

# 神经干细胞治疗小儿脑性瘫痪的研究进展★

张志友<sup>1</sup>, 陈 刚<sup>2</sup>

## Research progress about neural stem cells transplantation for treatment of infantile cerebral palsy

Zhang Zhi-you<sup>1</sup>, Chen Gang<sup>2</sup>

### Abstract

**BACKGROUND:** Neural stem cells transplantation can be used to cure cerebral palsy (CP).

**OBJECTIVE:** To summarize the investigative situation and new progress about neural stem cells transplantation for the treatment of CP.

**METHODS:** A computer-based research was performed on the CNKI database and PubMed database (1999-01/2011-04) to search the related articles about neural stem cells transplantation for CP. The key words were "cerebral palsy, neural stem cell, transplantation" in English and Chinese. The articles related to the neural stem cells transplantation for CP was selected, and for the articles in the same field, we selected the articles published recently or in the authorized journals. There were 119 articles after the initial survey. Then 28 articles related to neural stem cells transplantation were selected according to the inclusion criteria.

**RESULTS AND CONCLUSION:** Neural stem cells transplantation combined with neurenergen 3 could promote the recovery of the function in the child with CP and point out the direction for the future treatment of CP.

Zhang ZY, Chen G. Research progress about neural stem cells transplantation for treatment of infantile cerebral palsy. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2012;16(14): 2629-2632. [http://www.crter.cn http://en.zgckf.com]

### 摘要

**背景:** 神经干细胞移植给小儿脑性瘫痪的治疗带来了可能。

**目的:** 对国内外应用神经干细胞移植治疗的现状及新进展作一综述。

**方法:** 应用计算机检索 CNKI 和 Pubmed 数据库中 1999-01/2011-04 关于神经干细胞移植治疗脑瘫的文章, 在标题和摘要中以“脑瘫, 神经干细胞, 移植”或“cerebral palsy, neural stem cell, transplantation”为检索词进行检索。选择文章内容与神经干细胞有关者, 同一领域文献则选择近期发表或发表在权威杂志文章。初检得到 119 篇文献, 根据纳入标准选择关于神经干细胞移植治疗脑瘫的 28 篇文献进行综述。

**结果与结论:** 神经干细胞特别是神经营养 3 联合神经干细胞移植对小儿脑瘫的功能康复起着促进作用, 给小儿脑瘫的今后的治疗指明了方向。

**关键词:** 脑性瘫痪; 神经干细胞; 移植; 神经营养; 功能康复

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2012.14.032

张志友, 陈刚. 神经干细胞治疗小儿脑性瘫痪的研究进展[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(14):2629-2632.

[http://www.crter.org http://cn.zgckf.com]

<sup>1</sup>Medical College of Shihezi University, Shihezi 832002, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China; <sup>2</sup>Department of Neurosurgery, People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

Zhang Zhi-you★, Studying for master's degree, Medical College of Shihezi University, Shihezi 832002, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China xjzy1986@sina.com

Corresponding author: Chen Gang, Doctor, Master's supervisor, Associate chief physician, Department of Neurosurgery, People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China jhy\_501@163.com

Received: 2011-09-20  
Accepted: 2011-12-31

## 0 引言

小儿脑性瘫痪(简称脑瘫)是以慢性、非进行性运动功能障碍为特征的一组症候群, 常伴有不同程度的认知障碍、听力障碍、视力障碍、语言障碍, 发生率为 0.2%~0.25%, 是目前小儿时期最主要的运动功能残疾疾病<sup>[1-2]</sup>。脑瘫高度相关的危险因素有宫内发育迟缓、新生儿窒息、新生儿颅内出血、新生儿产伤及高胆红素血症、高热惊厥、癫痫发作、坠落伤、车祸伤等, 病理主要为早产儿脑白质损伤。诊断上目前有人研究得出结论脑电图对早期室周围白质软化的诊断有非常重要的意义, 从而为后续治疗奠定基础<sup>[3]</sup>。

传统治疗主要包括高压氧、神经营养药物、细胞因子、中药、针灸治疗及手术治疗<sup>[4]</sup>。随着康复医学的发展, 康复治疗脑瘫成为重要的方法之一<sup>[5]</sup>。近年来随着对脑缺血缺氧的研究的深入, 发现早期抑制肥大细胞对脑损伤有保护作用, 分子、基因水平上的抗凋亡亦可以对脑缺血缺氧起保护作用<sup>[6]</sup>。这些治疗手段对于损伤程度相对较轻的神经细胞有一定的效果, 但对于已经完全损伤的神经细胞, 治疗效果有限。随着人们对神经干细胞研究的深入, 神经损伤的替代治疗将成为可能。

## 1 资料和方法

### 1.1 资料来源 由第一作者应用计算机检索

<sup>1</sup> 石河子大学医学院, 新疆维吾尔自治区石河子市 832002; <sup>2</sup> 苏州大学附属无锡市第四人民医院神经外科, 江苏省无锡市 214062

张志友★, 男, 1986 年生, 河南省周口市人, 汉族, 石河子大学在读硕士, 主要从事小儿脑瘫的干细胞移植治疗方面的研究。  
xjzzy1986@sina.com

通讯作者: 陈刚, 博士, 硕士生导师, 副主任医师, 苏州大学附属无锡市第四人民医院神经外科, 江苏省无锡市 214062  
jhy\_501@163.com

中图分类号: R318  
文献标识码: B  
文章编号: 1673-8225 (2012)14-02629-04

收稿日期: 2011-09-20  
修回日期: 2011-12-31  
(20110920013/D·C)

CNKI 数据库 (<http://dlib.cnki.net/kns50/>); Pubmed 数据库 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez>) 相关文献。检索时间范围: 1999-01/2011-04。中文检索词为“脑瘫, 神经干细胞, 移植”; 英文检索词为“Cerebral palsy, neural stem cell, transplantation”。共检索到文献 79 篇。

## 1.2 入选标准

纳入标准: ①具有原创性, 论点论据可靠的文章。②针对性强, 相关度高的文献。③对同一领域的文献选择近期发表或权威杂志的文献。

排除标准: 较陈旧的理论观点以及一些重复性研究。

1.3 质量评估 初检得到 118 篇文献, 其中英文文献 39 篇, 中文文献 79 篇。阅读标题和摘要进行初筛, 排除与研究目的不符和重复性文章; 查阅全文, 判断与纳入标准一致的文章, 最后选择 28 篇符合标准的文献。

## 2 结果

2.1 纳入文献基本情况 纳入的 28 篇文献中, 中文文献 11 篇, 英文文献 17 篇。文献[1-3]主要涉及脑瘫及所带来的负面影响, 文献[4-6]探讨脑瘫的目前一般治疗情况, 文献[7-8]探讨内源性干细胞作用, 文献[9-12]探讨外源性神经干细胞作用及影响分化的途径, 文献[14-16]探讨神经营养素 3 联合治疗的作用, 文献[17-25]探讨神经干细胞移植的临床应用, 文献[28]探讨神经干细胞移植所带来的弊端。

## 2.2 神经干细胞移植的相关基础研究

2.2.1 内源性神经干细胞对脑缺血性损伤的反应 人们很早就认识到哺乳动物包括人类神经中枢存在终生具有神经元再生潜能的区域—室管膜下区和嗅球到室管膜下区径路<sup>[7]</sup>。缺血或机械损伤也可以诱发损伤周围的星状细胞复活, 表达多能祖细胞所特有的巢蛋白。

为观察这些区域的神经干细胞对缺血性损伤的反应, Yue 等<sup>[8]</sup>通过分离体外培养短尾猴海马组织进行体外培养并且通过撤去丝裂原促使神经干细胞贴壁分化, 通过 Tuj1 和胶质纤维酸性蛋白和巢蛋白标记抗原检测发现, 短尾猴海马中存在神经干细胞, 并且能够在体外培养分化成神经元及胶质细胞, 分别占 12% 和 84%。生理情况下, 室管膜下区的新生细胞应沿嘴侧迁移流迁移至嗅球, 并在那里分化发育为神经

元。

内源性神经干细胞虽有增生作用, 但其效应较弱, 不足以弥补脑的细胞缺失和功能缺损, 干细胞移植就成了研究的热点。

2.2.2 外源性神经干细胞移植的治疗作用 神经干细胞其数量少, Dengke 等<sup>[9]</sup>利用流式细胞仪根据细胞大小、表面抗原花生凝集素和热稳定抗原从成年小鼠脑室区分离得到神经干细胞, 使纯度可达 80%。Fujita 等<sup>[10]</sup>通过实验证明中枢神经系统内干细胞在胞浆内表达特异性标志胞质内抗原巢素的蛋白, 这种蛋白仅在胚胎早期神经上皮表达, 是确定多潜能干细胞的标志物。

最近研究还发现神经干细胞还能够通过促进髓鞘再生和抑制凋亡途径从而抑制脑缺血缺氧损伤, 同时也可促进内源性功能修复<sup>[11]</sup>。

神经干细胞的分化受体内和体外因素的共同影响。体外因素比如氧体积分数等, 如不同的有丝分裂源生长因子反应亚群, 如对碱性成纤维细胞生长因子、白血病抑制因子反应的神经干细胞更大程度分化为神经元; 同时在分化过程中受到了周围信号的调控, 如细胞内的 Notch、MPKK、Shc、Wnt 等信号途径, 影响神经干细胞的分化<sup>[12]</sup>。

有人对大脑中动脉阻塞大鼠伤后 1, 7, 14 d 分别经静脉移植入骨髓间充质干细胞, 结果证实接受移植后功能等各方面有所改善。Liang 等<sup>[13]</sup>通过观察神经干细胞经脑室移植后在损伤脊髓动态分布, 发现移植细胞在脊髓表面形成细胞团, 于术后 5 d 达到高峰。1 周时细胞侵入损伤区域, 分化成表达胶质纤维酸性蛋白的神经细胞。二三周时与宿主细胞良好融合。

目前研究证实营养因子对神经干细胞不仅有营养作用, 而且可以影响其定向分化, 营养因子联合神经干细胞越来越受到人们的关注。

2.2.3 神经干细胞联合神经营养因子治疗 1952 年, Leve-montalcini 第 1 次发现促神经生长物神经生长因子, 如今人们已经认识到在神经细胞的发育、生存、生长、迁移及与其它细胞建立联系以及神经再生、轴突再生时, 均受神经营养因子的诱导、调节和控制<sup>[14]</sup>。神经营养素家族主要有脑源性神经营养因子、神经生长因子、神经营养素 3, 4/5, 6 等。

神经营养因子在体内体内相互影响, 从而发挥它的整合机制。Shimazu 等<sup>[15]</sup>研究证实神经营养素 3 能够促进向神经元方向分化从而进

一步提高脑瘫鼠记忆功能恢复。Wang 等<sup>[16]</sup>通过神经营养素 3 联合神经干细胞移植治疗脑瘫鼠同样证实神经干细胞对缺血缺氧性脑损伤的运动、记忆等的恢复功能。这就可以推断脑内联合神经干细胞及营养因子多次注射可以促进神经干细胞增殖、定向分化, 但是需要多次注射, 操作麻烦而且有感染可能, 转基因技术则可解决此问题。

**2.2.4 神经干细胞的转基因治疗** 目前利用可解决此问题。基因工程修饰体外培养的干细胞是一重大进展。借助转基因技术将携带如神经营养因子基因的靶细胞移植于脑内以期待达到治疗目的。

**基因治疗小儿脑瘫尚处于实验阶段:** 将能够分泌  $\beta$  半乳糖的人神经干细胞移植到小鼠纹状体内, 发现小鼠体内存活良好, 持续分泌  $\beta$  半乳糖苷酶达 6 个月之久。还有人报道了神经生长因子/胶质细胞源性神经营养因子基因修饰神经干细胞后移植入阿尔茨海默病模型鼠脑内后其存活、分化及表达的情况, 综合的转基因神经干细胞的效果给脑瘫的治疗指明了未来发展方向。

**2.3 神经干细胞移植的临床研究** 神经干细胞移植对治疗目前常规方法难以见效的神经疾患提供了广阔的思路和诱人的前景。中国在神经干细胞研究方面起步非常早, 无论是技术还是临床, 都处于比较前沿的位置。目前临床移植部位多为脑实质途径、脑脊液途径及血液途径。移植细胞大多为骨髓源性、脐血源性、脐带间充质干细胞等。

**脑实质途径:** 目前侧脑室途径研究较多: 高凤兰等<sup>[17]</sup>的一项 12 例回顾性分析表明, 通过侧脑室或者脑内直接移植神经干细胞对治疗神经系统疾病肌力、智力、语言等恢复有效, 尤以语言改善最为明显。黄超等<sup>[18]</sup>通过静脉和椎管内联合注射神经干细胞同样证明神经干细胞对脑瘫各项恢复有效。

**侧脑室途径:** 贺声等<sup>[19]</sup>通过对 45 例不同病因的脑瘫患儿实施了超声引导下经皮穿刺脑室内神经干细胞移植术, 术后均有不同程度的恢复从而证实神经干细胞移植有助于改进脑瘫的临床治疗。王彬等<sup>[20]</sup>经癫痫灶切除+神经干细胞移植移植治疗 1.5~3.0 岁脑瘫伴癫痫大发作的患儿 10 例。观察两三个月后患儿肌张力有所降低, 一般反应较术前灵敏和好转。奕佐等<sup>[21]</sup>取孕 11 周人胚胎前脑细胞, 经脑室穿刺注入治疗 1 例出生 75 d 的重度缺氧缺血性脑病, 不仅肌张力显著改善, 智力运动发育迅速追赶, 接近正常同龄水平。杜侃等<sup>[22]</sup>采用经右侧侧脑室穿刺方法移植患儿自体骨髓血间充质干细胞, 同样起到同样效果。程洪斌等<sup>[23]</sup>通过立体定向应用骨髓来源间充质细胞移植治疗 80 例脑瘫患者, 结果表明患儿感觉功能、运动功能、日常生活能力明显改善。

**血液途径:** 吴芳等<sup>[24]</sup>通过对经鞘内和静脉注射脐血

来源神经干细胞 44 例脑瘫患儿认为脐血来源神经干细胞的临床应用是安全可行的。张敏等<sup>[25]</sup>应用脐血来源神经干细胞通过腰椎穿刺脊髓蛛网膜下腔及静脉移植患者 50 例, 在移植后第 2 天起, 给予神经生长因子 9 000 AU (含 mNGF 18  $\mu$ g) 肌肉注射, 1 次/d, 每次使用 3~5 d。在治疗前及最后一次治疗后粗大运动功能有明显改善。陶其强等<sup>[26]</sup>通过经腰椎穿刺蛛网膜下腔注射移植脐血来源神经干细胞治疗 10 例脑瘫患者, 肌张力、智力低下较前明显改善。吴芳等<sup>[27]</sup>应用脐血间充质干细胞鞘内注入的治疗方法 20 例脑瘫患儿也发现患儿的粗大运动功能及小腿三头肌肌张力均得到明显改善。

干细胞的出现为脑瘫患儿带来了一种全新的治疗方案, 并已取得了一定的疗效。

**2.4 所面临的问题** 神经干细胞移植特别是目的基因修饰的神经干细胞移植的治疗作用已得到大家的认可, 动物实验效果也较好, 为治疗脑瘫提供了较好的方向, 但是许多问题亟待解决: ①免疫排斥反应。②移植细胞存活的时程是否够长。③基因修饰细胞植入宿主后, 基因表达强度可随时间的延长而逐渐衰减, 甚至失去治疗作用。④致瘤性<sup>[28]</sup>。另外动物实验结果是否适用于人体, 移植细胞与宿主细胞组织是否相容, 能否建立永生性神经细胞系和神经干细胞库等依然是要解决的问题, 此项技术应用于儿童之前, 还有大量工作要做, 比如在移植细胞的功能整合中细胞因子、生长因子、信号蛋白的作用, 还有患者的个体化治疗, 在最后的阶段应用灵长类动物模型进行实验也是必需的。

### 3 展望

目前国内外在对缺血缺氧性脑损伤的神经干细胞治疗脑瘫中所取得的结果虽然均来自动物实验报告, 转基因治疗治疗脑瘫目前开展较少, 但仍具有十分诱人的临床应用前景。随着分子生物学的发展, 人类基因组计划的完成, 有望把有丝分裂促进剂、各种神经营养因子转染到人类干细胞中, 比如, 目前来源较好的脐带血间充质干细胞中, 然后应用于临床, 届时小儿脑瘫的治疗将达到一个质的飞跃。

**致谢:** 陈刚老师对该论文在写作过程中给予悉心指导, 感谢老师给予充分的理解和支持。

### 4 参考文献

- [1] Sätälä H, Huhtala H. Botulinum toxin type A injections for treatment of spastic equines in cerebral palsy: a secondary analysis of factors predictive of favorable response. *Am J Phys Med Rehabil.* 2010;89(11):865-872.
- [2] 陈刚, 刘伟. 脑瘫治疗的现状[J]. 中国康复理论与实践, 2007;13(12): 1118-1120.
- [3] Kidokoro H, Okumura A, Hayakawa F, et al. Chronologic changes in neonatal EEG findings in periventricular leukomalacia. *Pediatrics.* 2009;124(3):e468-475.

- [4] Wadnerkar MB, Pirinen T, Haines-Bazrafshan R, et al. A single case study of a family-centred intervention with a young girl with cerebral palsy who is a multimodal communicator. Child Care Health Dev. 2012;38(1):87-97.
- [5] Wadnerkar MB, Pirinen T, Haines-Bazrafshan R, et al. A single case study of a family-centred intervention with a young girl with cerebral palsy who is a multimodal communicator. Child Care Health Dev. 2012;38(1):87-97.
- [6] Weintrub PS, Sullender WM, Lombard C, et al. Giant cell pneumonia caused by parainfluenza type 3 in a patient with acute myelomonocytic leukemia. Arch Pathol Lab Med. 1987;111(6): 569-570.
- [7] Xu N, Papagiannakopoulos T, Pan G, et al. MicroRNA-145 regulates OCT4, SOX2, and KLF4 and represses pluripotency in human embryonic stem cells. Cell. 2009;137(4):647-658.
- [8] Yue F, Chen B, Wu D, et al. Biological properties of neural progenitor cells isolated from the hippocampus of adult cynomolgus monkeys. Chin Med J (Engl). 2006;119(2):110-116.
- [9] Ma DK, Bonaguidi MA, Ming GL, et al. Adult neural stem cells in the mammalian central nervous system. Cell Res. 2009;19(6): 672-682.
- [10] Fujita S, Hideshima K, Ikeda T. Nestin expression in odontoblasts and odontogenic ectomesenchymal tissue of odontogenic tumours. J Clin Pathol. 2006;59(3):240-245.
- [11] Daadi MM, Davis AS, Arac A, et al. Human neural stem cell grafts modify microglial response and enhance axonal sprouting in neonatal hypoxic-ischemic brain injury. Stroke. 2010;41(3): 516-523.
- [12] Albéri L, Chi Z, Kadam SD, et al. Neonatal stroke in mice causes long-term changes in neuronal Notch-2 expression that may contribute to prolonged injury. Stroke. 2010;41(10 Suppl):S64-71.
- [13] Liang P, Jin LH, Liang T, et al. Human neural stem cells promote corticospinal axons regeneration and synapse reformation in injured spinal cord of rats. Chin Med J (Engl). 2006;119(16): 1331-1338.
- [14] Tian ZM, Chen T, Zhong N, et al. Clinical study of transplantation of neural stem cells in therapy of inherited cerebellar atrophy. Beijing Da Xue Xue Bao. 2009;41(4):456-458.
- [15] Shimazu K, Zhao M, Sakata K, et al. NT-3 facilitates hippocampal plasticity and learning and memory by regulating neurogenesis. Learn Mem. 2006;13(3):307-315.
- [16] Wang LM, Wang HY, Yang ZJ, et al. Combined transplantation of neurotrophin-3 and neural stem cells in treatment of hypoxic-ischemic brain injury in rats. Zhonghua Er Ke Za Zhi. 2007;45(3):212-216.
- [17] 高凤兰, 冀雅杰, 李英芝. 神经干细胞移植治疗中枢神经系统疾病的临床观察[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2010, 12(24):39-41.
- [18] 黄超, 周盛年, 付秀鑫, 等. 神经干细胞移植治疗脑性瘫痪的疗效观察[J]. 中国医疗前沿, 2009, 4(2):1-4.
- [19] 贺声, 荣佐, 屈素清, 等. 超声引导脑室内神经干细胞治疗小儿脑瘫[J]. 中国介入影像与治疗学, 2011, 8(2):94-97.
- [20] 王彬, 杨辉, 安宁, 等. 人胚神经干细胞体外分离扩增及移植应用[J]. 西部医学, 2004, 16(1): 3-5.
- [21] 荣佐, 尹国才, 胡晓红. 人神经干细胞移植治疗重度新生儿缺氧缺血性脑病一例[J]. 中华儿科杂志, 2005, 43(8):581-583.
- [22] 杜侃, 奕佐, 屈素, 等. 骨髓间充质干细胞移植治疗小儿重度脑性瘫痪的疗效观察[J]. 临床儿科杂志, 2011, 29(1):55-58.
- [23] 程洪斌, 伊龙, 刘学彬, 等. 80例头面部立体定向间充质细胞移植治疗脑瘫疗效分析[J]. 神经疾病与精神卫生, 2010, 10(4):355-357.
- [24] 吴芳, 杨万章, 张敏, 等. 脑瘫患儿应用脐血间充质干细胞的临床安全性研究[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2008, 6(12):1405-1406.
- [25] 张敏, 杨万章, 吴芳, 等. 神经生长因子配合脐血源神经干细胞移植对脑瘫患儿运动功能的影响[J]. 中国误诊学杂志, 2008, 8(23): 5596-5597.
- [26] 陶其强, 唐明洪, 许冬联, 等. 脐带血干细胞治疗小儿脑性瘫痪10例近期疗效分析[J]. 中外健康文摘, 2009, 6(35):18-19.
- [27] 吴芳, 杨仕勇, 张敏, 等. 脐血间充质干细胞移植对脑性瘫痪儿童神经系统功能的影响:20例分析[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2008, 12(16):3198-3200.
- [28] Amariglio N, Hirshberg A, Scheithauer BW, et al. Donor-derived brain tumor following neural stem cell transplantation in an ataxia telangiectasia patient. PLoS Med. 2009;6(2):e1000029.

**作者贡献:** 第一作者调研、分析文献, 并完成本综述, 第一作者对本文负责; 通讯作者指导论文构架、审核论文并提出了重要修改意见。

**利益冲突:** 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

**伦理要求:** 没有与相关伦理道德冲突的内容。

**此问题的已知信息:** 小儿脑瘫并发症多, 对社会、家庭带来沉重负担, 但是一般治疗效果不好, 神经干细胞移植的出现对脑瘫治疗带来了一丝光明并指引了未来治疗方向。

**本综述增加的新信息:** 本文详细综述了神经干细胞移植的基础与相关临床的研究进展, 同时综述了神经营养因子3对神经干细胞有促进和诱导向胆碱能神经元分化作用, 神经营养素3联合神经干细胞移植更能促进脑瘫功能恢复。

**临床应用的意义:** 神经干细胞移植治疗脑瘫目前已经应用临床, 效果尚可。但是由于神经干细胞迁徙、分化等具体机制还不是很清楚, 所以干细胞移植在临床上受到很大制约。神经营养素3的促进及诱导作用的发现特别是神经营养素3转基因的出现使得干细胞移植治疗脑瘫更加成为可能。

## 脊髓损伤研究方法学习班第一轮通知

美国 Rutgers 大学国际神经科学研究中心主任、国际知名脊髓损伤研究专家 Wise Young 教授, 将于 2012 年 5 月 8~10 日在西安第四军医大学全军神经科学研究所, 主办亚洲区第二届脊髓损伤研究方法学习班 (Spinal Cord Injury Research Methods Workshop)。参加人数约为 20 人, 现开始报名。

### 学习班日程:

5 月 8 日:  
脊髓损伤研究的最新进展

脊髓撞击仪(Impact)的介绍与使用

脊髓撞击伤的手术步骤

小组实习

5 月 9 日

动物脊髓损伤后的护理

动物截瘫后肢 BBB 运动功能的评估(BBB

Locomotor Scoring)

小组实习

5 月 10 日(半天)

结果分析

脊髓撞击伤数据的统计学分析

动物的处死、灌注及取材

时间: 2012 年 5 月 8~10 日

地点: 西安长乐西路 169 号 第四军医大学科技

大楼 17 楼

报名联系人: 第四军医大学全军神经科学研究

所游思维教授 yousiwei@fmmu.edu.cn