

腰椎融合术后早期下肢深静脉血栓形成的相关危险因素分析

易伟林, 梁斌, 陈峰, 丘德赞, 韦建勋, 韦敏克, 楚野, 黎帅宏, 李东冉
(广西壮族自治区人民医院骨科 530021 南宁市)

【摘要】目的:探讨腰椎融合术后早期下肢深静脉血栓(deep venous thrombosis, DVT)形成的危险因素。**方法:**选取于 2015 年 7 月~2017 年 5 月在广西壮族自治区人民医院骨科接受腰椎后路椎间融合术治疗的患者共 165 例,依据术后早期超声检查结果双下肢有无血栓形成,分为 DVT 组和非 DVT 组。对比两组患者的性别、年龄、体重指数、糖尿病、高血压病、术前凝血四项、D-二聚体、融合节段数、手术时间、术中输血、术后使用抗凝药、术后卧床时间等指标,再采用 Logistic 多因素回归分析进行统计学分析。**结果:**共纳入 165 例患者,术后并发下肢 DVT 者 24 例,发生率为 14.5%。与非 DVT 组相比较,单因素 χ^2 检验显示两组在年龄、体重指数、手术时间、术中输血、术后卧床时间等指标差异具有统计学意义。多因素 Logistic 回归分析显示,年龄 ≥ 60 岁(OR=6.444, 95%CI=2.116~19.628)、体重指数 $\geq 24\text{kg/m}^2$ (OR=4.463, 95%CI=1.603~12.426)、术中输血(OR=3.484, 95%CI=1.110~10.932)、术后卧床天数 $\geq 5\text{d}$ (OR=3.155, 95%CI=1.027~9.695)是腰椎融合术后早期并发下肢 DVT 的独立危险因素。**结论:**年龄 ≥ 60 岁、体重指数 $\geq 24\text{kg/m}^2$ 、术中输血、术后卧床天数 $\geq 5\text{d}$ 的患者腰椎融合术后早期易出现下肢 DVT 形成。

【关键词】腰椎融合术;早期;下肢深静脉血栓;危险因素

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2017.09.10

中图分类号:R619 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2017)-09-0823-06

Risk factors for early lower extremity deep venous thrombosis after posterior lumbar interbody fusion/YI Weilin, LIANG Bin, CHEN Feng, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27 (9): 823-828

【Abstract】 Objectives: To investigate and analyze the risk factors of early lower extremity deep vein thrombosis after posterior lumbar interbody fusion. **Methods:** A total of 165 patients undergoing spinal fusion surgery in the Guangxi Zhuang Autonomous Region People's Hospital from July 2015 to May 2017 were collected. Type-B ultrasonic was performed on lower extremities before and after surgery. According to the results of ultrasonography after surgery, these cases were divided into two groups, DVT group and non DVT group. Age, gender, BMI, diabetes, hypertension, blood clotting function, D-dimer, fusion segments, operation time, blood transfusion, anticoagulants, postoperative bed time were recorded. Chi square test was used to analyze the risk factors of early deep vein thrombosis after posterior lumbar interbody fusion, and multivariate logistic regression analysis was applied to explore the main risk factors of DVT. **Results:** The incidence of DVT after posterior lumbar interbody fusion was 14.5%(24 of 165 cases). Single-factor analysis showed that there were significant differences between the two groups in age, body mass index(BMI), operation time, blood transfusion and postoperative bed time. Multivariate logistic regression analysis showed age ≥ 60 (OR=6.444, 95% CI=2.116-19.628), BMI $\geq 24\text{kg/m}^2$ (OR=4.463, 95% CI=1.603-12.426), blood transfusion(OR=3.484, 95% CI=1.110-10.932), postoperative bed time ≥ 5 days(OR=3.155, 95% CI=1.027-9.695) were risk factors associated with occurrence of DVT after posterior lumbar interbody fusion. **Conclusions:** Aged ≥ 60 , BMI $\geq 24\text{kg/m}^2$, blood transfusion and postoperative bed time ≥ 5 days are more likely to have early lower extremity deep

第一作者简介:男(1989-),医学硕士,研究方向:脊柱、骨与关节的损伤与修复

电话:17776448281 E-mail:275031289@qq.com

通讯作者:梁斌 E-mail:nnliangbin@163.com

vein thrombosis after posterior lumbar interbody fusion.

[Key words] Posterior lumbar interbody fusion; Early; Lower extremity deep venous thrombosis; Risk factors

[Author's address] Department of Orthopedics, Liuzhou General Hospital, 545000, Liuzhou, China

深静脉血栓 (deep venous thrombosis, DVT) 形成是指血液非正常的在深静脉系统内凝结, 可发生于各类手术之后。随着脊柱外科技术的发展及普及、手术内固定材料的广泛应用, 老年人口数的增多, 脊椎融合术手术量也逐年增多^[1], 有文献报道脊柱术后 DVT 的发生率为 0.3%~31%^[2]。但关于脊椎融合术后早期并发 DVT 相关报道较少, 且没有对术后早期 DVT 形成的危险因素进一步探讨, 使脊椎融合术后早期并发 DVT 的预防缺乏相关的理论依据。本研究通过对接受腰椎后路椎间融合术患者的术后早期 (术后 2 周内) 并发 DVT 进行回顾性分析, 采用单因素卡方检验及多因素回归方法筛查相关危险因素, 旨在探讨: (1) 腰椎后路椎间融合术后早期下肢 DVT 形成的发生率; (2) 腰椎后路椎间融合术后早期并发下肢 DVT 的危险因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择于 2015 年 7 月~2017 年 5 月在广西壮族自治区人民医院脊柱骨病外科接受腰椎后路椎间融合术治疗的患者共 165 例, 其中男 69 例, 女 96 例, 年龄 42~78 岁, 平均 56.0 ± 11.6 岁。腰椎管狭窄症 68 例, 腰椎滑脱症 43 例, 腰椎间盘突出症 54 例, 均于全身麻醉下施行手术。患者均于术前及术后下床活动当日行双下肢多普勒彩超检查, 按术后血管彩超检查结果分为 DVT 组和非 DVT 组。纳入标准: (1) 因各种腰椎疾病在广西壮族自治区人民医院骨科接受腰椎后路椎间融合术治疗的患者; (2) 术前多普勒超声检查双下肢无 DVT。排除标准: (1) 既往有下肢血栓病史; (2) 术前多普勒超声检查双下肢有 DVT, 或者下肢静脉瓣膜功能不全者; (3) 肿瘤患者。

1.2 观察指标

1.2.1 患者基本情况 (1) 性别; (2) 年龄; (3) 体重指数 (body mass index, BMI), 依 BMI 中国参考标准参数分为三个级别: 正常、偏胖、肥胖; (4) 糖尿病; (5) 高血压病。

1.2.2 术前血液检查指标 (1) 术前凝血四项: 包

括血浆凝血酶原时间 (prothrombin time, PT, 正常范围 8.8~12.8s)、活化部分凝血活酶时间 (activated partial thromboplastin time, APPT, 正常范围 28~42s)、凝血活酶时间 (trombin time, TT, 正常范围 12~18s)、纤维蛋白原 (fibrinogen, FBG, 正常范围 2.0~4.4g/L), 将 PT、APPT、TT 缩短和 FBG 升高视为阳性; (2) D-二聚体, 大于 0.5mg/L 为阳性。

1.2.3 术中相关指标 (1) 融合节段数; (2) 手术时间; (3) 输血。

1.2.4 术后相关指标 (1) 术后卧床时间, 一般于术后 2~5d 拔除引流管后即可嘱患者在支具保护下适当下床活动, 并行双下肢多普勒彩超检查; (2) 是否使用低分子肝素抗凝; (3) 术后均预防性予物理抗凝 (间歇性充气加压装置) 治疗。

1.3 统计学方法

应用 SPSS 17.0 统计学软件将两组各指标进行单因素 χ^2 得出相关性因素, 再进行 Logistic 多因素回归分析, 得出独立危险因素。 $P < 0.05$ 为有显著性差异。

2 结果

165 例患者腰椎后路椎间融合术后并发 DVT 患者有 24 例, 其中男性 10 例, 女性 14 例, 年龄 46~72 岁, 平均 65.3 ± 10.8 岁。阳性患者双下肢经多普勒超声检查结果显示, 24 例血栓均形成于小腿远端 (21 例血栓位于小腿肌间静脉, 3 例血栓位于胫后静脉), 无血栓形成于小腿近端。有明显临床症状的患者有 3 例, 主要症状表现为小腿后侧疼痛及肿胀, 有局部压痛及 Homans 征阳性。出现临床症状的 DVT 患者请相关科室会诊并予相应处理, 无临床症状的 DVT 患者给予每日一次 5000 单位低分子肝素钠皮下注射治疗, 所有阳性患者均定期复查双下肢多普勒彩超直至彩超检查显示无血栓形成。所有患者均未出现肺栓塞症状, 无死亡病例。所有使用低分子肝素的病例未出现大出血、硬膜外血肿等并发症。

两组指标经 χ^2 检验显示: 年龄、体重指数、手术时间、输血、术后卧床时间等指标差异具有统计学意义 ($P < 0.05$, 表 1), 即这些指标与腰椎后路椎

间融合术后并发 DVT 存在相关性。再将上述指标引入 Logistic 多因素回归分析显示,年龄 ≥ 60 岁、体重指数 $\geq 24\text{kg/m}^2$ 、输血、术后卧床天数 $\geq 5\text{d}$ 等是腰椎后路椎间融合术后并发 DVT 的独立危险因素,其中各因素的 OR 值分别为 6.444、4.463、3.484、3.155(表 2)。

3 讨论

3.1 腰椎融合术后并发 DVT 的特点

静脉血流滞缓、管壁损伤、血液高凝状态是目前公认的 DVT 形成的三大病理基础。脊椎融合术是骨科大手术,手术时间长,创伤大,术后患者静脉血流减慢且处于高凝状态,再加上患者术后均需卧床休息,故脊椎融合术后早期 DVT 常有发生。

有研究^[3-5]发现,远端深静脉血栓可占到下肢 DVT 的 59.7%,远端深静脉血栓好发于肌间静脉,占 52%~67%,肌间静脉血栓大部分无明显症状和体征,临床容易出现漏诊,可向近端继续延长,脱落可致肺栓塞,当肌间静脉血栓直径 $>7\text{mm}$ 时,提示有发生肺栓塞的风险。美国胸科医师学会发布的静脉血栓栓塞症治疗指南^[6]建议,对于孤立性远端深静脉血栓有以下情况者应进行抗凝治疗:(1)D-二聚体阳性;(2)血栓有继续向近端蔓延风险(多发静脉血栓,或血栓长度 $>5\text{mm}$,血栓最大直径 $>7\text{mm}$);(3)血栓接近近端静脉;(4)持续存在 DVT 的诱发因素;(5)有活动性肿瘤患者;(6)住院患者。因此,对于脊椎融合术后并发 DVT 的患者,应进行抗凝治疗,并超声随访进行监测直至血栓消失。超声检查无创、操作简便、价格不高,且对小腿肌间静脉血栓具有较高的确诊率,是诊断下肢 DVT 的首选方法^[7]。本研究通过对腰椎后路椎间融合术后早期并发下肢血栓的发生概率及相关危险因素分析,总结出腰椎后路椎间融合术后早期并发下肢 DVT 的特点有以下:(1)腰椎后路椎间融合术后早期并发下肢 DVT 的发生率较高,可达 14.5%;(2)腰椎后路椎间融合术后并发的 DVT 多为无症状型血栓,大多位于小腿远端的肌间静脉,临床容易忽视和出现漏诊;(3)术后早期行超声检查可减低腰椎后路椎间融合术后 DVT 的漏诊率。

3.2 腰椎融合术后早期并发 DVT 的相关因素分析

既往对脊椎融合术后并发 DVT 的影响因素,

表 1 腰椎融合术后并发 DVT 的单因素分析

Table 1 Univariate analysis results of risk factors for DVT after lumbar interbody fusion

因素 Factors	DVT组 (24 例) DVT 24	非 DVT 组 (141 例) No DVT 141	χ^2 值	P 值
性别(男/女,例) Gender(male/female)	10/14	59/82	0.000	0.987
年龄(岁) Age			6.554	0.038
<50	4	23		
50~	7	77		
≥ 60	13	41		
体重指数 BMI(kg/m^2)			7.162	0.028
<24	9	93		
24~	10	30		
≥ 27	5	18		
凝血四项(阳/阴,例) Coagulation four(P/N)	9/15	35/106	1.686	0.194
D-二聚体(阳/阴,例) D-dimer (P/N)	13/11	57/87	2.141	0.143
糖尿病(有/无,例) Diabetes (yes/no)	6/18	21/120	1.531	0.216
高血压病(有/无,例) Hypertension(yes/no)	7/17	40/101	0.006	0.936
融合节段数(例) Number of surgical levels			6.313	0.097
1	4	51		
2	6	43		
3	9	27		
≥ 4	5	20		
手术时间(例) Operating time			7.493	0.024
<2h	2	18		
2h~	7	64		
$\geq 3\text{h}$	15	59		
输血(有/无,例) Blood transfusion (yes/no)	15/9	45/96	8.291	0.004
使用抗凝药(有/无,例) Anticoagulants(Yes/no)	9/15	41/100	0.689	0.407
卧床时间(例) Postoperative bed time			6.656	0.036
$\leq 3\text{d}$	3	32		
4d~	6	60		
$\geq 5\text{d}$	15	49		

Note: P=positive, N=negative

表 2 腰椎融合术后患者并发 DVT 的多因素 Logistic 回归分析
Table 2 Significant risk factors for DVT after stepwise multivariate regression analysis

危险因素 Risk factors	偏回归系数 β	标准误 SE	Wald 统计量 Wald χ^2	P 值 P	优势比 OR	95% 可信区间 95% CI
年龄 ≥ 60 岁 Age ≥ 60	1.863	0.568	10.750	0.001	6.444	2.116~19.628
体重指数 $\geq 24\text{kg/m}^2$ BMI $\geq 24\text{kg/m}^2$	1.496	0.522	8.199	0.004	4.463	1.603~12.426
输血 Blood transfusion	1.248	0.583	4.576	0.032	3.484	1.110~10.932
卧床时间 $\geq 5\text{d}$ Postoperative bed time ≥ 5	1.149	0.573	4.024	0.045	3.155	1.027~9.695

因为不同的纳入标准、监测方法以及预防措施得出许多不同的观点^[8]。本研究共纳入 12 项相关因素,通过统计学分析得出年龄、体重指数、融合节段数、手术时间、输血、术后卧床时间等与腰椎融合术后早期 DVT 的形成具有相关性,年龄 60 岁及以上患者、体重指数 $\geq 24\text{kg/m}^2$ 者、术中输血患者、术后卧床天数 $\geq 5\text{d}$ 者术后早期容易并发下肢 DVT。

年龄与术后 DVT 的形成具有相关性,且随着年龄的增高 DVT 的发生率也升高^[9,10],这可能与随年龄增长血管内膜粗糙、内壁老化有关^[11]。Gephart 等^[12]对美国 430,081 例接受胸椎或胸腰椎融合术的患者进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示年龄是融合术后并发 DVT 的独立危险因素。一项针对脊柱大手术后不使用药物及机械预防 DVT 的回顾性研究^[13],共纳入 1092 例患者,结果得出年龄为 70 岁及以上患者术后更容易出现深静脉血栓栓塞事件。本研究也得出类似结论,年龄是腰椎融合术后早期并发下肢 DVT 的危险因素,60 岁及以上患者术后并发 DVT 的风险是 60 岁以下患者的 6.4 倍。因此,临床医生在制定腰椎融合术的手术计划时,需要注意和警惕患者年龄对术后早期并发 DVT 的影响。

肥胖是骨科病人术后并发深静脉血栓栓塞事件的危险因素,这是国内外相关研究都得出的结论^[14,15]。有文献^[16]报道肥胖患者发生深静脉血栓栓塞事件的风险是体重正常者的 2 倍,肥胖患者容易发生深静脉血栓形成的机制可能与体内大量脂肪限制静脉血液回流及体内存在炎症、血栓形成因子及低纤溶的环境有关,而正常体重可以降低凝血因子和纤溶酶原激活物抑制因子-1。本研究结果得出体重指数 $\geq 24\text{kg/m}^2$ 是腰椎融合术后患者并发 DVT 的危险因素,与相关文献报道相似。

本研究得出输血与腰椎融合术后早期并发下肢静脉血栓形成呈正相关,术中输血患者术后早期并发 DVT 的是未输血患者的 3.4 倍。有研究^[17,18]指出,库存血即使经过常规滤器洗涤,仍会存留有碎粒及血块,当患者输入这类库存血后,出现深静脉血栓的可能性大大增加。因此,手术患者需输血时,优先考虑输自体血,患者输注自体血的炎症反应及血细胞流变学特性均优于库存血^[19,20]。

本研究结果得出,腰椎融合术患者术后卧床时间长是术后早期并发下肢 DVT 形成的危险因素,与其他的研究结论相似^[21,22]。术后尽早活动双下肢以增加肌肉收缩,使下肢静脉血液回流速度加快,可减少术后下肢 DVT 形成的概率^[23]。相反长时间卧床及下肢制动可导致下肢深静脉血液瘀滞、流速减慢,增加了患者术后并发 DVT 的风险。有研究^[24]指出,正常人卧床休息 5d 后会出现机体血液粘度增加、红细胞聚集性增强,进而使机体血流减慢并可导致并发血栓性静脉炎。因此,应鼓励患者术后在安全下尽早下床活动或使用机械设备帮助患者增加下肢肌肉收缩,加快静脉血液回流,以预防及减少下肢 DVT 的形成。

3.3 腰椎融合术后 DVT 的预防措施

目前脊椎融合术后 DVT 的预防措施有基本预防、机械预防、药物预防。基本预防即患者主动或被动地屈伸踝关节及膝关节,并使双下肢高于心脏水平。下肢活动增加肌肉收缩时使下肢静脉血液回流速度比下肢制动时显著加快,这能够减少及预防下肢 DVT 的形成^[25]。机械预防是指使用各种机械设备帮助患者下肢肌群收缩,加快血流流动,减少下肢静脉血液的滞留。这些机械设备主要有等级弹力袜、足底泵和间歇性充气加压装置。有研究^[26]指出,常规脊柱手术后单纯使用充气加压装置和弹力袜可有效减少及预防术后 DVT 的

发生。我国的《深静脉血栓形成的诊断和治疗指南》也指出,弹力袜和间歇气压装置可有效地预防 DVT 的发生和复发^[27]。目前对于脊柱术后是否使用药物来预防 DVT 的形成尚存在争议,有学者^[28]认为脊柱术后 DVT 的发生率低,无需常规使用药物来进行预防。目前使用较广泛的抗凝药物有低分子肝素、利伐沙班、阿司匹林、肝素、华法林等。有文献报道^[29]药物预防术后 DVT 的形成相对于使用机械预防或无其他预防措施能明显减少 DVT 的发生。低分子肝素在临床上使用较广泛,是术后预防 DVT 形成的首选药物之一,其能显著降低脊椎术后 DVT 的发生率,且发生硬膜外血肿及其他出血事件的风险低^[30,31]。利伐沙班是一种使用简便的新型口服抗凝药,其在关节置换术后预防 DVT 形成的有效性已得到肯定,且其在安全性方面较传统抗凝药物具有明显的优势^[32]。

在临床上每一个患者的基本情况及手术方式都有所不同,所采用的预防措施也必然有所差异,所以我们应根据患者所具有术后 DVT 形成的危险因素进行分级,然后采取相应预防措施的阶梯预防方案,即阶梯预防。国内外学者均有相关研究,如 Eskildsen 等^[33]提出的预算法,根据患者术后并发 DVT 的风险提供一个个性化、具体化的预防方案;国内于峥嵘等^[34]根据手术患者具有的危险因子数量,分为低、中、高危组,低、中危组采取基本预防和机械预防,高危组采取机械预防加药物预防。美国胸科医师协会关于深静脉血栓栓塞症的诊断与治疗中,就脊椎术后预防 DVT 提出应根据患者所具有的高危因素不同采取不同的预防措施:(1)无高危因素的患者单纯使用基本预防;(2)具有高危因素的患者术后除了基本预防外,还应加上机械预防或药物预防进行预防;(3)有多个高危因素的患者使用基本预防、机械预防及药物预防联合进行预防^[35]。

综上所述,腰椎后路椎间融合术后早期下肢 DVT 的形成是多因素所致,且下肢深静脉血栓大多为无症状型,尽早明确诊断在临床上极为重要。对于具有高龄、肥胖、术中输血等高危因素的手术患者,术后除了给予机械预防外,还应给予必要的药物预防,以减少术后 DVT 的发生。

4 参考文献

1. Deyo RA. Fusion surgery for lumbar degenerative disc dis-

- ease: still more questions than answers[J]. Spine J, 2015, 15 (2): 272-274.
2. Goltzbecker MP, Bono CM, Wood KB, et al. Thromboembolic disease in spinal surgery: a systematic review[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2009, 34(3): 291-303.
3. Palareti G, Schellong S. Isolated distal deep vein thrombosis: what we know and what we are doing[J]. J Thromb Haemost, 2012, 10(1): 11-99.
4. Henry JC, Satiani B. Calf muscle venous thrombosis: a review of the clinical implications and therapy[J]. Vasc Endovascular Surg, 2014, 48(5-6): 396-401.
5. Gillet JL, Perrin MR, Allaert FA. Short-term and mid-term outcome of isolated symptomatic muscular calf vein thrombosis [J]. J Vasc Surg, 2007, 46(3): 513-519.
6. 余婧, 王伟, 黄建华, 等. 美国胸科医师学会第十版静脉血栓栓塞症治疗指南解读[J]. 中国血管外科杂志(电子版), 2016, 8(3): 228-231.
7. 邹林汝, 高云华, 王晓燕, 等. 下肢远端深静脉血栓的超声诊断价值[J]. 临床超声医学杂志, 2016, 18(4): 240-242.
8. 马毅. 脊柱手术后深静脉血栓预防的研究进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(8): 753-756.
9. Yoshioka K, Murakami H, Demura S, et al. Prevalence and risk factors for development of venous thromboembolism after degenerative spinal surgery[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2015, 40 (5): E301-306.
10. Buerba RA, Giles E, Webb ML, et al. Increased risk of complications after anterior cervical discectomy and fusion in the elderly: an analysis of 6253 patients in the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program database [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2014, 39 (25): 2062-2069.
11. Cardenas JC, Aleman MM, Wang JG, et al. Murine models do not recapitulate the pathophysiology of age-related venous thrombosis in humans[J]. J Thromb Haemost, 2013, 11(5): 990-2.
12. Gephart MG, Zygorakis CC, Arrigo RT, et al. Venous thromboembolism after thoracic/thoracolumbar spinal fusion[J]. World Neurosurg, 2012, 78(5): 545-552.
13. Rojas-Tomba F, Gormaz-Talavera I, Menéndez-Quintanilla I, et al. Incidence and risk factors of venous thromboembolism in major spinal surgery with no chemical or mechanical prophylaxis[J]. Rev Esp Cir Ortop Traumatol, 2016, 60(2): 133-140.
14. 姚杰, 孟尽海, 王文娟, 等. 骨科手术病人术后下肢深静脉血栓形成的危险因素[J]. 中华麻醉志, 2013, 33(4): 413-416.
15. Falck-Ytter Y, Francis CW, Johanson NA, et al. Prevention of VTE in orthopedic surgery patients: antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines[J]. Chest, 2012, 141(Suppl 2): e278-325S.
16. Allman-Farinelli MA. Obesity and venous thrombosis: a re-

- view[J]. *Semin Thromb Hemost*, 2011, 37(8): 903-907.
17. Piovela F, Wang CJ, Lu H, et al. Deep-vein thrombosis rates after major orthopedic surgery in Asia: an epidemiological study based on postoperative screening with centrally adjudicated bilateral venography[J]. *J Thromb Haemost*, 2005, 3(12): 2664-2670.
18. Spinella PC1, Carroll CL, Staff I, et al. Duration of red blood cell storage is associated with increased incidence of deep vein thrombosis and in hospital mortality in patients with traumatic injuries[J]. *Crit Care*, 2009, 13(5): R151.
19. 崔波, 赵平, 王超, 等. 输注自体血与库存血对患者术后炎症反应的影响[J]. *临床麻醉学杂志*, 2015, 31(3): 247-249.
20. 赵砚丽, 张东, 刘玉华, 等. 脊柱手术中患者回收血与库存血红细胞流变学特性的比较[J]. *中华麻醉学杂志*, 2006, 26(6): 528-530.
21. 陈剑平, 钱锐, 张潼, 等. 脊柱术后静脉血栓栓塞的危险因素分析[J]. *现代预防医学*, 2012, 39(21): 5705-5706, 5708.
22. 姚晓光, 申勇, 张英泽, 等. 后路腰椎椎间融合术后早期并发深静脉血栓形成的相关因素分析 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2008, 18(12): 910-914.
23. 岳志丰, 陈继营, 柴伟, 等. 脊柱手术后并发下肢深静脉血栓的影响因素分析[J/CD]. *中华临床医师:电子版*, 2013, 7(13): 5840-5843.
24. Kaperonis AA, Micheelsen CB, Askanazi J, et al. Effects of total hip replacement and bed rest on blood rheology and red cell metabolism[J]. *J Trauma*, 1988, 28(4): 453-457.
25. 杜绍吟. 阶段性功能锻炼在预防髋关节置换术后下肢深静脉血栓形成作用的探讨[J]. *全科护理*, 2013, 11(6): 516-517.
26. Akeda K, Matsunaga H, Imanishi T, et al. Prevalence and countermeasures for venous thromboembolic diseases associated with spinal surgery: a follow-up study of an institutional protocol in 209 patients [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2014, 39(10): 791-797.
27. 中华医学会外科学分会血管外科学组. 深静脉血栓形成的诊断和治疗指南(第 2 版)[J]. *中华外科杂志*, 2012, 50(7): 611-614.
28. 陈伟, 李渊深, 王振兴, 等. 物理措施预防脊柱术后深静脉血栓形成的临床观察[J]. *临床合理用药杂志*, 2014, 7(11A): 169-170.
29. Sansone JM, del Rio AM, Anderson PA. The prevalence of and specific risk factors for venous thromboembolic disease following elective spine surgery [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2010, 92(2): 304-313.
30. StromRG, Frempong-Boadu AK. Low-molecular-weight heparin prophylaxis 24 to 36 hours after degenerative spine surgery: risk of hemorrhage and venous thromboembolism[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2013, 38(23): E1498-1502
31. 罗科锋, 蒋国强, 卢斌, 等. 腰椎后路减压固定术后低分子肝素抗凝的安全性和有效性[J]. *中华骨科杂志*, 2015, 35(11): 1111-1116.
32. Levitan B, Yuan Z, Turpie AG, et al. Benefit-risk assessment of rivaroxaban versus enoxaparin for the prevention of venous thromboembolism after total hip or knee arthroplasty [J]. *Vasc Health Risk Manag*, 2014, 10(10): 157-167.
33. Eskildsen SM, Moll S, Lim MR. An algorithmic approach to venous thromboembolism prophylaxis in spine surgery [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2015, 28(8): 275-281.
34. 于峥嵘, 李淳德, 吕晓东, 等. 脊柱手术后静脉血栓栓塞的预防[J]. *北京大学学报: 医学版*, 2011, 43(5): 661-665.
35. Popma JJ, Berger P, Ohman, et al. Proceedings of the Seventh ACCP Conference on Antithrombotic and Thrombolytic Therapy:evidence-based guidelines[J]. *Chest*, 2004, 126(Suppl 3): 172-696S.
- (收稿日期:2017-06-15 修回日期:2017-09-03)
(英文编审 唐翔宇/贾丹彤)
(本文编辑 彭向峰)