

## · 基础研究 ·

## 电针联合嗅鞘细胞移植对大鼠脊髓损伤神经轴突再生及走向的影响

谭龙旺, 秦兆邦, 朱峰, 杨利学

(陕西中医学院附属医院骨伤科, 陕西 咸阳 712000)

**【摘要】 目的:**探讨电针对嗅鞘细胞(OECs)移植大鼠轴突再生的影响及作用机制。**方法:**2.5月龄 Sprague Dawley (SD)雄性大鼠 72 只,体重(220±20)g,采用挫伤加全横断的造模方法造成 T<sub>9</sub> 脊髓损伤模型后随机分成模型组、电针组、嗅鞘细胞组和电针加嗅鞘细胞组。各组动物于造模后 4 周和 8 周注射 5% 荧光金水溶液(fluorescent gold, FG) 0.5 μl 进行逆行标记,后进行荧光金逆行示踪观察以及动物行为学观察(BBB 评分)。**结果:**(1)BBB 评分结果示术后第 1 天至第 1 周,各组间比较差异无统计学意义( $P>0.05$ );从第 3 周开始,电针+OECs 组高于模型组、OECs 组、电针组 3 组( $P<0.05$ )。(2)荧光金逆行示踪结果显示:术后 4、8 周各组脊髓内均可观察到有 FG 阳性神经纤维再生;在脊髓损伤区,电针加 OECs 组通过脊髓损伤区荧光金标记的阳性神经纤维数量多于其他 3 组,走行较其他 3 组规则。**结论:**电针联合 OECs 移植治疗能够极大的促进脊髓损伤大鼠神经纤维的再生以及大鼠后肢功能的恢复,能够恢复神经传导通路,并对再生的神经纤维生长方法有一定的导向性。

**【关键词】** 脊髓损伤; 电针; 嗅鞘细胞; 神经轴突再生

DOI:10.3969/j.issn.1003-0034.2015.05.012

**Effect of electro-acupuncture combined with olfactory ensheathing cell transplantation on spinal cord injury axonal regeneration and direction** TAN Long-wang, QIN Zhao-bang, ZHU Feng, and YANG Li-xue. Department of Orthopaedics, the Affiliated Hospital of Shaanxi University of TCM, Xianyang 712000, Shanxi, China

**ABSTRACT Objective:**To explore the impact and mechanism of electro-acupuncture (EA) on olfactory ensheathing cells (OECs) transplantation of spinal cord injury (SCI) axonal regeneration. **Methods:**In the experiment, 72 adult Sprague Dawley male rats weighted (220±20) g underwent contusion and transection method to cause the T<sub>9</sub> model of spinal cord injury, were randomly divided into four groups involving model group, EA group, OECs group, and EA+OECs group. 5% fluorescein gold (FG) solution of 0.5 μl was injected into rats' spinal cord at 4 weeks and 8 weeks after SCI, a series of tests were performed including fluorescein gold (FG) retrograde tagging, BBB scores. **Results:** (1)The BBB scores level among four groups had no differences from the 1st day to the 1st week after the SCI ( $P>0.05$ ). From the 3rd week after the SCI, the BBB scores level in EA+OECs group were obviously higher than that of other groups ( $P<0.05$ ). (2)The result of the fluorescein gold (FG) retrograde tagging showed at 4 weeks and 8 weeks after treatment FG positive nerve fibers were observed in SCI region. In EA+OECs group the number of FG positive nerve fibers was more than other three groups, and the fibers were more regularly arranged than other three groups. **Conclusion:**The combination of electro-acupuncture and OECs transplantation can recover the pathway of nerve conduction and promote nerve fibers regeneration and hind limb function recovery for SCI rat, and can guide the trend of the axonal regeneration.

**KEYWORDS** Spinal cord injuries; Electro-acupuncture; Olfactory ensheathing cells; Neuroaxonal regeneration

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2015, 28(5):441-445 www.zggszz.com

脊髓损伤(spinal cord injury, SCI)是骨科领域常见的疾病,加强脊髓损伤的基础研究,特别是关于脊髓损伤后神经修复的研究,进一步提高临床救治及功能康复的研究具有十分重要的意义。嗅鞘细胞

(olfactory ensheathing cells, OECs) 因自身特点曾被誉为 21 世纪治疗脊髓损伤最有前景的移植材料。大量研究均表明 OECs 在治疗脊髓损伤是有效的。近年来,针刺尤其是电针是广泛应用于临床且被公认行之有效地治疗办法,也有大量的临床和实验报道电针能有效的促进受损脊髓神经纤维的再生,其应用前景十分乐观。但在治疗方法对如何再生出足够的神经纤维并使再生的轴突最大限度地突破胶质瘢痕的阻挡到达损伤远端建立起新的有序的神传导

基金项目:陕西省教育厅专项科研项目(编号:2010JK508)

Fund program: Special-purpose Project of the Department of Education of Shaanxi Province (No. 2010JK508)

通讯作者:谭龙旺 E-mail: longwangtan@sina.com

Corresponding author: TAN Long-wang E-mail: longwangtan@sina.com

通路目前尚无有效的办法。本实验尝试用电针联合嗅鞘细胞移植两种确实有效的治疗办法进行叠加,观察电针能否与嗅鞘细胞建立某种促进机制,增强嗅鞘细胞移植后神经纤维的再生能力并加以引导。

## 1 材料与方 法

### 1.1 实验动物与分组

2.5 月龄 Sprague Dawley (SD) 雄性大鼠 72 只, 体重 (220±20) g (西安交通大学实验动物中心提供)。采用随机数字表法随机分成 4 组, 每组 18 只: 模型组, 造模后喂养观察, 不施加其他处理因素; 嗅鞘细胞组, 造模后 7 d 重新打开伤口, 在脊髓远近断端距离挫伤区边缘 1 mm 的脊髓中线上深度分别为 1.75、1.5、1.0、0.5 mm 处注入浓度为 50 000/μl 的 OECs 细胞悬液各 1 μl 左右; 电针组, 选取 T<sub>7,8</sub> 和 T<sub>11,12</sub> 棘间隙, 三阴交、环跳、后三里、跟端, 动物于术后第 2 天开始针刺, 6805-I 型电针治疗仪电针设正负极, 疏密波, 频率 0.8 Hz, 强度 0.3~0.6 mA; 选 1 寸毫针, 督脉穴在距损伤处上下端 2 个椎体的棘突间隙旁开距中线 3~4 mm 处取穴, 直刺入达 4~5 mm, 体穴针刺深度为 4~6 mm, 每次治疗时间为 30 min, 隔日 1 次, 共治疗 8 周; 电针+嗅鞘细胞组, 造模 7 d 后打开伤口施以嗅鞘细胞移植并给予电针治疗。另取 20 只健康成年雄性 SD 大鼠用于嗅鞘细胞的取材, 体重 200~250 g, 不在本组中计算。

### 1.2 造模

各组均建立全横切脊髓损伤模型。大鼠应用 10% 水合氯醛按 0.5 ml/100 g 腹腔麻醉, 手术野周围剪毛备皮, 碘伏消毒。以 T<sub>8</sub> 棘突为中心, 作 3 cm 长的纵行手术切口, 依次切开皮肤、皮下组织及深筋膜, 切开椎旁肌肉, 用自动拉勾向两侧拉开, 显露棘突和椎板, 组织剪剪除 T<sub>7,8</sub> 棘突, 用小弯钳咬除椎板, 切开硬脊膜, 暴露脊髓。按改良的 Allen 打击法<sup>[3]</sup>, 使用重 10 g 不锈钢砵码自 4 cm 高度垂直自由落下撞击 T<sub>8</sub> 骨窗对应的脊髓, 再用薄而锐利刀片从左至右完全切断脊髓, 抬起断端, 观察是否完全离断, 制成大鼠脊髓损伤模型。

### 1.3 实验仪器与试剂

DMEM/F12 培养液(美国 Hyclone 公司)、优质胎牛血清(四季青公司)、多聚左旋赖氨酸(美国 Gibco 公司)、0.25% 胰蛋白酶+0.02% EDTA 消化液(美国 Hyclone 公司)、正常山羊血清工作液(A 试剂)、P75NTR 抗体(B 试剂)、辣根酶标记链霉卵白素工作液(C 试剂)、生物素标记山羊抗兔 IgG、二氨基联苯胺(DAB 显色剂)(北京博奥森公司)、荧光金(Fluorescent gold FG)(Fluorochrome 公司)、25 cm<sup>2</sup> 斜口细胞培养瓶(Hyclone 产品)、CO<sub>2</sub> 恒温培养箱(上

海 lishen Scientific Equipment)、双人单面超净工作台(苏州净化设备公司)、荧光显微镜及照像系统(日本 Olympus 公司)、立体定向仪(Narishige SR-6)。

### 1.4 嗅鞘细胞的培养

大鼠断颈处死, 头部浸入 75% 的乙醇 3 min, 在超净台内迅速取出两侧嗅球, 置于 PBS 平衡盐溶液中除去软膜, 然后用 PBS 液冲洗 3 遍, 在解剖显微镜下撕去脑膜, 并用眼科镊子直接将嗅球撕烂、挤压; 用虹膜剪将分离的组织剪成 1 mm<sup>3</sup> 小块, 加 0.25% 的胰蛋白酶, 于 37 °C 温箱中消化 15 min。用酒精灯火焰抛光后的移液管反复吹打 25~30 次, 加入含 10% FBS(胎牛血清 fetal bovine serum FBS)的 DMEM/F12 液 5 ml, 终止消化, 800 r/min 离心 5 min, 弃上清液, 后同样操作清洗 2 次; 在镜下观察可见广泛散在明亮球状游离细胞, 计数细胞浓度后, 用 DMEM/F12 稀释细胞浓度至 10<sup>5</sup>/ml, 细胞液保留未完全消化组织块, 接种于培养瓶, 滴加双抗 10% 青链霉素 100/μl, 置于培养箱(37 °C, 5% CO<sub>2</sub>) 内培养。按改良 Nash 等<sup>[1]</sup>差速贴壁法, 培养 24 h 后将细胞培养液和未贴壁的细胞转种于另一培养瓶, 置于细胞培养箱内继续培养 48 h, 再次将细胞培养液连同未贴壁的细胞转种于经多聚赖氨酸包被过的培养瓶内培养, 添加阿糖胞苷(终浓度为 10 μmol/L)<sup>[2]</sup>。每 2~3 d 半量换液 1 次, 每日倒置显微镜下观察 OECs 的生长形态, 并摄片记录细胞生长情况。培养至 12 d, 应用兔抗 NGFR<sub>p75</sub> 行免疫组化染色鉴定。

### 1.5 荧光金逆行标记

各组动物于造模后 4 周和 8 周进行荧光金(fluoro-gold, FG)逆行示踪标记, 以评价电针联合嗅细胞移植对脊髓损伤神经再生的影响。于大鼠腹腔注射 7% 水合氯醛, 在脊髓远端距损伤区 3 mm 处注射 5% 荧光金水溶液 0.5 μl 进行逆行标记, 关闭伤口, 标记后动物再存活 7 d, 7 d 后经左心室先后灌注血管冲洗液(0.9% NaCl+0.002% NaNO<sub>2</sub>+0.002% 肝素)和固定液(4% 多聚甲醛+0.2% 苦味酸), 取大鼠 T<sub>7</sub>-T<sub>11</sub> 段脊髓, 固定液固定, 30% 蔗糖浸泡至下沉, 冷冻包埋组织, 制备脊髓组织 30 μm 的横切面切片以及 20 μm 纵切面切片, PBS 漂洗后甘油封片; 将切片置于荧光显微镜下计数荧光金阳性标记的神经数目以及观察荧光金在脊髓神经轴突中的走向。

### 1.6 BBB 评分<sup>[4]</sup>

采用 BBB(Basso Beattie Bresnahan, BBB) 评分评估大鼠后肢运动功能的恢复情况。将动物放置于平台上, 观察记录其后肢的行走及肢体活动。评分分 3 部分, 第 1 部分为 0~7 分, 评判动物后肢各关节活动; 第 2 部分为 8~13 分, 评判后肢的步态及协调功

能;第3部分为14~21分,评判运动中爪的精细动作;3项满分为21分。实验动物分别在损伤后第1、2、3、5、9周进行评分。

### 1.7 统计学分析

采用 SPSS 14.0 软件统计处理,数据以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较行 *t* 检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 荧光金逆行示踪

荧光金逆行示踪显示:术后4、8周各组脊髓内均可观察到有FG阳性神经元。脊髓逆行示踪切片可见,模型组在脊髓损伤区可见呈金色少量、短小荧光金标记的阳性神经纤维;嗅鞘细胞移植组脊髓损伤区可见较多的呈金色的FG标记的阳性神经纤维生长,并可见有荧光金标记的阳性纤维通过损伤区,走形不规则;电针组脊髓损伤处可见荧光金标记的阳性神经纤维生长较多,可见荧光金标记的神经纤维通过损伤区,走行较规则;电针+嗅鞘细胞移植组脊髓损伤处可见大量的再生的荧光金标记的阳性神经纤维,数量明显较其他3组增加,通过脊髓损伤区FG标记的阳性神经纤维也较其他3组的数量多,纤维较长,走行较规则(图1-4)。在脊髓切片上观察FG标记的阳性神经元数量,电针+嗅鞘细胞组、电针组、嗅鞘细胞组与模型组相比数量明显增加( $P < 0.01$ );电针+嗅鞘细胞组较电针组、嗅鞘细胞组多,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );电针组、嗅鞘细胞组较模型组观察到的数量多,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );电针组与嗅鞘细胞组比较,两组荧光金标记的阳性神经元数量接近,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )(表1)。

### 2.2 BBB 评分结果

各组动物不同时期后肢运动功能 BBB 评分结果见表2。BBB 评分结果说明,术后第1天各组间比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ );第1周各组间比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ );第2周嗅鞘细胞组、电针组、电针+嗅鞘细胞组 BBB 评分显著高于模型组,

表1 各组逆行示踪脊髓损伤区荧光金阳性纤维数量

Tab.1 Number of FG positive fibers in the retrograde tracer SCI area of each group

分组	动物数	荧光金阳性纤维数[( $\bar{x} \pm s$ )/(3×5) mm <sup>2</sup> ]	
		术后4周	术后8周
模型组	18	32.21±3.14	40.14±4.42
嗅鞘细胞组	18	155.23±6.15 <sup>①③④</sup>	168.64±7.12 <sup>①③④</sup>
电针组	18	145.34±5.92 <sup>①③④</sup>	158.56±6.34 <sup>①③④</sup>
电针组+嗅鞘细胞组	18	288.27±7.34 <sup>①②</sup>	308.26±8.56 <sup>①②</sup>

注:电针+嗅鞘细胞组、电针组、嗅鞘细胞组与模型组相比数量明显增加,<sup>①</sup> $P < 0.01$ ;电针+嗅鞘细胞组较电针组、嗅鞘细胞组多,<sup>②</sup> $P < 0.05$ ;电针组、嗅鞘细胞组较模型组观察到的数量多,<sup>③</sup> $P < 0.05$ ;电针组与嗅鞘细胞组比较,两组FG标记的阳性神经元数量接近, $P > 0.05$

Note: As compared with model group, the number of other 3 groups increased obviously, <sup>①</sup> $P < 0.01$ ; EA+OECs group was more than EA group and OECs group, <sup>②</sup> $P < 0.05$ ; EA group and OECs group were more than model group, <sup>③</sup> $P < 0.05$ ; The number of FG positive fibers in the retrograde tracer SCI area of EA group and OECs group was closed without obviously differences,  $P > 0.05$

差异有统计学意义( $P < 0.05$ );从第3周开始,嗅鞘细胞组、电针组、电针+嗅鞘细胞组 BBB 评分均明显高于模型组( $P < 0.01$ ),电针+嗅鞘细胞组高于电针组、嗅鞘细胞组( $P < 0.05$ ),差异有统计学意义。

## 3 讨论

脊髓损伤后,发生水肿、炎症反应、局部缺血、谷氨酸受体过度激活、脂质过氧化作用等损伤<sup>[5-6]</sup>,导致不同程度的神经元和胶质细胞的坏死、凋亡、轴突的断裂<sup>[7]</sup>,其神经传导通路的中断,将使细胞代谢、轴浆运输功能中断或抑制,影响脊髓神经元细胞的生理功能,不利于神经细胞轴突的再生和修复。脊髓功能恢复的关键是恢复和重建脊髓损伤后的轴浆运输和传导通路并促进神经纤维再生。

研究证实,嗅鞘细胞在移植入大鼠颈部受损脊髓一侧的皮质脊髓束内,10 d 后观察可见切断的皮质脊髓束通过移植物延伸进入尾侧束,术后2~3个月观察大鼠瘫肢的前爪运动功能得到恢复<sup>[8]</sup>;嗅鞘

表2 各组动物后肢运动功能的 BBB 评分

Tab.2 Results of BBB score of hind limb's motion function in each group

组别	鼠数	BBB 评分( $\bar{x} \pm s$ ,分)				
		第1周	第2周	第3周	第5周	第9周
模型组	18	1.27±0.46	1.33±0.48	1.80±0.67	2.33±0.70	3.33±0.81
电针组	18	1.55±0.61 <sup>①</sup>	2.94±0.72 <sup>②</sup>	4.00±1.19 <sup>③</sup>	5.67±1.80 <sup>③</sup>	8.33±2.16 <sup>③</sup>
嗅鞘细胞组	18	1.66±0.76 <sup>①</sup>	1.94±1.33 <sup>②</sup>	3.93±0.96 <sup>③</sup>	5.44±1.81 <sup>③</sup>	8.17±3.06 <sup>③</sup>
电针+嗅鞘细胞组	18	1.52±0.62 <sup>①</sup>	2.55±1.33 <sup>②</sup>	5.13±2.53 <sup>③④</sup>	7.67±3.16 <sup>③④</sup>	10.83±4.07 <sup>③④</sup>

注:与模型组比较,<sup>①</sup> $P > 0.05$ ,<sup>②</sup> $P < 0.05$ ,<sup>③</sup> $P < 0.01$ ;电针+嗅鞘细胞组分别与电针组、嗅鞘细胞组比较,<sup>④</sup> $P < 0.05$

Note: Compare with model group, <sup>①</sup> $P > 0.05$ , <sup>②</sup> $P < 0.05$ , <sup>③</sup> $P < 0.01$ ; EA+OECs group compares with Electroacupuncture group and OECs group, <sup>④</sup> $P < 0.05$

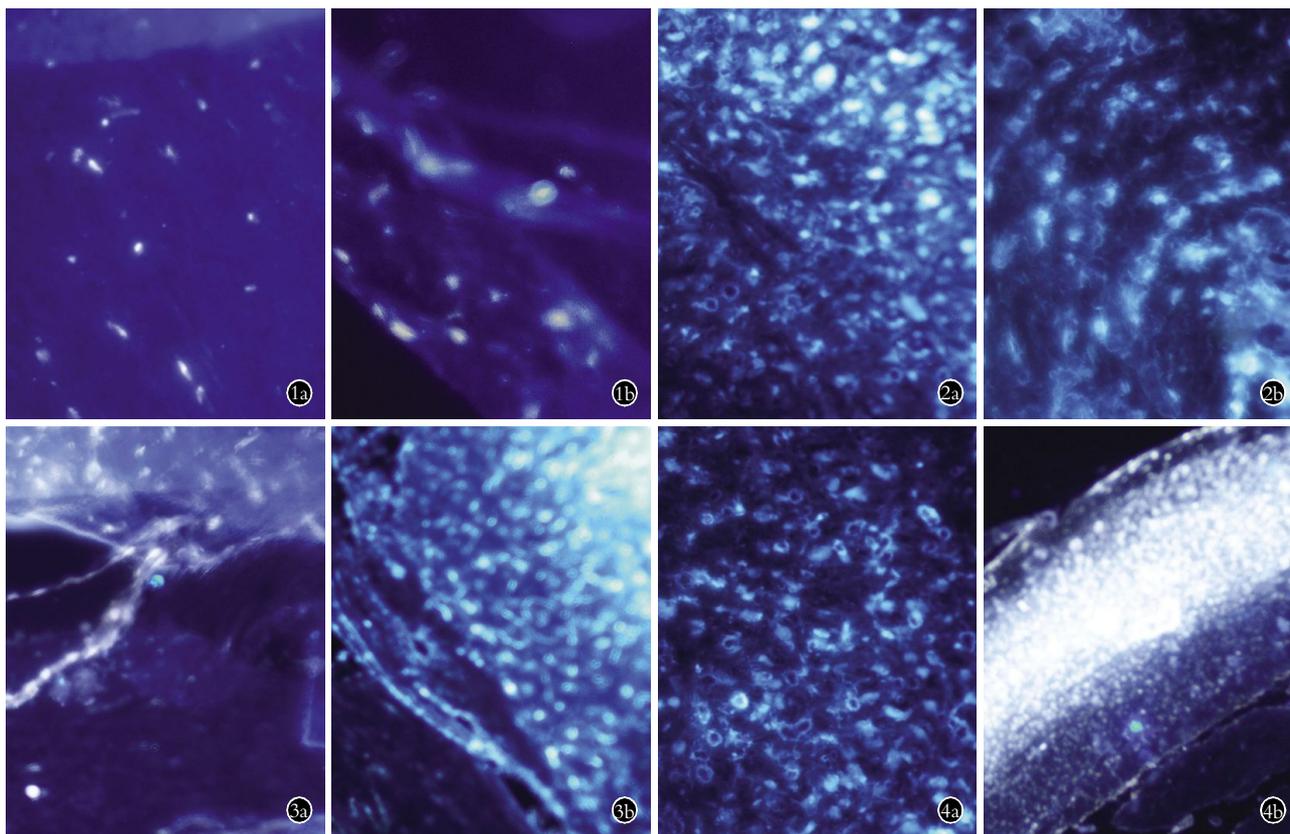


图 1 模型组荧光金逆行示踪切片(×200) 1a. 术后 4 周 1b. 术后 8 周 图 2 嗅鞘细胞组荧光金逆行示踪切片(×200) 2a. 术后 4 周 2b. 术后 8 周 图 3 电针组荧光金逆行示踪切片(×200) 3a. 术后 4 周 3b. 术后 8 周 图 4 电针+嗅鞘细胞组荧光金逆行示踪切片(×200) 4a. 术后 4 周 4b. 术后 8 周

Fig.1 FG retrograde tracing slice in model group (×200) 1a. at 4 weeks after operation 1b. at 8 weeks after operation Fig.2 FG retrograde tracing slice in OECs group (×200) 2a. at 4 weeks after operation 2b. at 8 weeks after operation Fig.3 FG retrograde tracing slice in EA group (×200) 3a. at 4 weeks after operation 3b. at 8 weeks after operation Fig.4 FG retrograde tracing slice in EA+OECs group (×200) 4a. at 4 weeks after operation 4b. at 8 weeks after operation

细胞悬液移植入脊髓全横断的大鼠脊髓，通过影响轴突抑制因子受体 NgR(Nogo-66 receptor)的表达来促进损伤脊髓的再生<sup>[9]</sup>。电针在脊髓损伤的治疗方面已经被证实是有效的<sup>[10-11]</sup>，电针能降低急性脊髓损伤模型大鼠伤区自由基的损害，保护神经细胞，对损伤脊髓的修复有积极的治疗作用<sup>[12]</sup>。电针在治疗脊髓损伤有针刺和电刺激的双重作用，电针可以通过改善损伤区的微环境，减轻缺血、缺氧、水肿和血肿的压迫及粘连，抑制细胞凋亡<sup>[13]</sup>、促进神经营养素蛋白表达<sup>[14]</sup>，促进神经轴突再生<sup>[11]</sup>等作用来治疗脊髓损伤；电场可促进培养的神经元突起的生长，并向阴极的方向快速延伸，可使少量再生轴突穿过致密的胶质瘢痕区<sup>[15]</sup>。

本实验利用荧光金的特点，荧光金注入脊髓中，通过胞饮现象，通过神经元轴突末端摄取并与轴突末端的包浆膜结合，循轴浆流运送至胞体。标记后，通过检测脊髓瘢痕近端标记的神经元数量和神经轴突走行，可以有效的评价神经细胞轴突的再生

及走向。实验结果发现电针组、嗅鞘细胞组、电针+嗅鞘细胞移植组脊髓损伤处可见相当数量荧光金标记阳性的再生神经纤维。而电针+嗅鞘细胞组数量要多于单纯的电针组和嗅鞘细胞组。由此可以证明电针+嗅鞘细胞移植组的治疗方法对神经传导通路的修复有一定作用，促进了神经纤维的再生，其结果优于单一治疗的效果，并且根据 FG 标记示踪结果来看，初步证实电针对嗅鞘细胞移植后再生的神经轴突方向上有一定的引导性。

研究结果表明，电针联合嗅鞘细胞移植治疗脊髓损伤的效果优于单一的治疗方法，并且对于再生神经纤维的走行也具有一定的引导作用，其确切的研究效果和作用机制有待进一步研究。

总之，本研究从轴突再生的导向方面作为研究重点，尝试找到解决再生神经的有效性和有序性，为脊髓损伤的再生研究提供了新的思路和方法。

参考文献

[1] Nash HH, Borke RC, Anders JJ. New method of purification for establishing primary cultures of ensheathing cells from the adult ol-

- factory bulb[J]. *Glia*, 2001, 34(2): 81-87.
- [2] 王珂, 周长满, 于恩华. 成年大鼠嗅球和鼻腔嗅粘膜成鞘细胞的分离、培养与鉴定[J]. *解剖学报*, 2002, 33(5): 487-491.  
Wang K, Zhou CM, Yu EH. Isolation and characterization of cultured ensheathing cells from adult rat olfactory bulbs and nasal olfactory mucosa[J]. *Jie Pou Xue Bao*, 2002, 33(5): 487-491. Chinese.
- [3] Allen AR. Remarks on the histopathological changes in the spinal cord due to impacts; An experimental study[J]. *J Neu Nint Dis*, 1914, 41: 141.
- [4] Basso DM, Beattie MS, Bresnahan JC. A sensitive and reliable locomotor rating scale for open field testing in rats[J]. *J Neurotrauma*, 1995, 12(1): 1-21.
- [5] Cermik TF, Tuna H, Kaya M, et al. Assessment of regional blood flow in cerebral motor and sensory areas in patients with spinal cord injury[J]. *Brain Res*, 2006, 1109(1): 54-59.
- [6] 郑望苟, 潘卫红, 郭卫春. 脊髓损伤后脊髓自由基和超氧化物歧化酶[J]. *中国骨伤*, 2004, 17(7): 391-392.  
Zheng WG, Pan WH, Guo WC. Dynamical changes of free radical and superoxide dismutase after the experimental spinal cord injury in rats[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2004, 17(7): 391-392. Chinese with abstract in English.
- [7] Ahn YH, Lee G, Kang SK, et al. Molecular insights of the injured lesions of rat spinal cords: Inflammation, apoptosis, and cell survival[J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2006, 348(2): 560-570.
- [8] Li Y, Pauling MF, Raisman G. Regeneration of adult rat cortico spinal axons induce by transplanted olfactory ensheathing cells[J]. *J Neurosci*, 1988, 18(24): 10514-10524.
- [9] 袁普卫, 贺西京, 王国毓. 嗅鞘细胞移植对脊髓损伤后损伤区髓鞘相关轴突生长抑制因子受体表达的影响[J]. *中国骨伤*, 2011, 24(1): 51-54.  
Yuan PW, He XJ, Wang GY. Effect of olfactory ensheathing cells transplantation on level of NgR in the injured region after spinal cord injury[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2011, 24(1): 51-54. Chinese with abstract in English.
- [10] 秦家超. 电针督脉治疗脊髓损伤 62 例[J]. *中国中医药现代远程教育*, 2013, 11(14): 45-46.  
Qin JC. Electro-acupuncture at the Governor Vessel for treatment of spinal cord injury[J]. *Zhongguo Zhong Yi Yao Xian Dai Yuan Cheng Jiao Yu*, 2013, 11(14): 45-46. Chinese.
- [11] 郭家松, 曾园山, 陈玉玲, 等. 督脉电针治疗大鼠全横断性脊髓损伤的实验研究[J]. *中国针灸*, 2003, 23(6): 351-354.  
Guo JS, Zeng YS, Chen YL, et al. Experimental study on treatment of spinal cord transection by electroacupuncture at the Governor Vessel in the rat[J]. *Zhongguo Zhen Jiu*, 2003, 23(6): 351-354. Chinese.
- [12] 宋琳, 李晓宁, 王莹威, 等. 电针对急性脊髓损伤大鼠氧化应激反应的影响[J]. *针灸临床杂志*, 2011, 27(1): 55-57.  
Song L, Li XN, Wang YW, et al. Effects of electroacupuncture on oxidative stress reaction of acute spinal cord injured rats[J]. *Zhen Jiu Lin Chuang Za Zhi*, 2011, 27(1): 55-57. Chinese.
- [13] 张志英, 余安胜, 严振国. 电针对脊髓损伤早期及 bcl-2 mRNA 蛋白表达的影响[J]. *中国针灸*, 2003, 23(8): 473-475.  
Zhang ZY, Yu AS, Yan ZG. Effects of electroacupuncture on expressions of bcl-2 mRNA and protein in the spinal cord in rats with early spinal cord injury[J]. *Zhongguo Zhen Jiu*, 2003, 23(8): 473-475. Chinese.
- [14] 周雪, 吴良芳, 王廷华, 等. 针刺对部分去背根猫脊髓背角与备用背根节神经营养家素及其 mRNA 表达的影响[J]. *中国针灸*, 2002, 22(11): 769-771.  
Zhou X, Wu LF, Wang TH, et al. Effect of acupuncture on neurotrophin family and their mRNA expression in spinal dorsal horn and spared dorsal root ganglion of cats after partial rhizotomy[J]. *Zhongguo Zhen Jiu*, 2002, 22(11): 769-771. Chinese.
- [15] Borgens RB, Bohnert DM. The responses of mammalian spinal axons to an applied DC voltage gradient[J]. *Exp Neurol*, 1997, 145(2Pt1): 376-389.

(收稿日期: 2014-02-20 本文编辑: 王玉蔓)

## ·读者·作者·编者· 本刊关于一稿两投和一稿两用等现象的处理声明

文稿的一稿两投、一稿两用、抄袭、假署名、弄虚作假等现象属于科技领域的不正之风, 本刊历来对此加以谴责和制止。为防止类似现象的发生, 本刊一直严把投稿时的审核关, 要求每篇文章必须经作者单位主管学术的机构审核, 附单位推荐信(并注明资料属实、无一稿两投等事项)。希望引起广大作者的重视。为维护本刊的声誉和广大读者的利益, 凡核实属于一稿两投和一稿两用等现象者, 本刊将择期在杂志上提出批评, 刊出其作者姓名和单位, 并对该文的第一作者所撰写的一切文稿 2 年内拒绝在本刊发表, 同时通知相关杂志。欢迎广大读者监督。

《中国骨伤》杂志社