

# 骨科手术病人不同类型急性肺栓塞的临床分析

苗琨<sup>1</sup> 张炜<sup>2</sup> 任晔<sup>3</sup> 严江涛<sup>1</sup>

**【摘要】** 目的 探讨骨科手术病人不同类型急性肺栓塞的临床特点、相关因素及意义。方法 回顾性分析我院骨科2015年1月至2019年1月经CT肺动脉成像(computed tomographic pulmonary angiography, CTPA)确诊为急性肺栓塞的40例病人的临床资料。按照栓塞部位将其分为中央型和周围型两组,其中中央型18例,周围型22例,分别记录并比较两组的临床特点(包括性别、年龄、高危因素、危险分层及手术类型等),实验室检查[包括D-二聚体(D-dimer)、肌钙蛋白、N末端B型钠尿肽前体(NT-proBNP)、血气等],心电图以及心脏超声等。结果 中央型高、中、低危病人分别为3例、10例、5例,周围型高、中、低危病人分别为0例、9例、13例,中央型中高危病人比例高于周围型,危险分层在两组间的差异有统计学意义( $\chi^2=3.922, P=0.048$ )。在临床治疗方式的选择上,中央型与周围型选择溶栓治疗的病人分别为3例和0例。其余如性别、年龄、高危因素等临床特点差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。中央型肌钙蛋白较周围型升高,差异有统计学意义( $\chi^2=5.992, P=0.025$ );其余两组间如D-dimer等实验室检查的差异无统计学意义( $P>0.05$ )。中央型心脏超声异常较周围型更常见,差异有统计学意义( $\chi^2=5.527, P=0.033$ )。结论 骨科手术病人发生中央型急性肺栓塞危险程度更高,及时完善相关检查能够提供早期诊断价值,可以指导治疗,进一步降低骨科手术肺栓塞病人死亡率、改善其预后。

**【关键词】** 肺栓塞;CT肺动脉成像;骨科手术

**Clinical analysis of different types of acute pulmonary embolism in orthopedic surgery patients.** MIAO Kun<sup>1</sup>, ZHANG Wei<sup>2</sup>, REN Ye<sup>3</sup>, YAN Jiang-tao<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Department of Cardiology, Departments of Internal Medicine, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China; <sup>2</sup>Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China; <sup>3</sup>Department of Orthopaedics, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

Corresponding author: YAN Jiang-tao, E-mail: jtyan@tjh.tjmu.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To investigate the clinical related factors and features of different types of acute pulmonary embolism in orthopedic patients. **Methods** A retrospective analysis was done on 40 patients with acute pulmonary embolism diagnosed by computed tomographic pulmonary angiography (CTPA) from January 2015 to January 2019 in Department of Orthopedics, Tongji Hospital. The patients were divided into central type and peripheral type groups according to the location of the embolism. The clinical characteristics (including gender, age, comorbidity and type of operation), laboratory examinations (including D-dimer, troponin, NT-proBNP, blood gas, etc.), ECG and echocardiography of the two groups were recorded and compared. **Results** Of 40 patients with acute pulmonary embolism, there were 18 cases of central type and 22 cases of peripheral type. There were 3, 10 and 5 patients with high, middle and low risk of central type, and 0, 9 and 13 patients with peripheral type, respectively. The proportion of patients with middle and high risk of central type was higher than that of peripheral type. Risk stratification was statistically significant between the two groups ( $\chi^2=3.922, P=0.048$ ). In the choice of clinical treatment methods, the number of central and peripheral thrombolytic therapy cases was 3 and 0 respectively. The other clinical characteristics such as gender, age and comorbidity had no significant difference ( $P>0.05$ ). There was significant difference in Troponin elevation between two groups ( $\chi^2=5.992, P=0.025$ ), and the rest laboratory tests such as D-dimer had no significant difference between the two groups ( $P>0.05$ ). Echocardiographic abnormalities in the central type

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2019.05.015

基金项目:国家自然科学基金(81800335);中央高校基本科研业务费专项资金(2172016YXMS113)

作者单位:1. 华中科技大学同济医学院附属同济医院心血管内科,武汉 430030;2. 华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科,武汉 430030;3. 华中科技大学同济医学院附属同济医院骨科,武汉 430030

通信作者:严江涛, E-mail: jtyan@tjh.tjmu.edu.cn

group were more common than in the peripheral type group, and the difference was statistically significant ( $\chi^2=5.527, P=0.033$ ). **Conclusion** The risk of central type of acute pulmonary embolism is higher in patients undergoing orthopedic surgery. Timely and selective examination can provide early diagnosis, and more effective treatment can further reduce the mortality rate and improve prognosis in patients with pulmonary embolism after orthopedic surgery.

**【Key words】** Pulmonary embolism; CT pulmonary angiography; Orthopaedic surgery

肺动脉血栓栓塞症 (pulmonary thromboembolism, PTE) 是指来自静脉系统或右心的血栓阻塞肺动脉或其分支所致疾病, 以肺循环和呼吸功能障碍为主要临床表现和病理生理特征, 因其占肺栓塞的绝大多数, 通常所称的肺栓塞即指 PTE。在美国, 肺栓塞是常见循环系统疾病, 其发病率仅次于冠心病和高血压, 占第 3 位, 每年约 30 万~60 万人患病, 死亡率高达 30%<sup>[1-3]</sup>。同时肺栓塞是骨科手术后发生率较高的并发症, 也是骨科病人围手术期死亡及医院内非预期死亡的重要因素之一。对骨科手术病人进行抗凝预防措施, 不仅可以降低 PTE 的发生率和死亡率, 而且可以减轻病人痛苦, 降低医疗费用<sup>[4,5]</sup>。

即使如此, 部分骨科手术病人仍会发生肺栓塞, 其临床表现无特异性, 严重程度不一, 早期正确评估急性肺栓塞的危险程度对病情诊断、治疗方法的选择及预后评估至关重要。其中, 具有高度的特异度和敏感度的 CT 肺动脉成像 (computed tomographic pulmonary angiography, CTPA)<sup>[6,7]</sup> 目前是临床上诊断急性肺栓塞的首选方法<sup>[8,9]</sup>。

本研究对 40 例骨科手术后经 CTPA 确诊的肺栓塞病人进行回顾性分析, 并根据肺栓塞受累部位将其分为中央型及周围型。本文旨在初步探讨骨科手术后发生中央型和周围型肺栓塞的临床相关因素及 CTPA 特征, 以期进一步提高骨科手术后 PTE 的诊断水平。

## 资料与方法

### 一、一般资料

对 2015 年 1 月至 2019 年 1 月于我院骨科行手术治疗, 并经 CTPA 首次确诊为急性肺栓塞的 40 例病人的临床资料进行回顾性分析, 其中男 21 例, 女 19 例; 年龄为 (66.23±11.24) 岁 (52~88 岁), 中央型肺栓塞 18 例, 周围型肺栓塞 22 例。肺栓塞发生时间为术后 (4.1±1.6) d (2~8 d)。其中髌部骨折手术 (包括股骨颈、股骨转子间、转子下骨折的内固定手术) 7 例, 髌关节置换术 7 例, 膝关节置换术 7 例, 骨盆骨折切开复位内固定术 6 例, 胫骨骨折切开复位内固定术 5 例, 脊柱手术 5 例, 膝关节半月板成型术 1 例,

小腿植皮术 1 例, 大腿截肢术 1 例。临床病症表现为: 呼吸困难 26 例, 胸闷、胸痛 22 例, 下肢肿胀 30 例, 咳嗽 14 例, 意识丧失 2 例。病人在确诊后均采取对症治疗, 进行抗凝、溶栓、下腔静脉滤器置入等治疗, 其中 1 例病人于院内死亡。

CTPA 诊断急性肺栓塞的标准为: ①管腔部分性充盈缺损, 表现为肺动脉及其分支中心性充盈缺损影, 可见到“环征”“轨道征”“漂浮征”或“马鞍征”; 栓子亦可为偏向性, 与动脉壁呈锐角, 栓塞动脉的管径可正常或增粗。②管腔闭塞: 当动脉完全被栓子堵塞时, 表现为部分性或完全性闭塞。肺动脉管腔多正常或增粗<sup>[10]</sup>。

### 二、CTPA 检查方法

应用美国通用 64 排螺旋 CT, 以 5 ml/s 流率经肘前静脉注射非离子型碘对比剂 (碘克沙醇) 15 ml, 并以相同速度追加生理盐水 20 ml。采用小剂量测试法, ROI 设置在肺动脉主干, 计算出肺动脉峰值, 然后用同样的注射方式注射 20 ml 对比剂及 25 ml 生理盐水, 把计算出的肺动脉峰值时间带入扫描, 扫描范围为自胸廓入口至双侧肋膈角平面。

由 1 名有 10 年影像诊断工作经验的高年资放射科医师对所有病人的影像学资料进行阅片、分析。根据栓塞部位累及纵隔动脉 (肺动脉干, 左、右叶间动脉, 左、右肺动脉) 及肺叶动脉 (双肺上叶肺动脉、双肺下叶肺动脉、右肺中叶及左肺舌叶肺动脉) 分为中央型 (18 例), 如图 1 a、b 所示; 根据栓塞部位累及肺段及亚段动脉 (肺段动脉包括双肺上叶 3 支、双肺下叶各 5 支、右肺中叶及左肺舌段各 2 支) 分为周围型 (22 例), 如图 1 c、d 所示<sup>[11,12]</sup>。

### 三、急性肺栓塞危险分层的指标

根据中华医学会心血管病学分会肺血管病学组于 2018 年发布的《肺血栓栓塞症诊治与预防指南》<sup>[13]</sup> (后文简称指南), 对纳入的急性肺栓塞病人进行危险分层: ①低危组, 无休克表现同时无右心功能不全或心肌损伤; ②中危组, 无休克或低血压的表现, 但存在右心功能不全和 (或) 心肌出现损伤者; ③高危组, 出现休克或持续性低血压的血流动力学不稳定。



图1 骨科手术后不同类型肺栓塞病人CTPA影像 a:为65岁膝关节置换术后双侧肺动脉主干栓塞病人,白色箭头为肺栓塞部位,左侧肺动脉几乎完全栓塞;b:为66岁膝关节置换术后双侧肺动脉栓塞病人,白色箭头为肺栓塞后出现的“轨道征”;c:为62岁股骨骨折切开复位内固定术后周围型肺栓塞病人,白色箭头提示充盈缺损为肺栓塞部位;d:为55岁胫骨骨折切开复位内固定术后周围型肺栓塞病人,白色箭头提示充盈缺损为肺栓塞部位

#### 四、血液生化标志物检查

急诊或入院后24 h内检查及术后复查结果,如24 h内有>1次检查,则入选异常程度最高者,但必须是抗凝或溶栓治疗前的检查结果。所有病人统一测定D-二聚体(D-dimer)、N末端B型钠尿肽前体(NT-proBNP)、心肌肌钙蛋白I(cardiac troponin I, cTnI)、动脉血氧分压(PaO<sub>2</sub>)、动脉血二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>)等。特别需要指出的是由于我院2016年对肌钙蛋白检测方法进行了改进,因此无法对两种检测方法的具体数值进行比较,仅观察cTnI较正常值是否升高。

#### 五、心电图及心脏超声变化情况

查看并记录病人入院及术后复查心电图情况,根据“指南”,肺栓塞常见心电图变化包括:心电图肢导联呈现S I Q III T III型、胸前导联T波倒置、下壁导联ST段压低和T波倒置、窦性心动过速、房性心动过速、右束支传导阻滞等。根据“指南”对心脏超声提示肺栓塞的直接征象为发现肺动脉近端或右心腔血栓,虽可明确诊断,但临床阳性率低。间接征象多有右心负荷过重的表现,如右心室壁局部运动幅度

下降,右心室和(或)右心房扩大,三尖瓣反流速度增快以及室间隔左移运动异常,肺动脉干增宽等<sup>[13]</sup>。

#### 六、统计学方法

数据的统计分析选用SPSS 23.0软件(IBM公司,美国),计量资料用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,先对各项计量资料进行正态性检验,计量资料如病人年龄、身体质量指数(body mass index, BMI)、PaCO<sub>2</sub>、NT-proBNP、PaO<sub>2</sub>、D-dimer、cTnI不服从正态分布,两组间比较采用两个独立样本曼-惠特尼检验。计数资料用频数表示,如性别、cTnI、心电图异常、心脏超声异常等临床特点,两组间比较采用 $\chi^2$ 检验及Fisher精确概率法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

### 结 果

#### 一、中央型肺栓塞病人和周围型肺栓塞病人临床特点的比较

病人临床特点的比较见表1。中央型肺栓塞病人和周围型肺栓塞病人的性别、年龄、BMI、常见临床症状、高危因素进行比较,差异均无统计学意义( $P$ 均>0.05);中央型肺栓塞病人危险分层中的中高

**表 1 骨科手术后不同类型肺栓塞病人临床特点比较**

项目	中央型 (18 例)	周围型 (22 例)	$\chi^2(t)$ 值	P 值
年龄( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	60.92±10.32	63.27±12.72	0.781	0.504
性别(例)				
男	8	13	0.825	0.356
女	10	9		
BMI( $\bar{x}\pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	24.78±2.32	23.63±2.73	1.473	0.875
高危因素[例(%)]				
静脉血栓栓塞症病史	2(11.1)	3(13.6)	0.702	0.983
糖尿病	2(11.1)	2(9.1)		
肺部疾病	3(16.7)	2(9.1)		
心血管疾	4(22.2)	3(13.6)		
高血压	5(27.8)	6(27.3)		
肥胖	5(27.8)	6(27.3)		
临床症状[例(%)]				
呼吸困难	10(55.6)	16(72.7)	1.283	0.257
胸闷、胸痛	12(66.7)	10(45.5)	1.801	0.181
咳嗽	9(50.0)	5(22.7)	3.237	0.072
下肢肿胀	14(77.8)	16(72.7)	0.135	0.972
危险分层[例(%)]				
高危	3(16.7)	0	3.922	0.048
中危	10(55.6)	9(40.9)		
低危	5(27.8)	13(59.1)		
治疗方式(例)				
抗凝	15	22	4.132	0.127
溶栓	3	0		
置入下腔静脉滤器	1	2		

危病人明显多于周围型,与周围型栓危险分层比较差异有统计学意义( $\chi^2=3.922, P=0.048$ )。大多数病人接受了对症及抗凝治疗,中央型中有 3 例病人接受了溶栓治疗,共有 3 例病人进行了下腔静脉滤器置入术。在表 2 中我们列举了两种类型肺栓塞病人进行的骨科手术的具体类型。

二、中央型肺栓塞病人和周围型肺栓塞病人实验室辅助检查的比较

病人实验室辅助检查结果见表 3,中央型肺栓

**表 2 骨科手术后不同类型肺栓塞病人手术类型比较(例)**

手术类型	中央型	外周型	$\chi^2$ 值	P 值
髌部骨折手术*	3	4	4.618	0.798
髋关节置换术	3	4		
膝关节置换术	2	5		
骨盆骨折切开复位内固定术	3	3		
胫骨骨折切开复位内固定术	3	2		
脊柱手术	3	2		
膝关节半月板成型术	1	0		
小腿植皮术	0	1		
大腿截肢术	0	1		

注:\*包括股骨颈、股骨转子间、转子下骨折的内固定手术

塞病人和周围型肺栓塞病人实验室检查指标(手术前后 D-dimer、NT-proBNP、血气分析等)的差异均无统计学意义。

三、中央型肺栓塞病人和周围型肺栓塞病人其他辅助检查的比较

病人其他辅助检查结果见表 4,中央型肺栓塞病人和周围型肺栓塞病人分别有 10 例和 16 例完善了心电图检查,其中心电图异常的人数分别为 7 例和 6 例;两组分别有 11 例和 16 例完善了心脏超声检查,其中心脏超声异常的人数分别为 6 例和 2 例。两组间超声异常发生率比较差异有统计学意义( $\chi^2=5.527, P=0.033$ )。与周围型相比,中央型的 cTnI 升高更明显,差异有统计学意义( $\chi^2=5.992, P=0.025$ )。

## 讨 论

肺血栓栓塞症是临床常见的急性血管疾病,也是骨科大手术后发生率较高的并发症之一。欧美国骨科大手术后 PTE 的发生率为 0.87%~1.99%<sup>[14,15]</sup>;在亚洲发生率为 1.10%<sup>[16]</sup>;在中国发生率为 0.3%~0.47%<sup>[17,18]</sup>。静脉血流淤滞、静脉内膜损伤和高凝状态是静脉血栓形成三大主要因素。接受骨科大手术的病人均具有以上三方面危险因素,所以是 PTE 发生的极高危人群<sup>[19-21]</sup>。特别是当病人伴有其他危险因素时,发生 PTE 的风险更高<sup>[22]</sup>。该疾病会引起病

**表 3 骨科手术后不同类型肺栓塞病人实验室检查结果比较**

实验室检查项目	中央型 [数值(检测例数)]	周围型 [数值(检测例数)]	t 值	P 值
术前 D-dimer( $\mu\text{g/ml FEU}$ )	8.42±3.11(11)	6.54±3.43(15)	0.426	0.731
术后 D-dimer( $\mu\text{g/ml FEU}$ )	9.98±2.48(12)	7.13±3.22(18)	0.703	0.343
NT-proBNP(ng/L)	229.00±291.27(8)	231.70±218.86(12)	0.421	0.580
PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	38.38±10.42(8)	36.21±11.18(10)	0.849	0.754
PaO <sub>2</sub> (mmHg)	71.82±19.79(8)	80.10±20.36(10)	1.088	0.652

**表4 骨科手术后不同类型肺栓塞病人辅助检查结果比较**

辅助检查项目	中央型	周围型	$\chi^2$ 值	P值
心电图异常例数 <sup>a</sup> /检查例数	7/10	6/16	2.600	0.226
心脏超声异常例数 <sup>b</sup> /检查例数	6/11	2/16	5.527	0.033
cTnI升高例数/检查例数	11/14	5/15	5.992	0.025

注:<sup>a</sup>心电图异常特指心电图肢导联呈现SIQIII型、胸前导联T波倒置、下壁导联ST段压低和T波倒置、窦性心动过速、房性心动过速、右束支传导阻滞等;<sup>b</sup>心脏超声异常特指右心负荷过重的表现,如右心室壁局部运动幅度下降,右心室和(或)右心房扩大,三尖瓣反流速度增快以及室间隔左移运动异常,肺动脉干增宽等

人出现呼吸困难、咳嗽、咳血、气短、胸痛、晕厥等症状,严重时甚至会出现猝死。因其早期症状无特异性,在临床诊断过程中极易造成误诊和漏诊。为了进一步提高骨科医生对PTE的认识,降低PTE的发生率、死亡率、减轻病人的痛苦,中华医学会骨科学分会专门制定了相关指南<sup>[23]</sup>并进行推广应用,大大降低了我国骨科手术PTE的发生率。尽管如此,PTE仍然是骨科术后最常见、最严重的并发症之一。因此,对骨科术后的病人需要警惕PTE的发生,注意病人出现PTE后相关症状、体征的变化,及时完善相关实验室检查、辅助检查并借助影像学检查技术对病人进行诊断并及时进行治疗。

值得注意的是肺栓塞的风险不仅仅与栓塞的面积、血栓大小相关,也与发生的时间、对血流动力学的影响相关。因此依据肺栓塞发生部位可对其解剖进行分层,而临床工作中需要分析其对血流动力学影响进行危险分层<sup>[1]</sup>。但是,因骨科术后病人具有高肺栓塞风险,所以大部分诊断为肺栓塞的病人基本均为急性肺栓塞。我们观察发现骨科手术后发生肺栓塞的病人肺栓塞面积越大,其对血流动力学、右心功能不全影响越大。骨科手术后出现呼吸困难、

胸闷、胸痛等症状的可疑肺栓塞病人,如果能够及时进行Caprini血栓风险因素评估、完善相关辅助检查(如:D-dimer、cTnI、NT-proBNP、血气分析、心电图、心脏超声等相关检查,但其特异性、敏感性较低),根据肺栓塞诊断流程图(图2)<sup>[13]</sup>或难以与其他疾病相鉴别时(如心力衰竭、急性冠脉综合征等)可行CTPA明确诊断。对肺栓塞病人及时进行治疗,对改善肺栓塞病人的预后具有十分重要的意义<sup>[22]</sup>。这里特别需要指出的是,鉴于骨科病人术前多具有D-dimer升高情况,所以很难以D-dimer升高作为骨科手术后病人是否发生肺栓塞的标准,美国骨科医师协会(American Academy of Orthopaedic Surgery, AAOS)也不认为D-dimer是骨科手术病人诊断肺栓塞的可靠标志物<sup>[24,25]</sup>。虽然辅助检查对于肺栓塞诊断的敏感性和特异性较低,但是我们的发现,心脏超声、cTnI对于中央型肺栓塞病人敏感性要高于周围型肺栓塞病人。而肺栓塞病人心脏超声改变往往容易被医生忽略,因此需要加强骨科医生以及相关科室医生对检查结果的警惕性。

CTPA具有空间分辨率高、扫描速度快的特点,并且能够多角度、多方位对血栓的部位、形态、血管受损情况等显示。因此,CTPA为肺血栓栓塞首选确诊手段<sup>[7,9]</sup>。肺栓塞在CTPA征象包括间接征象和直接征象,间接征象及胸部继发改变包括:肺动脉高压、肺梗死、右心增大、胸腔积液、马赛克征等。直接征象表现为:①管腔部分充盈缺损,分为中央型和偏心型,可见到“漂浮征”“轨道征”“环征”或“马鞍征”,其中以偏心型为主,栓塞动脉管径可正常或增粗。②管腔完全闭塞:表现为双侧或一侧肺叶、肺段动脉完全闭塞,无造影剂显示。目前关于在肺血栓栓塞症危险分层中应用CTPA仍有争议,区别于周

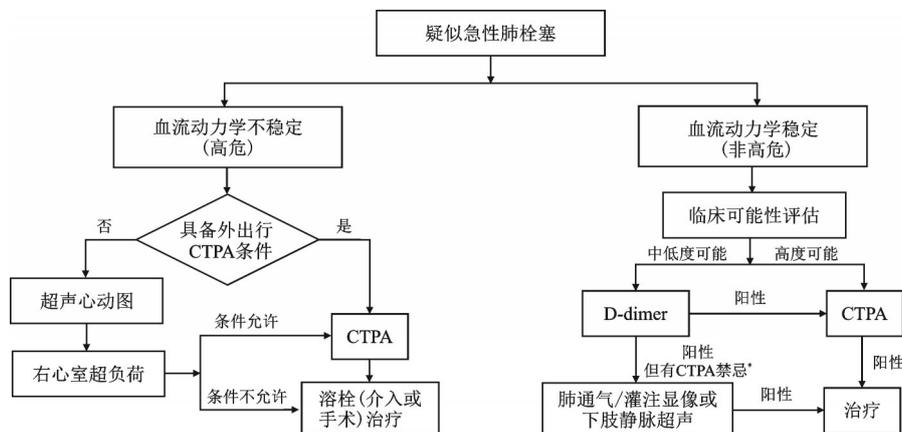


图2 疑似肺血栓栓塞症诊断流程(资料来源于参考文献[13]) \*如:碘剂过敏、严重肾功能不全、孕妇等

围型肺栓塞预后, 中央型肺栓塞病人出现右心负荷过重表现改变者通常为高危组, 出现心肌损害、右心功能不全、低血压休克, 甚至猝死等, 对临床评估预后有一定应用价值<sup>[26]</sup>。充分了解肺栓塞 CTPA 影像学改变有助于骨科医师在第一时间对肺栓塞进行诊断, 调整治疗方案, 从而改善病人远期预后。

### 参 考 文 献

- [1] Konstantinides SV. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism [J]. *Eur Heart J*, 2014, 35(45): 3145-3146.
- [2] Kline JA, Kabrhel C. Emergency evaluation for pulmonary embolism, part 1: clinical factors that increase risk [J]. *J Emerg Med*, 2015, 48(6): 771-780.
- [3] LaMori JC, Shoheiber O, Mody SH, et al. Inpatient resource use and cost burden of deep vein thrombosis and pulmonary embolism in the United States [J]. *Clin Ther*, 2015, 37(1): 62-70.
- [4] Streiff MB, Haut ER. The CMS ruling on venous thromboembolism after total knee or hip arthroplasty: weighing risks and benefits [J]. *JAMA*, 2009, 301(10): 1063-1065.
- [5] Thirugnanam S, Pinto R, Cook DJ. Economic analyses of venous thromboembolism prevention strategies in hospitalized patients: a systematic review [J]. *Crit Care*, 2012, 16(2): R43.
- [6] Winer-Muram HT, Rydberg J, Johnson MS, et al. Suspected acute pulmonary embolism: evaluation with multi-detector row CT versus digital subtraction pulmonary arteriography [J]. *Radiology*, 2004, 233(3): 806-815.
- [7] Hayashino Y, Goto M, Noguchi Y, et al. Ventilation-perfusion scanning and helical CT in suspected pulmonary embolism: meta-analysis of diagnostic performance [J]. *Radiology*, 2005, 234(3): 740-748.
- [8] Weiss CR, Scatarige JC, Diette GB, et al. CT pulmonary angiography is the first-line imaging test for acute pulmonary embolism: a survey of US clinicians [J]. *Acad Radiol*, 2006, 13(4): 434-446.
- [9] Sherk WM, Stojanovska J. Role of clinical decision tools in the diagnosis of pulmonary embolism [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2017, 208(3): W60-W70.
- [10] 高廷军, 刘卫民, 韩桂枝. 急性肺血栓栓塞症患者螺旋 CT 肺动脉造影影像学特点分析 [J]. *医学影像学杂志*, 2015, 25(5): 808-810.
- [11] 周旭辉, 李菁, 李子平, 等. 急性肺动脉栓塞的 CT 表现与疾病严重程度关系 [J]. *中华放射学杂志*, 2006, 40(9): 918-922.
- [12] 李菲, 唐笑先, 师建强, 等. 不同类型急性肺栓塞临床相关因素分析及胸部继发改变的 CT 肺动脉成像特征 [J]. *中华放射学杂志*, 2018, 52(1): 9-14.
- [13] 中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组, 中国医师协会呼吸医师分会肺栓塞与肺血管病工作委员会, 全国肺栓塞与肺血管病防治协作组. 肺血栓栓塞症诊治与预防指南 [J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(14): 1060-1087.
- [14] Akpınar EE, Hoşgün D, Akan B, et al. Does thromboprophylaxis prevent venous thromboembolism after major orthopedic surgery? [J]. *J Bras Pneumol*, 2013, 39(3): 280-286.
- [15] Dixon J, Ahn E, Zhou L, et al. Venous thromboembolism rates in patients undergoing major hip and knee joint surgery at Waitemata District Health Board: a retrospective audit [J]. *Intern Med J*, 2015, 45(4): 416-422.
- [16] Cha SI, Lee SY, Kim CH, et al. Venous thromboembolism in Korean patients undergoing major orthopedic surgery: a prospective observational study using computed tomographic (CT) pulmonary angiography and indirect CT venography [J]. *J Korean Med Sci*, 2010, 25(1): 28-34.
- [17] 钱文伟, 翁习生, 常晓, 等. 人工髋关节置换后深静脉血栓形成影响因素的回顾分析 [J]. *中国组织工程研究*, 2012, 16(4): 622-625.
- [18] 尹知训, 余楠生, 卢伟杰, 等. 初始全髋关节置换术静脉血栓栓塞症预防的临床研究 [J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2013, 6(s1): 57-60.
- [19] Heit JA, O'Fallon WM, Petterson TM, et al. Relative impact of risk factors for deep vein thrombosis and pulmonary embolism: a population-based study [J]. *Arch Intern Med*, 2002, 162(11): 1245-1248.
- [20] Anderson FA Jr, Spencer FA. Risk factors for venous thromboembolism [J]. *Circulation*, 2003, 107(23 Suppl 1): I9-I16.
- [21] Geerts WH, Pineo GF, Heit JA, et al. Prevention of venous thromboembolism: the seventh ACCP conference on antithrombotic and thrombolytic therapy [J]. *Chest*, 2004, 126(3 Suppl): 338S-400S.
- [22] Gudipati S, Fragkakis EM, Ciriello V, et al. A cohort study on the incidence and outcome of pulmonary embolism in trauma and orthopedic patients [J]. *BMC Med*, 2014, 12: 39.
- [23] 中华医学会骨科学分会. 中国骨科大手术静脉血栓栓塞症预防指南 [J]. *中华骨科杂志*, 2016, 36(2): 65-71.
- [24] Saleh J, El-Othmani MM, Saleh KJ. Deep vein thrombosis and pulmonary embolism considerations in orthopedic surgery [J]. *Orthop Clin North Am*, 2017, 48(2): 127-135.
- [25] McRae SJ, Ginsberg JS. Update in the diagnosis of deep-vein thrombosis and pulmonary embolism [J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2006, 19(1): 44-51.
- [26] Furlan A, Aghayev A, Chang CC, et al. Short-term mortality in acute pulmonary embolism: clot burden and signs of right heart dysfunction at CT pulmonary angiography [J]. *Radiology*, 2012, 265(1): 283-293.

(收稿日期: 2019-07-02)

(本文编辑: 龚哲妮)