

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2016.24.023

不同补液方案对开胸手术单肺通气患者血管外肺水的影响

刘娜¹,徐悦利¹,路艳¹,苏锐¹,杨宝英²,徐贯杰^{3△}(1.承德医学院附属医院麻醉科,河北承德 067000;2.河北省承德市中心医院手术室 067000;
3.河北医科大学第三医院麻醉科,石家庄 050051)

[摘要] **目的** 探讨不同补液方案对食管癌根治术患者血管外肺水的影响,寻求合适的晶胶配比方案。**方法** 45例食管癌根治术患者分为A组(晶体组);B组(晶:胶=1:1);C组(晶:胶=1:2)。脉搏指示剂连续心排出量(PiCCO)记录术前(T_0)、插管后5 min(T_1)、双肺通气15 min(T_2)、单肺通气15 min(T_3)、肺复张双肺通气15 min(T_4)和术毕(T_5)时平均动脉压(MAP)、心指数(CI)、胸内血容量指数(ITBVI)、全心舒张末期容量指数(GEDVI)、血管外肺水指数(EVLWI)及 T_0 、 T_5 血乳酸(Lac)。**结果** C组 T_5 时CI、ITBVI、GEDVI与 T_0 比较显著增加,且该时点均显著高于A组($P<0.05$)。与 T_0 比,A组 T_4 、 T_5 时EVLWI显著增加且 T_5 时显著高于C组($P<0.05$)。与 T_0 比,A组 T_5 时Lac显著增加($P<0.05$)。**结论** 晶体与胶体1:1补液方案维持食管癌根治术患者术中血流动力学平稳,对血管外肺水无影响。

[关键词] 食管肿瘤;血管外肺水;单肺通气;胸内血容量指数**[中图分类号]** R614.2**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2016)24-3381-04

Effect of different fluid therapy regimens on extravascular lung water in patients undergoing thoracotomy with one-lung ventilation

Liu Na¹, Xu Yueli¹, Lu Yan¹, Su Rui¹, Yang Baoying², Xu Guanjie^{3△}(1. Department of Anesthesiology, the Affiliated Hospital of Chengde Medical University, Chengde, Hebei 067000, China;
2. Operating Room, the Central Hospital of Chengde City, Chengde, Hebei 067000, China; 3. Department of
Anesthesiology, the Third Affiliated Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang, Hebei 050051, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the effect of different fluid therapy regimens on extravascular lung water in patients undergoing thoracotomy, and to explore appropriate ratio of crystalloid-colloid solution. **Methods** Forty-five patients scheduled for esophagectomy were randomly divided into 3 groups: group A (crystal fluid), group B (crystal : colloid fluid = 1 : 1) and group C (crystal : colloid fluid = 1 : 2). The mean artery pressure (MAP), cardiac index (CI), intrathoracic blood volume index (ITBVI), global end-diastolic volume index (GEDVI) and extravascular lung water index (EVLWI) were recorded with pulse indicator continuous cardiac output (PiCCO) system at the following time points: pre-surgery (T_0), 5 min after intubation (T_1), 15 min after total lung ventilation (T_2), 15 min after one-lung ventilation (T_3), 15 min after pulmonary re-expansion (T_4) and the end of operation (T_5). The lactate concentration (Lac) was measured at T_0 and T_5 . **Results** Compared with T_0 , CI, ITBVI and GEDVI were significantly increased at T_5 in the group C and were significantly higher than those of group A at the same time point ($P<0.05$). Compared with T_0 , EVLWI in Group A at T_4 and T_5 was significantly increased and was significantly higher than that of group C at T_5 ($P<0.05$). Compared with T_0 , the lactate concentration of group A was significantly increased at T_5 ($P<0.05$). **Conclusion** Fluid administration of crystal-colloid ratio (1 : 1) not only maintained stable intraoperative hemodynamics but also did not increase the risk pulmonary edema in patients undergoing esophagectomy.

[Key words] esophageal neoplasms; extravascular lung water; one-lung ventilation; intrathoracic blood volume index

围术期的液体管理是食管癌根治术呼吸系统并发症的独立危险因素^[1]。多年来麻醉医师一直在研究可以尽量避免限制性输液可能导致的潜在的多个脏器的低灌注又可以防止容量超限会引起呼吸、循环系统的并发症,至今未达成共识。晶体液、胶体液各有利弊,目前推荐围术期应联合应用,取长补短,并根据病情调整比例^[2],但如何选择晶胶配比尚无定论。本研究使用输液泵以 $10\text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 的速度控制术中总液体量,采用脉搏指示剂连续心排量(pulse indicator continuous cardiac output, PiCCO)技术观察不同晶胶配比的液体治疗方案对食管癌根治术患者血流动力学及血管外肺水的影响,寻求一个即可以增加一定量的血容量、保证组织良好的灌注又可以对肺功能影响较小的晶胶配比方案。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究经过医院伦理委员会同意,患者或家属签署知情同意书。选取2014年1月至2015年6月择期食管癌根治术患者45例,美国麻醉医师协会(ASA) I或II级,年龄40~75岁。术前红细胞压积(Hct) $\geq 33\%$,血红蛋白(Hb) $\geq 110\text{ g/L}$,无心、肺重要脏器疾病,无电解质酸碱平衡紊乱。所有入选患者术中术式相同,分为3组:A组(晶体组);B组(晶体液:胶体液=1:1);C组(晶体液:胶体液=1:2),每组15例。排除标准:术中需输血者;术中胸内血容量指数(ITBVI)大于生理值上限时停止输液,应用呋塞米者;术中应用血管活性药物者。

1.2 方法

作者简介:刘娜(1979—),硕士,主治医师,主要从事胸心外科临床麻醉研究。△ 通讯作者, Tel: 18533112936; E-mail: guanjiexu@hotmail.com.

1.2.1 麻醉及容量管理方法 患者入室常规生命体征监测后,静脉注射 0.02~0.03 mg/kg 咪达唑仑镇静,局麻下经右颈内静脉放置 7F 中心静脉导管及股动脉放置 4F 动脉热稀释导管(PV2014L16, Pulsion Medical Systems AG, 德国)并将其连接到 PiCCO 监测仪(Pulsion Medical Systems, 德国),经中心静脉连续 3 次快速注射冰盐水($<4^{\circ}\text{C}$)进行心输出量定标。麻醉诱导:异丙酚 1.0~1.5 mg/kg,芬太尼 3.0~5.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$,顺阿曲库铵 0.5 mg/kg。麻醉维持:吸入七氟醚 0.4~0.6 最低肺泡有效浓度(MAC)并静脉微量泵持续输注瑞芬太尼 0.05~0.15 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,丙泊酚 60.00~80.00 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,间断给予芬太尼、顺阿曲库铵,维持脑电双频指数(BIS)在 40~60。所有患者按身高和性别插入不同型号左双腔支气管导管,纤维支气管镜核实导管正确位置。参数设置:双肺通气时采取容量控制模式,潮气量 7 mL/kg,呼吸频率 12~14 次/分,吸:呼为 1:2,吸入氧浓度 0.5。单肺通气时采取压力控制模式,潮气量 6 mL/kg,呼吸频率 16~18 次/分,吸入氧浓度 1.0,呼气末正压通气(PEEP) 5 cm H_2O ,调整通气参数获得与双肺通气时相同时间通气量,维持 PaO_2 和呼气末 CO_2 在正常值范围内。

1.2.2 容量管理方法 患者入室后一台输液泵经中心静脉输入 6%羟乙基淀粉,一台输液泵经外周静脉输入乳酸钠林格液,各组输注液体总量均按 10 mL $\cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 的速度输入不同配比晶、胶液体直至手术结束。术中当平均动脉压(MAP) <65 mm Hg 且持续时间大于 1 min,则分次静脉注射去氧肾上腺素;术中维持 Hb 大于或等于 90 g/L, Hct $\geq 30\%$,

MAP ≥ 65 mm Hg,必要时输注浓缩红细胞。

1.2.3 监测指标 术前(T_0)、插管后 5 min(T_1)、双肺通气 15 min(T_2)、单肺通气后 15 min(T_3)、肺复张双肺通气 15 min(T_4)和术毕(T_5)各时点心率、MAP、心指数(CI)、ITBVI、全心舒张末期容量指数(GEDVI)及血管外肺水指数(EVLWI)的变化并记录 T_0 、 T_5 时点动脉血乳酸(Lac)水平变化。记录液体输注量、单肺通气时间、手术时间、尿量、出血量,以及术中糖皮质激素、血管活性药物等药物使用情况等指标。

1.3 统计学处理 采用 SPSS17.0 软件进行分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两样本均数的比较采用 t 检验,组间比较采用简单随机设计资料的方差分析,重复测量设计的方差分析,计数资料用率表示,应用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 3 组一般资料比较 A 组术中 1 例输血,2 例应用去氧肾上腺素;B 组 1 例应用去氧肾上腺素;C 组 1 例应用咪塞米,1 例应用去氧肾上腺素;共 6 例患者退出实验,共 39 例患者纳入统计分析,其中 A 组 12 例,B 组 14 例,C 组 13 例。3 组一般资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

2.2 3 组患者血流动力学和血管外肺水比较 C 组 T_5 时点 CI、ITBVI、GEDVI 与 T_0 比较显著增加,且该时点 CI、ITBVI、GEDVI 显著高于 A 组;与 T_0 相比,A 组 T_4 、 T_5 时点 EVLWI 显著增加,差异有统计学意义($P < 0.05$),A 组 T_5 时点 EVLWI 显著高于 C 组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 2。

表 1 3 组患者一般资料比较

项目	A 组($n=12$)	B 组($n=14$)	C 组($n=13$)	F/χ^2	P
性别(n/n ,男/女)	9/3	12/2	10/3	0.533	0.766
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	58.5 \pm 8.2	59.8 \pm 8.7	59.5 \pm 7.8	0.656	0.525
体质量($\bar{x} \pm s$,kg)	65.4 \pm 5.8	64.2 \pm 7.3	66.8 \pm 6.2	0.538	0.588
身高($\bar{x} \pm s$,cm)	173.5 \pm 7.4	171.4 \pm 7.1	175.8 \pm 6.3	1.505	0.234
体质量指数($\bar{x} \pm s$,kg/ m^2)	24.3 \pm 3.7	23.6 \pm 3.2	24.8 \pm 2.6	0.485	0.620
麻醉时间($\bar{x} \pm s$,min)	192.5 \pm 21.2	198.6 \pm 23.5	195.6 \pm 23.6	0.230	0.795
单肺通气时间($\bar{x} \pm s$,min)	103.4 \pm 15.6	98.8 \pm 17.5	102.7 \pm 16.8	0.294	0.747
手术时间($\bar{x} \pm s$,min)	160.7 \pm 19.5	172.5 \pm 16.7	165.3 \pm 18.5	1.340	0.260
液体总量($\bar{x} \pm s$,mL)	2 053.6 \pm 175.8	1 982.5 \pm 186.7	1 935.8 \pm 210.5	1.302	0.285
失血量($\bar{x} \pm s$,mL)	321.5 \pm 135.6	345.2 \pm 123.8	318.6 \pm 132.7	0.152	0.860
尿量($\bar{x} \pm s$,mL)	586.6 \pm 148.1	621.7 \pm 124.5	573.9 \pm 136.8	0.448	0.642

表 2 3 组患者血流动力学和血管外肺水比较($\bar{x} \pm s$)

指标	组别	n	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
MAP(mm Hg)	A 组	12	93.52 \pm 12.35	75.42 \pm 13.83	82.65 \pm 14.58	84.83 \pm 13.91	85.32 \pm 12.33	83.56 \pm 11.48
	B 组	14	95.65 \pm 11.54	81.54 \pm 12.63	87.71 \pm 11.86	90.33 \pm 12.14	91.63 \pm 13.45	89.51 \pm 13.35
	C 组	13	89.36 \pm 12.73	79.68 \pm 11.85	84.53 \pm 12.37	88.26 \pm 12.13	85.61 \pm 12.24	89.58 \pm 11.77
HR(次/分)	A 组	12	72.63 \pm 11.54	67.82 \pm 12.23	74.35 \pm 12.64	69.58 \pm 13.66	77.32 \pm 11.94	75.41 \pm 12.32
	B 组	14	69.58 \pm 12.16	64.63 \pm 12.62	71.84 \pm 11.36	68.67 \pm 13.54	73.42 \pm 12.86	76.35 \pm 11.88

续表 2 3 组患者血流动力学和血管外肺水比较($\bar{x} \pm s$)

指标	组别	n	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
CI(L·min ⁻¹ ·m ⁻¹)	C 组	13	74.31±11.86	70.28±12.33	68.54±12.41	72.71±11.66	78.51±12.15	75.86±12.64
	A 组	12	3.42±0.53	2.89±0.42	3.12±0.47	3.18±0.36	3.32±0.48	3.36±0.51
	B 组	14	3.64±0.43	3.21±0.57	3.32±0.45	3.38±0.51	3.51±0.49	3.72±0.58
EVLWI(mL/kg)	C 组	13	3.54±0.48	3.14±0.38	3.38±0.47	3.45±0.52	3.43±0.43	4.42±0.55 ^{bc}
	A 组	12	6.75±1.64	7.68±1.63	7.56±1.85	8.02±1.96	8.49±2.03 ^a	9.12±1.89 ^c
	B 组	14	6.45±1.38	6.96±1.67	7.34±1.98	7.58±1.88	7.69±1.75	7.88±1.87
ITBVI(mL/m ²)	C 组	13	6.56±1.48	7.12±1.59	7.26±1.63	7.49±1.75	7.66±1.89	7.39±1.78 ^c
	A 组	12	789.13±130.58	678.35±121.48	756.38±115.23	764.68±120.56	785.53±118.66	763.54±123.48
	B 组	14	810.25±131.46	709.54±120.69	798.68±125.43	815.33±135.45	832.55±124.67	821.73±130.61
GEDVI(mL/m ²)	C 组	13	786.85±130.57	685.68±115.17	796.54±135.61	810.28±123.28	845.36±131.62	915.34±128.66 ^{ab}
	A 组	12	586.25±120.17	482.77±95.97	542.23±112.36	565.54±109.43	591.53±120.65	574.38±101.68
	B 组	14	615.63±126.13	521.78±113.39	595.35±120.68	621.63±115.38	635.46±118.67	629.25±112.73
	C 组	13	569.56±110.75	468.34±105.68	602.45±109.23	635.36±121.24	626.72±108.95	696.27±123.81 ^{ab}

^a: P<0.05, 与同组 T₀ 比较; ^b: P<0.05, 与 A 组比较; ^c: P<0.05, 与 B 组比较。

2.3 3 组患者乳酸水平的比较 与 T₀ 相比, T₅ 时 A 组乳酸水平显著增加(P<0.05), B、C 组各时点及 3 组间各时点乳酸比较差异无统计学意义(P>0.05), 见表 3。

表 3 3 组患者乳酸的比较($\bar{x} \pm s$, mmol/L)

组别	n	T ₀	T ₅	t	P
A 组	12	0.9±0.4	1.3±0.5	2.164	0.042
B 组	14	1.0±0.5	1.1±0.3	0.594	0.558
C 组	13	0.9±0.5	1.2±0.6	1.331	0.196

3 讨论

胸外科手术, 因单肺通气、切口疼痛等多种因素影响引起术后并肺部并发症的发生率在上升, 关系着患者的预后^[3-4]。Casado 等^[1] 研究证实围术期液体管理是食管癌术后呼吸系统并发症的主要诱发因素。目前, 围术期液体管理推荐晶体液和胶体液联合应用, 并适当调整比例, 但输注液体的种类及晶胶配比尚无一致意见。因此, 本研究采用 PiCCO 技术观察不同晶胶配比的液体治疗方案对食管癌根治术患者血流动力学及血管外肺水的影响, 即在稳定循环和不增加肺水之间寻找平衡点, 为开胸单肺通气手术患者术中液体管理提供理论依据。

PiCCO 监护仪获得的 ITBVI、GEDVI 等新容量指标被证明能够准确反映血容量状况^[5-6]。Michard 等^[5] 研究证实 GEDVI 比 CVP 能更好地反映心脏前负荷。Oshima 等^[6] 研究证实, 与 CVP 相比, ITBVI 是评估食管癌根治术患者血容量状态的有效参数。GEDVI 和 ITBVI 可准确反映心脏前负荷真实情况是因为二者消除了胸腔内压力和心肌顺应性等的干扰^[7]。李凤仙等^[8] 研究表明, 老年食管癌患者通过 ITBVI 为补液目标进行目标导向液体治疗, 有利于维持心输出量且不增加肺水肿风险。本研究结果显示: 与术前相比, 术毕时 C 组 CI、ITBVI、GEDVI 显著增加, 且该时点 CI、ITBVI、GEDVI 显著高于 A 组, 非常接近但未超过正常生理值上限, 提示 C 组术中增加血管内容量效果强于 A 组和 B 组, 但 C 组在术中控制输液量的前提下, 该方案导致容易导致循环超负荷, 考虑可能与输注扩容效果 100%, 扩容平台期长的 6% 羟乙基淀粉的输注量有关, 提示输入较多的胶体液会增加手术患者的循环血

量, 增加心脏的做功, 使手术的风险加大。

目前, 液体对 EVLW 的影响已备受关注^[9-10]。EVLW 即肺血管腔以外的肺组织含水, 判断肺水肿的特异性、敏感性均优于 X 线胸片和血气分析^[11]。PiCCO 可监测到 EVLW 的微小改变(10%~20%)^[12]。EVLW 的准确监测与危重病患者的预后转归密切相关^[13-16]。EVLW 对评估食管癌根治术围术期肺水肿的严重程度和预测肺部并发症有一定临床意义。本研究结果显示: 与术前相比, A 组 T₄、T₅ 时点 EVLWI 显著增加, A 组 T₅ 时点 EVLWI 显著高于 C 组, 提示 A 组增加血管外肺水的生成, 与该组输注晶体液量高于 B 组、C 组有关, 晶体液可降低胶体渗透压, 晶体为小分子物质, 易通过毛细血管壁渗透到组织间隙, 增加血管外肺水的生成。因此, 对于开胸单肺通气患者而言, A 组液体治疗方案有增加血管外肺水, 肺水肿形成的风险。

动脉血乳酸是反映微循环灌注的敏感指标, 其与患者术后转归密切相关。Wenkui 等^[17] 研究发现围术期以维持术前血乳酸水平为目标进行容量治疗可减少术后并发症的发生率。本研究结果显示, 与术前比, T₅ 时 A 组血乳酸水平显著增加, 而在同一时点 B 组、C 组间乳酸水平变化不大, 提示 B 组、C 组液体治疗对机体更有益。因样本量较少, 尚需临床进一步研究。

总之, 晶体组液体治疗方案有增加血管外肺水, 肺水肿形成的风险。晶胶比 1:2 配液方案明显增加血管内容量, 易导致容量超负荷。晶胶比 1:1 的配液方案可维持血流动力学平稳, 提高心输出量同时对血管外肺水没有影响。综上所述, 对开胸单肺通气患者而言, 输注晶胶配比为 1:1 的液体方案更佳。

参考文献

[1] Casado D, López F, Martí R. Perioperative fluid management and major respiratory complications in patients undergoing esophagectomy[J]. Dis Esophagus, 2010, 23(7): 523-528.
 [2] Raghunathan K, Murray PT, Beattie WS, et al. Choice of fluid in acute illness: what should be given? An interna-

- tional consensus [J]. *Br J Anaesth*, 2014, 113(5): 7727-7783.
- [3] Suzuki T, Morisaki H. Preoperative management for esophagectomy [J]. *Masui*, 2014, 63(5): 498-505.
- [4] Chau EH, Slinger P. Perioperative fluid management for pulmonary resection surgery and esophagectomy [J]. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*, 2014, 18(1): 36-44.
- [5] Michard F, Alaya S, Zarka V, et al. Global end-diastolic volume as an indicator of cardiac preload in patients with septic shock [J]. *Chest*, 2003, 124(12): 1900-1908.
- [6] Oshima K, Kunimoto F, Hinohara H. The evaluation of hemodynamics in post thoracic esophagectomy patients [J]. *Hepatogastroenterology*, 2008, 55(85): 1338-1341.
- [7] Osman D, Ridel C, Ray P, et al. Cardiac filling pressures are not appropriate to predict hemodynamic response to volume challenge [J]. *Crit Care Med*, 2007, 35(1): 64-68.
- [8] 李凤仙, 刘中杰, 徐世元, 等. 胸腔内血容积指数在老年食管癌根治术目标导向液体治疗中的应用 [J]. *临床麻醉学杂志*, 2012, 28(1): 11-13.
- [9] Chau EH, Slinger P. Perioperative fluid management for pulmonary resection surgery and esophagectomy [J]. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*, 2014, 18(1): 36-44.
- [10] Neamu RF, Martin GS. Fluid management in acute respiratory distress syndrome [J]. *Curr Opin Crit Care*, 2013, 19(1): 24-30.
- [11] Fernández-Mondéjar E, Guerrero-López F, Colmenero M. How important is the measurement of extravascular lung water? [J]. *Curr Opin Crit Care*, 2007, 13(1): 79-83.
- [12] Fernández-Mondejar E, Rivera-Fernández R, Garcia-Delgado M, et al. Small increases in extravascular lung water are accurately detected by transpulmonary thermomodulation [J]. *Trauma*, 2005, 59(6): 1420-1424.
- [13] Jozwiak M, Silva S, Persichini R, et al. Extravascular lung water is an independent prognostic factor in patients with acute respiratory distress syndrome [J]. *Crit Care Med*, 2013, 41(2): 472-480.
- [14] Oshima K, Kunimoto F, Hinohara H, et al. Evaluation of respiratory status in patients after thoracic esophagectomy using PiCCO system [J]. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*, 2008, 14(5): 283-288.
- [15] Sato Y, Motoyama S, Maruyama K, et al. Extravascular lung water measured using single transpulmonary thermodilution reflects perioperative pulmonary edema induced by esophagectomy [J]. *Eur Surg Res*, 2007, 39(1): 7-13.
- [16] Sun L, Gao X, Li Z, et al. The prognostic value of extravascular lung water index in patients with acute respiratory distress syndrome [J]. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*, 2014, 26(2): 101-105.
- [17] Wenkui Y, Ning L, Jianfeng G, et al. Restricted perioperative fluid administration adjusted by serum lactate level improved outcome after major elective surgery for gastrointestinal malignancy [J]. *Surgery*, 2010, 147(4): 542-552.

(收稿日期: 2016-02-21 修回日期: 2016-03-29)

(上接第 3380 页)

- 志, 2015, 23(12): 893-894.
- [2] 钟东亮, 吴玉姬, 刘冠焰. 经皮肾镜取石术中应用双输尿管导管防止结石移位的探讨 [J]. *临床泌尿外科杂志*, 2015, 30(11): 1041-1042.
- [3] 刘文梅, 梁敏, 罗敏, 等. 经皮肾镜下碎石术斜卧-截石位的安置及并发症预防 [J]. *岭南现代临床外科*, 2015, 15(5): 639-640.
- [4] 谢宗兵, 周仁实, 陈忠洗, 等. 斜卧-截石位和俯卧位经皮肾镜碎石术治疗巨大肾结石的疗效比较 [J]. *岭南现代临床外科*, 2013, 13(3): 192-194.
- [5] 胡金梅. 腹腔镜下输尿管切开取石手术留置双 J 管方法的改进 [J]. *全科护理*, 2014(28): 2637-2637.
- [6] 王斌, 胡安定, 胡孟忠. 后腹腔镜输尿管切开取石术中放置双 J 管方法改进 [J]. *实用医学杂志*, 2011, 27(11): 2011-2013.
- [7] 徐军, 胡兴平, 张力, 等. 自制插管套件在后腹腔镜输尿管切开取石术双 J 管置入中的应用观察 [J]. *山东医药*, 2013, 53(2): 49-51.
- [8] 盛畅, 江泉, 王大伟. PercSys 型输尿管管路封堵器在输尿管镜钬激光碎石治疗输尿管结石中的应用 [J]. *中国微创外科杂志*, 2013, 13(10): 896-898.
- [9] 裴利军, 粟宏伟, 邓青富, 等. 输尿管管路封堵器在输尿管镜钬激光碎石术中的安全性和有效性分析 [J]. *泸州医学院学报*, 2014, 37(2): 157-160.
- [10] 杨春生, 梁磊, 孟繁林, 等. 输尿管软镜碎石术与微创经皮肾镜碎石术治疗孤立肾结石对比观察 [J]. *山东医药*, 2015(19): 48-50.
- [11] 陈星, 郭剑明, 徐志兵, 等. S. T. O. N. E. 肾结石评分系统用于经皮肾镜取石术的临床研究 [J]. *中华泌尿外科杂志*, 2014, 35(1): 40-44.
- [12] 李九智, 李循, 黄俊兰, 等. 小儿微创经皮肾镜术后残留结石的危险因素分析 [J]. *重庆医学*, 2015, 44(33): 4638-4640, 4643.
- [13] 贺红, 唐彩虹. 孤立肾合并肾结石术后并发严重肾周感染 1 例的护理 [J]. *护理与康复*, 2014, 13(11): 1108-1110.
- [14] 梁磊, 杨春生, 孟繁林, 等. 孤立肾结石的两种微创治疗方法比较 [J]. *实用医学杂志*, 2015, 31(15): 2535-2538.
- [15] 肖强, 黄艳春. 逆行肾内手术与经皮肾镜碎石术治疗直径小于 1.5 cm 肾盂结石的疗效比较 [J]. *临床外科杂志*, 2015, 23(2): 113-115.

(收稿日期: 2016-03-18 修回日期: 2016-06-06)