

doi:10.3969/j.issn.1006-9852.2024.08.009

• 科研简报 •

Force CT 引导下双针脉冲射频治疗原发性
舌咽神经痛疗效观察 *黄贵敏¹ 曹宏^{2△} 刘晓林³(1 包头医学院中心临床医学院, 包头 014040; 包头市中心医院²疼痛科; ³影像科, 包头 014040)

舌咽神经痛是一种罕见的疾病, 发病率极低(0.2/10,000~0.7/10,000)^[1], 大多是由咀嚼、吞咽、说话、咳嗽、打哈欠、突然转头或触摸外耳区等诱因导致的舌咽和迷走神经支配区的阵发性放电样剧痛, 可放射至眼睛、鼻子、下巴及肩部。疼痛性质常为单侧突发的剧烈尖锐疼痛, 有时像雷击一样, 常伴有灼热感^[2]。舌咽神经是第九对颅神经, 起始于延髓, 出颈静脉孔后位于茎突后方, 直至下行到颈部 C₁ 横突水平, 进入茎突后内侧, 因而茎突可作为寻找舌咽神经的重要定位标志^[3]。尽管舌咽神经痛已有多种治疗方法, 但病人仍面临疼痛反复、治疗效果不佳的问题。随着微创介入手术的发展, 射频治疗逐渐成为治疗原发性舌咽神经痛的主要方法。当前, 国内外文献对 CT 引导下射频治疗原发性舌咽神经痛有所报道, 但多集中于单针穿刺技术^[1,2]。尽管单针技术能够定位神经, 但多次扫描和定位增加了病人的辐射暴露。Force CT 作为一种新型的扫描技术^[4], 具有快速、低辐射剂量、高清晰度的特点^[5], 但其在双针脉冲射频治疗中的应用尚未被深入探讨。本研究采用 Force CT 引导下的双针脉冲射频技术治疗原发性舌咽神经痛。与传统的单针技术相比, 双针技术能够更快、更准确地找到舌咽神经, 减少病人的辐射暴露。同时, 脉冲射频相较于传统的射频热凝, 能够更好地保护神经纤维结构和功能的完整性。通过这一创新技术, 期望能够为原发性舌咽神经痛病人提供更安全、有效的治疗方案, 并为未来的治疗提供有力的理论依据和实践经验。

方 法

1. 一般资料

本研究遵循《赫尔辛基宣言》所要求的伦理原

则和相关规定^[6], 并通过包头市中心医院医学伦理委员会审核[伦理批号 KYLL2021(伦)007号]。在与病人及其家属签署知情同意后, 选取 2022 年 1 月至 2023 年 11 月期间在包头市中心医院疼痛科接受治疗的原发性舌咽神经痛病人共 20 例。其中, 男 13 例, 女 7 例; 年龄 33~82 岁; 患病侧别左侧 9 例, 右侧 11 例; 病程 5~24 月。按治疗先后顺序以抛硬币法将病人随机分入对照组($n=10$)及试验组($n=10$), 对照组接受单针单极脉冲射频治疗, 试验组接受双针单极脉冲射频治疗。双针单极脉冲射频治疗示意图见图 1。

所有病人均描述在吞咽时感受到强烈的疼痛, 主要集中在舌根和咽喉部位, 并向颌部和外耳部放射。疼痛的发作时间不固定, 可能持续数秒或数分钟, 之后会有完全无痛的间歇期。触摸牙龈、口唇、颊黏膜或下颌皮肤不会引发疼痛。口服抗惊厥药物有显著效果。

纳入标准: 参照国际头痛协会的舌咽神经痛诊断标准^[7]; 巴罗神经病学研究所(Barrow neurosurgery institute, BNI)的疼痛程度(BNI-P)分级^[8]为 IV 或 V 级^[1]; 性别不限; 年龄 30~85 岁; 均为单侧发病。

排除标准: 继发性舌咽神经痛、植入心脏起搏器、穿刺部位皮肤溃疡感染、精神疾病不能配合的病人。

2. 样本量估算方法

对照组与试验组病人比例为 1:1 设计, 预实验结果显示, 对照组的有效率为 50%, 试验组的有效率为 100%, 取 I 类错误概率 $\alpha=0.05$, 把握度 $(1-\beta)=90\%$, 估算该研究所需要的样本量每组为 9 例, 考虑临床病人存在脱落失访率为 10%, 最终共纳入 20 例, 每组 10 例。

3. 手术过程

病人入 CT 室常规吸氧, 开放静脉通路, 连接

* 基金项目: 内蒙古自治区卫生健康科技计划项目(202201503)

△ 通信作者 曹宏 drcaohong@163.com

监护仪，病人取仰卧位，头偏向健侧。在耳垂下方区域放置 CT 定位栅，拍摄头颅定位图像^[9]，并以耳朵上缘为上界，寰椎上缘为下界，进行轴位扫描，生成 CT 图像定位。设置扫描参数：模式-下颌部，自动管电压 90 kv、管电流 60~80 mA，螺距 1，探测器准直 2 mm×96 mm×0.6 mm，机架旋转速度每圈 0.25 s，时间分辨率 66 ms，扫描速度 737 mm/s，层厚 0.625 mm。消毒铺洞巾，以乳突与下颌角连线的中点为穿刺点，回抽无血后注入 2% 利多卡因 2 ml，采用长度为 10 cm、20G 的射频穿刺针，垂直于茎突方向进行穿刺^[1]。当进针深度达到约 3~4 cm 时，使用 SOMATOM Force CT（德国 Siemens 公司的第三代双源 CT）进行扫描，并进行三维立体重建，以确定针尖与茎突的相对位置。根据三维图像，微调针尖的位置，由于舌咽神经下行至颈部 C₁ 横突水平时进入茎突后内侧，因此对照组的针尖到达患侧茎突中下段后缘约 0.5 cm 处，试验组的针尖则分别到达茎突中下段前后并超过茎突约 0.5 cm 处（见图 2），两根针同时精准寻找舌咽神经。连接 R-2000BA1 型射频温控热凝器（北京北琪医疗科技股份有限公司）的刺激电极，进行刺激测试。感觉测试：频率为 50 Hz，脉宽为 0.1ms，刺激电压逐步从 0.1 V 增加至 0.3 V；运动测试：频率为 2 Hz，脉宽为 1 ms，刺激电压逐步从 0.1 V 增加至 0.4 V。在测试过程中，如果射频穿刺针引起咽部放电样异感或患侧咽部肌肉收缩，并且在反复回抽后确认无血，即开始进行脉冲射频治疗。脉冲射频的参数设置为：电压 99 V，温度 42℃，频率 2 Hz，脉宽 40 ms，时间 900 s^[10]。手术治疗期间注意病人生命体征，多与病人进行交流，以确保脉冲射频治疗安全进行。治疗结束后病人送至术后恢复室。观察记录两组病人 CT 扫描次数、治疗操作时间、术前及术后 1、4、8、12 周的 BNI-P 分级、NRS 评分，以及 ES 评分和手术相关并发症发生情况。

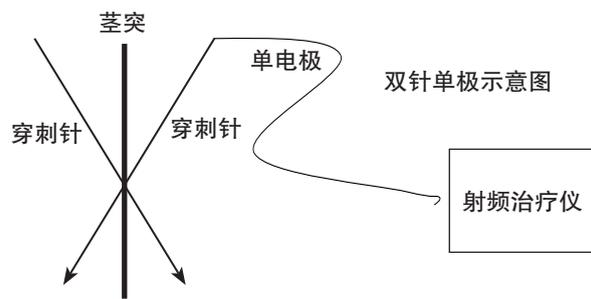


图 1 双针单极脉冲射频治疗示意图

4. 疗效评定标准

疗效评估：采用 BNI-P 分级评价疼痛程度，随访至术后 3 个月，通过电话随访方式进行。分别记录治疗前及治疗后 1、4、8、12 周的 BNI-P 分级，其中 I 级定义为无痛，II 级定义为偶尔痛，III 级定义为经常疼痛但服药后可完全缓解，IV 级定义为经常疼痛服药后不能完全缓解，V 级定义为剧烈疼痛药物无效。将 BNI-P 分级 ≤ III 级定义为治疗有效。

采用数字分级评分法 (numerical rating scale, NRS) 评估疼痛程度，随访至术后 3 个月。分别记录治疗前、治疗后 1、4、8 及 12 周的 NRS 评分。0 分为无痛，1~3 分为轻度疼痛且不影响睡眠，4~6 分为中度疼痛，7~9 分为重度疼痛导致无法入睡或睡眠中痛醒，10 分为剧烈疼痛^[11]。

采用情绪评分 (emotional scale, ES) 评估疼痛程度，随访至术后 3 个月。分别记录术前、术后 1、4、8、12 周的 ES 评分。0~2 分为优，情绪良好，应答自如，面容安静；3~4 分为良，情绪一般，指令回答，表情淡漠；5~7 分为中，情绪焦虑，勉强应答，痛苦面容；8~10 分为差，痛苦面容，无法应答，呻吟不止^[12]。

5. 统计学分析

采用 SPSS 25.0 软件进行分析，偏态分布的计量资料及计数资料以 [中位数 (四分位间距)] 表示，偏态分布的计量资料比较采用秩和检验，计数资料采用 χ^2 检验。组内比较采用配对样本 *t* 检验，*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1. 两组病人一般资料比较

两组病人性别、年龄、患病侧别和病程等一般资料比较差异均无统计学意义 (*P* > 0.05，见表 1)。

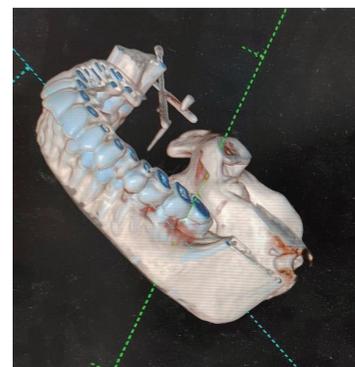


图 2 试验组针尖分别到达茎突中下段前后并超过茎突约 0.5 cm 处

2. 两组病人 CT 扫描次数及治疗操作时间比较
 对照组 CT 扫描次数较试验组多, 差异有统计学意义 ($Z = -3.82, P < 0.05$); 对照组治疗操作时间较试验组长 ($Z = -2.64, P < 0.05$), 见表 2。此结果表明, 双针穿刺较单针穿刺既能减少病人受到的辐射剂量, 又可以缩短手术时间。

3. 两组病人术前及术后各时间点 BNI-P 分级、NRS 评分、ES 评分比较与疗效评定

相较于治疗前, 两组病人在治疗后 1、4、8、12 周的 BNI-P 分级、NRS 评分和情绪评分均显著降低, 差异有统计学意义 ($P < 0.01$, 见表 3~5)。

在首次治疗后, 对照组有效率为 60%, 试验组有效率为 80%, 两组之间手术有效率差异无统计学意义 ($\chi^2 = 0.63, P > 0.05$)。

4. 两组病人手术相关并发症发生情况

所有病人在手术中和手术后均未出现低血压、心动过缓、恶心、呕吐、声音嘶哑、吞咽困难、呛咳、患侧舌体后部麻木、穿刺部位肿胀、神经损伤等不良

事件。对照组中有 3 例病人, 试验组中有 2 例病人在围手术期出现了高血压 (血压升高幅度超过基础值的 30%)。给予尼卡地平静脉输注, 输注速度维持在 30 mg/h~45 mg/h 之间, 直至病人的血压达到正常水平。

讨 论

舌咽神经痛是一种少见的头面部疼痛, 是指局限于舌咽神经分布区域, 即扁桃体、咽喉、舌根、耳道内的一种复发性阵发性剧烈刺痛^[13]。与三叉神经痛、喉上神经痛、膝状神经节痛等临床表现类似, 需要与之鉴别。用 2% 可卡因溶液涂抹在疼痛区域, 可使疼痛减轻或消失, 舌咽神经痛病人的可卡因阳性率可达 90%^[14]。原发性舌咽神经痛无特定病因, 在临床上也较为常见, 无颅内外器质性病变, 影像学检查 (头颅 CT、MRI 等) 有助于排除继发性舌咽神经痛。舌咽神经阻滞可用于诊断和治疗, 如果局部麻醉药阻滞有效, 确诊后可以进一步手术治

表 1 两组病人一般资料比较 [中位数 (四分位间距)]

	对照组 ($n = 10$)	试验组 ($n = 10$)	χ^2/Z	P
性别 (男/女)	6/4	7/3	0.22*	0.5
年龄 (岁)	65 (50.25, 74.5)	63 (52.75, 77.5)	-0.19 [#]	0.850
侧别 (左/右)	5/5	4/6	0.20*	0.5
病程 (月)	13 (11.5, 17)	14.5 (11.5, 18.5)	-0.23 [#]	0.820

* 为 χ^2 值, [#] 为 Z 值

表 2 两组病人 CT 扫描次数及治疗操作时间比较 [中位数 (四分位间距)]

	对照组 ($n = 10$)	试验组 ($n = 10$)
扫描次数 (次)	7.5 (6, 9)	4 (3, 4.25)*
手术时间 (分)	60 (57.5, 72.5)	45 (30, 60)*

* $P < 0.05$, 与对照组相比

表 3 两组病人手术前后 BNI-P 分级比较 [中位数 (四分位间距)]

组别	例数	治疗前	治疗后			
			1 周	4 周	8 周	12 周
对照组	10	5 (4, 5)	2 (1.75, 3.25)*	2 (1.75, 3.25)*	2 (1.75, 3.25)*	2 (2, 4.25)*
试验组	10	5 (4, 5)	2 (1, 3.25)*	2 (1, 3.25)*	2 (1, 3.25)*	2.5 (1, 3.25)*

* $P < 0.01$, 与治疗前相比

表 4 两组病人手术前后 NRS 评分比较 [中位数 (四分位间距)]

组别	例数	治疗前	治疗后			
			1 周	4 周	8 周	12 周
对照组	10	8 (6, 9)	2.5 (0.75, 7)*	2.5 (0.75, 5.5)*	2.5 (0.75, 5.5)*	2.5 (0.75, 5.5)*
试验组	10	8 (7, 9)	1 (0, 4.25)*	1.5 (0, 3.5)*	1.5 (0, 3.5)*	1.5 (0, 3)*

* $P < 0.01$, 与治疗前相比

表 5 两组病人手术前后情绪评分比较 [中位数 (四分位间距)]

组别	例数	治疗前	治疗后			
			1 周	4 周	8 周	12 周
对照组	10	7.5 (5.75, 8.25)	1.5 (0.75, 4.5)*	1.5 (0.75, 4.5)*	1.5 (0.75, 4.5)*	1.5 (0.75, 4.5)*
试验组	10	8 (6.75, 9)	1 (0, 2.75)*	1 (0, 4.25)*	1 (0, 4.25)*	1 (0, 4.25)*

* $P < 0.01$, 与治疗前相比

疗^[15]。就目前的微创疼痛管理技术而言,神经阻滞、脉冲射频消融或经皮射频热凝均有效^[16]。但射频热凝温度过高可能会导致副损伤,易出现声带麻痹、吞咽困难的现象,还易导致相邻神经、血管损伤,热凝的温度不够又将导致治疗效果不佳或短期内病情复发。本研究使用脉冲射频治疗两组病人均只出现血压升高的情况,并未有其他并发症发生,说明其具有安全可靠、疗效确切、并发症少、可重复治疗的优势。

使用第三代迭代重建方法的 Force 双源 CT 扫描仪不仅可以在极低有效辐射剂量下获得具有可接受图像噪声的精确高质量 CT 图像,而且可以提高诊断的灵敏度和置信度^[17],具有领先优势,近几年被广泛应用于临床检查及诊断。第三代 Force 双源 CT 不受心率影响,扫描快,操作简便,更容易扫描成功,可以获得更清晰直观的重建图像,颅底基本没有伪影,目前在头颈部血管疾病中应用广泛^[18]。本研究中两组病人受到的辐射剂量和手术时间均减少,且试验组小于对照组,将 Force CT 用于舌咽神经痛治疗,可以减少病人受到的辐射量,大大提高手术成功率。

目前双针法也逐步被应用于治疗疼痛相关疾病。刘玉亮等^[19]使用双针技术进行腰椎间盘髓核摘除术治疗,提高了针植入的准确性,减少术中透视次数。李涛等^[20]使用双针穿刺星状神经节阻滞,穿刺成功的准确性更高,操作有很大的可行性,使星状神经节阻滞更加简单方便,对缓解不稳定型心绞痛效果十分显著。李顺等^[21]将双针技术用于三叉神经第 II、III 均疼痛病人,双针同时射频热凝治疗三叉神经痛效果显著,具有靶点定位精确、穿刺成功率高、疗效好、并发症低、复发率低等优点。黄冰等^[9]采用 CT 引导下茎突后双针双极射频热凝治疗舌咽神经痛,效果优于单针单极射频治疗,使用双针法不仅能减少治疗操作时间,提高治疗有效率,还能改善舌咽神经痛病人的疼痛程度,减轻病人痛苦。

舌咽神经颈静脉孔出颅后沿茎突诸肌深面颈内动静脉之间下行,神经纤维纤细,下行位置不固定,单针脉冲射频难度较大,不容易找到茎突,且普通 CT 病人受到辐射量大。而 Force CT 引导下双针脉冲射频治疗原发性舌咽神经痛可结合两者优势,提高穿刺准确性,减少病人受到的辐射量及提高手术效率。

本研究结果表明,对照组 CT 扫描次数较试验组扫描次数多,对照组治疗操作时间较试验组治疗操作时间长,与黄冰等^[9]研究相比,本研究试验组在保证治疗效果的同时大大减少了病人受到的辐射量和提高了手术效率。但本研究依靠病人主观描述评价疗效,且舌咽神经痛复发的窗口期不定,疗效

判定具有一定局限性。

综上所述,因舌咽神经与茎突后缘的相对位置不定,在此处脉冲射频治疗原发性舌咽神经痛有一定难度,采用 Force CT 三维重建下双针单极脉冲射频技术不但图像较普通 CT 更加清晰,辐射量也低于普通 CT,还可减少 CT 扫描次数,降低病人受到的辐射量,而且能缩短操作时间,提高手术效率。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

参 考 文 献

- [1] 任玉娥,杜玉敏,丛海静,等.三维 CT 引导下射频热凝术治疗重度复发性舌咽神经痛的效果[J].中华麻醉学杂志,2017,37(11):1368-1370.
- [2] Šklebar D, Vu emilo L, Šklebar T. Glossopharyngeal nerve as a source of orofacial pain-diagnostic and therapeutic challenges[J]. Acta Clin Croat, 2022, 61(Suppl 2):90-95.
- [3] 黄冰,林慧丹,姚明,等.舌咽神经阻滞疗法中国疼痛学专家共识(2023版)[J].中华疼痛学杂志,2023,19(3):385-395.
- [4] Zhang C, Wang N, Su X, et al. FORCE dual-energy CT in pathological grading of clear cell renal cell carcinoma[J]. Oncol Lett, 2019, 18(6):6405-6412.
- [5] Sun WJ, Tan H, Wang Y, et al. Pulmonary CT scans of white rabbits using the selective photon shield technique of the third-generation dual-source CT[J]. J Radiol Prot, 2022, 42(2). doi:10.1088/1361-6498/ac7089.
- [6] 张咸伟.《赫尔辛基宣言》涉及人类受试者医学研究伦理原则的解读[J].中华疼痛学杂志,2020,16(2):96-101.
- [7] Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS) The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition[J]. Cephalalgia, 2018, 38(1):1-211.
- [8] Rogers CL, Shetter AG, Fiedler JA, et al. Gamma knife radiosurgery for trigeminal neuralgia: the initial experience of The Barrow Neurological Institute[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2000, 47(4):1013-1019.
- [9] 黄冰,吴丹,杜鑫丹,等.CT 引导下茎突后双针双极射频热凝术治疗舌咽神经痛的疗效观察[J].中华疼痛学杂志,2021,17(2):178-185.
- [10] 李海芹,姜迎海,刘琳,等.高电压脉冲射频联合普瑞巴林治疗重度胸段带状疱疹后神经痛的疗效与安全性分析[J].中华医学杂志,2023,103(25):1931-1935.
- [11] 左晓春,胡冬梅,张艳.硫酸吗啡缓释片联合华蟾素胶囊治疗中晚期肝癌的临床效果[J].中国当代医药,2021,28(7):137-139,143.
- [12] 宋应豪,凌冰玉,管菁菁,等.CT 引导下射频热凝术联合阿霉素注射治疗原发性舌咽神经痛的疗效分析[J].中华疼痛学杂志,2022,18(1):72-76.



- [13] Weisenburg TH. Cerebello-pontine tumor diagnosed for six years as tic douloureux: the symptoms of irritation of the ninth and twelfth cranial nerves[J]. JAMA, 1910, 54:1600-1604.
- [14] 李雪萌, 赵倩男, 张建峰, 等. 超声引导下高电压脉冲射频联合三氧注射治疗带状疱疹后神经痛[J]. 中国疼痛医学杂志, 2023, 29(5):346-352.
- [15] 董烜玮, 王晓松, 王林, 等. 舌咽神经痛的研究进展[J]. 中国神经免疫学和神经病学杂志, 2021, 28(6):487-491, 497.
- [16] Han A, Montgomery C, Zamora A, *et al.* Glossopharyngeal neuralgia: epidemiology, risk factors, pathophysiology, differential diagnosis, and treatment options[J]. Health Psychol Res, 2022, 10(3):36042.
- [17] Gordic S, Morsbach F, Schmidt B, *et al.* Ultralow-dose chest computed tomography for pulmonary nodule detection: first performance evaluation of single energy scanning with spectral shaping[J]. Invest Radiol, 2014, 49(7):465-473.
- [18] 段柯, 陈健湘, 蒲学佳. Force CT 双能量 CT 模式扫描在头颈部 CTA 检查中的应用[J]. 海南医学, 2021, 32(9):1162-1165.
- [19] 刘玉亮, 郑智心, 张善地, 等. 双针技术治疗腰椎间盘突出症的临床疗效研究[J]. 中国实用医药, 2023, 18(1):19-22.
- [20] 李涛, 张伟, 徐福臻. 双针法星状神经节阻滞治疗心绞痛 21 例临床分析[J]. 齐鲁医学杂志, 2006, 21(3):254-254.
- [21] 李顺, 廖丽君, 张达颖, 等. CT 引导下圆孔及卵圆孔双针射频热凝治疗三叉神经痛 (II + III 支) 的疗效观察[J]. 中国疼痛医学杂志, 2014, 20(1):18-21.

• 国际译文 •

腹侧海马 CA1 区调控慢性炎症痛的机制

全球慢性疼痛的发病率约为 20%，严重威胁人类健康。病人就诊时，除了主诉疼痛以外，还会描述负面情绪以及认知障碍等共病症状。疼痛慢性化及共病的神经机制不甚清楚。近年来，腹侧海马 CA1 区 (ventral CA1, vCA1) 在慢性疼痛中的作用，日益受到关注。慢性炎症痛状态下，vCA1 区 c-Fos 阳性神经元数量降低。vCA1 是调控情绪情感以及认知功能的重要脑区。研究目的：探讨 vCA1 在慢性炎症痛多个维度信息传递、维持、恢复中的作用。方法：在体多通道记录结合动物行为学，光/化学遗传学方法调控脑区及其环路，分子生物学技术等。结果：(1) 正常小鼠足底接受急性伤害性 (noxious) 机械/热刺激时，34.6% 的 vCA1 锥体神经元表现为抑制性反应。该群神经元称为“伤害性反应抑制神经元群” (noxious-inhibited ensemble)，仅对伤害性机械/热刺激有反应，对温和 (mild) 和轻度 (light) 刺激无明显反应。(2) 小鼠左侧足底注射完全弗氏佐剂 (complete Freund's adjuvant, CFA) 建立慢性炎症痛模型。CFA 造模后 1 天，小鼠热痛敏和机械触诱发痛达到高峰，并且持续到 7 天。CFA 造模后 9 天，小鼠新位置识别出现障碍，并且在开放臂时间减少，表明小鼠出现认知障碍和焦虑样行为。基于以上行为学反应，CFA 造模后分为两个阶段：早期重度痛敏阶段 (造模 1~3 天)；晚期痛敏恢复阶段 (造模 5~7 天)，伴发认知功能障碍和焦虑样行为 (造模 9~10 天)。(3) CFA 造模后早期和晚期阶段，vCA1 锥体神经元基础放电率降低。在早期和晚期阶段，伤害性 (noxious) 刺激引起的行为学反应和神经元反应也类似。然而，早期阶段，温和 (mild) 刺激不仅可以引起伤害性反应，同时有抑制性反应的 vCA1 锥体神经元比例增加。这种现象在晚期阶段不存在。(4) 在正常小鼠，抑制 vCA1 锥体神经元活动可模拟慢性炎症痛样痛敏、认知损伤和焦虑样行为，其中痛敏、焦虑行为由 vCA1 投射到基底外侧杏仁核 (basolateral amygdala, BLA) 的神经元引起，而认知损伤则由 vCA1 至边缘下皮质 (infralimbic cortex, IL) 的投射导致。(5) 在慢性炎症痛中激活 vCA1 锥体神经元可以缓解异常痛敏，第 1、7 天的缓解效果分别通过激活到 BLA、IL 的投射实现。(6) vCA1 慢性炎症痛中出现退行性改变、突触功能和可塑性降低。对比第 1 天，第 7 天突触功能和可塑性出现明显恢复。结论：该研究发现 vCA1 锥体神经元介导慢性疼痛不同维度信息的传递；慢性疼痛发生时 vCA1 锥体神经元整体活动降低；挽救其功能和可塑性异常促进慢性疼痛恢复。该研究从神经元、回路和分子水平揭示了腹侧海马参与调控慢性疼痛发生与发展的神经生物学机制，并为临床中慢性疼痛的潜在治疗策略提供依据。

(Shao S, Zheng YW, Fu ZB, *et al.* Ventral hippocampal CA1 modulates pain behaviors in mice with peripheral inflammation. Cell Rep, 2023, 42(1):112017. 北京大学神经科学研究所, 刘风雨译)