

·临床研究·

## 半月神经节联合射频治疗三叉神经痛的临床研究\*

李玄英<sup>1</sup> 倪家骧<sup>1,2</sup> 杨立强<sup>1</sup> 武百山<sup>1</sup> 何明伟<sup>1</sup> 张秀双<sup>1</sup> 马玲<sup>1</sup>

### 摘要

**目的:**观察CT引导下半月神经节脉冲射频联合连续射频治疗三叉神经痛的临床效果。

**方法:**90例原发性三叉神经痛患者随机分为对照组(CRF组,单纯采用75℃连续射频进行治疗,N=45)和联合射频组(采用42℃脉冲射频和75℃连续射频进行治疗,CRF+PRF组,N=45),比较治疗前、治疗后1d、3d、7d、3个月、6个月、1年、2年的视觉模拟评分(VAS)、疼痛缓解率,以及治疗前、治疗后3个月、6个月、1年、2年的生存质量评分(QOL)、麻木评分和并发症发生率。

**结果:**治疗后两组患者的VAS评分均较治疗前明显降低( $P<0.05$ ),随访2年两种方法治疗的有效率均达100%( $P>0.05$ );治疗后7d联合射频组的VAS显著低于CRF组( $P<0.05$ ),但治疗后2年联合射频组的VAS评分较对照组明显增高( $P<0.05$ );治疗后2年联合射频组的麻木发生率和麻木评分均较对照组明显降低( $P<0.05$ )。

**结论:**半月神经节脉冲射频联合连续射频可有效缓解三叉神经痛,尽管短期疗效超过了连续射频,但长期疗效低于连续射频,并发症的发生率明显低于连续射频。

**关键词** 半月神经节;脉冲射频;连续射频;三叉神经痛

中图分类号:R745.1 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2011)-03-0240-05

**The efficacy of gasserian ganglion combined radiofrequency treatment on trigeminal neuralgia/LI Xuanying, NI Jiaxiang, YANG Liqiang, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine,2011,26(3): 240—244**

### Abstract

**Objective:**To investigate the efficacy of CT-guided gasserian ganglion pulsed radiofrequency combined with continuous radiofrequency treatment on trigeminal neuralgia.

**Method:**Ninety patients diagnosed as idiopathic trigeminal neuralgia were randomly divided into control group (CRF group, treated with 75℃ continuous radiofrequency only, N=45) and study group (CRF+PRF group, treated with 42℃ pulsed radiofrequency and 75℃ continuous radiofrequency, N=45). Assessments of visual analogue scale (VAS) and pain remission rate were administered before and 1d, 3d, 7d, 3 months, 6 months, 1 year and 2 years after the treatment. Patient's quality of life(QOL) was assessed by EQ-5D questionair, numbness score and the incidence of other complications were assessed before and 3 months, 6 months, 1 year and 2 years after the treatment.

**Result:**After the treatment, VAS scores of both groups decreased significantly compared to those before treatment ( $P<0.05$ ). During 2-year follow-up, the effective rates of two methods both achieved 100% ( $P>0.05$ ). VAS in CRF + PRF group was significantly lower at 7-day follow-up ( $P<0.05$ ), but was significantly higher at 1-year follow-up, when compared with CRF group ( $P<0.05$ ). At 2-year follow-up, the incidence and score of numbness in CRF + PRF group were significantly lower than those in control group( $P<0.05$ ).

**Conclusion:**Gasserian ganglion pulsed radiofrequency combined with continuous radiofrequency treatment can effectively relieve trigeminal neuralgia. Despite the long-term efficacy of combined radiofrequency treatment is not bet-

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2011.03.009

\*基金项目:首都医学发展科研基金(2005-2049)

1 首都医科大学附属宣武医院,北京,100053; 2 通讯作者

作者简介:李玄英,女,主治医师,博士; 收稿日期:2010-04-13

ter than pure continuous radiofrequency treatment, but the incidence of complications is significantly lower than that in CRF group.

**Author's address** Department of Pain Medicine, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing, 100053

**Key word** gasserian ganglion; pulsed radiofrequency; continuous radiofrequency; trigeminal neuralgia

原发性三叉神经痛(idiopathic trigeminal neuralgia, ITN)是累及面部局限于三叉神经分布区的反复发作阵发性的剧烈疼痛,是一种常见的神经病理性疼痛疾病,由于病因尚不明确,治疗极其困难。近年来,随着科技的发展,在影像学引导和神经电生理学定位下的经皮穿刺半月神经节射频热凝术由于镇痛确切、操作简便、费用低廉等优点,得到了广泛的临床应用。然而,作为神经毁损性手段,射频热凝术在镇痛的同时,仍然难以完全避免对神经的过度损伤和对邻近组织的热破坏,一些患者出现长期的面部麻木,少数患者还可出现咀嚼无力和角膜麻痹。20世纪90年代,人们提出一种不产生热毁损效应的脉冲射频(pulsed radiofrequency, PRF)治疗方法,并将其试验性用于三叉神经痛的治疗。然而,尽管Zundert等<sup>[1-2]</sup>报道了脉冲射频缓解三叉神经痛的一些成功病例,但Erdine等<sup>[3]</sup>随后进行的随机双盲对照研究却证实脉冲射频对于三叉神经痛的疗效并不优于传统射频治疗。本研究采用随机对照方法,将半月神经节脉冲射频与传统的连续射频(continuous

radiofrequency, CRF)联合用于治疗三叉神经痛,旨在观察两种射频方法联用是否可以在降低副作用的同时,提高连续射频的治疗效果。

## 1 对象与方法

### 1.1 仪器设备

Cosman RFG-1A型射频仪和Cosman直射射频套管针(长10cm,作用针尖5mm),Cosman Medical公司,美国。

### 1.2 病例选择和分组

选取2006—2008年来首都医科大学宣武医院疼痛科就诊、符合入选标准的患者90例,按照随机数字表随机分为2组:CRF组45例,采用半月神经节连续射频进行治疗;PRF+CRF组45例,采用半月神经节连续射频+脉冲射频进行治疗。

两组患者的性别、年龄、病变部位(左/右)、病程、治疗前视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)、治疗前生存质量(quality of life, QOL)评分差异均无显著性(表1,  $P>0.05$ )。

表1 两组患者治疗前的情况比较

( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别       | 性别 |    | 部位 |    | 年龄(年)     | 病程(月)     | VASBL     | QOLBL     |
|----------|----|----|----|----|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          | 男  | 女  | 左  | 右  |           |           |           |           |
| CRF组     | 19 | 26 | 18 | 27 | 62.1±10.2 | 94.4±66.5 | 7.90±1.37 | 28.9±6.11 |
| CRF+PRF组 | 18 | 27 | 18 | 27 | 60.9±10.4 | 95.2±97.7 | 8.18±1.34 | 28.0±6.25 |

入选标准:临床确诊的以第2、3支病变为主的原发性三叉神经痛;经药物治疗 $\geq 3$ 月疼痛不能完全缓解;神经外科手术无效、复发或不愿接受手术治疗;VAS $\geq 6$ 分的患者。

排除标准:心肺功能衰竭;凝血功能障碍;精神疾病;血压和血糖控制不稳定;继发性三叉神经痛;不愿接受射频治疗的患者。

### 1.3 诊断标准

根据国际头痛学会分类委员会确定的原发性三叉神经痛的诊断标准(ICHD-II)<sup>[4]</sup>:①每次持续数秒至2min内的阵发性疼痛,累及三叉神经的一个或多个分支,并且满足②和③者;②疼痛至少具有以下

一个特征:a.剧烈的、尖锐的、表浅的或针刺样疼痛;b.自触发点突然发生,或因触发因素引起;③疼痛发作具有个体特异性;④无神经系统损害的临床证据;⑤排除其他引起面部疼痛的疾患。

### 1.4 治疗方法

所有患者术前常规禁饮食,术前30min肌注阿托品0.5mg。患者入CT室后,连接多功能监护仪,监测心电图、血压、血氧饱和度。患者仰卧,头稍后仰。CT扫描确认卵圆孔的位置,选择经皮穿刺进入卵圆孔的最佳路径,标定皮肤穿刺点。患者微张口,清醒镇静麻醉下,采用射频穿刺针沿预定穿刺路径刺入卵圆孔。经CT扫描进一步验证穿刺针位置后,

采用50Hz神经电刺激诱发患者的异感,略微调整针尖的位置,使得在刺激电压为0.1—0.5V仍可诱发出受累区域皮肤的麻刺感,然后采用2Hz, ≥2V的刺激诱发出受累区域的肌肉颤搐。

在静脉全身麻醉下,CRF组患者接受75℃连续射频治疗共5次,每次120s。PRF+CRF组患者接受3次75℃连续射频(每次120s)和10min 42℃脉冲射频治疗。

### 1.5 观察指标和随访时间

①疼痛评分:采用VAS评分法,对患者未服用药物时的疼痛情况进行评分,0分为无痛,10分为最难以忍受的疼痛;记录治疗前(BL)、治疗后1d、3d、7d、3月、6月、1年、2年的VAS分值。②生存质量QOL评分:采用EQ-5D生存质量评分量表进行测评,满分100分,0分为最低分;记录时间:治疗前、治疗后3月、6月、1年、2年。③疗效评价:痊愈:疼痛完全消失;有效:疼痛缓解25%以上;无效:疼痛缓解不足25%。④麻木评分:请患者对治疗后的面部麻木程度进行评分,10分为最难以忍受的麻木,0分为无麻木。记录时间:治疗前、治疗后7d、3个月、6个月、1年、2年。⑤并发症的发生率:记录治疗后2年

时面部麻木、咀嚼乏力、听力下降、角膜麻痹等的发生率。

### 1.6 统计学分析

所有数据采用SPSS11.5统计软件进行处理,计数资料采用 $\chi^2$ 检验,组内比较采用配对t检验,组间比较采用单因素方差分析(ANOVA); $P<0.05$ 为差异有显著性。

## 2 结果

### 2.1 两组患者观察期疼痛评分的比较

治疗后两组患者的VAS评分均较治疗前明显降低( $P<0.01$ ),以治疗后7d的VAS降低最为明显(表2, $P<0.001$ );组间相比,CRF+PRF组在治疗后7d的VAS评分较对照组明显降低( $P<0.05$ ),而在治疗后2年的VAS评分较对照组明显升高( $P<0.05$ ),但仍明显低于治疗前水平;其余时间点测量的VAS评分,在两组间无显著性差异( $P>0.05$ )。

### 2.2 两组患者观察期QOL评分的比较

两组患者治疗后QOL评分均较治疗前明显升高( $P<0.01$ ),但两组之间各时间点的QOL评分没有明显差异( $P>0.05$ )(表3)。

表2 两组患者观察期疼痛评分的比较

( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别      | 治疗前         | 1d                       | 3d                       | 7d                       | 3个月                      | 6个月                      | 1年                       | 2年                        |
|---------|-------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| CRF     | 7.90 ± 1.37 | 0.25 ± 0.73 <sup>①</sup> | 0.07 ± 0.37 <sup>①</sup> | 0.36 ± 0.74 <sup>①</sup> | 0.35 ± 1.18 <sup>①</sup> | 0.40 ± 0.99 <sup>①</sup> | 0.20 ± 0.65 <sup>①</sup> | 0.35 ± 1.86 <sup>①</sup>  |
| CRF+PRF | 8.18 ± 1.34 | 0.50 ± 1.00 <sup>①</sup> | 0.10 ± 0.31 <sup>①</sup> | 0 <sup>①②</sup>          | 0.10 ± 0.31 <sup>①</sup> | 0.43 ± 1.20 <sup>①</sup> | 0.43 ± 1.20 <sup>①</sup> | 1.78 ± 1.39 <sup>①②</sup> |

①与治疗前比较 $P<0.05$ ;②与CRF组比较 $P<0.05$

表3 两组患者观察期QOL评分的比较

( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别      | 治疗前         | 3个月                      | 6个月                      | 1年                      | 2年                       |
|---------|-------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| CRF     | 28.9 ± 6.11 | 84.6 ± 12.5 <sup>①</sup> | 88.8 ± 11.7 <sup>①</sup> | 92.6 ± 8.2 <sup>①</sup> | 87.9 ± 16.0 <sup>①</sup> |
| CRF+PRF | 28.0 ± 6.25 | 84.4 ± 20.0 <sup>①</sup> | 88.5 ± 10.2 <sup>①</sup> | 90.4 ± 6.6 <sup>①</sup> | 84.4 ± 14.2 <sup>①</sup> |

①与治疗前相比 $P<0.05$

### 2.3 两组患者治疗后麻木情况的比较

两组患者治疗前均无面部麻木症状,治疗后出现不同程度面部麻木,两组患者治疗后7d的麻木评分达到组内的最高值[CRF组(5.40 ± 1.64)分;CRF+PRF组(5.34 ± 2.25)分];随着时间延长,两组患者的麻木程度均有所下降,从治疗后3月开始,麻木评分较治疗后7d明显降低( $P<0.05$ );而CRF+PRF组的下降幅度较CRF组相对较大,治疗后2年时,CRF+PRF组的麻木评分明显低于CRF组( $P<0.05$ );两组间其余时间点测定的麻木评分无显著性差异( $P>0.05$ )(表4)。

### 2.4 疗效评价

治疗后7d,全部患者的疼痛缓解均在25%以上,总有效率达100%,两组无显著性差异( $P>0.05$ );其中,CRF组疼痛完全缓解率为82.2%,CRF+PRF组的疼痛完全缓解率为95.6%,在疼痛的完全缓解率上两组具有显著性差异( $P<0.05$ )。治疗后2年,两组的总有效率仍为100%,但疼痛的完全缓解率有所降低,CRF组为77.8%,CRF+PRF组为57.8%,两组的疼痛完全缓解率有显著性差异( $P<0.05$ )。在其他时间点评估的总有效率亦为100%,两组的疼痛完全缓解率无显著性差异( $P>0.05$ )(表5)。

### 2.5 并发症发生率

治疗后7d的麻木发生率,CRF组达97.8%,CRF+PRF组为95.6%,两组患者的麻木发生率无明显差异( $P>0.05$ )。随着时间延长,麻木的发生率逐

渐降低,至治疗后2年时,CRF组麻木发生率降低至24.4%,CRF+PRF组降低至8.9%,后者明显低于前者( $P<0.05$ )。

治疗后2年随访时,个别患者出现轻度咀嚼乏

力、听力下降和角膜麻痹,发生率在两组间无显著差异( $P>0.05$ )(表6),对患者的生存质量未造成严重影响;两组均未发生颅内血肿、感染以及其他严重并发症。

表4 两组患者治疗后麻木评分的比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别       | 治疗前 | 7d                       | 3个月                       | 6个月                       | 1年                        | 2年                         |
|----------|-----|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| CRF组     | 0   | 5.40 ± 1.64 <sup>①</sup> | 4.71 ± 2.01 <sup>①②</sup> | 3.32 ± 1.42 <sup>①②</sup> | 2.28 ± 1.35 <sup>①②</sup> | 2.04 ± 1.22 <sup>①②</sup>  |
| CRF+PRF组 | 0   | 5.47 ± 2.12 <sup>①</sup> | 4.62 ± 1.96 <sup>①②</sup> | 3.03 ± 1.95 <sup>①②</sup> | 1.80 ± 1.30 <sup>①②</sup> | 0.58 ± 0.76 <sup>①②③</sup> |

①与治疗前相比 $P<0.05$ ;②与治疗7d相比 $P<0.05$ ;③组间相比 $P<0.05$

表5 两组患者疼痛完全缓解率的比较

| 组别       | 7d |                   | 3个月 |      | 6个月 |      | 1年 |      | 2年 |                   |
|----------|----|-------------------|-----|------|-----|------|----|------|----|-------------------|
|          | 例  | %                 | 例   | %    | 例   | %    | 例  | %    | 例  | %                 |
| CRF组     | 37 | 82.2              | 40  | 88.9 | 41  | 91.1 | 38 | 84.4 | 35 | 77.8              |
| CRF+PRF组 | 43 | 95.6 <sup>①</sup> | 38  | 84.4 | 39  | 86.7 | 35 | 77.8 | 26 | 57.8 <sup>①</sup> |

①与CRF组相比 $P<0.05$

表6 治疗后2年并发症的发生情况

| 组别       | 麻木 |                  | 咀嚼乏力 |     | 听力下降 |     | 角膜麻痹 |     |
|----------|----|------------------|------|-----|------|-----|------|-----|
|          | 例  | %                | 例    | %   | 例    | %   | 例    | %   |
| CRF组     | 11 | 24.4             | 1    | 2.2 | 2    | 4.4 | 1    | 2.2 |
| CRF+PRF组 | 4  | 8.9 <sup>①</sup> | 2    | 4.4 | 1    | 2.2 | 0    | 0   |

①与CRF组相比 $P<0.05$

### 3 讨论

三叉神经痛中约95%为原发性三叉神经痛,由于病因不明确,至今尚无一种十分理想的治疗方法。经皮卵圆孔穿刺半月神经节射频热凝术,由于定位准确,毁损温度可控制,被认为是保守治疗失败时最有效的治疗方法<sup>[5-6]</sup>。其主要通过热毁损传递痛觉的细神经纤维(A $\delta$ 和C类纤维)来达到镇痛目的。但是,传统射频热凝术仍难以避免对神经和组织的过度破坏,从而产生长久的感觉和运动功能障碍<sup>[7]</sup>。

脉冲射频的治疗原理是采用高频率(500kHz)和超高密度( $2 \times 10^4 \text{A/m}^2$ )的脉冲电流作用于神经纤维,利用强电场对神经冲动和细胞活动产生干扰,达到神经调节和镇痛作用<sup>[8]</sup>。由于其最高温度不超过42℃,不会对神经及其周围组织产生不可逆损伤,几乎不产生任何副作用<sup>[9-10]</sup>。1998年Sluijter首先报道了PRF对背根神经节(DRG)的临床效应<sup>[11]</sup>。后来,Cohen等<sup>[12]</sup>比较了DRG脉冲射频、肋间神经脉冲射频和药物对胸部手术后胸痛的治疗效果,显示DRG脉冲射频治疗后疼痛平均缓解时间为4.74月,肋间神经脉冲射频后疼痛平均缓解2.87月。Abejon等<sup>[13]</sup>研究证实,DRG脉冲射频对椎间盘突出和椎管狭窄引起的神经根痛的疗效明显优于下背部手术失败综合征(FBSS),DRG脉冲射频对FBSS基本无效。Navani等<sup>[14]</sup>采用枕大神经脉冲射频(42℃,4min)治疗1例43年左枕部疼痛病史的患者,治疗后患者的疼痛有70%的缓解,并且疗效持续了大约4月。Hagiwara

等<sup>[15]</sup>采用37℃和42℃脉冲射频,以及42℃连续射频对佐剂诱发的炎性痛大鼠坐骨神经进行处理,发现37℃和42℃脉冲射频的镇痛作用明显高于42℃连续射频和假治疗组,而且这种镇痛作用可以被鞘内应用的育亨宾( $\alpha_2$ 受体拮抗剂)、二甲基麦角碱(非选择性5-HT<sub>1</sub>和5-HT<sub>2</sub>受体拮抗剂)和MDL-72222(5-HT<sub>3</sub>受体选择性拮抗剂)所减弱,说明肾上腺素和血清素系统参与了脉冲射频的镇痛作用。然而,在Kroll等<sup>[16]</sup>的随机双盲临床试验中,治疗后3个月随访的结果证明腰神经后支连续射频可明显改善患者的疼痛,但脉冲射频的疗效不明显。

近年来,脉冲射频被试验性用于三叉神经痛的治疗。Zundert等<sup>[1]</sup>对5例ITN患者实施了脉冲射频治疗,并对其疗效进行了10—26个月的随访,其中2例在大约1年的随访中疼痛仍达到完全缓解,3例患者的疼痛短暂缓解后复发。Erdine等<sup>[3]</sup>采用随机对照方法,比较了连续射频和脉冲射频治疗原发性三叉神经痛的效果,发现脉冲射频治疗的20例患者中仅2例治疗后疼痛减轻,而且疗效只持续了3月。

尽管各文献报道的疗效并不一致,但几乎所有文献都证明脉冲射频副作用轻微,而且基础实验也证实其不会对组织造成严重损伤。Erdine等<sup>[10]</sup>观察了脉冲射频(42℃,120s)和连续射频(67℃,60s)对兔DRG细胞形态的影响,电镜下发现连续射频后DRG细胞浆内出现了数量众多的空泡,而且存在线粒体变性和核膜内陷等细胞功能不稳定的表现,而在脉冲射频后的神经节细胞仅有轻微的空泡增多,

未出现细胞功能不稳定的表现。Hamann等<sup>[17]</sup>发现,轴突切断后ATF3阳性DRG神经元数量增加与细胞大小无关,但对DRG实施PRF后,ATF3主要表达于中、小型神经元,认为PRF可选择性作用于小直径的C纤维和A $\delta$ 纤维。考虑到脉冲射频可能是通过强电场发挥作用,Erdine等<sup>[18]</sup>研究了脉冲射频电场对传入神经的作用,治疗后10d电镜观察神经的超微结构变化,发现线粒体膜和形态异常,微丝和微管分解和破坏,而且这种改变主要发生于C纤维。Cahana等<sup>[19]</sup>在离体海马细胞实验中发现,PRF可一过性降低突触后电位的兴奋性,而且这种改变很快恢复,而连续射频对突触传递的抑制更持久。这些研究表明,PRF的破坏性较连续射频小,即使是<45℃的连续射频。

尽管,脉冲射频的副作用轻微,但Erdine等<sup>[3]</sup>的随机对照研究中仅2例患者疼痛短暂缓解,而在我们预试验中单纯采用半月神经节脉冲射频的疗效亦不尽人意(预试验5例患者均在治疗后7d内疼痛复发),因此,本研究未将单纯脉冲射频治疗归为一组。本研究将脉冲射频与传统的连续射频相结合,试图在保证镇痛疗效的前提下,减少连续射频对神经组织的过度损伤。纳入本研究的90例患者,经单纯连续射频或两种射频联合治疗后,随访2年,均达到程度不等的疼痛缓解,总有效率100%,两组患者的生存质量明显提高。联合射频组的疼痛完全缓解率在治疗后7d明显高于对照组,但在治疗后2年却明显低于对照组,表明两种射频方法联用在短期内疗效超过了单纯连续射频,但长期疗效不如连续射频;治疗后2年随访的麻木发生率和麻木程度,联合射频组明显低于对照组,但轻微的咀嚼无力、听力下降、角膜麻痹等在两组间无明显差异,说明两种射频方法联合在一定程度上减少了并发症的发生。

本研究的结果表明,向半月神经节实施连续射频联合脉冲射频治疗,同单纯连续射频相比,均可有效治疗三叉神经痛,但两种射频方法联合应用的短期疗效优于单纯连续射频,其对神经的损伤较单纯连续射频易于恢复。然而,两种方法联合应用究竟是单纯的相加作用还是存在协同作用,在细胞水平究竟产生了何种影响,尚需进一步研究。

## 参考文献

- [1] Van Zundert J, Brabant S, Van de Kelft E, et al. Pulsed radiofrequency treatment of the Gasserian ganglion in patients with idiopathic trigeminal neuralgia[J]. Pain, 2003, 104 (3): 449—452.
- [2] Castro M, Vila S, Canovas L, et al. Pulsed radiofrequency: an effective alternative for the treatment of idiopathic trigeminal neuralgia[J]. Eur J Pain, 2006, 10 (S1): S136.
- [3] Erdine S, Ozyalcin NS, Cimen A, et al. Comparison of pulsed radiofrequency with conventional radiofrequency in the treatment of idiopathic trigeminal neuralgia[J]. Eur J Pain, 2007, 11 (3): 309—313.
- [4] International Headache Society. The International Classification of Headache Disorders, 2nd Edition. [http://ihs-classification.org/en/02\\_klassifikation/04\\_teil3/13.01.01\\_facialpain.html](http://ihs-classification.org/en/02_klassifikation/04_teil3/13.01.01_facialpain.html).
- [5] Kanpolat Y, Savas A, Bekar A, et al. Percutaneous controlled radiofrequency trigeminal rhizotomy for the treatment of idiopathic trigeminal neuralgia: 25-year experience with 1600 patients[J]. Neurosurgery, 2001, 48(3): 524—534.
- [6] 李文钧, 李建亭. 射频温控热凝术治疗原发性三叉神经痛的疗效观察[J]. 中国康复医学杂志, 2008, 23 (7): 642.
- [7] Broggi G, Ferroli P, Franzini A. Treatment strategy for trigeminal neuralgia: a thirty years experience[J]. Neurol Sci, 2008, 29(suppl 1): S79—82.
- [8] Bogduk N. Pulsed radiofrequency[J]. Pain Med, 2006, 7(5): 396—407.
- [9] Cohen SP, Foster A. Pulsed radiofrequency as a treatment for groin pain and orchialgia[J]. Urology, 2003, 61(3): 645.
- [10] Erdine S, Yucler A, Cimen A, et al. Effects of pulsed versus conventional radiofrequency current on rabbit dorsal root ganglion morphology[J]. Eur J Pain, 2005, 9(3): 251—256.
- [11] Sluiter ME, Cosman ER, Rittman WB III, et al. The effects of pulsed radiofrequency field applied to the dorsal root ganglion—A preliminary report[J]. Pain Clinic, 1998, 11(2): 109—117.
- [12] Cohen SP, Sireci A, Wu CL, et al. Pulsed radiofrequency of the dorsal root ganglia is superior to pharmacotherapy or pulsed radiofrequency of the intercostal nerve in the treatment of chronic postsurgical thoracic pain[J]. Pain Physician, 2006, 9(3): 227—235.
- [13] Abejon D, Garcia-del-Valle S, Fuentes ML, et al. Pulsed radiofrequency in lumbar radicular pain: clinical effects in various etiological groups[J]. Pain Pract, 2007, 7(1): 21—26.
- [14] Navani A, Mahajan G, Kreis P, et al. A case of pulsed radiofrequency lesioning for occipital neuralgia[J]. Pain Med, 2006, 7(5): 453—456.
- [15] Hagiwara S, Iwasaka H, Takeshima N, et al. Mechanisms of analgesic action of pulsed radiofrequency on adjuvant-induced pain in the rat: roles of descending adrenergic and serotonergic systems[J]. Eur J Pain, 2009, 13(3): 249—252.
- [16] Kroll HR, Kim D, Danic MJ, et al. A randomized, double-blind, prospective study comparing the efficacy of continuous versus pulsed radiofrequency in the treatment of lumbar facet syndrome[J]. J Clin Anesth, 2008, 20(7): 534—537.
- [17] Hamann W, Abou-Sherif S, Thompson S, et al. Pulsed radiofrequency applied to dorsal root ganglia causes a selective increase in ATF3 in small neurons[J]. Eur J Pain, 2006, 10 (2): 171—176.
- [18] Erdine S, Bilir A, Cosman ER, et al. Ultrastructural changes in axons following exposure to pulsed radiofrequency fields[J]. Pain Pract. 2009, 9(6): 407—417.
- [19] Cahana A, Vutskits L, Muller D. Acute differential modulation of synaptic transmission and cell survival during exposure to pulsed and continuous radiofrequency energy[J]. J Pain, 2003, 4(4): 197—202.