

重度脊柱侧凸后路一期小切口矫形对肺功能的影响

李 佳¹ 马华松^{2△} 陈志明² 王晓平² 周建伟² 杨 滨² 牛 晶²

(1 安徽医科大学解放军第 306 医院临床学院 北京 100101 2 解放军第 306 医院骨科 全军脊柱外科中心 北京 100101)

摘要 目的:探讨采用脊柱后路分期矫形策略治疗重度脊柱侧凸,一期小切口矫形术对患者肺功能的影响。方法:自 2007 年 05 月-2010 年 12 月采用脊柱后路分期矫形策略中一期小切口矫形术治疗重度脊柱侧凸患者 32 例,其中男 12 例,女 20 例,年龄 5~25(13.5±6.12)岁。一期小切口矫形术前侧凸主弯冠状面 Cobb's 角为 108°~150°(128.75°±13.51°),胸腰段矢状位后凸角 60°~140°(97.78°±27.88°)。测量一期矫形术前及术后 2 周、3 月、6 月肺功能,包括肺活量(VC)、用力肺活量(FVC)、第一秒时间肺活量(FEV1)、最大呼气中段流速(MMEF)、最大通气量(MVV),计算其占预计值的百分比[VC%、FVC%、FEV1%、MMEF%、MVV%]。观察患者术前与术后不同时期肺功能的变化。结果:术后 3 月时肺功能较术前有明显提高(P<0.05),术后 6 月较术后 3 个月无显著提高(P>0.05)。结论:对于严重的脊柱侧凸患者,后路一期小切口矫形术后 3 月肺功能即可获得明显改善,可行二期手术治疗。

关键词 重度脊柱侧凸 肺功能 分期手术

中图分类号 R682.13 文献标识码 A 文章编号:1673-6273(2012)17-3308-04

The Changes of Pulmonary Function in Severe Scoliosis Treated with First Stage Minimal Incision Surgery

LI Jia¹, MA Hua-song^{2△}, CHEN Zhi-ming², WANG Xiao-ping², ZHOU Jian-wei², YANG Bin², NIU Jing²

(1 Department of Orthopaedics, The 306th Hospital of PLA, Anhui medical University, Beijing, 100101, China;

2 Spine Surgery Center, The 306th Hospital of PLA, Beijing, 100101, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the improvement of pulmonary function in severe scoliosis patients treated with first stage minimal incision surgery of staged plastic surgery. **Methods:** From May. 2007 to Dec. 2010, 32 patients with severe scoliosis including 12 males and 20 females aged 5 to 25 (13.5±6.12) years were treated with first stage minimal incision surgery of staged plastic surgery. The preoperative coronal cobb's angle of the main curve was 108°~150° (128.75°±13.51°). The preoperative thoracolumbar sagittal cobb's angle was 60°~140°(97.78±27.88°). Parameters of pulmonary function including vital capacity (VC) and forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV1), maximal mid-expiratory flow (MMEF), maximal voluntary ventilation (MVV), were measured before and 2 weeks, 3 months, 6 months after surgery. The percentage of each parameter to its expected value was calculated. Preoperative and postoperative pulmonary function was compared with compared t test. **Results:** The pulmonary function was significantly improved 3 months after surgery (P<0.05), but not pulmonary function were improved when have increased significantly postoperative June is 3 months after improve significantly (P>0.05). **Conclusion:** For severe scoliosis patients, the pulmonary function can be improved with first stage minimal incision surgery.

Key words: Severe scoliosis; Pulmonary function; Orthomorphia

Chinese Library Classification(CLC): R682.13 Document code: A

Article ID: 1673-6273(2012)17-3308-04

重度脊柱侧凸多合并矢状面后凸畸形,常导致中度或重度限制性肺通气功能障碍,手术风险大,全麻后相关并发症高,是目前脊柱侧凸治疗中的难点^[1,2]。对于重度脊柱侧凸/侧后凸畸形的治疗,为了提高矫形效果、增加手术安全性、减少全麻术后相关并发症,我中心对其进行一期采用小切口内撑开技术,待心肺功能改善后,再次行二期进行后路松解或截骨矫形,已经取得了良好的效果^[3]。但术后何时进行二次手术,尚无相关研究报道。本文回顾性研究了重度脊柱侧凸一期小切口矫形后,不

同时期肺功能改善情况,对二期手术时机的选择提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2007 年 05 月~2010 年 12 月采用分期矫形策略,行一期小切口矫形术的重度脊柱侧凸畸形患者 32 例,男 12 例,女 20 例,年龄 5~25 岁(平均 13.5±6.12 岁)。术前侧凸主弯冠状面 Cobb's 角为 108°~150°(平均 128.75°±13.51°),胸腰段矢状位后凸角为 60°~140°(平均 97.78°±27.88°)。所有患者术前行 CT 三维重建和 MRI 检查,其中 CT 和 MRI 检查发现 1 例患者合并有 Chiari 畸形,先期行后路减压,5 例患者合并有脊髓空洞、脊髓纵裂和/或脊髓拴系等脊髓病变,3 例患者先期

作者简介:李佳(1986-)男,医师,硕士研究生,研究方向:脊柱外科,电话:15801449213, E-mail:lj129091@sohu.com

△通讯作者:马华松,男,主任医师,硕士研究生导师,电话:13801276321

(收稿日期:2012-02-15 接受日期:2012-03-11)

行终丝切断或骨嵴切除术。

所有患者入院后立即进行肺功能检测,采用德国产 Jaeger 肺功能测定仪,由专人操作。观察指标包括肺活量(vital capacity VC)、用力肺活量(forced vital capacity FVC)、第一秒时间肺活量(forced expiratory volume in one second FEV1)、最大呼气中段流速(maximal mid-expiratory flow MMEF)、最大通气量(maximal voluntary ventilation MVV),根据本院肺功能室的肺功能正常值计算其占预计值的百分比[VC%、FVC%、FEV1%、MMEF%、MVV%]。患者入院后均予以吹气球及爬楼梯等常规训练,并行枕颌带悬吊牵引以增加患者脊柱柔软度。

1.2 手术方法

术前依据患者站立位全脊柱 X 线片和 CT 三维重建图像,选定上下端固定椎体为支撑点,C 型臂 X 线机下定位后做两个小切口分别切开皮肤,每个切口长约 4~5cm,显露凹侧椎板及小关节,在 C 型臂 X 线机定位下,上下端各置入 2 枚椎弓根螺钉,通过中间正常未作显露的肌层置入 2 根连接棒,连接椎弓根螺钉后,首先使用短棒撑开去旋转,然后进行长棒撑开,进一步行双棒的交替撑开,撑开的程度视患者脊柱柔软度而定。并且仅在椎弓根螺钉周围椎板表面作出鱼鳞样毛糙面后进行同种异体骨植骨,以加强椎弓根钉强度,防止出现椎弓根螺钉松动和脱出,未作剃刀背切除。

二期手术一般在一期手术后 3~12 月时进行,视患者骨骼

发育成熟度,可行终末后路松解或截骨矫形内固定术,亦可在多期内固定撑开延长矫形术后行终末矫形内固定术。

1.3 术后处理

患者一期术后 1 周内支具保护下下地,术后两周、3 个月、6 月进行常规返院随访,并行全脊柱正侧位 X 片检查,测量身高、体重及肺功能。

1.4 统计学处理方法

肺功能所得测量指标结果均以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 SPSS17.0 软件,对术前、术后 3 月、术后 6 月肺功能指标采用配对 T 检验进行统计学分析, $P < 0.05$ 认为有显著性差异。

2 结果

所有患者均顺利完成手术,无神经脊髓损伤等严重并发症,术后无肺部并发症的发生(典型病例见图 1-4)。手术时间 108.31 ± 43.13 min,出血量 94.37 ± 37.23 ml。术后冠状面主弯 Cobb's 角为 $34^\circ \sim 100^\circ$ (平均 $64.18^\circ \pm 18.42^\circ$),侧凸矫正率为 50.15%;胸段/胸腰段后凸为 $30^\circ \sim 90^\circ$ (平均 $53.00^\circ \pm 19.16^\circ$),后凸矫正率为 45.80%,身高增加 2-19cm (平均 10.73 ± 4.55 cm)。

术前、术后 3 月及术后 6 月肺功能指标见下表,术后 3 月与术前各项肺功能指标比较均有显著统计学差异($P < 0.05$),术后 6 月时肺功能虽较术后 3 月时虽仍有缓慢增长,但无显著统

表 1 术前、术后及随访时的各参数变化 (n=32)

Table 1 Preoperative and postoperative follow-up of pulmonary function changes

项目	术前	术后 2 周	术后 3 月	术后 6 月
Item	Preoperative	Postoperative 2 weeks	Postoperative 3 months	Postoperative 6 months
VC(L)	1.21± 0.52	1.16± 0.46	1.65± 0.54	1.71± 0.59
FVC(L)	1.13± 0.51	1.09± 0.45	1.55± 0.55	1.64± 0.59
FEV1(L)	1.03± 0.45	1.00± 0.40	1.48± 0.47	1.49± 0.51
MMEF(L/S)	1.03± 0.43	1.01± 0.33	1.66± 0.51	1.67± 0.62
MVV (L/min)	30.8± 12.0	28.5± 17.5	45.44± 15.80	46.49± 19.3
VC%	59.21± 10.83%	54.77± 9.41%	72.10± 13.91%*	73.42± 13.28%**
FVC%	57.84± 11.29%	53.90± 10.52%	68.87± 13.02%*	72.34± 13.98%**
FEV1%	61.39± 13.11%	58.57± 11.78%	75.99± 12.35%*	76.67± 13.31%**
MMEF%	46.50± 18.83%	46.59± 16.17%	65.56± 17.27%*	64.48± 17.73%**
MVV%	86.39± 29.55%	82.43± 31.85%	101.34± 26.18*	106.86± 34.27%**

Note:* $P < 0.05$ postoperative 3 months compared with Preoperative.

** $P > 0.05$ postoperative 6 months compared with postoperative 3 months.

计学差异($P > 0.05$)。

3 讨论

脊柱侧凸畸形患者多伴有不同程度的肺功能障碍,由于胸腔骨性结构的改变,胸廓畸形,肋骨和膈肌的活动受限,胸腔容积减小,肺实质受压、扩张受限,气道受压变形及扭曲,从而影响呼吸功能^[4-5]。侧凸 Cobb 角大小、侧凸顶点位置、椎体旋转程度、侧凸累及椎体数目以及胸椎后凸角等与患者的肺功能损害

均有一定的相关性^[7,8],在这些因素中侧凸 Cobb 角度及侧凸位置对肺功能有着最为明显的影响。

重度脊柱侧凸尤其是侧凸已经超过 100° 的患者,常合并有严重的后凸畸形,胸廓受到挤压严重变形,导致胸腔容积减少,肺膨胀障碍,肺顺应性下降,甚至一侧肺部分实变,表现为混合性肺通气障碍,肺活量下降,少数患者会出现侧凸凹侧肺不张甚至呼吸衰竭。重度脊柱侧凸患者手术的耐受程度较差,主要是全麻术后肺部相关并发症影响,常规一次完成矫形手术



图 1 术前大体像

Fig.1 Preoperative general appearance

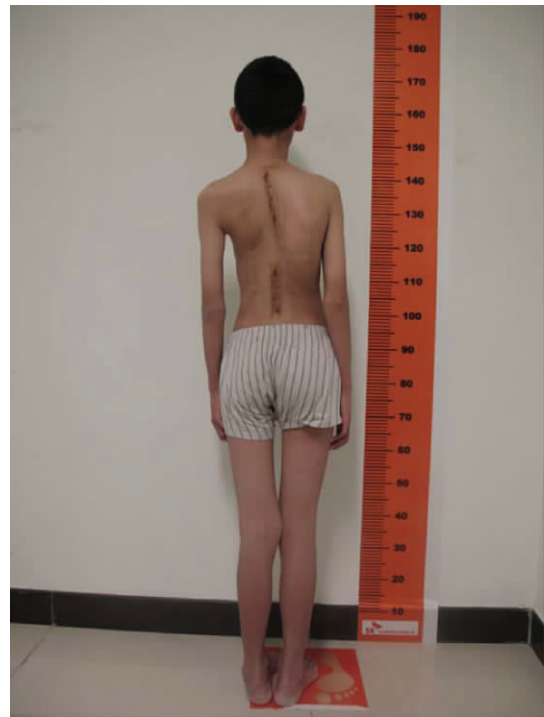


图 2 一期术后大体像

Fig.2 General appearance after the first stage operation

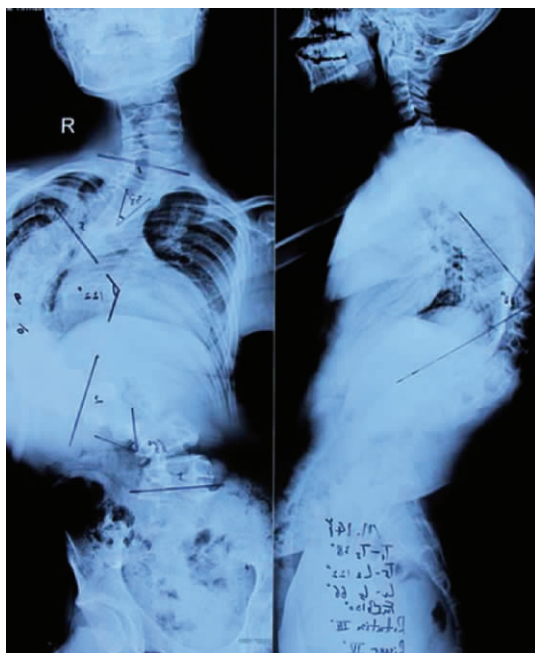


图 3 术前全脊柱 X 线平片

Fig.3 Preoperative coronal plane X-rays of total spine

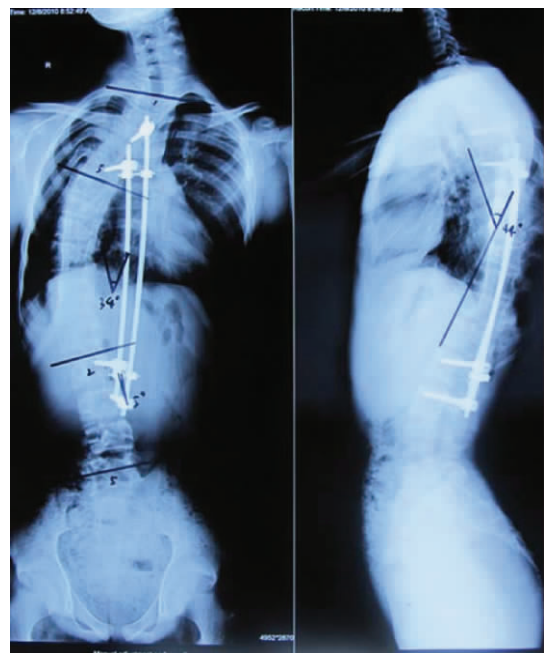


图 4 一期术后全脊柱 X 线平片

Fig.4 Coronal plane X-rays of total spine after the first stage operation

的风险很大,降低了手术的矫正度,亦增加了术中麻醉的风险,术后肺部感染和呼吸功能衰竭等并发症的发生率明显升高^[3,9]。Liang 等^[10]报道的一组中重度肺功能障碍的脊柱侧凸患者,其术后肺部并发症的发生率高达 18.2%,患者术前肺功能损害与术后肺部并发症的发生率显著相关。Urban 等^[11]报道:如果脊柱侧弯患者术前最大通气量已较预计值降低 40%,则术后并发症以及发生 ARDS 的危险会大大增加。可见,常规手术前改善患者肺功能对减少围手术期并发症、促进患者术后康复有重要

意义。

关于矫形手术对肺功能的影响有较多的研究。脊柱侧凸矫形术,无论术式如何,术后均会立即出现肺功能和通气流速的降低,可达 10%-30%,可能与麻醉、手术刺激、术后疼痛刺激致肋间肌肌力差以及术后可能出现的肺部并发症有关^[11];另外,全麻术中机械通气过程中对肺泡组织造成的直接或间接的损害,破坏或抑制了肺泡表面活性物质的活性,致使肺泡表面张力降低,肺泡塌陷,肺顺应性降低,造成了术后早期患者肺功能

的下降^[17]。矫形手术虽对患者术后早期肺功能产生短暂的负面影响,但术后畸形的矫正对远期心肺功能的恢复具有显著作用^[18-20]。胸廓成形术及前路内固定手术因破坏胸腔结构,对术后肺功能有较大的负面影响,目前已得到广泛认可^[12-15],而单纯后路手术因其对胸廓结构无影响,对肺功能的影响较小,且远期随访中肺功能改善优于前路手术^[13-16],故对于伴有重度肺功能障碍的脊柱侧凸行分期矫形策略时,一期手术应避免行破坏胸廓破坏大的前路手术及胸廓成形术。

本研究中术后患者肺功能在3个月时就有显著改善,高于以往文献报道,分析原因如下:小切口手术进行撑开部分矫形以后,一期术后侧凸及胸腰椎后凸矫正率分别为50.15%和45.80%,已达到文献报道的伴有中、重度肺功能障碍的重度脊柱侧凸后路手术的矫形率,身高平均增长了10.72cm,脊柱高度增加,良好的矫正率致凹侧肋间隙增宽,胸廓塌陷得以矫正,胸廓顺应性增大,胸腔容积增大,肺容量会增大。由于肺及气道迂曲、受压情况得到改善,大小气道的阻力也降低,所以肺通气功能可明显改善;胸腔容积的增大亦使肺血管的阻力减小,肺动脉高压得到缓解,肺循环的改善提高了肺的换气功能。采用一期小切口微创手术,手术本身创伤小,且一期不行胸廓成形术,术中出血量少,平均小于100ml,均不需输血。手术和麻醉的时间较常规手术明显缩短,减少了麻醉用药,降低了俯卧位手术对患者胸廓顺应性的影响,对于患者呼吸功能和循环功能的干扰小,降低了手术创伤和风险。术后患者恢复较快,早期就在支具的保护下进行下地活动,进一步改善了患者的呼吸、消化及心脏功能,减少了长时间卧床出现肺部感染等的并发症的可能,本组病例术后无1例出现肺部并发症。简言之,一期小切口矫形手术以很小的手术创伤获得了常规后路矫形手术取得的良好矫形效果,并有效的规避了对肺功能有负面影响的因素,从而短期内提升患者肺功能。

我院自2006年2月起,率先开展了一期小切口后路矫形,治疗重度脊柱侧凸。短期内随访效果良好,围手术期无严重肺部并发症,但是,手术采用单纯上下端椎凹侧各置入2枚椎弓根螺钉,放入连接棒后交替撑开的方法矫形,四钉两棒的单薄内固定如不及时进行二期手术内固定及植骨融合,会导致内固定的失败,从而矫形丢失甚至失败。但对于何时进行二期手术,目前无相关报道和研究。本研究中对32例接受一期小切口矫形手术的重度脊柱侧凸患者术前、术后两周、术后3月、术后6月的肺功能数据进行分析,结果见:术后两周时间肺功能较术前有下降,在术后3月时肺功能较术前已有明显改善,术后6月虽较术后3个月时仍有缓慢上升,但并无显著性差异。故考虑在患者行一期矫形术后3个月即可二期手术治疗。

对于伴严重肺功能障碍的脊柱侧凸患者,行矫形手术的主要目的为保护患者残存的心肺功能,但往往因患者全身状况差以及心肺功能的临近衰竭,无法耐受大的手术创伤,而牺牲部分矫正率。本实验中由于一期术后患者心肺功能的改善,提高了患者二期手术的耐受性,且一期小切口矫形术后Cobb角矫正率达50.15%,二期行后路松解或截骨矫形手术后,综合矫正率将高于常规认为的50%的矫正极限,大大改善了患者术后的生活质量。

总之,对于严重的脊柱侧凸患者,采用一期小切口矫形手

术创伤小,术后3月患者肺功能即可明显改善,可实施二次手术治疗。

参考文献(References)

- [1] Sucato DJ. Management of severe spinal deformity scoliosis and kyphosis[J]. Spine, 2010, 35(25):2186-2192
- [2] Freund M, Hahnel S, Thomsen M, et al. Treatment planning in severe scoliosis: role of MRI[J]. Neuroradiology, 2001, 43(6):481-484
- [3] 马华松,邹德威,周建伟,等. 重度脊柱侧后凸畸形的后路分期手术治疗[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(8):588-592
Ma Hua-song, Zou De-wei, Zhou Jian-wei, et al. Staged surgical treatment of severe kyphoscoliosis by posterior approach[J]. Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2009, 19(8):588-592
- [4] Day GA, Upadhyay SS, Ho EK, et al. Pulmonary function in congenital scoliosis[J]. Spine, 1994, 148:288-294
- [5] Seiken T, Nobunmsa S, Takashi A, et al. Factors of thoracic caged deformity that affect pulmonary function in adolescent idiopathic thoracic scoliosis[J]. Spine, 2007, 32(1):106-112
- [6] Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Prospective pulmonary function comparison following posterior segmental spinal instrumentation and fusion of adolescent idiopathic scoliosis [J]. Spine, 2007, 32(24):2685-2693
- [7] Takahashi S, Suzuki N, Asazuma T, et al. Factors of thoracic cage deformity that affect pulmonary function in adolescent idiopathic thoracic scoliosis[J]. Spine, 2007, 32(1):106-112
- [8] 刘榛,邱勇,王斌,等. 脊柱侧凸患者肺功能影响因素的分析及临床意义[J]. 中华医学杂志, 2008, 88(35):1405-1407
Liu Zhen, Qiu Yong, Wang Bin, et al. Factors affecting the preoperative pulmonary function test in patient with scoliosis: a retrospective evaluation of 108 cases[J]. Natl Med J China, 2008, 88(35):1405-1407
- [9] Koumbourlis AC. Scoliosis and the respiratory system [J]. Paediatric Respiratory Reviews, 2006, 7:152-160
- [10] Liang J, Qiu G, Shen J, et al. Predictive Factors of Postoperative Pulmonary Complications in Scoliotic Patients with Moderate or Severe Pulmonary Dysfunction[J]. J Spinal Disord Tech, 2010, 23(6):388-392
- [11] Urban MK, Jules-Elysee KM, Beckman JB, et al. Pulmonary injury in patient undergoing complex spine surgery[J]. Spine, 2005, 5(3):269-276
- [12] Faro FD, Marks MC, Newton PO, et al. Perioperative change in pulmonary function after anterior scoliosis instrumentation: thoracoscopic versus open approaches[J]. Spine, 2005, 30(9):1058-1063
- [13] Vedantam R, Lenke LG, Bridwell KH, et al. A prospective evaluation of pulmonary function in patients with adolescent idiopathic scoliosis relative to the surgical approach used for spinal arthrodesis[J]. Spine, 2000, 25(1):82-90
- [14] Yaszay B, Jazayeri R, Lonner B. The effect of surgical approaches on pulmonary function in adolescent idiopathic scoliosis [J]. J Spinal Disord Tech, 2009, 22(4):278-283
- [15] Kumano K, Tsuyama N. Pulmonary function before and after surgical correction of scoliosis[J]. Bone Joint Surg Am, 1982, 64(2):242-248
- [16] Dobbs MB, Lenke LC, Kim YL, et al. Anterior/posterior spinal instrumentation versus posterior instrumentation alone for the treatment of adolescent idiopathic scoliotic curves more than 90° [J]. Spine, 2006, 31:2386-2391

(下转第3292页)

参考文献(References)

- [1] Bergstrom N, Braden BJ, Boynton P, et al. Using a research-based assessment scale in clinical practice[J]. Nursing Clin North Am, 1995, 30(3):539-551
- [2] 任蔚虹,陶莹. 难免压疮评估程序的应用与管理风险[J].中国实用护理杂志, 2006, 2(12A):60-61
Ren Wei-hong, Tao Ying. The use and risk of management by Assess process of unavoidable pressure ulcer [J]. Chinese Journal of Practical Nursing, 2006, 2(12A):60-61
- [3] 苏学华.三级质量控制对脊柱外科压疮管理中的应用[J]. 中国护理管理, 2008, 8(5):70-72
Su Xue-hua. Three-level quality control in pressure ulcer nursing in vertebral column surgery department [J]. Chinese Nursing Management, 2008, 8(5):70-72
- [4] 吕霞. 三级监控模式在压疮护理管理中的应用 [J]. 护士进修杂志, 2010, 25(7):1175-1177
Lv Xia. Three level monitoring mode in pressure sores nursing management [J]. Journal of nursing training, 2010, 25(7):1175-1177
- [5] 裴玉萍.压疮风险管理实施及其效果[J].中国护理管理, 2010, 10(9):83-84
Pei Yu-ping. The application and effectiveness of risk management of pressure ulcers [J]. Chinese Nursing Management, 2010, 10(9):83-84
- [6] 毕月红, 王欣然, 韩斌如. ICU 压疮高危病人的预防 [J]. 护理研究, 2010, 24(4B):1086-1088
Bi Yue-hong, Wang Xin-ran, Han Bin-ru. Prevention for high-risk pressure sore patients in ICU[J]. Chinese Nursing Research, 2010, 24(4B):1086-1088
- [7] 王玲,郑修霞,王杉,等.174 名临床护士掌握压疮预防知识的现状调查[J].中国护理管理, 2006, 6(1):21-23
Wang Ling, Zheng Xiu-xia, Wang Shan, et al. Understanding of pressure ulcer prophylaxis knowledge in clinical nurses and countermeasure [J]. Chinese Nursing Management, 2006, 6(1):21-23
- [8] 车慧,何小然.压疮预警干预程序在预防心脏直视手术患者急性压疮中的应用[J]. 中国实用护理杂志, 2006, 22(4A):10-11
Che Hui, He Xiao-ran. Using pre-warning intervention to prevent the acute bed sore among patients who have accepted the cardiac operation under direct vision [J]. Chinese Journal of Practical Nursing, 2006, 22(4A):10-11
- [9] 彭雪娟,崔妙玲,邓家忠,等.流程再造在压疮管理中的应用[J]. 中华现代护理杂志, 2009, 15(1):61-62
Peng Xue-juan, Cui Miao-ling, Deng Jia-zhong, et al. The applying of the process reengineering in the management of pressure ulcer [J]. Chinese journal of modern nursing, 2009, 15(1):61-62
- [10] 王玲.压疮的管理[J]. 中国护理管理, 2006, 6(2):62-64
Wang Ling. Management of pressure ulcer[J]. Chinese Nursing Management, 2006, 6(2):62-64
- [11] 冯灵, 杨蓉. 压疮护理的研究现状分析 [J]. 中国实用护理杂志 2007,23(7A):8-9
Feng Ling, Yang Rong. Analysis of current research situation in nursing of pressure ulcer[J]. Chinese Journal of Practical Nursing, 2007, 23(7A):8-9
- [12] 罗运莲,黄行芝,刘庆.护理会诊在压疮管理中的应用[J]. 护理学杂志,2009,24(20):62-63
Luo Yun-lian, Huang Xing-zhi, Liu Qing. The Use of Nursing Consultation in the Management of Pressure Ulcers [J]. Journal of Nursing Science, 2009, 24(20):62-63
- [13] 胡宏鸯,冯金娥,叶志弘.皮肤管理和压疮监控的建立和应用[J]. 中华护理杂志, 2006, 41(2):175-177
Hu Hong-yuan, Feng Jin-e, Ye Zhi-hong. Prediction and prevention of Skin management and Pressure ulcer's monitoring system [J]. Chinese Journal of Nursing, 2006, 41(2):175-177

(上接第 3311 页)

- [17] Verbrugge SJ, Gommers D, Lachmann B. Conventional ventilation modes with small pressure amplitudes and high positive endexpiratory pressure levels optimize surfactant therapy [J]. Crit Care Med, 1999, 27:2724-2728
- [18] Yuan N, Fraire JA, Margetis MM, et al. The effect of scoliosis surgery on lung function in the immediate postoperative period [J]. Spine, 2005, 30(19):2182-2185
- [19] Pehrsson K, Danielsson A, Nachemson A. Pulmonary function in adolescent idiopathic scoliosis: a 25 year follow-up after surgery or start of brace treatment[J]. Thorax, 2001, 56(5):388-393
- [20] Newton PO, Perry A, Bastrom TP, et al. Predictors of change in post-operative pulmonary function in adolescent idiopathic scoliosis :a prospective study of 254 patients[J]. Spine, 2007, 32(17):1875-1882