

# 电生理监测<sup>125</sup>I 粒子治疗癌性臂丛神经损伤临床疗效的价值

裴晓路<sup>1</sup> 高贞<sup>1</sup> 宋林敬<sup>2</sup> 底彦<sup>1</sup> 张利娟<sup>1</sup> 刘泽洲<sup>1</sup> 张宏涛<sup>1</sup>

<sup>1</sup>河北省人民医院肿瘤科, 石家庄 050051; <sup>2</sup>河北省人民医院神经内科, 石家庄 050051

通信作者: 张宏涛, Email: hongtaozhangmd@163.com

**【摘要】** 目的 通过神经电生理监测来探讨<sup>125</sup>I 粒子植入术对癌性臂丛神经压迫所致疼痛及运动障碍的临床疗效。方法 回顾性选择 2021 年 1 月至 2023 年 8 月河北省人民医院肿瘤科行<sup>125</sup>I 粒子治疗癌性臂丛神经损伤的 8 例患者(男女各 4 例, 年龄 58~63 岁), 采用疼痛数字评价(NRS)量表及运动功能评定(F-M)量表评估患者的患肢疼痛及运动障碍情况, 应用电生理监测肌皮神经、腋神经、正中神经、尺神经、桡神经感觉及运动支于治疗前及治疗后 3 个月的传导速度。采用配对样本 *t* 检验分析数据。结果 8 例患者均为中重度疼痛(6 例伴运动功能障碍), 术前及术后 3 个月 NRS 评分分别为(5.9±1.0)和(3.3±1.7)分( $t=4.93, P=0.002$ ), F-M 评分分别为(44.8±7.6)和(54.8±5.7)分( $t=-3.52, P=0.017$ )。电生理结果显示, 7 例患者病灶累及臂丛下干, 1 例患者累及臂丛上干。术前及术后 3 个月尺神经运动支传导速度分别为(47.2±2.6)和(59.7±8.2) m/s( $t=-3.17, P=0.034$ ), 感觉支传导速度为(41.8±1.2)和(56.0±5.7) m/s( $t=-5.82, P=0.001$ ), 神经传导速度较术前升高。结论 <sup>125</sup>I 粒子植入术对因臂丛神经受压导致的癌性疼痛及运动障碍具有良好临床疗效, 电生理前后变化可定量监测臂丛神经的感觉及运动功能恢复。

**【关键词】** 臂丛神经病; 肿瘤; 近距离放射疗法; 碘放射性同位素; 神经电生理监测  
基金项目: 河北省卫健委医学科学研究指导性课题(20230369)

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20230913-00047

## Clinical efficacy of electrophysiological monitoring for patients with cancer-induced brachial plexus injury treated with <sup>125</sup>I seeds therapy

Pei Xiaolu<sup>1</sup>, Gao Zhen<sup>1</sup>, Song Linjing<sup>2</sup>, Di Yan<sup>1</sup>, Zhang Lijuan<sup>1</sup>, Liu Zezhou<sup>1</sup>, Zhang Hongtao<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Oncology, Hebei General Hospital, Shijiazhuang 050051, China; <sup>2</sup>Department of Neurology, Hebei General Hospital, Shijiazhuang 050051, China

Corresponding author: Zhang Hongtao, Email: hongtaozhangmd@163.com

**【Abstract】** **Objective** To explore the clinical efficacy of <sup>125</sup>I seeds implantation in treating cancer-induced pain and motor dysfunction caused by brachial plexus compression through neurophysiological monitoring. **Methods** A retrospective study was conducted on 8 patients (4 males, 4 females; age 58–63 years) who underwent <sup>125</sup>I seeds therapy for cancer-induced brachial plexus injury at Hebei Provincial People's Hospital from January 2021 to August 2023. Pain severity was assessed by using the numerical rating scale (NRS) and motor function was evaluated by using the Fugl-Meyer (F-M) assessment. Electrophysiological monitoring was used to assess changes in sensory and motor branch conduction velocity (CV) of the musculocutaneous nerve, axillary nerve, median nerve, ulnar nerve, and radial nerve before and 3 months after treatment. Paired *t*-test was used for data analysis. **Results** All 8 patients had moderate to severe pain (6 had motor dysfunction). The preoperative and postoperative NRS scores were 5.9±1.0 and 3.3±1.7, respectively ( $t=4.93, P=0.002$ ), while F-M scores were 44.8±7.6 and 54.8±5.7, respectively ( $t=-3.52, P=0.017$ ). Electrophysiological results showed that 7 patients had lesion involvement in the lower trunk of the brachial plexus, and 1 patient had involvement in the upper trunk. The preoperative and postoperative motor branch CV of the ulnar nerve was (47.2±2.6) and (59.7±8.2) m/s, respectively ( $t=-3.17, P=0.034$ ), while the sensory branch CV was (41.8±1.2) and (56.0±5.7) m/s, respectively ( $t=-5.82, P=0.001$ ). The nerve CV increased compared to the preoperative ones. **Conclusions** <sup>125</sup>I seeds implantation has good clinical efficacy in treating cancer-related pain and motor dysfunction caused by brachial plexus compression. Changes in electrophysiology can quantitatively monitor the recovery of sensory and motor functions of the brachial plexus.

**【Key words】** Brachial plexus neuropathies; Neoplasms; Brachytherapy; Iodine radioisotopes; Neurophysiological monitoring

**Fund program:** Guiding Project of Medical Science Research of Hebei Provincial Health Commission (20230369)

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20230913-00047

颈部转移瘤或原发性颈部肿物常伴有同侧臂丛神经的损伤。臂丛由 C5~8 及 T1 脊神经前支组成,臂丛神经损伤后上肢感觉运动功能部分甚至完全丧失,患者会出现麻木、疼痛、抬举无力等表现,严重影响生活质量。恶性肿瘤导致的臂丛神经损伤的治疗方式包括局部手术、放疗、姑息止痛药物等<sup>[1]</sup>,临床常采用外放疗缓解症状。然而部分患者接受外放疗后疼痛无明显缓解,口服止痛药物效果亦欠佳。相关报道显示,<sup>125</sup>I 粒子植入是肿瘤相关性疼痛的有效治疗手段<sup>[2]</sup>。本研究对癌性臂丛神经损伤的患者行<sup>125</sup>I 粒子植入治疗,应用神经电生理前后变化定量监测患者肢体的运动及感觉功能,观察患者疼痛及运动障碍缓解情况,为筛选内放疗受益人群及臂丛神经接受近距离照射的耐受剂量提供参考。

## 资料与方法

1. 临床资料。回顾性收集河北省人民医院肿瘤科自 2021 年 1 月至 2023 年 8 月就诊的经 CT、MRI 等影像学检查发现转移性肿瘤压迫臂丛神经并伴有临床疼痛或肢体运动障碍的恶性肿瘤患者。入组标准:(1) 55~64 岁,恶性肿瘤病史,经 CT、MRI 等影像学检查发现肿瘤压迫臂丛神经;(2) 同侧肢体伴有临床疼痛和或肢体运动障碍,疼痛数字评价量表(numerical rating scale, NRS)评分 $\geq 3$ 分和(或)伴运动功能评定(Fugl-Meyer, F-M)量表评分 $\leq 66$ 分;(3) 经神经肌电图检查诊断为臂丛神经损伤;(4) 预期生存期 $\geq 3$ 个月。排除标准:(1) 既往锁骨上区经手术导致的神经功能毁损或放疗导致的臂丛神经损伤;(2) 肩关节周围炎、脊髓损伤等神经系统其他原因导致的上肢疼痛;(3) 合并血液系统、免疫系统疾病;(4) 临床资料不完整或有粒子植入手术禁忌证。本研究经河北省人民医院医学伦理委员会批准(批件编号:2023118),患者均签署知情同意书。共纳入 8 例患者,男女各 4 例,年龄 58~63 岁。

2. 治疗方法。所有患者接受<sup>125</sup>I 粒子植入治疗。术前 1 周扫描增强 CT,将图像传输至治疗计划系统(treatment planning system, TPS;美国 SSGI 公司)制订术前计划,包括测量肿瘤体积及勾画靶区、勾画臂丛神经走行区域,术中在 CT 引导下穿刺,避免粒子植入神经组织,确保粒子布源符合术前计划,实时计划以保障靶区剂量。<sup>125</sup>I 粒子剂量 80~140 Gy,粒子

活度 18.5~25.9 MBq(北京智博高科生物技术有限公司)。患者治疗前、治疗后 3 个月均行神经电生理检查(美国凯威 SIERR Summit 型肌电诱发电位仪),室温 26~28 °C,患者充分暴露患肢。患侧运动神经记录部位:患侧正中神经-拇短展肌、尺神经-小指展肌、桡神经-伸指肌、肌皮神经-肱二头肌、腋神经-三角肌;感觉神经记录部位:患侧正中神经-指 III、尺神经-指 V、桡神经-手背桡侧。分别记录以上神经传导速度(conduction velocity, CV)、波幅。

3. 随访及评价指标。随访方式采用患者定期返院复查增强 CT(术后 3 个月)和每月电话随访。临床症状及电生理评价指标:(1) 疼痛及活动障碍缓解情况。应用 NRS 评分(0~10 分;分值越高,疼痛越重)、F-M 评分(0~66 分;分值越低,上肢运动功能障碍越严重)评估粒子植入术后 3 个月的疼痛及活动障碍缓解情况。NRS 及 F-M 总分改变 50%以上为显著,变化 20%及以上为有效,总分变化 $<20\%$ 为无效。治疗有效包括显著及有效。(2) 肌电图。电生理检测内容包括肌皮神经、腋神经、正中神经、尺神经、桡神经感觉及运动支,共 64 支。正常值参考《简明肌电图学手册》<sup>[3]</sup>。测定指标中有 1 项低于临界值或引不出波形则判定为异常。

4. 统计学处理。采用 IBM SPSS 23.0 软件进行统计学处理。符合正态分布的定量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,对于累及支数 $\geq 5$ 者,组间比较采用配对样本 *t* 检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

1. 临床资料及粒子植入情况。8 例均为恶性肿瘤晚期综合治疗后患者,其中肺癌 5 例,乳腺癌、鼻咽癌及宫颈癌各 1 例。7 例病灶累及臂丛下干,1 例鼻咽癌转移病灶累及上干。所有患者按术前治疗计划完成<sup>125</sup>I 粒子植入手术。无围手术期死亡,无严重术后并发症,均未出现疼痛或肢体运动障碍加重情况。术后随访 3~25 个月,资料完整。

2. 疼痛及运动缓解情况分析。8 例患者均为中重度疼痛,治疗前疼痛 NRS 评分为(5.9 $\pm$ 1.0)分,治疗后为(3.3 $\pm$ 1.7)分( $t=4.93, P=0.002$ ), NRS 评分平均下降 2.6 分,粒子植入术后 7 例疼痛缓解。疼痛伴运动功能下降患者 6 例,治疗前 F-M 评分为(44.8 $\pm$ 7.6)分,治疗后为(54.8 $\pm$ 5.7)分( $t=-3.52, P=0.017$ ),

F-M 评分平均升高 10.0 分,5 例患者术后运动障碍缓解。1 例患者疼痛及运动障碍情况均未缓解。8 例患者疼痛病程为 0.4~4.3 个月,平均 2.6 个月;开始缓解时间为 12~56 h,平均 31.7 h;至缓解程度最大的时间为 77~179 h,平均 114.1 h。6 例患者运动障碍病程为 0.3~1.2 个月,平均 0.7 个月;开始缓解时间为 5~10 h,平均 8.0 h;至缓解程度最大的时间为 43~79 h,平均 61.0 h。典型患者术前及术后 3 个月 CT 图像见图 1。

3.肌电图结果分析。8 例患者 64 支神经中,22 支存在 CV 异常或波幅改变,其中感觉神经 12 支(正中神经、尺神经、桡神经各为 3、7、2 支)、运动神经 10 支(肌皮神经、腋神经、正中神经、尺神经各为 2、2、1、5 支)。粒子植入术后 3 个月感觉神经及运动神经的 CV 及波幅改变见表 1。尺神经运动支、感觉支术后 CV 均较术前明显增加( $t$  值: -3.17、-5.82,  $P$  值: 0.034、0.001)。尺神经运动支及感觉支波幅手术前后无明显变化( $t$  值: -0.30、-1.78,  $P$  值: 0.792、0.126)。

讨 论

肿瘤引起的臂丛神经损伤通常是来自转移性病灶的压迫,乳腺癌和肺癌是最常见的主要来源<sup>[4]</sup>。臂丛神经损伤临床症状包括疼痛、感觉异常、麻木和无力等,严重影响患者生活质量,其中疼痛是促使患者就诊的主要原因。大多晚期恶性肿瘤患者选择保守治疗,药物镇痛疗效确切,但不宜长期应用。<sup>125</sup>I

粒子植入可有效缓解肿瘤引起的中重度疼痛<sup>[5]</sup>,但关于粒子植入前后神经电生理变化的研究少见。神经电生理是定位神经损伤位置、评估周围神经系统功能变化的重要手段。本研究对癌性臂丛神经受侵的患者于<sup>125</sup>I 粒子植入前后进行电生理检查,通过神经电生理变化观察臂丛神经的 CV 及波幅的改变,发现术后神经 CV 较术前明显增加,提示<sup>125</sup>I 粒子植入术能够解除神经压迫症状,为临床缓解癌性疼痛及运动功能障碍提供了新的有效治疗方法。

<sup>125</sup>I 粒子植入通过局部肿瘤灭活,减轻神经受压,使疼痛及运动障碍得到不同程度缓解。朱丽红等<sup>[6]</sup>将<sup>125</sup>I 粒子植入技术应用于治疗转移及复发性骨肿瘤,疼痛完全缓解率达 82%,止痛有效率为 92%,70% 的患者疗后行走能力改善或恢复正常。辛玉晶等<sup>[7]</sup>采用经腹超声引导下<sup>125</sup>I 粒子腹腔神经节植入术,患者的疼痛评分由平均 7.56 分降至 3.36 分。在吴立兵等<sup>[8]</sup>及靳妍霞等<sup>[9]</sup>的研究中,患者植入<sup>125</sup>I 粒子后疼痛均有明显缓解。本研究 8 例疼痛患者 NRS 评分较前平均下降 2.6 分,6 例运动功能障碍患者 F-M 评分平均升高 10.0 分。8 例患者疼痛平均缓解时间为 31.7 h,至缓解程度最大平均时间为 114.1 h。其中 1 例患者术后第 2 天患肢抬举无力症状明显缓解,疼痛亦轻度缓解,术后第 5 天疼痛明显缓解。这表明,<sup>125</sup>I 粒子植入治疗可迅速且显著地缓解患者疼痛。患者 3 个月后复查 CT 图像前后对比发现肿瘤明

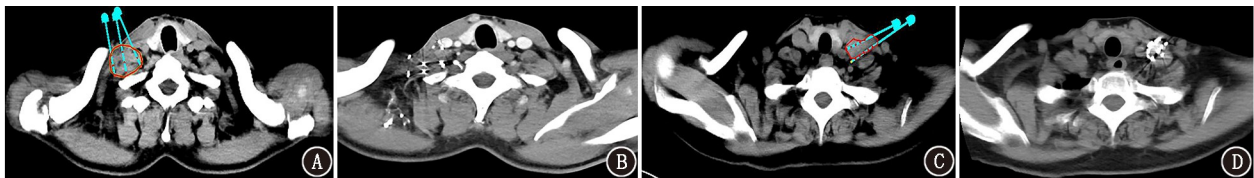


图 1 不同病变患者<sup>125</sup>I 粒子植入前与植入后 3 个月 CT 图像(蓝色示术前计划设计中<sup>125</sup>I 粒子植入针道方向,红色圆圈示肿瘤区域)。A,B.患者男,59 岁,低分化鼻咽癌。粒子活度 18.5 MBq,植入剂量 100 Gy,术前肿瘤最大径约 3.4 cm(A),术后复查右侧颈部转移淋巴结最大径 1.2 cm(B); C,D.患者男,58 岁,右肺鳞状细胞癌。粒子活度 18.5 MBq,植入剂量 120 Gy,术前肿瘤最大径约 3.5 cm(C),术后复查肿瘤最大径约 0.7 cm(D)

表 1 8 例患者运动及感觉神经传导速度(CV)及波幅在<sup>125</sup>I 粒子植入治疗前后的变化( $\bar{x} \pm s$ )

类别	神经	累及支数	治疗前		治疗后	
			CV(m/s)	波幅(mV)	CV(m/s)	波幅(mV)
运动神经	肌皮神经	2	-	3.1 与 4.2	-	5.2 与 7.1
	腋神经	2	-	4.2 与 3.3	-	9.9 与 6.7
	正中神经	1	49.2	6.2	58.3	8.2
感觉神经	尺神经	5	47.2±2.6	5.4±1.1	59.7±8.2 <sup>a</sup>	6.0±4.2
	正中神经	3	44.5±4.9	8.8±0.8	58.0±2.5	8.4±1.2
	尺神经	7	41.8±1.2	6.1±2.8	56.0±5.7 <sup>a</sup>	8.2±2.8
	桡神经	2	54.7 与 56.2	6.8 与 9.9	52.3 与 63.9	5.9 与 12.7

注: <sup>a</sup> $P < 0.05$ ; 部分样本量较少,指标仅列出原始数据,未行统计分析;-为无对应数据



显缩小,疗效佳(图 1A,1B)。另有 1 例患者在粒子植入术后疼痛同样明显缓解,局部疗效佳(图 1C,1D)。本研究内照射剂量为 80~140 Gy,8 例患者在随访期间均未出现疼痛及肢体活动障碍加重情况。

神经电生理能帮助确定臂丛神经的解剖定位及判定损伤程度。既往研究显示,肿瘤相关性转移可累及臂丛任何部位,但下干由于靠近腋窝淋巴结和肺上沟,通常被先累及<sup>[10]</sup>。C8~T1 臂丛神经损伤上肢肌电图通常表现为正中神经及尺神经感觉神经动作电势的传导减慢<sup>[4]</sup>。本研究 8 例患者中有 7 例患者的肿瘤侵及臂丛下干,多数为尺神经的感觉支及运动支受累,与上述研究基本一致。粒子植入术后尺神经运动支 CV 较前增加 12.5 m/s,感觉支增加 14.2 m/s。在 22 支受累神经中,多数发生神经脱髓鞘样改变,少部分发生神经脱髓鞘合并轴索变性。神经脱髓鞘的神经功能恢复时间较短,而发生轴索变性者恢复时间较长,其中波幅下降大于 50% 患者神经功能难以恢复。8 例患者中有 1 例肌电图提示波幅下降明显,粒子植入后疼痛与运动障碍无明显缓解。这提示,神经电生理的传导结果或有助于筛选内照射放疗受益患者人群。但目前肿瘤相关性神经电生理改变研究较少,仍需进一步探索。

本研究存在一定的局限性。(1)本研究为小样本、回顾性观察性研究,目前缺乏大样本、随访时间较长的前瞻性研究;(2)大多数病例为肺癌,肿瘤的异质性未进行分层分析;(3)尽管结果显示经<sup>125</sup>I 粒子治疗后,患者疼痛控制及运动障碍有显著改善,电生理变化也表明了神经恢复情况,但随访时间较短。因此还需要进一步的长期前瞻性研究加以验证。

综上,<sup>125</sup>I 粒子治疗对因臂丛神经受压导致的癌性疼痛及运动障碍的患者具有良好临床疗效,电生理前后变化可定量监测臂丛神经的感觉及运动功能恢复,为筛选潜在内照射治疗获益人群提供参考。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 裴晓路:研究实施、论文撰写、数据整理、统计学分析;高贞、底彦、刘泽洲:数据整理、统计学分析;宋林敬、张利娟:研究实施;张宏涛:研究指导、论文修改

## 参 考 文 献

- [1] 刘长松,杜春雨,朱熙铭,等.臂丛神经及其周围肿瘤治疗进展[J].中国现代手术学杂志,2019,23(6):464-468. DOI:10.16260/j.cnki.1009-2188.2019.06.015.
- Liu CS, Du CY, Zhu XM, et al. Treatment progress of brachial plexus area tumors[J]. Chin J Mod Oper Surg, 2019, 23(6):464-468. DOI:10.16260/j.cnki.1009-2188.2019.06.015.
- [2] 孙飞虎,王卫东,范晨,等.锥形束 CT 引导<sup>125</sup>I 粒子植入治疗脊

椎附件溶骨性转移瘤的应用价值[J].中华核医学与分子影像杂志,2023,43(8):496-498. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20220726-00241.

Sun FH, Wang WD, Fan C, et al. Application value of cone beam CT-guided <sup>125</sup>I seed implantation in the treatment of spinal adnexal osteolytic metastases[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2023, 43(8):496-498. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20220726-00241.

[3] 崔丽英.简明肌电图学手册[M].北京:科学出版社,2006:184-198. Cui LY. Concise electromyography handbook[M]. Beijing: Science Press, 2006:184-198.

[4] 冯新红,武剑.非创伤性臂丛神经损伤的临床识别[J].中华医学杂志,2020,100(45):3643-3645. DOI:10.3760/cma.j.cn112137-20200404-01081.

Feng XH, Wu J. Clinical identification of non-traumatic brachial plexus injury[J]. Natl Med J China, 2020, 100(45):3643-3645. DOI:10.3760/cma.j.cn112137-20200404-01081.

[5] 纪立秋,郝珊瑚,王治国,等. CT 引导下<sup>125</sup>I 粒子联合<sup>89</sup>SrCl<sub>2</sub> 缓解前列腺癌骨转移患者外照射失败后疼痛的临床价值[J]. 中华核医学与分子影像杂志,2023,43(10):604-608. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20220704-00207.

Ji LQ, Hao SH, Wang ZG, et al. Clinical value of CT-guided <sup>125</sup>I seeds combining with <sup>89</sup>SrCl<sub>2</sub> in relieving pain of patients with bone metastases from prostate cancer after failure of external irradiation[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2023, 43(10):604-608. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20220704-00207.

[6] 朱丽红,王俊杰,袁惠书,等.转移及复发性骨肿瘤的放射性<sup>125</sup>I 粒子植入治疗初探[J].中华放射肿瘤学杂志,2006,15(5):407-410. DOI:10.3760/j.issn:1004-4221.2006.05.012.

Zhu LH, Wang JJ, Yuan HS, et al. Interstitial <sup>125</sup>I seed implantation in the treatment of metastatic and recurrent bone neoplasms[J]. Chin J Radiat Oncol, 2006, 15(5):407-410. DOI:10.3760/j.issn:1004-4221.2006.05.012.

[7] 辛玉晶,陈毅,王亚楠,等.超声引导<sup>125</sup>I 粒子腹腔神经节植入术治疗进展期胰腺癌疼痛的疗效分析[J].中华介入放射学电子杂志,2020,8(1):38-43. DOI:10.3877/cma.j.issn.2095-5782.2020.01.009.

Xin YJ, Chen Y, Wang YN, et al. Clinical analysis of ultrasound-guided celiac ganglion irradiation with <sup>125</sup>I seeds for pain control in local advanced pancreatic carcinoma[J]. Chin J Inter Rad (Electronic Edition), 2020, 8(1):38-43. DOI:10.3877/cma.j.issn.2095-5782.2020.01.009.

[8] 吴立兵,刘刚,刘晶晶.放射性<sup>125</sup>I 粒子植入治疗中重度癌性疼痛的临床疗效观察[J].海南医学,2016,27(3):398-400. DOI:10.3969/j.issn.1003-6350.2016.03.019.

Wu LB, Liu G, Liu JJ. Clinical efficacy of radioactive <sup>125</sup>I seed implantation in the treatment of moderate and severe cancer pain[J]. Hainan Med J, 2016, 27(3):398-400. DOI:10.3969/j.issn.1003-6350.2016.03.019.

[9] 靳妍霞,赵军峰,刘娟,等.<sup>125</sup>I 粒子组织间永久种植对中晚期肿瘤疼痛的临床效果评价[J].中外医疗,2015,(3):38-39,41. DOI:10.3969/j.issn.1674-0742.2015.03.018.

Jin YX, Zhao JF, Liu J, et al. Clinical effect evaluation of <sup>125</sup>I particle interstitial implantation on pain in intermediated and advanced tumors[J]. China Foreign Medical Treatment, 2015, (3):38-39, 41. DOI:10.3969/j.issn.1674-0742.2015.03.018.

[10] Partanen VS, Nikkanen TA. Electromyography in the estimation of nerve lesions after surgical and radiation therapy for breast cancer[J]. Strahlentherapie, 1978, 154(7):489-494.

(收稿日期:2023-09-13)