

神经病理性疼痛外科治疗

凌至培 崔志强

【摘要】 由周围和(或)中枢神经系统原发性和(或)继发性损害、功能障碍或短暂性功能紊乱引起的疼痛,称为神经病理性疼痛,表现为以痛觉过敏、异常性疼痛和自发性疼痛为特点的综合征。神经病理性疼痛的外科治疗经历了较长的发展过程,在疼痛治疗中占有重要地位。本文主要对近年来关于神经病理性疼痛外科治疗研究进展,当前主要外科治疗手术技术(神经调控技术、神经损毁术及神经减压术等)进行概述。

【关键词】 神经痛; 神经外科手术; 综述

Surgical treatment of neuropathic pain

LING Zhi-pei, CUI Zhi-qiang

Department of Neurosurgery, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China

Corresponding author: CUI Zhi-qiang (Email: zhiqiangcui2008@hotmail.com)

【Abstract】 Neuropathic pain (NP) is a transient dysfunction caused by the damage of peripheral nerve and central nervous system, characterized with hyperalgesia, allodynia and spontaneous pain. Surgical treatment of neuropathic pain has experienced a long process, and plays an important role. This paper reviews recent documents of surgical techniques in the treatment of neuropathic pain. There are three kinds of surgical techniques: neuromodulation, microsurgical lesions and nerve decompression.

【Key words】 Neuralgia; Neurosurgical procedures; Review

由周围和(或)中枢神经系统原发性和(或)继发性损害、功能障碍或短暂性功能紊乱引起的疼痛,称为神经病理性疼痛(NP),表现为以痛觉过敏(hyperalgesia)、异常性疼痛(allodynia)和自发性疼痛(spontaneous pain)为特点的综合征。痛觉过敏系指对伤害性刺激产生过强的伤害性反应,异常性疼痛是指对非伤害性刺激产生伤害性反应,自发性疼痛则是指在无可见的刺激条件下出现疼痛^[1-4]。

病因及功能神经外科治疗机制

一、周围神经与脊髓

周围神经受到损伤,可造成神经纤维的病理改变,轴突损伤区及脊髓背根神经节(DRG)神经元细胞膜上离子通道密度和开放特性发生改变,使外周传入纤维兴奋性和传导性改变,传导痛觉刺激的A β 纤维(触觉神经元)和C纤维(痛觉神经元),特别是

C纤维兴奋阈值升高,损伤性刺激使其兴奋,从而产生病理性疼痛。而脊髓电刺激术(SCS)可以增加粗纤维的电活动,提高疼痛阈值。周围缺血性疼痛产生的原因与周围交感神经末梢和伤后感受器耦合有关,电刺激疗法一方面对交感神经发挥调节作用,另一方面对缺血部位的局部血流量亦有调节作用,可使缺血部位血流量增加,进而减少疼痛刺激的传入。

在正常情况下,低阈值的A β 纤维位于脊髓胶质区的第Ⅲ和Ⅳ层,高阈值的C纤维位于脊髓后角的第Ⅱ层。当神经损伤后,A β 纤维末梢可异常芽生,进入脊髓后角第Ⅱ层,占据C纤维的突触部位并与二级神经元发生新的突触联系。脊髓背根入髓区(DREZ)损毁术主要损毁脊髓后角的Rexed板层第Ⅰ~Ⅳ层,痛觉传导通路的二级神经元均集中于此。脊髓背根入髓区损毁术可能的作用机制包括:(1)脊髓背根入髓区神经元突触活动受邻近脊髓细胞和周围神经传入冲动的调节,传入冲动阻滞,二级神经元活动阵发性增强,导致疼痛,破坏该神经元即可抑制疼痛。(2)中枢性疼痛可能与感觉传

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2013.10.003

作者单位:100853 北京,解放军总医院神经外科

通讯作者:崔志强 (Email: zhiqiangcui2008@hotmail.com)

导通路的病理生理改变有关,脊髓丘脑束和脊髓网状束这两条重要传导束的部分细胞起源于脊髓背根,脊髓背根入髓区损毁术的止痛作用可能与破坏这两条传导束的部分细胞起源有关^[5]。(3)Lissauer束与痛觉传导有关,该纤维进入脊髓后分布于上、下多个节段内,与周围神经元之间既有易化作用又有抑制作用,脊髓背根入髓区损毁术后 Lissauer 束在损毁部分邻近脊髓节段内的调节作用改变可能与镇痛有关^[6]。

二、高位中枢

经研究表明,脊髓以上的丘脑、大脑皮质躯体感觉区及中脑灰质神经元参与痛觉过敏,而神经损伤后下行易化调节系统功能改变则可能参与脊髓敏化的维持,因此,脑内结构损害及功能失调构成了难治性神经病理性疼痛的中枢性病因^[2]。晚近影像学(fMRI、PET、SPECT)和电生理学[脑电图(EEG)、脑磁图(MEG)]研究业已证实,大脑皮质和皮质下结构在人体感受伤害性刺激时有明确的反应^[7],包括第1和第2感觉区的皮质,以及丘脑、前扣带回和岛叶皮质。在疼痛强度的感知和不愉快的体验方面前扣带回起重要作用。对高敏感与低敏感个体的对比研究发现,高敏感个体的第1感觉区皮质、前扣带回和前额叶内侧在感受刺激时有更明显的活动^[7]。运动皮质受到刺激后,同侧丘脑腹外侧、内侧丘脑、岛叶、扣带回膝部、脑干等与疼痛相关的结构血流量增加,提示与疼痛相关的脑结构血流量的改变参与了疼痛的控制。

而脑深部电刺激术(DBS)是将电极植入丘脑核团及脑室周围灰质(PVG),通过高频电脉冲刺激使相应神经核团产生一系列生物化学和物理效应,达到有效镇痛之目的。刺激中脑导水管周围灰质(PAG)或脑室周围灰质可以产生镇痛作用,源于内源性痛觉下行抑制系统的激活,电生理学研究表明,刺激中脑导水管周围灰质或脑室周围灰质可能通过影响痛觉高位神经网络的活动而发挥镇痛作用^[8]。刺激丘脑感觉中继核[丘脑腹后外侧核(VPL)和丘脑腹后内侧核(VPM)],以及内囊能够有效缓解神经病理性疼痛,包括神经损伤引起的疼痛和幻肢痛等去传入性疼痛。目前,有关刺激 VPL/VPM 镇痛的机制并不十分清楚。一种假说认为,去传入性疼痛是由于传导至丘脑的躯体感觉信息缺失所致,丘脑感觉中继核是周围感觉信号转导至皮质的关键中继部位,因此刺激这一核团有可能产生

感觉传导通路上的信号补偿^[8]。但是,神经病理性疼痛作为一种难治性疾病,其确切的发病机制至今仍不十分清楚,需综合应用神经生物学、神经病理学和神经药理学等方法进行深入研究^[9]。

功能神经外科治疗

神经病理性疼痛的治疗药物,包括抗抑郁药、抗癫痫药、N-甲基-D-天冬氨酸(NMDA)受体阻断药、交感神经阻断药、阿片类镇痛药等,规范用药可使大多数患者的疼痛症状得到缓解。神经病理性疼痛的外科治疗经历了较长的发展过程,在疼痛治疗中占有重要地位,包括神经调控技术、神经损毁术和神经血管减压术等。

一、神经调控技术

1. 外周神经电刺激术 外周神经电刺激术(PNS)是直接刺激电极植入相应的周围神经,通过脉冲刺激达到控制疼痛之目的,是治疗交感神经介导的慢性疼痛综合征和单纯周围神经病变引起的难治性疼痛的重要方法,适用于慢性、药物难治性及难以忍受的神经病理性疼痛。枕神经电刺激术(ONS)主要适用于外伤后、外科手术后引起的枕神经分布区域的疼痛;眶上神经电刺激术(SNS)以外伤后、外科手术后引起的三叉神经分布区域的病理性疼痛(如额窦手术及开颅手术后的疼痛)为主要适应证;枕神经和眶上神经电刺激术业已在实验室中被用于治疗偏头痛和丛集性头痛。但感觉完全缺失,如痛觉缺失及试验性刺激治疗失败则为外周神经电刺激术的禁忌证。外周神经电刺激术对神经源性疼痛较伤害性疼痛更为敏感,是治疗头面神经痛的一种安全且有效的方法^[10]。具备成熟外科技术条件的医疗单位,外周神经电刺激术的长期有效率超过50%^[11]。

2. 脊髓电刺激术 脊髓电刺激术是将电极植入椎管内,以电脉冲刺激脊髓治疗疼痛的一种神经调控方法。外科手术方法为:在局部麻醉下,于X线引导下,经皮穿刺将测试电极植入相应脊髓节段的硬脊膜外,外接体外刺激器进行试验性治疗3~5天,观察其疼痛控制效果,如果疼痛减轻程度超过50%,为治疗有效,可以进行永久性电极植入。于全身麻醉下,植入连接导线和脉冲发生器,或打开相应脊髓节段的椎板,更换外科电极置于硬脊膜外并固定,植入连接导线和脉冲发生器并连接(图1,2)。其作用机制存在多种学说,包括脊髓门控机

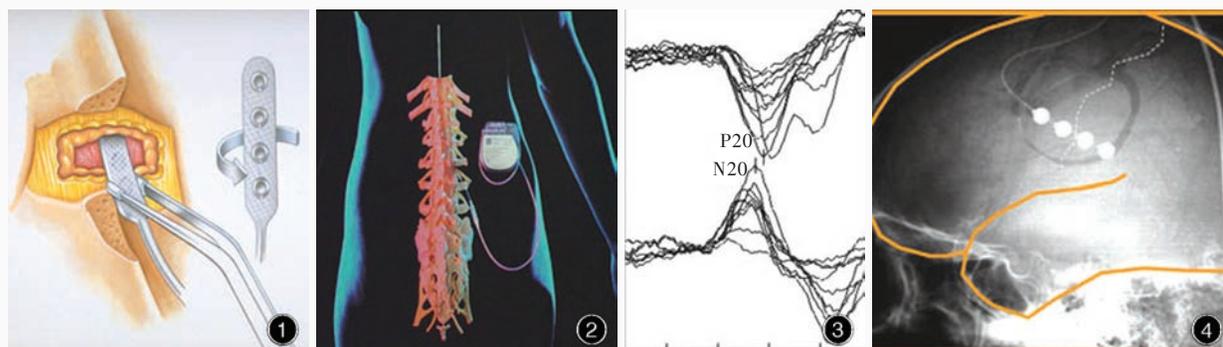


图1 脊髓电刺激术示意图:经椎间隙将外科电极植入硬脊膜外 图2 脊髓电刺激术植入系统示意图:刺激电极、连接导线和脉冲发生器 图3 术中体感诱发电位检测:N20为感觉区、P20为运动区,二者之间为中央沟 图4 运动皮质电刺激术后X线检查显示,4个白色触点为电极在皮质中的位置

Figure 1 Spinal cord stimulation: plant the surgical electrode close to the spinal dural mater through the intervertebral space. **Figure 2** Embedded system: stimulating electrode, connecting wire and interactive pulse generator. **Figure 3** Intraoperative somatosensory-evoked potentials test: N20 stood for sensory area; P20 stood for motor area; between the two was central sulcus. **Figure 4** X-ray examination after motor cortex stimulation revealed four white points of contact indicating the location of electrode in cortex.

制、阻断神经传导通路、降低交感神经兴奋性和激活神经递质受体等。脊髓门控机制学说最早提出,应用广泛。其主要理论为电刺激产生经 $\alpha\beta$ 粗触觉纤维传导的麻木振动感,逆行抑制脊髓对痛觉纤维传入信号的接收,从而达到镇痛效果,同时具有扩张血管、改善微循环的作用。治疗频率5~500 Hz、电压0.30~15.00 V、波宽0.10~1.00 ms,以患者自觉疼痛缓解并且无不良刺激反应为宜。Sears等^[12]对35例腰椎术后疼痛综合征(FBSS)或复杂区域疼痛综合征(CRPS)患者实施脊髓电刺激术,后者术后随访4.40年,约半数以上的患者疼痛缓解率超过50%;前者术后随访3.80年,约30%的患者疼痛缓解率达50%以上。Taylor^[13]报告一组慢性疼痛患者,经脊髓电刺激术治疗后有67%的患者疼痛缓解率达50%以上。应用脊髓电刺激术治疗周围血管病变可使91%的患者疼痛症状缓解、58%溃疡愈合,同时还可使心脏血流重新分布,通过减少冠状动脉循环耗氧量而治疗心绞痛^[14]。大样本回顾性临床研究结果显示,脊髓电刺激术治疗慢性疼痛后的并发症以电极移位多见,约为22.56%,感染为4.46%,未发现与电刺激相关的功能障碍和死亡病例^[15]。

3. 运动皮质电刺激术 运动皮质电刺激术(MCS)系将电极植入中央前回运动皮质表面,应用fMRI定位上、下肢和面部的运动皮质,术中应用神经电生理学监测,如术中体感诱发电位(SEPs)N20/P20(图3)及皮质电刺激诱发对侧运动反应等方法,结合功能神经导航将电极植入相应区域的运动皮质硬脑膜外(图4),通过脉冲发生器给予适当的脉

宽、频率和电压发放电刺激脉冲,以达到治疗疼痛之目的。该方法主要适用于药物难治性传入性神经阻滞及神经病理性疼痛,包括脑卒中、外伤或多发性硬化所致中枢性疼痛、常规治疗无效的三叉神经痛[痛性麻木和带状疱疹后遗神经痛(PHN)]、臂丛神经撕脱伤后疼痛,以及幻肢痛、残肢痛等。对于药物难治性疼痛,运动皮质电刺激术的有效率为40%~70%,患者仅有轻微的对侧肢体肌力减弱,而无严重并发症。脑皮质血流动力学研究显示,在刺激过程中,躯体感觉皮质的血流量并无改变,因此推断此种治疗方法可能是通过激活下行网状系统轴突而非通过尖树突或细胞体而发挥作用。在刺激过程中,其同侧丘脑腹外侧、内侧丘脑、岛叶、扣带回膝部、脑干等与疼痛相关的组织结构血流量增加。如果患者肌力明显下降,则不宜行运动皮质电刺激术,因为该术式需要完整的皮质脊髓束参与才能发挥控制疼痛的作用。患者在住院期间实施试验性电刺激,最常用的刺激参数:电压0.50~9.50 V,平均为2~3 V;频率15~130 Hz,平均为20~50 Hz;脉宽0.06~0.45 ms,平均0.20 ms。运动皮质电刺激术主要用于治疗神经源性疼痛,对一些难治性面部疼痛和中枢性疼痛尤其有效,治疗后50%~80%的患者可以获得长期症状缓解^[16]。Rasche等^[17]应用中神经电生理学监测作为修正电极位置的手段,其结果显示,经常规治疗无效的三叉神经痛患者(5/10例)和脑卒中后疼痛患者(3/7例)术后均获得了50%的症状缓解率,其中1例获得了长达10年的肯定疗效。

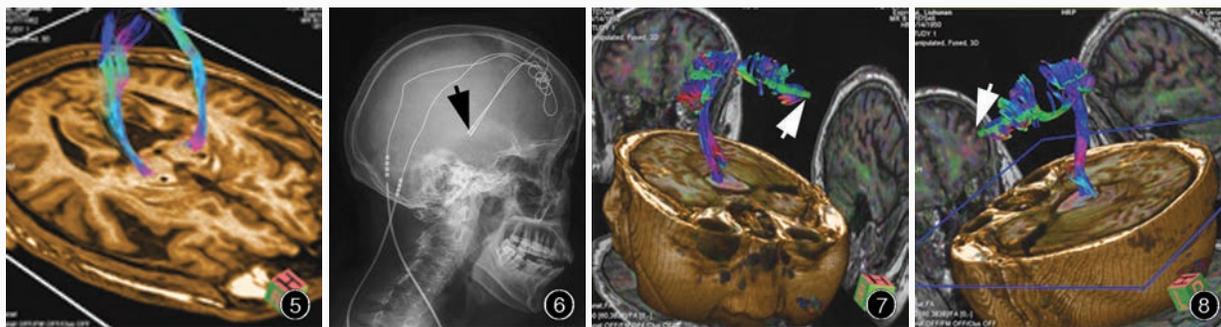


图5 脑深部电刺激术后DTI检查显示,彩色线条为锥体束,2个小黑圆点为脑深部电极 图6 脑深部电刺激术后X线检查可见电极在脑深部的位置(箭头所示) 图7 中脑脊丘束损毁术后DTI前面观,左侧脊丘束中断(箭头所示) 图8 中脑脊丘束损毁术后DTI后面观,左侧脊丘束中断(箭头所示)

Figure 5 Deep brain stimulation (DBS): DTI revealed that the colored lines were pyramidal tract and two black dots were the position of electrode. **Figure 6** The X-ray examination after DBS showed the position of electrode in the deep brain (arrow indicates). **Figure 7** DTI after the midbrain spinothalamic tractotomy showed the left spinothalamic tract was cut off (anterior view, arrow indicates). **Figure 8** DTI after the midbrain spinothalamic tractotomy showed the left spinothalamic tract was cut off (posterior view, arrow indicates).

准确定位运动皮质是手术成功的关键。电极沿脑回植入适当位置是基本保证。电极位置的确定可以借助神经影像学技术如fMRI,同时辅助术中体感诱发电位N20和皮质电刺激,术前功能神经导航也有助于运动皮质的定位。

4. 脑深部电刺激术 脑深部电刺激术是目前国际上治疗疼痛的新技术,通过立体定向仪引导将电极植入脑深部核团,植入胸前的脉冲发生器可发射高频电脉冲刺激,使相应神经核团产生一系列生物化学和物理效应,从而达到有效的镇痛目的(图5, 6)。从文献上很难明确脑深部电刺激术对慢性疼痛的疗效,各项临床试验报道的结果差异较大,因为各项研究中病例纳入标准、手术技术和疗效评价标准均不尽相同。据Boccard等^[18]报告,在85例神经病理性疼痛患者的脑室周围灰质(33例)、丘脑腹后核(15例),或上述两部位同时(37例)植入电极,经长期随访,其中幻肢痛症状缓解率为89%、脑卒中后疼痛缓解率为70%。Bittar等^[19]的临床观察显示,脑深部电刺激术刺激中脑导水管周围灰质或脑室周围灰质、内囊及丘脑感觉中断核后可明显缓解疼痛症状,刺激中脑导水管周围灰质或脑室周围灰质的有效率为79%,刺激丘脑为58%,同时刺激上述3个部位为87%($P < 0.05$)。在试验性刺激效果良好的患者中,有超过80%的难治性腰椎疼痛(腰椎术后疼痛综合征)患者和58%的脑卒中后疼痛患者,经脑深部电刺激术治疗后获得持续性疼痛缓解。总之,有25%~35%的患者可获得长期疼痛缓

解,其缓解率甚至可达80%^[20-21]。

其他神经调控方法还有经皮神经电刺激术(TENS)、经皮脊髓电刺激术(TSE)、经皮(穴位)神经电刺激术(TEAS),也在神经病理性疼痛中得到不同程度的应用。神经调控技术疗效肯定、创伤小、具有可逆性和可调节性,对脑和神经组织无损害,因此,越来越多的患者和临床医师选择神经调控技术。神经调控的植入装置费用十分昂贵,限制了其在临床的普及应用。

二、神经损毁术

1. 立体定向脑内核团损毁术 痛觉冲动从感受器传导至大脑皮质,主要通过特异性和非特异性传导系统,立体定向脑内核团损毁术治疗疼痛的原理是在痛觉传导通路和调节痛觉的结构上制造损毁灶,从而阻断痛觉传导或调节痛觉中枢,达到缓解疼痛之目的。手术在局部麻醉下进行,先安装立体定向仪框架,进行MRI扫描,根据疼痛部位及性质,选择相应的治疗靶点,计算靶点的框架三维坐标,安装立体定向仪弓架,调整框架坐标,将射频电极导至靶点区域。损毁前先行可逆性升温试验,温度45℃、持续60s,观察有无不良反应,如无运动、言语及感觉障碍,逐渐升温至70~75℃、持续90s,进行永久性损毁。目前立体定向损毁术较常采用的损毁区域有:(1)中脑脊丘束(MBT;图7,8)。适用于疼痛对侧肢体,特别是涉及头面部的癌性疼痛、伤害性疼痛及中枢性疼痛,治疗有效率可达85%~90%,甚至更高^[22]。(2)内侧丘脑(图9)。内侧丘脑



图9 内侧丘脑损毁术后方向编码采用FA与横断面T₁WI融合图,可见左侧中央中核损毁灶与内囊后肢相邻(箭头所示),但未损伤内囊后肢 图10 扣带回损毁术后矢状位T₁WI显示扣带回损毁灶的位置及大小(箭头所示) 图11,12 横断面抑脂T₁WI显示,三叉神经痛患者三叉神经与血管之间的关系,右侧小脑上动脉压迫三叉神经(箭头所示)

Figure 9 Fusion of fractional anisotropy (FA) and axial T₁WI after medial thalamotomy showed the relation between left centromedian nucleus and internal capsule (arrow indicates). **Figure 10** Sagittal T₁WI after cingulotomy showed the location and size of lesion in cingulate gyrus (arrow indicates). **Figure 11** Axial T₁WI of patient with prosopalgia showed the relation between trigeminal and vessel: right superior cerebellar artery oppressing trigeminal (arrow indicates). **Figure 12** Axial T₁WI of patient with prosopalgia showed the relation between trigeminal and vessel: right superior cerebellar artery oppressing trigeminal (arrow indicates).

的一些神经核团,如中央中核(CM)、束旁核(PF)、中央外侧核(CL)和背内侧核(DM)参与了疼痛的产生过程,通过立体定向损毁中央中核和束旁核,对周围源性和中枢源性神经病理性疼痛具有较为理想的镇痛效果,治疗有效率为60%~70%^[23]。(3)扣带回损毁术(cingulotomy,图10)。前扣带回在疼痛传入和传出通路的调节中起重要作用,因此扣带回损毁术适用于各种慢性难治性疼痛,特别是伴精神和情绪变化的慢性疼痛,其有效率可达70%~80%,安全且不良反应少^[24]。

对一组161例慢性癌性疼痛患者的研究显示,接受中脑水平的脊髓丘脑束损毁术和丘脑核团损毁术的患者,随访2~7个月,前者有83.50%的患者疼痛症状完全消失,而后者缓解率仅51.90%;在并发症方面,前者死亡2例、后者无一例死亡,术后前者有3例出现痛觉缺失和8例凝视麻痹、后者仅1例发生永久性失语^[22]。另一组临床研究对22例疼痛患者(癌性疼痛15例、非癌性疼痛7例)实施立体定向双侧前扣带回损毁术,其中15例癌性疼痛患者术后随访1、3和6个月,疼痛缓解率分别为67%、58%和50%;7例非癌性疼痛患者中5例获得满意的疼痛症状缓解、2例随访1年时无效;所有22例患者均无术后永久性并发症发生^[24]。关于立体定向中脑核团损毁术治疗疼痛并获得较好疗效的文献报道较多^[25-27],亦有将脑神经损毁术与脑深部电刺激术联合应用的文献报道,3例脑卒中后疼痛患者经丘脑腹后核电刺激术联合立体定向双侧扣带回损毁术

治疗后,获得满意疗效^[28]。

2. 脊髓背根入髓区损毁术 20世纪60年代研究发现,脊髓背根入髓区与痛觉传导有关,并开始探讨将其作为疼痛治疗的靶点。1981年,Nashold和Bullitt^[29]首先将脊髓背根入髓区切开术用于治疗脊髓损伤后的去传入性疼痛,并取得了良好的疗效。关于脊髓背根入髓区损毁术的原理,大多数学者认为是永久性破坏伤害性传入通路的二级神经元,从而缓解疼痛症状。脊髓背根入髓区损毁术的最佳适应证是臂丛神经撕脱伤后疼痛和脊髓或马尾神经损伤后疼痛。有文献报道,采用脊髓背根入髓区损毁术治疗臂丛神经撕脱伤后疼痛,长期随访有63%~87%的患者疼痛缓解满意^[30-33]。Prestor^[34]对26例臂丛神经撕脱伤后疼痛患者施行脊髓背根入髓区损毁术,最长随访5年,结果显示,疼痛减轻在术后3年时比较稳定,5年后疼痛改善效果逐渐减弱,但疗效仍然满意。脊髓背根入髓区损毁术的并发症主要包括患肢浅感觉减退或缺失范围扩大、同侧下肢深感觉障碍,以及肌力下降、脑脊液漏等。

其他损毁性手术有交感神经切除术、神经切断术、脊髓前侧柱切断术、脊髓前联合切开术等,均有文献报道,但临床应用较少。

三、神经血管减压术

目前,微血管减压术(MVD)已经成为治疗三叉神经痛和舌咽神经痛的首选外科治疗方法。主要理论依据为,绝大多数三叉神经痛患者是由于三叉神经感觉根入脑桥区受血管压迫所致(图11,12)。

目前,神经微血管减压术的方法主要有垫片法、支撑法和悬吊法。Masuoka 等^[35]采用悬吊法对 28 例三叉神经痛患者进行神经微血管减压术,术后疼痛治愈率为 100%,随访 2 年无一例复发。Barker 等^[36]对 1185 例原发性三叉神经痛患者施行神经微血管减压术,随访 10 年疼痛治愈率为 70%、复发率为 30%,多发生在术后前 2 年。微血管减压术的主要并发症包括面部麻木、听力丧失、复视、小脑症状、脑脊液漏、面瘫、小脑血肿、小脑缺血性卒中、脑膜炎和感染等^[37]。舌咽神经痛的微血管减压术原理及术后并发症与三叉神经痛基本相同,其疼痛治愈率为 76%~90.30%、缓解率为 9.67%~16%。其他周围神经减压术也有应用,效果肯定。

随着先进医疗技术的发展,疼痛患者有了更多治疗方法的选择。根据患者疼痛原因、部位等综合考虑,选择适宜的治疗方法,最大可能地去除病因,控制疼痛,改善和提高生活质量。

参 考 文 献

- [1] Attal N, Bouhassira D. Neuropathic pain: experimental advances and clinical applications. *Rev Neurol (Paris)*, 2004, 160:199-203.
- [2] Planjar - Prvan M, Bielen I, Baraba R, Buljan R. Pathophysiologic basis of the treatment of neurogenic pain. *Acta Med Croatica*, 2004, 58:197-205.
- [3] Baron R. Neuropathic pain: the long path from mechanisms to mechanism-based treatment. *Anaesthetist*, 2000, 49:373-386.
- [4] Li YS. Interpretation of the consensus statement of the diagnosis and management of neuropathic pain. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2010, 10:599-601. [李焰生.《神经病理性疼痛诊治专家共识》解读. *中国现代神经疾病杂志*, 2010, 10:599-601.]
- [5] Nashold BS Jr, Ostdahl RH. Dorsal root entry zone lesions for pain relief. *J Neurosurg*, 1979, 51:59-69.
- [6] Elias Z, Powers SK, Bullitt E. Evaluation of laser - and radiofrequency - generated dorsal root entry zone lesions in the cat. *Appl Neurophysiol*, 1988, 51:255-263.
- [7] Peyron R, Faillenot I, Mertens P, Laurent B, Garcia-Larrea L. Motor cortex stimulation in neuropathic pain. Correlations between analgesic effect and hemodynamic changes in the brain: a PET study. *Neuroimage*, 2007, 34:310-321.
- [8] Hsieh JC, Belfrage M, Stone-Elander S, Hansson P, Ingvar M. Central representation of chronic ongoing neuropathic pain studied by positron emission tomography. *Pain*, 1995, 63:225-236.
- [9] Yu SY. Neuropathic pain. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2010, 10:597-598. [于生元. 神经病理性疼痛. *中国现代神经疾病杂志*, 2010, 10:597-598.]
- [10] Slavin KV, Colpan ME, Munawar N, Wess C, Nersesyan H. Trigeminal and occipital peripheral nerve stimulation for craniofacial pain: a single-institution experience and review of the literature. *Neurosurg Focus*, 2006, 21:E5.
- [11] Ishizuka K, Oaklander AL, Chiocca EA. A retrospective analysis of reasons for reoperation following initially successful peripheral nerve stimulation. *J Neurosurg*, 2007, 106:388-390.
- [12] Sears NC, Machado AG, Nagel SJ, Deogaonkar M, Stanton - Hicks M, Rezai AR, Henderson JM. Long - term outcomes of spinal cord stimulation with paddle leads in the treatment of complex regional pain syndrome and failed back surgery syndrome. *Neuromodulation*, 2011, 14:312-318.
- [13] Taylor RS. Spinal cord stimulation in complex regional pain syndrome and refractory neuropathic back and leg pain/failed back surgery syndrome: results of a systematic review and meta-analysis. *J Pain Symptom Manage*, 2006, 31(4 Suppl):13-19.
- [14] Norrsell H, Eliasson T, Mannheimer C, Augustinsson LE, Bergh CH, Andersson B, Waagstein F, Friberg P. Effects of pacing - induced myocardial stress and spinal cord stimulation on whole body and cardiac norepinephrine spillover. *Eur Heart J*, 1997, 18:1890-1896.
- [15] Mekhail NA, Mathews M, Nageeb F, Guirguis M, Mekhail MN, Cheng J. Retrospective review of 707 cases of spinal cord stimulation: indications and complications. *Pain Pract*, 2011, 11: 148-153.
- [16] Brown JA, Barbaro NM. Motor cortex stimulation for central and neuropathic pain: current status. *Pain*, 2003, 104:431-435.
- [17] Rasche D, Ruppolt M, Stippich C, Unterberg A, Tronnier VM. Motor cortex stimulation for long - term relief of chronic neuropathic pain: a 10 year experience. *Pain*, 2006, 121:43-52.
- [18] Boccard SG, Pereira EA, Moir L, Aziz TZ, Green AL. Long-term outcomes of deep brain stimulation for neuropathic pain. *Neurosurgery*, 2013, 72:221-230.
- [19] Bittar RG, Kar - Purkayastha I, Owen SL, Bear RE, Green A, Wang S, Aziz TZ. Deep brain stimulation for pain relief: a meta-analysis. *J Clin Neurosci*, 2005, 12:515-519.
- [20] Kumar K, Toth C, Nath RK. Deep brain stimulation for intractable pain: a 15-year experience. *Neurosurgery*, 1997, 40: 736-746.
- [21] Wallace BA, Ashkan K, Benabid AL. Deep brain stimulation for the treatment of chronic, intractable pain. *Neurosurg Clin N Am*, 2004, 15:343-357.
- [22] Frank F, Fabrizi AP, Gaist G, Weigel K, Munding F. Stereotactic mesencephalotomy versus multiple thalamotomies in the treatment of chronic cancer pain syndromes. *Appl Neurophysiol*, 1987, 50:314-318.
- [23] Gybels JM, Sweet WH. Neurosurgical treatment of persistent pain: physiological and pathological mechanisms of human pain. *Pain Headache*, 1989, 11:1-402.
- [24] Yen CP, Kung SS, Su YF, Lin WC, Howng SL, Kwan AL. Stereotactic bilateral anterior cingulotomy for intractable pain. *J Clin Neurosci*, 2005, 12:886-890.
- [25] Amano K, Kawamura H, Tanikawa T, Kawabatake H, Iseki H, Taira T. Stereotactic mesencephalotomy for pain relief: a plea for stereotactic surgery. *Stereotact Funct Neurosurg*, 1992, 59:25-32.
- [26] Bosch DA. Stereotactic rostral mesencephalotomy in cancer pain and deafferentation pain: a series of 40 cases with follow-up results. *J Neurosurg*, 1991, 75:747-751.
- [27] Shieff C, Nashold BS Jr. Thalamic pain and stereotactic mesencephalotomy. *Acta Neurochir Suppl (Wien)*, 1988, 42:239-242.
- [28] Kim JP, Chang WS, Park YS, Chang JW. Impact of ventralis caudalis deep brain stimulation combined with stereotactic bilateral cingulotomy for treatment of post - stroke pain. *Stereotact Funct Neurosurg*, 2012, 90:9-15.
- [29] Nashold BS Jr, Bullitt E. Dorsal root entry zone lesions to control central pain in paraplegics. *J Neurosurg*, 1981, 55:414-419.
- [30] Sindou MP, Blondet E, Emery E, Mertens P. Microsurgical

lesioning in the dorsal root entry zone for pain due to brachial plexus avulsion: a prospective series of 55 patients. *J Neurosurg*, 2005, 102:1018-1028.

[31] Chen HJ, Tu YK. Long term follow-up results of dorsal root entry zone lesions for intractable pain after brachial plexus avulsion injuries. *Acta Neurochir Suppl*, 2006, 99:73-75.

[32] Tomás R, Haninec P. Dorsal root entry zone (DREZ) localization using direct spinal cord stimulation can improve results of the DREZ thermocoagulation procedure for intractable pain relief. *Pain*, 2005, 116:159-163.

[33] Tao W, Hu YS, Zhang XH, Li YJ. Microsurgical lesions in dorsal root entry zone for chronic neuropathic pain. *Zhongguo Teng Tong Yi Xue Za Zhi*, 2011, 17:517-521. [陶蔚, 胡永生, 张晓华, 李勇杰. 脊髓背根入髓区毁损术治疗慢性神经病理性疼痛. *中国疼痛医学杂志*, 2011, 17:517-521.]

[34] Prestor B. Microcoagulation of junctional dorsal root entry zone is effective treatment of brachial plexus avulsion pain: long-term follow-up study. *Croat Med J*, 2006, 47:271-278.

[35] Masuoka J, Matsushima T, Kawashima M, Nakahara Y, Funaki T, Mineta T. Stitched sling retraction technique for microvascular decompression: procedures and techniques based on an anatomical viewpoint. *Neurosurg Rev*, 2011, 34:373-379.

[36] Barker FG 2nd, Jannetta PJ, Bissonette DJ, Larkins MV, Jho HD. The long-term outcome of microvascular decompression for trigeminal neuralgia. *N Engl J Med*, 1996, 334:1077-1083.

[37] Yue SY, Zhao L, Xue L, Zhang JN, Yang SY. The exploration of microvascular decompression for trigeminal neuralgia. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2006, 7:443-446. [岳树源, 赵林, 雪亮, 张建宁, 杨树源. 三叉神经微血管减压手术探讨. *中国现代神经疾病杂志*, 2006, 7:443-446.]

(收稿日期:2013-07-11)

· 小词典 ·

中英文对照名词词汇(二)

反射性交感神经萎缩症 reflex sympathetic dystrophy(RSD)

C-反应蛋白 C-reactive protein(CRP)

非甾体抗炎药 non-steroid anti-inflammatory drug(NSAID)

复杂区域疼痛综合征
complex regional pain syndrome(CRPS)

副肿瘤边缘性脑炎 paraneoplastic limbic encephalitis(PLE)

副肿瘤性小脑变性
paraneoplastic cerebellar degeneration(PCD)

高碘酸-雪夫染色 periodic acid-Schiff(PAS) staining

国际疾病分类 International Classification of Diseases(ICD)

国际疼痛研究协会
International Association for the Study of Pain(IASP)

国际头痛协会 International Headache Society(IHS)

呼气末二氧化碳分压
end-tidal pressure of carbon dioxide(PetCO₂)

花生四烯酸 arachidonic acid(AA)

环孢素 A cyclosporin A(CSA)

Glasgow 昏迷量表 Glasgow Coma Scale(GCS)

获得性免疫缺陷综合征
acquired immunodeficiency syndrome(AIDS)

基质金属蛋白酶 matrix metalloproteinases(MMPs)

脊髓背根入髓区 dorsal root entry zone(DREZ)

脊髓背根入髓区切开术 microsurgical DREZotomy(MDT)

脊髓电刺激术 spinal cord stimulation(SCS)

脊髓亚急性联合变性
subacute combined degeneration of spinal cord(SCD)

家族性偏瘫型偏头痛 familial hemiplegic migraine(FHM)

N-甲基-D-天冬氨酸 N-methyl-D-aspartate(NMDA)

简易 McGill 疼痛问卷
Short-Form McGill Pain Questionnaire(SF-MPQ)

健康相关生活质量 health-related quality of life(HRQoL)

胶质纤维酸性蛋白 glial fibrillary acidic protein(GFAP)

接触蛋白相关蛋白-2
contactin-associated protein 2(CASPR2)

结核分枝杆菌 mycobacterium tuberculosis(TB)

结核分枝杆菌复合群
mycobacterium tuberculosis complex(MTBC)

结核菌素纯蛋白衍生物
purified protein derivative of tuberculin(PPD)

经皮脊髓电刺激术
transcutaneous spinal electroanalgesia(TSE)

经皮神经电刺激术
transcutaneous electrical nerve stimulation(TENS)

经皮(穴位)神经电刺激疗法
transcutaneous electrical acupuncture stimulation(TEAS)

静脉自控镇痛
patient controlled intravenous analgesia(PCIA)

巨细胞病毒 cytomegalovirus(CMV)

聚偏二氟乙烯 polyvinylidene fluoride(PVDF)

抗核抗体 anti-nuclear antibody(ANA)

抗内因子抗体 anti-intrinsic factor antibody (AIFA)

抗双链 DNA 抗体
anti-double stranded DNA antibody(dsDNA)

抗心磷脂抗体 anti-cardiolipin antibody(ACA)

抗中性粒细胞胞质抗体
anti-neutrophil cytoplasmic antibody(ANCA)

可提取性核抗原 extractable nuclear antigen(ENA)

眶上神经电刺激术 supraorbital nerve stimulation(SNS)

六胺银 periodic acid silver methenamine(PASM)

麻醉后恢复室 postanesthesia care unit(PACU)

脉搏血氧饱和度 pulse oxygen saturation(SpO₂)

脉冲发生器 interactive pulse generator(IPG)