

DOI:10.16781/j.0258-879x.2016.06.0761

• 短篇论著 •

急性不完全颈脊髓损伤早期外科干预 387 例分析

凌仕勇¹, 黄凯¹, 徐广辉¹, 唐宇军¹, 陈军¹, 陈雄生², 贾连顺^{2*}

1. 第二军医大学长征医院闸北分院骨科, 上海 200070

2. 第二军医大学长征医院骨科, 上海 200003

[摘要] **目的** 探讨早期手术干预对急性不完全颈脊髓损伤的疗效及手术方式的选择。**方法** 对2003年1月至2014年5月第二军医大学长征医院闸北分院收治的462例不完全颈脊髓损伤患者进行回顾性分析,其中手术组387例(颈前路减压植骨融合内固定术283例,前后路联合手术26例,单纯后路减压术78例),非手术组75例。颈脊髓损伤神经功能恢复按Frankel分级和美国脊髓损伤协会(ASIA)评分标准进行评估。**结果** 随访12~27个月,432例患者Frankel分级有不同程度改善,改善率为93.51%,手术组改善率(381例,98.45%)高于非手术组(51例,68.00%)。各组治疗后ASIA评分均较治疗前提高($P<0.05$);对各组治疗前后ASIA评分的差值进行比较,手术组ASIA评分差值大于非手术组($P<0.05$),而且前路手术和前后路联合手术ASIA评分差值大于单纯后路手术($P<0.05$)。**结论** 急性不完全颈脊髓损伤宜早期外科干预,以促进神经功能恢复。

[关键词] 急性颈脊髓损伤;不完全;外科手术;手术方式

[中图分类号] R 651.21 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2016)06-0761-06

Early surgical intervention for acute incomplete cervical spinal cord injury: an analysis of 387 cases

LING Shi-yong¹, HUANG Kai¹, XU Guang-hui¹, TANG Yu-jun¹, CHEN Jun¹, CHEN Xiong-sheng², JIA Lian-shun^{2*}

1. Department of Orthopedics, Zhabei Branch of Changzheng Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200070, China

2. Department of Orthopedics, Changzheng Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200003, China

[Abstract] **Objective** To discuss the clinical efficacy of early surgical intervention of acute incomplete cervical spinal cord injury and the selection of operative modes. **Methods** The clinical data of 462 patients incomplete cervical spinal cord injury, who were treated in our hospital from January 2003 to May 2014 were analyzed retrospectively. There were 387 cases in the operation group (283 received anterior cervical decompression and bone graft fusion and internal fixation, 26 received anterior and posterior decompression, and 78 received simple posterior decompression) and 75 cases in non-operative group. The neurological function recovery of cervical spinal cord injury was evaluated by Frankel classification and ASIA scoring criteria. **Results** The patients were followed up for 12-27 months. The results showed that the Frankel classification was improved to different degrees in 432 cases, with an improvement rate of 93.51%. The improvement rate of operative treatment group was 98.45%, which was higher than that of the non-operative group (68.00%). The ASIA scores of both groups were increased after treatment ($P<0.05$), and the increase in the operation group was greater than the non-operation group ($P<0.05$). In addition, the ASIA improvement of the anterior and anterior plus posterior approach surgery was greater than that of the simple posterior approach surgery ($P<0.05$). **Conclusion** Early surgical intervention should be given to acute incomplete cervical spinal cord injury so as to promote the neuronal function recovery.

[Key words] acute cervical spinal cord injuries; incomplete; surgical operation; operation modes

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2016, 37(6): 761-766]

急性不完全颈脊髓损伤发病率高^[1-2],损伤重、危害大、救治相对棘手。目前一般认为早期手术减压和固定有利于急性脊髓损伤患者神经功能的恢

复,其效果优于非手术治疗,然而对手术时机和手术方式的选择却尚无统一标准^[3]。颈椎损伤3周内均属于急性损伤,如若脊髓损伤平面以下的感觉、运动

[收稿日期] 2016-04-25 **[接受日期]** 2016-06-14

[作者简介] 凌仕勇,主治医师, E-mail: xiongfeng97@sohu.com

* 通信作者 (Corresponding author). Tel: 021-81885629, E-mail: jialianshun@163.com

功能出现部分障碍,但脊髓最低位即骶段的感觉和运动功能部分保留(包括骶部感觉、肛门黏膜皮肤连接处的感觉和肛门外括约肌自主收缩等功能的部分保留)为不完全脊髓损伤^[4]。根据上述对急性不完全颈脊髓损伤公认的界定,本研究通过回顾性分析2003年1月至2014年5月第二军医大学长征医院闸北分院收治并获得完整资料的急性不完全颈脊髓损伤患者462例的临床资料,探讨早期救治的作用及其手术技术的选择,以供临床参考。

1 资料和方法

1.1 入选条件 收集2003年1月至2014年5月第二军医大学长征医院闸北分院收治的急性不完全颈脊髓损伤患者资料。入选标准:(1)颈脊髓损伤在3周以内;(2)有颈髓损伤且为不完全颈脊髓损伤;(3)经本组正规完整治疗,且获得完整随访资料。排除标准:(1)颈部损伤但无颈脊髓损伤或为完全性颈脊髓损伤;(2)入院前损伤已经超过3周;(3)治疗不完整或完整治疗却失访;(4)随访期间因其他原因死亡者。本研究共收治急性颈脊髓损伤患者563例,其中完全颈脊髓损伤79例(14.03%),不完全颈脊髓损伤484例(85.97%)。经积极救治的不完全颈脊髓损伤患者予12~27个月的随访,因各种原

因死亡9例(1.86%),失访13例(2.69%),最终获得完整随访资料者共462例(95.45%)。所有入选病例随访资料的使用均经患者及家属同意,严格病情隐私保护,符合医学伦理学要求。

1.2 一般资料 入选的462例患者中,男317例(68.61%),女145例(31.39%);年龄9~72岁,平均(48.7±0.5)岁,9~30岁94例(20.35%)、31~60岁311例(67.32%)、60岁以上57例(12.34%)。致伤原因:交通伤326例,摔伤58例,坠落伤43例,砸伤19例,其他16例,损伤原因及部位见表1;伴有合并伤39例,其中颅脑外伤15例、胸腹损伤12例、四肢骨折7例、尿道损伤2例,其他3例。

入院后常规行X线、颈椎CT或MRI检查。通过X线及CT检查评估椎体骨折、椎体骨折伴脱位、椎体脱位不伴有骨折、小关节绞锁、无明显骨折脱位(仅有椎体前缘阴影增宽)等情况,通过MRI评估仅有颈脊髓水肿、仅有椎前血肿、仅见损伤节段脊髓信号改变、椎间盘变性脊髓未见明显受压、椎间盘突出伴有明显脊髓受压脊髓骨性卡压、脊髓不全断裂、前纵韧带撕裂、后纵韧带撕裂棘上韧带撕裂等情况。脊髓损伤按Frankel分级:B级111例,C级138例,D级213例,并对患者进行美国脊髓损伤协会(ASIA)损伤评分。

表1 急性不完全颈脊髓损伤患者损伤部位及损伤原因

N=462

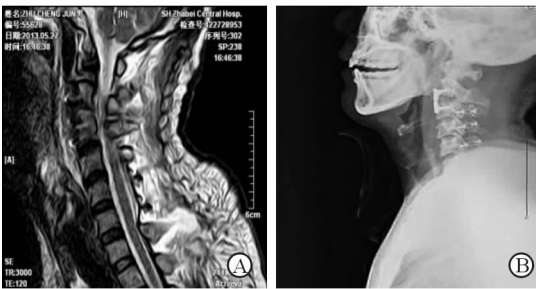
损伤部位	损伤原因					合计 n(%)
	交通伤	摔伤	坠落伤	砸伤	其他	
C _{1/2} n	12	2	0	0	1	15(3.25)
C _{2/3} n	31	3	2	0	1	37(8.01)
C _{3/4} n	62	9	4	1	3	79(17.10)
C _{4/5} n	96	21	17	3	6	143(30.95)
C _{5/6} n	79	20	12	7	4	122(26.41)
C _{6/7} n	34	3	7	5	1	50(10.82)
C ₇ /T ₁ n	12	0	1	3	0	16(3.46)
合计 n(%)	326(70.56)	58(12.55)	43(9.32)	19(4.11)	16(3.46)	462(100)

1.3 治疗及随访 本研究为回顾性分析,将入选病例以客观治疗情况为依据,分为手术组和非手术组。手术组387例(83.77%),手术组在手术前完善必要术前检查,调整全身情况,充分术前评估。伤后24h内入院的,根据具体情况,遵循冲击疗法治疗原则予以“甲泼尼龙”冲击治疗。手术方法:单纯前路减压植骨融合内固定术(图1)283例(73.13%);颈椎前后联合入路减压植骨融合固定术(图2、图3)26例(6.72%);单纯后路减压内固定78例(20.15%),其

中采取钉棒系统固定(图4、图5)58例,Roch钢板椎管成形术(图6)20例。非手术组75例(16.23%),主要治疗方法:枕颌带牵引或颅骨牵引复位制动,头颈胸石膏外固定,理疗,被动患肢功能锻炼,呋塞米、甘露醇或甘油果糖静脉滴注脱水消肿,营养神经药物静脉滴注,高压氧治疗,同时给予全身营养支持等。随访,以Frankel分级及ASIA评分作为脊髓损伤程度判定结果,评价治疗效果。



图1 颈脊髓损伤颈前路减压 cage 融合钛板内固定术
 男性,42岁,车祸伤。A: 术前MRI见C₅、C₆对应阶段脊髓卡压脊髓水肿,高信号改变,C_{6/7}椎间盘突出; B: 颈前路减压 cage 融合钛板内固定



**图2 颈椎外伤合并脊髓型颈椎病
 前后路联合减压内固定术**

男性,56岁,摔伤。A: 术前颈椎MRI示C₂~C₅对应脊髓前后均有明显卡压,脊髓明显变细,信号增高,脊柱不稳; B: 术后颈椎侧位片示行颈前路C_{2/3}椎间盘清除髓核取骨植骨钛板固定,并行后路C₃、C₄、C₅椎管成形微钢板(Roch)固定,前后路联合充分减压并重建脊柱稳定性

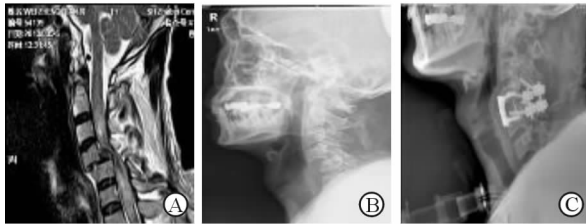
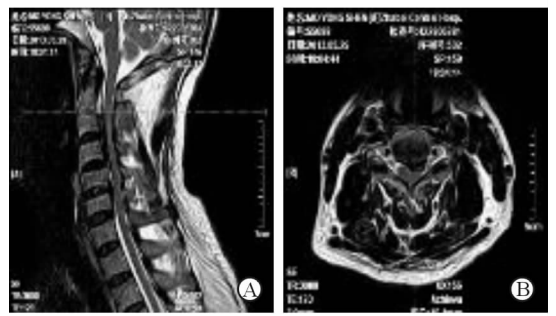


图3 高处坠落颈椎骨折脱位行前后联合入路减压内固定术
 男性,22岁,高处坠落伤。A: 术前MRI示C_{4/5}骨折脱位,脊髓卡压伴有部分断裂,C₃~C₅对应脊髓信号增高; B: 术前颈椎侧位片示C_{4/5}骨折脱位,C₄棘突及C₅椎板骨折; C: 术后颈椎侧位片示行后路减压椎弓根螺钉固定联合颈前路减压 cage 融合钛板内固定后,复位良好,术后症状改善满意



**图4 摔伤后齿状突骨折伴寰枢椎半脱位牵引后
 行后路减压椎弓根螺钉钉棒内固定**

男性患儿,13岁,摔伤。A: 术前牵引1周后复查示颈椎张口位片仍见齿状突骨折寰枢椎半脱位; B: 颈椎侧位片见齿状突骨折寰枢椎半脱位,牵引复位效果不佳; C: 行颈后路寰枢椎后弓切除减压椎弓根螺钉内固定后复位良好,术后改善满意



**图5 原有长节段后纵韧带骨化的车祸伤致
 颈椎外伤后路减压钉棒内固定术**

男性,49岁。A: 术前颈椎MRI矢状位见C₂~C₅长节段后纵韧带骨化,C_{4/5}不稳; B: 横切层见椎间盘及后纵韧带骨化,椎管狭窄,脊髓严重受压,信号改变; C~D: 颈椎术后正侧位片示行后路椎板减压钉棒系统内固定术后,减压充分,脊柱稳定性良好



**图6 原有脊髓新型颈椎病、颈椎后纵韧带骨化
 行后路减压椎管成形术**

男性,58岁,车祸伤。A: 术前颈椎MRI颈椎生理曲度尚可,序列稳,可见多节段椎间盘后凸、后纵韧带骨化,脊髓受压变性; B: 颈椎术后侧位片示行颈后路C₃~C₆椎管成形Roch钢板内固定

1.4 统计学处理 采用SAS Ver 6.12软件进行统计学分析。按Frankel分级随访观察脊髓损伤神经功能恢复情况,所得计数资料为实际统计值,计算治疗后Frankel分级有改善者所占百分比作为改善率;ASIA评分以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用配对样本t检验比较治疗前后的差异。检验水准(α)为0.05。

2 结果

2.1 Frankel 分级改善情况 本次统计入选患者462例,均为获得术后完整随访者,随访时间为

12~27个月,平均(17.6±0.3)个月。由表2可见,93.51%(432/462)的患者 Frankel 分级有不同程度改善。手术组和非手术组治疗后 Frankel 分级较治疗前均有提高,手术组治疗后 Frankel 分级改善率达98.45%(381/387),高于非手术组的68.00%(51/75)。

2.2 ASIA 评分改善情况 为进一步比较手术技

术选择的意义,我们将手术组分为前路组(单纯前路及前后联合入路手术)与后路组(单纯后路椎板减压钉棒固定术及椎管成形术)。由表3可见,各组 ASIA 评分与治疗前比较均有明显提高,差异有统计学意义($P<0.05$)。对各组手术前后 ASIA 评分差值做分析比较,结果发现前路组>后路组>非手术组,各组间差异有统计学意义($P<0.05$)。

表2 急性不完全颈脊髓损伤的治疗效果 Frankel 分级

治疗方法	治疗前		治疗后 Frankel 分级 n				改善率 n(%)
	Frankel 分级	n	B	C	D	E	
单纯前路 N=283	B	48	0	3	17	28	48(100.00)
	C	86	0	0	23	63	86(100.00)
	D	149	0	0	1	148	148(99.33)
前后联合入路 N=26	B	17	0	2	7	8	17(100.00)
	C	9	0	0	3	6	9(100.00)
单纯后路 N=78	B	46	2	5	27	12	44(95.65)
	C	19	0	2	8	9	17(89.47)
	D	13	0	0	1	12	12(92.31)
非手术 N=75	C	24	0	6	16	2	18(75.00)
	D	51	0	0	18	33	33(64.71)
合计		462	2	18	121	321	432(93.51)

表3 各种治疗方法治疗 462 例颈脊髓不完全损伤的 ASIA 评分结果

治疗方法	n	治疗前	治疗后	差值
单纯前路及前后联合入路	309	40.6±20.2	65.9±22.7*	25.2±19.2▲
单纯后路	78	44.5±19.8	62.5±20.4*	17.9±21.6△
非手术	75	47.5±21.3	61.3±19.2*	15.1±16.1

ASIA: 美国脊髓损伤协会。* $P<0.05$ 与治疗前比较; △ $P<0.05$ 与非手术组比较; ▲ $P<0.05$ 与单纯后路组比较

2.3 并发症发生情况 手术组和非手术组共 37 例(8.01%)患者发生并发症,其中肺部感染 16 例、泌尿系感染 4 例、压疮 5 例、脑脊液漏 6 例、创伤性精神异常 3 例、其他 3 例。有原发合并伤的患者并发症发生率为 58.97%(23/39),远高于无原发合并症的患者(3.31%,14/423)。其中 15 例合并其中颅脑外伤患者中,8 例发生并发症;12 例胸腹损伤患者中,6 例发生并发症;7 例四肢骨折患者中,3 例发生并发症;2 例尿道损伤患者中,1 例发生并发症;3 例其他合并伤均未发生并发症。所有并发症在院期间均获得满意治

疗,其中 4 例肺部感染者及 1 例泌尿系感染者出院后复发并再次入院获得有效治疗。

3 讨论

急性不完全颈脊髓损伤早期多出现严重的呼吸、心血管等系统并发症^[5],死亡率高,神经功能恢复差^[6-7]。2003—2014 年间,在我们收治并积极救治的 484 例急性不完全颈脊髓损伤患者中,仍有 9 例患者在 27 个月内死亡。呼吸系统并发症是脊髓损伤后致死的主要原因^[8],颈脊髓损伤后早期出现的自主神经功能障碍,导致心血管系统功能异常^[9],以及伤后患者的基础能量消耗,全身情况恶化^[10],均是颈脊髓损伤患者死亡的重要原因。在 462 例存活患者中,有 37 例发生并发症,占 8.01%;伴有原发合并伤的 39 例中有 23 例发生各类并发症,发生率达 58.97%,而 423 例无合并伤的患者中仅 14 例(3.31%)发生并发症。所有并发症在院期间均获得满意治疗,其中 4 例肺部感染者及 1 例泌尿系感染者出院后复发并再次入院获得有效治疗,说明早期合并症和并发症的处理十分重要。急性不完全颈脊髓损伤患者伤后应即刻给予局部制动如颅骨牵引、颈托固定等,伤后 8 h 内或者 24 h 内者,给予大剂量甲泼尼龙,同时应用吠塞米、甘露醇等脱水脊髓保

护,必要营养支持等。尤其是对伴有明显合并伤的患者,早期联合急救、呼吸、心内等多学科进行综合救治,既可为早手术做好充分准备,又可以为术后患者恢复创造良好条件。若手术条件允许,极早手术减压固定等外科干预,则是急性不完全颈脊髓损伤早期治疗的核心和关键。

对于临床表现较重,脊髓明显肿胀、出血者,常存在不同程度的脊髓撕裂伤,神经功能恢复往往较差,应采用手术治疗^[11],这已基本获得业内共识。本组手术治疗组改善率达 98.71%,而非手术治疗组改善率则为 68.00%,也给予了有力佐证。对于无骨和椎间盘压迫的急性不完全颈脊髓损伤患者是否手术仍存在争议,有学者认为手术减压的效果并不优于保守治疗^[12],但也有学者认为即使是无骨和椎间盘压迫的不完全颈脊髓损伤,手术减压比长期卧床保守治疗的患者可获得更快的神经功能恢复、更好的长期预后、更短的住院时间,以及更少的并发症^[13]。本组收治了 1 例 53 岁男性不完全颈脊髓损伤患者,该患者颈部外伤后在外院治疗,双上肢肌力 I 级,双下肢肌力 II 级,影像资料见无明显骨折脱位,未见明显颈髓受压,保守治疗 3 d 症状无改善且有明显加重迹象,遂转入我院。我院给予急诊颈前路 C₅ 椎体次全切并钢板内固定术,术后 10 d 患者可在家人搀扶下下地活动,双手肌力可达 III 级,效果满意。因此我们认为,早期给予充分脊髓减压或者说早期为损伤脊髓可能的进一步肿胀提供足够的空间,可能会减轻或者避免脊髓损伤的进一步加重。近期有学者研究认为急性不完全颈脊髓损伤早期减压比延迟手术减压,即使没有明显优势,也更具有成本效益^[14]。目前虽然还没有关于急性不完全颈脊髓损伤确切的减压标准和时间标准,但急性不完全颈脊髓损伤的紧急减压仍然是一个合理的做法,不仅可以减少 ICU 住院时间,还减少术后并发症的发生^[15]。如果能在伤后 8 h 内或者 8~24 h 内对急性不完全颈脊髓损伤进行手术减压和融合内固定,其神经功能恢复是满意的^[16]。早期的综合脊髓复苏,尤其是早期外科干预,能防止不完全颈脊髓损伤转化为完全性颈脊髓损伤,并能明显减少并发症、改善预后,值得广泛推广。

既然早期手术减压固定十分必要,那么手术技术的选择无疑是我们每一个临床医生必须面对的重要问题。目前,手术减压入路主要分为前路、前后联合入路和单纯后路。对于脊髓前方压迫采用前路减压较好,减压后予以植骨融合或内固定术,立即恢复颈椎的前、中柱的高度和稳定性,及早恢复与重建椎

节的高度与生理曲度。对于急性不完全颈脊髓损伤而言,前路手术有其明显的优势^[17]。根据脊髓受压节段的多少及程度,选用单节段椎间盘切除减压、椎体次全切除减压或多节段减压术,前路多取用颈椎减压植骨内固定,自体髂骨或同种异体骨植骨,选用钛网、cage、以及钛网与 cage 联合运用椎间融合,钛板前路固定。本组手术患者中 286 例选择颈椎前路减压手术,均取得成功,Frankel 分级及 ASIA 评分均得到明显改善。颈后路手术治疗可以选用椎板减压钉棒系统复位固定或椎管成形术,在颈髓损伤伴有多节段椎间盘突出、后纵韧带骨化、黄韧带肥厚、发育性椎管狭窄以及难复性骨折脱位关节突绞索等患者的治疗上有优势。本组 78 例采取颈后路手术,术后也取得了较好的疗效,神经功能明显改善。但后路手术为间接恢复椎体高度和稳定性,且对脊髓和神经根的激惹较多,尤其是 C₅ 神经根病等并发症的出现,在维持稳定性和直接解除致压物方面不如前路手术。本组后路手术组术后神经症状虽有改善,但 ASIA 评分增加值较前路手术小。前路减压植骨内固定和前后联合入路减压植骨内固定均较单纯后路减压植骨内固定术后神经功能恢复好^[18],术后随访发现单纯前路手术患者与后前路联合手术患者脊髓功能恢复上无明显改善差异,但在随访中见单纯前路固定治疗的骨折脱位病例中有骨愈合不佳、再脱位患者,而联合后路手术则无该现象。前后联合入路减压最彻底,但其预后与单纯前路减压内固定相似,联合入路应根据具体的病情,严格掌握手术指征^[18]。

在选择手术技术时,术者不仅要考虑充分减压,同时还要考虑脊柱稳定性的重建,并且要注意手术创伤尽可能小等极为重要的因素,同时还要结合患者的手术耐受能力等。本组对于一些严重骨折伴有脱位、脊髓前方有明显压迫、同时伴有后柱结构严重破坏、稳定性极差的病例以及前后路均有明显压迫而单纯前路或后路均无法达到彻底减压的病例,选择了前后入路联合手术治疗,对前路减压后颈椎稳定性仍明显差的患者选择联合后路钉棒系统固定,而对稳定性尚可却伴有较长节段椎管狭窄的患者则选择椎管成形术。总之,既要充分减压,又要足够稳定。本研究共计行前后联合入路减压内固定 26 例,均获得满意疗效。

本研究急性不完全颈脊髓损伤患者中,采用非手术治疗的主要原因有:心肺功能差或其他原因无法耐受手术,或患者及家属不愿手术治疗。我们采用的非手术治疗方法主要包括枕颌带牵引或颅骨牵

引复位制动,头颈胸石膏外固定,理疗,被动患肢功能锻炼,呋塞米、甘露醇或甘油果糖静滴脱水消肿,营养神经药物静滴,高压氧治疗,同时给予全身营养支持等。本组采取非手术治疗75例,其中51例神经功能有所恢复,但停药后患者病情改善不再继续,甚至症状又再次加重;本组患者治疗有效率仅为68.00%,并不十分满意。

急性不完全颈脊髓损伤的早期手术治疗和非手术治疗对神经功能恢复虽然均有意义,但早期手术治疗效果明显优于非手术治疗。对急性严重颈脊髓损伤,早期实施手术治疗可取得满意的治疗效果^[19]。在手术技术的选择上,颈前路或前后联合入路手术疗效优于单纯后路减压固定,前后路联合手术对于严重椎体及附件破坏、稳定性丧失且伴有脊髓前后方均有压迫的患者不失为一种良好的选择。

[参考文献]

[1] LI J, LIU G, ZHENG Y, HAO C, ZHANG Y, WEI B, et al. The epidemiological survey of acute traumatic spinal cord injury (ATSCI) of 2002 in Beijing municipality[J]. *Spinal Cord*, 2011, 49: 777-782.

[2] 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 Apr 22. pii: S0003-9993(16)30068-5. doi: 10.1016/j.apmr.2016.03.017. [Epub ahead of print]

[3] DVORAK M F, NOONAN V K, FALLAH N, FISHER C G, FINKELSTEIN J, KWON B K, 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: 645-654.

[4] 贾连顺,陈雄生. 颈椎损伤的分类与治疗[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 1997, 7: 237-239.

[5] 阚利胜,贾连顺. 颈脊髓损伤早期救治研究进展[J]. *中国矫形外科杂志*, 2013, 21: 363-367.

[6] NEUMANN C R, BRASIL A V, ALBERS F. Risk factors for mortality in traumatic cervical spinal cord injury: Brazilian data[J]. *J Trauma*, 2009, 67: 67-70.

[7] LEAL-FILHO M B, BORGES G, ALMEIDA B R, AGUIAR ADE A, DANTAS KDA S, MORAIS R K, et al. Spinal cord injury: epidemiological study of 386 cases with emphasis on those patients admitted more than four hours after the trauma [J]. *Arq Neuropsiquiatr*, 2008, 66(2B): 365-368.

[8] 贾连顺. 颈椎脊髓损伤的早期救治[J]. *中华外科杂志*, 2007, 45: 274-276.

[9] BAUMAN W A, SPUNGEN A M. Coronary heart disease in individuals with spinal cord injury: assessment of risk factors[J]. *Spinal Cord*, 2008, 46: 466-476.

[10] MILLER L S, STAAS W E Jr, HERBISON G J. Abdominal problems in patients with spinal cord lesions[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 1975, 56: 405-408.

[11] KOPCZYŃSKI S, DERENDA M, KOWALINA I, SIWIECKI T. [Surgical treatment after cervical spine and spinal cord injuries of the C3-C7 level][J]. *Neurol Neurochir Pol*, 2002, 36: 669-682.

[12] KAWANO O, UETA T, SHIBA K, IWAMOTO Y. Outcome of decompression surgery for cervical spinal cord injury without bone and disc injury in patients with spinal cord compression: a multicenter prospective study[J]. *Spinal Cord*, 2010, 48: 548-553.

[13] CHEN T Y, DICKMAN C A, ELERAKY M, SONNTAG V K. The role of decompression for acute incomplete cervical spinal cord injury in cervical spondylosis[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1998, 23: 2398-2403.

[14] FURLAN J C, CRAVEN B C, MASSICOTTE E M, FEHLINGS M G. Early versus delayed surgical decompression of spinal cord after traumatic cervical spinal cord injury: a cost-utility analysis[J]. *World Neurosurg*, 2016, 88: 166-174.

[15] FEHLINGS M G, PERRIN R G. The timing of surgical intervention in the treatment of spinal cord injury: a systematic review of recent clinical evidence [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31(11 Suppl): S28-S35.

[16] JUG M, KEJŽAR N, VESEL M, AL MAWED S, DOBRAVEC M, HERMAN S, et al. Neurological recovery after traumatic cervical spinal cord injury is superior if surgical decompression and instrumented fusion are performed within 8 hours versus 8 to 24 hours after injury: a single center experience [J]. *J Neurotrauma*, 2015, 32: 1385-1392.

[17] STEMPER B D, YOGANANDAN N, PINTAR F A, SUN Z. Development of extension kinematic corridors to validate a head/neck finite element model [J]. *Biomed Sci Instrum*, 2001, 37: 239-244.

[18] 田经纬,袁文. 颈椎过伸性损伤的手术方式探讨[J]. *中华医学杂志*, 2006, 86: 1885-1887.

[19] 刘智,孙天胜,李京生,刘树清,任继新. 早期手术治疗急性颈脊髓损伤[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2004, 6: 1206-1208.