

多与手术操作相关。TEVAR 术死亡原因大多是出现相对严重的并发症,如逆行性 A 型夹层、内漏、移植物破损及夹层隔膜破裂等<sup>[9]</sup>,其发生与支架大小选择不当、支架结构设计缺陷、操作不当及先天性血管结构异常等因素有关。随着支架材料、结构设计不断完善及手术经验不断积累,选择合适支架及规范操作可降低相关并发症发生。

本研究为回顾性研究,术前基线资料中患者年龄有一定差异,必然影响结果,需要进一步开展前瞻性随机对照研究。

本研究结论认为,与单纯药物治疗相比,TEVAR 术治疗稳定型 Stanford B 型主动脉夹层可缩小假腔并促进假腔血栓化,降低假腔扩展率,但有手术相关并发症,并不能提高生存率。

#### [参 考 文 献]

- [1] Brunkwall J, Lubke T. Part one: for the motion. Level 1 evidence is necessary comparing TEVAR and medical management of uncomplicated type B aortic dissection[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2013, 46: 274-277.
- [2] Karmy-Jones R, Simeone A, Meissner M, et al. Descending

thoracic aortic dissections[J]. Surg Clin North Am, 2007, 87: 1047-1086.

- [3] Eggebrecht H, Nienaber CA, Neuhauser M, et al. Endovascular stent-graft placement in aortic dissection: a meta-analysis[J]. Eur Heart J, 2006, 27: 489-498.
- [4] Xiong J, Jiang B, Guo W, et al. Endovascular stent graft placement in patients with type B aortic dissection: a meta-analysis in China[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2009, 138: 865-872.
- [5] Nienaber CA, Kische S, Rousseau H, et al. Endovascular repair of type B aortic dissection: long-term results of the randomized investigation of stent grafts in aortic dissection trial [J]. Circ Cardiovasc Interv, 2013, 6: 407-416.
- [6] 庞毅恒, 朱继金, 桂 春, 等. 腔内修复与单纯药物治疗稳定 Stanford B 型主动脉夹层近中期死亡率 Meta 分析[J]. 中华临床医师杂志·电子版, 2014, 8: 2678-2687.
- [7] Jia X, Guo W, Li TX, et al. The results of stent graft versus medication therapy for chronic type B dissection [J]. J Vasc Surg, 2013, 57: 406-414.
- [8] Rodriguez JA, Olsen DM, Lucas L, et al. Aortic remodeling after endografting of thoracoabdominal aortic dissection [J]. J Vasc Surg, 2008, 47: 1188-1194.
- [9] 景在平, 冯 翔. 主动脉夹层腔内隔绝术[M]. 北京: 人民军医出版社, 2008.

(收稿日期:2016-05-20)

(本文编辑:边 皓)

## ·临床研究 Clinical research·

# 人工气胸联合肋间神经阻滞用于减轻近胸膜肺肿瘤微波消融术疼痛的疗效分析

侯晓玮, 庄兴俊, 张海文, 王 凯, 张元信

**【摘要】 目的** 探讨人工气胸联合肋间神经阻滞用于减轻近胸膜肺肿瘤微波消融(MWA)术中及术后疼痛的疗效。**方法** 将 30 例近胸膜肺肿瘤患者分为 3 组,每组 10 例,A 组 MWA 前先实施人工气胸联合肋间神经阻滞,B 组 MWA 前单纯实施人工气胸,C 组 MWA 前单纯行肋间神经阻滞。用疼痛视觉模拟评分(VAS)评定各组患者术中及术后 0、6、12 和 24 h 的疼痛程度,记录患者术后不良反应出现情况。**结果** 3 组患者术中 VAS 评分无明显差异( $P=0.885$ );C 组患者在术后 6、12 和 24 h 的 VAS 评分均明显增高( $P=0.014, 0.006, 0.006$ )。A 组和 B 组患者实施人工气胸后均未出现胸闷症状;A 组和 B 组中共 6 例患者术后仍有少量无症状残余气胸,约 1 周后残余气胸自行吸收消失,1 例患者术后抽气后仍存在较大范围气胸,经行胸腔闭式引流 3 d 后痊愈。无其它严重人工气胸相关并发症。**结论** 人工气胸联合肋间神经

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2017.03.019

作者单位: 250012 济南军区总医院(侯晓玮、张元信);解放军第 401 医院肿瘤科(侯晓玮、庄兴俊、张海文、王 凯)、麻醉科(张元信)

通信作者: 张元信 E-mail: zhangyuanxin133@163.com

阻滞能够有效减轻近胸膜肺肿瘤患者 MWA 术中及术后疼痛,安全性高。

【关键词】 人工气胸; 肋间神经阻滞; 微波消融; 近胸膜肺肿瘤; 视觉模拟评分

中图分类号:R734.2 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2017)-03-0269-05

**Application of artificial pneumothorax combined with intercostal nerve block in alleviating chest pain during percutaneous microwave ablation for subpleural lung malignancy: analysis of therapeutic efficacy** HOU Xiaowei, ZHUANG Xingjun, ZHANG Haiwen, WANG Kai, ZHANG Yuanxin. General Hospital of Jinan Military Area Command, Jinan, Shandong Province 250012, China

Corresponding author: ZHANG Yuanxin, E-mail: zhangyuanxin133@163.com

【Abstract】 **Objective** To discuss the clinical effect of artificial pneumothorax combined with intercostal nerve block in alleviating chest pain occurring during and after percutaneous microwave ablation (MWA) for subpleural lung malignancy. **Methods** A total of 30 patients with subpleural lung malignancy were randomly and equally divided into group A ( $n=10$ ), group B ( $n=10$ ) and group C ( $n=10$ ). The patients in group A received both artificial pneumothorax and intercostal nerve block before MWA. The patients in group B only received artificial pneumothorax before MWA, and the patients in group C only received intercostal nerve block before MWA. The degree of pain was evaluated by visual analogue scale (VAS) score during MWA, immediately after MWA and at 6 h, 12 h and 24 h after MWA. The side effects after MWA were recorded. **Results** During MWA, no statistically significant differences in VAS scores existed between each other among the three groups ( $P=0.885$ ). The VAS scores determined at 6 h, 12 h and 24 h after MWA in group C were significantly increased ( $P=0.014$ ,  $P=0.006$  and  $P=0.006$  respectively). No patient in group A and group B developed symptoms of chest tightness after artificial pneumothorax was performed. After treatment, a small amount of asymptomatic residual pneumothorax was still observed in 6 patients of group A and group B, which disappeared spontaneously in about one week. Another patient still showed massive pneumothorax even after thoracic gas suction, and the patient recovered after thoracic closed drainage for three days. No other serious complications related to artificial pneumothorax occurred. **Conclusion** Artificial pneumothorax combined with intercostal nerve block can effectively relieve the chest pain occurring during and after MWA in patients with subpleural lung malignancy, and clinically this technique is quite safe. (J Intervent Radiol, 2017, 26: 269-273)

【key words】 artificial pneumothorax; intercostal nerve block; microwave ablation; subpleural lung malignancy; visual analogue scale

微波消融术(MWA)是一项微创的肿瘤热消融技术,因具有安全、有效、患者恢复快、住院时间短的特点,逐渐成为晚期肺、肝脏等肿瘤患者的治疗选择,同时也是部分无手术指征的早期肿瘤的一种重要治疗方法。在实施肺肿瘤 MWA 过程中我们发现,虽然部分消融可以在患者清醒的状态下完成,但对胸膜下或邻近胸壁的肿瘤进行 MWA 时,患者大多会出现不能耐受的剧烈疼痛,大部分此类患者需要改行静脉麻醉。静脉麻醉的实施无疑会加重患者的痛苦,增加消融后的护理负担,延长住院时间,且静脉麻醉苏醒后仍有相当部分患者出现需要镇痛药物控制的胸痛。为寻求更为理想的镇痛方案,我们对 30 例肺肿瘤患者在 MWA 术前分别实施了人工气胸联合肋间神经阻滞、单纯人工气胸或单纯肋间神经阻滞,以观察以上 3 种方法对减轻消融术

中及术后疼痛的应用价值。

## 1 材料与方法

### 1.1 临床资料及分组

从 2013 年 7 月至 2015 年 12 月,我们共对 30 例邻近胸膜肺肿瘤患者实施了 MWA,其中男 18 例,女 12 例,年龄 44~78 岁。共消融 30 枚肿瘤结节。30 枚肿瘤中原发肿瘤均经病理证实,其中原发性肝癌 13 例,肺癌 8 例,乳腺癌 5 例,结肠癌 4 例。MWA 前所有患者均行肺部增强 CT 检查(5 mm 重建图像),在 CT 肺窗图像上测量结节距胸壁最近距离为 0~15 mm,肿瘤结节的最大径为 6~24 mm。根据在消融前实施的不同镇痛措施,将以上 30 例患者分为 3 组,A 组在行 MWA 前先实施人工气胸联合肋间神经阻滞,B 组单纯实施人工气胸,C 组单纯

行肋间神经阻滞,每组均为 10 例患者。

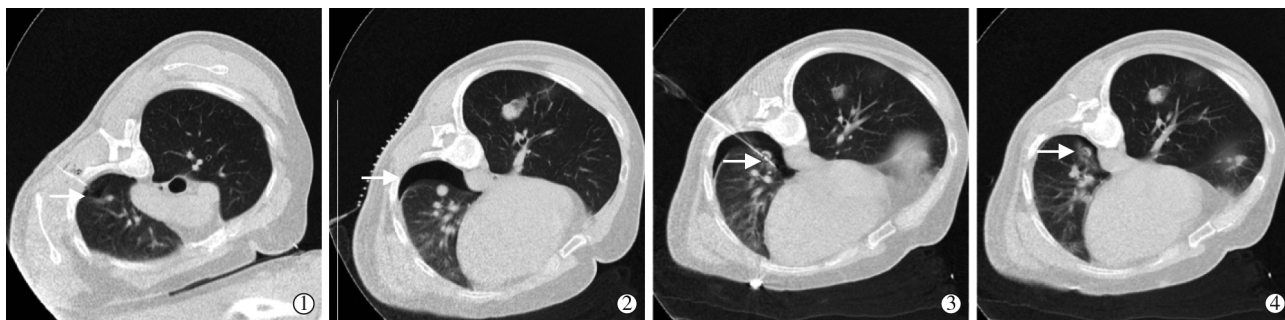
## 1.2 方法

1.2.1 术前准备 术前行血常规、血生化、胸部、腹盆腔 CT 检查,确定患者有 MWA 适应证,并排除无基础疾病如严重心脏病、高血压等消融禁忌证,术前 6 h 常规禁食、水。

1.2.2 人工气胸术 MWA 术实施前先进行人工气胸术(图 1①②)。患者仰卧位,先接受胸部 CT 扫描,层厚 5 mm,层距 5 mm,扫描范围自肺尖至肺底,行横断面连续扫描。根据 CT 扫描图像,在近肋膈角处肋间(第 5、6 肋间锁骨中线处或腋前线处)标记穿刺点,测量自穿刺点皮肤至壁层胸膜的垂直距离,在穿刺点处给予 1%利多卡因局麻至胸膜,使用中心静脉导管(SCW-CVCP-1,深圳益心达)中的 18 G 穿刺针进行穿刺,穿刺时在穿刺针尾部连接拔除活塞的 5 ml 注射器,在注射器内注入 5 ml 无菌 0.9%氯化钠溶液,穿刺针沿与胸壁垂直方向缓慢进针,当穿刺针进入胸膜腔时,因胸膜腔内压力降低而造成注射器内生理盐水液面快速下降,即可以证实穿刺针已

进入胸膜腔,接着进入导丝将穿刺针替换出胸腔,再沿导丝置入 8 F 导管至胸腔内,导管在胸腔内的置入深度为 4~10 cm,在导管尾端连接 60 ml 注射器,回抽注射器确定无回血后,先向胸腔内缓慢注入 50~60 ml 空气。行 CT 扫描确定人工气胸已形成,随后依次向胸腔内缓慢注入空气,每次注入空气的体积为 150~200 ml,每注入 1 次空气行 CT 扫描,测量肿瘤结节随肺组织离开胸壁的最短距离,当距离 >1 cm 后即停止继续注入。在向胸腔内注入空气的过程中,需观察患者的呼吸活动度、有无胸闷症状。

1.2.3 MWA 术 人工气胸术完成之后,根据 CT 扫描图像制定消融探针的穿刺点及穿刺路径,在穿刺点处给予 1%利多卡因局麻至胸膜,按既定的穿刺角度及路径,将消融探针穿刺插入肺肿瘤结节中央处,再行 CT 扫描确定消融探针的位置准确,即可将 MWA 机(METI-IVC 微波治疗仪,南京)导线及水循环导管连接至消融探针,设定消融的功率为 60 W,时间 10~15 min,开始进行 MWA(图 1③④)。消融过程中患者意识清醒,记录患者 VAS 评分。



①胸膜腔内置入中心静脉导管;②向胸膜腔内注入空气,制造人工气胸;③14 G 微波探针消融肿块;④消融结束后抽尽胸膜腔内气体,复查 CT 见肿块及周边密度增高影

图 1 人工气胸辅助下邻近胸膜肺肿瘤 MWA 治疗图像

1.2.4 肋间神经阻滞 MWA 开始前,用 1%利多卡因行肋间神经阻滞,阻滞消融穿刺点肋间的上下各 2 个肋间的肋间神经,阻滞点为上一肋下缘肋椎关节外侧 2 cm 处,避开肋间动静脉。每一肋间注射 1%利多卡因 4 ml。

1.2.5 消融后处理 MWA 结束后,使用注射器通过置入胸腔内的导管将空气抽出,再行胸部 CT 检查以确定胸腔内气体是否已全部排空,并排除气胸的可能。术后当晚患者需留院观察,次日复查胸部 CT,再次排除气胸可能。记录患者消融术后 6、12 和 24 h 视觉模拟评分(VAS)。术后 1 个月复查 CT,之后每 3 个月复查。

1.2.6 疼痛观察指标 VAS 评分采用疼痛 10 分标

尺进行评定:0 分为无痛,镇痛效果优;1~3 分为轻度疼痛,镇痛效果良好;4~6 分为中度疼痛,镇痛效果一般;7~9 分为重度疼痛,镇痛效果差;10 分为难以耐受的疼痛,镇痛无效。

## 1.3 统计学方法

采用 SPSS 17.0 软件进行统计分析。计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较用单因素方差分析,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 人工气胸完成情况

A 组和 B 组的 20 例患者,人工气胸均成功完成。20 例患者胸膜腔内注入的空气体积为 60~500 ml,



CT 肺窗图像显示,在肿瘤层面上人工气胸的厚度为 8~36 mm(平均厚度 15.3 mm),肿瘤结节及周边的肺组织被推离远胸壁后,肿瘤结节的大小、形态改变不明显。

## 2.2 MWA 术中及术后患者的疼痛程度

3 组患者术中的疼痛程度均为轻度疼痛,其 VAS 评分分别为  $1.8 \pm 0.8$ 、 $2.0 \pm 1.4$  和  $1.8 \pm 0.8$ ,3 组间 VAS 评分差异无统计学意义( $P=0.885$ );3 组患者术后 6 h 的 VAS 评分分别为  $1.8 \pm 0.9$ 、 $2.2 \pm 1.2$  和  $3.6 \pm 1.7$ 。其中 C 组患者 VAS 评分明显高于 A 组和 B 组( $P=0.014$ );3 组患者术后 12h 的 VAS 评分分别为  $1.5 \pm 0.7$ 、 $2.4 \pm 0.8$  和  $3.1 \pm 1.1$ ,其中 C 组患者 VAS 评分明显高于 A 组和 B 组( $P=0.006$ );3 组患者术后 24 h 的 VAS 评分分别为  $1.5 \pm 0.7$ 、 $2.4 \pm 0.8$  和  $3.1 \pm 1.3$ ,其中 C 组患者 VAS 评分仍然显著高于 A 组和 B 组( $P=0.006$ )(表 1)。虽然在术中 3 组患者的 VAS 评分无明显差异,但 B 组中有 2 例患者在术中因胸痛难以耐受而改行静脉麻醉(给予丙泊酚 400 mg、瑞芬太尼 1 mg 静脉持续滴注)后完成消融。

表 1 3 组患者 MWA 术中及术后 VAS 评分

组别	n	术中	术后 6 h	术后 12 h	术后 24 h
A	10	$1.8 \pm 0.8$	$1.8 \pm 0.9$	$1.5 \pm 0.7$	$1.5 \pm 0.7$
B	10	$2.0 \pm 1.4$	$2.2 \pm 1.2$	$2.4 \pm 0.8$	$2.4 \pm 0.8$
C	10	$1.8 \pm 0.8$	$3.6 \pm 1.7$	$3.1 \pm 1.1$	$3.1 \pm 1.3$
P 值		0.885	0.014	0.006	0.006

## 2.3 消融术后疗效评价

30 例患者均完成整个消融过程,术后 1 个月行 CT 评价,在 CT 肺窗图像可见所有病灶的消融范围均超出原肿瘤结节范围,但 C 组有 2 例患者分别在术后 3 个月和 6 个月 CT 评价时发现原位复发征象,后在静脉麻醉下行 2 次消融。

## 2.4 人工气胸相关并发症

A 组和 B 组共 20 例患者在实施人工气胸后均未出现胸闷症状。20 例患者中,6 例术后仍有少量残余气胸,患者无胸闷症状,未行特殊处理,3 d 后复查气胸自行吸收,另有 1 例患者术后出现气促、喘憋症状,经 CT 检查发现仍存在较大范围气胸,置入胸腔闭式引流管后症状缓解,3 d 后拔除闭式引流管。13 例患者未出现人工气胸相关并发症。

## 3 讨论

近年来,包括射频消融(RFA)和 MWA 在内的热消融技术,在恶性肿瘤中的应用日益广泛,在肺肿瘤的治疗中,RFA 开展较早,多项临床研究也证

实了其在肺肿瘤中的疗效<sup>[1-2]</sup>。MWA 也是一种安全、可行性强的肿瘤微创治疗技术<sup>[3]</sup>,它是通过微波探针发射微波作用于肿瘤及周边组织,使组织中的水分子加速旋转而产生热量,利用高温将肿瘤摧毁。与 RFA 相比,MWA 具有更高的消融温度、更大的消融范围和更短的治疗时间<sup>[4]</sup>,也适合于治疗肺原发或转移性肿瘤<sup>[5-6]</sup>。与 RFA 相似,胸痛也是 MWA 过程中最常见的并发症之一。部分患者可能在术中出现局麻下不可耐受的疼痛,通过降低微波发射功率或缩短消融时间可以使疼痛减轻,但治疗参数的改变会增加消融不完全、术后肿瘤复发的风险。为了减轻疼痛同时又保证消融疗效,对于这类患者,目前临床常用的措施是实施静脉麻醉。然而,静脉全麻可能会影响患者肺换气和通气功能,并且患者术后仍然可能出现的消融后疼痛使患者呼吸活动度受限,导致术后患者肺部感染的风险增加,这些都将延长患者术后康复时间。此外还有研究发现,一些常用的静脉麻醉药物如阿片类药物会抑制肿瘤患者免疫功能,机体免疫功能抑制将增加肿瘤复发、转移风险<sup>[7]</sup>。因此,静脉麻醉的实施会使得 MWA 相对于外科手术的劣势大大减低。

Okuma 等<sup>[8]</sup>报道在 RFA 过程中,距胸壁距离小于 1 cm 的肺肿瘤更易出现疼痛。这种壁层胸膜和胸壁对疼痛敏感的原因可能是其间存在大量肋间神经分支,一般来说脏层胸膜并无痛觉,但壁层胸膜受臂丛及肋间神经支配,受刺激后会引引起体腔壁疼痛,常由肋间神经传入<sup>[9]</sup>,因此对毗邻胸膜的肿瘤进行消融时,将不可避免地损伤肋间神经,肋间神经受到刺激则导致术中和术后的持续疼痛。我们在临床中实施 MWA 术时同样也发现,术中出现较为剧烈疼痛的患者,肿瘤大多毗邻胸膜。因此,我们认为减少对胸壁肋间神经分支的刺激、保护胸壁不受消融损伤也能够减轻邻近胸壁肺肿瘤 MWA 术疼痛。在 RFA 术中,Hiraki 等<sup>[10]</sup>报道了 7 例患者采用人工气胸减轻疼痛,Solomon 等<sup>[11]</sup>也报道了 6 例患者在 RFA 中采用人工气胸保护纵隔和胸壁。人工气胸术的目的,是将肿瘤及周边肺组织推离,使其远离胸壁及壁层胸膜,此时再进行消融,即可以保护胸壁肋间神经少受或不受损伤,从而减轻疼痛。鉴于以上研究结果,我们在本研究中也采用了人工气胸法来实施对胸壁的保护,此外,剧烈疼痛可能由于肋间神经受刺激所致,我们还在 MWA 中对肋间神经进行阻滞,以进一步减轻术中可能的疼痛刺激,增加镇痛疗效。

本研究中,实施人工气胸术联合肋间神经阻滞、单纯人工气胸或单纯肋间神经阻滞, MWA 术中患者的胸痛程度均在轻度以下,大多数患者能够在不实施静脉麻醉情况下耐受消融治疗。虽然单纯进行肋间神经阻滞,也可以有效控制 MWA 术中疼痛,但该组患者术后 6、12 和 24 h 的疼痛程度明显强于实施人工气胸的两组患者,大多数患者在术后 24 h 内使用了阿片类药物镇痛,这种消融后胸痛说明消融导致了胸壁间肋间神经的损伤,并且因胸壁损伤可能使消融术后出现肺部感染等潜在并发症的概率提高。此外,虽然单纯人工气胸组的术中平均疼痛为轻度,但其中有 2 例患者(注入空气量和人工气胸厚度分别为 500 ml/10 mm 和 300 ml/8 mm)仍因胸痛无法耐受,改行静脉麻醉完成消融,提示肺肿瘤 MWA 中出现胸痛,可能不仅仅与肋间神经受损相关,其它疼痛相关机制仍需要进一步探讨。本研究同时也证实了人工气胸辅助下行 MWA 术,并不影响消融疗效,实施人工气胸的 20 例患者肿瘤均完全消融,未见原位复发,而单纯实施肋间神经阻滞的患者中有 2 例出现术后复发,可能因为:为避免胸壁受损伤,消融时间短,造成消融范围小;2 例患者均有肺气肿病史,肺大泡造成的肺内过度充气对热量传导的阻碍较大,因此造成消融范围不足。综上,我们认为,在对近胸壁肺肿瘤行 MWA 术时实施人工气胸联合肋间神经阻滞,在不影响消融疗效的同时,不仅可以减轻术中胸痛,还可以减轻消融后胸痛程度,减少术后阿片类药物用量,降低肺部感染等其它潜在并发症的发生率。

本研究证实了人工气胸技术在减轻肺肿瘤 MWA 术中疼痛的有效性,实际上人工气胸还可以应用在肺门、纵隔肿块穿刺活检时及近膈顶部肝癌热消融时对肺组织的保护<sup>[12-14]</sup>。不同研究者在实施人工气胸时使用的穿刺针及穿刺方法略有差别。我们采用中心静脉导管胸腔置入术,方法简便、安全,20 例患者均未出现胸闷症状,消融结束后少数患者残存少量气胸,经胸腔闭式引流后治愈,未影响患者呼吸功能。虽然人工气胸术安全可行,但也存在以下问题:首先,一些经历过肺手术或肺肿瘤放疗的患者,如果发生胸膜粘连,人工气胸术将难以实施。其次,人工气胸后少量肺不张会引起肺泡内空气量减少,是否会对热量的传导产生影响,使相同功率下消融

范围发生变化,目前相关资料尚少,也需要进一步研究。

#### [参考文献]

- [1] 蒲德利, 廖江荣. 射频消融联合化疗治疗周围型中晚期非小细胞肺癌疗效观察[J]. 介入放射学杂志, 2013, 22: 129-132.
- [2] 罗 君, 邵国良, 郑家平, 等. CT 引导下射频消融治疗 33 例肺癌的回顾性分析[J]. 介入放射学杂志, 2016, 25: 530-533.
- [3] Brace CL. Microwave tissue ablation: biophysics, technology and applications[J]. Crit Rev Biomed Eng, 2010, 38: 65-78.
- [4] Simon CJ, Dupuy DE, Mayo-Smith WW. Microwave ablation: principles and applications[J]. Radiographics, 2005, 25(Suppl 1): S69-S83.
- [5] Wolf FJ, Grand DJ, Machan JT, et al. Microwave ablation of lung malignancies: effectiveness, CT findings, and safety in 50 patients[J]. Radiology, 2008, 247: 871-878.
- [6] Vogl TJ, Naguib NN, Gruber-Rouh T, et al. Microwave ablation therapy: clinical utility in treatment of pulmonary metastases[J]. Radiology, 2011, 261: 643-651.
- [7] Sacerdote P. Opioid-induced immunosuppression[J]. Curr Opin Support Palliat Care, 2008, 2: 14-18.
- [8] Okuma T, Matsuoka T, Yamamoto A, et al. Frequency and risk factors of various complications after computed tomography-guided radiofrequency ablation of lung tumors[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2008, 31: 122-130.
- [9] Dravid RM, Paul RE. Interpleural block: part 1[J]. Anaesthesia, 2007, 62: 1039-1049.
- [10] Hiraki T, Gobara H, Shibamoto K, et al. Technique for creation of artificial pneumothorax for pain relief during radiofrequency ablation of peripheral lung tumors: report of seven cases[J]. J Vasc Interv Radiol, 2011, 22: 503-506.
- [11] Solomon SB, Thornton RH, Dupuy DE, et al. Protection of the mediastinum and chest wall with an artificial pneumothorax during lung ablations[J]. J Vasc Interv Radiol, 2008, 19: 610-615.
- [12] Scalzetti EM. Protective pneumothorax for needle biopsy of mediastinum and pulmonary hilum[J]. J Thorac Imaging, 2005, 20: 214-219.
- [13] Tantawy WH, El-Gemeie EH, Ibrahim AS, et al. Extrapleural paravertebral CT guided fine needle biopsy of subcarinal lymph nodes[J]. Eur J Radiol, 2012, 81: 2907-2912.
- [14] de Baere T, Dromain C, Lapeyre M, et al. Artificially induced pneumothorax for percutaneous transthoracic radiofrequency ablation of tumors in the hepatic dome: initial experience[J]. Radiology, 2005, 236: 666-670.

(收稿日期:2016-05-19)

(本文编辑:俞瑞纲)