

•非血管介入 Non-vascular intervention•

深度镇静下肝癌微波消融术中镇静相关不良事件发生率及危险因素分析

杨崇明, 吴文涛

【摘要】目的 分析深度镇静下行肝癌经皮穿刺微波消融术(PMWA)中与镇静相关不良事件的发生率,以及低氧血症、高血压、体动反应危险因素。方法 回顾性分析 2018 年 12 月至 2022 年 12 月在南京医科大学第一附属医院接受择期深度镇静下 PMWA 治疗的 506 例肝癌患者病历资料。记录术中深度镇静相关不良事件低氧血症、低血压、高血压及体动反应。采用单因素和多因素 logistic 回归分析评估低氧血症、高血压及体动反应的危险因素。结果 排除 20 例数据缺乏患者,最终研究样本由 486 例患者组成。深度镇静后 5 例(1%)患者出现低血压,低氧血症、高血压、体动反应发生率分别为 13.8%、13.2%、25.5%。无患者需紧急气管插管,无心血管并发症发生,体动反应未增加消融并发症。多因素分析显示,年龄 ≥ 65 岁($OR=1.034, P=0.033$)、体质指数($BMI>30\text{ kg/m}^2$)($OR=1.865, P=0.039$)、肝功能 Child-Pugh 分级 B/C 级($OR=1.113, P=0.046$)是低氧血症的危险因素,消融区接触壁层腹膜($OR=2.536, P<0.01$)、消融区接触膈肌($OR=1.795, P=0.001$)、消融区接触肾上腺($OR=1.581, P<0.01$)是高血压的危险因素,消融区接触壁层腹膜($OR=2.831, P<0.01$)、消融区接触膈肌($OR=2.213, P=0.026$)是体动反应的危险因素。结论 深度镇静下行肝癌 PMWA 治疗安全有效。年龄 ≥ 65 岁、 $BMI>30\text{ kg/m}^2$ 及 Child-Pugh 分级 B/C 级是低氧血症的危险因素,消融区接触壁层腹膜、膈肌、肾上腺是高血压的危险因素,消融区接触壁层腹膜、膈肌是体动反应的危险因素。

【关键词】 深度镇静; 肝癌微波消融; 镇静相关不良事件; 危险因素

中图分类号:R735.7 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2023)-12-1202-05

Incidence of sedation-related adverse events during microwave ablation of liver cancer under deep sedation and analysis of its risk factors YANG Chongming, WU Wentao. Department of Interventional Radiology, First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu Province 210029, China
Corresponding author: WU Wentao, E-mail: doctorwuwentao@163.com

【Abstract】Objective To analyze the the incidence of sedation-related adverse events occurring during percutaneous microwave ablation(PMWA) under deep sedation, and to identify the risk factors for hypoxemia, hypertension and body movement response. Methods The clinical data of 506 patients with liver cancer, who received PMWA under deep sedation at the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University of China between December 2018 and December 2022, were retrospectively analyzed. The sedation-related adverse events including hypoxemia, hypertension and body movement response were recorded. Univariate analysis and multivariate logistic regression analysis were used to assess the risk factors for hypoxemia, hypertension and body movement response. Results After excluding 20 patients whose clinical data were incomplete, the final study sample consisted of 486 patients. After deep sedation, hypotension occurred in 5 patients(1%), and the incidences of hypoxemia, hypertension and body movement response were 13.8%, 13.2% and 25.5% respectively. No patient required urgent endotracheal intubation and no cardiovascular complications occurred. The body movement response did not increase the complications of PMWA. Multivariate analysis revealed that age ≥ 65 years($OR=1.034, P=0.033$), $BMI>30\text{ kg/m}^2$ ($OR=1.865, P=0.039$), and Child-Pugh grade B/C($OR=1.113, P=0.046$) were the risk factors for hypoxemia. The ablation zone contacting the parietal peritoneum($OR=2.536, P<0.01$), ablation zone contacting the diaphragm($OR=1.795, P=0.001$), and ablation zone contacting the

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2023.12.008

作者单位: 210029 江苏南京 南京医科大学第一附属医院介入科(杨崇明),麻醉科(吴文涛)

通信作者: 吴文涛 E-mail: doctorwuwentao@163.com

adrenal gland ($OR=1.581$, $P<0.01$) were the risk factors for hypertension. The ablation zone contacted the parietal peritoneum ($OR=2.831$, $P<0.01$) and ablation zone contacted the diaphragm ($OR=2.213$, $P=0.026$) were the risk factors for body movement response. **Conclusion** For the treatment of liver cancer, PMWA under deep sedation is clinically safe and effective. The age ≥ 65 years, BMI $> 30\text{ kg/m}^2$, and Child-Pugh grade B/C are the risk factors for hypoxemia. The ablation zone contacting the parietal peritoneum, the diaphragm or the adrenal gland are the risk factors for hypertension. The ablation zone contacting the parietal peritoneum or the diaphragm are the risk factors for body movement response. (J Intervent Radiol, 2023, 32; 1202-1206)

【Key words】 deep sedation; microwave ablation of liver cancer; sedation-related adverse event; risk factor

经皮穿刺微波消融术(percutaneous microwave ablation, PMWA)已广泛应用于肝癌治疗^[1-2]。PMWA 具有微创性和治疗时间短的特点,但术中疼痛影响了肝癌消融效果^[3-4]。适度镇静镇痛可应用于依从性良好患者,但术中 40% 患者不能耐受疼痛,56% 患者发生迷走神经反射^[5]。因此,肝癌 PMWA 对深度镇静需求增加。深度镇静提高了消融舒适度并降低迷走神经反射发生率^[3,6]。然而,深度镇静后患者呼吸和循环可能会受到抑制^[7-8]。本研究分析深度镇静下行肝癌 PMWA 术中镇静相关不良事件发生率及其危险因素。

1 材料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2018 年 12 月至 2022 年 12 月在南京医科大学第一附属医院接受择期深度镇静下 PMWA 治疗的 506 例肝癌患者病历资料。收集并评估患者基线资料如年龄、性别、体质量指数(BMI)、肝功能 Child-Pugh 分级及肝癌病因,肿瘤特征如肿瘤大小、肿瘤数量及消融区边缘与邻近器官间距离,麻醉资料如手术麻醉时间、丙泊酚和羟考酮总剂量,深度镇静相关不良事件。本研究申请并获得医院伦理委员会批准豁免知情同意签字。

1.2 麻醉方法

所有患者均在 CT 引导下 PMWA。穿刺前 5 min 静脉注射 0.1 mg/kg 盐酸羟考酮注射液,穿刺点用 1% 利多卡因行局部浸润麻醉。消融针定位成功后,静脉注射丙泊酚 1~1.5 mg/kg 诱导麻醉,再以丙泊酚 4~6 mg·kg⁻¹·h⁻¹ 静脉泵注。若患者在消融过程中出现体动反应(四肢无意识活动或躯体扭动),追加丙泊酚 0.5~1 mg/kg。术中维持 Ramsay 镇静评分为 6 分(Ramsay 评分 1 分为烦躁,2 分为安静合作,3 分为嗜睡、听从指令,4 分为睡眠状态能被唤醒,5 分为呼唤反应迟钝,6 分为呼唤不醒)。患者麻醉术中保留自主呼吸,面罩吸氧 5 L/min。镇静

成功定义为消融过程中患者无疼痛感觉,无需变更麻醉方法,以及手术顺利完成。

1.3 观察指标

术中动态监测心电图、呼吸频率和 SpO₂ 变化,右侧上臂每 3 min 测量 1 次无创血压。记录镇静相关不良事件:低氧血症(有氧供状态下任何原因引起的 SpO₂ $< 90\%$)、低血压(收缩压降低大于术前基础值 20%)、高血压(收缩压升高大于术前基础值 30%)、体动反应及反流性误吸。记录手术严重并发症(定义为如果不治疗将危及患者生命,增加致死率和致残率,或导致住院治疗时间延长)。术后 2 d 内行上腹部 MRI 平扫,测量消融区边缘与邻近器官间距离。消融区接触邻近器官定义为消融区边缘与邻近器官间直线距离 $< 5\text{ mm}$ 。根据既往研究^[9],消融区若仅与肝包膜接触定义为消融区接触肝包膜,若覆盖了肝包膜且与壁层腹膜接触(消融区位于门静脉主干分叉下方)定义为消融区接触壁层腹膜,若覆盖了肝包膜且与壁层腹膜、膈肌和裸区接触(消融区位于门静脉主干分叉上方)则定义为消融区接触膈肌。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据分析。正态分布计量资料以均数 \pm 标准差表示,组间比较用 t 检验;非正态分布计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较用秩和检验。计数资料以频率和百分比(%)表示,组间比较用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。采用单因素及多因素 logistic 回归分析评估低氧血症、高血压及体动反应的危险因素。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

排除 20 例数据缺乏患者,最终研究样本由 486 例患者组成。年龄为 (62.3 ± 10.1) 岁,男女比为 180:66, BMI 为 $(24.2 \pm 3.8)\text{ kg/m}^2$ 。乙型肝炎患者 391 例(80.5%)。

肝功能 Child-Pugh 分级 A 级患者 367 例(75.5%), B 级 102 例(21%), C 级 17 例(3.5%)。肿瘤直径为(29.0 ± 8.9) mm, 每例患者肿瘤数(1.6 ± 1.3)枚。消融时间(7.21 ± 3.04) min, 麻醉时间(10.66 ± 2.27) min。消融严重并发症: 穿刺动脉出血 1 例(0.2%), 经皮穿刺血管内栓塞治疗成功, 未输血治疗; 胆道损伤 1 例(0.2%), 术后行经皮穿刺胆道外引流术; 症状性气胸 2 例(0.4%), 即行胸腔穿刺排气。

2.2 镇静相关不良事件

深度镇静后 5 例(1%)患者出现低血压, 静脉注射麻黄碱后好转。消融过程中 1 例患者出现严重心动过缓(心率 < 40 次/min), 静脉注射阿托品后好转。未出现心肌梗死和心脏骤停。术中呼吸抑制发生率为 13.8%(67/486), 其中 91%(61/67)患者是因为舌后坠, 托下颌后解除了所有因舌后坠引起的气道梗阻。9%(6/67)患者呼吸变慢变浅, 使用简易呼吸器解决呼吸抑制。无患者需要紧急气管插管。未发生反流性误吸。25.5%(124/486)患者术中出现体动反应, 均予加深麻醉处理。13.2%(64/486)患者出现术中高血压, 其中 82.8%(53/64)患者伴有体动反应。给予加深麻醉或降血压处理, 无心血管并发症。所有患者深度镇静成功, 并顺利完成消融手术。患者术后意识恢复时间为(4.36 ± 2.20) min。有 4 例患者术后出现嗜睡, 考虑与药物代谢率下降有关, 术后 6 h 随访均恢复正常。术后 6 h 疼痛评分为 3.0(0~5), 有 27.2%患者需要术后镇痛, 术后 12 h 疼痛评分为 1.0(0~2), 疼痛明显好转。

2.3 危险因素分析

单因素分析显示, 年龄 ≥ 65 岁($P=0.042$)、BMI > 30 kg/m²($P=0.035$)、肝功能 Child-Pugh 分级 B/C 级($P=0.042$)是低氧血症的危险因素(表 1), 消融区接触壁层腹膜($P<0.01$)、消融区接触膈肌($P=0.033$)是体动反应的危险因素(表 2), 消融区接触壁层腹膜($P<0.01$)、消融区接触膈肌($P=0.003$)、消融区接触

肾上腺($P<0.01$)是血压显著升高的危险因素(表 3); 多因素分析显示, 年龄 ≥ 65 岁($P=0.033$)、BMI > 30 kg/m²($P=0.039$)、Child-Pugh 分级 B/C 级($P=0.046$)是低氧血症的危险因素(表 1), 消融区接触壁层腹膜($P<0.01$)、消融区接触膈肌($P=0.026$)是体动反应的危险因素(表 2), 消融区接触壁层腹膜($P<0.01$)、消融区接触膈肌($P=0.001$)、消融区接触肾上腺($P<0.01$)是高血压的危险因素(表 3)。

3 讨论

本研究结果显示, 深度镇静下行肝癌 PMWA 的镇静方案安全有效, 未出现严重镇静不良事件, 低血压、高血压发生率分别为 1.0%、13.2%, 低氧血症、体动反应发生率分别为 13.8%、25.5%。所有患者均在深度镇静下完成 PMWA, 严重消融并发症为 0.8%, 未增加消融并发症。年龄 ≥ 65 岁、BMI > 30 kg/m² 及肝功能 Child-Pugh 分级 B/C 级是低氧血症的危险因素, 消融区接触壁层腹膜和膈肌是体动反应的危险因素, 消融区接触壁层腹膜、膈肌及肾上腺是术中高血压的危险因素。

PMWA 是目前肝癌主要治疗方法之一, 但该手术最佳麻醉策略仍存争议。全身麻醉与镇静相比虽可制动、维持呼吸循环稳定, 但麻醉相关并发症发生率更高, 且可能影响手术效率^[10]。全身麻醉不是肝癌 PMWA 首选。适度镇静下消融, 患者术中出现疼痛不耐受发生率高^[3,5], 甚至影响了肿瘤消融效果^[3]。深度镇静提供了比适度镇静更好的手术条件, 深度镇静下实施 PMWA 成功率高、时间短、复苏快及患者满意度高, 已成为目前主要麻醉方法^[3,9]。

既往研究报道 PMWA 严重并发症发生率为 2.6%~4.6%^[11], 本研究严重并发症发生率与之相比较低(0.8%)。研究报道深度镇静下低氧血症发生率为 12%~33%^[12], 本研究低氧血症发生率为 13.8%, 所有术中高血压均予妥善处理, 未观察到严重心血

表 1 低氧血症危险因素的单因素和多因素分析

变量	单变量	P 值	多变量	P 值
	OR 值(95%CI)		OR 值(95%CI)	
性别(男)	0.692(0.485~1.164)	0.132	0.734(0.453~1.234)	0.212
年龄(≥ 65 岁)	1.152(1.694~2.023)	0.042	1.034(1.572~2.314)	0.033
BMI(> 30 kg/m ²)	1.951(1.972~2.684)	0.035	1.865(1.564~2.976)	0.039
Child-Pugh 分级 B/C 级	1.063(1.272~2.316)	0.042	1.113(1.263~2.702)	0.046
高血压	1.432(0.381~2.134)	0.145	1.631(0.455~1.938)	0.112
糖尿病	1.962(0.795~3.467)	0.159	1.838(0.754~3.537)	0.162
麻醉时间(> 10 min)	1.184(0.613~8.135)	0.593	1.262(0.513~9.845)	0.871
丙泊酚总剂量(mg)	1.591(0.213~12.945)	0.732	1.964(0.953~13.154)	0.375
羟考酮总剂量(mg)	1.791(0.552~5.882)	0.831	1.745(0.862~6.215)	0.403

表 2 体动反应危险因素的单因素和多因素分析

变量	单变量	P 值	多变量	P 值
	OR 值(95%CI)		OR 值(95%CI)	
性别(男)	2.063(0.261~3.346)	0.114	2.043(0.314~3.335)	0.135
年龄(≥ 65 岁)	1.127(0.582~1.364)	0.603	1.132(0.574~1.415)	0.832
BMI(> 30 kg/m ²)	1.453(0.912~2.228)	0.177	1.613(0.964~2.198)	0.162
Child-Pugh 分级 B/C 级	1.201(0.731~2.143)	0.099	1.038(0.528~1.392)	0.133
高血压	1.121(0.462~4.221)	0.215	1.324(0.615~3.924)	0.342
糖尿病	1.124(0.314~4.147)	0.567	1.785(0.914~5.135)	0.472
麻醉时间(> 10 min)	1.591(0.852~13.336)	0.653	1.454(0.793~12.316)	0.555
丙泊酚总剂量(mg)	1.093(0.954~12.458)	0.533	1.224(0.956~14.915)	0.803
羟考酮总剂量(mg)	1.084(0.855~4.878)	0.764	1.144(0.766~5.173)	0.695
消融区接触壁层腹膜	2.526(1.137~2.938)	< 0.01	2.831(1.436~3.920)	< 0.01
消融区接触肝脏包膜	1.352(0.921~3.203)	0.109	1.213(0.961~2.193)	0.122
消融区接触膈肌	2.113(0.124~0.865)	0.033	2.213(0.194~0.795)	0.026
消融区接触门静脉主干	1.152(0.713~3.038)	0.125	1.087(0.666~2.897)	0.141
消融区接触胃	0.716(0.816~1.589)	0.776	0.515(0.564~1.196)	0.924
消融区接触肠道	0.803(0.414~1.881)	0.525	0.696(0.767~1.797)	0.713
消融区接触心包	1.784(0.555~7.014)	0.411	1.685(0.675~6.814)	0.323
消融区接触肾脏	0.592(0.724~1.194)	0.972	0.642(0.164~1.895)	0.744
消融区接触胆囊	1.154(0.012~2.014)	0.563	1.162(0.836~1.693)	0.664
消融区接触肾上腺	0.714(0.312~1.714)	0.241	0.821(0.436~1.699)	0.411

表 3 高血压危险因素的单因素和多因素分析

变量	单变量	P 值	多变量	P 值
	OR 值(95%CI)		OR 值(95%CI)	
性别(男)	1.083(0.342~2.924)	0.101	1.091(0.224~2.415)	0.094
年龄(≥ 65 岁)	0.522(0.134~2.104)	0.211	0.472(0.214~2.314)	0.181
BMI(> 30 kg/m ²)	1.069(0.623~1.735)	0.218	1.106(0.812~2.101)	0.213
Child-Pugh 分级 B/C 级	0.986(0.312~1.922)	0.212	0.932(0.248~2.122)	0.373
高血压	1.142(0.631~3.123)	0.305	1.491(0.432~2.754)	0.245
糖尿病	1.229(0.621~3.347)	0.312	1.454(0.558~4.163)	0.546
麻醉时间(> 10 min)	1.672(0.911~8.231)	0.223	1.782(0.876~7.231)	0.452
丙泊酚总剂量(mg)	1.424(0.641~9.678)	0.313	1.535(0.712~10.114)	0.513
羟考酮总剂量(mg)	1.121(0.415~2.671)	0.319	1.314(0.612~4.152)	0.515
消融区接触壁层腹膜	2.734(1.031~4.332)	< 0.01	2.536(1.167~4.629)	< 0.01
消融区接触肝脏包膜	1.012(0.641~2.944)	0.303	1.156(0.868~2.765)	0.426
消融区接触膈肌	1.957(0.224~0.635)	0.003	1.795(0.185~0.764)	0.001
消融区接触门静脉主干	1.002(0.343~4.138)	0.426	1.121(0.451~3.187)	0.412
消融区接触胃	0.633(0.332~3.122)	0.926	0.563(0.463~2.696)	0.827
消融区接触肠道	0.134(0.124~2.131)	0.456	0.167(0.312~3.107)	0.113
消融区接触心包	1.032(0.111~5.924)	0.801	1.122(0.215~6.233)	0.429
消融区接触肾脏	1.112(0.431~2.414)	0.752	0.953(0.534~3.125)	0.814
消融区接触胆囊	1.213(0.232~3.122)	0.673	1.333(0.336~2.993)	0.704
消融区接触肾上腺	1.615(1.344~4.132)	< 0.01	1.581(1.457~3.876)	< 0.01

管不良事件。总之,深度镇静下行肝癌 PMWA 未出现严重镇静不良事件,未出现因镇静相关不良事件暂停或延缓手术情况,未加重消融手术并发症。

多元回归分析表明,年龄 ≥ 65 岁、BMI > 30 kg/m²和肝功能 Child-Pugh 分级 B/C 级是低氧血症的危险因素。有研究报道高 BMI 是镇静相关不良事件的独立危险因素,肥胖患者往往有更高的阻塞性睡眠呼吸暂停发病率,镇静时更易出现气道梗阻;认为随着年龄增加,尤其是年龄 ≥ 65 岁患者,深度镇静下行 PMWA 术中发生低氧血症风险增加,这主要与

老年人呼吸系统功能减退及对麻醉药物敏感有关,肝功能障碍患者与正常人群相比,对麻醉药物代谢和清除能力下降^[12]。虽然该类患者丙泊酚应用剂量低于 Child-Pugh 分级 A 级患者,但低氧血症发生率仍较高。

体动反应是人体在深度镇静下对伤害性疼痛刺激引起的反射性保护行为。本研究结果显示消融区接触壁层腹膜和膈肌患者术中疼痛更为剧烈,伴有体动反应,这与既往研究结果一致^[13]。普遍认为肝包膜下病灶消融后疼痛评分高于非肝包膜下病

灶。既往研究多认为是热损伤刺激了肝包膜或邻近器官,理论上应考虑热损伤刺激周围神经引发了疼痛,壁层腹膜和膈肌由躯体神经分支支配,对各种刺激敏感,痛觉定位准确^[14-15]。这些感觉神经中的伤害性感受器会被高温($>45^{\circ}\text{C}$)激活,引起剧烈躯体神经痛^[13]。热损伤刺激躯体传入神经,激活交感神经系统,引起血压骤升和心动过速反应,通常称为躯体交感神经反射^[16]。因此,消融区接触壁层腹膜和膈肌患者术中常出现体动反应伴高血压。然而,肝实质神经起源于肝神经丛,属于内脏自主神经,对热烧灼刺激疼痛不敏感,但对牵拉、缺血、压迫和炎症等刺激较为敏感^[17]。采用人工腹水技术隔离壁层腹膜和肝包膜后,即使消融区接触肝包膜,患者也不会产生明显疼痛^[18]。这提示今后需改善毗邻壁层腹膜和膈肌的肿瘤消融麻醉策略。尽管体动反应和高血压并未增加本组患者手术并发症,但干扰了手术操作,患者有可能因此意外受伤。

热消融肝右后叶肿瘤可能会刺激肾上腺,释放大剂量儿茶酚胺入血导致血压骤升。既往有研究显示热消融毗邻肾上腺肝肿瘤,出现高血压危象,血液中儿茶酚胺水平显著升高^[19]。

本研究局限性在于,单中心回顾性设计及未比较使用不同麻醉方法对患者的影响。

总之,采用丙泊酚复合羟考酮深度镇静下行肝癌 PMWA 安全有效。PMWA 术前麻醉评估包括年龄、BMI、肝功能分级及消融区解剖位置。尽管深度镇静可安全有效地适用于大多数 PMWA,但最终麻醉技术选择还应根据患者自身情况、手术复杂性及麻醉团队沟通等进行个体化制定。未来需要进一步研究评估肝癌 PMWA 最佳麻醉方法。

[参考文献]

- [1] Viotti N, Duran R, Guiu B, et al. Efficacy of microwave ablation versus radiofrequency ablation for the treatment of hepatocellular carcinoma in patients with chronic liver disease: a randomised controlled phase 2 trial[J]. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2018, 3: 317-325.
- [2] 刘 晨,周平盛,沈 强,等. 超声引导下微波消融术治疗特殊部位与非特殊部位单发肝细胞癌的疗效对比[J]. *介入放射学杂志*, 2023, 32:36-42.
- [3] Puijk RS, Ziedses des Plantes V, Nieuwenhuizen S, et al. Propofol compared to midazolam sedation and to general anesthesia for percutaneous microwave ablation in patients with hepatic malignancies: a single-center comparative analysis of three historical cohorts[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2019, 42: 1597-1608.
- [4] Shamim F, Asghar A, Tauheed S, et al. Radiofrequency ablation of hepatocellular carcinomas: a new spectrum of anesthetic experience at a tertiary care hospital in Pakistan[J]. *Saudi J Anaesth*, 2017, 11: 21-25.
- [5] Park MJ, Kim YS, Rhim H, et al. Prospective analysis of the pattern and risk for severe vital sign changes during percutaneous radiofrequency ablation of the liver under opioid analgesia[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2010, 194: 799-808.
- [6] Nakamura S, Nouse K, Onishi H, et al. Prevention of vagotonia and pain during radiofrequency ablation of liver tumors[J]. *Hepatol Res*, 2014, 44: 1367-1370.
- [7] 黎国燕,陈昌浩,黄 磊,等. 患儿手术室外麻醉镇静相关不良事件分析[J]. *临床麻醉学杂志*, 2023, 39:168-172.
- [8] Wu WT, Jia ZY, Chen Y, et al. The safety and efficacy of oxycodone versus fentanyl in percutaneous microwave ablation of a liver tumour abutting the capsule[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2019, 42: 87-94.
- [9] Wu WT, Zhou WZ, Zu QQ, et al. Risk factor for vital signs elevation during percutaneous microwave ablation of liver tumor under deep sedation[J]. *Jpn J Radiol*, 2021, 39: 1196-1205.
- [10] Jin Q, Chen X, Zheng S. The security rating on local ablation and interventional therapy for hepatocellular carcinoma (HCC) and the comparison among multiple anesthesia methods[J]. *Anal Cell Pathol (Amst)*, 2019, 2019: 2965173.
- [11] Fang C, Cortis K, Yusuf GT, et al. Complications from percutaneous microwave ablation of liver tumours: a pictorial review[J]. *Br J Radiol*, 2019, 92: 20180864.
- [12] van Schaik EPC, Blankman P, van Klei WA, et al. Hypoxemia during procedural sedation in adult patients: a retrospective observational study[J]. *Can J Anaesth*, 2021, 68: 1349-1357.
- [13] Lee SH, Rhim H, Kim YS, et al. Percutaneous radiofrequency ablation of hepatocellular carcinomas: factors related to intraprocedural and postprocedural pain[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2009, 192: 1064-1070.
- [14] Blackburn SC, Stanton MP. Anatomy and physiology of the peritoneum[J]. *Semin Pediatr Surg*, 2014, 23: 326-330.
- [15] DiMarco AF. Diaphragm pacing[J]. *Clin Chest Med*, 2018, 39: 459-471.
- [16] Brown R, Burton AR, Macefield VG. Autonomic dysreflexia: somatosympathetic and viscerosympathetic vasoconstrictor responses to innocuous and noxious sensory stimulation below lesion in human spinal cord injury[J]. *Auton Neurosci*, 2018, 209: 71-78.
- [17] Gebhart GF, Bielefeldt K. Physiology of visceral pain[J]. *Compr Physiol*, 2016, 6: 1609-1633.
- [18] Park SJ, Lee DH, Han JK. Reducing pain by artificial ascites infusion during radiofrequency ablation for subcapsular hepatocellular carcinoma[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2021, 44: 565-573.
- [19] Onik O, Onik C, Medary I, et al. Life-threatening hypertensive crises in two patients undergoing hepatic radiofrequency ablation[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2003, 181: 495497.

(收稿日期:2023-06-02)

(本文编辑:谷 珂)