

背根神经节脉冲射频联合干扰素治疗 带状疱疹后神经痛 *

南静静 刘立伟 薛朝霞[△]

(山西医科大学第一医院疼痛科, 太原 030001)

摘要 目的: 观察背根神经节脉冲射频联合干扰素治疗带状疱疹后神经痛的临床疗效。**方法:** 选择2022年3月至2023年6月在山西医科大学第一医院疼痛科就诊的因颈、胸、腰段带状疱疹后神经痛入院接受治疗的78例病人, 采用随机数字表法随机分为联合治疗组和对照组, 每组39例。两组均在CT引导下背根神经节脉冲射频治疗, 联合治疗组在射频结束后沿穿刺针注射的药物配方中加用重组人干扰素 α -2b (interferon α -2b, IFN α -2b), 对照组除在药物配方中未加用IFN α -2b外, 其余药物与联合治疗组相同。于治疗前及治疗后1、2、4、12周评估病人视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 评分、匹兹堡睡眠质量指数 (Pittsburgh sleep quality index, PSQI), 并在治疗后第12周进行疼痛缓解程度评估; 于治疗前及治疗后1、4周摄取病变部位皮肤的红外热成像图, 并分析病变部位与正常部位皮肤的温度差。**结果:** 与治疗前相比, 两组病人在治疗后各时间点的VAS及PSQI评分均降低, 且联合治疗组评分显著低于对照组 ($P < 0.05$); 治疗后1、4周红外热成像图的患侧与健侧温差变小, 且联合治疗组温差低于对照组 ($P < 0.05$); 联合治疗组的疼痛缓解率高于对照组。两组病人均未出现严重不良反应。**结论:** 背根神经节脉冲射频联合IFN α -2b治疗带状疱疹后神经痛, 在减轻疼痛、改善睡眠、提高疼痛缓解率方面均显著优于单纯脉冲射频治疗, 且未发生严重不良反应。该联合方案是一种疗效更优且安全的治疗选择。

关键词 脉冲射频; 带状疱疹后神经痛; 干扰素

The efficacy of dorsal root ganglion pulsed radio frequency combined with interferon in the treatment of postherpetic neuralgia *

NAN Jing-jing, LIU Li-wei, XUE Zhao-xia[△]

(Department of Pain Medicine, First Hospital of Shanxi Medical University Taiyuan in Shanxi Province, Taiyuan 030001, China)

Abstract Objective: To observe the clinical effect of pulsed radiofrequency combined with interferon in dorsal root ganglia for the treatment of postherpetic neuralgia. **Methods:** A total of 78 patients were selected who were admitted for treatment due to postherpetic neuralgia in the neck, chest and lumbar segments in the First Hospital of Shanxi Medical University from March 2022 to June 2023. The subjects were divided into combined treatment group and control group by random number table method, with 39 cases in each group. Recombinant human interferon α -2b (IFN α -2b) was added into the drug formulation injected along the puncture needle after the radiofrequency in combined treatment group, and control group was the same as combined treatment group except for IFN α -2b, which was not added to the drug formulation. Before treatment and at 1, 2, 4 and 12 weeks after treatment, patients were assessed by visual analogue scale (VAS) scores, Pittsburgh sleep quality index (PSQI) scores, and pain relief was assessed at 12 weeks after treatment. Infrared thermography of the skin at the lesion site was taken before treatment and at 1 to 4 weeks after treatment, and the temperature difference between the lesion and the normal skin was analyzed. **Results:** Compared with that before treatment, the VAS and PSQI scores of the two groups decreased at each time point after treatment, and the score of combined treatment

* 基金项目: 山西省卫生健康委员会科研课题 (2020091)

[△] 通信作者 薛朝霞 13653689983@163.com



group was significantly lower than that of control group. The temperature difference between the affected side and the healthy side was smaller in infrared thermography at 1 and 4 weeks after treatment, and the temperature difference of combined treatment group was lower than that of control group. The pain relief rate of combined treatment group was higher than that of control group. There were no serious adverse reactions in either group.

Conclusion: Pulse radio frequency of dorsal root ganglion combined with recombinant human IFN α -2b in the treatment of postherpetic neuralgia significantly outperforms pulse radio frequency alone in terms of pain relief, sleep improvement and pain remission rate, without any serious adverse reactions. This combined treatment plan is a more effective and safe therapeutic option.

Keywords pulse radiation frequency; postherpetic neuralgia; interferon

带状疱疹后神经痛 (postherpetic neuralgia, PHN) 是带状疱疹最常见的严重并发症, 定义为皮疹愈合后疼痛持续时间超过 1 个月的疼痛^[1], 其疼痛剧烈、性质多样, 病人常伴有焦虑抑郁情绪, 社会活动能力丧失, 生活质量明显下降^[2]。PHN 是带状疱疹严重的并发症, 且发病率随病人年龄的增加而增加, 70 岁以上的带状疱疹病人 PHN 的发生率高达 75%^[3], 因此, 早期预防、及时干预对减少 PHN 的发生尤为关键。药物治疗存在疗效局限、不良反应较多等问题^[4]。近年来, 针对背根神经节的靶向治疗成为 PHN 管理的突破方向^[5], 通过脉冲射频 (pulsed radiofrequency, PRF) 调控 DRG 已被证实是缓解 PHN 较为有效的方法, 且安全可靠, 同时也是预防 PHN 发生的方法之一^[6]。既往研究表明, 在椎旁区域注射干扰素取得较好疗效, 为 PHN 的治疗提供了新思路^[7]。本研究创新性地将重组人干扰素 α -2b (interferon α -2b, IFN α -2b) 精准注射至 DRG 周围区域, 联合 PRF 技术开展对照研究, 旨在评估联合疗法对比常规 PRF 的疗效差异, 并探究其作用机制, 以期优化临床实践提供循证依据。

方 法

1. 一般资料

本研究通过山西医科大学第一医院医学伦理委员会审核 (伦理批号 [2021] 伦审字 K027 号), 病人及家属均签署书面知情同意书。并于中国临床试验注册中心申请 (注册号: ChiCTR2100048686)。选择 2022 年 3 月至 2023 年 6 月就诊于我院疼痛科的颈、胸或腰段神经节受累的 PHN 病人共 78 例。采用随机数字表法随机分为联合干扰素治疗组 (联合治疗组) 和对照组, 每组 39 例。

纳入标准: ①符合 PHN 诊断标准, 且病变区域位于颈、胸或腰段脊神经节段; ②视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 评分 ≥ 4 分; ③病程

在 1 个月至 24 个月之间; ④在接受我科治疗前未接受相关有创治疗; ⑤年龄在 45~85 岁之间。

排除标准: ①患有心、脑、肝、肾等重要脏器严重病变无法耐受微创手术; ②免疫功能缺陷; ③精神疾患或其他原因无法正确进行疼痛评分或不能客观描述症状; ④对本次研究药物过敏; ⑤存在结核、肿瘤等严重疾病; ⑥凝血功能障碍或服用抗凝药物; ⑦全身感染或穿刺部位感染; ⑧存在其他引起疼痛疾病的病人。

2. 方法

两组病人均接受基础药物治疗联合 CT 引导下背根神经节 PRF 治疗。药物治疗: 口服甲钴胺片 500 μ g, 每日 3 次; 加巴喷丁胶囊 0.3 g, 每日 3 次。背根神经节 PRF 治疗: 根据病人既往疱疹区域、疼痛部位, 结合查体时感觉减退及过敏区域确定拟行背根神经节 PRF 节段 (受累及相邻节段, 共 3 个)。病人侧卧或俯卧于治疗床, 应用 CT 扫描确定目标椎间孔, 并在体表标记定位点、旁开距离、进针深度及角度, 取专用射频穿刺针按设计路径穿刺至椎间孔, CT 证实针尖位置位于椎间孔上 1/3, 拔除射频针针芯并置入专用射频电极, 用频率 2 Hz、电压 0.3~0.5 V, 诱发相应节段脊神经分布皮区的肌颤动或跳动感; 接着再用频率 50 Hz、电压 0.3~0.5 V, 诱发相应节段脊神经分布皮区的疼痛或麻木, 证实针尖位置邻近背根神经节, 开始脉冲射频治疗, 温度 42 $^{\circ}$ C、脉宽 30 ms, 频率 3 Hz, 脉冲持续时间 8 min。结束后拔除射频电极, 退针约 2 mm (确保针尖位于椎间孔内或紧邻椎间孔外侧的硬膜外腔), 通过穿刺针注射 0.5 ml 碘海醇造影剂, 行 CT 扫描确认。理想的造影剂分布表现为沿目标神经根走行区域 (椎间孔及椎间孔外神经根路径) 弥散, 且明确无扩散至蛛网膜下腔的现象。确认造影剂分布满意后, 注射治疗药物 (两组注射药物不同), 药物随造影剂指示的路径分布于目标神经根周围区域 (椎间孔及邻近硬膜外腔)。拔出射频针, 术毕按压穿

刺点, 无菌敷料覆盖, 观察 15 min 无异常后结束手术 (见图 1)。

注射药物配方: 联合治疗组: 2% 利多卡因注射液 (石药银湖制药有限公司) 30 mg、IFN α -2b (安徽安科生物工程股份有限公司) 300 U、注射用甲泼尼龙琥珀酸钠 (重庆华邦制药有限公司) 40 mg, 加 0.9% 氯化钠注射液 (石家庄四药有限公司) 稀释至每节段 3 ml。对照组: 药物配方中未加用 IFN α -2b, 其余药物与联合治疗组相同。

3. 样本量计算方法

样本量计算参考 Fei 等^[8]研究报告的预期效应量 (Cohen's $d = 0.55$, 属中等效应量)。使用 G*Power 3.1.9.7 软件进行独立样本双侧 t 检验分析 ($\alpha = 0.05$, 检验功效 = 0.80), 计算得出每组至少需要 34 例。考虑到约 15% 的预期失访率 (脱落率), 将每组的最终目标样本量设定为 39 例。

4. 观察指标及评价标准

(1) 疼痛评估: 采用 VAS 评分在病人治疗前和治疗后 1、2、4、12 周进行疼痛评估。VAS 评分标准: 0 为无痛, 10 为剧烈疼痛。并在治疗后第 12 周进行疼痛缓解程度的评估, 疼痛缓解程度的评估标准分为 4 个级别: 疼痛完全缓解 (疼痛缓解 $\geq 75\%$)、疼痛部分缓解 ($50\% \leq$ 疼痛缓解 $< 75\%$)、疼痛轻度缓解 ($25\% \leq$ 疼痛缓解 $< 50\%$) 和无缓解 (疼痛缓解 $< 25\%$)^[9]。

(2) 睡眠质量评估: 采用匹兹堡睡眠质量指数 (Pittsburgh sleep quality index, PSQI) 评价病人治疗前和治疗后 1、2、4、12 周的睡眠质量情况。包括 7 个因素, 总分范围为 0~21 分, 得分越高, 表示睡眠质量越差。

(3) 红外热成像图^[10]: 红外热成像仪扫描并生成病人受累区域以及相对应健侧区域皮肤的红外热成像图。病人于检查前 2 小时禁饮食并安静休息。检查室保持恒定温度 24℃, 无空气对流, 湿度保持 50%~70%, 脱去相应部位衣物并暴露皮肤, 切忌手或周围物体接触患区, 拍摄所需部位的热图并保存。红外热成像图通过不同颜色反映局部温度^[11]: 热区为赤色, 温区为黄色, 凉区为绿色, 冷区为蓝色, 超冷区为黑色。对所拍摄的红外热成像图可以进行选定区域平均温度的测量, 分别测量受累区域与对应健侧区域皮肤的平均温度, 计算并记录病变区域的健患侧温差值 ΔT , 温度升高用 $+\Delta T$ 表示, 温度下降用 $-\Delta T$ 表示。记录两组病人治疗前及治疗后 1、4 周的红外热成像图健患侧的温差值 ΔT 。

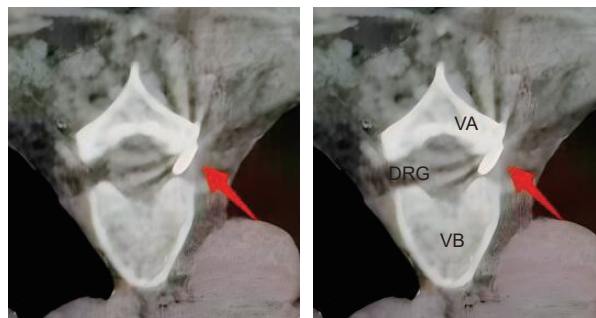


图 1 CT 引导下胸段背根神经节脉冲射频穿刺影像
红色箭头所示为射频针靶点位置, 射频针尖位于 DRG 处

VB: 椎体; VA: 椎弓; DRG: 背根神经节

Fig. 1 CT-guided imaging for pulsed radiofrequency puncture of the thoracic dorsal root ganglion

The red arrow indicates the position of the radiofrequency needle target point, the radiofrequency needle tip is located at DRG.

VB: Vertebral body; VA: Vertebral arch; DRG: Dorsal root ganglion

VAS 和 PSQI 评分、疼痛缓解程度、红外热成像图健患侧温差值 ΔT 均由病人本人和同一名医师进行双盲试验并负责完成。

5. 统计学分析

采用卡方检验进行分类资料组间差异比较; 定量资料采用均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm SD$) 表示, 病人年龄、病程、治疗前评分用 Mann-Whitney U 检验, 治疗前后 VAS 和 PSQI 评分、温差值 ΔT 采用重复测量方差分析。以上统计分析均由 SPSS 25.0 软件包完成, 所有 P 值均基于双侧检验, 检验水准 α 为 0.05, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 两组病人一般资料比较

联合治疗组: 男 19 例, 女 20 例; 年龄 47~85 岁, 平均 (67.5 ± 10.2) 岁; 颈、胸、腰段神经节受累的分别为 9 例、22 例、8 例; 病程中位数为 7.1 月; 治疗前 VAS 平均为 (6.9 ± 1.7) 分; 治疗前 PSQI 平均为 (14.4 ± 3.2) 分; 治疗前红外热成像图的健患侧温差 ΔT 为 $(0.6 \pm 0.1)^\circ\text{C}$ 。

对照组: 男 22 例, 女 17 例; 年龄 48~85 岁, 平均 (67.4 ± 9.6) 岁; 颈、胸、腰段神经节受累的分别为 10 例、21 例、8 例; 病程中位数为 7.3 月; 治疗前 VAS 平均为 (6.7 ± 1.5) 分; 治疗前 PSQI 平均为 (13.6 ± 2.9) 分; 治疗前红外热成像图的健患侧温差 ΔT 为 $(0.6 \pm 0.1)^\circ\text{C}$ 。



两组病人的年龄、性别、病程、带状疱疹受累神经节段及治疗前 VAS 和 PSQI 评分、红外热成像图健患侧温差 ΔT 等一般资料比较差异均无统计学意义（见表 1）。

2. 两组病人 VAS 和 PSQI 评分比较

治疗前两组病人的 VAS 和 PSQI 评分基线值无显著差异。治疗后动态评估显示，两组在治疗后 1、2、4、12 周的 VAS 和 PSQI 评分均较基线显著下降 ($P < 0.05$)，且联合治疗组各时间点评分均显著优于对照组 ($P < 0.05$ ，见表 2)。结果表明，采用 DRG 靶向干扰素注射联合 PRF 技术，其疼痛缓解与睡眠改善效果均显著优于传统 PRF 技术。

3. 两组病人疼痛缓解程度比较

本研究对两组病人进行为期 12 周的长期随访显示，联合治疗组获得完全缓解 25 例（应答率 64.1%），显著高于对照组的 13 例（应答率 33.3%）；而部分缓解病例数则呈现相反趋势（联合治疗组 13 例，对照组 22 例）。卡方分析证实两组病人缓解程度分布存在显著差异 ($P < 0.05$ ，见表 3)。该结果表明，采用背根神经节靶向干扰素注射联合 PRF 技术，其疼痛缓解程度显著优于传统 PRF 技术。

4. 两组病人红外热成像图的健患侧温差 ΔT 比较
本研究通过红外热成像图定量评估发现，治疗前两组健患侧温差 ΔT 基线值差异无统计学意义。介入治疗后动态监测显示：两组治疗后 1、4 周的红外热成像图的健患侧温差 ΔT 较基线显著减小，且联合治疗组病人的健患侧温差 ΔT 均显著低于对照组 ($P < 0.05$ ，见表 4)。结果表明，采用 DRG 靶向干扰素注射联合 PRF 技术，PHN 病人健患侧温差 ΔT 减小的幅度优于传统 PRF 技术。

讨 论

PHN 作为神经病理性疼痛的典型代表，其病理机制涉及外周-中枢敏化、神经源性炎症及传入神经去支配等多重因素^[11]。流行病学数据显示，我国 PHN 发病率达 2.3%，约 29.8% 的带状疱疹病人会进展为 PHN，且 30%~50% 病例疼痛持续超过 1 年^[12,13]。45% PHN 病人常伴焦虑抑郁、睡眠障碍及生活质量显著下降，形成“疼痛-负性情绪-疼痛加重”的恶性循环。

当前 PHN 治疗呈现多模态特征，从传统药物

表 1 两组一般资料比较 ($n = 39$, $\bar{x} \pm SD$)

Table 1 Comparison of baseline data between combined treatment group and control group ($n = 39$, $\bar{x} \pm SD$)

基线资料 Baseline information	联合治疗组 Combined treatment group	对照组 Control group	P
年龄（岁）Age (Years)	67.5±10.2	67.4±9.6	0.892
性别（男/女）Gender (Male/Female)	19/20	22/17	
病程（月）Duration of disease (Month)	7.1±4.0	7.3±3.1	0.442
发病部位（%）Disease site (%)			
颈段 Cervical segments	9 (23.1)	10 (25.6)	
胸段 Thoracic segments	22 (56.4)	21 (53.8)	
腰段 Lumbar segments	8 (20.5)	8 (20.5)	
治疗前 VAS（分）VAS before treatment (Points)	6.9±1.7	6.7±1.5	0.733
治疗前 PSQI（分）PSQI before treatment (Points)	14.4±3.2	13.6±2.9	0.245
治疗前 ΔT (°C) ΔT before treatment (°C)	0.6±0.1	0.6±0.1	0.729

表 2 两组治疗前后 VAS 和 PSQI 评分比较 ($n = 39$, $\bar{x} \pm SD$)

Table 2 Comparison of VAS and PSQI score before and after treatment between two groups ($n = 39$, $\bar{x} \pm SD$)

时间 Time	VAS 评分 (VAS score)		PSQI 评分 (PSQI score)	
	联合治疗组 Combined treatment group	对照组 Control group	联合治疗组 Combined treatment group	对照组 Control group
治疗前 Before treatment	6.9±1.7	6.7±1.5	14.4±3.2	13.6±2.9
治疗后 1 周 1 week after treatment	2.3±0.9 ^{*#}	3.3±1.0 [*]	5.6±1.1 ^{*#}	7.0±2.0 [*]
治疗后 2 周 2 weeks after treatment	2.0±0.9 ^{*#}	2.6±0.9 [*]	3.9±0.9 ^{*#}	5.1±1.3 [*]
治疗后 4 周 4 weeks after treatment	1.7±0.9 ^{*#}	2.3±1.0 [*]	3.2±1.1 ^{*#}	4.3±0.9 [*]
治疗后 12 周 12 weeks after treatment	1.5±1.3 ^{*#}	2.2±0.9 [*]	2.6±1.3 ^{*#}	4.1±0.8 [*]

* $P < 0.05$ ，与治疗前相比；[#] $P < 0.05$ ，与对照组相比；* $P < 0.05$ ，compared with before treatment；[#] $P < 0.05$ ，compared with Control group.

表 3 两组治疗后 12 周疼痛缓解程度比较
Table 3 Comparison of pain relief 12 weeks after treatment between two groups

分组 Group	完全缓解 <i>n</i> (%) Complete remission	部分缓解 <i>n</i> (%) Partial remission	轻度缓解 <i>n</i> (%) Mild remission
联合治疗组 Combined treatment group (<i>n</i> = 39)	25 (64.1)*	13 (33.3)*	1 (2.6)*
对照组 Control group (<i>n</i> = 39)	13 (33.3)	22 (56.4)	4 (10.2)

**P* < 0.05, 与对照组相比; **P* < 0.05, compared with Control group.

表 4 两组治疗前后红外热像图的健患侧温差 Δ*T* 比较 (*n* = 39, $\bar{x} \pm SD$)
Table 4 Comparison of temperature difference Δ*T* of healthy and affected side in infrared thermogram before and after treatment between two groups (*n* = 39, $\bar{x} \pm SD$)

组别 Group	治疗前 Before treatment	治疗后 (周) After treatment (Weeks)	
		1	4
联合治疗组 Combined treatment group	0.6 ± 0.1	0.3 ± 0.1*#	0.2 ± 0.1*#
对照组 Control group	0.6 ± 0.1	0.4 ± 0.1*	0.3 ± 0.1*

**P* < 0.05, 与治疗前相比; #*P* < 0.05, 与对照组相比; **P* < 0.05, compared with before treatment; #*P* < 0.05, compared with Control group.

治疗到介入技术不断迭代。背根神经节 PRF 因其独特作用机制备受关注^[14-16]：①通过 42℃ 电场调节电压门控离子通道，选择性抑制 Aδ 纤维、C 纤维异常放电；②下调脊髓背角 TRPV1 表达，抑制小胶质细胞活化；③逆转中枢敏化进程。然而临床实践中仍有 23%~30% 病人对单纯 PRF 治疗反应不佳^[17]，提示需要探索增效策略。

本研究创新性采用背根神经节 PRF 联合 IFN α-2b 靶向注射，采用 CT 三维重建确定穿刺路径，既可以精准控制针尖与背根神经节距离，确保药物弥散覆盖背根神经节；又可以保证操作的安全性。结果显示联合治疗组的病人在 VAS 评分、PSQI 评分及红外热成像图健患侧温差值 Δ*T* 均显著优于对照组。长期随访至治疗后 12 周，联合治疗组病人完全缓解率达 64.1%，显著高于对照组，提示联合治疗可能改变 PHN 自然病程。其协同效应可能包括以下几方面：① PRF 调控背根神经节电生理活动，IFN α-2b 通过局部作用形成解剖层面的双重干预；② IFN α-2b 可激活脊髓 μ 阿片受体，与 PRF 诱导的内源性镇痛物质（如 β-内啡肽）产生药效叠加^[18,19]。动物实验证实 IFN α-2b 能持续降低脑脊液谷氨酸浓度，还可以激活脊髓和背根神经节中 G 蛋白偶联 μ 受体^[20]，与 PRF 的即时镇痛形成时序互补。

红外热成像技术可以作为 PHN 病人临床疗效评价的客观评判工具^[10]。研究发现^[10,21] PHN 病人受累区域红外热成像主要表现为相对高温现象，即一定程度的炎症、充血状态，反映出神经源性炎症仍然明显，而背根神经节 PRF 使存在温度依赖性伤害感受器的兴奋性降低，治疗后躯体病变部的位温度下降^[21,22]，与本研究结果一致。且本研究中，将

IFN α-2b 靶点注射至背根神经节周围，其受损区域皮肤温度逐渐接近于健侧，进一步可以证明病人病变区域呈逐渐恢复正常的趋势，其机理尚待进一步研究。

综上所述，本研究证实背根神经节 PRF 联合 IFN α-2b 靶向注射治疗 PHN 具有显著的临床优势。12 周随访数据显示，联合治疗组在疼痛缓解幅度及睡眠质量改善率方面均显著优于对照组，提示该治疗方案可突破 PHN 慢性化进程。其作用机制可能涉及“电生理调控（背根神经节 PRF）-药理学干预（IFN α-2b）”双重作用路径实现协同效应。本研究创新构建的“主观量表（VAS/PSQI 评分）-客观影像（红外热成像 Δ*T*）”多维评估体系显示，治疗后患侧与健侧皮肤温差 Δ*T* 减小，为 PHN 疗效评价提供了可量化的客观依据。

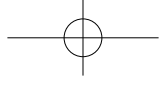
尽管本研究有望为 PHN 的治疗提供新的思路，但仍存在一些尚未解决的问题。该方案在不同年龄、病程和严重程度病人中的疗效和安全性仍需通过多中心、大样本的前瞻性研究进行验证。

利益冲突声明：作者声明本文无利益冲突。

参 考 文 献

[1] 中华医学会皮肤性病学分会，中国康复医学会皮肤病康复专业委员会，中国中西医结合学会皮肤性病学分会，等. 老年带状疱疹诊疗专家共识 [J]. 中华皮肤科杂志, 2023, 56(2):97-104.

[2] 中国医师协会皮肤科医师分会带状疱疹专家共识工作组，国家皮肤与免疫疾病临床医学研究中心. 中国带状疱疹诊疗专家共识（2022 版）[J]. 中华皮肤科杂志, 2022, 55(12):1033-1040.



- [3] 申洁, 吴跃申, 水润英, 等. 老年带状疱疹后遗神经痛的危险因素研究 [J]. 老年医学与保健, 2016, 22(1): 48-51.
- [4] Tang J, Zhang Y, Liu C, *et al.* Therapeutic strategies for postherpetic neuralgia: mechanisms, treatments, and perspectives[J]. *Curr Pain Headache Rep*, 2023, 27(9):307-319.
- [5] Berta T, Qadri Y, Tan PH, *et al.* Targeting dorsal root ganglia and primary sensory neurons for the treatment of chronic pain [J]. *Expert Opin Ther Tarets*, 2017, 21(7):695-703.
- [6] Chang MC. Efficacy of pulsed radio frequency stimulation in patients with peripheral neuropathic pain: a narrative Review[J]. *Pain Physician*, 2018, 21(3):E225-E234.
- [7] 王虹桥, 薛朝霞. 干扰素 α 用于椎旁神经阻滞治疗带状疱疹后神经痛的临床疗效 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2020, 26(3):191-195.
- [8] Fei Y, Huang B, Deng J, *et al.* Efficacy of dorsal root ganglion pulsed radiofrequency combined with paravertebral injection of recombinant human interferon- $\alpha 2b$ in herpetic neuralgia[J]. *J Pain Res*, 2021, 14:711-719.
- [9] 朱彤, 陶高见, 李静, 等. 三叉神经半月节阻滞与三叉神经干阻滞治疗急性带状疱疹性三叉神经痛的疗效对比 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2011, 17(12):764-765.
- [10] 高翔宇, 陈泽豪, 李陈广, 等. 红外热成像技术在带状疱疹疾病中的研究进展 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2024, 30(9):691-696.
- [11] 吴松斌, 杨少敏, 黄佳彬, 等. 带状疱疹后神经痛动物模型及其机制研究新进展 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2023, 29(2):84-91.
- [12] Thompson RR, Kong CL, Porco TC, *et al.* Herpes zoster and postherpetic neuralgia: changing incidence rates from 1994 to 2018 in the united states[J]. *Clin Infect Dis*, 2021, 73(9):e3210-e3217.
- [13] Muñoz-Quiles C, López-Lacort M, Díez-Domingo J, *et al.* Herpes zoster risk and burden of disease in immunocompromised populations: a population-based study using health system integrated databases, 2009-2014[J]. *BMC Infect Dis*, 2020, 20(1):905.
- [14] Ding Y, Li H, Zhu Y. Transforaminal epidural steroid injection combined with pulsed radio- frequency on spinal nerve root for the treatment of lumbar disc herniation[J]. *J Pain Res*, 2018, 11:1531-1539.
- [15] 徐雪汝, 林星武, 傅少雄, 等. 脉冲射频背根神经节对CCI模型大鼠脊髓中 Iba1 和 TRPV1 表达的影响 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2018, 24(11):823-829.
- [16] Vallejo R, Tilley DM, Williams J, *et al.* Pulsed radio-frequency modulates pain regulatory gene expression along the nociceptive pathway[J]. *Pain Physician*, 2013, 16:E601-E613.
- [17] Wan C, Dong DS, Song T. High-Voltage, Long-Duration pulsed radio frequency on gasserian ganglion improves acute/subacute zoster-related trigeminal neuralgia:a randomized, double-blinded, controlled trial[J]. *Pain Physician*, 2019, 22(4):361-368.
- [18] Lee JK, Park SH, Sim YB, *et al.* Interaction of supraspinally administered interferon- α with opioid system in the production of antinociception[J]. *Arch Pharm Res*, 2010, 33(7):1059-1063.
- [19] 郭耀耀, 薛朝霞, 南静静. 干扰素 $\alpha 2b$ 用于椎旁神经阻滞预防带状疱疹后神经痛的疗效评价 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2015, 21(11):830-833, 839.
- [20] Guo Y, Xue Z, Yang B, *et al.* Effects of intrathecally administered interferon α on chronic constriction injury model rats' mechanical pain threshold and G protein expression in the spinal cord[J]. *Folia Neuropathol*, 2023, 61(1):97-104.
- [21] 康淮. 红外热成像技术在脉冲射频治疗带状疱疹后神经痛临床疗效评估中的应用 [D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2019.
- [22] 高雅, 王秋石. 红外热成像及抑郁量表用于评价带状疱疹后神经痛治疗效果的作用分析 [J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2018, 39(9):841-845.