

A képi vezérelt és kontrollált perkután lézeres dekompreszió hatásának vizsgálata keresztmetszeti képalkotó és patológiai módszerekkel *ex vivo* kísérletben

Cselik Zsolt¹, Ronald A. von Jako², Aradi Mihály³, Lelovics Zsuzsanna¹, Egyházi Zsolt⁴, Juhász Ivett⁵, Schwarcz Attila⁶, Bogner Péter⁶, Repa Imre¹

¹ Kaposvári Egyetem, Egészségügyi Centrum, Kaposvár

² GE Healthcare Surgery, Boston/Massachusetts, USA

³ Zala Megyei Kórház, Radiológiai Osztály, Zalaegerszeg

⁴ Somogy Megyei Kaposi Mór Oktató Kórház Patológiai Osztály, Kaposvár

⁵ Kaposvári Egyetem, Pedagógiai Kar, Kaposvár

⁶ Pécsi Tudományegyetem, Idegsebészeti Klinika, Pécs

Összefoglalás

Bevezetés/Célkitűzés: A 40 év feletti populáció 65–70%-a tapasztalt már életében legalább egy alkalommal olyan mértékű gerincfájdalmat, mely akadályozta mindennapi tevékenységének elvégzésében. Vizsgálatunk célja, hogy minimál invazív sebészeti módszerekkel, képalkotással támogatott navigációs eszköz segítségével, dióda lézer alkalmazásával az ismert patomechanizmusú csigolya közti porckorong emelkedett nyomását csökkentsük. **Anyag és módszerek:** A modell felállításához 12 sertés és 15 borjú porckorongot használtunk. 980 nm és 1470 nm hullámhosszúságú dióda lézerrel konstans nagyságú energiát közöltünk a nucleus pulposusokkal. Az eljárás során komputertomográf és mágneses rezonancia vizsgálatokat végeztünk, a sebészeti navigációs eljárás, illetve az okozott fizikai hatás detektálása miatt. A beavatkozás kontrollálásához röntgen átvilágítást használtunk. A lézerkezelés után kvalitatív és kvantitatív MR-vizsgálat történt. A kezelt porckorongokból nyert identikus mintákból hematoxylin-eosin festéssel szövettani vizsgálatra metszeteket készítettünk. **Eredmények:** A keresztmetszeti képalkotással támogatott sebészeti navigáció segítségével az elért pontosság 2 mm volt. Emellett a navigáció alkalmazásával rövidül a C-karos fluoroszkópia használati ideje, mely a személyzetet érő dózisterhelés csökkenéséhez vezet. A lézerkezelést követő kvantitatív MR-vizsgálattal mérhető változást tapasztaltunk a nucleus pulposusban. A kvalitatív mérések hullámhossztól függő különbséget igazoltak a kvarcszál környezetében, valamint az egész nucleus pulposusban. **Megbeszélés:** Az elvégzett vizsgálat alkalmas a keresztmetszeti képalkotással támogatott sebészeti navigáció alkalmazásának, a porckorong lézeres nyomáscsökkentésének modellálására. Az elvégzett mágneses rezonanciás mérésekkel detektálható az okozott hatás, mellyel a későbbiekben *in vivo* humán beavatkozások is kontrollálhatók.

Kulcsszavak: diódalézer, dekompreszió, sztereotaxiás technika, mágneses rezonancia vizsgálat

Evaluation of the impact of image guided and controlled percutaneous laser disc decompression (PLDD) by cross-sectional imaging and pathology *ex-vivo*

Summary

Introduction: Nearly 65-70% of the population over the age 40 has been affected by such lumbar pain limiting the everyday activities. Our aim was the detection of the impact of percutaneous laser disc decompression in intervertebral discs aided by minimally invasive surgical methods and cross sectional imaging. **Materials and Methods:** For the model we used 12 porcine and 15 bovine *ex vivo* lumbar intervertebral discs. We delivered constant laser

light energy using 980nm and 1470nm beam by diode laser to the nucleus pulposus. Computer tomography was performed to the laser procedure for controlling the surgical navigation. C-arm fluoroscopy was also used for the process. Detecting the physical effect of the laser procedure. quantitative and qualitative MRI was performed after the laser procedure. Following the imaging studies, histopathological work was conducted to demonstrate the morphological tissue changes. Results: 2mm accuracy was reached by cross-sectional imaging aided surgical navigation. Furthermore we reduced the radiation exposure time to the staff by using surgical navigation, and shortening the C-arm fluoroscopy time. We detected measurable tissue changes in the nucleus pulposus after the laser procedure by quantitative MR imaging. The qualitative MR measurements verified different physical effects depending on the examined volume whether it was close to the laser fiber or the whole nucleus pulposus was considered. Conclusion: The applied study is feasible for modeling PLDD with cross sectional imaging aided surgical navigation. The physical effect was detectable by magnetic resonance measurements which could be used to control in-vivo human applications in the future.

Keywords: Diode Lasers, Decompression, Stereotactic Techniques, ablation, Magnetic Resonance Imaging

Rövidítések jegyzéke

ADC	Apparent Diffusion Coefficient (látszólagos diffúziós koefficiens)
IDET	intradiscal electrothermal therapy
PLDD	Percutaneous Laser Disc Decompression

Irodalom

1. Réthelyi J, Berghammer R, Kopp M. Comorbidity of pain-associated disability and depressive symptoms in connection with sociodemographic variables: results from a cross-sectional epidemiological survey in Hungary. *Pain*. **2001**; 2: 115-121.
2. Kallewaard JW, Terheggen MA, Groen GJ, Sluiter ME et al. Discogenic low back pain. *Pain Pract*. **2010**; 6: 560-579.
3. Griffin JF, Levine JM, Kerwin SC, Cole RC. Canine thoracolumbar intervertebral disc disease: diagnosis, prognosis, and treatment. *Compendium*. **2009**; March: E1-E14.
4. Smit TH. The use of a quadruped as an in vivo model for the study of the spine – biomechanical considerations. *Eur Spine J*. **2002**; 2: 137-144.
5. Fukui S, Nitta K, Iwashita N, Tomie H et al. Percutaneous intradiscal high-pressure injection of saline and lidocaine in patients with lumbar intervertebral disc extrusion. *J Anesth*. **2012**; 5: 786-789.
6. Singh H, Kaur M, Nagpal S, Gupta S. Role of caudal epidural steroid injections in lumbar disc prolapse. *J Indian Med Assoc*. **2010**; 5: 287-288, 290-291.
7. Thomas KC, Fisher CG, Boyd M, Bishop P et al. Outcome evaluation of surgical and nonsurgical management of lumbar disc protrusion causing radiculopathy. *Spine*. **2007**; 13: 1414-1422.
8. Singh V, Manchikanti L, Benyamin RM, Helm S et al. Percutaneous lumbar laser disc decompression: a systematic review of current evidence. *Pain Physician*. **2009**; 3: 573-588.
9. Singh V, Piryani C, Liao K, Nieschulz S. Percutaneous disc decompression using coblation (NucleoplastyTM) in the treatment of chronic discogenic pain. *Pain Physician*. **2002**; 3: 250-259.
10. Zhou Y, Zhang C, Wang J, Chu TW et al. Minimally invasive strategies and options for far-lateral lumbar disc herniation. *Chin J Traumatol*. **2008**; 5: 259-266.
11. Assietti R, Morosi M, Migliaccio G, Meani L et al. Treatment of discogenic low back pain with intradiscal electrothermal therapy (IDET): 24 months follow-up in 50 consecutive patients. *Acta Neurochir Suppl*. **2011**; 108: 103-105.
12. Tsou HK, Chao SC, Kao TH, Yiin JJ et al. Intradiscal electrothermal therapy in the treatment of chronic low back pain: experience with 93 patients. *Surg Neurol Int*. **2010**; 1: 37.
13. Andreula CF, Simonetti L, De Santis F, Agati R et al. Minimally invasive oxygen-ozone therapy for lumbar disk herniation. *AJNR Am J Neuroradiol*. **2003**; 5: 996-1000.
14. Buchelt M, Katterschafka T, Horvat R, Kutschera HP et al. Fluorescence guided excimer laser ablation of intervertebral discs in vitro. *Lasers Surg Med*. **1991**; 3: 280-286.
15. Davis JK. Percutaneous discectomy improved with KTP laser. *Clin Laser Mon*. **1990**; 7: 105-106.
16. Wolgin M, Finkenberg J, Papaioannou T, Segil C et al. Excimer ablation of human intervertebral disc at 308 nanometers. *Lasers Surg Med*. **1989**; 2: 124-131.
17. Yeung AT. Considerations for the use of the KTP laser for disc decompression and ablation. *Spine State Art Rev*. **1993**; 7: 67-93.
18. Buchelt M, Kutschera HP, Katterschafka T, Kiss H. et al. Erb:YAG and Hol:YAG laser ablation of meniscus and intervertebral discs. *Lasers Surg Med*. **1992**; 4: 375-381.
19. Buchelt M, Schlangmann B, Schmolke S, Siebert W. High power Ho:YAG laser ablation of intervertebral discs: effects on ablation rates and temperature profile. *Lasers Surg Med*. **1995**; 2: 179-183.
20. Casper GD, Hartman VL, Mullins LL. Results of a clinical trial of the holmium:YAG laser in disc decompression utilizing a side-firing fiber: a two-year follow-up. *Lasers Surg Med*. **1996**; 1: 90-96.

21. Gottlob C, Kopchok GE, Peng SK, Tabbara M et al. Holmium:YAG laser ablation of human intervertebral disc: preliminary evaluation. *Lasers Surg Med.* **1992**; 1: 86-91.
22. Lane GJ, Prodoehl JA, Black J, Lee SH et al. An experimental comparison of CO₂, Argon, Nd:YAG and Ho:YAG laser ablation of intervertebral discs. *Spine State Art Rev.* **1993**; 7: 1-10.
23. Rhodes A, Black J, Lane GJ, Lee SH et al. Clinical use of the 2.1 mm Holmium:YAG laser and percutaneous lumbar discectomy. *Spine State Art Rev.* **1993**; 7: 49-54.
24. Choy DS. Percutaneous laser disc decompression (PLDD): 352 cases with an 8 1/2-year follow-up. *J Clin Laser Med Surg.* **1995**; 1: 17-21.
25. Choy DS. Percutaneous laser disc decompression using the 1.06 and 1.32mm Nd/YAG laser. *Spine State Art Rev.* **1993**; 7: 41-48.
26. Choy DS, Altman P. Fall of intradiscal pressure with laser ablation. *J Clin Laser Med Surg.* **1995**; 3: 149-151.
27. Ascher PW. Status quo and new horizons of laser therapy in neurosurgery. *Lasers Surg Med.* **1985**; 5: 499-506.
28. Ascher PW, Choy DS, Yuri H. Percutaneous nucleus pulposus denaturation and vaporisation of protruded discs. *Lasers Surg Med.* **1983**; Suppl. 2: 48-49.
29. Choy DS, Case RB, Fielding W, Hughes J et al. Percutaneous laser nucleolysis of lumbar disks. *N Engl J Med.* **1987**; 12: 771-772.
30. Filippiadis DK, Mazioti A, Papakonstantinou O, Brountzos E et al. Quantitative discomanometry: correlation of intradiscal pressure values to pain reduction in patients with intervertebral disc herniation treated with percutaneous, minimally invasive, image-guided techniques. *Cardiovasc Intervent Radiol.* **2012**; 5: 1145-1153.
31. Horsely V, Clarke R. The structure and functions of cerebellum examined by a new method. *Brain.* **1908**; 31: 45-124.
32. McGuire JE. Space, geometrical objects and infinity: Newton and Descartes on extension, in Nature mathematized. 1. Dordrecht: Kluwer, **1995**; 69-112.
33. Rozsos I. Három könyv a Hitról, az Életútról, a Hivatásról. Pécs - Oboler Kiadó, **2010**.
34. Jako RA von. Electromagnetic stereotactic computer-assisted navigation in minimally invasive surgery. PhD Thesis. Pécs - University of Pécs, Faculty of Medicine, Department of Surgical Research and Techniques, **2009**.
35. Jako RA von, Corbett DK, Levine LJ, Zaslavsky E. Navigation and visualization of an access needle system. US - Patent Application Publication, **2006**. (Publication No. US. 2006/0063998 A1. Application No. 10/945,699)
36. Jako RA von, Cselik Zs. Percutaneous laser discectomy guided with stereotactic computer-assisted surgical navigation. *Lasers Surg Med.* **2009**; 1: 42-51
37. Mathis JM. Image-guided spine interventions. New York - Springer, **2004**.
38. Grönemeyer DHW, Seibel RMM, Melzer A, Schmidt A. Microtherapy of disk herniation by MRI guidance. In: Jolesz FA, Young IR. eds. *Interventional MR: Techniques and clinical experience.* London - Martin Dunitz, **1998**; 375-388.
39. Aradi M, Steier R, Bukovics P, Szalay C, Perlaki G, Orsi G, Pál J, Janszky J, Dóczi T, Schwarcz A. Quantitative proton MRI and MRS of the rat brain with a 3T clinical MR scanner. *J Neuroradiol.* **2011**; 2: 90-97.
40. Hart R, Komzák M, Bárta R, Okál F et al. [Reduction of radiation exposure by the use of fluoroscopic guidance in transpedicular instrumentation]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* **2011**; 5: 447-450.
41. Jones DPG, Robertson PA, Lunt B, Jackson SA. Radiation exposure during fluoroscopically assisted pedicle screw insertion in the lumbar spine. *Spine.* **2000**; 12: 1538-1541.

42. Lee K, Lee KM, Park MS, Lee B et al. Measurements of surgeons' exposure to ionizing radiation dose during intraoperative use of C-arm fluoroscopy. *Spine*. **2012**; 14: 1240-1244.
43. Jako RA von, Carrino JA, Yonemura KS, Noda GA et al. Electromagnetic navigation for percutaneous guide-wire insertion: accuracy and efficiency compared to conventional fluoroscopic guidance. *NeuroImage*. **2009**; Suppl. 2: T127-T132.
44. Jako RA von, Finn MA, Yonemura KS, Araghi A et al. Minimally invasive percutaneous transpedicular screw fixation: increased accuracy and reduced radiation exposure by means of a novel electromagnetic navigation system. *Acta Neurochir*. **2011**; 3: 589-596.
45. Az egészségügyi miniszter 16/2000. (VI. 8.) EüM rendelete az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról. (I. Dóziskorlátok, radonkoncentrációk munkavállalókra vonatkozó cselekvési szintjei bekezdés 1.3. pont.) *Magyar Közlöny*, **2000**. 55: 3204-3228.
46. Almeida J, Mackaz E, Javier J, Mauriello J et al. Saphenous laser ablation at 1470 nm targets the vein wall, not blood. *Vasc Endovascular Surg*. **2009**; 5: 467-472.