

学校代码：10285

学 号：20155233071

苏州大学

SOOCHOW UNIVERSITY

硕士学位论文

(专业学位)



急性中央型颈脊髓损伤的手术时机探讨

The study of the timing of surgery
for acute central cervical spinal cord injury

研究生姓名 宋应豪

指导教师姓名 钱志远

专业名称 外科学

研究方向 中枢神经系统损伤

所在院部 附属第二医院

论文提交日期 2018年5月

苏州大学学位论文独创性声明

本人郑重声明：所提交的学位论文是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不含其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果，也不含为获得苏州大学或其它教育机构的学位证书而使用过的材料。对本文的研究作出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人承担本声明的法律责任。

论文作者签名： 宋友豪 日期： 2016.05.18

苏州大学学位论文使用授权声明

本人完全了解苏州大学关于收集、保存和使用学位论文的规定，即：学位论文著作权归属苏州大学。本学位论文电子文档的内容和纸质论文的内容相一致。苏州大学有权向国家图书馆、中国社科院文献信息情报中心、中国科学技术信息研究所（含万方数据电子出版社）、中国学术期刊（光盘版）电子杂志社送交本学位论文的复印件和电子文档，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存和汇编学位论文，可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索。

涉密论文

本学位论文属 _____ 在 _____ 年 _____ 月解密后适用本规定。

非涉密论文

论文作者签名： 宋石亭 日期： 2018.05.18

导师签名： 张成 日期： 2018.5.18

急性中央型颈脊髓损伤的手术时机探讨

中文摘要

【目的】探讨急性中央型颈脊髓损伤选择不同手术时机的治疗效果。

【方法】回顾性分析2015年3月~2017年3月苏州大学附属第二医院和无锡101医院神经外科救治的46例急性中央型颈脊髓损伤患者的临床资料,根据手术时机分为3组:A组(伤后48小时之内手术组)、B组(伤后48小时~7天手术组)、C组(伤后7天后手术组),分析三组患者的年龄、磁共振正中矢状面测量损伤节段椎管矢状径、最大椎管狭窄(Maximum canal compromise MCC)、最大脊髓压迫(Maximum spinal cord compression MSCC)及T2像脊髓高信号长度有无差异,手术方式选择采用显微镜下颈椎前路椎间盘切除椎间孔、椎管减压椎体融合术或者颈椎后路椎板切除椎管减压+侧块融合固定术,记录三组患者的术后并发症,随访方式采用电话随访、门诊随访,评估患者神经功能,按照日本骨科协会关于颈脊髓功能评定标准方法(JOA 17分法)。

【结果】三组患者在年龄、MCC、MSCC、T2高信号长度、术前JOA评分均无统计学差异($P>0.05$),本组46例患者中,A组有2例出现咽喉部疼痛,B组有2例声音嘶哑,1例肺部感染,C组有2例咽喉部疼痛,1例内固定松动,3例肺部感染,经过治疗后均痊愈,三组患者经过手术治疗后,JOA评分均明显改善,术后JOA评分较术前JOA评分相比,具有统计学意义($P<0.05$),三组患者的术后1个月的神经功能改善幅度:A手术组手术效果优于B手术组($P=0.032$)和C手术组($P=0.027$),差异有统计学意义;B手术组和C手术组比较差异无统计学意义($P=0.895$)。术后6个月的神经功能改善幅度:A手术组手术效果优于B手术组($P=0.037$)和C手术组($P=0.011$),差异有统计学意义;B手术组和C手术组比较差异无统计学意义($P=0.493$)。术后12个月的神经功能改善幅度:A手术组手术效果优于B手术组($P=0.011$)和C手术组($P=0.004$),差异有统计学意义;B手术组和C手术组比较差异无统计学意义。

【结论】早期手术治疗急性中央型颈脊髓损伤可以有效的改善脊髓血液循环,减轻脊髓水肿、缺血等一系列继发损害,显微镜下手术更加安全、微创,可以减少并发症的发生,更有利于脊髓神经功能的恢复。本研究认为:对急性中央型颈脊髓损伤患

者施行受伤48小时内减压手术，对于预后显著改善，如果条件允许，应在24小时甚至超早期8小时内手术治疗。

【关键词】 急性中央型颈脊髓损伤；手术时机；术后功能恢复

作者：宋应豪

指导教师：钱志远、李如军

The study of the timing of surgery for acute central cervical spinal cord injury

Abstract

Object: To investigate the effect of different operative timing on acute central cervical spinal cord injury.

Method: The clinical data of 46 patients with acute central cervical spinal cord injury treated in The Second Hospital Affiliated to Suzhou University and the Department of neurosurgery in the 101 Hospital of Wuxi from March 2015 to March 2017 were analyzed retrospectively. According to the operation time, the patients were divided into 3 groups: group A (operation group within 48 hours after injury), group B (48 hours to 7 days after injury) and group C (operation group 7 days after injury), analysis of the age of three groups of patients. In the median sagittal plane, the sagittal diameter of the spinal canal, the maximum spinal canal stenosis (MCC), the maximum spinal cord compression (MSCC) and the T2 like high signal length of the spinal cord were not different. The choice of surgical methods was to use microscopically under the microscope to excise the intervertebral foramen, spinal canal decompression, or cervical posterior laminectomy with spinal canal decompression plus side block fixation. Recorded the postoperative complications of the three groups. The methods of telephone follow-up and outpatient follow-up were used to assess the neurological function of the patients. According to the standard method of evaluating the function of the cervical spinal cord (JOA17), the Department of orthopedics Association of Japan was used to evaluate the function of the patients.

Results: There was no statistical difference between three groups of patients in age, MCC, MSCC, T2 high signal length and preoperative JOA score ($P > 0.05$). Among the 46 patients in this group, 2 cases of A group had sore throat pain, 2 cases of hoarseness in group B, 1 cases of pulmonary infection, 2 cases of sore throat pain in group C, 1 cases of internal fixation loosening, 3 cases of pulmonary infection, all cured after treatment. After operation, the scores of JOA were improved in all three groups. Compared with JOA score

before operation, the JOA score was statistically significant ($P < 0.05$). The improvement of nerve function in the three groups was 1, 6 and 12 months after operation. The effect of nerve function improvement in 1 months after the operation was better than that of the B operation group ($P = 0.032$) and C operation group ($P = 0.027$). The difference was statistically significant, there was no statistically significant difference between the B operation group and the C operation group ($P = 0.895$). The operative effect of the A operation group was better than the B operation group ($P = 0.037$) and the C operation group ($P = 0.011$) in 6 months after the operation, and the difference was statistically significant. There was no difference between the B operation group and the C operation group. Statistical significance ($P = 0.493$). 12 months after operation, the effect of A operation group was better than that of B operation group ($P = 0.011$) and C operation group ($P = 0.004$), the difference was statistically significant, and there was no statistical difference between the B operation group and the C operation group.

Conclusion: Early surgical treatment can effectively improve the spinal cord blood circulation, reduce the spinal cord edema, ischemia and a series of secondary damage, and the microscope operation is more safe, can reduce the occurrence of intraoperative complications, more conducive to the recovery of spinal nerve function. The results of this study suggest that the 48 hours of decompression surgery can improve the prognosis of the patient significantly. If the condition is allowed, it should be operated within 24 hours or even in the first 8 hours.

Keywords: acute central cervical spinal cord injury; operation time; postoperative functional recovery

Written by Song Yinghao

Supervised by Qian Zhiyuan、Li Rujun

目 录

引 言	1
临床资料与方法	4
结 果	8
讨 论	14
综 述	22
急性颈脊髓损伤手术时机的研究进展	22
攻读硕士学位期间研究成果	32
学位期间参加的学术会议	33
致 谢	34

引言

脊髓损伤是一种脊柱外科常见疾病，目前全世界的脊髓损伤发生率为10.4~83人/百万人^[1]。严重的脊髓损伤可以导致残疾甚至死亡，严重危害人类健康，给社会带来巨大经济损失，并多以年轻人为主^[2]，而其中三分之一是由颈椎损伤（骨折和脱位）引起^[3]。由于脊髓组织分化程度较高，故受损后再生能力极差，脊髓功能受损严重。脊髓神经功能损伤的主要原因是伤后数分钟内发生的继发性损伤，即在原发性损伤基础上发生的细胞分子水平的主动调节过程。目前已知机制主要有：脑血管机制、自由基化学说、钙介导机制、电介质失衡理论、细胞凋亡等机制^[4-7]。由于继发性损害导致的一系列脊髓神经功能损伤具有可逆性，适时合理的救治可以挽救残余或未完全死亡的脊髓神经细胞。脊髓损伤的治疗一直是研究的热点和难点，对于手术时机及早期治疗手段的选择、并发症预防及处理、后期的康复训练、脊髓损伤功能评价方法等，有共识，但也存在很多争议，尽管手术治疗是脊髓损伤的一个重要手段，但是对于手术时机仍存在很大争议^[8, 9]，由于损伤水平、严重程度和高昂费用等存在异质性，临床上无偏倚的研究很难进行^[10]，目前证据等级最高的是由美国脊柱创伤研究组(Spine Trauma Study Group)进行的一项大规模、多中心的前瞻性研究^[8]，研究关键点是脊髓损伤后24小时内减压效果，这是目前关于手术时机病例最多的多中心、前瞻性研究，最终结果提示对颈髓损伤患者进行伤后24小时内减压可以显著改善神经功能，但是该研究也受到了质疑，比如对于ASIA分级是A级的四肢全瘫患者，即使有显著的神经功能恢复（C级），对于患者的实际生活意义仍很小^[11]。目前对于急性中央型颈髓损伤手术时机仍没有I类和II类证据的临床研究^[12, 13]。

急性创伤性中央型颈脊髓损伤综合征（Acute traumatic cervical cord syndrome, ATCCS）是作为一种常见的不完全颈脊髓损伤的类型，在整个颈脊髓损伤的比例约为16%~25%^[14]，尤其是近年来汽车的普及和人口老龄化，发病率逐渐增高，ATCCS主要致伤机制是由于颈椎过伸性损伤导致椎间盘和黄韧带分别从前、后方压迫颈髓，引起一系列损害反应。ATCCS发病人群是30岁以下高能量损伤的年轻人和椎管狭窄的低能量损伤的老年人，1954年，由Schneider等人^[15]首次对于这类疾病定义为急性中

央型颈脊髓损伤综合征，并作了详细的描述，提出了诊断标准：(1)上肢运动功能受累明显而下肢受累较轻或不受累；(2)有或无直肠膀胱功能障碍；(3)损伤平面以下感觉不同程度损害。对于ATCCS的治疗，Schneider等^[15]人认为保守治疗效果明显优于手术治疗，但是随着手术技术发展及磁共振技术的出现，越来越多的临床研究^[16-18]发现，手术治疗可以更好的改善ATCCS患者的生活质量，手术治疗使患者神经功能恢复更快，减少卧床牵引的时间，目前对于急性中央型颈脊髓损伤综合征患者手术治疗的效果已经很少有争议，但是对于手术时机学术界尚无统一意见，国内许文胜^[19]等人认为应该在3~7天这个阶段手术可以获得最大的神经功能恢复，张永进^[20]认为ATCCS应该在6天内接受手术治疗，也有国外有一些研究^[8]认为急性创伤性中央型颈脊髓损伤综合征应在24小时内接受减压手术。因此，对于ATCCS的手术时机，目前尚无共识，尤其是对于无骨折脱位的这一类病人。本课题选择无骨折脱位的急性创伤性中央型颈脊髓损伤综合征病人为研究对象，探讨手术时机的治疗效果，以指导今后的临床工作。由于受病人转运条件及医疗条件限制，能在24小时内急诊手术的病人并不多，因此我们将早期手术时间窗放宽至48小时内。

参考文献

- [1]Chen Y, He Y, DeVivo M J. Changing Demographics and Injury Profile of New Traumatic Spinal Cord Injuries in the United States, 1972-2014[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2016,97(10):1610-1619.
- [2]Yue J K, Chan A K, Winkler E A, et al. A review and update on the guidelines for the acute management of cervical spinal cord injury - Part II[J]. J Neurosurg Sci, 2016,60(3):367-384.
- [3]Sapkas G S, Papadakis S A. Neurological outcome following early versus delayed lower cervical spine surgery[J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2007,15(2):183-186.
- [4]陈志斌, 陈国锋. 脊髓损伤机制的研究进展[J]. 中外医疗, 2010,29(33):184, 186.
- [5]Quinzanos-Fresnedo J, Sahagun-Olmos R C. [Micro RNA and its role in the pathophysiology of spinal cord injury - a further step towards neuroregenerative medicine][J]. Cir Cir, 2015,83(5):442-447.
- [6]Geremia N M, Hryciw T, Bao F, et al. The effectiveness of the anti-CD11d treatment is reduced in rat models of spinal cord injury that produce significant levels of intraspinal hemorrhage[J]. Exp Neurol, 2017,295:125-134.

- [7]Freria C M, Hall J C, Wei P, et al. Deletion of the Fractalkine Receptor, CX3CR1, Improves Endogenous Repair, Axon Sprouting, and Synaptogenesis after Spinal Cord Injury in Mice[J]. *J Neurosci*, 2017,37(13):3568-3587.
- [8]Fehlings M G, Vaccaro A, Wilson J R, et al. Early versus delayed decompression for traumatic cervical spinal cord injury: results of the Surgical Timing in Acute Spinal Cord Injury Study (STASCIS)[J]. *PLoS One*, 2012,7(2):e32037.
- [9]Ng W P, Fehlings M G, Cuddy B, et al. Surgical treatment for acute spinal cord injury study pilot study #2: evaluation of protocol for decompressive surgery within 8 hours of injury[J]. *Neurosurg Focus*, 1999,6(1):e3.
- [10]O'Toole J E. Timing of surgery after cervical spinal cord injury[J]. *World Neurosurg*, 2014,82(1-2):e389-e390.
- [11]郝定均, 黄大耿. 急性颈脊髓损伤的最佳手术时机[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2015,25(4):293-295.
- [12]Dahdaleh N S, Lawton C D, El A T, et al. Evidence-based management of central cord syndrome[J]. *Neurosurg Focus*, 2013,35(1):E6.
- [13]Ropper A E, Neal M T, Theodore N. Acute management of traumatic cervical spinal cord injury[J]. *Pract Neurol*, 2015,15(4):266-272.
- [14]Lenehan B, Fisher C G, Vaccaro A, et al. The urgency of surgical decompression in acute central cord injuries with spondylosis and without instability[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010,35(21 Suppl):S180-S186.
- [15]SCHNEIDER R C, THOMPSON J M, BEBIN J. The syndrome of acute central cervical spinal cord injury[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1958,21(3):216-227.
- [16]Chen L, Yang H, Yang T, et al. Effectiveness of surgical treatment for traumatic central cord syndrome.[J]. *Journal of Neurosurgery Spine*, 2009,10(1):3.
- [17]J G, MA E, PJ A, et al. Traumatic central cord syndrome: results of surgical management.[J]. *Journal of Neurosurgery*, 2002,97(1 Suppl):25-32.
- [18]Stevens E A, Marsh R, Wilson J A, et al. A review of surgical intervention in the setting of traumatic central cord syndrome[J]. *Spine J*, 2010,10(10):874-880.
- [19]许文胜, 陈永军, 杨增华, 等. 无骨折脱位型颈脊髓损伤手术时机的选择对术后功能恢复的影响[J]. *中国伤残医学*, 2016,24(6):42-43.
- [20]张永进, 徐杰, 何海潮, 等. 颈椎过伸性脊髓损伤的手术干预时机对手术疗效和手功能恢复的影响[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2010,12(11):1041-1044.

临床资料与方法

一、一般资料

苏州大学附属第二医院神经外科和无锡 101 医院神经外科,从 2015 年 3 月至 2017 年 3 月收治颈髓过伸性损伤 92 例,其中脊髓中央损伤综合征 58 例,前脊髓损伤综合征 21 例, Brown-Sequar 征 6 例,完全性脊髓损伤致四肢全瘫 3 例,四肢无运动功能但保留骶段感觉运动功能 4 例,合并严重颅脑外伤者 13 例。

1、纳入标准: 1.年龄在 18~75 岁之间; 2.明确外伤史; 3.确诊为急性中央型颈脊髓损伤综合征; 4.ASIA 分级为 C 或者 D; 5.接受减压手术; 6.至少一年的随访。排除标准: 1.颈椎骨折或者脱位; 2. MRI 上脊髓无压迫; 3.ASIA 分级为 A、B、E 级; 4.多发伤或合并严重颅脑外伤,影响神经功能; 5.合并严重基础疾病。

符合纳入标准的,共纳入急性中央型颈脊髓损伤综合征患者 46 例,其中男性 26 例,女性 20 例,受伤年龄最小 27 岁,最大 75 岁,平均年龄 53 岁。损伤原因:交通意外 20 例;高空坠落 10 例;摔伤 16 例。脊髓损伤情况:参照 ASIA 脊髓损伤分级标准: C 级 28 例; D 级 18 例。所有患者上肢功能均有不同程度的受损:上肢肌力减退 40 例,主要以远端肌力减退为主,前臂疼痛、麻木和(或)感觉异常等症状 25 例。单纯上肢症状者 21 例,另有 25 例患者伴有下肢或者膀胱症状,其中伴有下肢肌力减退者 20 例,膀胱功能障碍者 5 例。

2、影像学检查:所有患者入院后的 X 线、CT 及 MRI 均未见骨折脱位,其中,颈椎生理曲度改变 41 例,28 例有一个节段的椎间隙狭窄,10 有两个节段的椎间隙狭窄,8 例有三个节段的椎间隙狭窄,5 例有后纵韧带钙化,46 例患者中, MRI 显示有明显脊髓异常信号者 42 例,无明显信号异常 4 例。

二、方法

1、分组:

本组病例分为 3 组: A 组(伤后 48 小时之内手术组) 8 例; B 组(伤后 48 小时~7 天手术组) 20 例, C 组(伤后 7 天后手术组) 18 例。

2.术前治疗:

入院后常规给予颈围固定, 神经营养治疗, 不给予激素冲击治疗。

3.手术方法:

颈椎前路椎间盘切除椎间孔、椎管减压椎体融合术: 对于三个节段以内的突出及部分三个节段的突出, 采用这种手术方式, 具体手术步骤为患者插管全麻后, 取仰卧位, 肩部、颈部垫以敷料, 头部后仰, 保持颈部正常前屈位, 常规消毒铺巾, 右侧甲状软骨下方横行切口, 外侧超过胸锁乳突肌前缘, 内侧达中线, 如果是 C5-6 间隙, 切口与环状软骨下缘在同一平面, 手术如在其相邻节段, 则切口在上述切口的上或下 1cm 平面, 长度 5cm 的切口可以显露四个节段, 切开皮肤、皮下组织, 顺肌纤维方向切开颈阔肌, 向左右分别牵开颈血管鞘及颈内脏鞘, 将气管、食管和甲状腺等牵向左侧, 显露颈前筋膜, 沿正中线切开后显露椎体前方, 于 C 臂机下确定病变间隙, 显微镜下彻底清除椎间盘、髓核及增生的骨赘和后纵韧带, 充分减压椎间隙, 及双侧椎间孔, 见颈椎硬膜囊膨起, 减压满意。选取椎间融合器置入椎间隙。取脊柱接骨板置于椎体前方, 以自攻螺钉固定其于上下两侧椎体上。透视下见融合器位置满意。冲洗切口并仔细止血后, 逐层缝合切口, 敷料覆盖。

颈椎后路椎板切除椎管减压+侧块融合固定术: 对于严重的后纵韧带骨化或者致压物质来自后方, 具体手术步骤为患者全麻后, 取俯卧位, 头部以头架固定, 常规消毒、铺巾。C 臂机下确定病变节段, 颈后正中切口, 逐层切开皮肤、皮下组织及颈项筋膜, 骨膜下剥离颈旁肌, 显露病变节段的棘突、椎板、侧块, 以侧块螺钉固定相关节段的侧块, 咬除相应棘突, 以磨钻, 枪式咬骨钳切除椎板, 见颈椎硬膜囊膨起, 减压满意, 冲洗伤口, 残腔止血, 置入引流管, 接负压引流球, 逐层缝合切口。

4、观察指标:

通过颈椎MRI正中矢状面测量损伤节段椎管矢状径、最大椎管狭窄 (Maximum canal compromise MCC)、最大脊髓压迫 (Maximum spinal cord compression MSCC) 及T2像脊髓高信号长度(图1), 记录患者神经功能按日本骨科协会关于颈脊髓功能评定标准方法 (JOA17分法) [1]。



图 1:颈椎 MRI 正中矢状面测量损伤节段的椎管直径(D_i)和脊髓直径(d_i)。上一节段为(D_a 和 d_a)，下一节段为(D_b 和 d_b)。均于 T2 序列图像测量，计算公式如下： $MCC=1 - [D_i / (D_a + D_b) / 2] \times 100\%$ ； $MSCC=1 - [d_i / (d_a + d_b) / 2] \times 100\%$ 损伤节段椎管矢状径等于 D_i 。注：MCC 为最大椎管狭窄，MSCC 为最大脊髓压迫。L：T2 序列图像脊髓高信号长度。

脊髓功能评定标准：

日本骨科协会颈脊髓功能评定法（JOA 评分），总分 17 分

1、 上肢运动功能（4 分）

0 分：自己不能持筷或勺进餐；

1 分：能持勺，但不能持筷；

2 分：虽手不灵活，但能持筷；

3 分：能持筷及一般家务劳动，但手笨拙；

4 分：正常。

2、 下肢运动功能（4 分）

0 分：不能行走；

1 分：即使在平地行走也需用支持物；

2 分：在平地行走可不用支持物，但上楼时需用；

3 分：平地或上楼行走不用支持物，但下肢不灵活；

4 分：正常。

3、 感觉（6分）

A、 上肢0分：有明显感觉障碍；1分：有轻度感觉障碍或麻木；2分：正常。

B、 下肢与上肢评分相同。

C、 躯干与上肢评分相同。

4、 膀胱功能（3分）

0分：尿潴留；

1分：高度排尿困难，尿费力，尿失禁或淋漓；

2分：轻度排尿困难，尿频，尿踌躇；

3分：正常。

ASIA（美国脊柱损伤协会）神经功能分级

分级	功能状态
A 完全损伤	S4~5无感觉与运动功能。
B 不完全损伤	损伤水平下保留感觉功能，包括S4~5的感觉。
C 不完全损伤	损伤水平下保留运动功能，但其大部分关键肌的肌力<Ⅲ级。
D 不完全损伤	损伤水平下保留运动功能，其关键肌的肌力>Ⅲ级。
E 正常	运动感觉功能正常。

5、随访：

通过电话及门诊随访，对患者的脊髓神经功能进行JOA评分，并记录。

6、统计学方法：

采用SPASS 21.0统计软件处理数据，计量数据以均数±标准差（ $\bar{X} \pm S$ ）表示，对于三组病人手术前和手术后的JOA评分，采用配对样本t检验比较有无差异，三组病人之间的年龄、MCC、MSCC、T2高信号长度、术前JOA评分、术后1、6、12月JOA评分改善幅度，采用单因素ANOVA分析比较有无统计学差异，P值小于0.05有统计学意义。

结 果

1. 治疗效果及并发症:

本组患者中有 40 例行显微镜下颈椎前路椎间盘切除椎间孔、椎管减压椎体融合术, 6 例行颈椎后路椎板切除椎管减压+侧块融合固定术, 术后神经功能恢复 (JOA 评分): A、B、C 三组患者术后 JOA 评分均较术前改善, 具体见表 2, 三组患者的术后 JOA 评分改善幅度有差异, 具体见表 3。三组患者术后均未出现严重并发症, 其中 A 组有 2 例出现咽喉部疼痛, B 组有 2 例声音嘶哑, 1 例肺部感染, C 组有 2 例咽喉部疼痛, 1 例内固定松动, 3 例肺部感染。经过对症保守治疗后, 并发症均痊愈。

2. 统计学结果:

三组患者在年龄、MCC、MSCC、T2 高信号长度、术前 JOA 评分均无统计学差异, 见表 1, 本组 46 例患者均获得术后 12 个月随访, 3 组患者的治疗前后 JOA 评分改善有统计学意义 ($P < 0.05$), 术后 1 个月的神经功能改善幅度 A 手术组手术效果优于 B 手术组 ($P = 0.032$) 和 C 手术组 ($P = 0.027$), 差异有统计学意义; B 手术组和 C 手术组比较差异无统计学意义 ($P = 0.895$), 术后 6 个月 A 手术组手术效果优于 B 手术组 ($P = 0.037$) 和 C 手术组 ($P = 0.011$), 差异有统计学意义; B 手术组和 C 手术组比较差异无统计学意义 ($P = 0.493$)。术后 12 个月的功能改善幅度 A 手术组手术效果优于 B 手术组 ($P = 0.011$) 和 C 手术组 ($P = 0.004$), 差异有统计学意义; B 手术组和 C 手术组比较差异无统计学意义 ($P = 0.626$)。见表 2、见表 3。

表 1: 急性中央型颈脊髓损伤年龄及术前 MRI 表现、JOA 评分比较 (X ± S)

组别	年龄 (岁)	术前 JOA 评分 (分)	损伤节段椎管矢状径 (mm)	最大椎管狭窄 (%)	最大脊髓压迫 (%)	T2 像高信号长度 (mm)
A 组(48h<)	51.7±9.56	9.38±3.42	4.15±0.53	52.58±4.48	20.27±6.33	17.37±9.23
B 组(48h~7d)	52.8±11.3	10.50±2.61	4.16±0.57	52.29±5.81	21.96±7.75	17.94±8.34
C 组 (>7d)	52.4±11.9	10.33±2.87	4.11±0.46	53.42±5.42	21.31±7.48	17.76±9.44
P 值	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

表 2: 手术治疗前后 JOA 评分 ($X \pm S$)

分组	例数	治疗前	治疗 1 个月	治疗 6 个月	治疗 12 个月
A 组(48h<)	8	9.38±3.42	13.2±1.98	14.3±1.69	15.3±1.40
B 组 (48h~7d)	20	10.5±2.61	13.6±2.62	14.8±2.61	15.3±2.64
C 组 (>7d)	18	10.3±2.87	13.6±2.52	14.4±2.68	14.8±2.15

表 3: 治疗前后 JOA 评分改善幅度对比 ($X \pm S$)

分组	治疗 1 个月	治疗 6 个月	治疗 12 个月
A 组(48h<)	4.13±1.64	5.25±1.83	6.13±1.96
B 组 (48h~7d)	3.05±1.12	4.25±0.91	4.80±1.15
C 组 (>7d)	3.01±1.13	4.02±0.95	4.61±1.02

3、典型病例

典型病例 1, 患者男性, 48 岁, 因“车祸致伤头颈部”急诊入院。体格检查: 双上肢远端肌力 III 级, 近端肌力 IV 级, 双下肢肌力 IV 级。颈椎 MRI 提示: C5-6 椎体水平脊髓受压伴异常信号改变, 符合“脊髓损伤”表现。术前 JOA 评分 10 分, 受伤至手术时间约 48 小时, 行显微镜下颈前入路 C5-6 椎间盘切除椎管、椎间孔减压+椎体融合术。患者手术后双下肢肌力 IV+级, 双上肢远端肌力 IV-级, 与术前相比恢复明显, 患者出院时, 双上肢远端肌力 IV 级, 近端肌力 IV+级, 双下肢肌力 V 级, JOA 评分 14 分。

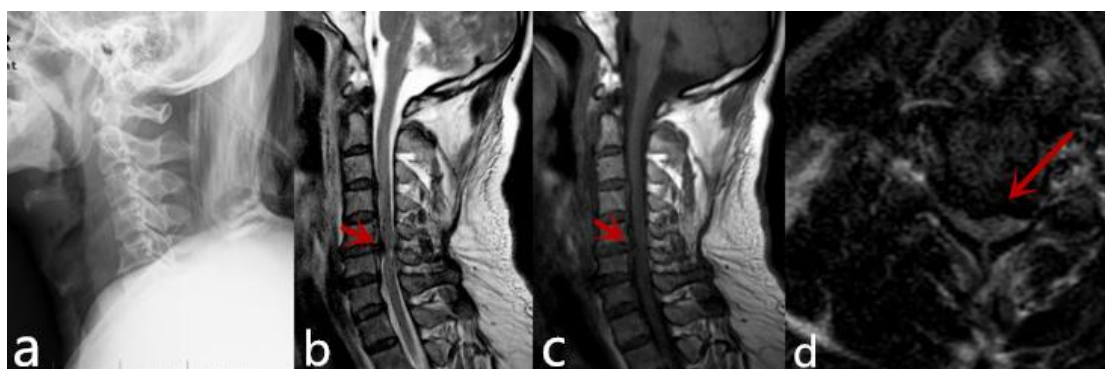


图 2 患者术前影像学检查 a.颈椎 X 线未见骨折脱位; b.c.d. C5-6 椎体水平脊髓受压伴异常信号改变;

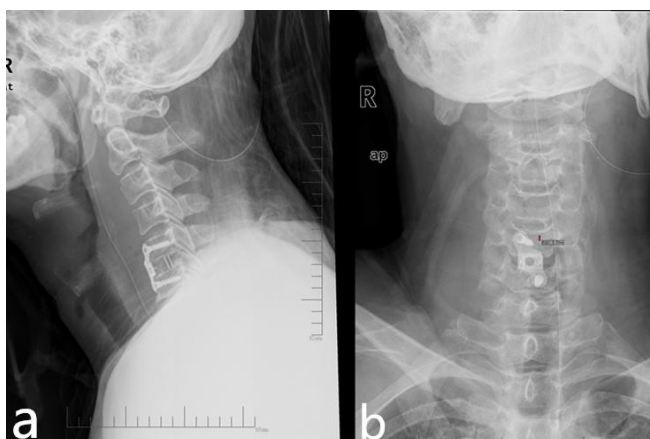


图 3 患者术后影像学检查 a.颈椎 X 线侧位提示内固定位置良好；

b. 颈椎 X 线正位提示内固定位置良好；

典型病例 2：患者男性，32 岁，因“外伤致左上肢麻木乏力”急诊入院，查体：右侧肢体肌力、感觉正常，左上肢肌力 III 级，左手握力下降，左手掌侧感觉异常，痛觉减退，左下肢肌力 IV。颈椎 MRI 示：C5-6 椎间盘突出（左旁中央型）相应水平椎管狭窄，术前 JOA 评分 11 分，颈髓受压；受伤至手术时间 4 天，行显微镜下颈前路 C5-6 椎间盘切除椎间孔、椎管减压椎体融合术，患者出院时，患者左上肢肌力 IV+，左下肢肌力 IV+，JOA 评分 15 分。



图 4 患者术前影像学检查 a.颈椎 X 线未见骨折脱位；

b.c.d. C5-6 椎间盘突出（左旁中央型）相应水平椎管狭窄；

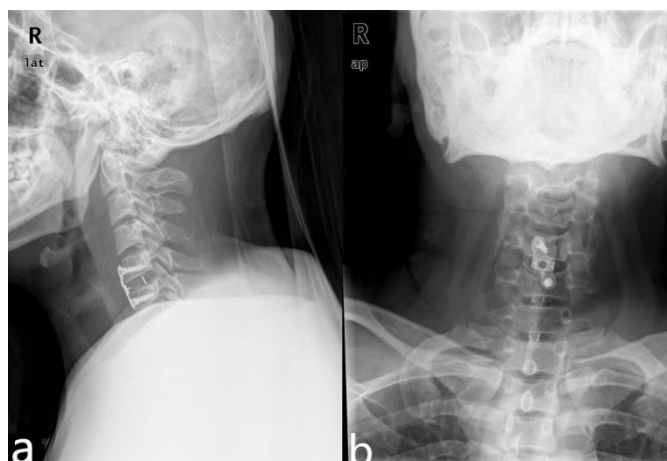


图 5 患者术后影像学检查 a.颈椎 X 线侧位提示内固定位置良好；
b. 颈椎 X 线正位提示内固定位置良好；

典型病例 3：患者女性，66 岁，因“车祸致伤头颈胸部”于急诊入院。查体：双上肢麻木，双上肢远端肌力 IV 级，右下肢肌力 IV+。颈椎 MRI 提示 C5-6 椎间盘突出相应水平椎管狭窄，颈髓受压，术前 JOA 评分 14 分，受伤至手术时间 10 天，行显微镜下颈前路 C5-6 椎间盘切除椎间孔、椎管减压椎体融合术。出院时，患者四肢肌力正常，JOA 评分 17 分。

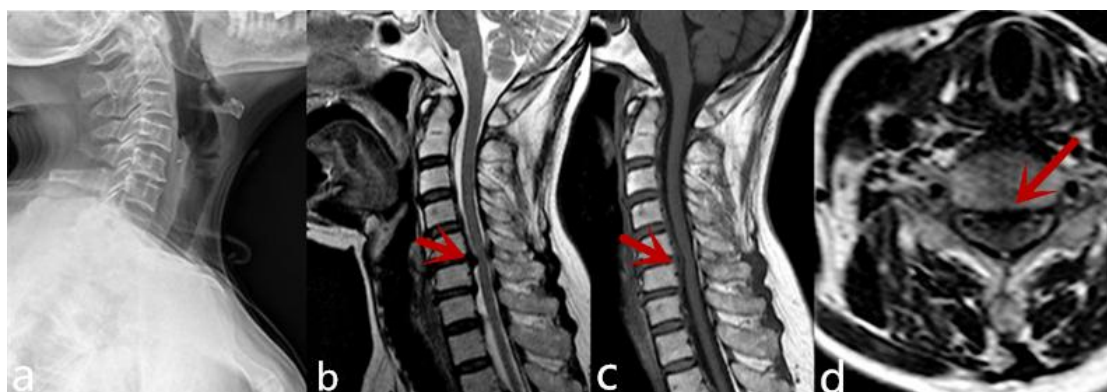


图 6 患者术前影像学检查 a.颈椎 X 线未见骨折脱位；
b.c.d. C5-6 椎间盘突出相应水平椎管狭窄，颈髓受压；



图 7 患者术后影像学检查 a.颈椎 X 线侧位提示内固定位置良好；
b. 颈椎 X 线正位提示内固定位置良好；

典型病例 4: 患者男性, 58 岁, 因“头颈部外伤伴四肢乏力”于收入我科。查体: 双上肢感觉减退, 双上肢远端肌力 II 级, 近端肌力 II+级, 双下肢肌力 III 级。MRI 提示: C2-4 后纵韧带明显增厚, 相应椎管变窄, 硬膜囊和脊髓受压。术前 JOA 评分 5 分, 受伤至手术时间 35 天, 行后路 C3-6 椎板切除椎管减压+侧块融合固定术。患者手术后四肢肌力同前, 住院 25 天后出院, 出院时, 患者双上肢肌力 IV 级, 双下肢肌力 IV+级, JOA 评分 13 分, 神经功能恢复速度慢。



图 8 患者术前影像学检查 a.颈椎 X 线未见骨折脱位;
b.c.d. C2-4 后纵韧带明显增厚, 相应椎管变窄, 硬膜囊和脊髓受压;



图 9 患者术后影像学检查 a.颈椎 X 线侧位提示内固定位置良好;
b. 颈椎 X 线正位提示内固定位置良好;

典型病例 5：患者男性 60 岁，因“车祸至颈部外伤”入院，查体：双上肢远端肌力IV级，双手虎口区感觉麻木。MRI 提示：C5-6 椎间盘突出，压迫脊髓，椎管狭窄，JOA 评分 15 分，受伤至手术时间 6 天，行显微镜下颈前路 C5-6 椎间盘切除椎间孔、椎管减压椎体融合术，患者颈椎 MRI 上并无脊髓信号改变，但患者存在双上肢远端肌力下降，感觉麻木，给予手术治疗，出院时，患者四肢肌力正常，无感觉异常，JOA 评分 17 分。

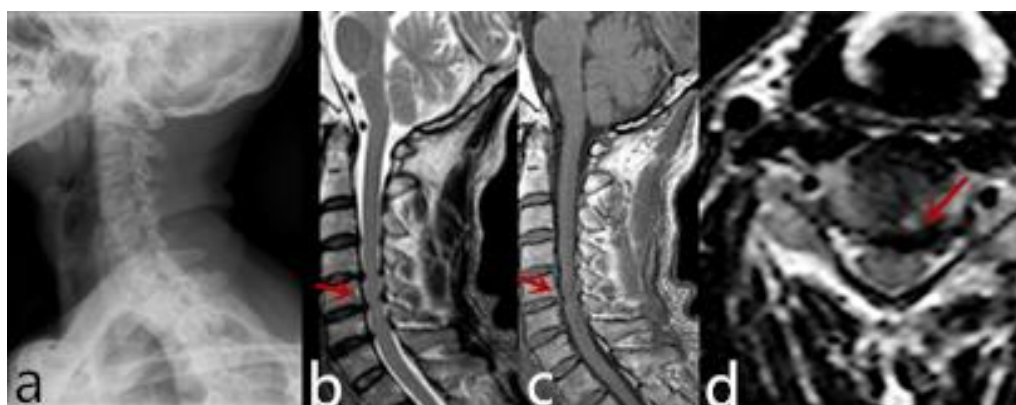


图 10 患者术前影像学检查 a.颈椎 X 线未见骨折脱位；
b.c.d. C5-6 椎间盘突出，压迫脊髓，椎管狭窄；

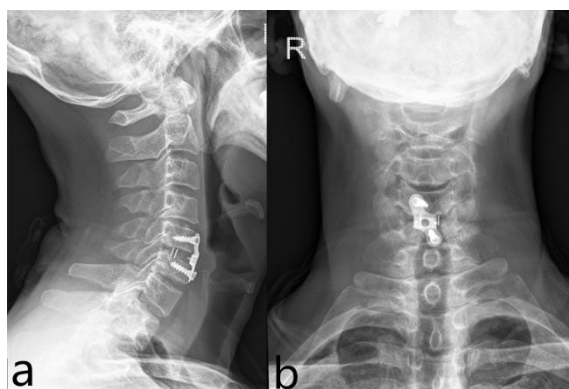


图 11 患者术后影像学检查 a.颈椎 X 线侧位提示内固定位置良好；
b. 颈椎 X 线正位提示内固定位置良好

讨 论

1.保守治疗与手术治疗

急性中央型颈脊髓损伤的治疗长期存在争论, Schneider^[2, 3]认为保守治疗可以带来最大恢复, 在1954年至1958年之间, Schneider研究了26例急性中央型颈脊髓损伤(Acute traumatic cervical cord syndrome, ATCCS), 6例来自其他文献, 9例合并骨折, 15例ATCCS是单纯椎管狭窄, 对这15例无骨折的患者其中2例进行手术减压治疗, 结果1例患者瘫痪, 1例神经功能无改善, 13例患者给予颈脱固定、牵引等物理治疗, 神经功能均有不同程度的恢复, 但是大部分患者上肢远端都有持续的严重运动和感觉功能障碍, 功能恢复也是从下肢开始, 然后是膀胱功能, 最后是上肢功能, 因此, Schneider认为物理治疗可以改善ATCCS的功能, 减压手术反而会对病人造成伤害。所以很长一段时间内, 急性中央型颈脊髓损伤的治疗以保守为主, 行颈托固定同时给予脱水、激素冲击治疗, 传统观点^[4-6]认为急性中央型颈脊髓损伤是不完全性损伤, 脊柱稳定性经制动后能自然恢复不受影响, 并且经过保守治疗后脊髓功能的确可以恢复, 部分损伤轻者可以完全恢复至正常, 但是随着影像学和手术技术的发展, 越来越多的临床医生开始认可手术治疗, 1980年, Brodkey^[7]报道了对7例ATCCS的病人晚期手术效果, 手术至受伤时间在18~45天, 5例行颈椎前路椎间盘切除融合术, 1例行颈椎后路单开门椎管扩大成形术, 1例行颈椎前后路联合术, 所有手术患者术后神经功能均明显恢复。1984年Bose^[8]等人回顾性分析了28例ATCCS病人, 分成两个组, 各14例病人, 保守治疗组大部分无骨折脱位, 手术组大部分为骨折脱位, 平均手术时间在20天, 虽然两组病人在病情程度有差别, 但是手术组ASIA运动评分出院明显较保守组好, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。1997年, Chen^[9]回顾性分析了114例ATCCS患者, 其中86例保守治疗, 28例手术治疗, 手术指针是MRI确定脊髓受压, 并且存在颈椎不稳或者神经功能无恢复迹象甚至进一步恶化, 手术至受伤时间平均为10天, 手术组28例中有12例是无骨折的椎管狭窄。其余16例既有椎间盘突出也有骨折脱位, 最终结果提示老年患者较年轻患者预后差, 手术组的神经功能恢复速率及程度均明显好于保守组, 尤其是上肢功能。1998年, Chen^[10]再次回顾性分析了37例无骨折的ATCCS,

16例患者接受了减压手术治疗,手术至受伤平均时间在9天,手术组13例患者在术后2天四肢肌力出现改善,手术组和保守治疗组在2年的最终随访预后无明显差异,但是在2周、1月、6月均有差异(P小于0.05),再次证实了接受减压手术的ATCCS患者神经功能恢复速率是优于保守组。2000年,Dai和Jia^[11]对MRI上明确存在脊髓压迫的ATCCS病人进行了减压手术治疗,24例患者中,其中7例合并骨折脱位,总体ASIA评分从 47.79 ± 19.66 分提高到 86.46 ± 10.22 分,同时也发现了合并骨折脱位的患者预后更差。美国的一项研究^[12]纳入了2003年至2010年之间16134例急性中央型颈脊髓损伤患者,手术率从2003年的25%逐渐增加到2010年的87%,总体约有39.7%的患者接受了手术治疗。与保守治疗相比,手术减压可以减轻脊髓水肿,改善循环,降低脊髓的继发性损害后果,患者可以早期下床活动,促进脊髓功能恢复,远期疗效更好^[13-15]。

目前最新的脊髓外伤救治指南^[16]已不推荐常规使用激素,激素仅仅作为一种治疗选择,考虑到大剂量甲基强的松龙冲击会增加严重脓毒症、重症肺炎、消化道出血等并发症发生率^[17],因此,本组46例患者均未使用激素冲击治疗,对于存在神经功能受损,并且影像学上明确存在脊髓压迫的患者,我们均采用手术治疗。

2.手术时机

目前对于急性中央型颈脊髓损伤的手术时机尚存在争议^[18,19],LaRosa一项META分析^[20]发现24小时之内进行手术效果比24小时之后及保守治疗效果好,这些结论后来再次被证实,美国脊柱创伤研究组进行了一项多中心、国际化、前瞻性队列研究^[21],早期手术组(平均时间14.2h)中有19.8%获得显著神经功能恢复,晚期手术组(平均时间48.3h)只有8.8%,早期手术组的各种并发症发生率比晚期手术组更低(24.2% VS 30.5%)。这些结论是否适用于急性中央型颈脊髓损伤有待于进一步证实,目前对于中央型脊髓损伤手术时机仍缺乏I类和II类证据的临床研究^[22,23]。早期手术最常用的时间定义为伤后24h内和48h内^[18,24],少数研究也以5h、8h、10h^[25,26],极个别研究以4h、4d、2周为分界线^[1,27]。随着年龄增长,颈椎退变,椎管内缓冲空间变小,有研究发现遭受同样程度的颈椎外伤,老年人ATCCS的颈髓受压更严重,预后较差^[1],对于MCC、MSCC以及MRI上脊髓变性长度,都会显著影响预后^[13],本研究中三组患者的以上因素均无统计学差异,因此,可以更好的比较手术时机对于ATCCS预后的影响。本组无骨折脱位的急性中央型颈脊髓损伤患者,48小时内接受减压手术的,在术

后随访的12个月内的神经功能改善幅度中,明显优于48小时之后接受手术的患者,具有统计学意义,48小时以后接受手术对预后无明显差异,与之前的研究相似^[28]。2002年Guest^[29]等人对急性中央型颈脊髓损伤首次提出伤后24小时内手术理念,该研究发现对于椎管狭窄但无骨折脱位的急性中央型颈脊髓损伤患者,早期手术对运动功能改善无显著差别($P=0.51$),但是对于合并颈椎间盘突出或者骨折脱位的患者,早期手术运动功能改善显著($P=0.04$)。Chen^[27]将49例急性中央型颈脊髓损伤的病人分为两组,分别于四天内和四天后手术,四天内接受手术的病人术前ASIA运动评分较四天后更差,为49.2分比59.1分,但是在四天之内手术的病人六个月的运动功能改善幅度达33.2分,比四天后的22.5分高,差异具有统计学意义($P<0.05$)。Stevens^[19]的研究纳入了67例急性中央型颈脊髓损伤手术患者,分为三组:首次入院的24h内手术组,首次入院的24h后手术组及二次入院组,随访结束时未发现三组患者的神经功能Frankel分级改善有统计学差异($P>0.05$),但是24h内手术组的并发症发生率更低,并且ICU及总住院天数随着接受手术的时间而延长。2010年发表的一篇系统评价^[28],重点讨论了无骨折脱位型急性中央型颈脊髓损伤24小时内手术是否有意义,纳入了早期手术17例和晚期手术56例患者,排除了年龄、性别、致伤机制、合并症等影响因素下,最终发现早期手术组的ASIA运动评分和Frankel分级改善是优于晚期手术组,具有统计学意义(P 小于0.05)。2011年Aarabi^[13]研究了急性中央型颈脊髓损伤预后的影响因素,其中发现24小时之内、24~48小时及48小时以后手术,对于神经功能无明显影响。由于本组患者很多病人是从周边医院转运过来及早期病人就诊率不高,所以能在24小时内手术治疗的病人很少,因此我们将早期手术时间窗放宽至48小时内,并且尽量争取越早期手术越好。

目前关于脊髓损伤的救治,中国大陆地区仍以骨科为主,我院神经外科开展脊柱脊髓手术尚处于初级阶段,技术和病例数逐步提高。限于此,本组病例数偏少,研究结果只能是一个初步结论,对于急性中央型颈脊髓损伤早期甚至超早期手术治疗的确切评价有待今后不断扩大病例数和前瞻性的研究证实。

3.手术方式

手术入路的选择目前主要有前路、后路、前后联合,对于手术入路的影响主要有以下几个方面:1.损伤节段:一般脊髓压迫仅累计1个或者2个节段,首选前路手术,

3个及3个以上节段后路手术更为安全有效。2.颈椎矢状位及冠状位的稳定性：对于颈椎后凸畸形的患者，前后路联合入路首选，前路可以对脊髓进行减压并且纠正畸形，后路可以融合内固定。3.压迫部位：生理曲度存在，颈髓后方有压迫，后路手术采用椎板切除和椎管扩大成形术；生理曲度消失，受压主要是来自前方，应选择前路手术。4.致压物性质：后纵韧带钙化或硬脊膜骨化时前路手术难以去除，而且极易撕破硬脊膜导致脑脊液漏，应该谨慎选择。5.合并骨折或脱位，首选早期前路减压固定融合术，一方面可以减压，另一方面可以恢复脊柱稳定性。与常规手术不同的是，神经外科采用的是显微镜下前入路手术，显微镜放大倍数可以适当调节，镜下手术视野清楚，清晰辨认微小血管、后纵韧带、硬膜囊、神经根、椎体后缘等结构，可在直视操作下对神经根管口、后纵韧带与椎体后缘骨赘进行彻底减压，将硬膜囊充分显露，直到硬膜囊搏动良好；颈椎手术显微治疗可有效减少围手术期并发症，更好地改善患者脊髓功能，并且对肌肉剥离程度小，对组织造成的损伤轻微，与传统肉眼手术相比，手术切口小，局部显露、钝性剥离，可防止损伤周围脏器。有研究^[30]报道显微镜下手术的神经组织损伤发生率为0.1%，远远低于常规手术（3%），目前国内采用显微镜下手术治疗ATCCS的报道仍很少。本组患者对于手术方式的选择：三个节段以内的突出及部分三个节段的突出，我们采用显微镜下颈椎前路手术治疗，对于后纵韧带钙化明显及致压物质来自后方的，采用颈椎后路减压钉棒内固定植骨融合术。

4.手术并发症

颈椎手术可发生多种并发症，与手术技术、手术入路、术前准备、病人基础身体条件等方面有关。有研究报道^[31-35]颈椎手术容易出现以下并发症：脊髓损伤、喉返神经或喉上神经损伤、吞咽困难、取骨区顽固性疼痛、颈部血肿、喉头水肿、气管痉挛、内固定相关并发症等。本组患者中颈椎前路都是采用显微镜下手术，未出现脊髓损伤、脑脊液漏等严重并发症，有2例出现喉返神经或喉上神经损伤，4例咽喉部疼痛，1例出现内固定松动，4例肺部感染。喉返神经或喉上神经损伤：由于右侧喉返神经位置较高，且在下颈椎区行走于气管食管桥中，所以从颈右侧入路比左侧更易损伤喉返神经^[31]。本组患者中有2例出现术后声音嘶哑，未予特殊治疗，出院时均痊愈。咽喉部疼痛：由于颈椎前路手术需要将气管、食管和甲状腺等牵向一侧，术中为了获得满意的术野，如果用力过大牵拉，容易导致气管、喉头、食管等损伤，严重者会导致术后

喉头水肿，气管痉挛^[33]，本组患者4例出现咽喉部疼痛可能于术中牵拉所致，未予特殊处理，患者自行恢复正常。内固定松动：仅出现一例，复查X线发现钢板螺钉锁钉片脱出，由于可能对食管等进行切割损伤，立即予以急诊手术取出锁钉片，该患者有先天性小儿麻痹症，头不自主扭动，术后难以固定，取出锁钉片复诊未见其余螺钉松动移位。肺部感染：患者本身合并肺挫伤或者卧床时间过长导致肺部感染，其中4例发生肺部感染，经痰培养选用敏感抗生素抗感染，均治愈。

5.结论

综上所述，对于急性中央型颈脊髓损伤患者的救治，早期手术治疗可以有效的改善脊髓血液循环，减轻脊髓水肿、缺血等一系列继发损害，并且显微镜下手术更加安全，可以减少并发症的发生，更有利于脊髓神经功能的恢复。本研究认为：受伤48小时内减压手术对于患者预后显著改善，如果条件允许，应在24小时甚至超早期8小时内手术治疗。

参考文献

- [1] Yamazaki T, Yanaka K, Fujita K, et al. Traumatic central cord syndrome: analysis of factors affecting the outcome[J]. *Surg Neurol*, 2005,63(2):95-99, 99-100.
- [2] SCHNEIDER R C. A syndrome in acute cervical spine injuries for which early operation is indicated[J]. *J Neurosurg*, 1951,8(4):360-367.
- [3] SCHNEIDER R C, THOMPSON J M, BEBIN J. The syndrome of acute central cervical spinal cord injury[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1958,21(3):216-227.
- [4] Aito S, D'Andrea M, Werhagen L, et al. Neurological and functional outcome in traumatic central cord syndrome[J]. *Spinal Cord*, 2007,45(4):292-297.
- [5] Ishida Y, Tominaga T. Predictors of neurologic recovery in acute central cervical cord injury with only upper extremity impairment.[J]. *Spine*, 2002,27(15):1652.
- [6] Roth E J, Lawler M H, Yarkony G M. Traumatic central cord syndrome: clinical features and functional outcomes[J]. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 1990,71(1):18-23.
- [7] Brodkey J S, Miller C J, Harmody R M. The syndrome of acute central cervical spinal cord injury revisited[J]. *Surg Neurol*, 1980,14(4):251-257.
- [8] Bose B, Northrup B E, Osterholm J L, et al. Reanalysis of central cervical cord injury

- management[J]. *Neurosurgery*, 1984,15(3):367-372.
- [9]Chen T Y, Lee S T, Lui T N, et al. Efficacy of surgical treatment in traumatic central cord syndrome[J]. *Surg Neurol*, 1997,48(5):435-440, 441.
- [10]Chen T Y, Dickman C A, Eleraky M, et al. The role of decompression for acute incomplete cervical spinal cord injury in cervical spondylosis[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1998,23(22):2398-2403.
- [11]Dai L, Jia L. Central cord injury complicating acute cervical disc herniation in trauma[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2000,25(3):331-335, 336.
- [12]Brodell D W, Jain A, Elfar J C, et al. National trends in the management of central cord syndrome: an analysis of 16,134 patients[J]. *Spine J*, 2015,15(3):435-442.
- [13]Aarabi B, Alexander M, Mirvis S E, et al. Predictors of outcome in acute traumatic central cord syndrome due to spinal stenosis[J]. *J Neurosurg Spine*, 2011,14(1):122-130.
- [14]Wilson J R, Singh A, Craven C, et al. Early versus late surgery for traumatic spinal cord injury: the results of a prospective Canadian cohort study[J]. *Spinal Cord*, 2012,50(11):840-843.
- [15]Chen T Y, Dickman C A, Eleraky M, et al. The role of decompression for acute incomplete cervical spinal cord injury in cervical spondylosis.[J]. *Spine*, 1998,23(22):2398-2403.
- [16]Cozzens J W, Prall J A, Holly L. The 2012 Guidelines for the Management of Acute Cervical Spine and Spinal Cord Injury[J]. *Neurosurgery*, 2013,72 Suppl 2(10):2.
- [17]Evaniew N, Belleyc ô é E P, Fallah N, et al. Methylprednisolone for the Treatment of Patients with Acute Spinal Cord Injuries: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *J Neurotrauma*, 2016,33(5):975-976.
- [18]Fehlings M G, Rabin D, Sears W, et al. Current practice in the timing of surgical intervention in spinal cord injury[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010,35(21 Suppl):S166-S173.
- [19]Stevens E A, Marsh R, Wilson J A, et al. A review of surgical intervention in the setting of traumatic central cord syndrome[J]. *Spine J*, 2010,10(10):874-880.
- [20]La Rosa G, Conti A, Cardali S, et al. Does early decompression improve neurological outcome of spinal cord injured patients? Appraisal of the literature using a meta-analytical approach[J]. *Spinal Cord*, 2004,42(9):503-512.

- [21] Fehlings M G, Vaccaro A, Wilson J R, et al. Early versus delayed decompression for traumatic cervical spinal cord injury: results of the Surgical Timing in Acute Spinal Cord Injury Study (STASCIS)[J]. PLoS One, 2012,7(2):e32037.
- [22] Dahdaleh N S, Lawton C D, El A T, et al. Evidence-based management of central cord syndrome[J]. Neurosurg Focus, 2013,35(1):E6.
- [23] Ropper A E, Neal M T, Theodore N. Acute management of traumatic cervical spinal cord injury[J]. Pract Neurol, 2015,15(4):266-272.
- [24] Mckinley W, Meade M A, Kirshblum S, et al. Outcomes of early surgical management versus late or no surgical intervention after acute spinal cord injury.[J]. Archives of Physical Medicine & Rehabilitation, 2004,85(11):1818.
- [25] Mattiassich G, Gollwitzer M, Gaderer F, et al. Functional outcomes in very early (<5 hours) and early (5-24 hours) surgical decompression in traumatic cervical spinal cord injury. Analysis of Neurological Improvement from the Austrian Spinal Cord Injury Study (ASCIS)[J]. J Neurotrauma, 2017.
- [26] Batchelor P E, Kerr N F, Gatt A M, et al. Intracanal pressure in compressive spinal cord injury: reduction with hypothermia[J]. Journal of Neurotrauma, 2011,28(5):809.
- [27] Chen L, Yang H, Yang T, et al. Effectiveness of surgical treatment for traumatic central cord syndrome.[J]. Journal of Neurosurgery Spine, 2009,10(1):3.
- [28] Lenehan B, Fisher C G, Vaccaro A, et al. The urgency of surgical decompression in acute central cord injuries with spondylosis and without instability[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2010,35(21 Suppl):S180-S186.
- [29] J G, MA E, PJ A, et al. Traumatic central cord syndrome: results of surgical management.[J]. Journal of Neurosurgery, 2002,97(1 Suppl):25-32.
- [30] Bruneau M, Cornelius J F, George B. Multilevel oblique corpectomies: surgical indications and technique[J]. Neurosurgery, 2007,61(3 Suppl):106-112.
- [31] 黄建新, 吕守正, 李志勇, 等. 颈椎前路手术早期并发症原因分析及对策[J]. 河北医学, 2012,18(3):390-393.
- [32] 金大地, 王健, 瞿东滨. 颈椎前路手术早期并发症原因分析及对策[J]. 中华骨科杂志, 2005,25(2):102-106.
- [33] 杨兴强. 颈椎前路手术早期并发症原因的分析及对策[J]. 中国保健营养, 2017,27(13):66-67.
- [34] 余鹏, 汤逊, 徐永清, 等. 颈椎前路手术的早期并发症及其预防和处理[J]. 中国矫

形外科杂志, 2012,20(10):874-876.

- [35] 薛厚军, 雷高, 罗德民, 等. 颈椎前路钛板置入内固定后螺钉松动3例[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011,15(26):4911-4914.

综述

急性颈脊髓损伤手术时机的研究进展

脊髓损伤是脊柱外科常见疾病，流行病学调查显示，全世界的脊髓损伤发生率为10.4~83人/百万人^[1]。脊髓损伤是导致残疾和死亡的重要因素之一，严重危害人类健康，并多以年轻人为主^[2]，给社会带来巨大损失，而其中三分之一是由颈椎损伤（骨折和脱位）引起^[3]。由于脊髓组织分化程度较高，故受损后再生能力极差，脊髓功能受损严重。脊髓神经功能损伤的主要原因是伤后数分钟内发生的继发性损伤，即在原发性损伤基础上发生的细胞分子水平的主动调节过程。目前已知机制主要有：脑血管机制、自由基氧化学说、钙介导机制、电介质失衡理论、细胞凋亡等机制^[4-7]。由于继发性损害导致的一系列脊髓神经功能损伤具有可逆性，适时合理的救治可以挽救残余或未完全死亡的脊髓神经细胞。尽管手术治疗是脊髓损伤的一个重要手段，但是对于手术时机仍存在很大争议^[8,9]，包括最新的颈椎损伤治疗指南也没有提出最佳解决措施^[10]，多个临床研究试图确定手术时机对预后的影响^[11]，一方面临床前研究并不能直接转化为病人的治疗方案，另一方面，由于损伤水平、严重程度和高昂费用等存在异质性，临床上无偏倚的研究很难进行^[12]，目前对于急性中央型颈髓损伤手术时机仍没有I类和II类证据的临床研究^[13,14]。现笔者对国内外颈髓损伤手术时机的研究进行综述。

1.临床前研究

动物实验研究倾向于早期手术可以更好促进神经功能恢复，Carlson^[15]研究了在动物脊髓受压的30min和180min分别进行手术减压，发现脊髓受压持续时间越长，继发性损害越重，因此建议早期手术。Rabinowitz^[16]对急性脊髓受压导致瘫痪的猎兔犬研究发现，6h内进行手术解除压迫所带来的神经预后远远比单用甲强龙好。Sheng^[17]的动物实验表明损伤的减压时间间隔过长，会破坏血-脊髓屏障，随之小胶质细胞的增殖和脊髓细胞凋亡。Shields和Lim^[18]发现脊髓压迫持续时间越长，组织损伤越严重。最近，Ziu^[19]发现脊髓损伤急性期特异性的microRNA的表达与脊髓受压时间明显

相关, 建议早期减压, 这样可以减轻继发性损伤的分子级联反应。对大鼠的脊髓损伤模型研究发现, 脊髓损伤后数分钟内就产生脂质过氧化物, 并且于1h达到峰值, 造成继发性的损害^[20]。

2. 临床研究

2.1. 激素治疗

甲强龙是一种人工合成的糖皮质激素, 在脊髓损伤动物模型中已经证明了具有可以上调抗炎因子, 降低氧化应激反应, 提高内源性细胞存活的作用。它也减轻脊髓水肿、防止细胞内钾的耗竭和抑制脂质过氧化^[21]。很多临床研究仍然推荐早期行激素冲击治疗^[22, 23], 主要依据是90年代美国急性脊髓损伤研究(NASCIS)的多期试验, NASCIS的II期试验结果发现甲强龙治疗仅对脊髓受伤8h内的患者有效, 第1 h给予 30 mg/kg 的甲强龙, 在15min内完成, 其后 23h给予 5.4 mg/Kg/h 的甲强龙, 在伤后6个月的神经功能评估中, 明显好于安慰剂组和纳洛酮组, 三组的并发症和死亡率没有明显差别, 该研究也表明纳洛酮对于脊髓损伤的治疗无用^[24]。NASCIS的III期试验结果提示对于脊髓损伤3h内的患者, 仍然给予24h的甲强龙治疗, 对于伤后3~8h内的患者, 应当将激素治疗延长至48h, 可以显著提高神经功能预后, 虽然会增加严重脓毒症和重症肺炎的发生率, 但其他并发症与死亡率并未太大差别^[25]。Bracken 等人 在2012年完成的一项高质量 Cochrane 系统评价结果发现, 大剂量的甲强龙使用, 的确增加了感染、消化道出血、深静脉血栓、褥疮等发生率, 但和对照组相比并没有明显的统计学意义^[26]。近些年, 既往奠定激素治疗脊髓损伤基本地位的 NASCIS 多期临床试验研究结果遭到多方面质疑^[27, 28], 激素治疗急性脊髓损伤的地位受到影响, 最近的一项Meta分析结果显示甲强龙对于急性脊髓损伤没有太大效果, 反而胃肠道出血几率明显增加^[29]。最新的急性脊髓外伤救治指南已经不推荐甲强龙用于急性脊髓损伤, FDA已经不批准大剂量冲击治疗这个适应症了, 目前仍没有I、II类临床证据支持甲强龙对急性脊髓损伤有益, 但存在I、II、III类临床证据证明大剂量的甲强龙导致严重并发症及死亡^[30]。

2.2. 支持晚期手术

尽早手术减压可以促进神经功能较好的恢复, 但早期手术可能会加重心肺负担, 导致血流动力学紊乱以及使受损的神经功能进一步恶化, 并且颈髓损伤患者早期容易

出现电解质紊乱、呼吸骤停、发热、血压低、肺炎等并发症，导致全身情况恶化，加重颈髓损伤，甚至死亡^[31-33]。一些临床病例对照试验表明，早期手术对于严重脊髓损伤患者的感觉运动功能恢复没有太大作用，反而会增加恶化风险，故建议7天后再行手术治疗^[34]。颈髓损伤往往合并多发伤，患者心肺功能较差，病情极不稳定，同时脊髓出血水肿高峰期为48~72小时，早期手术风险较大，容易导致医源性损伤，死亡率和致残率高^[33, 35, 36]。支持晚期手术的理论依据主要有两方面，一是需要先稳定血流动力学，二是完全性脊髓损伤具有不可逆性^[37]。侯海涛等^[23]对64例脊髓损伤患者在入院后立即予以糖皮质激素、脱水消肿、营养神经等药物治疗，并争取伤后8h内接受大剂量甲强龙冲击治疗。合并骨折脱位的患者立即给予颅骨牵引复位，24h内纠正脱位，除了4例关节突交锁型脱位的患者在急诊手术下纠正了脱位、解除了对脊髓神经的压迫，其余患者均于入院一周后行手术治疗。两组患者预后无明显差别，该研究发现脊髓损伤一周内出血较多，此时早期手术术中出血量大，而且会造成脊髓反跳水肿，导致更严重的脊髓再灌注损伤，因此认为颈髓损伤后不宜立即采取手术治疗，而应该先予以激素、神经营养等药物治疗，以阻止脊髓损伤后的继发性损害，减少并发症。待1~2周后全身各项基础功能恢复稳定再行手术治疗。这样可以促进神经功能更好得恢复。许文胜等^[22]将单纯颈脊髓损伤无骨折脱位型患者分为伤后3天内、3~7天、7天后三个手术组，最终结果提示在伤后3~7天内行手术减压可以最大程度的改善神经功能预后，并且建议初期即采用大剂量激素联合神经营养药物治疗。袁文等^[33]进行了一项多中心的回顾性研究，纳入了595例C3~C7下颈髓损伤的患者，以72小时内手术为界限，分为早期手术组和晚期手术组，最终结果提示手术治疗均可带来良好的预后。虽然与晚期手术组相比，早期手术组缩短了总住院天数，但是在ICU住院时间和呼吸机支持时间上差异并无统计学意义。两组患者在肺部感染、手术切口感染、泌尿道感染、肺栓塞、败血症等并发症发生率上无明显统计学差异。早期手术组术后神经功能恶化率远大于晚期手术组，分别为6.6%和0.7%，并且死亡率也远高于晚期手术组，分别为7.1%和2.1%。因此建议下颈椎外伤的手术应该待病人全身情况好转，脊髓出血及水肿高峰期过后再行手术治疗。Kerwin^[38]等人的研究也发现48小时内的早期脊柱内固定组死亡率比晚期更高，分别为7.65%和2.5%。

2.3.手术时机不影响预后

一些学者认为手术时机并不影响总体神经功能的预后^[3, 39, 40]，Sapkas^[3]等人研究

了 29 例骨折无脱位和 38 例骨折伴脱位的 C3~C7 颈髓损伤患者，发现手术治疗可以改善不完全性颈髓损伤患者的预后，是否于 72 小时之内手术对于结果并无太大影响，Boakye 等人^[39]研究了 1993 年至 2002 年间救治的 31381 例进行减压和（或）融合手术的脊髓损伤患者，肺部感染(14.4%)发生率最高，并且每发生一个并发症，住院天数延长一倍，死亡率增加 5 倍，住院话费增加 5 万美元，多因素分析中，年龄和合并症是死亡的主要危险因素，3 种以上合并症的患者死亡率明显增加，年龄 85 岁以上患者的死亡率是 44 岁以下的 44 倍，65~84 岁是 44 岁以下的 14 倍，何时接受手术治疗并不会对并发症和死亡率产生太大影响。

2.4.支持早期手术

通过早期手术治疗减轻继发性损伤造成的神经功能损害，迅速减少由于骨折、脱位和其他脊柱创伤导致的脊髓压迫。早期手术减少了肺炎、压疮的发生率，一个重要目的是让患者早期下床活动，减少非神经系统并发症发生率^[41, 42]。虽然早期手术初期费用高，但是住院天数减少，故总住院费用并无明显增加^[43]。对于早期手术最常用的时间定义为伤后 24h 内和 48h 内^[34, 38, 41, 44-46]，少数研究也以 5h、8h、10h^[37, 47, 48]，极个别研究以 4h、4d 为分界线^[32, 49]，自从 2010 年以来的临床研究多数以 24h 内为标准划分早期和晚期手术^[41, 44-46]。但临床研究由于条件限制，无法达到动物试验的伤后 1h、3h 内进行手术治疗，许多前瞻性和回顾性的临床对照研究都支持早期手术^[20, 45, 46]，提倡尽早手术的学者认为，对于合适的病人早期手术可以保持一个稳定的血流动力学环境，并且阻止神经功能进一步恶化，早期手术可以减少卧床时间，降低肺部感染、血栓等并发症的发生率^[50]。Bourassa-Moreau 通过分析急性脊髓损伤患者的手术时机与术后并发症，发现尽早手术可以减少住院期间并发症，建议在 24 小时内接受手术治疗，若由于条件限制也应在 72 小时内手术^[41]。一篇 2013 年的 META 分析^[11]纳入了 18 个对照研究，将早期手术时间窗定义为 72h 内，发现早期手术 ASIA 运动评分比晚期手术多上升 5.94 分，并且总体平均住院天数缩短 10 天，这也大大减轻了住院费用。在 STASCIS 试验^[8]中，以是否于伤后 24h 内手术将研究对象分为早期手术组和晚期手术组，其中 19.8% 接受早期手术的患者，在改进的美国脊柱损伤协会损害量表（AIS）预后评估中，神经功能提高两级以上，而晚期手术组只有 8.8%。在完全性脊髓损伤患者中，进行早期手术的有 8 例(18.2%)获得了显著神经功能恢复，而晚期手术的只有 3 例(11.1%)获得了显著神经功能恢复。该研究还比较了并发症的发生率，早期手术组的各种并发症

发生率比晚期手术组更低（24.2% VS 30.5%），尽管有30%病人失去随访，但这是自21世纪以来唯一发表的脊髓损伤的随机临床试验，因此，这项试验为指南提供了最高水平的证据。加拿大的一项大规模、多中心临床试验^[45]，纳入了470例脊髓受伤患者，包括颈髓、胸髓损伤，采用ASIA运动评分评价伤后6个月的神经功能恢复水平，最终结果发现不完全脊髓损伤患者，在24h内进行手术治疗，运动评分比24h后接受手术治疗的提高6.3分，但是对于ASIA分级为A级的完全性瘫痪患者，何时手术治疗对于最终的神经功能恢复并无太大影响。该项研究还发现接受早期手术治疗的ASIA分级为A、B级脊髓外伤患者，住院天数较晚期手术缩短5.3天，而C、D级患者住院天数并无太大差别。澳大利亚的多中心回顾性研究^[37]纳入了49例脊髓损伤患者，33例在5小时内接受手术治疗，16例在5~24小时内接受手术治疗，最终发现六个月后的神经功能恢复ASIA两个级别以上早期手术优于超早期手术，分别为31%比6%，ASIA提高1级以上超早期手术稍微高于早期手术，分别为42%比31%，但并无明显统计学差异，该研究支持24小时之内手术，但是超早期手术并无明显神经功能提高。对于完全性和不完全性脊髓损伤，早期与超早期的预后并无差异。杨建东等^[44]纳入了53例颈脊髓损伤患者，按伤后手术时间分24 h内早期手术组，晚期手术组：25~72 h组、3~7 d 组、8~14 d 组，并且按脊髓损伤严重程度分为严重损伤组和损伤组，采用ASIA 评分评定神经功能，接受早期手术的5例患者术后ASIA 评分明显高于术前和其他组，并且2例急性颈椎间盘突出症完全恢复，3例外伤患者可回归工作，对于颈椎爆裂性骨折伴骨折块凸入椎管、明显脱位伴脊髓横断伤及ASIA分级A级的脊髓严重损伤患者运动功能改善很小，并且与手术时间无关，该研究认为颈髓损伤患者应首先进行充分评估，严重损伤患者应先牵引固定、激素冲击治疗，待患者全身情况稳定后手术治疗，对急性颈椎间盘突出症、颈椎过伸伤等颈髓不完全损伤患者应早期24小时手术，如果条件限制不能急诊手术，则于3天内或者7天后，不推荐3~7天之间手术。有研究^[22]表明颈椎损伤后3~7天内接受手术会导致严重的并发症和高死亡率，因为此时人体的应激反应最为强烈。

3.结论:

综上所述，对于完全性还是不完全性急性颈髓损伤，大多数国外的动物实验及临床对照研究支持早期手术治疗，对于“早期”的时间窗目前主要以24h内为准，笔者认

为, 存在进行性神经功能损害的患者急诊手术减压, 解除对脊髓的压迫, 神经功能正常但脊柱结构不稳定的患者也急诊行手术内固定, 手术时机应当越早越好, 不建议早期使用激素冲击治疗。

参考文献

- [1]Chen Y, He Y, DeVivo M J. Changing Demographics and Injury Profile of New Traumatic Spinal Cord Injuries in the United States, 1972-2014[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2016,97(10):1610-1619.
- [2]Yue J K, Chan A K, Winkler E A, et al. A review and update on the guidelines for the acute management of cervical spinal cord injury - Part II[J]. J Neurosurg Sci, 2016,60(3):367-384.
- [3]Sapkas G S, Papadakis S A. Neurological outcome following early versus delayed lower cervical spine surgery[J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2007,15(2):183-186.
- [4]陈志斌, 陈国锋. 脊髓损伤机制的研究进展[J]. 中外医疗, 2010,29(33):184, 186.
- [5]Quinzanos-Fresnedo J, Sahagun-Olmos R C. [Micro RNA and its role in the pathophysiology of spinal cord injury - a further step towards neuroregenerative medicine][J]. Cir Cir, 2015,83(5):442-447.
- [6]Geremia N M, Hryciw T, Bao F, et al. The effectiveness of the anti-CD11d treatment is reduced in rat models of spinal cord injury that produce significant levels of intraspinal hemorrhage[J]. Exp Neurol, 2017,295:125-134.
- [7]Freria C M, Hall J C, Wei P, et al. Deletion of the Fractalkine Receptor, CX3CR1, Improves Endogenous Repair, Axon Sprouting, and Synaptogenesis after Spinal Cord Injury in Mice[J]. J Neurosci, 2017,37(13):3568-3587.
- [8]Fehlings M G, Vaccaro A, Wilson J R, et al. Early versus delayed decompression for traumatic cervical spinal cord injury: results of the Surgical Timing in Acute Spinal Cord Injury Study (STASCIS)[J]. PLoS One, 2012,7(2):e32037.
- [9]Ng W P, Fehlings M G, Cuddy B, et al. Surgical treatment for acute spinal cord injury study pilot study #2: evaluation of protocol for decompressive surgery within 8 hours of injury[J]. Neurosurg Focus, 1999,6(1):e3.
- [10]Walters B C, Hadley M N, Hurlbert R J, et al. Guidelines for the management of acute cervical spine and spinal cord injuries: 2013 update[J]. Neurosurgery, 2013,60 Suppl

- 1:82-91.
- [11] van Middendorp J J, Hosman A J, Doi S A. The effects of the timing of spinal surgery after traumatic spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Neurotrauma*, 2013,30(21):1781-1794.
- [12] O'Toole J E. Timing of surgery after cervical spinal cord injury[J]. *World Neurosurg*, 2014,82(1-2):e389-e390.
- [13] Dahdaleh N S, Lawton C D, El A T, et al. Evidence-based management of central cord syndrome[J]. *Neurosurg Focus*, 2013,35(1):E6.
- [14] Ropper A E, Neal M T, Theodore N. Acute management of traumatic cervical spinal cord injury[J]. *Pract Neurol*, 2015,15(4):266-272.
- [15] Carlson G D, Gorden C D, Oliff H S, et al. Sustained spinal cord compression: part I: time-dependent effect on long-term pathophysiology[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2003,85-A(1):86-94.
- [16] Rabinowitz R S, Eck J C, Harper C J, et al. Urgent surgical decompression compared to methylprednisolone for the treatment of acute spinal cord injury: a randomized prospective study in beagle dogs[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2008,33(21):2260-2268.
- [17] Sheng H, Wang H, Homi H M, et al. A no-laminectomy spinal cord compression injury model in mice[J]. *J Neurotrauma*, 2004,21(5):595-603.
- [18] Shields C B, Zhang Y P, Shields L B, et al. The therapeutic window for spinal cord decompression in a rat spinal cord injury model[J]. *J Neurosurg Spine*, 2005,3(4):302-307.
- [19] Ziu M, Fletcher L, Savage J G, et al. Spatial and temporal expression levels of specific microRNAs in a spinal cord injury mouse model and their relationship to the duration of compression[J]. *Spine J*, 2014,14(2):353-360.
- [20] 杨建东, 李家顺, 贾连顺, 等. 大剂量甲基强的松龙对大鼠急性脊髓损伤预防保护作用的研究[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2005,15(1):46-48.
- [21] Rouanet C, Reges D, Rocha E, et al. Traumatic spinal cord injury: current concepts and treatment update[J]. *Arq Neuropsiquiatr*, 2017,75(6):387-393.
- [22] 许文胜, 陈永军, 杨增华, 等. 无骨折脱位型颈脊髓损伤手术时机的选择对术后功能恢复的影响[J]. *中国伤残医学*, 2016,24(6):42-43.
- [23] 侯海涛, 孙秀琛, 邵诗泽, 等. 外伤性颈髓损伤手术时机探讨[J]. *骨科*, 2011,02(2):73-75.

- [24]Bracken M B, Shepard M J, Collins W J, et al. Methylprednisolone or naloxone treatment after acute spinal cord injury: 1-year follow-up data. Results of the second National Acute Spinal Cord Injury Study[J]. *J Neurosurg*, 1992,76(1):23-31.
- [25]Bracken M B, Shepard M J, Holford T R, et al. Methylprednisolone or tirilazad mesylate administration after acute spinal cord injury: 1-year follow up. Results of the third National Acute Spinal Cord Injury randomized controlled trial[J]. *J Neurosurg*, 1998,89(5):699-706.
- [26]Bracken M B. Steroids for acute spinal cord injury[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2012,1:D1046.
- [27]Teles A R, Cabrera J, Riew K D, et al. Steroid Use for Acute Spinal Cord Injury in Latin America: A Potentially Dangerous Practice Guided by Fear of Lawsuit[J]. *World Neurosurg*, 2016,88:342-349.
- [28]Evaniew N, Dvorak M. Cochrane in CORR1: Steroids for Acute Spinal Cord Injury (Review)[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2016,474(1):19-24.
- [29]Evaniew N, Belley-Cote E P, Fallah N, et al. Methylprednisolone for the Treatment of Patients with Acute Spinal Cord Injuries: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *J Neurotrauma*, 2016,33(5):468-481.
- [30]Resnick D K. Updated Guidelines for the Management of Acute Cervical Spine and Spinal Cord Injury[J]. *Neurosurgery*, 2013,72 Suppl 2:1.
- [31]Anderson D G, Sayadipour A, Limthongkul W, et al. Traumatic central cord syndrome: neurologic recovery after surgical management[J]. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 2012,41(8):E104-E108.
- [32]Chen L, Yang H, Yang T, et al. Effectiveness of surgical treatment for traumatic central cord syndrome[J]. *J Neurosurg Spine*, 2009,10(1):3-8.
- [33]Liu Y, Shi C G, Wang X W, et al. Timing of surgical decompression for traumatic cervical spinal cord injury[J]. *Int Orthop*, 2015,39(12):2457-2463.
- [34]McKinley W, Meade M A, Kirshblum S, et al. Outcomes of early surgical management versus late or no surgical intervention after acute spinal cord injury[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2004,85(11):1818-1825.
- [35]Vaccaro A R, Daugherty R J, Sheehan T P, et al. Neurologic outcome of early versus late surgery for cervical spinal cord injury[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1997,22(22):2609-2613.

- [36]Marshall L F, Knowlton S, Garfin S R, et al. Deterioration following spinal cord injury. A multicenter study[J]. *J Neurosurg*, 1987,66(3):400-404.
- [37]Mattiassich G, Gollwitzer M, Gaderer F, et al. Functional Outcomes in Individuals Undergoing Very Early (< 5 h) and Early (5-24 h) Surgical Decompression in Traumatic Cervical Spinal Cord Injury: Analysis of Neurological Improvement from the Austrian Spinal Cord Injury Study[J]. *J Neurotrauma*, 2017.
- [38]Kerwin A J, Frykberg E R, Schinco M A, et al. The effect of early surgical treatment of traumatic spine injuries on patient mortality[J]. *J Trauma*, 2007,63(6):1308-1313.
- [39]Boakye M, Patil C G, Santarelli J, et al. Laminectomy and fusion after spinal cord injury: national inpatient complications and outcomes[J]. *J Neurotrauma*, 2008,25(3):173-183.
- [40]Croce M A, Bee T K, Pritchard E, et al. Does optimal timing for spine fracture fixation exist?[J]. *Ann Surg*, 2001,233(6):851-858.
- [41]Bourassa-Moreau E, Mac-Thiong J M, Ehrmann F D, et al. Complications in acute phase hospitalization of traumatic spinal cord injury: does surgical timing matter?[J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2013,74(3):849-854.
- [42]Jalan D, Saini N, Zaidi M, et al. Effects of early surgical decompression on functional and histological outcomes after severe experimental thoracic spinal cord injury[J]. *J Neurosurg Spine*, 2017,26(1):62-75.
- [43]Mac-Thiong J M, Feldman D E, Thompson C, et al. Does timing of surgery affect hospitalization costs and length of stay for acute care following a traumatic spinal cord injury?[J]. *J Neurotrauma*, 2012,29(18):2816-2822.
- [44]杨建东, 冯新民, 蒋百川, 等. 颈脊髓损伤后外科干预时机的选择[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2010,25(5):388-390.
- [45]Dvorak M F, Noonan V K, Fallah N, et al. The influence of time from injury to surgery on motor recovery and length of hospital stay in acute traumatic spinal cord injury: an observational Canadian cohort study[J]. *J Neurotrauma*, 2015,32(9):645-654.
- [46]Umerani M S, Abbas A, Sharif S. Clinical Outcome in Patients with Early versus Delayed Decompression in Cervical Spine Trauma[J]. *Asian Spine J*, 2014,8(4):427-434.
- [47]Batchelor P E, Kerr N F, Gatt A M, et al. Intracanal pressure in compressive spinal

- cord injury: reduction with hypothermia[J]. *J Neurotrauma*, 2011,28(5):809-820.
- [48] Yang D G, Li J J, Gu R, et al. Optimal time window of myelotomy in rats with acute traumatic spinal cord injury: a preliminary study[J]. *Spinal Cord*, 2013,51(9):673-678.
- [49] Newton D, England M, Doll H, et al. The case for early treatment of dislocations of the cervical spine with cord involvement sustained playing rugby[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2011,93(12):1646-1652.
- [50] Kepler C K, Kong C, Schroeder G D, et al. Early outcome and predictors of early outcome in patients treated surgically for central cord syndrome[J]. *J Neurosurg Spine*, 2015,23(4):490-494.

攻读硕士学位期间研究成果

- 1、宋应豪，孔祥宇，钱志远*。急性颈脊髓损伤手术时机的研究进展[J]。《国际神经精神科学杂志》，2017，6(4)，83-89
- 2、席宇君，孔祥宇，宋应豪，董军*。高压氧辅助治疗脑胶质瘤的研究进展[J]。《中华神经医学杂志》，2018年2月第17卷第2期
- 3、席宇君，孙谕，宋应豪，董军*。血小板无力症合并颅内亚急性硬膜下血肿一例并文献复习[J]。已投《中华神经医学杂志》，已录用

学位期间参加的学术会议

- 1、2015年10月 第十五届神经外科锁孔微创手术学习班
- 2、2015年10月 江苏省第三届颅底显微解剖及手术入路高级培训班
- 3、2016年05月 苏南地区神经外科青年医师沙龙
- 4、2016年10月 江苏省第二十次神经外科学学术会议
- 5、2016年10月 第十六届神经外科锁孔微创手术学习班
- 6、2017年04月 2017年蛇牌学院神经解剖及显微镜技术基础培训班
- 7、2017年11月 2017年中华医学会神经创伤与脑出血大会
- 8、2017年12月 第四届脊柱脊髓神经外科基础与临床学习班
- 9、2017年12月 第六届颅底肿瘤外科治疗讲习班

致 谢

在三年的研究生学习生涯中，首先要感谢的是我的导师钱志远教授，钱老师的严谨细致、一丝不苟的学术作风是我工作、学习中的榜样；他的循循善诱的教导和广阔的思路给予我无尽的启迪，也是我临床工作的引路人，引领我走过了人生中最充实、最精彩的一段旅程。在已经完成的所有工作中，都浓缩和凝聚着钱您的心血和汗水！这篇论文的每个细节和每个数据，都离不开您的细心指导。感谢我的带教老师李如军老师，在您的身上，我感受到的，是作为学者的严谨和务实，更是教师的奉献精神和人格魅力，这些将使我终生受益！

感谢苏大附二院神经外科兰青主任、董军主任、朱卿主任、王中勇主任、孙超主任、许亮主任、袁利群医师、盛敏峰医师等对我临床能力的培养；感谢无锡 101 医院蔡桑主任、朱勋医师对我论文的指导与帮助，感谢张娜、李育苏护士长、王婷、陈素萍等主管护师，以及所有的护士姐妹们给我的帮助，是他们教我去做一个合格的临床医师。

感谢丁春龙、纪纤、蔡洪华、马加威、吕璇、席宇君、孔祥宇、曾光亮、姜雷等师兄、师弟、师妹们，是他们教会了我许多科研工具及软件的使用，与他们交流使我感受到生活的充实和愉悦！每每回想与这些同学们朝夕相处的往事，他们那种意气风发的精神，不由得使我倍感鼓舞。这一切让我真切地感受到友情的珍贵，是我人生中的宝贵财富。

感谢病案室的每一位老师，感谢他们对我完成课题提供的无私帮助。

最后要把深深的谢意送给我的父母及爱人，是他们在背后默默的支持我实现读研的梦想！