ(Fig. 4A, B), L5-S1でも右の外側部に造



Fig. 4 Case 3. CT discography of L4-5 (A, B) and post-operative L5-S1 (C, D) disc level shows L4-5 extrusion of central type along with caudal migration. A contrast filling is also noted at the right lateral portion of the L5-S1 spinal canal, but provoked pain response was noted only at L4-5 level.

影剤の貯留像が見られる(Fig. 4C, D)。しかし症状再現性の面からL4-5を責任病巣と判断し手術を行い、2.3gのヘルニア腫瘤を取り症状は軽快している。

#### 考 察

椎間板造影法は1948年 Lindblom<sup>1)</sup>によって初めて臨床的に施行された比較的歴史の古い検査法であるが、その評価はまちまちで Simmonsら<sup>2)</sup>のように有用性を極めて高く認めるものから、反対に通常の検査法に加える情報は少なくむしろ椎間板に対する障害が危惧されるとする批判論<sup>3)</sup>まで有り、少なくとも一般的な普及には至っていない。しかしながらCTの併用により横断像としての情報が得られるようになったことに加え、近年キモ

パインの椎間板内注入療法が行われるようになった事も影響して新たに脚光を浴びてきている。

これまでに報告されている椎間板造影CTの診断価値の評価<sup>4)~6)</sup>をまとめてみると、利点としては、(1) 髓核脱出の経路、ヘルニア腫瘤の形態と後縦靭帯や神経根との位置関係などを横断面の画像情報として客観的に把握することが出来る、(2) 母髓核の形態などから椎間板変性の程度を比較的正確に判断することが出来る、(3) 造影剤注入時の下肢痛など症状の再現性から機能的な評価すなわち病的意義の有無の判断が可能である、などがあげられ、特に annulo-meningeal interval が大きい為、ミエログラフィーでヘルニア所見が得ら



れないことが多いL5-S1での有用性<sup>7)</sup>が強調されている。また、Patrick<sup>8)</sup>や Angtuaco<sup>9)</sup>らはヘルニア腫瘍が神経孔の中あるいは外側に位置する extreme lateral disc hernia の診断には椎間板造影CTが欠かせないと報告している。一方、問題点としては、(1) ヘルニアの誘発や感染などの合併症の可能性、(2) false positive や false negative の存在、(3) 穿刺術すなわち患者に対する侵襲性からスクリーニング検査として使用できない点などが指摘されている。したがって現時点での椎間板造影CTの真の適応としては、(1) CTやミネログラフィーの所見と臨床所見とに食い違いの見られる場合、(2) 手術を前提として術前に椎間板の変性の程度を把握する目的、(3) lateral disc hernia の疑われる場合、などが考えられる事になる。

椎間板造影法の導入によって椎間板の状態を直接表現出来るようになった事に伴ってヘルニアの考え方にも変化が生じ、岩原<sup>10)</sup>、鈴木<sup>11)</sup>は椎間板変性を基盤とする一連の病態を椎間板症という概念で一括することを提唱している。これに基づいて椎間板障害の病態を分類すると次の3型に分類<sup>12)</sup>される。(1) 線維輪後部正中の断裂を介して髄核が後方へ突出し、左右に偏在して神経根を圧迫するタイプ、(2) 線維輪後部正中から突出して膨隆のまま全体的な変性が進行するタイプ、(3) 線維輪の放射状断裂は起きず椎間板全体が均一に変性に陥るタイプ。

一方、椎間板造影CT所見上の分類としては我が国では村上らの分類<sup>7)</sup>が代表的で、椎間板変性の程度を基準にしてタイプ(A) 辺縁平滑な円形の髄核影の見られる正常像、(B) 辺縁不整な髄核影の見られる軽度変性像、(C) 髄核影が全く描出されない高度変性像、に分け、更に(B)を膨隆脱出部分が椎体縁を越えない bulging(Bb)と椎体縁を越える prolapse (Bp)とに、また(C)を単に変性所見のみの degeneration (Cd)と広範な脱出を伴う extrusion (Ce)とに分類している。近年 Sachs ら<sup>13)</sup>は椎間板の変性と線維輪と断裂とは全く別の現象という考えに基づき Dallas Discogram Description を報告している。すなわち線維

輪の変性と線維輪の断裂による造影剤の広がりをごく4段階分類した上で、造影剤注入時の疼痛に関する情報を加味し総合的に判断しようという試みである。我々は便宜上、椎間板変性の程度を4段階分類し、膨隆脱出の形態を bulging とヘルニアに分け、更に後者を後縦靭帯の下に限局する protrusion と靭帯を破って脊椎管内に脱出する extrusion とに分けて検討したが、何れの分類でも臨床的には十分と考えられる。

椎間板造影で見られる造影剤の分岐像は実際の線維輪断裂部位を表していることは古くから実験的にも証明されているが<sup>14)</sup>、伊藤ら<sup>15)</sup>も屍体椎間板での検討の結果、造影剤は髄核と線維輪の亀裂部位に入る事、また髄核の線維化部や壊死部は造影されにくい事を報告している。ヘルニア腫瘍は通常、全体的に高吸収値陰影として造影されるが、内部に陰影欠損像を伴うこともあり、これは線維固形化した髄核あるいは破壊された線維輪に起因する腫瘍の部分と解釈される。母髄核からの分岐の方向については、植田ら<sup>16)</sup>が187椎間板の検討から、後方の正中が83%、内外側が14%、外側が3%と報告しており、一般に髄核は線維輪の後部正中の亀裂を介して後縦靭帯下に脱出し、左右何れかに偏在したり正中に留まったりする形を取り、次に靭帯を破って脊柱管内の硬膜外腔に出て、更に尾側あるいは頭側に migration を起こす形で進行するものと考えられる。我々の例でも当然の事ながら後縦靭帯を破って脱出する extrusion の方が相対的に大きなものが多く、migration を来す頻度も高くなっている。extrusion では6例でヘルニア腫瘍が母髄核と連続性を失った fragmentation が見られているが、脱出髄核が遊離している場合には造影剤がヘルニア腫瘍に移行しない可能性も在るので、実際にはより高率に fragmentation が存在するものと推測される。

今回の検討では手術所見との対比は行っていないが、椎間板造影CTの正診率については既に多くの報告が見られ、今江ら<sup>17)</sup>は80椎間板の検討で92.9%、西山ら<sup>4)</sup>は43椎間板で86%、植田ら<sup>12)</sup>は73椎間板で75%、村上ら<sup>7)</sup>は44椎間板で72.7%特に prolapse に限ると22椎間板の95.9%で手術所見

との一致が見られたとしている。しかしながら、藤村ら<sup>18)</sup>は椎間板造影 CT 上では後方裂隙のみで髄核脱出像の見られない場合でも45.5%にヘルニア腫瘍が手術で認められたことを報告し、また伊藤ら<sup>15)</sup>も52椎間板の検討で false negative が5例、false positive が4例見られたことを重視し、ヘルニア腫瘍と誤診する要素として造影剤の硬膜外への流出、骨棘形成や靭帯の骨化像等をあげ椎間板造影 CT の限界を指摘している。

椎間板造影所見が椎間板の変性の程度を比較的正しく再現する事実については Kieffer<sup>19)</sup>や牧野<sup>20)</sup>が剖検例椎間板の組織学的所見との対比から証明している。我々の症例ではヘルニアの68%が中等度以上の椎間板変性を基盤としており、95%で何らかの変性所見が認められたが、今江ら<sup>17)</sup>もヘルニアの69%で椎間板造影 CT 上、変性所見が見られたとしている。一般にヘルニアの治療方針、中でも手術法の選択に際しては患者の年齢や職業などが考慮されるが、椎間板変性の程度も重要な指標とされ、変性が軽度な場合には Love 法など後方からの手術が行われるが、変性が高度な場合には前方固定術が第一に選択され、後方から手術する場合でも術後不安定性が懸念されることから固定術を併用するようである。したがって、椎間板変性の程度を比較的正しく判断できる椎間板造影 CT は治療方針の決定に際しても極めて有用な検査法と言える。

次に臨床症状とヘルニアの形態との関連についてみると、植田ら<sup>12)</sup>は113例の220椎間板造影 CT の検討から、腰痛群では正中に存在するものが86%と多く、坐骨神経痛群では患側へ偏在するものが56%を占めると報告している。我々の症例でも確かに根症状と考えられる下肢痛は paramedian type などの偏在性ヘルニアで多く見られる傾向にあるが、central type と腰痛には明らかな相関は見られず、bulging を含めた全体としてみると腰痛と下肢痛の両方を呈するものが圧倒的に多いことから、症状は単にヘルニア腫瘍のみによるのではなく椎間板変性にも起因するものと推測される。ちなみに椎間板症における腰痛の発生機序としては後部正中膨隆による後縦靭帯、硬

膜などへの機械的圧迫あるいは化学的刺激、ならびに変性自体による線維輪表層の痛み受容体を介しての脊椎洞神経への刺激などが考えられている<sup>11)21)</sup>。

造影剤注入時の症状再現性の診断への応用は1948年 Hirsch<sup>22)</sup>の椎間板に生食を注入して疼痛の再現を見たとする報告に端を発しており、その後の検討では完全な再現性が見られる場合には77%<sup>23)</sup>～82%<sup>24)</sup>で線維輪断裂およびヘルニアが認められるとされている。我々の43例の責任椎間板では全体の72%で再現性が見られ、中でも extrusion では91%と有意に再現性が高く、特に SLR が70°以下の場合にはほぼ全例で認められている。臨床的に責任病巣がはっきりしない為に2椎間板レベルで検査の行われた13例では責任椎間板の85%で症状の再現性が見られているが、false positive 3例、false negative 2例が認められている (Table 5)。藤村<sup>18)</sup>や Vanharanta<sup>23)</sup>も同様に false positive や negative が各々20%程度の頻度で見られることを指摘している。山田ら<sup>6)</sup>は変性のある椎間板では線維輪の外層に分布する神経が造影剤の刺激によって腰痛を感じることもあるとしているので、false positive はおそらくこの種のものと考えられる。

また、false negative については造影剤が神経根を刺激せずに直ちに硬膜外腔へ漏出したためと推測される。何れにしてもヘルニアでは約90%で下肢痛を生じていることから、症状再現性に関しては下肢痛に注目しておけば大きな誤診は避けられ、機能診断の面で責任病巣の高位診断に役立つものと考えられる。

平林ら<sup>25)</sup>が造影剤注入時の再現疼痛が激しい場合には針を抜く直前に局麻剤を注入してその疼痛が消失するか否かを観察するという方法を報告しているが、今回我々が実施したような抜針前にステロイドと局麻剤とを注入し検査後の症状改善すなわち治療効果を期待する試みははじめてである。これらの薬剤により症状改善の得られる機序としては、神経根や線維輪外層に分布する脊椎洞神経に対する局麻剤の鎮痛効果のほか、ステロイドや局麻剤の血行改善および抗炎症作用などが考



えられる。いずれにしても結果的には全体の56%で何らかの症状改善が認められており、検査に際しての穿刺による侵襲性を補う効果と思われる。

### 結 語

椎間板造影CTではヘルニア腫瘍の形態のみでなく、椎間板変性の程度、髄核脱出の経路、後縦靭帯や神経根との位置関係なども把握でき、治療法の選択に際しても有用な情報が得られる事は既に良く知られている。今回、臨床面を中心に再評価を行った結果の次のような結論を得た。

1. 根症状は偏在性のヘルニアで多く見られるが、central typeと腰痛には相関が見られず、何れに於いても腰下肢痛を呈するものが多い事から、症状は単にヘルニア腫瘍のみでなく椎間板変性を基盤にするものと推測される。

2. 造影剤注入時の症状再現性は全体の72%、特にSLR 70%以下ではほぼ全例に認められる事から、椎間板造影CTは機能的な面でも責任椎間板の高位診断に有効である。

3. 初めての試みとして実施した抜針前のステロイドや局麻剤の注入により、全体の56%で何らかの症状の改善が見られることを考慮すると、若干の侵襲性を凌駕しうる検査法と考えられる。

本論文の要旨は第47回日本医学放射線学会総会に於いて発表した。

### 文 献

- 1) Lindblom K: Diagnostic puncture of intervertebral disks in sciatica. Acta Orthop Scand 17: 231—238, 1948
- 2) Simmons EH, Segil CM: An evaluation of discography in the localization of symptomatic levels in discogenic disease of the spine. Clin Orthop 108: 57—69, 1975
- 3) Holt EP Jr: The question of lumbar discography. J Bone Joint Surg 50A: 720—726, 1968
- 4) 西山 徹, 富田 裕, 前田勝久, 他: CT discographyの診断的意義, 整形外科, 37: 1829—1843, 1986
- 5) 日下 治, 三好勝海, 藤本吉範, 他: 腰椎椎間板ヘルニアにおけるCT discographyの検討, 中部整災誌, 26: 1265—1268, 1983
- 6) 山田久孝, 若野紘一, 里見和彦, 他: 腰部椎間板ヘルニア神経根症状の椎間板造影による検討, 臨整外, 22: 423—428, 1987
- 7) 村上正純, 富田 裕, 西山 徹, 他: CT discogra-

- phy, 臨整外, 17: 1165—1172, 1982
- 8) Patrick BS: Extreme lateral ruptures of lumbar intervertebral discs. Surg Neurol 3: 301—304, 1975
- 9) Angtuaco EJC, Holder JC, Boop WC, et al: Computed tomographic discography in the evaluation of extreme lateral disc herniation. Neurosurgery 14: 350—352, 1984
- 10) 若原寅猪: 誌説, 核間板症という考え方, 整形外科, 16: 1051, 1965
- 11) 鈴木次郎: 腰痛と椎間板, 整形外科, 18: 15—31, 1967
- 12) 植田尊善, 佐々木邦雄, 芝啓一郎, 他: 腰部CTディスコグラフィの検討, 整・災外, 29: 453—463, 1986
- 13) Sachs BL, Vanharanta H, Spivey MA, et al: Dallas discogram description: A new classification of CT/Discography in low-back disorders. Spine 12: 287—294, 1987
- 14) Cloward R, Buzaid LL, et al: Technique, indications and evaluation of the normal and abnormal intervertebral disc. AJR 68: 552—564, 1952
- 15) 伊藤茂彦, 室 捷之, 錦見純三, 他: 腰部椎間板ヘルニアにおけるCT assisted discographyの臨床的意義, 日整会誌, 60: S87—88, 1986
- 16) 植田尊善, 佐々木邦雄, 芝啓一郎, 他: 腰部CTディスコグラフィの検討, 日整会誌, 60: S88—89, 1986
- 17) 今江道宜, 村上 剛, 清水 勉, 他: 腰部椎間板ヘルニアにおけるCT discographyの検討, 日整会誌, 59: S606—607, 1985
- 18) 藤村祥一, 若野紘一, 土方貞久, 他: 腰部椎間板造影法の診断的意義について; その像と発現疼痛の検討, 整形外科, 25: 781—790, 1974
- 19) Kieffer SA, Stadlan EM, Mohandas A, et al: Discographic-anatomical correlation of developmental changes with age in the intervertebral disc. Acta Radiol 9: 733—739, 1969
- 20) 牧野叔聖, 安間嗣郎: 椎間板造影における限局性陰影の意義; 剖検例椎間板の組織学的所見との対比, 日整会誌, 61: S290, 1987
- 21) 辻 陽雄, 重広信三郎, 松井宣夫, 他: いわゆる変形性脊椎症愁訴発現に関する考察, 臨整外, 5: 345—354, 1970
- 22) Hirsch C: An attempt to diagnose the level of a disc lesion clinically by disc puncture. Acta Orthop Scand 18: 132—140, 1948
- 23) Vanharanta H, Sachs BL, Spivey MA, et al: The relationship of pain provocation to lumbar disc deterioration as seen by CT/Discography. Spine 12: 295—298, 1987
- 24) Brodsky AE, Binder WF: Lumbar discography: Its value in diagnosis and treatment of lumbar disc lesions. Spine 4: 110—120, 1979
- 25) 平林 冽: 椎間板造影法(Discography), 日整会誌, 55: 793—805, 1981