

综述

Nd:YAG 激光(1064nm)在经皮激光椎间盘减压术中的参数选择

The parameters selection of 1064nm Nd: YAG laser in percutaneous laser disc decompression

郭 函,任龙喜

(北京市垂杨柳医院骨科 100022 北京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2014.05.16

中图分类号: R681.5, R454.2 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2014)-05-0466-03

近年来,经皮激光椎间盘减压术(percutaneous laser disc decompression, PLDD)以简便、微创、经济等诸多优点在全世界内得到广泛开展,治疗成功率介于 70%~89%^[1]。然而,目前对于 PLDD 操作中的激光参数选择各家报道不一,尚存混乱^[2-6],该现状不利于 PLDD 成功经验的复制和交流,也为其临床疗效评估造成很大困难。如何选择激光参数进一步优化治疗效果、减少并发症并建立标准的 PLDD 临床治疗程序,是该微创技术迫切需要解决的难题。在现有的医用激光仪中 Nd:YAG 激光(1064nm)已被证实最适于 PLDD 的治疗应用^[7-9],且国内外关于 PLDD 的临床报道亦普遍采用该类激光仪,现就 1064nm Nd:YAG 激光在 PLDD 术中激光参数选择的研究进展作一综述。

1 激光照射总能量

PLDD 的主要治疗机理在于利用激光的汽化作用消融一定量的髓核组织,使椎间盘内压力显著降低,从而减轻突出之椎间盘对相邻神经根的机械压迫,达到缓解或消除根性症状的目的^[10]。由此,激光照射能量过小则不能有效降低椎间盘内压力而导致无效或复发^[11];但激光照射能量过大又会造成周围组织热副损伤等并发症^[12]。Choy 等在其早期进行的一系列试验中,发现 Nd:YAG 激光照射总能量 1000J 可消融 98mg 髓核组织,在髓核组织中可形成体积约为 200mm³ 的汽化腔,并使椎间盘内压力平均降低 1344mmHg(55.6%)^[13,14]。齐强等^[15]通过尸体实验测得激光照射总能量 1000~3000J 可汽化髓核组织 0.57~1.19ml,使椎间盘内压下降 34.2%~53.8%。这些量化指标虽证实了 PLDD 减压效果的存在,却难以成为临床选择激光能量的直接依据。此外,多名学者^[7,16,17]分别利用不同类型的脉冲式激光仪进行试验均曾得出激光照射总能量与髓核消融量之间存在线性关系。然而在临床实践中这些线性关系的应用也受到了很大限制,因为椎间盘突出大小与患者的临床表现并不成比例^[18],难以计算需要切除的椎间盘或髓

核的体积。

目前在 PLDD 的临床操作中对于激光照射总能量的选择尚无统一标准。Schatz 等^[2]主张根据患者体重不同酌情给予 1200J~1600J 激光能量。Choy^[4]则认为椎间盘体积和身高存在一定关系,PLDD 术中应参照身高决定激光照射能量,5 英尺~6 英尺分别对应 1000J~1500J(如果椎间隙变窄,则激光照射能量相应减少)。另有部分学者^[19,20]报道术中借助 CT 或 MRI 实时监测汽化腔的大小作为终止激光照射的依据获得成功。任龙喜等^[21]认为通过术中监听髓核汽化声以判断终止激光照射的时机具有较强的可行性。以上各家观点都有一定道理,但均与术者的个人经验存在较大关系。笔者认为,当前在行 PLDD 治疗时对激光总能量的选择应综合上述多方面的考虑,但任何时候都需高度重视患者在术中的不适主诉。不应一味追求髓核组织消融量的最大化,且大量的椎间盘组织切除可能导致椎间隙变窄和脊柱节段性不稳,从而造成椎管狭窄、神经根受压等问题。事实上,Choy 等^[22]利用 PLDD 治疗的第 1 例患者,在行 Nd:YAG 激光照射 600J 能量后症状即获得彻底改善。

2 激光输出功率

PLDD 所利用的激光汽化作用属于强激光治疗方式,而实现强激光治疗需要激光医疗设备的输出功率一般应在 1W 以上^[23]。Choi 等^[24]在利用 Nd:YAG 激光通过不同功率照射动物髓核组织的研究表明,当激光输出功率在 20W 以下时,髓核汽化过程比较平稳且始终如一;而当输出功率超过 20W 以上,可见髓核中有气泡生成之后又因过度膨胀很快破裂并释放出大量热气。由此可见,在行 PLDD 治疗时激光输出功率的选择应当十分谨慎。Jayasree 等^[25]通过研究发现,当光纤与髓核接触时反复发射激光容易损坏光纤,而如果在行 PLDD 时先以 40W 功率照射 1s 然后改为 10~20W 完成剩余照射过程,这样既能实现有效消融,又可明显降低光纤损坏的几率,同时还能减少误伤纤维环及终板的危险。他们曾将这一独特方式应用于临床实践,长期随访效果满意^[6]。而 Sato 等^[26]则证实,经过 ICG 染色后的髓核组织对半导体激光的吸收率明显增加,只需较

第一作者简介:男(1984-),医学硕士,研究方向:脊柱外科学

电话:(010)67718822 E-mail:guohan2009@sina.cn

通讯作者:任龙喜 E-mail:rlxpldd@sina.com

低的激光功率即能对染色的髓核组织实现有效消融,同时能降低热副损伤几率。其原理在于 PLDD 的激光波长均为红外线谱,绿色染料将显著增加髓核组织对激光的吸收率。不过,该染色方法尚未见临床报道,但其仍为 Nd:YAG 激光在 PLDD 中的安全应用带来很大启示,值得进一步研究。

另外,医用 1064nm Nd:YAG 激光为脉冲式激光,该类激光治疗仪输出功率=单脉冲能量×脉冲频率,而目前所有关于 PLDD 的文献报道中几乎均未提及激光单脉冲能量和脉冲频率如何设置。这些参数对激光照射髓核组织的热效应规律有无差别?对 PLDD 的临床疗效有无影响?等等一系列问题的研究会涉及激光物理学与脊柱外科学双重学科知识,加之这些问题本身的复杂性,国内外学者均鲜有讨论。

3 激光照射持续与间歇时间

生物组织通过对激光能量的吸收和散射在其内部形成激光热源,生物组织吸收激光能量所转化的热能首先储存在直接受照射的组织中,产生瞬变热源并以热流的方式逐渐向周围组织传递,热流传导的方向由高温区域指向低温区域^[7]。虽然激光器产生的功率密度很高,但由于光点极小,而且作用的时间往往也很短,故以周围区域作为散热器能使受热面积迅速冷却^[8]。在 PLDD 的操作过程中,为避免对周围组织的热积累损伤,术者通常都会采取间断发射激光的方式,这样就使得汽化过程相对比较温和,而一旦对周围正常组织造成热积累损伤,术者就能根据患者的不适反馈及时终止激光照射,避免损伤加重。Buchelt 等通过研究发现利用 Ho:YAG 激光每照射 50J 能量后间歇 5s 可避免周围组织出现较高温度^[9]。王义清等^[29]则利用 810nm 半导体激光进行动物实验测得,间盘周围组织温度在激光照射过程中迅速升高,而在照射间歇期内逐渐减低,但降温速度较升温速度慢。进一步研究发现,当激光输出间隔时间为 1s 时,间盘周围组织温度可累及升高至 41℃以上;而当激光输出间隔时间为 5s 时,间盘周围组织温度始终低于 40℃,可确保整个消融过程的安全性。激光照射椎间盘髓核组织,除了产生高热还可引起高压。Gangi 等^[30]在对患者进行 PLDD 操作时,通过 CT 扫描监测到激光照射髓核组织产生的气体滞留于目的椎间盘内,可引起患者术中疼痛症状加重,并建议在此情况下应适当延长激光照射的间歇时间,避免术中椎间盘内压力过度升高。

生物组织在 1s 内可承受 70℃的温度而不致产生明显的损伤^[31]。从临床报道来看,术者们对于 PLDD 激光照射持续时间多选择 1s,而间歇时间则介于 1~10s。理论上讲,间歇时间越长越安全,但间歇时间过长对 PLDD 的减压效果会产生怎样的影响目前尚无文献报道。另外,在进行 PLDD 操作时为便于患者与术者就术中的不适反应进行及时沟通,手术通常在局部麻醉下进行以使患者在术中处于完全清醒状态;而为保证导针穿刺顺利和减少术中

透视,需患者在术中保持固定姿势不动。如果激光间歇时间过长则会使手术时间成倍增加,势必对患者造成身体不适和心理紧张。因此,不宜简单地采取任意延长激光间歇时间的方法来避免热积累损伤。那么怎样合理选择激光照射持续与间歇时间以保证 PLDD 疗效并减少并发症,显然需要更有效的基础实验依据。

4 小结

自 Choy 等^[32]于 1987 年首次对 PLDD 治疗腰椎间盘突出症的成功经验进行报道之后,相继有众多学者在该领域进行了大量研究。然而,由于 PLDD 激光参数问题的多样性和复杂性,目前关于这一领域的深入研究仍比较少见。通过本文综述,我们需要清醒地认识到 PLDD 依然存在诸多基础问题有待于进一步研究,当前亟须建立 PLDD 治疗椎间盘疾病的基础生物学数据和标准的临床治疗程序。如果这些问题不能得到科学的解决,那么 PLDD 将更多停留在经验性治疗阶段。

5 参考文献

1. Choy DS, Hellinger J, Hellinger S, et al. 23rd anniversary of percutaneous laser disc decompression (PLDD)[J]. Photomed Laser Surg, 2009, 27(4): 535-538.
2. Schatz SW, Talalla A. Preliminary experience with percutaneous laser disc decompression in the treatment of sciatica[J]. Can J Surg, 1995, 38(5): 432-436.
3. Grönmeyer DH, Buschkamp H, Braun M, et al. Image-guided percutaneous laser disk decompression for herniated lumbar disks: a 4-year follow-up in 200 patients[J]. J Clin Laser Med Surg, 2003, 21(3): 131-138.
4. Choy DS. Percutaneous laser disc decompression: a 17-year experience[J]. Photomed Laser Surg, 2004, 22(5): 407-410.
5. Tassi GP. Preliminary Italian experience of lumbar spine percutaneous laser disc decompression according to Choy's method[J]. Photomed Laser Surg, 2004, 22(5): 439-441.
6. Gupta AK, Bodhey NK, Jayasree RS, et al. Percutaneous laser disc decompression: clinical experience at SCTIMST and long term follow up[J]. Neurol India, 2006, 54(2): 164-167.
7. Choy DS, Altman PA, Case RB, et al. Laser radiation at various wavelengths for decompression of intervertebral disk. Experimental observations on human autopsy specimens [J]. Clin Orthop Relat Res, 1991, 267: 245-250.
8. Schlangmann BA, Schmolke S, Siebert WE. Temperature and ablation measurements in laser therapy of intervertebral disk tissue[J]. Orthopade, 1996, 25(1): 3-9.
9. 任龙喜,尹建,焦守国,等. Nd:YAG 激光与半导体激光对山羊髓核组织生物热效应的比较[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(10): 735-739.
10. Choy DS. Percutaneous laser disc decompression: an update [J]. Photomed Laser Surg, 2004, 22(5): 393-406.
11. Quigley MR, Maroon JC. Laser discectomy: a review [J].

- Spine, 1994, 19(1): 53-56.
12. Turgut M, Sargin H, Onol B, et al. Changes in end-plate vascularity after Nd: YAG laser application to the guinea pig intervertebral disc [J]. Acta Neurochir, 1998, 140 (8): 819-826.
13. Choy DS, Ascher PW, Ranu HS, et al. Percutaneous laser disc decompression. A new therapeutic modality [J]. Spine. 1992, 17(8): 949-956.
14. Choy DS, Altman P. Fall of intradiscal pressure with laser ablation[J]. J Clin Laser Med Surg, 1995, 13(3): 149-151.
15. 齐强, 党耕町, 陈仲强, 等. 经皮激光椎间盘减压术的实验研究[J]. 中华外科杂志, 1993, 31(7): 407-410.
16. Buchelt M, Schlangmann B, Schmolke S, et al. High power Ho:YAG laser ablation of intervertebral discs: effects on ablation rates and temperature profile [J]. Lasers Surg Med, 1995, 16(2): 179-183.
17. Hirohashi T. Effects of holmium(HO)-YAG laser irradiation on rabbit lumbar discs [J]. Kurume Med J, 2000, 47 (1): 73-78.
18. 余庆阳, 杨存瑞, 余浪涛. 腰椎间盘突出与有无症状的影像对照研究[J]. 中国骨伤杂志, 2009, 4(22): 279-282.
19. Gangi A, Dietemann JL, Ide C, et al. Percutaneous laser disk decompression under CT and fluoroscopic guidance: indications, technique, and clinical experience [J]. Radiographics, 1996, 16(1): 89-96.
20. Steiner P, Zweifel K, Botnar R, et al. MR guidance of laser disc decompression: preliminary in vivo experience[J]. Eur Radiol, 1998, 8(4): 592-597.
21. 任龙喜. 经皮激光椎间盘减压术[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008. 63-75.
22. Choy DS. The true story of percutaneous laser disc decompression[J]. J Clin Laser Med Surg, 2001, 19(5): 231-233.
23. 顾瑛. 临床技术操作规范·激光医学分册[M]. 北京: 人民军医出版社, 2010. 15-16.
24. Choi JY, Tanenbaum BS, Milner TE, et al. Thermal, mechanical, optical, and morphologic changes in bovine nucleus pulposus induced by Nd:YAG (lambda=1.32 microm) laser irradiation[J]. Lasers Surg Med, 2001, 28(3): 248-254.
25. Jayasree RS, Gupta AK, Bodhey NK, et al. Effect of 980-nm diode laser and 1064-nm Nd:YAG laser on the intervertebral disc-in vitro and in vivo studies [J]. Photomed Laser Surg, 2009, 27(4): 547-552.
26. Sato M, Ishihara M, Arai T, et al. Use of a new ICG-dye-enhanced diode laser for percutaneous laser disc decompression[J]. Lasers Surg Med, 2001, 29(3): 282-287.
27. 田晓明, 陈五高. 激光热源形成过程的定量描述[J]. 应用激光, 1996, 16(5): 237-238.
28. 陈家壁, 彭润玲. 激光原理及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008. 197-197.
29. 王义清, 王执民, 郭卫平, 等. 经皮激光颈椎间盘髓核消融的实验研究[J]. 中华放射学杂志, 2002, 36(9): 778-780.
30. 杨继庆, 刘鲁伟, 文峻, 等. 激光生物组织热作用的影响因素[J]. 激光杂志, 2005, 26(5): 94-94.
31. Choy DS, Case RB, Fielding W, et al. Percutaneous laser nucleolysis of lumbar disks[J]. N Engl J Med, 1987, 317 (12): 771-772.
- (收稿日期: 2014-03-20 修回日期: 2014-04-30)
(本文编辑 彭向峰)

消息

2014年全国脊柱外科新理念、新进展学习班暨研讨会通知

由北京大学第三医院(简称:北医三院)骨科主办的“2014年全国脊柱外科新理念、新进展学习班暨研讨会”拟定于2014年6月5日~8日在北京远望楼宾馆举办。

北医三院骨科是国内最早开展脊柱外科治疗与研究的学科之一,五十多年来治疗各类脊柱疾患数以百万计,目前年脊柱疾病门、急诊量逾十万人次,年脊柱外科手术五千多例。本次学习班我们将与来自全国各地的同道们共同分享脊柱外科领域的研究成果和临床经验,并着重介绍和交流在脊柱疾病诊断及治疗技术方面的新理念和新进展。会议将以疑难病例讨论、专家点评、手术录像演示及专题演讲等形式就目前脊柱外科难点和热点问题进行深入细致的研讨。

本次会议将设八个专题:上颈椎专题、下颈椎专题、胸椎专题、腰椎专题、脊柱肿瘤专题、脊柱创伤专题、脊柱微创专题、脊柱外科手术合并症专题。针对临床实践、侧重于医学新进展的选题将为各位同仁提供学术交流的平台;在各种观点和理念的碰撞中,让我们一起启迪创新思维,促进脊柱外科的技术进步和事业发展。

会议咨询:北京大学第三医院骨科 北京市海淀区花园北路49号,邮编:100191。联系人:牛晓燕(15611908830),常方圆(15611963393);办公室电话及传真:(010)82267368;E-mail:Puh3_gk@bjmu.edu.cn。