

## 经鼻和经气管插管支气管肺泡灌洗在病原学诊断及耐药率监测中的应用比较

温中薇, 凌宙贵, 唐贞明, 明莫瑜, 刘卫, 蒋连强, 陈肖华

广西医科大学第四附属医院呼吸内科, 广西 柳州 545005

**摘要:** **目的** 通过比较经鼻和经气管插管行支气管肺泡灌洗培养的病原菌检测及耐药特征, 探索支气管肺泡灌洗在诊断肺部感染病原学及耐药率监测中的应用。**方法** 回顾性分析比较 2013 年 1 月—2015 年 12 月广西医科大学第四附属医院各科肺部感染住院患者经鼻和经气管插管行支气管肺泡灌洗 (BAL) 培养的病原菌检测及耐药率情况, 用 SPSS 19.0 及 WHONET 5 软件进行数据统计分析。**结果** 3 年期间行支气管镜纤维支气管肺泡灌洗 1 332 例, 其中经鼻 BAL (A 组) 207 例、经气管插管 BAL (B 组) 1 125 例, ICU + 神经外科监护室占标本总量 84.5%。2 组灌洗液涂片合格率及致病菌检出率差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。除了鲍曼不动杆菌外, 2 组病原菌的分布构成比差别不大 ( $P > 0.05$ ), 但 2 组分离的病原菌对常用抗菌素的耐药率有所差别。**结论** 经鼻和经气管插管行支气管肺泡灌洗 BAL 涂片合格率及致病菌检出率均无差别, 经鼻和经气管插管行支气管肺泡灌洗对肺部感染病原学的诊断和耐药率监测均具有较高的临床应用价值。

**关键词:** 支气管肺泡灌洗; 肺部感染; 耐药率

**中图分类号:** R563.1 R372 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-4152(2017)01-0020-04

**DOI:** 10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.2017.01.006

**Compare bronchoalveolar lavage via nasal or tracheal cannula in pathogenic diagnosis and drug resistance rate monitoring of pulmonary infection** WEN Zhong-wei, LING Zhou-gui, TANG Zhen-ming, et al. Department of Respiratory Medicine, the Fourth Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Liuzhou, Guangxi 545005, China

**Abstract:** **Objective** To investigate the value of bronchoalveolar lavage (BAL) via nasal or tracheal cannula in pathogenic diagnosis and drug resistance rate monitoring of pulmonary infection (PI). **Methods** We conducted a retrospective analysis of pathogenic detection and drug resistance rate by bronchoalveolar lavage via nasal or tracheal cannula in patients with PI from 2013 to 2015; the data were analyzed by SPSS 19.0 and WHONET 5 software. **Results** Total 1 332 patients with pulmonary infection underwent bronchoalveolar lavage by fiberoptic bronchoscopy in 3 years, 207 cases via nasal (A group) and 1 125 cases via tracheal cannula (B group), and 84.5% of specimens were in the Intensive Care Unit (ICU) and neurosurgery ward. The qualification rates were similar in the 2 groups, which were 99.0% and 99.6%, respectively ( $P > 0.05$ ); the pathogenic detecting rate of bronchoalveolar lavage fluid (BALF) were also similar between the 2 groups, with an 85.5% and 86.9%, respectively ( $P > 0.05$ ). The pathogenic distributions were similar except *Acinetobacter spp.*, however, drug resistant rates to most antibiotics were different between the 2 groups ( $P > 0.05$ ). **Conclusions** Both of transnasal or transtracheal cannula bronchoalveolar lavages are a high value approach in the pathogenic diagnosis and drug resistance monitor of pulmonary infection.

**Key words:** Bronchoalveolar lavage; Pulmonary infection; Drug resistance rate

肺部感染是常见的感染性疾病, 发病率高, 是儿童、老人和危重患者的重要死亡原因。近年来, 由于病原菌的变迁和多重耐药菌株的出现给临床经验性治疗带来极大的挑战。明确肺部感染的病原体及耐药性有助于指导抗生素的正确使用、减少耐药菌的产生和药物的副作用、缩短病程及降低费用。咳痰是临床上最为常用的获取肺部感染标本的途径, 但由于咳痰标本易受到口咽定植菌污染, 分离到的细菌往往不能真正代表下呼吸道感染的致病菌。而经支气管镜行支气管肺泡灌洗 (BAL) 可避开口咽定植菌, 直视下准确采集到病灶部位分泌物, 具有操作较为简单、安全等特点, 除了获取标本行病原菌培养外, 还可以进行镜下治疗,

因此在临床中普遍开展, 国内外已有较多报道<sup>[1-2]</sup>。BAL 包括常规操作下 BAL 和防污染 BAL, 因防污染 BAL 的操作要求和费用较高, 临床大多数医院中多采用常规 BAL。经支气管镜行 BAL 可经口鼻或经气管插管进入感染部位采集标本, 经口鼻 BAL 不完全能避免上呼吸道的定植菌污染, 可能会影响病原菌的检出率, 而经气管插管 BAL 由于不经过上呼吸道, 理论上可提高灌洗液质量。本文回顾性分析经鼻和经气管插管行 BAL 培养检测的肺部感染的病原菌检出率及耐药率特征, 以找出常规 BAL 的最佳途径。

### 1 资料与方法

**1.1 临床资料** 2013 年 1 月—2015 年 12 月广西医科大学第四附属医院各科室肺部感染住院患者, 根据纤维支气管镜操作进入下呼吸道途径的不同分为经鼻 BAL (A 组) 和经气管插管 BAL (B 组) 两组, 操作前患

**基金项目:** 广西壮族自治区卫生厅自筹经费科研课题 (Z2014380)

**通信作者:** 凌宙贵, E-mail: lzg228@163.com

者及家属均签署了知情同意书。

1.2 标本处理 由呼吸科派专人操作,经纤维支气管镜行支气管肺泡灌洗的灌洗液标本(不统计重复株),先予以灌洗液涂片检查合格后(即鳞状上皮细胞 < 10个/低倍镜,白细胞 > 25个/低倍镜,或鳞状上皮细胞:白细胞 < 1: 2.5),培养分离致病菌,包括大肠埃希菌 ATCC 25922、肺炎克雷伯菌 ATCC 700603、铜绿假单胞菌 ATCC 27853 和金黄色葡萄球菌 ATCC 25923。

1.3 BAL 的操作步骤 ①经活检孔注入 2%利多卡因 1~2 ml 在要灌洗的肺段做局部麻醉;②再经活检孔快速注入 37℃ 灭菌生理盐水,在需灌洗段或亚段支气管开口处进行灌洗,每次 20 ml,总量 100 ml;③立即用 50~100 mm Hg(1 mm Hg = 0.133 kPa)负压吸引回收入无菌灌洗液收集器,置于含有冰块的保温瓶中,立即送往实验室检查<sup>[3]</sup>。

1.4 致病菌的判断 定量培养分离的细菌浓度  $\geq 10^4$  CFU/ml,可认为是下呼吸道感染的致病菌。

1.5 菌株鉴定与药物敏感性测定 采用 MicroScan AutoScan-40 自动微生物鉴定仪和药敏系统及配套 Negative Combo Panel Type21 (NC21 测试板)和 Positive Combo Panel Type11 (PC11) 美国德灵 (DADE BEHRING) 公司。阳性菌药敏含 16 种抗菌药物,阴性菌药敏含 20 种抗菌药物。采用微量稀释法测定最低抑菌浓度 (MIC),受检细菌的菌液浓度为 0.5 麦氏单位。根据 NCCLS 2010 年标准判读结果:敏感 (S)、中介 (I)、耐药 (R)。

1.6 超广谱  $\beta$ -内酰胺酶 (ESBLs) 的检测 用肠杆菌科细菌专用药敏测试卡及 K-B 纸片扩散法进行药敏试验,含克拉维酸与不含克拉维酸抗菌药物纸片间的抑菌环直径相差  $\geq 5$  mm 为产 ESBLs 株。

1.7 耐甲氧西林金黄色葡萄球菌 (MRSA) 的检测 按照 NCCLS 规定的微量肉汤稀释法检测,在 MH 琼脂中加入 2.4 g/L 氯化钠,使用的抗生素为苯唑西林,接种药物浓度为  $5 \times 10^5$  CFU/ml,35℃ 孵育 4 h 后观察结果, MIC  $\geq 4$  mg/L 的菌株为 MRSA,  $\leq 2$  mg/L 的菌株为金黄色葡萄球菌 (MSSA)。

1.8 统计学方法 采用 WHO 细菌耐药性监测网提

供的 WHONET 5 软件进行数据统计分析,使用 SPSS 19.0 统计软件进行统计学处理,率的比较用  $\chi^2$  检验,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 患者资料及标本分布 3 年期间行支气管肺泡灌洗 1 332 例,其中男性 1 029 例,女性 303 例,平均年龄  $(59.7 \pm 38.6)$  岁 (14~97 岁)。共送检支气管肺泡灌洗液 (BALF) 标本 1 332 份,2013 年 403 份、2014 年 532 份、2015 年 397 份,其中综合重症监护室 (ICU) 标本 438 份,神经外科监护室 687 份,呼吸科 111 份,其他科室 96 份,ICU + 神经外科监护室占标本总量的 84.5% (1 125/1 332)。经鼻 BAL (A 组) 207 份,经气管插管 BAL (B 组) 1 125 份。

2.2 2 组 BALF 涂片合格率及致病菌检出率 2 种方法灌洗液涂片合格率分别为 99.0% 和 99.6%,病原菌检出率分别为 85.5% 和 86.9%。2 组灌洗液涂片合格率及致病菌检出率均差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ),见表 1。

表 1 BALF 的涂片合格率及病原菌检出率情况

组别	例数	送检标本 (份)	合格标本 (份)	合格率 (%)	病原菌检出数 (株)	病原菌检出率 (%)
A 组	207	207	205	99.0	177	85.5
B 组	1 125	1 125	1 120	99.6	978	86.9
$\chi^2$ 值				0.186		0.309
P 值				0.666		0.579

2.3 病原菌分布 2 组病原菌分布均以革兰阴性杆菌为主,A 组检出细菌中从高到低排序依次是铜绿假单胞菌、大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌、鲍曼不动杆菌和金黄色葡萄球菌;而 B 组主要病原菌检出率的排序是铜绿假单胞菌、鲍曼不动杆菌、大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌及金黄色葡萄球菌。A 组中检出产 ESBLs 大肠埃希菌和肺炎克雷伯菌分布为 38.6% 和 41.4%,而 B 组检出产 ESBLs 大肠埃希菌和肺炎克雷伯菌分布为 51.9% 和 47.6%。2 组金黄色葡萄球菌中 MRSA 比率分别为 37.7% 和 45.1%。除了鲍曼不动杆菌外,2 组病原菌的分布构成比差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ),见表 2。

表 2 A 组和 B 组病原菌构成比比较 [株数 (%) ]

组别	例数	铜绿假单胞菌	鲍曼不动杆菌	大肠埃希菌	肺炎克雷伯菌	金黄色葡萄球菌	合计
A 组	207	62 (30.0)	26 (12.5)	44 (21.3)	29 (13.9)	16 (7.7)	177 (85.5)
B 组	1 125	321 (28.5)	223 (19.8)	206 (18.3)	166 (14.7)	62 (5.5)	978 (86.9)
$\chi^2$ 值		0.329	5.833	1.272	0.037	1.735	
P 值		0.566	0.016	0.259	0.847	0.188	

2.4 4 种主要革兰阴性杆菌的耐药率比较分析 大肠埃希菌在 A 组和 B 组对常用抗菌素的耐药率相似; B 组的肺炎克雷伯菌对头孢噻肟、庆大霉素、头孢他

啶、头孢吡肟及环丙沙星的耐药率高于 A 组 ( $P < 0.05$ ); A 组的绿脓杆菌对庆大霉素、环丙沙星及左氧氟沙星的耐药率高于 B 组 ( $P < 0.05$ )。2 组铜绿假单

胞菌的亚胺培南耐药率分别为 17.6% 和 19.3% ( $P > 0.05$ ); 鲍曼不动杆菌在 A 组和 B 组的耐药率有明显差别。A 组对常用抗生素的耐药率低于 B 组 (见表 3)。

表 3 4 种主要革兰阴性杆菌对常用抗菌素的耐药率比较 [I + R (%) ]

抗菌药	大肠埃希菌			肺炎克雷伯菌			铜绿假单胞菌株			鲍曼不动杆菌株		
	A 组 (n=44)	B 组 (n=206)	P 值	A 组 (n=29)	B 组 (n=166)	P 值	A 组 (n=62)	B 组 (n=321)	P 值	A 组 (n=26)	B 组 (n=223)	P 值
哌拉西林	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
氨苄西林/棒酸	61.4	61.7	0.972	34.5	62.0	0.006	-	-	-	57.7	81.6	0.005
阿莫西林/棒酸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
哌拉西林/他唑巴坦	4.5	4.9	1.000	10.3	7.8	0.930	8.1	5.0	1.000	57.7	82.5	0.003
替卡西林/棒酸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
亚胺培南	0.0	0.0	1.000	0.0	0.0	1.000	17.7	19.3	0.773	15.4	17.0	1.000
头孢唑啉	70.5	61.2	0.247	44.8	57.8	0.193	-	-	-	-	-	-
头孢西丁	0.0	4.9	0.286	0.0	0.0	1.000	-	-	-	-	-	-
头孢噻肟	86.4	76.7	0.157	24.1	77.7	<0.001	-	-	-	-	-	-
头孢他啶	34.1	39.3	0.517	10.3	48.2	<0.001	20.9	15.0	0.236	57.7	93.3	<0.001
头孢曲松	68.1	61.2	0.383	44.8	53.6	0.382	-	-	-	100.0	100.0	1.000
头孢吡肟	31.8	28.6	0.674	0.0	36.1	<0.001	8.1	5.0	1.000	57.7	92.8	<0.001
氨曲南	45.5	46.1	0.936	34.5	44.0	0.340	-	-	-	100.0	99.1	1.00
庆大霉素	52.3	46.1	0.458	0.0	38.0	<0.001	24.2	10.0	0.002	57.7	82.5	0.003
阿米卡星	4.5	5.8	1.000	0.0	2.4	0.893	4.8	5.0	1.000	-	-	-
妥布霉素	20.5	30.1	0.198	13.8	18.0	0.575	9.7	5.3	0.300	57.7	82.5	0.003
环丙沙星	68.1	76.2	0.256	20.7	60.2	<0.001	25.8	10.0	0.001	42.3	82.5	<0.001
左氧氟沙星	61.4	61.2	1.000	20.7	36.1	0.105	25.8	10.0	0.001	42.3	82.5	<0.001
磺胺甲噁唑/甲氧苄啶	70.5	76.7	0.381	44.8	62.0	0.081	-	-	-	30.8	50.2	0.06

注:“-”表示此药不能作为该菌临床治疗用或统计不准确,暂不做统计。

2.5 革兰氏阳性球菌的耐药率情况 2 组的 MRSA 对氨苄西林、青霉素、环丙沙星、左氧氟沙星、红霉素及四环素等耐药率均 >90.0%, 仅对万古霉素敏感, 耐药率为 0.0%。

### 3 讨论

临床常用的下呼吸道取材方法有咳痰标本、经气管穿刺吸引、经支气管镜采样 [包括支气管肺泡灌洗和防污染毛刷采样 (PSB)]、开胸肺活检及经人工气道吸引物等方法。本文结果显示, 无论采取经鼻或经气管插管 BAL, 支气管肺泡灌洗液涂片的合格率均 >99.0%, 定量培养的病原菌检出率为均 >85.0%。国内有学者比较了 3 种方法的细菌培养阳性率情况, 结果发现经常规咳痰法、BAL 和 PSB 三种采样方法病原菌培养阳性率分别为 54.1%、83.5% 和 95.3%, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )<sup>[3]</sup>。本文中, 2 组 BAL 细菌检出率较防污染 BALF 病原菌检出率略低, 但操作简单, 细菌检出率亦可达 85.0% 以上。如果对灌洗液进行多重聚合酶链反应 (multiplex PCR) 可以明显提高病原菌的检出率而不受抗生素的影响, 有报道显示较常规病原菌培养阳性率提高 26.0%<sup>[4]</sup>。通过对灌洗液细菌的 RNA 进行焦磷酸测序不仅可以提高病原菌的检出率, 而且灌洗液培养阴性往往也能检测到病原菌的 DNA 存在<sup>[5]</sup>。

除了鲍曼不动杆菌外, 本文 2 组病原菌的构成比差别不大 ( $P > 0.05$ ), 与国内报道相似<sup>[6]</sup>, 但和国外报道有所差别<sup>[7]</sup>。

病原菌分布显示检出率第 1 位的为铜绿假单胞菌, 可能与患者多为气管插管或气管切开有关, 气管插管或气管切开破坏了皮肤黏膜屏障, 细菌容易黏附在治疗所使用的生物材料上, 并互相粘连形成膜状物。铜绿假单胞菌对常用的具有抗绿脓杆菌的抗生素尚较敏感<sup>[8]</sup>, 但对亚胺培南的耐药率均已经 >17.0%。而据我国 2013 年 CHINET 细菌耐药监测结果, 2013 年铜绿假单胞菌对亚胺培南、美罗培南的总耐药率分别已达 37.1% 和 25.1%, 2014 年为 26.6% 和 24.3%<sup>[9-10]</sup>。由于基因突变而导致铜绿假单胞菌对碳青霉烯类药物产生耐药, 明德松等<sup>[11]</sup> 研究结果表明, oprD2 基因缺陷为耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌 (CRPA) 的主要基因变化, 其次为编码金属酶基因 IMP、VIM、编码丝氨酸酶基因 OXA 的异常表达及主动外排系统基因。

药敏检测显示鲍曼不动杆菌在 A 组和 B 组的耐药率有明显差别, A 组对常用抗生素的耐药率低于 B 组, 原因可能与 B 组患者多为重症肺炎并长期应用广谱抗生素有关。鲍曼不动杆菌是一种条件致病菌, 在外界环境中普遍存在, 引起的感染部位以呼吸道多见<sup>[12]</sup>。本院鲍曼不动杆菌对亚胺培南的耐药率 <20.0%, 对其余抗生素耐药率 >50.0%, 中国 2014 年 CHINET 细菌耐药监测为鲍曼不动杆菌对亚胺培南的耐药率为 62.4%, 可能与本院应用碳青霉烯类抗生素较少有关。另外本研究表明: 不同科室鲍曼不动杆菌的耐药率均有不同, 临床医师应根据本科室的耐药率合理选用抗菌素<sup>[13]</sup>。肺炎克雷伯菌和大肠埃希菌易产 ESBLs, 本院这两菌产 ESBLs 的比率 >30.0%, 接近国内

2014年CHINET细菌耐药监测数据。在临床工作中,第三代头孢菌素应用广泛,而ESBLs可以水解第三代头孢菌素和单环 $\beta$ -内酰胺类抗菌药物使之失活,ESBLs已成为当前细菌的主要耐药趋势之一。大肠埃希菌和肺炎克雷伯菌对常用的喹诺酮类、头孢类及氨基糖苷类耐药性较高,敏感性较高的有亚胺培南、阿米卡星及哌拉西林/他唑巴坦,本研究观察到哌拉西林的耐药率明显高于哌拉西林/他唑巴坦,考虑与ESBLs的高表达有关。嗜麦芽寡养单胞菌的外膜微孔蛋白含量低、膜渗透性低,使许多抗菌药物难以通过细胞膜渗入细胞内的作用位点,导致嗜麦芽寡养单胞菌对包括碳青霉烯类在内的很多抗菌药物天然耐药<sup>[14]</sup>,敏感性较好的有左氧氟沙星。由于MRSA的出现使金黄色葡萄球菌已成为超级耐药菌,本院MRSA比率为32.1%,针对该菌可首选利奈唑胺或万古霉素。

支气管肺泡灌洗液镜检和培养是诊断肺部感染性疾病较可靠的方法,BAL具有创伤性小、并发症少见等优点。有报道BALF结合临床表现、影像学可有助于VAP的早期诊断<sup>[15]</sup>。经气管插管支气管镜肺泡灌洗分离的病原菌对常用抗菌素的耐药率增高,经气管插管支气管镜肺泡灌洗可提高灌洗液质量,对于经验性治疗效果不佳、根据痰培养药敏治疗疗效不好、明确医院获得性或呼吸机相关性肺炎的病原学诊断、怀疑有阻塞因素存在的患者或者因引流不畅、无法留取痰标本的患者,均可行纤维支气管镜灌洗培养,本研究结果显示,经鼻和经气管插管行支气管肺泡灌洗BAL涂片合格率及致病菌检出率均无差别,故经鼻或经气管插管行支气管肺泡灌洗对肺部感染病原学的诊断和耐药率监测均具有较高的临床应用价值。临床上,可根据病情需要,采取经鼻或气管插管BAL等不同途径。

## 参考文献

- [1] 丁硕,渠时学,李梅,等.不同途径纤维支气管镜肺泡灌洗在机械通气患者中的比较研究[J].浙江临床医学,2015,17(8):1302-1303.
- [2] 韦中盛,许建国,罗斌,等.慢性阻塞性肺疾病机械通气患者肺泡灌洗液中肺表面活性物质相关蛋白D及白介素-6的临床意义[J].广西医学,2016,38(2):268-269.
- [3] 韩志强,石峰,田明庆,等.3种采样方法在医院获得性肺炎病原学诊断中的价值[J].中华医院感染学杂志,2012,22(24):5668-5669.
- [4] Baudel JL, Tankovic J, Dahoumane R, et al. Multiplex PCR performed of bronchoalveolar lavage fluid increases pathogen identification rate in critically ill patients with pneumonia; a pilot study[J]. Ann Intensive Care, 2014, 25(4):35.
- [5] Dickson RP, Erb-Downward JR, Prescott HC, et al. Analysis of culture-dependent versus culture-independent techniques for identification of bacteria in clinically obtained bronchoalveolar lavage fluid[J]. J Clin Microbiol, 2014, 52(10):3605-3613.
- [6] 魏旭锐,赖天文,刘军.二级医院和三级医院下呼吸道金黄色葡萄球菌耐药性及MRSA感染危险因素研究[J].中国临床研究,2015,28(9):1126-1130.
- [7] Mitharwal SM, Yaddanapudi S, Bhardwaj N, et al. Intensive care unit-acquired infections in a tertiary care hospital: An epidemiologic survey and influence on patient outcomes[J]. Am J Infect Control, 2016, 44(7):e113-e117.
- [8] 王利菊,宋杰.铜绿假单胞菌临床分布及耐药趋势分析[J].中国煤炭工业医学杂志,2016,19(2):194-197.
- [9] 胡付品,朱德妹,汪复,等.2013年中国CHINET细菌耐药性监测[J].中国感染与化疗杂志,2014,14(5):365-374.
- [10] 胡付品,朱德妹,汪复,等.2014年CHINET中国细菌耐药性监测[J].中国感染与化疗杂志,2015,15(5):401-410.
- [11] 明德松,邓勇.铜绿假单胞菌耐碳青霉烯类相关基因研究的荟萃分析[J].中华医院感染学杂志,2013,23(16):3821-3823.
- [12] 叶有娣,谢家政.多重耐药鲍曼不动杆菌治疗药物研究进展[J].中国临床药理学与治疗学,2016,21(1):116-120.
- [13] 凌宙贵,刘滨,刘卫,等.医院重点科室鲍氏不动杆菌的分布及耐药性监测[J].中华医院感染学杂志,2014,14(22):5483-5485.
- [14] 林秀琴,钱小毛.嗜麦芽寡养单胞菌耐药性分析[J].浙江中西医结合杂志,2016,26(2):178-180.
- [15] Vernikos P, Kampolis CF, Konstantopoulos K, et al. The Role of Bronchoscopic Findings and Bronchoalveolar Lavage Fluid Cytology in Early Diagnosis of Ventilator-Associated Pneumonia[J]. Respir Care, 2016, 61(5):658-667.
- [9] Abbasivash R, Aghdashi MM, Sinaei B, et al. The effects of propofol-midazolam-ketamine co-induction on hemodynamic changes and catecholamine response[J]. J Clin Anesth, 2014, 26(8):628-633.
- [10] Bartha E, Arfwedson C, Innell A, et al. Randomized controlled trial of goal-directed haemodynamic treatment in patients with proximal femoral fracture[J]. Br J Anaesth, 2013, 110(4):545-553.
- [11] Phillips SM, Sykes D, Gibson N. Hydration Status and Fluid Balance of Elite European Youth Soccer Players during Consecutive Training Sessions[J]. J Sports Sci Med, 2014, 13(4):817-822.
- [12] Ozkan I, Ibrahim CH. Dehydration, skeletal muscle damage and inflammation before the competitions among the elite wrestlers[J]. J Phys Ther Sci, 2016, 28(1):162-168.
- [13] Ylienvaara SI, Elisson O, Berg K, et al. Preoperative urine-specific weight and the incidence of complications after hip fracture surgery. A prospective, observational study[J]. Eur J Anaesthesiol, 2014, 31(2):85-90.
- [14] Yates DRA, Davies SJ, Milner HE, et al. Crystalloid or colloid for goal-directed fluid therapy in colorectal surgery[J]. Br J Anaesth, 2014, 112(2):281-289.
- [15] Jacob M, Chappell D, Hofmann-Kiefer K, et al. The intravascular volume effect of Ringer's lactate is below 20%: a prospective study in humans[J]. Crit Care, 2012, 16(3):R86.
- [16] Lee JH, No HJ, Song IK, et al. Prediction of fluid responsiveness using a non-invasive cardiac output monitor in children undergoing cardiac surgery[J]. Br J Anaesth, 2015, 115(1):38-44.
- [17] Vergnaud E, Vidal C, Verchère J, et al. Stroke volume variation and indexed stroke volume measured using bioreactance predict fluid responsiveness in postoperative children[J]. Br J Anaesth, 2015, 14(1):103-109.
- [18] Wang L, Xu Y, Zhang W, et al. Early interventional therapy for acute massive pulmonary embolism guided by minimally invasive hemodynamic monitoring[J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(8):14011-14017.
- [19] Lee EH, Choi E, Ahn W. Application of cerebral oximetry for a parturient with Takayasu's arteritis undergoing cesarean section - a case report[J]. Korean J Anesthesiol, 2013, 65(2):158-162.

(本文编辑:季群)

收稿日期:2016-07-10

(本文编辑:季群)

收稿日期:2016-01-29

(上接第16页)