

Risk factors of complicated systemic circulation air embolism in CT-guided percutaneous lung biopsy

LIU Shihe¹, YU Hualong¹, FU Qing², TANG Xiaoyan¹,
ZHANG Liang¹, ZHANG Zaixian¹, ZHANG Chuanyu^{1*}

(1. Department of Radiology, 2. Department of Ultrasound, the Affiliated
Hospital of Qingdao University, Qingdao 266000, China)

[Abstract] **Objective** To explore the risk factors of complicated systemic circulation air embolism in CT-guided percutaneous lung biopsy. **Methods** Totally 1 121 patients underwent CT-guided percutaneous lung biopsy were retrospectively analyzed, and were divided into concurrent air embolism group (test group) and no air embolism complications group (control group) according to whether air embolization occurred or not during the operations. For patient factors (age, gender, cough and emphysema), lesion factors (maximum diameter of lesion, location [upper, middle or lower lobe], depth [distance between the pleura in puncture direction to the edge of lesion] and nature of lesion [solid, partially solid]), puncture process factors (whether actual location of lesion during puncture was higher than that of the level of the left atrium, puncture position, whether the trocar was applied, the number of samples, the operation time [time of starting the positioning scan of the lesion to the completion of the operation and review the time of the end of CT], postoperative pneumothorax and peripheral lung bleeding) were analyzed with *t* test or Fisher's exact test. **Results** Twelve patients (12/1 121, 1.07%) were detected with air embolism. The left ventricular was frequently evolved (11/12, 91.67%), while obvious symptoms were observed in only 2 patients. The differences of whether the actual location of lesion was higher than that of the left atrium during puncture and whether coughing during puncture between the two groups were statistically significant ($P=0.02, 0.04$). **Conclusion** The actual location of lesion during puncture is higher than that of the left atrium and coughing during puncture may be risk factors for systemic circulation air embolism in CT-guided percutaneous lung biopsy.

[Key words] Embolism; air; Complications; Lung; Biopsy; Tomography, X-ray computed

DOI:10.13929/j.1672-8475.201804017

CT 引导下经皮肺穿刺活检并发体循环空气栓塞的危险因素

刘世合¹, 于华龙¹, 付青², 唐晓燕¹, 张亮¹, 张在先¹, 张传玉^{1*}

(1. 青岛大学附属医院放射科, 2. 超声科, 山东 青岛 266000)

[摘要] **目的** 探讨经皮肺穿刺并发体循环空气栓塞的危险因素。**方法** 回顾性分析 1 121 例经皮肺穿刺活检患者的资料, 根据穿刺过程中及穿刺结束后胸部 CT 观察是否伴发体循环空气栓塞, 将其分为并发体循环空气栓塞组(气栓组)与无体循环空气栓塞组(对照组)。以两独立样本 *t* 检验或 Fisher 确切概率法比较 2 组间患者因素(年龄、性别、是否咳嗽、是否有肺气肿)、病灶因素[病灶最大径、位置(上、中叶或下叶)、深度(穿刺方向胸膜到病灶边缘的距离)、病灶性质(实性、部分实性)]、穿刺过程因素[穿刺时病灶实际位置是否高于左心房水平、穿刺体位、是否应用套管针、取样次数、手术时

[第一作者] 刘世合(1981—), 男, 山东临朐人, 在读博士, 主治医师。研究方向: 胸部影像学。E-mail: shihe528@126.com

[通信作者] 张传玉, 青岛大学附属医院放射科, 266000。E-mail: zhangchuanyu0926@163.com

[收稿日期] 2018-04-12 **[修回日期]** 2018-05-22

间(开始进行病灶定位扫描到手术完成后复查 CT 结束的时间)、术后是否有气胸和周围肺野出血]的差异。**结果** 12 例(12/1 121, 1.07%)发生体循环空气栓塞,其中 11 例(11/12, 91.67%)于左心室检出气体,仅 2 例出现明显症状。穿刺时病灶实际位置是否高于左心房位置及穿刺过程中是否咳嗽组间差异有统计学意义($P=0.02, 0.04$)。**结论** 穿刺时病灶实际位置高于左心房位置及穿刺过程中咳嗽可能是 CT 引导下经皮肺穿刺活检并发体循环空气栓塞的危险因素。

[关键词] 栓塞,空气;并发症;肺;活组织检查;体层摄影术,X 线计算机

[中图分类号] R56; R814.42 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8475(2018)10-0592-05

作为一项成熟技术,CT 引导下经皮肺穿刺活检术临床应用越来越多,其最常见的并发症为气胸、咯血等^[1-2],除少数严重病例外,一般不需特殊处理。体循环空气栓塞是少见并发症之一^[3-6],可导致严重后果^[7-9]。本研究回顾性分析经皮肺穿刺合并空气栓塞的患者资料,分析其危险因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2014 年 1 月—2016 年 12 月 1 121 例于我院接受 CT 引导下经皮肺穿刺活检患者,男 663 例,女 458 例,年龄 8~86 岁,平均(58.7±11.2)岁;穿刺前均接受常规 CT 平扫,712 例同时接受增强 CT 扫描。

1.2 仪器与方法 术前行血常规及凝血常规检查,咳嗽频繁者提前给予止咳镇静药。穿刺前行呼吸屏气训练。根据 CT 资料初步确定穿刺病灶及穿刺体位(仰卧位或俯卧位,必要时侧卧位)。采用 Philips Bright 16 层 CT 机进行穿刺前 CT 扫描,扫描范围为病灶中心上下 3~4 cm,层厚 3~5 mm,连续螺旋扫描,层间隔 3~5 mm。采用自制导管栅条的体表标记结合 CT 扫描机定位光标进行体表定位,确定穿刺点,测量穿刺深度及方向。常规消毒、铺巾,局部麻醉,扫描穿刺层面,确认所选进针路径。肿块最大径≤3 cm 时,按预定方向在屏气状态下将同轴套管针快速穿过胸膜,抵达预设深度后再行 CT 扫描,确定针尖位置,尽量不退出胸膜腔,调整穿刺针角度和深度,确认针尖位于病灶内或病灶边缘时,拔出针芯,插入 18G 或 20G 活检针(BARD)完成取样。肿块最大径>3 cm 时,经麻醉针定位后,直接应用活检针、活检枪完成取样。根据标本量和患者耐受程度,决定是否再次穿刺取样。将取样组织用 4%甲醛溶液或 95%乙醇固定后送病理组织学检查。

穿刺过程中及穿刺结束后行全肺 CT 扫描,观察有无体循环空气栓塞患者,重点观察左心房、左心室、冠状动脉、主动脉及其三大分支是否有气体密度;上述部位发现空气栓子或未发现栓子但出现失语、偏瘫、意识丧失者加扫颅脑 CT。如连续两个层面观察到气体密度

(CT 值低于-200 HU),即认为发生体循环空气栓塞^[10]。根据是否发生栓塞,将患者分为并发体循环空气栓塞组(气栓组)和无体循环空气栓塞组(对照组)。

1.3 数据分析 将可能导致体循环空气栓塞的影响因素分为患者因素、病灶因素和穿刺过程因素 3 个方面,其中患者因素包括年龄、性别、是否有肺气肿、是否咳嗽;病灶因素包括病灶最大径、位置(上、中叶或下叶)、深度(穿刺方向胸膜到病灶边缘的距离)、病灶类型(实性、部分实性);穿刺过程因素包括穿刺时病灶实际位置是否高于左心房水平、穿刺体位、是否应用套管针、取样次数、手术时间(开始进行病灶定位扫描到手术完成后复查 CT 结束的时间)、术后是否有气胸和针道周围肺组织出血。

1.4 随访 对气栓组患者于穿刺当日及 1 周时随访,复查心脏超声及颅脑 MRI,确定有无相关心脑血管并发症,判断其预后(存活/后遗症)。

1.5 统计学分析 采用 SPSS 18.0 统计分析软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。以独立样本 t 检验比较 2 组间各因素差异;计数资料以频数或百分率表示,采用 Fisher 确切概率法比较 2 组间各因素。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

1 121 例中,12 例发生体循环空气栓塞(表 1),发生率约 1.07%(12/1 121),仅 2 例(2/12, 16.67%)出现明显症状,其中 1 例合并右冠状动脉气体栓塞,经积极抢救治疗后康复出院。12 例中,11 例(11/12, 91.67%)于左心室检出气体,另外于主动脉、左心房、头臂动脉、脑动脉、冠状动脉等部位亦检出气体,2 例(2/12, 16.67%)气体进入脑动脉(图 1),1 例(1/12, 8.33%)进入冠状动脉(图 2)。

各因素中,穿刺时病灶实际位置高于左心房位置及穿刺过程中是否咳嗽组间差异有统计学意义(P 均<0.05),余差异均无统计学意义(P 均>0.05,表 2)。

3 讨论

空气栓塞是 CT 引导下经皮肺穿刺活检的少见并发症,既往认为其发生率仅 0.001%~0.003%^[4],近年

表 1 12 例患者一般情况

序号	气体位置	症状	处理	预后
1	左心室	无症状	吸入 100% 氧气	存活无后遗症
2	左心室	无症状	吸入 100% 氧气	存活无后遗症
3	左心室、脑血管	低血压、抽搐	吸入 100% 氧气、高压氧	存活无后遗症
4	左心室	无症状	吸入 100% 氧气	存活无后遗症
5	左心室、脑血管	无症状	吸入 100% 氧气	存活无后遗症
6	左心室、头臂动脉	无症状	吸入 100% 氧气	存活无后遗症
7	左心室	无症状	吸入 100% 氧气	存活无后遗症
8	左心室、降主动脉	无症状	吸入 100% 氧气	存活无后遗症
9	左心室	无症状	吸入 100% 氧气	存活无后遗症
10	左心室、右冠状动脉	胸痛、胸闷， 低血压休克	吸入 100% 氧气，升压、 扩容、纠正休克	存活无后遗症
11	左心室	无症状	吸入 100% 氧气	存活无后遗症
12	左心房	无症状	吸入 100% 氧气	存活无后遗症

表 2 发生体循环空气栓塞的影响因素分析

影响因素	气栓组 (n=12)	对照组 (n=1 109)	P 值
年龄(岁)	57.3±6.9	61.2±10.8	0.21
性别[例(%)]			0.25
男	5(41.67)	658(59.33)	
女	7(58.33)	451(40.67)	
肺气肿[例(%)]			0.53
阳性	5(41.67)	346(31.20)	
阴性	7(58.33)	763(68.80)	
病灶最大径(mm)	34.28±19.11	39.17±21.75	0.44
位置[例(%)]			0.57
上、中叶	6(50.00)	643(57.98)	
下叶	6(50.00)	466(42.02)	
病灶深度(mm)	24.32±14.53	19.88±23.21	0.51
病灶类型[例(%)]			0.14
实性	8(66.67)	920(82.96)	
部分实性	4(33.33)	189(17.04)	
穿刺体位[例(%)]			0.07
仰卧	4(33.33)	688(62.04)	
俯、侧卧	8(66.67)	421(37.96)	
穿刺时病灶实际位置高于左心房[例(%)]			0.02
是	11(91.67)	623(56.18)	
否	1(8.33)	486(43.82)	
应用套管针[例(%)]			0.48
是	11(91.67)	876(78.99)	
否	1(8.33)	233(21.01)	
穿刺过程中咳嗽[例(%)]			0.04
是	9(75.00)	477(43.01)	
否	3(25.00)	632(56.99)	
手术时间(min)	27.48±6.57	24.72±10.29	0.35
取样次数(次)	2.49±1.01	2.69±1.18	0.56
气胸[例(%)]			0.16
有	5(41.67)	256(23.08)	
无	7(58.33)	853(76.92)	
针道周围肺组织出血[例(%)]			0.15
有	10(83.33)	683(61.59)	
无	2(16.67)	426(38.41)	

来,发现其发生率可达 3.8%^[10],本组为 1.07%。本组发现进入体循环的空气量均很少,最常检出部位是左心室,患者多无明确临床症状。当进入体循环的空气量较多或空气进入脑血管循环及冠状动脉时,患者多出现较明显的临床症状,如失语、偏瘫、意识丧失、心律失常、心脏骤停、血压下降、休克等,此时应给予足够重视,及时复查胸部 CT,必要时加扫颅脑 CT。冠状动脉及脑动脉发生气体栓塞时,预后较差,死亡率可达 26.3%^[6]。一旦明确为空气栓塞,应及时将患者置于平卧位或头低足高位,使其持续吸入纯氧;对呼吸、心搏骤停者应立即进行心肺复苏,伴休克症状时,积极对症处理。高压氧治疗是目前公认的治疗体循环空气栓塞的一线治疗方法,但对于伴严重肺气肿、肺大泡或术后出现气胸者属于禁忌。本组 12 例空气栓塞患者中,2 例空气进入脑循环,其中 1 例无明确不适,1 例出现低血压、抽搐等症状,经即刻吸氧和后期高压氧治疗后无后遗症,复查颅脑 CT 无明确异常。1 例发生右冠状动脉空气栓塞,患者立即出现胸痛、胸闷及低血压休克症状,经积极抢救处理后,复查冠状动脉内气体消失,未出现后遗症。

本研究通过分析影响空气栓塞发生的因素,发现穿刺过程中患者是否咳嗽及穿刺时病灶实际位置是否高于左心房水平在 2 组之间差异有统计学意义,提示这两个因素可能与空气栓塞并发症有关。通常肺静脉内压力仅约 10 cm·H₂O,患者咳嗽时,特别是咳嗽早期(声门未开放前)肺内压力可急剧升高至 180 cm·H₂O 甚至更高^[11]。因此,对于术前咳嗽频繁者,应给予止咳药物或谨慎掌握适应证。穿刺过程中咳嗽多由于针道周围血管损伤出

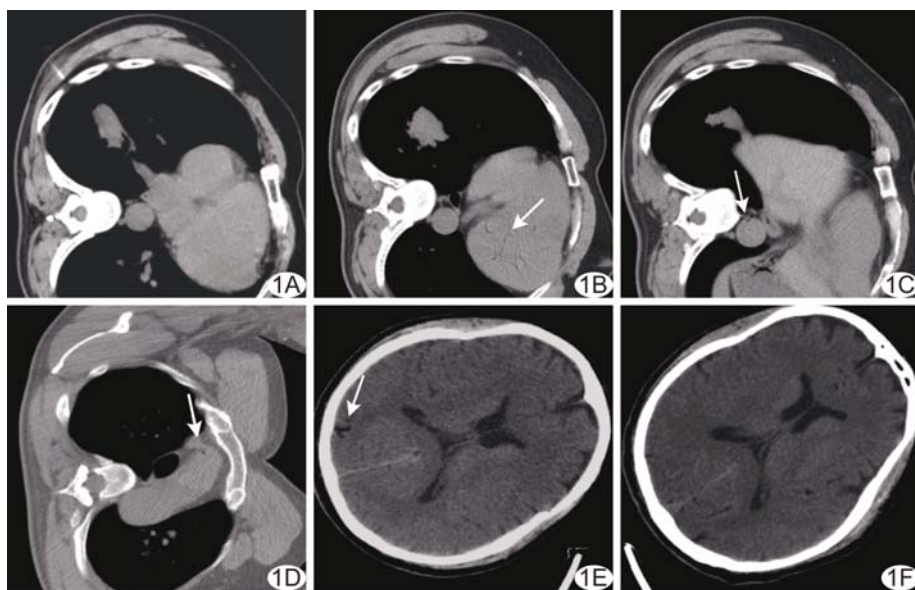


图 1 病例 5, 患者男, 48 岁 A. 左侧卧位穿刺时, 病灶实际位置高于左心房水平, 未使用套管针; B~D. 穿刺过程中患者咳嗽, 复查胸部 CT 发现降主动脉、主动脉弓及左心室内少量气体(箭); E. 右顶部颅板下见多发条状气体密度(箭); F. 术后 30 min 复查颅内气体消失

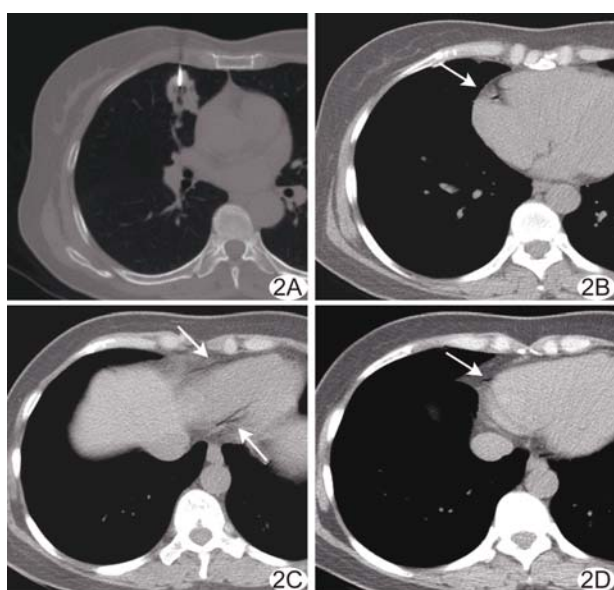


图 2 病例 10, 患者女, 57 岁 A. 仰卧位穿刺, 病灶实际位置高于左心房水平, 内见空气支气管征; B~D. 穿刺第 2 针后患者咳嗽, 结束操作, 复查胸部 CT 发现右冠状动脉内气体栓塞(箭)

血刺激引起, 肺内压急剧增高时, 肺泡内气体可经受损的肺静脉进入左心房、左心室, 形成体循环空气栓塞。术中取标本后出现咳嗽时, 原则上应及时终止手术, 并复查胸部 CT。

当病灶位置高于左心房水平时, 其周围静脉血管压力相对较低, 病灶位置越高, 理论上压力越低, 一旦

损伤其周围血管, 气体易经受损血管进入体循环。研究^[10]报道, 患者选择俯卧位是导致空气栓塞的危险因素之一。本研究中 2 组患者体位差异无统计学意义 ($P=0.07$)。笔者认为, 选择俯卧位是因需要穿刺的病灶多位于下叶背段及基底段, 穿刺过程中病灶实际位置多高于左心房水平, 使发生空气栓塞的危险性增加。因此, 单纯体位选择不一定是发生空气栓塞的影响因素, 但为避免空气栓塞, 穿刺下叶背段及基底段病灶时尽量选择仰卧位。

本研究 2 组间是否使用套管针差异无统计学意义 ($P=0.48$), 一个 15 cm 规格套管针内的气体量仅约 0.017 cm^3 , 即使

进入体循环可能也不会产生影响。但使用同轴套管技术穿刺靠近肺门病变时, 如损伤较粗大肺静脉, 当拔出同轴套管针芯再插入穿刺针进行取样时有一个短的时间间隔, 此时患者处于屏气状态, 肺静脉内压力相对较低, 套管针座如与大气相通, 则体外空气可能会通过套管进入损伤的肺静脉, 导致空气栓塞。因此应在拔出套管针针芯的同时立即插入活检针或在针芯部分拔出后用手指或生理盐水封堵针座, 以预防空气栓塞^[7,12]。

既往研究^[10-11]报道, 病灶周围出血、病灶最大径 $<1 \text{ cm}$ 、取样次数等是发生空气栓塞的危险因素, 但本研究 2 组间差异无统计学意义, 且患者性别、年龄、有无肺气肿、病灶的深度、性质、手术时间、术后气胸等因素 2 组间差异亦无统计学意义。但本研究样本量相对较小, 尚需大样本研究验证。

[参考文献]

- [1] 陈克敏, 黄蔚, 吴志远. CT 引导下肺活检和并发症的预防. 介入放射学杂志, 2011, 20(2): 163-165.
- [2] 王薇, 刘新立, 蒋元文. CT 引导下经皮肺穿刺活检在肺部疾病诊断中的应用. 中国介入影像与治疗学, 2012, 9(10): 711-714.
- [3] Richardson CM, Pointon KS, Manhire AR, et al. Percutaneous lung biopsies: A survey of UK practice based on 5444 biopsies. Br J Radiol, 2002, 75(897): 731-735.
- [4] Tomiyama N, Yasuhara Y, Nakajima Y, et al. CT-guided needle

- biopsy of lung lesions: A survey of severe complication based on 9783 biopsies in Japan. *Eur J Radiol*, 2006, 59(1):60-64.
- [5] Um SJ, Lee SK, Yang DK, et al. Four cases of a cerebral air embolism complicating a percutaneous transthoracic needle biopsy. *Korean J Radiol*, 2009, 10(1):81-84.
- [6] Ibukuro K, Tanaka R, Takeguchi T, et al. Air embolism and needle track implantation complicating CT-guided percutaneous thoracic biopsy: Single-institution experience. *AJR Am J Roentgenol*, 2009, 193(5):W430-W436.
- [7] Cheng HM, Chiang KH, Chang PY, et al. Coronary artery air embolism: A potentially fatal complication of CT-guided percutaneous lung biopsy. *Br J Radiol*, 2010, 83(988):e83-e85.
- [8] Kodama F, Ogawa T, Hashimoto M, et al. Fatal air embolism as a complication of CT-guided needle biopsy of the lung. *J Comput Assist Tomogr*, 1999, 23(6):949-951.
- [9] 孙占国, 陈月芹, 王彦辉, 等. CT 引导下肺穿刺活检并发体循环空气栓塞一例. *中华放射学杂志*, 2012, 46(1):86-87.
- [10] Freund MC, Petersen J, Goder KC, et al. Systemic air embolism during percutaneous core needle biopsy of the lung: Frequency and risk factors. *BMC Pulm Med*, 2012, 12(1):1-12.
- [11] Ishii H, Hiraki T, Gobara H, et al. Risk factors for systemic air embolism as a complication of percutaneous CT-guided lung biopsy: Multicenter case-control study. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2014, 37(5):1312-1320.
- [12] Bhatia S. Systemic air embolism following CT-guided lung biopsy. *J Vasc Interv Radiol*, 2009, 20(6):709-711.

《中国医学影像技术》增刊征稿启事

《中国医学影像技术》杂志于 1985 年创刊,是由中国科学院主管,中国科学院声学研究所主办的国家级学术期刊。本刊是中国科技核心期刊、《中文核心期刊要目总览》收录期刊、中国科学引文数据库核心期刊,刊号 ISSN 1003-3289, CN 11-1881/R。2018 年度《中国医学影像技术》增刊拟定于 2018 年 12 月出版,现将有关事项通知如下:

1 增刊稿件内容 放射、超声、核医学、介入治疗、医学物理与工程学等方面的论文。

2 投稿截止时间 2018 年 10 月 30 日。

3 出刊时间 2018 年 12 月 20 日。

4 增刊规格 同正刊,大 16 开本。

5 征稿要求 ①有一定的学术价值,论点鲜明,论述严谨;②格式按杂志要求制作,必须包含中英文标题,作者署名,作者单位、科室、地址、邮编,第一作者简介(出生年份、性别、民族、籍贯、学历、职称、研究方向),中英文摘要(长篇论著),关键词,正文,参考文献;③文字通顺,表达清楚,各种符号使用符合规范;④论著一般不超过 5 000 字为宜;⑤经正刊退稿的文章投增刊时请注明原稿号;⑥投稿请登陆本刊主页(www.cjmit.com),点击左上角“作者登录”进入,首次投稿需要注册,登录编辑系统投稿,选择投稿栏目为“增刊”。内容包括:①作者单位推荐信,推荐信中注明无一稿多投、不涉及保密、署名无争议三项,扫描上传;②正文内容,一律用宋体 5 号字,不分栏,页边距上下左右统一为 1.5 cm,以 Word 格式存储;③图片插入正文相应位置,图号标于图片下方,并注明图题、图片说明,格式为“图号 图题 图片说明”。编辑部通过 E-mail 告知您稿号,请谨记,以便查询稿件情况。

6 收费标准 版面费:论著、综述 2 800 元/篇,经验交流 1 700 元/篇,个案报道 1 000 元/篇;免稿件审理费;稿费按相关标准执行。

7 地址 北京市海淀区北四环西路 21 号大猷楼,《中国医学影像技术》编辑部,邮编:100190。

8 电话 010-82547903

9 网址 www.cjmit.com

本刊编辑部自即日起接受增刊来稿,热诚期盼您的关注和支持!

《中国医学影像技术》期刊社

2018 年 5 月 21 日