

## · 临床研究 ·

# 经皮神经电刺激在全膝关节置换术后多模式镇痛中的应用研究

章权<sup>1</sup>, 章建华<sup>2</sup>, 童培建<sup>2</sup>

(1. 浙江省中西医结合医院骨科, 浙江 杭州 310003; 2. 浙江省中医院骨科, 浙江 杭州 310006)

**【摘要】** 目的: 观察经皮神经电刺激治疗在全膝关节置换术后多模式镇痛方案中的应用疗效。方法: 2009 年 3 月至 2012 年 5 月在浙江省中医院骨伤科就诊, 诊断为膝骨性关节炎需行单侧全膝关节置换术的患者 60 例, 分为试验组和对照组, 每组 30 例。所有患者术前口服塞来昔布, 术中行膝关节腔周围注射, 术后口服塞来昔布、硫酸吗啡控释片。试验组术后增加使用经皮神经电刺激治疗, 每日 1 次。患者于术后 24 h 开始做膝关节功能锻炼。记录患者术后各时间点疼痛视觉模拟评分、膝关节活动角度、不良反应等。结果: 术后 24、48、72 h 及术后 1 周, 试验组患者的疼痛评分分别为  $3.39 \pm 0.69$ ,  $2.79 \pm 0.51$ ,  $2.16 \pm 0.52$ ,  $1.07 \pm 0.57$ , 均低于对照组患者的  $3.80 \pm 0.86$ ,  $3.22 \pm 0.58$ ,  $2.53 \pm 0.54$ ,  $1.38 \pm 0.52$ 。术后 24、48、72 h 及术后 1 周、2 周, 试验组患者的膝关节被动活动角度分别为  $(30.67 \pm 3.65)^\circ$ ,  $(39.17 \pm 3.96)^\circ$ ,  $(47.83 \pm 4.86)^\circ$ ,  $(93.67 \pm 7.30)^\circ$ ,  $(107.67 \pm 7.51)^\circ$ ; 术后 72 h 及 1、2 周主动活动角度分别为  $(29.83 \pm 5.33)^\circ$ ,  $(78.33 \pm 8.24)^\circ$ ,  $(95.17 \pm 5.94)^\circ$ ; 均高于对照组的  $(28.67 \pm 3.92)^\circ$ ,  $(36.83 \pm 4.25)^\circ$ ,  $(45.17 \pm 5.17)^\circ$ ,  $(89.83 \pm 7.25)^\circ$ ,  $(103.17 \pm 7.37)^\circ$  和  $(24.17 \pm 10.26)^\circ$ ,  $(73.83 \pm 9.07)^\circ$ ,  $(91.33 \pm 7.42)^\circ$ 。试验组 19 例膝部皮肤出现不同程度环形瘀血性压迹, 5 例出现局部水泡。结论: 将经皮神经电刺激治疗应用于全膝关节置换术后多模式镇痛可以降低患者术后疼痛评分, 促进术后膝关节功能早日康复。

**【关键词】** 关节成形术, 置换, 膝; 镇痛; 经皮神经电刺激

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2014.04.005

**Application of transcutaneous electrical nerve stimulation to multimodal analgesia after total knee arthroplasty**  
ZHANG Quan\*, ZHANG Jian-hua, and TONG Pei-jian. \*Department of Orthopaedics, Zhejiang Integrated Chinese and Western Medicine Hospital, Hangzhou 310003, Zhejiang, China

**ABSTRACT Objective:** To study the effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on multimodal analgesia after total knee arthroplasty. **Methods:** Sixty patients diagnosed as knee osteoarthritis and suffered unilateral total knee arthroplasty in the department of orthopedics, Zhejiang Traditional Chinese Medicine Hospital from March 2009 to May 2012 were randomly divided into control group and test group, 30 cases in each group. All the patients received celecoxib preoperatively, knee peri-articular injection with the drug mixture intraoperatively, and celecoxib and morphine sulfate controlled-release tablets postoperatively. The patients in the test group were also treated with transcutaneous electrical nerve stimulation each day after operation. All the patients started doing functional exercises at 24 h after operation. Postoperative visual analogue scales (VAS), passive and active range of motion of knee joint, and complications were recorded. **Results:** The VAS scores of test group during postoperative 24 h to 1 week were  $3.39 \pm 0.69$ ,  $2.79 \pm 0.51$ ,  $2.16 \pm 0.52$ , and  $1.07 \pm 0.57$  separately, which were lower than  $3.80 \pm 0.86$ ,  $3.22 \pm 0.58$ ,  $2.53 \pm 0.54$  and  $1.38 \pm 0.52$  in the control group. The passive and active range of knee joint motion in the test group during postoperative 24 h to 2 weeks were  $(30.67 \pm 3.65)^\circ$ ,  $(39.17 \pm 3.96)^\circ$ ,  $(47.83 \pm 4.86)^\circ$ ,  $(93.67 \pm 7.30)^\circ$ ,  $(107.67 \pm 7.51)^\circ$  and  $(29.83 \pm 5.33)^\circ$ ,  $(78.33 \pm 8.24)^\circ$ ,  $(95.17 \pm 5.94)^\circ$  respectively, which were higher than  $(28.67 \pm 3.92)^\circ$ ,  $(36.83 \pm 4.25)^\circ$ ,  $(45.17 \pm 5.17)^\circ$ ,  $(89.83 \pm 7.25)^\circ$ ,  $(103.17 \pm 7.37)^\circ$  and  $(24.17 \pm 10.26)^\circ$ ,  $(73.83 \pm 9.07)^\circ$ ,  $(91.33 \pm 7.42)^\circ$  in the control group. In the test group, 19 patients had ring-shaped haemostasis impression to some extent in the skin of knee joint to different degree, and 5 patients had blister formation. **Conclusion:** It is meaningful to apply transcutaneous electrical nerve stimulation for treating multimodal analgesia after total knee arthroplasty, which can not only relieve patients' postoperative pain, and also promote the rehabilitation of knee function as far as possible.

**KEYWORDS** Arthroplasty, replacement, knee; Analgesia; Transcutaneous electrical nerve stimulation

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2014, 27(4): 283-286 www.zggszz.com

通讯作者: 章权 E-mail: zhangquanzq@sohu.com

Corresponding author: ZHANG Quan E-mail: zhangquanzq@sohu.com

全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)后  
患肢往往伴随严重疼痛。TKA 围手术期有效的多模

式镇痛可以减轻术后应激反应,提高手术整体疗效和患者手术接受度。经皮神经电刺激(transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS)是一种电疗的镇痛方法,对减轻术后急性疼痛和慢性肩痛、骨关节炎痛有确切疗效<sup>[1]</sup>。本研究将 TENS 应用于 TKA 术后的多模式镇痛中,取得了良好的疗效。

### 1 资料与方法

**1.1 临床资料与分组** 2009 年 3 月至 2012 年 5 月在浙江省中医院骨伤科就诊,根据中华医学会骨科学会骨关节炎诊治指南<sup>[2]</sup>诊断为膝骨性关节炎(knee osteoarthritis, KOA)需行单侧 TKA,并签署知情同意书自愿加入本试验的患者共 60 例,分为试验组和对照组,每组 30 例。两组患者术前临床资料比较见表 1,差异无统计学意义,有可比性。

**1.2 纳入标准** 年龄 50~80 岁;体重 45~80 kg;美国麻醉学医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级 I-III 级;患者或家属具有告知同意权利,并能配合治疗。

**1.3 排除标准** 有严重的心脑疾病,或肝肾功不良者;有心理、精神疾病,不能正确表达思想者;有所用的药物过敏史者;有酒精、药物滥用史者;有消化道出血等疾病不宜使用非甾体抗炎药者;有骨质疏松病史者;类风湿关节炎、血友病等其他病因引起的膝关节炎需行 TKA 者。

### 1.4 治疗方法

**1.4.1 手术方法** 所有患者手术在全麻下由同一位高年资专科医生主刀完成。手术取膝关节前正中纵切口,髌骨内侧入路,膝关节假体用骨水泥固定。在关闭膝关节腔之前,将盐酸罗哌卡因 75 mg、盐酸肾上腺素 0.5 mg 用生理盐水稀释成 30 ml,行关节周围局部注射,范围包括关节囊和内外侧副韧带,髌韧带,股四头肌腱。

**1.4.2 口服药物** 所有患者术前 48 h 开始口服塞来昔布 0.2 g,每日 2 次。术后 8 h 开始常规口服塞来昔布 0.2 g,每日 2 次;并于膝关节功能锻炼前 1 h 口服硫酸吗啡控释片 10 mg,口服药物共 7 d。

**1.4.3 TENS** 试验组患者使用 Felicia SD-21 型经皮神经电刺激治疗仪治疗。将 4 个电极分别固定

在以切口为中心的膝关节内上、内下、外上、外下方,采用双通道双向方波,调节频率在 80~120 Hz,以患者自觉有麻刺感为准。对照组患者同样使用 TENS 治疗,但在电极上以塑料片阻隔,使不产生电流。TENS 治疗每日 1 次,共 14 d。

**1.4.4 康复治疗** 患者麻醉清醒后,即在康复师的指导下行踝关节主动背伸活动和股四头肌等长收缩。于术后 24 h 拔除引流管后开始使用 CPM(continuous passive motion)机行患膝关节屈伸活动,从屈膝 0°~40°开始,每天增加的角度以患者可耐受的疼痛为度。术后第 2~3 天在康复师的指导下,扶双拐患肢部分负重活动。

**1.4.5 补救方法** 若在术后治疗过程中患者出现治疗方案控制不够的疼痛(疼痛评分>7 分),则临时加用盐酸布桂嗪 100 mg 肌注。

**1.5 观察指标与方法** ①疼痛视觉模拟评分(visual analogue scales, VAS):记录患者术前及术后 8、24、48、72 h 和术后 1、2 周的 VAS 评分。②膝关节屈伸角度(range of motion, ROM):记录患者术后 24、48、72 h 和 1、2 周的 CPM 机被动活动度,术前及术后 72 h 和 1、2 周的膝关节主动活动度。③不良反应:记录患者治疗后有无头痛头晕、恶心呕吐、饮食减退、便秘、皮肤瘙痒、皮肤斑疹、消化道出血等。④记录术后麻醉性镇痛药的追加使用总量。

**1.6 统计学处理** 使用 SPSS 17.0 软件进行统计学分析。对于 VAS 评分、患膝关节活动度等定量资料采用 *t* 检验,其他定性资料采用卡方检验。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

试验组手术时间 (94.50±9.32) min, 对照组 (93.33±7.58) min, 两组比较差异无统计学意义 (*t*=0.532, *P*=0.597)。

**2.1 两组患者 VAS 比较** 结果见表 2。除术后 8 h、2 周外,其他时间,试验组评分均低于对照组。

**2.2 两组患者术后关节活动度比较** 结果见表 3-4。结果显示,试验组患者膝关节主动和被动活动度均高于对照组。

**2.3 两组患者术后不良反应比较** 结果见表 5。结

表 1 两组膝骨关节炎患者术前临床资料比较

Tab.1 Comparison of clinical data of patients with knee osteoarthritis before operation between two groups

组别	例数(例)	体重( $\bar{x}\pm s$ , kg)	年龄( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	病程( $\bar{x}\pm s$ , 年)	性别(例)		VAS( $\bar{x}\pm s$ , 分)	ROM( $\bar{x}\pm s$ , °)
					男	女		
试验组	30	71.13±6.53	70.33±6.46	7.03±3.91	9	21	3.71±1.42	97.17±9.62
对照组	30	69.40±6.14	66.97±8.71	6.70±3.54	11	19	3.09±1.59	94.17±11.07
检验值	-	<i>t</i> =1.059	<i>t</i> =1.700	<i>t</i> =0.346	$\chi^2=0.300$		<i>t</i> =1.594	<i>t</i> =1.120
<i>P</i> 值	-	0.294	0.094	0.731	0.584		0.116	0.267

表 2 两组膝骨关节炎患者术后不同时间点 VAS 比较( $\bar{x}\pm s$ , 分)

Tab.2 Comparison of VAS of patients with knee osteoarthritis between two groups at different times after operation ( $\bar{x}\pm s$ , score)

组别	例数(例)	术后 8 h	术后 24 h	术后 48 h	术后 72 h	术后 1 周	术后 2 周
试验组	30	4.08±1.46	3.39±0.69	2.79±0.51	2.16±0.52	1.07±0.57	0.73±0.49
对照组	30	3.99±1.28	3.80±0.86	3.22±0.58	2.53±0.54	1.38±0.52	0.70±0.54
<i>t</i> 值	-	0.236	2.030	3.011	2.700	2.180	0.175
<i>P</i> 值	-	0.815	0.047	0.004	0.009	0.033	0.862

表 3 两组膝骨关节炎患者术后不同时间点膝关节被动活动度比较( $\bar{x}\pm s$ , °)

Tab.3 Comparison of positive action of knee joint of patients with knee osteoarthritis between two groups at different times after operation( $\bar{x}\pm s$ , °)

组别	例数(例)	术后 24 h	术后 48 h	术后 72 h	术后 1 周	术后 2 周
试验组	30	30.67±3.65	39.17±3.96	47.83±4.86	93.67±7.30	107.67±7.51
对照组	30	28.67±3.92	36.83±4.25	45.17±5.17	89.83±7.25	103.17±7.37
<i>t</i> 值	-	2.044	2.200	2.060	2.040	2.342
<i>P</i> 值	-	0.046	0.032	0.044	0.046	0.023

表 4 两组膝骨关节炎患者术后不同时间点膝关节主动活动度比较( $\bar{x}\pm s$ , °)

Tab.4 Comparison of active action of knee joint of patients with knee osteoarthritis between two groups at different times after operation( $\bar{x}\pm s$ , °)

组别	例数(例)	术后 72 h	术后 1 周	术后 2 周
试验组	30	29.83±5.33	78.33±8.24	95.17±5.94
对照组	30	24.17±10.26	73.83±9.07	91.33±7.42
<i>t</i> 值	-	2.684	2.012	2.209
<i>P</i> 值	-	0.009	0.049	0.031

果显示,两组患者术后出现的头痛头晕、恶心呕吐、食欲减退、便秘、皮肤瘙痒、皮肤斑疹、消化道出血等不良反应之间的差异无统计学意义。试验组患者在使用 TENS 治疗后,19 例膝部皮肤与电极接触处出现不同程度环形瘀血性压迹,5 例出现局部水泡。两组患者均未追加使用盐酸布桂嗪。

### 3 讨论

**3.1 多模式镇痛** 多模式镇痛概念,是指通过不同途径、不同时间、不同方法、不同药物,实现不同作用机制的镇痛药物和方法的累加或协同,可对单一镇

痛方法扬长避短,提高镇痛效率,减少每种镇痛药物的用量和不良反应。但至今尚无一种公认的 TKA 围手术期多模式镇痛方案。

**3.2 膝关节周围注射** 本研究中对照组所采用的治疗方案为目前本课题组常规使用的 TKA 围手术期镇痛方案,临床效果良好。术中于膝关节周围局部注射镇痛药,被认为是一种安全可靠、不延长手术时间的镇痛方式<sup>[3]</sup>。本研究中注射的镇痛药物由盐酸罗哌卡因和盐酸肾上腺素配伍而成。罗哌卡因是一种长效的局麻药,可使神经的兴奋阈值提高,产生运动阻滞和感觉阻滞分离,小剂量使用时仅阻滞感觉神经。肾上腺素可将罗哌卡因局限在注射部位,减缓其吸收,延长镇痛时间,减少毒性<sup>[4]</sup>。

**3.3 塞来昔布和硫酸吗啡控释片** 研究中在围手术期口服特异性 COX-2 抑制剂——塞来昔布,避免了传统非甾体类抗炎药对胃肠道的损伤<sup>[5]</sup>。但是塞来昔布具有“天花板”效应<sup>[6]</sup>,因此临床上常将 COX-2 抑制剂联合阿片类药物镇痛。两者有协同作用<sup>[7]</sup>,阿片类药物对于感觉性疼痛效果佳,而 COX-2 抑制剂对于运动性疼痛效果好,有利于患者早期进行 CPM 锻炼。另外 COX-2 抑制剂能拮抗阿片类药物

表 5 两组膝骨关节炎患者术后不良反应比较(例)

Tab.5 Comparison of adverse effects of patients with knee osteoarthritis between two groups after operation(case)

组别	例数(例)	头痛头晕	恶心呕吐	食欲减退	便秘	皮肤瘙痒斑疹	消化道出血
试验组	30	4	2	13	5	0	0
对照组	30	3	2	12	6	1	0
$\chi^2$ 值	-	0.000	0.000	0.069	0.111	0.000	-
<i>P</i> 值	-	1.000	1.000	0.793	0.739	1.000	-

的耐药性,减少阿片类药物用量。

术前口服塞来昔布,其意义和 CPM 锻炼前 1 h 口服硫酸吗啡控释片一样,是以超前镇痛理论为基础的。患者在 CPM 锻炼前 1 h 口服硫酸吗啡控释片,可以提前升高神经元对疼痛的兴奋阈值,减轻功能锻炼时的痛觉,提高术后功能锻炼的效率。

**3.4 TENS** 在试验组中,TENS 治疗被引入到多模式镇痛方案中。关于 TENS 镇痛机制,主要有以下几种:①激发神经粗纤维兴奋,激活胶质细胞关闭疼痛闸门,抑制疼痛信号的传入<sup>[8]</sup>。②激活内源性镇痛系统,使中枢神经系统向神经末梢释放啡样物质。低频电刺激可促使中枢释放内啡肽和脑啡肽,而高频电刺激则促进强啡肽释放,高低频交替刺激则使三者同时释放<sup>[9]</sup>。③产生局部热效应,降低感觉神经的兴奋性<sup>[10]</sup>。

本试验显示,两种治疗方法虽然都能有效镇痛,但在术后 24 h~1 周,试验组的 VAS 均低于对照组。因为更有效的镇痛,患者可以在 CPM 帮助下早期进行膝关节功能锻炼,防止膝关节粘连僵硬,改善血液循环,消除肿胀,减少下肢静脉血栓发生<sup>[11]</sup>,增加肌肉收缩力,促进膝关节功能恢复。新的观点同时认为,TKA 术后早期应用微电流刺激膝关节,可以改善膝关节功能<sup>[12]</sup>。所以,试验组患者术后膝关节活动度大于对照组。但值得一提的是,在 TENS 治疗过程中,有相当数量的患者出现皮损,这可能是膝关节周围的皮肤由于术中的创伤、牵拉,局部微循环破坏,炎性介质堆积,毛细血管壁通透性增加;而 TENS 治疗中,在电极周围产生负压吸引作用和热效应,使局部毛细血管血流增加<sup>[13]</sup>,血性液或组织间液渗出。而切口周围的瘀血性压迹和水泡等破损有增加切口感染的可能。

综上所述,TENS 治疗作为一种非药物镇痛的辅助治疗方法<sup>[14]</sup>,应用于 TKA 术后多模式镇痛具有一定的临床意义,对术后疼痛控制效果明显,可降低患者术后 VAS 评分,并促进术后膝关节功能恢复。而 TENS 治疗所致局部皮损,可通过在治疗过程中变换电极位置予以克服。

#### 参考文献

- [1] 韩济生. 针刺镇痛:共识与质疑[J]. 中国疼痛医学杂志, 2011, 17(1):9-14.  
Han JS. Acupuncture analgesia: consensus and questioned[J]. Zhongguo Teng Tong Yi Xue Za Zhi, 2011, 17(1):9-14. Chinese.
- [2] 中华医学会骨科学分会. 骨关节炎诊治指南(2007 年版)[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2007, 1(4):281-285.

- Chinese Orthopaedic Association. Osteoarthritis treatment guidelines (2007 Edition)[J]. Zhonghua Guan Jie Wai Ke Za Zhi (Dian Zi Ban), 2007, 1(4):281-285. Chinese.
- [3] Vendittoli PA, Makinen P, Drolet P, et al. A multimodal analgesia protocol for total knee arthroplasty. A randomized, controlled study [J]. J Bone Joint Surg Am, 2006, 88(2):282-289.
- [4] 翁文杰, 王锋, 陈东阳, 等. 全髋关节置换术中局部注射混合镇痛液疗效的临床对照试验[J]. 中国骨伤, 2008, 21(11):834-836.  
Wen WJ, Wang F, Chen DY, et al. Observation of the efficacy of local multimodal analgesic drugs injection in total hip arthroplasty [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2008, 21(11):834-836. Chinese with abstract in English.
- [5] Singh G, Fort JG, Goldstein JL, et al. Celecoxib versus naproxen and diclofenac in osteoarthritis patients: SUCCESS-I Study [J]. Am J Med, 2006, 119(3):255-266.
- [6] 林荔军, 刘登均, 张飞, 等. 多模式联合镇痛在全膝关节置换围手术期中的运用[J]. 重庆医学, 2010, 39(14):1871-1872.  
Lin LJ, Liu DJ, Zhang F, et al. Perioperative comprehensive pain control strategy of the total knee arthroplasty [J]. Chong Qing Yi Xue, 2010, 39(14):1871-1872. Chinese.
- [7] Straube S, Derry S, McQuay HJ, et al. Effect of preoperative Cox- II -selective NSAIDs (coxibs) on postoperative outcomes: a systematic review of randomized studies [J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2005, 49(5):601-613.
- [8] Palmer ST, Martin DJ, Steedman WM, et al. Effects of electric stimulation on C and A delta fiber-mediated thermal perception thresholds [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2004, 85(1):119-128.
- [9] Han JS, Chen XH, Sun SL, et al. Effect of low- and high-frequency TENS on Met-enkephalin-Arg-Phe and dynorphin A immunoreactivity in human lumbar CSF [J]. Pain, 1991, 47(3):295-298.
- [10] King EW, Audette K, Athman GA, et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation activates peripherally located alpha-2A adrenergic receptor [J]. Pain, 2005, 115(3):364-373.
- [11] 程宁, 时秋英. 38 例单侧人工全膝关节置换术后的康复锻炼 [J]. 中国骨伤, 2010, 23(3):220-221.  
Cheng N, Shi QY. Rehabilitation exercises after single total knee replacement: a report of 38 cases [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2010, 23(3):220-221. Chinese with abstract in English.
- [12] Wanich T, Gelber J, Rodeo S, et al. Percutaneous neuromodulation pain therapy following knee replacement [J]. J Knee Surg, 2011, 24(3):197-202.
- [13] 董福慧. 皮神经卡压综合征的治疗 [J]. 中国骨伤, 2003, 16(5):308-312.  
Dong FH. Treatment of cutaneous nerve entrapment syndrome [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2003, 16(5):308-312. Chinese.
- [14] Mello LF, Nóbrega LF, Lemos A. Transcutaneous electrical stimulation for pain relief during labor: a systematic review and meta-analysis [J]. Rev Bras Fisioter, 2011, 15(3):175-184.

(收稿日期:2013-08-28 本文编辑:连智华)