

退变性脊柱侧凸后路长节段固定融合术后早期并发症危险因素分析

刘寅昊,袁磊,曾岩,张心灵,陈仲强,李危石,郭昭庆,齐强

(北京大学第三医院骨科 骨与关节精准医学工程研究中心 脊柱疾病研究北京市重点实验室 100191 北京市)

【摘要】目的:探讨成人退变性脊柱侧凸(adult degenerative scoliosis,ADS)后路长节段融合固定术后早期并发症的相关危险因素。**方法:**收集了 216 例在我院行后路长节段(≥ 4 节段)固定融合术的 ADS 患者的临床资料,根据术后 6 周内是否出现并发症分为早期并发症组和无并发症组。比较两组患者围术期相关资料,一般资料包括性别、年龄、腰腿症状时间、既往内科病病史、是否吸烟、骨质疏松 T 值、美国麻醉医师学会(American Society of Anesthesiologists,ASA)麻醉风险分级等;手术资料包括手术时间、固定融合节段数、截骨分级、术中失血量等;术后资料包括患者术后是否出现并发症、并发症具体情况、术后引流量、患者术后红细胞计数及血红蛋白量等。比较两组间各指标差异并通过单因素 Logistic 回归分析来发现潜在危险因素,多因素 Logistic 回归分析筛选发生早期并发症的独立危险因素。**结果:**89 例患者纳入早期并发症组,127 例患者纳入无并发症组。腰痛病程($P=0.034$)、术后第 1 天红细胞计数($P=0.017$)、麻醉时间($P<0.001$)、手术时间($P<0.001$)、固定融合节段数量($P<0.001$)、术中行截骨术($P=0.027$)、不同截骨级别($P=0.002$)、截骨节段($P=0.049$)、术中失血量($P=0.048$)、术中尿量($P=0.022$)、术中总输入液体量($P=0.005$)、自体血回输量($P=0.022$)、术后总引流量($P<0.001$)、住院时间($P<0.001$)两组间存在统计学差异($P<0.05$)。单因素 Logistic 回归分析显示,固定融合节段长、手术时间长、术中失血量多、术中总输入液体量多、3 级及以上截骨术、自体血回输量多、术后总引流量多、术后第 1 天红细胞计数较低为早期并发症的潜在危险因素,多因素 Logistic 回归分析显示,较多的术后总引流量、3 级及以上截骨为术后早期并发症的独立危险因素。进行 3 级及以上截骨患者出现早期并发症的风险为进行 3 级以下截骨或未进行截骨患者的 4.577 倍($P=0.041$);术后引流量每增加 100ml,其出现早期并发症的风险增加 12.7%($P<0.001$)。对潜在危险因素应用标准受试者工作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线的曲线下面积值(the area under the ROC curve,AUC)得出,手术时间 ≥ 244 min,固定融合节段 ≥ 6 个节段,术后总引流量 ≥ 1745 ml 对术后早期并发症发生的预测具有一定准确性。**结论:**术后引流量多、进行 3 级及以上截骨与术后早期并发症密切相关,减少手术时间、选择合适的固定融合节段对减少术后早期并发症有益。

【关键词】退变性脊柱侧凸;早期并发症;长节段固定;危险因素

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2021.05.09

中图分类号:R687.3,R619 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2021)-05-0441-09

Risk factors analysis of early complications in posterior long-level fusion and fixation for adult degenerative scoliosis/LIU Yin hao, YUAN Lei, ZENG Yan, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2021, 31(5): 441-449

【Abstract】 Objectives: To investigate the risk factors of early complications during posterior long-level instrumentation in the treatment of adult degenerative scoliosis(ADS). **Methods:** The data of 216 patients with ADS who underwent posterior long-segmental instrumentation(≥ 4 levels) were reviewed retrospectively. According to whether complications occurred within 6 weeks or not after operation, the patients were divided into the early complications group and non-early complications group. The perioperative data of the two groups were compared. General data included gender, age, duration of lumbar and leg symptoms, past medical history, smoking history, T-value of osteoporosis, and preoperative classification by American Society of Anesthesi-

基金项目:2016 年北京市自然科学基金资助项目(编号:7162198)

第一作者简介:男(1995-),硕士研究生,研究方向:脊柱外科

电话:(010)82267372 E-mail:liuyinhao1995@163.com

通讯作者:曾岩 E-mail:zeng-yan@medmail.com.cn

ologists (ASA). The operative data included operation time, number of fixation and fused levels, osteotomy grade, and intraoperative blood loss. Postoperative data included whether there were postoperative complications, the situation of complications, volume of drainage, postoperative red blood cell count, and hemoglobin level. Potential risk factors were identified by univariate logistic regression analysis after comparing the difference of clinical data in the two groups. Multivariate logistic regression analysis was performed to verify the independent risk factors of early complications. **Results:** There were 89(41.2%) patients enrolled in the early complications group, and 127 (58.8%) in the control group. There were statistically significant differences between the two groups($P<0.05$) in terms of the duration of low back pain($P=0.034$), count of red blood cell on the first day after surgery($P=0.017$), anesthesia time($P<0.001$), operation time($P<0.001$), fixation and fusion levels ($P<0.001$), intraoperative osteotomy ($P=0.027$), the osteotomy grade ($P=0.002$) and level ($P=0.049$), intraoperative blood loss($P=0.048$), intraoperative urinary volume($P=0.022$), total intraoperative input liquid($P=0.005$), volume of autologous blood transfusion($P=0.022$), postoperative drainage volume($P=0.002$), and hospital stay ($P<0.001$). These parameters were analyzed by univariate logistic regression, which showed that the increase of fixation and fusion levels, longer duration of surgery, more intraoperative blood loss, more total intraoperative liquid input, grade 3 and above Osteotomy, more volume of autologous blood transfusion, more postoperative drainage volume, and fewer count of red blood cell on the first day after surgery were the potential risk factors of early complications. Analysis of the multivariate logistic regression showed that more total postoperative drainage volume and grade 3 or above osteotomy were independent risk factors for early postoperative complications. When patients underwent grade 3 or above osteotomy, the risk of early complications was 4.577 times that of those who underwent grade 2 or below or even no osteotomy ($P=0.041$). The risk of early complications increased 12.7% with every 100ml increase of postoperative drainage volume ($P<0.001$). The predictive accuracy of the potential risk factors was analyzed using the area under the receiver operating characteristic(ROC) curve(AUC). The result was that the duration of surgery ≥ 244 minutes, the fixation and fusion levels ≥ 6 levels, and the total postoperative drainage volume ≥ 1745 ml had certain accuracy in predicting the occurrence of early postoperative complications. **Conclusions:** High drainage volume and grade 3 or above osteotomy are closely related to early postoperative complications, it is beneficial to reduce the early postoperative complications by reducing the operative time and choosing the appropriate fixation and fusion level.

[Key words] Adult degenerative scoliosis; Long levels fusion; Early complications; Risk factors

[Author's address] Peking University Third Hospital, Department of Orthopaedics; Engineering Research Center of Bone and Joint Precision Medicine; Beijing Key Laboratory of Spinal Disease Research, Beijing, 100191, China

成人退变性脊柱侧凸 (adult degenerative scoliosis, ADS) 的手术治疗具有较大挑战性。该类患者平均年龄较大,常合并各类内科疾病,并伴有骨量减少或骨质疏松症,身体条件相对较差,由于矫正、稳定和重建平衡的需要,长节段固定融合往往不可避免,从而导致手术范围大、时间长、操作复杂、出血较多,因此更应警惕其术后并发症的发生^[1]。术后并发症的出现意味着住院时间延长、需要更多的治疗费用并且可能会影响患者的康复过程^[2]。文献中往往将术中至术后 6 周出现的并发症称为早期并发症^[3-5]。如何降低手术早期并发症的发生率对于提高患者围术期安全性具有重要意义。笔者通过对行后路长节段固定融合术后的 ADS 患者进行研究,探索其早期并发症的发生特

点并对其相关危险因素进行分析,从而为降低术后并发症发生率提供参考。

1 资料与方法

1.1 纳入及排除标准

纳入标准:(1)患者年龄 ≥ 45 岁;(2)退变性脊柱侧凸行后路长节段固定融合术,固定节段超过上下端椎,固定节段数 ≥ 4 个;(3)采用全椎弓根螺钉内固定系统;(4)病历及检验检查资料完整。

排除标准:(1)合并脊柱创伤、肿瘤、感染、结核的病例;(2)先天性脊柱畸形、神经肌肉型脊柱畸形、强直性脊柱炎等病例。

1.2 一般资料

我院自 2010 年 10 月~2019 年 10 月共收治 276 例 ADS 患者,符合纳入排除标准者共 216 例。其中男性 34 例,女性 182 例,平均年龄 63.1 ± 6.4 岁(45~80 岁)。根据围手术期(术中至术后 6 周内)有无早期并发症的发生,分为早期并发症组和无并发症组。根据是否需要微创操作进行治疗或是否明显延长住院时间,将并发症进一步分为主要并发症及次要并发症^[6]。所有手术均由高年资脊柱外科医生施行。术前详细评估患者的症状、体征及相关影像学资料,在完成充分椎管狭窄减压基础上决定是否行截骨矫形。截骨分级方式依据 Schwab 等^[7]提出的截骨级别进行分类。

1.3 观测指标

1.3.1 术前基本情况 包括性别、年龄、腰腿症状时间、住院时间、既往内科病病史、是否吸烟、骨质疏松 T 值、膝踝反射情况(减退,正常,亢进)、身体质量指数(body mass index,BMI)、腰、腿疼痛视觉模拟评分法(VAS 评分)、Oswestry 残疾指数(ODI)、日本骨科学会评分(JOA)、依据美国麻醉医师学会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级进行麻醉风险分级。

1.3.2 手术相关指标 包括麻醉时间、手术时间、固定融合节段、减压节段、是否进行截骨及截骨分级、截骨节段、术中是否使用氨甲环酸、术中是否使用万古霉素喷洒伤口、术中失血量(对于使用自体血回输装置的患者,术中估计出血量以自体血回输量的 3 倍计算)、术中尿量、术中总入量(晶体量+胶体量+总输血量)、自体血回输量及异体输血量、血浆输入量、术后总引流量。

1.3.3 化验指标 包括术前红细胞计数(RBC)、术前血红蛋白值(Hb)、血细胞比容值(HCT)、活化部分凝血活酶时间(APTT)、凝血酶原时间(PT)、术前白蛋白值(ALB)、术后第 1 天血红蛋白值、术后第 3 天血红蛋白值及其于术前数值的差值,术后白蛋白及其相应差值。

1.4 统计学处理

统计患者术后出现并发症的例数及相关临床资料。本研究的调查设计采用回顾式队列研究的方法。使用 SPSS(第 24.0 版,美国 IBM 公司)软件分析数据。连续变量表达为平均值 $\pm$ 标准差,分类变量表达为频数和(或)百分比。比较两组间参数时,对连续性变量进行正态性分布检验,对符合正态分布的计量资料进行独立样本 *t* 检验,对不符

合正态分布的计量资料进行独立样本 Mann-Whitney *U* 检验。对计数资料采取卡方检验或 Fisher 确切概率法。使用单因素分析探究导致术中大量失血的潜在危险因素,将单因素分析所得潜在危险因素引入多因素二元 Logistics 回归分析探究导致术后早期并发症的独立危险因素。对单因素分析所得的潜在危险因素与并发症发生生成标准受试者工作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线,利用曲线下面积(the area under the ROC curve,AUC)值预测其有效性。 $P < 0.05$ 具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料统计

早期并发症组 89 例(41.2%),男 17 例(7.9%),女 72 例(33.3%);平均年龄 63.8 ± 6.6 岁。无并发症组 127 例(58.8%),男 17 例(7.9%),女 110 例(50.9%);平均年龄 62.8 ± 6.0 岁。早期并发症分类及例数见表 1。

2.2 组间资料比较

两组间一般资料比较情况见表 2。早期并发症组腰痛病程时间与无早期并发症组之间存在统计学差异($P=0.034$);两组年龄、性别、BMI、腿痛病程时间、骨密度 T 值、吸烟史、慢性病史、膝踝反射、ASA 分级、腰腿痛 VAS 评分、ODI、JOA 等因素无统计学差异($P>0.05$)。

两组患者术前及术后血液化验指标(RBC、HB、PT、APTT)见表 3。单因素分析结果显示早期并发症组术后首日红细胞计数与无早期并发症组存在差异($P<0.05$);患者术前 RBC、Hb、HCT、APTT、PT、ALB 两组间无统计学差异($P>0.05$);术后第 1 天、第 3 天 Hb 及其与术前 Hb 差值两组间无统计学差异($P>0.05$)。因患者术后病历资料存在部分缺失,仅对 151 例患者术后白蛋白值及其与术前差值进行了单因素分析,两组间无统计学差异($P>0.05$)。

两组间手术相关参数资料见表 4。单因素分析结果显示,麻醉时间、手术时间、固定融合节段、是否行术中截骨、截骨分级、截骨节段、术中失血量、术中尿量、术中总入量、术中自体血回输量、术后总引流量及住院天数两组存在统计学差异($P<0.05$);减压节段、术中使用 TXA、术中使用万古霉素喷洒伤口、术中异体输血量及术中血浆用量两

组无统计学差异($P>0.05$)。

2.3 危险因素的单因素及多因素逻辑回归分析

将两组存在组间差异的相关指标进行单因素Logistics 二元回归分析,结果见表 5。结果表明固定融合节段、手术时间、术中失血量、术中总输入

表 1 早期并发症组分类及例数

Table 1 Classification and number of the early complications group

并发症 Complications	例数(例次) Cases	百分比(%) Percentage
主要并发症 Major complications	27	12.5
切口感染二次清创 Wound infection	6	2.8
胸腔积液 Pleural effusion	4	1.9
肺炎 Pneumonia	3	1.4
心衰 Heart failure	3	1.4
脑血管意外(脑出血、脑梗死) Cerebrovascular accident	2	0.9
心肌梗死 Myocardial infarction	2	0.9
螺钉位置不良伴神经根性症状 Bad screw position with root symptoms	2	0.9
心跳骤停 Cardiac arrest	2	0.9
引流管断裂 Drainage tube fracture	1	0.5
呼吸衰竭 Respiratory failure	1	0.5
深静脉血栓 Deep vein thrombosis	1	0.5
次要并发症 Minor complications	83	38.4
神经水肿、牵拉伴神经根性症状 Nerve edema, traction	26	12
脑脊液漏 Cerebrospinal fluid leakage	26	12
尿路感染 Urinary tract infection	12	5.6
肠梗阻 Intestinal obstruction	5	2.3
谵妄 Delirium	3	1.4
伤口血肿/脂肪液化 Wound hematoma/fat liquefaction	3	1.4
感染性腹泻 Infectious diarrhea	2	0.9
房颤 Atrial fibrillation	2	0.9
输血相关所致过敏性荨麻疹 Allergic urticaria caused by blood transfusion	1	0.5
急性水肿型胰腺炎 Acute edematous pancreatitis	1	0.5
暴露性角膜炎 Exposure keratitis	1	0.5
下肢肌间静脉血栓 Intermuscular vein thrombosis of lower limbs	1	0.5
合计 Total	110	

表 2 两组患者一般资料

Table 2 Subject baseline characteristics of two groups

	早期并发症组 (n=89) Early complications group	无并发症组 (n=127) No early complications Group
年龄(岁) Age	63.8±6.6	62.8±6.0
性别(例) 男 Male	17(7.9%)	17(7.9%)
Gender 女 Female	72(33.3%)	110(50.9%)
体重指数(kg/m ²) BMI	25.67±4.21	25.49±3.34
腰痛病程 Duration of low back pain	12.87±9.05	10.56±8.547
腿痛病程 Duration of leg pain	2.94±3.64	3.57±4.97
骨密度(T 值) Bone mineral density	-0.54±1.54	-0.82±1.28
吸烟(例) 有(Yes)	3(1.4%)	3(1.4%)
Smoker 无(No)	86(39.8%)	91(42.1%)
高血压病史 Hypertension		
有(Yes)	38(17.6%)	54(25.0%)
无(No)	51(23.7%)	73(33.8%)
糖尿病病史 Diabetes		
有(Yes)	14(6.5%)	17(7.9%)
无(No)	75(34.7%)	110(50.9%)
心血管病史 Cardiovascular diseases		
有(Yes)	5(2.3%)	7(3.2%)
无(No)	84(38.9%)	120(55.6%)
脑血管病史 Cerebrovascular disease		
有(Yes)	5(2.3%)	4(1.9%)
无(No)	84(38.9%)	123(56.9%)
膝反射 Knee jerk reflex		
减退 Reduced	33(15.3%)	56(25.9%)
正常 Normal	39(18.1%)	58(26.9%)
亢进 Hyper function	17(7.9%)	13(6.0%)
踝反射 Ankle jerk reflex		
减退 Reduced	49(22.7%)	77(35.6%)
正常 Normal	34(15.7%)	49(22.7%)
亢进 Hyper function	6(2.8%)	1(0.5%)
术前 ASA 分级 ASA of pre-operation(例)		
I	7(3.2%)	20(9.3%)
II	77(35.6%)	105(48.6%)
III	5(2.3%)	2(0.9%)
腰痛 VAS 评分(分) VAS of low back pain		
0-3	11(5.1%)	20(9.3%)
4-6	36(16.7%)	54(25%)
7-10	42(19.4%)	53(24.5%)
腿痛 VAS 评分(分) VAS of leg pain		
0-3	33(15.3%)	50(23.1%)
4-6	28(13.0%)	56(25.9%)
7-10	28(13.0%)	41(19.0%)
Oswestry 残疾指数(分) ODI	24.89±8.04	26.02±8.77
日本骨科学会评分(分) JOA score	14.38±5.43	15.14±5.17

量、进行 3 级及以上截骨、术中自体血回输量、术后总引流量、术后第 1 天红细胞计数为术后出现早期并发症的潜在危险因素。

对上述潜在危险因素建立多因素 Logistics 回归分析模型,结果见表 6。术后总引流量增加、进行 3 级及以上截骨为术后早期并发症的独立危险因素。术后总引流量每增加 100ml,发生早期并发症的风险增加 12.7%;进行 3 级及以上截骨患者出现早期并发症的风险为进行 3 级以下截骨或未进行截骨患者的 4.609 倍。

2.4 ROC 曲线

以手术时间、术后总引流量、固定融合减压节段预测手术早期并发症绘制的受试者工作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线,分析结果显示,手术时间界值为 244min,曲线下面积(area under curve,AUC)0.659,敏感度 0.80,1-特异性 0.52,约登指数 0.28;固定融合节段界值为 6 个节段,曲线下面积为 0.622,敏感度 0.70,1-特异性 0.46,约登指数 0.24;术后总引流界值为

1745ml,曲线下面积为 0.668,敏感度 0.36,1-特异性 0.09,约登指数 0.27,可视为相对较好地预测指标(图 1)。

3 讨论

退变性脊柱侧凸长节段固定融合术因其患者高龄,手术时间长,手术操作复杂,其术后早期并

表 4 两组患者手术相关参数资料

Table 4 Surgical traits of the two patient groups

	早期并发症组 (n=89) Early complications group	无并发症组 (n=127) No early complications Group
麻醉时间(min) Duration of Anesthesia	377.18±96.20	329.68±82.09
手术时间(min) Duration of surgery	306.47±84.54	263.10±69.10
固定融合节段(n) Fixation and fused levels	6.56±2.82	5.80±1.76
减压节段(n) Decompression levels	2.90±1.15	2.68±1.22
术中截骨(例) Osteotomy		
是 Yes	59	65
否 No	30	62
截骨分级(例) Osteotomy grade		
无截骨 No	29	62
1、2 级截骨 Grade 1,2	47	62
3 级及以上截骨 Grade 3 and above	13	3
截骨节段(n) Osteotomy levels	1.55±1.55	1.21±1.52
使用氨甲环酸(例) Receiving TXA		
是 Yes	32	39
否 No	57	88
使用万古霉素喷洒(例) Receiving vancomycin		
是 Yes	4	7
否 No	85	120
术中失血量(ml) Intraoperative blood loss	1303.03±920.475	1020.08±543.37
术中尿量(ml) Intraoperative urinary volume	939.33±572.00	797.87±470.24
术中总入量(ml) Total intraoperative input liquid	4819.98±2047.36	4058.26±1506.37
自体血回输(ml) Autologous blood transfusion	540.20±372.07	403.09±235.72
异体输血(ml) Blood transfusion	588.76±538.820	478.74±414.93
总血浆(ml) Total frozen plasma	195.84±356.55	127.56±211.82
术后总引流量(ml) Postoperative drainage	1642.75±719.00	1199.72±451.83
住院时间(天) Hospital stay	14.89±8.58	10.35±9.90

表 3 两组患者血液化验指标

Table 3 Baseline of laboratory parameters of the two groups

	早期并发症组 (n=89) Early complications group	无并发症组 (n=127) No early complications group
术前红细胞(10 ⁹ /L) Pre-op RBC	4.35±0.45	4.40±0.39
术前血红蛋白(g/L) Pre-op Hb	132.79±14.24	133.91±11.05
术前血细胞比容(%) Pre-op HCT	0.41±0.04	0.40±0.04
术前部分凝血活酶时间(s) Pre-op APTT	31.99±5.07	32.25±3.21
术前凝血酶原时间(s) Pre-op PT	10.60±0.73	10.57±0.71
术前白蛋白(g/L) Pre-op ALB	43.85±3.17	43.58±3.27
术后第 1 天红细胞(10 ⁹ /L) Post-op 1 day RBC	2.98±0.49	3.15±0.51
术后第 1 天血红蛋白(g/L) Post-op first day Hb	100.83±15.66	103.85±14.96
术后第 3 天血红蛋白(g/L) Post-op third days Hb	97.15±11.60	98.94±11.23
术后第 3 天白蛋白(g/L) Post-op third days ALB	25.96±4.39	25.16±3.81
术后第 1 天血红蛋白差(g/L) Post-op first day ΔHb	31.96±16.63	30.06±16.86
术后第 3 天血红蛋白差(g/L) Post-op third day ΔHb	35.64±17.02	34.97±14.50
术后第 3 天白蛋白差(g/L) Post-op third days ΔALB	17.36±5.70	18.30±4.48

表 5 早期并发症组间差异变量的单因素逻辑回归分析

Table 5 Univariate logistic regression of significant different variable analysis for the factors associated with early complication						
	偏回归系数 B	标准误 S.E.	Wald统计量 χ^2	P值 P	优势比 OR	95%可信区间 95% C.I.
固定融合节段(n) Fixation and fused levels	0.233	0.820	8.141	0.004	1.262	1.076~1.482
手术时间(min) Duration of surgery	0.007	0.002	14.454	<0.001	1.008	1.004~1.011
术中失血量(ml) Intraoperative blood loss	0.001	0.000	6.979	0.008	1.001	1.000~1.001
术中总入量(ml) Total intraoperative input liquid	0.000	0.000	8.938	0.003	1.000	1.000~1.000
3级及以上截骨 Grade 3 and above osteotomy	1.956	0.657	8.866	0.003	7.07	1.951~25.619
自体血回输(ml) Autologous blood transfusion	0.002	0.000	9.556	0.002	1.002	1.001~1.003
术后总引流量(ml) Postoperative drainage	0.001	0.000	22.641	<0.001	1.001	1.001~1.002
术后第 1 天红细胞($10^9/L$) Post-op first day RBC	-0.677	0.290	5.471	0.019	0.508	0.288~0.896

表 6 早期并发症围手术期变量多因素的逻辑回归分析模型

Table 6 Logistic regression of perioperative variables analysis model for the independent risk factors associated with early complication						
	偏回归系数 B	标准误 S.E.	Wald统计量 χ^2	P值 P	优势比 OR	95%可信区间 95% C.I.
术后总引流量(/100ml) Postoperative drainage	0.119	0.031	14.580	<0.001	1.127	1.060~1.198
3级及以上截骨 Grade 3 and above Osteotomy	1.521	0.743	4.188	0.041	4.577	1.166~19.643

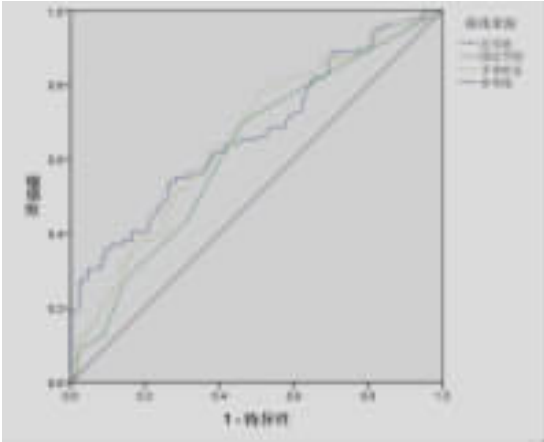


图 1 总引流量、固定节段、手术时长预测早期并发症的 ROC 曲线图

Figure 1 Receiver operating characteristics (ROC) curves for prediction of early complications by the operation time, the fixation and fused levels and the postoperative drainage

发症发生概率较其他手术更高, Schwab 等^[8]发现, 成人退变性脊柱侧凸患病率差异很大, 在健康的

成年人中可高达 68%, 因此评估手术早期并发症并探究其危险因素具有重要的临床意义。国外报道的并发症发生率为 25%~57.1%^[9,10]。本研究早期并发症发生率为 41.2%, 与既往研究结果基本一致。术后最常见的并发症为术后出现的神经根刺激症状。Sciubba 等^[11]研究发现, 术中实行三柱截骨术后神经症状发生率升高, 与本研究发现三级及以上截骨术后早期并发症发生率增高结果类似。本研究中神经症状绝大多数(26/28, 92.9%)为短暂的下肢麻木或放射性疼痛, 通过脱水、激素、神经营养药物等保守治疗进行缓解。可能与减压和截骨过程中手术器械对神经根的刺激、神经水肿、矫形后神经牵拉和位置改变相关。2 例患者神经症状系螺钉位置不良引起, 患者术后出现进行性加重的神经功能损伤, 通过术后 CT 确诊后均行二次手术调整钉道。脑脊液漏为患者术后常见的另一类并发症。我院既往报道 1425 例腰椎后路减压手术患者中脑脊液漏发生率 4.0%, 且固定节段 ≥ 4 节段为脑脊液漏的危险因素^[12]。其原因可

能为 ADS 患者所致的椎管严重狭窄、畸形所致神经位置和走行变化、硬脊膜受压乃至粘连,增加了术中硬脊膜撕裂风险。围术期感染亦是早期常见的并发症,其中尿路感染及感染性腹泻多可通过保守治疗得到彻底缓解,但手术部位感染多需要二次手术进行清创处理。本研究中共有 6 例患者因手术部位感染进行的二次清创,其中 5 例细菌培养阳性,分别为金葡菌 2 例、嗜水气单胞菌 1 例、屎肠球菌 D 群 1 例、阴沟肠杆菌 1 例。Christiansen 等^[13]的研究表明,脊柱畸形手术感染并发症的相关危险因素包括抗生素用量不足、手术时间延长、骨盆固定和输血,本研究也认为手术时间增加将会提高并发症发生可能。Puller Gunne 等^[14]研究表明,肥胖($BMI>30\text{kg/m}^2$)为脊柱畸形手术部位感染的独立危险因素,但考虑到本研究肥胖患者较少(26 例,12.0%),故 BMI 对并发症的发生影响并不显著。

对于患者术前病史,本研究发现,患者腰痛时间越长,出现术后早期并发症发生率增加。Soroceanu 等^[15]通过对脊柱畸形术后并发症的研究,将脊柱疾病罹患的年数作为一种独立预测因子。这可能与 ADS 本身疾病特点相关。对于成人 ADS 患者,绝大多数初始主诉为弥漫性轴性腰痛,而关节突及椎间盘的退变会加重这一过程^[16]。而神经根刺激引起的腿痛症状对于 ADS 患者而言,其报告发生率为 47%~78%^[17,18],其发生率远低于腰痛症状。所以腰痛时间较某种程度可以侧面反映患者脊柱退变的时长本研究中并发症组腰痛病程较无并发症组长 2 年以上,这可能是导致早期并发症组与无并发症组出现统计学差异的原因。既往研究表明,患者术前糖尿病史为患者术后出现并发症的独立危险因素^[19]。但也有研究表明,在手术较小的情况下,如减压手术或两个以下节段融合手术中,糖尿病可能是一个影响因素,但在 3 个或 3 个以上节段融合手术中,术前是否罹患糖尿病对并发症发生与否无明显相关^[20,21]。考虑到本研究入组患者固定融合节段均 ≥ 4 个节段,可能降低了糖尿病对组间差异的影响。麻醉风险分级(ASA 分级)通常对患者术后并发症的发生能够起到预测作用,但本研究中麻醉风险分级评估除 7 例Ⅲ级,27 例Ⅰ级外,其他主要是Ⅱ级,病例资料在麻醉分级方面均一性强,可能是组间并发症危险因素分析中麻醉风险分级无差异的重要

原因。

本次研究中,由于 ADS 患者均接受了长节段固定融合,所以手术相关因素在导致术后出现早期并发症的过程中扮演了重要的角色。手术时间延长、行 3 级及以上截骨是手术早期并发症发生的独立危险因素。既往研究^[22]也表明,融合节段、截骨等级、手术时间为 ADS 长节段融合术后并发症发生的危险因素。由于 ADS 长节段固定融合术中出血量大,手术时间长,术中液体管理对于患者来说十分重要。本研究中包括心力衰竭、脑血管意外、低血容量性休克引起的心跳骤停等多种主要并发症经多学科会诊后均考虑与患者手术中液体管理不佳相关。既往研究^[23]认为,术中较多失血量为脊柱畸形患者术后出现并发症的危险因素,本研究亦得到了类似结论。自体血回输量与术中失血量息息相关,但考虑术中出血量的统计存在经验性差异,而自体血回输量也能够间接反应患者术中出血量且能够精确量化,自体血回输量($OR=1.002$, $P=0.002$)较传统术中失血($OR=1.001$, $P=0.008$)能够更好地提示术后早期并发症发生的可能。脊柱手术中应用氨甲环酸已经被证实能够有效降低术中出血^[24];术中伤口内使用万古霉素能够降低 SSI 风险被多个临床研究^[25,26]支持。对于本组试验,因样本时间跨度较大,故存在部分早期患者两组内均未接受术中输注氨甲环酸或术中伤口内喷洒万古霉素治疗,从而降低了上述两个因素对并发症产生的影响。住院时间的长短多被视为引起并发症的一个独立危险因素,但住院时间并非导致术后出现早期并发症的原因,而是并发症出现后的结果,故本研究对两组患者的住院时间差异进行了简单描述而未进一步分析。

对于围术期相关血液指标,既往文献报道术前血红蛋白较低、术后较低的血红蛋白差值与患者术后出现并发症相关^[27,28]。本组数据分析未发现术后血红蛋白最低值和白蛋白最低值的组间差异,这可能与术中及术后及时纠正失血性贫血和低蛋白血症降低了上述两个因素对并发症发生的影响有关。本研究发现术后第 1 天 RBC 计数降低提示患者术后并发症发生可能性增加,既往研究未发现类似结果。分析原因可能为长节段固定融合术患者术中输入了大量的库存血,因红细胞在储存中出现储存损伤^[29],且胶体、蛋白质等大分子

可引起红细胞之间的聚集,导致库存血中红细胞更易破碎。红细胞破碎后短期内血红蛋白游离于血浆中而并未被代谢,临床检验可能出现红细胞破碎导致其数值减少,而血红蛋白短期内无明显下降。因此相较于血红蛋白,红细胞可能为预测并发症发生的更良好指标。该结论的准确性仍需更多相关临床研究进行证实。

在本组资料的分析中,手术时间、固定融合节段及术后总引流量可作为相关指标对早期并发症的发生风险进行预测。既往研究认为将手术时间 $>3\text{h}$ 为脊柱手术术后感染的危险因素^[30],本组通过 ROC 曲线分析,将手术时间 $\geq 244\text{min}$ 视为界值,可能与本组病例手术时间普遍 $>3\text{h}$ 有关。通过 ROC 曲线分析,将固定融合节段 ≥ 6 个节段、术后总引流量 $\geq 1745\text{ml}$ 视为预测早期并发症发生的界值,高于绝大多数既往文献报道,可能与本组病例手术难度相对较高、术后脑脊液漏发生率较高、手术融合固定节段较多有关。

本研究采取严格的纳入标准,入组均为 ADS 患者,相对于其他研究,内部一致性更高。结果显示,手术时间长、固定融合节段增加、较高的截骨分级、术中失血量多、术后总引流量多、术后第 1 天红细胞计数值低等因素是导致 ADS 患者长节段固定融合手术术后早期并发症的潜在危险因素。行 3 级及以上截骨、术后总引流量增多是导致术后早期并发症的独立危险因素。手术时间 $\geq 244\text{min}$ 、固定融合节段 ≥ 6 个节段、术后总引流量 $\geq 1745\text{ml}$ 对术后早期并发症的预测具有一定准确性,这提示了术前合理规划手术节段,减少手术时间,能够有效减少术后早期并发症可能。本研究为回顾性研究,存在病历资料部分不完整、错误等情况,导致信息偏倚;另外虽然手术医生均为高年资脊柱外科医生、手术方式基本一致,但仍存在手术策略和操作的差异。有待更大样本量和更高级别证据的研究进一步深入探讨。

4 参考文献

1. Deyo RA, Mirza SK. Trends and variations in the use of spine surgery[J]. Clin Orthop Relat Res, 2006, 443: 139-146.
2. Lin T, Meng YC, Li TB, et al. Predictors of postoperative recovery based on health-related quality of life in patients after degenerative lumbar scoliosis surgery [J]. World Neurosurg, 2018, 109: e539-e545.
3. Scheer JK, Smith JS, Schwab F, et al. Development of a pre-operative predictive model for major complications following adult spinal deformity surgery[J]. J Neurosurg Spine, 2017, 26 (6): 736-743.
4. Phan K, Ramachandran V, Tran T, et al. Impact of elderly age on complications and clinical outcomes following anterior lumbar interbody fusion surgery [J]. World Neurosurg, 2017, 105: 503-509.
5. Abu-Bonsrah N, Goodwin CR, Ortega G, et al. Risk factors associated with short-term complications and mortality after pediatric spinal arthrodesis[J]. Neurosurg Focus, 2017, 43(4): E7.
6. Glassman SD, Hanill CL, Birdwell KH, et al. The impact of perioperative complications on clinical outcome in adult deformity surgery[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2007, 32(24): 2764-2770.
7. Schwab F, Blondel B, Chay E, et al. The comprehensive anatomical spinal osteotomy classification [J]. Neurosurgery, 2014, 74(1): 112-120.
8. Schwab F, Dubey A, Gamez L, et al. Adult scoliosis: prevalence, SF-36, and nutritional parameters in an elderly volunteer population[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2005, 30(9): 1082-1085.
9. Waddell B, Briski D, Qadir R, et al. Lateral lumbar interbody fusion for the correction of spondylolisthesis and adult degenerative scoliosis in high-risk patients: early radiographic results and complications[J]. Ochsner J, 2014, 14(1): 23-31.
10. Simon MJK, Halm HFH, Quante H. Perioperative complications after surgical treatment in degenerative adult de novo scoliosis[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2018, 19(1): 10.
11. Sciubba DM, Yurter A, Smith JS, et al. A comprehensive review of complication rates after surgery for adult deformity: a reference for informed consent[J]. Spine Deform, 2015, 3 (6): 575-594.
12. 张志平, 郭昭庆, 孙垂国, 等. 退变性腰椎疾患后路减压术后脑脊液漏的相关因素分析及处理[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24(10): 906-911.
13. Christiansen PA, LaBagnara M, Sure DR, et al. Complications of surgical intervention in adult lumbar scoliosis [J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2016, 9(3): 281-289.
14. Pull ter Gunne AF, Van Laarhoven CJ, and Cohen DB. Incidence of surgical site infection following adult spinal deformity surgery: an analysis of patient risk[J]. Eur Spine J, 2010, 19(6): 982-988.
15. Soroceanu A, Burton DC, Oren JH, et al. Medical complications after adult spinal deformity surgery: incidence, risk factors, and clinical impact[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2016, 41(22): 1718-1723.
16. Graham RB, Sugrue PA, Koski TR. Adult degenerative scoliosis[J]. Clin Spine Surg, 2016, 29(3): 95-107.
17. Smith JS, Fu KM, Urban P, et al. Neurological symptoms and deficits in adults with scoliosis who present to a surgi-

- cal clinic: incidence and association with the choice of operative versus nonoperative management [J]. J Neurosurg Spine, 2008, 9(4): 326–331.
18. Fu KMG, Rhagavan P, Shaffrey CI, et al. Prevalence, severity, and impact of foraminal and canal stenosis among adults with degenerative scoliosis [J]. Neurosurgery, 2011, 69(6): 1181–1187.
 19. Glassman SD, Alegre G, Carreon L, et al. Perioperative complications of lumbar instrumentation and fusion in patients with diabetes mellitus[J]. Spine J, 2003, 3(6): 496–501.
 20. Deyo RA, Hickam D, Duckart JP, et al. Complications after surgery for lumbar stenosis in a veteran population[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2013, 38(19): 1695–1702.
 21. Cho W, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Comparison of spinal deformity surgery in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus(NIDDM) versus controls[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2012, 37(16): E978–984.
 22. Zhang XN, Sun XY, Hai Y, et al. Incidence and risk factors for multiple medical complications in adult degenerative scoliosis long-level fusion [J]. J Clin Neurosci, 2018, 54: 14–19.
 23. Puvanesarajah V, Rao SS, Hassanzadeh H, et al. Determinants of perioperative transfusion risk in patients with adult spinal deformity[J]. J Neurosurg Spine, 2018, 28(4): 429–435.
 24. Wong J, Beheiry HE, Rampersaud YR, et al. Tranexamic acid reduces perioperative blood loss in adult patients having spinal fusion surgery[J]. Anesth Analg, 2008, 107(5): 1479–1486.
 25. Devin CJ, Chotai S, McGirt MJ, et al. Intrawound vancomycin decreases the risk of surgical site infection after posterior spine surgery: a multicenter analysis [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2018, 43(1): 65–71.
 26. Khan NR, Thompson CJ, DeCuyper M, et al. A meta-analysis of spinal surgical site infection and vancomycin powder[J]. J Neurosurg Spine, 2014, 21(6): 974–983.
 27. Burton DC, Sethi RK, Wright AK, et al. The role of potentially modifiable factors in a standard work protocol to decrease complications in adult spinal deformity surgery: a systematic review[J]. Spine Deform, 2019, 7(5): 669–683.
 28. Purvis TE, Goodwin CR, Molina CA, et al. Percentage change in hemoglobin level and morbidity in spine surgery patients[J]. J Neurosurg Spine, 2018, 28(3): 345–351.
 29. Sanz CC, Pereira A. Age of blood and survival after massive transfusion[J]. Transfus Clin Biol, 2017, 24(4): 449–453.
 30. Apisarnthanarak A, Jones M, Waterman BM, et al. Risk factors for spinal surgical-site infections in a community hospital: a case-control study [J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2003, 24(1): 31–36.

(收稿日期:2020-12-13 修回日期:2021-04-22)

(英文编审 谭 啸)

(本文编辑 彭向峰)

(上接第 434 页)

15. 沈晓龙, 吴卉乔, 胡之浩, 等. 颈椎前路手术治疗重度颈椎后凸畸形的效果分析[J]. 中华外科杂志, 2017, 55(3): 166–171.
16. Goffin J, Grob D. Spondyloptosis of the cervical spine in neurofibromatosis: a case report[J]. Spine, 1999, 24(6): 587–590.
17. Gadia A, Shah K, Nene A. Cervical kyphosis [J]. Asian Spine, 2019, 13(1): 163–172.
18. Tan LA, Riew KD, Traynelis VC. Cervical spine deformity—part 2: management algorithm and anterior techniques [J]. Neurosurgery, 2017, 81(4): 561–567.
19. 钟沃权, 姜亮, 孙宇, 等. 单纯前路与前后联合入路矫形手术治疗重度颈椎后凸畸形[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(3): 235–240.
20. Lau D, Ziewacz JE, Le H, et al. A controlled anterior sequential interbody dilation technique for correction of cervical kyphosis [J]. J Neurosurg Spine, 2015, 23(3): 263–273.
21. Park JB, Cho YS, Riew KD. Development of adjacent-level ossification in patients with an anterior cervical plate[J]. J Bone Joint Surg Am, 2005, 87(3): 558–563.
22. Kim HJ, Kelly MP, Ely CG, et al. The risk of adjacent-level ossification development after surgery in the cervical spine :are there factors that affect the risk? a systematic review[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2012, 37(22 Suppl): S65–74.
23. Abumi K, Shono Y, Taneichi H, et al. Correction of cervical kyphosis using pedicle screw fixation systems[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1999, 24(22): 2389–2396.
24. 李方财, 陈其听, 陈维善. 严重僵硬型颈椎后凸畸形的手术入路选择[J]. 中华骨科杂志, 2015, 35(4): 368–373.
25. Yoshihara H, Abumi K, Ito M, et al. Severe fixed cervical kyphosis treated with circumferential osteotomy and pedicle screw fixation using an anterior-posterior-anterior surgical sequence[J]. World Neurosurg, 2013, 80(5): 654.e17–21.
26. Ma J, Wu Z, Yang X, et al. Surgical treatment of severe cervical dystrophic kyphosis due to neurofibromatosis type 1: a review of 8 cases[J]. J Neurosurg Spine, 2011, 14(1): 93–98.

(收稿日期:2020-07-13 末次修回日期:2021-01-04)

(英文编审 谭 啸)

(本文编辑 卢庆霞)