総説**REVIEW ARTICLE****椎間板性腰痛に対するレーザー治療**

大西 諭一郎, 岩月 幸一, 吉峰 俊樹, 梅垣 昌士, 芳村 憲泰, 石原 正浩, 森 康輔

大阪大学医学部 脳神経外科

(平成 22 年 3 月 30 日受理, 平成 22 年 6 月 7 日掲載決定)

Laser Irradiation to Discogenic Low Back Pain

Yu-ichiro Ohnishi, Koichi Iwatsuki, Toshiki Yoshimine, Masao Umegaki
Kazuhiro Yoshimura, Masahiro Ishihara, Kosuke Mori

Department of Neurosurgery, Osaka University Medical School

(Received March 30, 2010, Accepted June 7, 2010)

要旨

椎間板性腰痛は、椎間板の変性や外側線維輪の破綻が椎間板の難治性の炎症、マトリックスのダメージを招き、線維輪の侵害受容器の感受性を増加させることによって生じると考えられている。補助的診断法も確立されておらず、その診断と治療はいまだ難しいとされている。椎間板に対するレーザー照射は、もっぱら椎間板ヘルニアに対して行われているが、椎間板ヘルニアという疾患概念に椎間板性腰痛も含まれて解釈されることもあり、混乱の一因となっている。本来病態の異なる椎間板ヘルニアと椎間板性腰痛を分けて評価することは治療法を検討する際重要であり、我が国の椎間板レーザー治療ではこの混乱がレーザー治療に対する信頼を向上させない一因ともなっているのではないかと推察される。本研究では、椎間板性腰痛に対するレーザー照射の効果につき検討した。対象は、31～71 才(平均 51.4 才)の 11 名。症状と椎間板ブロックに基づいて診断し、また罹患椎間板を決定した。波長 805 nm の半導体レーザーを用いて、罹患椎間板に経皮的にレーザー照射を施行した(610-960 J, 平均 740 ± 2.51 J)。術後 2 年にわたり Oswestry Disability Index (ODI) と Visual Analog Pain Index (VAPI) で評価した。ODI は術前 50.3 ± 9.4。術後 1 日, 3, 6, 12, 18, 24 カ月でそれぞれ 18.6 ± 11.2, 13.6 ± 4.5, 12.5 ± 5.5, 11.8 ± 5.3, 10.5 ± 2.3, 10.5 ± 2.3 であった。VAPI は平均 7.6 ± 1.2 であった。術後 1 日, 3, 6, 12, 18, 24 ヶ月の VAPI スコアはそれぞれ, 3.1 ± 2.4, 2.4 ± 0.9, 2.7 ± 1.2, 2.1 ± 0.7, 2.1 ± 0.8, 2.1 ± 0.9 であった。術後 2 年にわたり、統計学的有意差を持って改善を認めた。椎間板ヘルニアに対するレーザー照射の効果は椎間板内圧の減少に依拠すると考えられているが、椎間板性腰痛の発症原因は椎間板の炎症や侵害受容器の発達であることから、その効果発現機序はレーザーによる起炎物質の減少や侵害受容器への遮断効果が考えられる。

キーワード: 腰痛, 椎間板性腰痛, レーザー治療, 椎間板ヘルニア, 低侵襲手術

Abstract

Discogenic low back pain is believed to result from degenerated and disrupted outer annular fibers that lead to a vicious cycle of persistent inflammation, matrix damage, and sensitization of developed annular nociceptors. Discogenic low back pain has thus far been clinically challenging and expensive to treat. The aim of this research was to determine the outcome of laser disc irradiation for discogenic low back pain.

A total of 11 patients were selected on the basis of clinical findings and provocative disc block. These patients underwent percutaneous lumbar diode laser irradiation to the affected disc. Mean total irradiation energy at one disc was 740 ± 2.51 J (range,

610–960 J). These patients were analyzed by using the Oswestry disability index (ODI) score and the visual analog pain index (VAPI) score.

The average ODI score prior to laser irradiation was 50.3 ± 9.4 . The average ODI scores at 1 day, 3 months, 6 months, 12 months, 18 months, and 24 months post laser irradiation were 18.6 ± 11.2 , 13.6 ± 4.5 , 12.5 ± 5.5 , 11.8 ± 5.3 , 10.5 ± 2.3 , and 10.5 ± 2.3 , respectively. The average VAPI score prior to laser irradiation was 7.6 ± 1.2 . The average VAPI scores 1 day, 3 months, 6 months, 12 months, 18 months, and 24 months post laser irradiation were 3.1 ± 2.4 , 2.4 ± 0.9 , 2.7 ± 1.2 , 2.1 ± 0.7 , 2.1 ± 0.8 , and 2.1 ± 0.9 , respectively. Clinical benefit was considered significant in those patients statistically for 24 months post laser irradiation.

The long-term benefit of laser irradiation for discogenic pain suggests that a mechanism other than a mechanical one causes chronic back and sciatic pain. The efficacy of this treatment method might be due to the thermal effect and a reduction in intradiscal pressure, irritative products, and nociceptors.

Key word : low back pain, discogenic pain, laser irradiation, disc hernia, less invasive surgery

1. はじめに

椎間板性腰痛は、椎間板の破綻による変性で生じるものと考えられている。椎間板変性は加齢に伴ってみられる現象であり、これが症状を出すことはほとんどない¹⁻³⁾。しかしこれが時に病的変性となり椎間板性腰痛を招来し、著しく QOL を下げるとされている⁴⁻⁶⁾。椎間板性腰痛に特異的な補助的診断法はいまだなく、その診断と治療は現在もなお困難なものである^{7,8)}。椎間板変性がみられ 3 カ月以上の保存的加療が奏功しない腰痛は予後不良とされ^{9,10)}、椎間板性腰痛は診断が難しいとされる腰痛の中でも、無視されてはならない¹¹⁻¹³⁾。

保存的加療が奏功しない場合、椎間板切除術にはじまり脊椎固定術や人工椎間板置換術といった外科的療法が選択される。しかしその有効率は 30-96%¹⁴⁾と大きなばらつきがある。脊椎固定術や人工椎間板置換術などは決して手術侵襲が小さいとは言えず、かような有効率のばらつきから推奨される治療法とも言い難い。一方本疾患に対して Intradiscal electrothermal therapy (IDET) という手法がある。これは経皮的に罹患椎間板に電極を刺入し、通電することによる温熱効果を期待するものである。日帰り手術でも可能なことから、保存的加療と外科的切開手術の間に位置する低侵襲治療法と位置付けられている¹⁵⁻²¹⁾。しかし 2 つの大規模臨床試験では、明らかな有効性を認めるとしたものとまったく効果を認めなかったという、相反する結果が報告された^{19,20)}。IDET も本疾患に推奨されるものではないようである。我々は罹患椎間へのレーザー照射を行った。IDET は温熱効果であるが、レーザー照射ではそれに加えて椎間板内減圧も期待できる^{22,23)}。

椎間板性腰痛に対するレーザー照射の、術直後の除痛効果についての報告はみられるが²⁵⁾、中長期の報告はみられない。除痛効果が持続性のものであるかどうか検討した。

2. 対象と方法

対象としたのは保存的加療が 6 カ月以上奏功しない慢性腰痛患者で、とくに椎間板に負荷のかかる前屈姿勢や座位での腰痛を主訴とし、単純レントゲン腰椎動撮影ですべり等を認めず、椎間板ブロックが陽性であった患者とした。椎間板ブロックは、MRI で椎間板変性を認めた高位に椎間板造影を施行したのち、1%lcc のリドカ

インを注入し、腰痛は 50% 以上低減したものを陽性とした。MRI にて椎間板ヘルニアがみられ、それによる下肢疼痛等の神経根症がみられる症例は除外し、その他明らかな脊柱管狭窄、馬尾症候群、神経根症、外傷や腫瘍がみられるものも除外した。

合計 11 症例が術後 2 年にわたって経過観察された。年齢は 31-71 才、平均 51.4 ± 13.23 才であった。各症例ともレーザー照射は 1 椎間のみであった。いずれの症例にも坐骨部痛下肢痛は認めず、手術の既往はなく、通常の保存的加療が 6 カ月以上奏功していなかった。レーザー照射前の罹病期間は 9 ヶ月～20 年、平均 97.7 ± 24.9 カ月であった。

2.1 椎間板造影とリドカインの椎間板内注入

当日すべての鎮痛剤の使用を中止させた上で検査を実施した。患者を X 線透視装置下に腰部を軽く屈曲させた側臥位とした。イソジンアルコールで腰部を消毒し、皮膚皮下の局所麻酔後 X 線コントロール下に罹患椎間板を後側方から 22 ゲージ針で穿刺した。針を椎間板の後側方から刺入し、椎間板内に進めた (Fig 1,2)。造影剤を注入し穿刺針の先端が椎間板内にあることを確認後、1%リドカインを椎間板内に注入した。本研究ではリドカイン注入により腰痛が 50% 以上低減した症例のみを対象とした。

2.2 レーザー照射

レーザー照射は日帰り手術として施行した。椎間板へのアプローチは椎間ブロックと同様である。患者を X 線透視装置下に側臥位とし、十分な消毒後 X 線透視下に罹患椎間高位で腰部後外側穿刺部位皮膚皮下を 1%リドカインで局所麻酔後、当該椎間板を 23 ゲージ針で穿刺した。X 線正面側面像で穿刺針先端が椎間板内後側方にあることを確認後、23 ゲージ針の内筒を抜去し、径 700 μm のレーザーガイドファイバーを挿入した。使用したレーザー発振器は、波長 805 nm の半導体レーザー (UDL-60, Diomed Limited Co. Ltd, Cambridge UK) である。まずファイバー先端を椎間板の中央付近に置き、徐々に後側方に移動させ 3 か所で照射した。出力は 20 W で、1 秒照射 1 秒休止を繰り返した。照射量は 610～960 J、平均 740 ± 2.51 J であった。術後 3 日間は自宅安静とした。

Fig.1 The disc puncture. A 22-gauge needle was positioned in the midpedicular line on the postero-anterior projection.

Fig.2 The disc puncture. A 22-gauge needle was positioned in line with the posterior disc margins on the lateral projection.

2.3 術前術後の評価

術後評価に Oswestry Disability Index (ODI) と、 Visual Analogue Pain Index (VAPI) を用いた。 ODI は世界で最も広く使用されてきた患者立脚型の腰痛疾患に対する疾患特異的評価法のひとつである。 本評価法の特徴は痛みのための身体的な機能障害の評価だけでなく、腰痛のための社会的な損失を評価する項目も含んでいる。 VAPI は 10 段階の自己疼痛評価である。

2.4 統計解析

統計解析は検定の対象となる母集団に特定の分布が仮定されないこと、そして対応する ODI と VAPI の母集団が 3 つ以上であるため、フリードマンノンパラメトリック法を用いた。 本研究は、患者の同意と実施先の倫理委員会の承認を得て行われた。

Fig.3 Oswestry Disability Index score. All post-operative scores were significantly lower than preoperative results ($P<0.001$).

Fig.4 Visual Analogue Pain Index score. All post-operative scores were significantly lower than preoperative results ($P<0.001$).

3. 結果

3.1 Oswestry Disability Index score (ODI score)

術前の ODI スコアは、平均 50.3 ± 9.4 であった。 術後 1 日、3、6、12、18、24 ヶ月の ODI スコアはそれぞれ、 18.6 ± 11.2 、 13.6 ± 4.5 、 12.5 ± 5.5 、 11.8 ± 5.3 、 10.5 ± 2.3 、 10.5 ± 2.3 であった。 すべての術後の ODI は術前に比較し、統計学的に有意に低下した ($P<0.001$) (Fig 3)。

3.2 Visual Analogue Pain Index score (VAPI score)

術前の VAPI スコアは、平均 7.6 ± 1.2 であった。 術後 1 日、3、6、12、18、24 ヶ月の VAPI スコアはそれぞれ、 3.1 ± 2.4 、 2.4 ± 0.9 、 2.7 ± 1.2 、 2.1 ± 0.7 、 10.5 ± 2.3 、 2.1 ± 0.9 であった。 すべての術後の VAPI は術前に比較し、統計学的に有意に低下した ($P<0.001$) (Fig 4)。

3.3 合併症

1 症例において、術後 2 日目から 39 度を超える高熱がみられ、抗核抗体が高値を示したことから内科で自己免疫疾患と診断され、2 週間にわたりステロイドの大量療法が施行された。その後当該椎間板 (L4/5) に椎間板炎がみられ、腰痛の増悪と血液検査は重度の感染症を示したため緊急椎間板除去術を施行し安静とした。神経症状の合併はなく術後 3 カ月で当該椎間は癒合し、腰痛も消失した。

4. 考察

結果からは椎間板性腰痛に対するレーザー照射に有効性が認められるようである。同じ低侵襲治療法として行われている IDET はその評価が一定していない¹⁵⁻²¹⁾。IDET の効果は椎間板に対する温熱効果であるが、レーザー照射の場合は椎間板内圧の減少が期待される²⁴⁾。Choy らは椎間板に対するレーザー照射による椎間板内圧の減少を実験的に証明し^{22,23)}、また Black らは椎間板性腰痛に対してもその減圧効果で治療可能であるとしている²⁵⁾。

しかしながら椎間板性腰痛の病態は椎間板内圧の上昇のみではない。椎間板の変性や外側線維輪の破綻が椎間板の難治性の炎症、マトリックスのダメージを招き、線維輪の侵害受容器の感受性を増加させることで疼痛が発現され则认为られている²⁶⁻²⁸⁾。変性椎間板の組織学的検討においては、血管新生、髄鞘化されていない神経の増生、シュワン細胞の増多等がみられ^{1,29-31)}、線維輪の亀裂に沿って髄核成分が外側線維輪にまで至り、これが神経の増生を許容することになると考えられている³²⁾。また生化学的な因子の存在も疼痛発現にかかわっていると考えられている^{6,28)}。椎間板に対する反復する障害と修復の結果できた線維輪の裂け目から、肉芽組織が椎間板内に侵入し、これに伴って肥満細胞が椎間板内に浸潤し、種々の炎症物質を放出することで疼痛を発来すると考えられている^{30,33-37)}。少なくとも疼痛発現の原因となる新たな神経分布が椎間板局所に確認されている^{30,31,38)}。

本研究では半導体レーザー照射の椎間板性腰痛への効果を評価したが、その効果は術後 2 年にわたり満足すべきものであった。椎間板性腰痛の病態は、要約すれば椎間板内の炎症性物質と新生神経であるので、レーザー照射の除痛効果をその減圧効果だけに求めることはできない。椎間板ヘルニアに対するレーザー治療においては、椎間板髄核の蒸散等による椎間板内圧の減少がヘルニアによる神経根への圧迫を軽減するとされている²²⁻²⁴⁾が、神経根への圧迫が術後一旦減圧されても、椎間板内圧はそのまま 2 年の長期にわたり維持されるとは考えにくく、その椎間板性腰痛の病態の本質である椎間板の炎症と増生した侵害受容器にも効果をもたらした可能性が考えられる。

レーザー照射により椎間板内の炎症性物質は減少するであろうか。我々はラットを用いた動物実験においてこれを検証し報告している³⁹⁾。波長 1,064 nm の Nd:YAG Laser を用い、5W の連続波で合計 20 J をラット腰椎椎間板髄核に照射し、主たる起炎物質である prostaglandin E2

と phospholipase E2 の髄核内レベルを照射前と照射後と比較した。照射前それぞれ 67.2 ± 4.9 ng/gWet, 8.4 ± 1.7 ng/gWet であったが、照射後それぞれ 4.2 ± 3.1 ng/gWet, 1.8 ± 0.8 ng/gWet と有意に減少した。椎間板に対するレーザー照射により炎症性物質が減少し、これが除痛効果をもたらした可能性が考えられる。また我々は椎間関節炎による腰痛症において罹患関節にレーザー照射を行い、高い除痛効果が得られたことを報告し⁴⁰⁾、レーザー照射による侵害受容器減少の可能性を指摘している。よってレーザー照射により椎間板内の炎症性起炎物質は減少し、侵害受容器も減少する可能性が示されており、ここに椎間板性腰痛に対するレーザー照射が、術後長期にわたり効果を示した作用機序があるのかもしれない。

参考文献

- 1) Vernon-Roberts B, Moore RJ, Fraser RD. The natural history of age-related disc degeneration: the pathology and sequelae of tears. *Spine (Phila Pa 1976)*, 32(25): 2797-804, 2007.
- 2) Roberts S, Evans H, Trivedi J, Menage J. Histology and pathology of the human intervertebral disc. *J Bone Joint Surg Am*, 88 Suppl 2: 10-4, 2006.
- 3) Haefeli M, Kalberer F, Saegesser D, Nerlich AG, Boos N, Paesold G. The course of macroscopic degeneration in the human lumbar intervertebral disc. *Spine (Phila Pa 1976)*, 31(14): 1522-31, 2006.
- 4) Haid RW, Jr., Dickman CA. Instrumentation and fusion for discogenic disease of the lumbosacral spine. *Neurosurg Clin N Am*, 4(1): 135-48, 1993.
- 5) Adams MA, Freeman BJ, Morrison HP, Nelson IW, Dolan P. Mechanical initiation of intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*, 25(13): 1625-36, 2000.
- 6) Lotz JC, Ulrich JA. Innervation, inflammation, and hypermobility may characterize pathologic disc degeneration: review of animal model data. *J Bone Joint Surg Am*, 88 Suppl 2: 76-82, 2006.
- 7) Schwarzer AC, Aprill CN, Derby R, Fortin J, Kine G, Bogduk N. The prevalence and clinical features of internal disc disruption in patients with chronic low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 20(17): 1878-83, 1995.
- 8) Manchikanti L, Singh V, Pampati V, Damron KS, Barnhill RC, Beyer C, Cash KA. Evaluation of the relative contributions of various structures in chronic low back pain. *Pain Physician*, 4(4): 308-16, 2001.
- 9) Carey TS, Garrett JM, Jackman AM. Beyond the good prognosis. Examination of an inception cohort of patients with chronic low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 25(1): 115-20, 2000.
- 10) Von Korff M. Studying the natural history of back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 19(18 Suppl): 2041S-6S, 1994.
- 11) Turk DC. Understanding pain sufferers: the role of cognitive processes. *Spine J*, 4(1): 1-7, 2004.
- 12) Brodke DS, Ritter SM. Nonsurgical management of low back pain and lumbar disk degeneration. *Instr Course Lect*, 54: 279-86, 2005.
- 13) Boswell MV, Trescot AM, Datta S, Schultz DM, Hansen HC, Abdi S, Sehgal N, Shah RV, Singh V, Benyamin RM, Patel VB, Buenaventura RM, Colson JD, Cordner HJ, Epter RS, Jasper JF, Dunbar EE, Atluri SL, Bowman RC, Deer

- TR, Swicegood JR, Staats PS, Smith HS, Burton AW, Kloth DS, Giordano J, Manchikanti L. Interventional techniques: evidence-based practice guidelines in the management of chronic spinal pain. *Pain Physician*, 10(1): 7-111, 2007.
- 14) Zdeblick TA. The treatment of degenerative lumbar disorders. A critical review of the literature. *Spine (Phila Pa 1976)*, 20(24 Suppl):126S-37S, 1995.
 - 15) Andersson GB, Mekhail NA, Block JE. Treatment of intractable discogenic low back pain. A systematic review of spinal fusion and intradiscal electrothermal therapy (IDET). *Pain Physician*, 9(3): 237-48, 2006.
 - 16) Appleby D, Andersson G, Totta M. Meta-analysis of the efficacy and safety of intradiscal electrothermal therapy (IDET). *Pain Med*, 7(4): 308-16, 2006.
 - 17) Ostelo RW, Deyo RA, Stratford P, Waddell G, Croft P, Von Korf M, Bouter LM, de Vet HC. Interpreting change scores for pain and functional status in low back pain: towards international consensus regarding minimal important change. *Spine (Phila Pa 1976)*, 33(1): 90-4, 2008.
 - 18) Hagg O, Fritzell P, Nordwall A. The clinical importance of changes in outcome scores after treatment for chronic low back pain. *Eur Spine J*, 12(1):12-20, 2003.
 - 19) Pauza KJ, Howell S, Dreyfuss P, Peloza JH, Dawson K, Bogduk N. A randomized, placebo-controlled trial of intradiscal electrothermal therapy for the treatment of discogenic low back pain. *Spine J*, 4(1): 27-35, 2004.
 - 20) Freeman BJ, Fraser RD, Cain CM, Hall DJ, Chapple DC. A randomized, double-blind, controlled trial: intradiscal electrothermal therapy versus placebo for the treatment of chronic discogenic low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 30(21): 2369-77; discussion 78, 2005.
 - 21) Freeman BJ, Mehdi R. Intradiscal electrothermal therapy, percutaneous discectomy, and nucleoplasty: what is the current evidence? *Curr Pain Headache Rep*, 12(1): 14-21, 2008.
 - 22) Nachemson A, Morris JM. *In vivo* measurements of intradiscal pressure. Discometry, a method for the determination of pressure in the lower lumbar discs. *J Bone Joint Surg Am*, 46: 1077-92, 1964.
 - 23) Choy DS, Diwan S. *In vitro* and *in vivo* fall of intradiscal pressure with laser disc decompression. *J Clin Laser Med Surg*, 10(6): 435-7, 1992.
 - 24) Ascher PW. Application of the laser in neurosurgery. *Lasers surg. Med*, 2: 91-7, 1986.
 - 25) Black W, Fejos AS, Choy DS. Percutaneous laser disc decompression in the treatment of discogenic back pain. *Photomed Laser Surg*, 22(5): 431-3, 2004.
 - 26) Osti OL, Vernon-Roberts B, Fraser RD. 1990 Volvo Award in experimental studies. Annulus tears and intervertebral disc degeneration. An experimental study using an animal model. *Spine (Phila Pa 1976)*, 15(8): 762-7, 1990.
 - 27) Osti OL, Vernon-Roberts B, Moore R, Fraser RD. Annular tears and disc degeneration in the lumbar spine. A post-mortem study of 135 discs. *J Bone Joint Surg Br*, 74(5): 678-82, 1992.
 - 28) Ulrich JA, Liebenberg EC, Thuillier DU, Lotz JC. ISSLS prize winner: repeated disc injury causes persistent inflammation. *Spine (Phila Pa 1976)*, 32(25): 2812-9, 2007.
 - 29) Coppes MH, Marani E, Thomeer RT, Groen GJ. Innervation of "painful" lumbar discs. *Spine (Phila Pa 1976)*, 22(20): 2342-9; discussion 9-50, 1997.
 - 30) Freemont AJ, Peacock TE, Goupille P, Hoyland JA, O'Brien J, Jayson MI. Nerve ingrowth into diseased intervertebral disc in chronic back pain. *Lancet*, 350(9072): 178-81, 1997.
 - 31) Johnson WE, Evans H, Menage J, Eisenstein SM, El Haj A, Roberts S. Immunohistochemical detection of Schwann cells in innervated and vascularized human intervertebral discs. *Spine (Phila Pa 1976)*, 26(23): 2550-7, 2001.
 - 32) Inoue G, Ohtori S, Aoki Y, Ozawa T, Doya H, Saito T, Ito T, Akazawa T, Moriya H, Takahashi K. Exposure of the nucleus pulposus to the outside of the annulus fibrosus induces nerve injury and regeneration of the afferent fibers innervating the lumbar intervertebral discs in rats. *Spine (Phila Pa 1976)*, 31(13): 1433-8, 2006.
 - 33) Peng B, Hou S, Wu W, Zhang C, Yang Y. The pathogenesis and clinical significance of a high-intensity zone (HIZ) of lumbar intervertebral disc on MR imaging in the patient with discogenic low back pain. *Eur Spine J*, 15(5): 583-7, 2006.
 - 34) Peng B, Hao J, Hou S, Wu W, Jiang D, Fu X, Yang Y. Possible pathogenesis of painful intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*, 31(5): 560-6, 2006.
 - 35) Peng B, Wu W, Hou S, Li P, Zhang C, Yang Y. The pathogenesis of discogenic low back pain. *J Bone Joint Surg Br*, 87(1):62-7, 2005.
 - 36) Weiler C, Nerlich AG, Bachmeier BE, Boos N. Expression and distribution of tumor necrosis factor alpha in human lumbar intervertebral discs: a study in surgical specimen and autopsy controls. *Spine (Phila Pa 1976)*, 30(1): 44-53; discussion 4, 2005.
 - 37) Burke JG, Watson RW, McCormack D, Dowling FE, Walsh MG, Fitzpatrick JM. Intervertebral discs which cause low back pain secrete high levels of proinflammatory mediators. *J Bone Joint Surg Br*, 84(2): 196-201, 2002.
 - 38) Hurri H, Karppinen J. Discogenic pain. *Pain*, 112(3): 225-8, 2004.
 - 39) Iwatsuki K, Yoshimine T, Sasaki M, Yasuda K, Akiyama C, Nakahira R. The effect of laser irradiation for nucleus pulposus: an experimental study. *Neurol Res*, 27(3): 319-23, 2005.
 - 40) Iwatsuki K, Yoshimine T, Awazu K. Alternative denervation using laser irradiation in lumbar facet syndrome. *Lasers Surg Med*, 39(3): 225-9, 2007.

著者紹介

大西 諭一郎 (Yu-ichiro Ohnishi)

平成 15 年 大阪大学医学部医学科卒業。
同年大阪大学脳神経外科学教室入局。
関西労災病院、紀南病院、阪和記念病院を
経て、平成 20 年より大阪大学脳神経外科
学教室に在籍。