

MRガイド下経皮的レーザー腰椎椎間板ヘルニア蒸散法 percutaneous laser disc hernia ablation (IMR-PLDA)

MR guided percutaneous laser ablation of disc herniation (IMR-PLDA)

橋本 卓雄¹⁾ Hashimoto Takuo

原田 潤太²⁾ Harada Junta

寺尾 亨¹⁾ Terao Toru

佐藤 茂³⁾ Sato Shigeru

1) 東京慈恵会医科大学 附属柏病院 脳神経外科

2) 同 放射線科

3) 日立メディコMRI事業部

オープンタイプのMR装置の出現で、患者へのアクセス、real time imageなどの有用性を利用したInterventional MR (IMR)が可能になった。

筆者らは低侵襲のtoolとしてlaserを利用し、椎間板ヘルニア自体を蒸散する経皮的椎間板ヘルニア蒸散法percutaneous laser disc hernia ablation (IMR-PLDA)を行ない検討した。

対象は神経症状が持続し、保存的治療に反応しない症例で、MRで随核が突出しているが、線維輪が破裂脱出していない椎間板ヘルニアである。使用したIM装置は日立メディコAIRIS 0.3Tである。高速画像が得られ、MR fluoroscopyによりほぼリアルタイムに近い画像が得られる。MR対応の18Gチタン針をMR fluoroscopyでモニタリングしながらターゲットに刺入し、レーザーファイバーを挿入し、蒸散を行なった。

IMR-PLDAは高い安全性、正確性が確保できた低侵襲治療である。成績は良好で、オーバーナイトの入院であり、医療コストの削減が期待できる。

Interventional MR (IMR) is applicable for the therapeutic intervention and is very useful for minimally invasive surgery of brain and spine. Percutaneous laser disc decompression is a relatively new less invasive procedure for lumbar disc herniation. It was possible to vaporize the disc hernia directly using Yag laser under IMR fluoroscopy.

PURPOSE: The purpose of this study is to evaluate usefulness of percutaneous laser disc hernia ablation (PLDA) under IMR real time monitoring.

MATERIALS and METHODS: Materials were 67 cases with lumbar disc herniation. These were 45 cases with L4/5 and 18 cases with L5/S1 disc protrusion. 48 cases were male and 19 cases were female. The age of patients were from 21 to 72. We use, HITACHI, AIRIS 0.3T. AIRIS is an open MR System with permanent magnet. The Yag laser which we used for PLDA is products from Laserscope USA. MR compatible 18 G 15 cm was used for puncture the disc herniation.

RESULTS: MR compatible needle was clearly seen and safety and accurately punctured at the target disc herniation multidirectionally. Laser therapy was performed under IMR guide. Amount of laser was from 800 to 2100 Joules. Symptom and sign were improved just after ablation. Overall success rate was 91.4%. We have experienced 2 cases with discitis after PLDA. The complication rate was 3%.

CONCLUSION: IMR and fluoroscopy sequence allow to obtain the near real time images and easily approach to the target of disc herniation. PLDA under IMR was minimally invasive procedure and very useful for lumbar disc protrusion.

Key Words: Interventional MR, disc hernia, laser surgery

1.はじめに

X線透視、CT scan、超音波を用いたinterventionが盛んに行なわれているが、X線透視やCT scanを用いたinterventional radiologyは、X線被曝が問題となる。MRIの特徴としては、

- (1) X線被曝がない
- (2) 任意の断層撮影が可能
- (3) 組織分解能に優れている
- (4) 血流など多くの情報が得られる

などがある。これらの特徴を生かし、近年オープンタイプのマグネットを持ったMRIが出現し、診断のみならず治療に応用できるようになった。さらに高速撮影法が可能になり、Interventional MR (IMR) の新しい展開が始まった。そして21世紀の治療は、小さな侵襲で最大の効果を得ようとする minimally invasive surgery 最小侵襲手術が臨床各科で益々盛んになると考えられる。また欧米では手術室にオープンMRを導入し、IMRを脳神経外科手術のナビゲーションとして用いている施設がある。低侵襲手術では、レーザーは極めて有用な手術器具であるが、従来行われていた minimally invasive surgery が、IMRと組み合わせることで、より正確かつ確実性を確保した低侵襲治療に変わることが予想される。筆者らはIMRを用いて、脳腫瘍の生検術、血腫除法や腰椎椎間板ヘルニアの低侵襲治療を行なっているが、本稿ではIMRの概要と、それを利用した腰椎椎間板ヘルニアのレーザー治療 (IMR-PLDA) について述べる。

2.IMRに使用したAIRISの特徴

使用したMR装置は日立メディコAIRIS 0.3Tである (図1)。オープンタイプ永久磁石方式で、前面210度、後面70度、高さ38cmの開口部を持つ。MR fluoroscopy はGradient Eco系高速撮像法で、

- (1) T2強調用SSFP系 (Steady State Free Precession) パルスシーケンスであるSARGE法 (Steady state Acquisition with Rewinded Gradient Echo) 最短TR/TE: 16/4、projection: 64-256
- (2) スポイラーパルス付加T1強調用SSFP系パルスシーケンスRS-SARGE法 (RF-Spoiled SARGE) 最短TR/TE: 20/6、projection: 64-256
- (3) 通常のT1強調用GE法、最短TR/TE: 30/8、projection: 64-256

が搭載されている。MR fluoroscopyは1.5秒遅れであるが、ほぼリアルタイムに近い画像が得られる。スライス幅は7mmで、Matrixは256×256である。IMRを行なう上で、患者へのアクセスが可能で、ほぼリアルタイムに近い画像が得られるMR fluoroscopyが不可欠の画像である。MR fluoroscopy画像をモニタリングし、術中、治療効果を評価しながら種々の低侵襲の治療を行なうことが可能になった¹⁻²⁾。

IMRに用いるコイルは、通常のコイルではアプローチできないため、開口部のあるコイルが必要となる。腰椎椎間板ヘルニアの治療に用いる専用のコイルは図2のごとく広い開口部があり、この部分より穿刺が容易に行なえるよう作成した (図2)。

レーザーによる組織蒸散を行なうに際して、組織の温度分布が重要となる。MRの信号強度の変化から組織内の温度分布を把握することが可能である。レーザーによる病変組織の蒸散だけでなく、腫瘍の温熱療法やクライオサージャリーに応用できる。

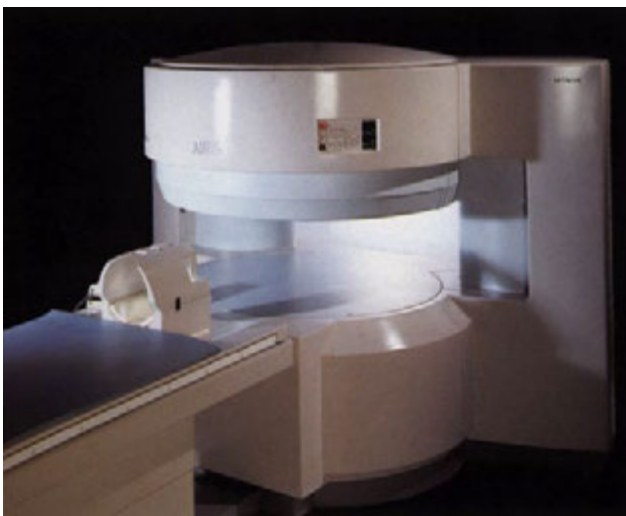


図1：日立オープンMR(AIRIS 0.3T)を用いて腰椎椎間板ヘルニアの蒸散術を行なった。

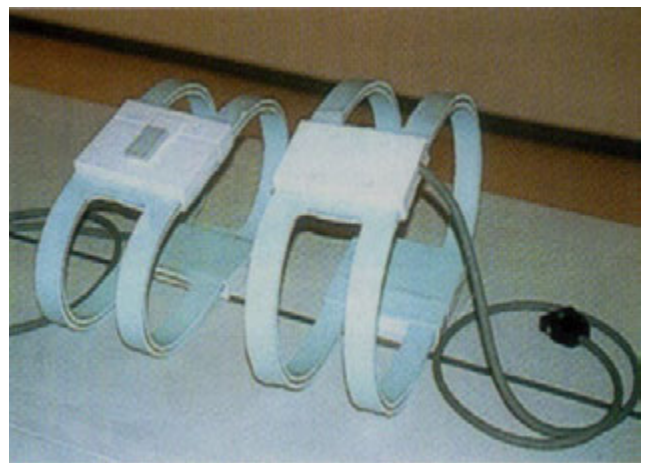


図2：腰椎椎間板ヘルニア用のコイルで、IMRで椎間板の穿刺が可能に作成した。

3.MR対応の穿刺針およびレーザー

MR専用の穿刺針は、通常の針ではアーチファクトが強い
ため使用できない。穿刺針はMR対応の15cmまたは20cm、
18G Chiba needle (Cook社製MReye、ニッケルクロム合金)を
使用している(図3)。MR fluoroscopyでは、アーチファクト
により穿刺針は実際の太さより太く見られるが、IMRを行な
う上で、支障とはならない。

椎間板ヘルニアの蒸散に使用したレーザー治療器は、
Neodymium: yttrium-aluminum-garnet(Nd: Yag) laser Heracles
5100(Laserscope, CA, USA)である(図4)。レーザー波長は
1064nmで、出力は1-100ワットの幅でコントロールでき、組
織の蒸散が可能である。オープンMRの中で、蒸散しながら
MR fluoroscopyを行なうことができ、温度分布をモニターし
ながらレーザー治療を安全に進めることができる。

4.MR経皮的椎間板ヘルニア蒸散術

(percutaneous laser disc hernia ablation)
(IMR-PLDA)

腰椎椎間板ヘルニアは日常しばしば経験する疾患で、一般
的には保存的治療を行ない、改善が見られない場合には、
全身麻酔下の観血的治療を選択している。しかし入院期間が
長く、ベッド上安静を強いられ、社会的活動の中断を余儀な
くされ、観血的治療はかならずしも満足できない。椎間板ヘ
ルニアに対しての低侵襲の治療法として、X線透視下での経
皮的椎間板ヘルニア手術やレーザーによる経皮的椎間板蒸散
法percutaneous laser disc decompression (PLDD)が施行され、そ
の成績も良好であることが報告されている³⁻⁷⁾。その原理は
椎間板除圧でヘルニアの神経根圧迫を解除するものである。
しかし現行のPLDDはX線透視下で行われているため、

- (1) 術者および患者のX線被曝の問題
- (2) ターゲットへの刺入が正確に行われているか
- (3) 蒸散がどの程度行われたか術中に評価できない
などの問題点がある。

一方MRは脊髄脊髄疾患では極めて有用な検査法である。
腰椎椎間板ヘルニアでは、髄核の変性、脱水の程度およびヘ
ルニア脱出の状態が正確に把握できる。またオープンタイプ
のMRIは従来のMRの組織分解能を維持し、かつ患者へのアク
セスが可能で、治療に応用できるようになった。筆者らは低
侵襲治療のtoolとしてのレーザーと、MRIをガイドとしたIMR
を組み合わせ、椎間板ヘルニア自体を蒸散する経皮的椎間板
ヘルニア蒸散法percutaneous laser disc hernia ablation (IMR-
PLDA)と命名した⁸⁻⁹⁾。硬膜近くの椎間板ヘルニアをターゲ
ットとし、ヘルニアを直接蒸散する操作が、MRガイドで初
めて可能となった。またMR fluoroscopyにより術中リアルタ
イムに画像評価でき、安全かつ確実な治療法である。

5.IMR-PLDAの適応症

腰椎椎間板ヘルニアで、保存的療法で臨床症状が改善せず、
神経所見、画像診断で従来観血的手術治療が行なわれていた
患者を対象とした。選択基準として、腰痛及び下肢に疼痛が
持続し、特に坐骨神経痛が6-8週間以上持続し、対応する神経
症状がある。保存的治療に反応なく、症状が改善しない症例
を適応とした(表)。MR所見では、髄核が突出しているが、

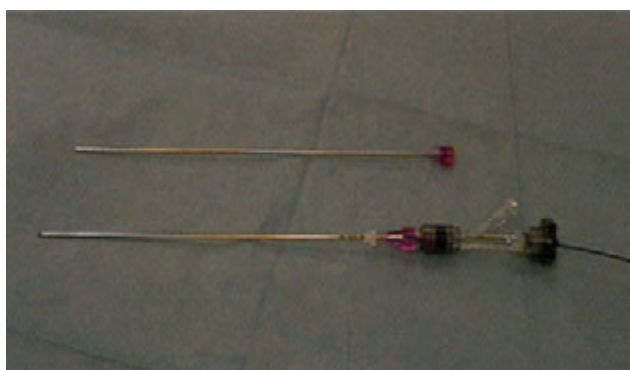


図3 : MRI対応の18Gの穿刺針である。内筒を抜去し、レー
ザーファイバーを挿入する。ファイバーは先端より
5mmで位置で固定する。



図4 : 椎間板ヘルニアの蒸散に使用しているYag laser
(Laserscope, USA)である。

表1 : Interventional MR PLDAの適応症

・神経根症状、坐骨神経痛
・知覚障害、運動機能障害
・保存的治療が無効
・ベッド上安静
・理学療法、リハビリテーション
・神経ブロック
・鎮痛剤
・MR所見 free fragmentではない

Interventional MR下での経皮的椎間板ヘルニア蒸散術の適応

椎間板が破裂脱出していない症例を選択した。線維輪が破裂し、脱出している椎間板ヘルニアは除外基準とした。(図5) MR画像で線維輪が断裂し、free fragmentとなっている症例は除外した。

以上の診断基準でIMR-PLDAを施行した症例は67例で、男性48例、女性19例、年齢は21-72歳である。椎間板ヘルニアの高位はL4/5、45例、L5/S、18例、L4/5、L5/S0の2椎体同時に行なったのが4例である。

6.IMR-PLDAの実際

MRIガイド下でできるだけ硬膜近くの椎間板ヘルニアをターゲットとして18GのMRI専用針を挿入する。穿刺に際して、MR fluoroscopyは、axial viewおよびcoronal viewをモニタリングしながら行なう。そして目的とする椎間板ヘルニアに当たっていることを確認する(図6)。T1、T2強調画像を撮影した後、穿刺針の内筒を抜去し、レーザーファイバーを挿入し、蒸散を開始する。レーザーは10W、1-2 secで800-2100ジュールで蒸散した。この間MR fluoroscopyでモニターし、蒸散の程度を評価した。十分蒸散されたことおよび疼痛の軽減、知覚障害など臨床症状が改善したことを確認し治療を終了する。蒸散中MR fluoroscopyにてモニタリングする。術中のMR fluoroscopyでは、蒸散された部位がlow intensityを呈し、サブストラクション画像にて蒸散部位がhigh intensityとして描出することができる(図7)。

7.IMR-PLDAの結果

IMR-PLDAを施行した67例の結果は、Macnab¹⁰⁾のcriteriaにしたがって分類した。術後1ヶ月の評価は、Excellent30例、Good25例、Fair6例、Poor6例で、92.1%に下肢疼痛、腰痛、下肢運動麻痺が改善し、早期の社会復帰が可能であった。無効であった6例の内2例は脊椎間狭窄症を合併した症例であった。2例に再度IMR-PLDAを行ない症状が改善し、2例に観血的手術を行なっている(表2)。症状が悪化した例は経験ない。しかし合併症として2例(3%)に椎間板炎を経験したが、いずれも保存的治療にて症状が改善した。術後のMR所見では、蒸散された部位がlow intensityを呈している(図8)。MR画像上あまり変化の見られない症例でも神経症状が改善している

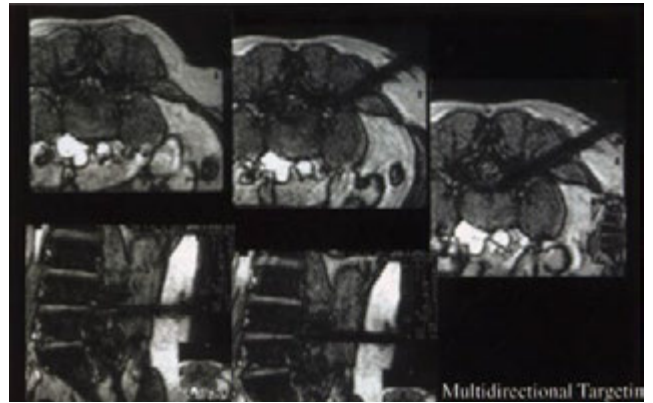


図6 : MRのガイドのもと腰椎椎間板ヘルニアをターゲットに穿刺する。画像はaxialとcoronalの画像をモニタリングしながら目的の部位に針を進める。

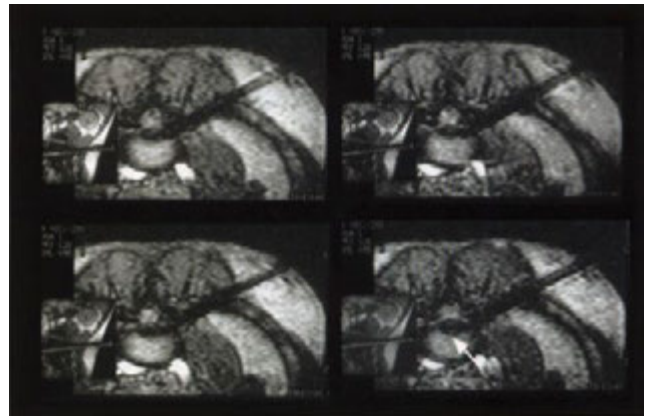


図7 : MR fluoroscopyのもとLaserによる椎間板ヘルニアの蒸散を開始する。T1強調画像のMR fluoroscopyをモニタリングしながら蒸散を進める。

表2 : IMR PLDA(Dec..1997)

・症例	67例
男性	48
女性	19
・年齢	21-72Y
・ヘルニアの高位	
L4/5	45
L5/S	18
L4/5 & L5/S	4
・レーザー照射	800-2100 joule
・有効率	(61/67) 91.4%
・合併症率	(2/67) 3.0%

IMRによるレーザー腰椎椎間板ヘルニア蒸散術(IMR-PLDA)の結果を示す。

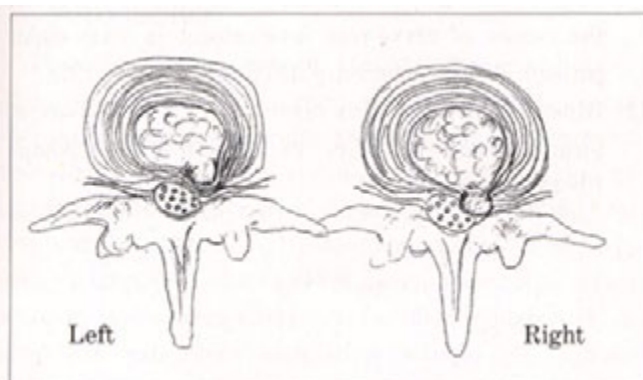


図5 : 図左のように線維輪が保たれている突出型が適応となるが、図右のような線維輪が破裂し、完全脱出型は適応外となる。

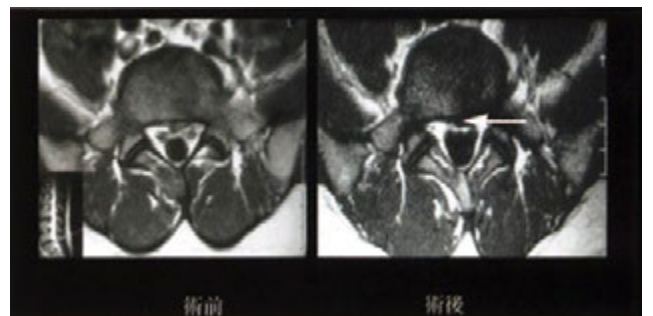


図8 : IMRによる腰椎椎間板ヘルニア蒸散術の術前後のMR所見を示す。蒸散が行なわれた部分がlow intensityを呈し、MR画像上改善を認める。

8. 考察

近年腰椎椎間板ヘルニアの低侵襲の治療法として、Hijikataらにより創始された経皮的椎間板摘出術¹¹⁾、Choyによるレーザーによる経皮的椎間板減圧術(percutaneous laser disc decompression PLDD)^{3)・4)}や内視鏡を用いた経皮的髄核摘出術⁷⁾などが行われている。そしてその成績も良好であることが報告されている。しかしこれらの方法はX線透視下であるため、術者および患者のX線被曝の問題がある。また穿刺針が正確にターゲットに刺入されているか、レーザーによる蒸散の範囲が正確でないなどさまざまな問題点があった。

オープンタイプのMR装置は優れた組織コントラストにより疾患部位を特定でき、かつ患者へのアクセスが可能でありIMRとして治療に応用できる。筆者らは種々の脳神経外科疾患の低侵襲の治療にIMRを利用しているが、IMRは正確かつリアルタイムにインターベンションのナビゲーションの情報を提供してくれる。腰椎椎間板ヘルニアにおいても空間分解能に優れ、ターゲットを特定できる。筆者らは今回X線透視下のPLDDの問題点を解決する方法として、IMRの高分解能、リアルタイムに画像が得られるなどの特性を利用して、IMR-PLDAを67例に行なった。その結果従来の方法より正確、確実にレーザーによる蒸散が可能で、手術成績が良好であることが明らかになった。MR画像をモニターしながらできるだけ膨隆した椎間板ヘルニア近くにターゲットをおき、外側より椎間板ヘルニアを穿刺する。従来の変性した髄核を蒸散する単なる椎間板減圧術ではなく、可能な限り硬膜近くの椎間板ヘルニアそのものを蒸散する方法をとっている。したがって従来の椎間板減圧術ではなく、椎間板ヘルニア蒸散術(Percutaneous laser disc hernia ablation PLDA)と考えている。X線透視下の経皮的椎間板減圧術(PLDD)や内視鏡を用いた経皮的髄核摘出術の治療成績が70-75%程度であるのに対して³⁻⁷⁾、本法は90%と良好な成績が得られている⁸⁻⁹⁾。最近MR装置の普及にともない椎間板ヘルニアをMR装置にて経過観察する機会が増えてきているが、MR画像上、ヘルニアが縮小する自然治癒例を経験することがある。IMR-PLDAは髄核の減圧ではなく、ヘルニア自体をターゲットとし、ヘルニアを直接蒸散し、減圧縮小に向かわせる治療と考えている。

レーザーによるヘルニアの蒸散の評価は、術中、術後にMR画像を撮像することで可能である。しかしより正確な蒸散の範囲を把握するためには、レーザー照射中の温度分布をMR画像より評価する必要がある。本治療では術中に温度のマッピングを行なっているが、この画像をモニタリングすることにより正確、安全な蒸散が可能になると考えられる。

合併症としては椎間板炎が2例みられた。手術室ではなく、MR室で行なわれるため、感染症合併には十分留意する必要がある。しかし重篤な合併症はなく、神経症状悪化例はない。X線透視下に行なわれている経皮的椎間板減圧術(PLDD)に比較して、IMRによるPLDAは、安全性、確実性を確保した低侵襲の治療で、高い治療効果が期待できる。

9. 結語

MRガイドにより可能になったIMR-PLDA治療法について報告した。従来のX線透視下で施行されていたレーザーによる腰椎椎間板減圧術に比較して、より確実安全な治療で、しかも治療効果が高い。Interventional MRは、始まったばかりであるが、従来のInterventional Radiologyの一部臨床応用範囲をとりこみ、かつ新しい治療法(温熱療法など)のMRガイド下での応用により、ますます普及されていくものと考えられる。

参考文献

- 1) 三井田和夫、原田潤太、土肥美智子、橋本卓雄；インターベンショナルMRIの特徴と問題点。Innervision1998；12：28-32
- 2) 橋本卓雄、寺尾 亨、原田潤太；Interventional MRを用いた脳神経外科疾患の低侵襲治療 -現状と今後の展望- 先端医療5；86-89,1998.
- 3) Choy DSJ, Ascher PW, et al : Percutaneous laser disc decompression. Spine 1992;17:949-965.
- 4) Choy DSJ; Techniques of percutaneous laser disc decompression with Nd: Yag laser. J of Clinical Laser Medicine & Surgery 1995; 13;187-193.
- 5) Black W.A.; A Neurosurgical Perspective on PLDD. J. of Clinical Laser Medicine & Surgery 13; 167-171,195.
- 6) Botsford J. A.; The role of radiology in percutaneous laser disc decompression. J of Clinical Laser Medicine & Surgery 13; 173-186,1995.
- 7) Osman S.G., Marsolais E.B.; Endoscopic transiliac approach to L5-S1 disc and foramen. Spine 1997; 22:1259-1260.
- 8) Hashimoto T, Terao T, Abe T, Miita K, Harada J : Percutaneous laser disc hernia decompression under MRI. 2nd interventional MR symposium(Abstract) Eur. Radiol. 1997; 1155.
- 9) 橋本卓雄、結城一郎、寺尾 亨 他；MRガイド下経皮的腰椎椎間板ヘルニア蒸散法percutaneous laser disc hernia ablation(MR guided PLDHA).日磁医誌1998; 18-98-107.
- 10) MacNab I; Negative disc exploration : An analysis of the causes of nerve-root involvement in sixty-eight patients. J Bone Joint Surg. 1971: 53A; 891-903, 1971.
- 11) Hijikata S; Percutaneous nucleotomy; A new concept technique and 12 years' experience. Clin. Orthop. 1989; 238, 9-16.