

# 中国骨髓腔内输液通路临床应用专家共识

中国医药教育协会急诊医学专业委员会, 中华医学会北京心血管病学会青年委员会



扫码阅读

通信作者:祖凌云, E-mail: dr\_zly@126.com; 马青变, E-mail: maqingbian@medmail.com.cn。

doi:10.3969/j.issn.1002-1949.2019.07.002

骨髓腔内输液是一种能够快速、安全、有效的建立血管通道的方法。2014 年《新英格兰医学杂志》全面介绍了骨髓腔内输液,还制作了骨髓腔内输液操作的视频,建议医生合理、正确、积极地使用这一技术<sup>[1]</sup>。我国医护人员对骨髓腔内输液通路的了解、掌握及应用与国际相比目前仍存在很大差距,2016 年北京地区的一项调查结果<sup>[2]</sup>显示,医护人员对骨髓腔内输液的知晓率仅为 32.6%,了解骨髓腔内输液适应证和操作流程者分别占 4.0% 和 3.8%。为推动和提高广大医护人员对骨髓腔内输液通路的临床合理应用,中国医药教育协会急诊医学专业委员会、中华医学会北京心血管病学会青年委员会等共同组织相关领域专家编制了该共识,旨在规范并提升临床医护人员对骨髓腔内输液通路的实践能力,为进一步开展临床实践和研究提供指导意见。

## 1 骨髓腔内输液技术的发展史

骨髓腔内输液技术已有近百年的历史。第一次科学地研究并记录骨髓腔内输液技术是在 1922 年<sup>[3]</sup>。在二次世界大战期间,战地医疗救治机构使用骨髓腔内输液技术挽救了 4000 余名士兵性命<sup>[4]</sup>。而在 1950 年以后,由于静脉输液导管技术的迅猛发展,同时其他给药途径不断涌现,人们对骨髓腔内输液技术关注度有所降低,使其逐渐淡出临床。

1986 年,美国心脏协会(AHA)正式批准将骨髓腔内输液技术列入儿科的急救复苏程序当中<sup>[5]</sup>。1990 年,在《新英格兰医学杂志》上发表的一篇关于骨髓腔内输液的文献综述明确指出,任何可以静脉输注的药物均可经骨髓腔内途径进入循环系统<sup>[6]</sup>。2005 年 AHA、欧洲复苏委员会(ERC)、国际复苏联络

委员会(ILCOR)、美国急诊医师委员会(NAEMSP)的治疗指南中均推荐:在急救的过程中,建立血管通路时应该尽早考虑使用骨髓腔内途径,如成人在外周静脉穿刺 2 次不成功应马上建立骨髓腔内通路<sup>[7]</sup>。骨髓腔内通路至此再获大力推广。在 2010 年 AHA 的心肺复苏指南也再次强调:如果不能成功建立静脉通路,应尽早考虑建立骨髓腔内通路(class II a, LoE C),优于气管内给药通路<sup>[8]</sup>。

## 2 骨髓腔内输液技术的优势

在危重患者的抢救过程中,快速建立血管通路至关重要。对于心脏骤停患者,需要通过血管通路给予肾上腺素、胺碘酮等药物;对于感染性休克患者,需要通过血管通路给予快速补液及血管活性药物等治疗。临床可用的给药途径有外周静脉、中心静脉、气管插管内、骨髓腔内等。目前我国大多数医院是先尝试建立外周静脉通路,穿刺失败后,再选择建立中心静脉输液通路。心脏骤停或者休克患者由于周围循环衰竭,外周静脉充盈欠佳,往往会发生塌陷,从而影响外周静脉穿刺成功率<sup>[9]</sup>及穿刺时间<sup>[9-13]</sup>。建立中心静脉输液技术要求较高,耗时较长<sup>[14-16]</sup>,穿刺失败率一般为 10%~40%,尤其对于心脏骤停不间断心外按压的患者穿刺难度更大。气管插管内给药只能使用部分药物,液体应用受限。类似的情况会导致最佳用药时机丧失,甚至使抢救失败。

与外周静脉通路及中心静脉通路相比,骨髓腔内通路具有操作成功率高、耗时短、易掌握的优势。Kurowski 等<sup>[17]</sup>在人体模型中研究发现,骨髓腔内通路可迅速获得,穿刺成功所需时间为 2.0~4.2 min,

穿刺成功率为 82% ~ 92%。Lee 等<sup>[16]</sup> 在住院患者中比较骨髓腔内通路 with 中心静脉通路的实用性,发现骨髓腔内通路首次穿刺的成功率明显高于中心静脉通路(90.3% vs. 37.5%, 95% CI 80 ~ 101 vs. 24 ~ 51,  $P < 0.001$ ), 且穿刺所用的时间明显少于中心静脉通路(1.2 min vs. 10.7 min,  $P < 0.001$ )。一项在中国危重症患者中的随机对照研究<sup>[18]</sup> 亦证实,建立骨髓腔内通路所需时间明显少于中心静脉通路(74.9 s vs. 944.0 s,  $P < 0.01$ )。即使是无经验的医务人员在经过培训及 1 h 的实际训练后,最终操作成功率可达 88%, 第一次穿刺平均时间为  $(78.1 \pm 20.6)$ s<sup>[19]</sup>。

骨髓腔内输液与中心静脉置管相比,操作成功率更高,耗时更短,具有极大的优势。因此,危重症患者救治中,外周静脉穿刺困难时,推荐先建立骨髓腔内通路,待病情稳定后建立中心静脉通路。见表 1。

表 1 抢救状态下三种通路的比较

指标	外周静脉穿刺	骨髓腔内输液	中心静脉置管
建立速度	2.5 ~ 30 min <sup>[10-13]</sup>	1.2 ~ 1.5 min <sup>[14-15]</sup>	8.0 ~ 15.6 min <sup>[14-16]</sup>
难易程度	易:血流动力学稳定 难:血流动力学不稳定	易	难
输注品种	药物、血液	药物、血液	药物、血液
选择顺序	首选	次之或首选	最后

**推荐意见 1:** 在危重症患者抢救过程中,如外周静脉穿刺 2 次不成功应马上建立骨髓腔内输液通路。

### 3 骨髓腔内输液技术的原理

人体骨髓腔由网状的海绵静脉窦状隙组成,在骨髓腔中有很多高度分化的非塌陷的静脉网,包括垂直的(Haversian 管)和水平的(Volksmann 管)血流,与血液循环相通。当发生休克或因创伤而大量失血的情况下,患者的外周静脉通常会发生塌陷,此时处于骨骼保护之中的骨髓腔内静脉网因其特殊的骨质结构仍然能够保持非塌陷状态且同体循环保持连接。在骨髓腔内的这些非塌陷性的微小静脉网络可以像海绵一样能够快速吸收灌注到其周围的液体,通过骨内静脉窦将其快速转运到体循环之中并加以吸收利用。见图 1。

临床及动物试验证实,骨髓腔内输入药物的药代动力学、药效学及用药剂量与静脉用药相似,这也是骨髓腔内输液技术可作为外周静脉替代方法的理论基础<sup>[20-24]</sup>。一项于 25 名成人患者中进行的临床



图 1 骨髓腔内血管结构<sup>[1]</sup>

研究证实,通过静脉和骨髓腔内通路给予硫酸吗啡的药代动力学方面两者无明显差异,包括最大药物浓度、达到最大血药浓度的时间以及血药浓度-时间曲线下面积<sup>[22]</sup>。另有临床研究证实,经肱骨骨髓腔和中心静脉输注肾上腺素可以达到相同的血药浓度<sup>[23]</sup>。动物实验也证实,心肺复苏过程中经肱骨近端的骨髓腔和经胸骨的骨髓腔内给予肾上腺素与中心静脉给药具有等效性<sup>[24]</sup>。由于相关研究有限,目前不推荐经骨髓腔输液通路输注化疗药物、脂肪乳。

**推荐意见 2:** 循环衰竭时,骨髓腔内静脉网仍然保持非塌陷状态且与体循环保持连接,可以作为输液通路,骨髓腔内输入药物的药代动力学、药效学及用药剂量与静脉用药相似。

## 4 骨髓腔内输液通路的建立

### 4.1 骨髓腔内输液装置

目前可以应用的骨髓腔内输液设备有传统的骨髓穿刺针和专业的骨髓腔输液装置。通常在不具备专业骨髓腔输液装置的情况下,可以选用传统的骨髓穿刺针。为保证骨髓腔输液通路的稳定,避免液体外渗,建议选择带有螺纹的骨髓穿刺针。专业的骨髓腔输液装置操作更为简便、快捷,根据驱动原理分为手动式、电动式及弹射式。穿刺针需要依据患者年龄、体重及皮下脂肪的厚度选取合适的型号。目前国际指南中对于骨髓腔输液的推荐,多是基于专业的骨髓腔输液装置的研究数据。

**推荐意见 3:** 建立骨髓腔内输液通路既可使用专业的骨髓腔输液装置,亦可使用普通的骨髓穿刺针,抢救心脏骤停患者更推荐专业的骨髓腔输液装置。

### 4.2 骨髓腔内输液的穿刺部位

理想的骨髓腔内输液部位要具备以下特点:骨

皮质较薄,容易穿透;有较容易辨别的骨性标志;表面覆盖组织少;容易在艰难的环境中完成。通常情况下,小儿患者骨髓腔内输液选择的部位主要在胫骨的近端或远端、股骨的远端。成年患者骨髓腔内输注部位多选择在胫骨、肱骨或胸骨柄。此外,桡骨、尺骨、骨盆、锁骨、跟骨等部位也可以应用。穿刺部位的选择应该充分考虑到患者的年龄、身体状况、穿刺装置和操作者的经验等因素,还应该以简单可行、不影响心肺复苏等抢救措施为原则。胫骨近端有较容易辨别的骨性标志,容易定位,且表面平坦覆盖组织少,此外该部位距离患者胸部较远,不影响心肺复苏的实施,因此建议胫骨近端作为首选穿刺部位。

**推荐意见 4:** 首选胫骨近端作为骨髓腔内穿刺部位,其他穿刺部位还包括肱骨和胸骨柄等。

#### 4.3 骨髓腔内输液的穿刺操作

以应用最多的胫骨穿刺为例,步骤如下:①定位:伸直下肢,穿刺点位于髌骨下约 3 cm(2 指宽)和内侧约 2 cm(1 指宽)的胫骨平坦处(见图 2)。②消毒:戴无菌手套,以穿刺点为中心,直径 15 厘米,由内向外对皮肤进行消毒 2~3 遍,洞巾覆盖。③穿刺:左手拇指与食指固定穿刺部位,右手持传统的骨髓穿刺针或专业的骨髓腔输液设备,穿刺针与骨面垂直进针,达到骨髓腔,穿刺针在骨质内固定。④回抽:拔除穿刺针针芯,外接注射器回抽到骨髓即可确定位置正确。⑤固定:将穿刺针与皮肤固定,防止松动或移位。⑥冲管(必要时麻醉):用 5~10 mL 生理盐水冲洗骨髓腔输液导管,以便输液顺畅。对于意识清醒有疼痛感觉的患者,必要时给予利多卡因麻醉。通过骨髓腔内通路输入 2% 利多卡因 40 mg,时间应大于 2 min,然后用 5~10 mL 生理盐水冲洗骨髓腔输液导管,之后再输入 2% 利多卡因 20 mg,时间应大于 1 min。输液期间疼痛时随时重复给予利多卡因,如果通过骨髓腔内通路给予利多卡因无效时,可考虑全身的疼痛控制。利多卡因过敏者禁忌使用。⑦输液:连接输液管进行输液。⑧拔除:骨髓腔内通路建议留置时间不超过 24 h,特殊情况最长留置不超过 96 h<sup>[1]</sup>。拔除骨髓穿刺针,无菌敷料覆盖并按压穿刺点,用胶布固定。

**推荐意见 5:** 骨髓腔内输液操作步骤分为定位—消毒—穿刺—回抽—冲管(必要时麻醉)—输液—拔除,同一部位骨髓腔内输液通路留置时间不应超过 24 h。



图 2 胫骨近端定位

#### 4.4 骨髓腔内输液的速度

骨髓腔内输液的速度是否能达到静脉输液的速度一直倍受关注。因为骨髓腔内的血管压力通常相当于身体平均动脉压的三分之一,一般约为 35/25 mm Hg,所以,在输液过程中不同于静脉输液,骨髓腔内输液需要适当加压。研究发现,在加压的条件下,骨髓腔内输液的速度可达到原速度的数倍,可成功用于抢救低血容量休克患者。国外文献比较患者不同部位的输液速度发现,在不加压和加压情况下,经胫骨输液速度为 73 mL/min 和 165 mL/min,经肱骨为 84 mL/min 和 153 mL/min<sup>[25]</sup>。Pasley 等<sup>[26]</sup>的研究发现,新鲜尸体在加压 300 mm Hg 的情况下,经胸骨的输液速度为(93.7 ± 37.9) mL/min,经肱骨为(57.1 ± 43.5) mL/min,经胫骨为(30.7 ± 18.7) mL/min,经胸骨行骨髓腔内输液速度最快。国内研究<sup>[27]</sup>显示,经胫骨输液速度波动在 6~20 mL/min,加压后可达 50~125 mL/min。因此,使用加压输液袋或输液泵进行骨髓腔内输液,可以达到快速补液的效果。

**推荐意见 6:** 如需快速补液,建议使用输液泵或加压输液袋进行骨髓腔内输液。

### 5 骨髓腔内输液通路的临床应用

#### 5.1 适应证

任何疾病急需经血管通路补液治疗或药物治疗但无法建立常规静脉通路,均可采用骨髓腔内输液技术进行治疗,包括:心脏骤停、休克、创伤、大面积烧伤、严重脱水、持续性癫痫、呼吸骤停、恶性心律失常

常等。

## 5.2 禁忌证

绝对禁忌证包括:穿刺部位骨折、穿刺部位感染、假肢等。相对禁忌证包括:成骨不全、严重骨质疏松、缺少足够解剖标志、穿刺点 48 h 之内接受过骨髓腔输液等。

## 5.3 并发症及处理

尽管骨髓腔内输液是一项相对安全的技术,但仍有一些潜在的并发症。①液体外渗:液体外渗是骨髓腔内输液技术中最常见的并发症,多因穿刺过浅、过深、留置时间过长、导管脱出、在同一骨骼进行多次骨髓腔内置管等引起。一旦发现有液体外渗应立即停止给药,拔出穿刺针。如果大量的液体外渗没有被及时察觉,会造成局部肌肉及皮下组织坏死,严重者可引起骨筋膜室综合征。因此,必须加强对穿刺点的监测,及时对早期液体外渗进行识别并正确处理,避免严重并发症的发生。②感染:骨髓腔内通路置入后可能引发蜂窝组织炎、局部脓肿、骨髓炎等感染。其中骨髓炎是较为严重的感染性并发症,穿刺针的移位或留置时间过长、穿刺处污染、患有脓毒症等都可能是骨髓炎发生的危险因素。在专业的骨髓腔内输液装置应用前的早期文献报道,骨髓炎的发生率为 0.6%<sup>[28]</sup>,多与留置时间过长有关。越早拔除骨髓腔内穿刺装置,则感染风险发生率越低。故一旦发生感染,应拔出穿刺针,给予充分抗感染治疗,必要时引流。③其他少见的并发症包括误入关节内、穿刺针断裂、骨折<sup>[29]</sup>、脂肪栓塞<sup>[30]</sup>等,并未发现骨髓腔内输液对骨内结构及成分产生明显影响<sup>[4]</sup>。总之,为避免并发症的出现,应严格遵循无菌操作,严密监测穿刺部位,严格控制留置时间,一旦患者周围循环改善,则改用其他方式输液。

## 6 骨髓腔内输液通路的未来展望

骨髓腔内输液技术作为建立血管通路中的一种重要途径,应是急救人员的一个常规备选方案。当遇到危重患者和输液困难等情况时,医务人员能够在极短时间内建立骨髓腔内输液通路,挽救更多生命。骨髓腔内输液技术不仅可将药物或液体快速输入血液循环,在其他方面亦有其优势。比如在血液系统疾病的治疗中,经骨髓腔内进行造血干细胞移植用于治疗血液系统肿瘤已经进入临床试验阶段,其疗效好且移植抗宿主反应减轻<sup>[31-32]</sup>;还可经骨髓腔内通路获取血液样本进行实验室检查,为临床诊治提供更多信息<sup>[33]</sup>。相信随着研究的不断深入,

这一技术未来将有更广阔的应用前景。

执笔:汪宇鹏 刘艳艳

共识专家组成员(按姓名汉语拼音排序):

艾芬,安莹波,白瑾,曹钰,车在前,陈辉,陈怡,陈凤英,程宇彤,池洪杰,崇巍,崔鸣,代传扬,窦清理,杜俊凯,冯杰,高炜,高恒波,葛洪霞,耿学峰,关,键,管军,郭彩霞,郭丽君,郭丽珠,郭伟,郭杨,郭治国,韩江莉,何小军,何新华,洪玉才,胡佳文,贾春梅,姜冰玉,蒋,丽,兰超,李斗,李杰,李静,李,硕,李,欣,李岩,李燕,李颖,李蕾,李,琪,李博宇,李彩霞,李俊红,李佳慧,李凤杰,李连祥,李素彦,梁璐,林运,林珮仪,刘盛,刘彤,刘巍,刘德红,刘继海,刘笑然,刘艳艳,逯林欣,罗凌青,吕菁君,马青变,马刺芳,孟新科,米玉红,宁玉珍,潘龙飞,裴俏,裴红红,钱欣,钱海燕,秦延军,秦宇红,曲芸,商德亚,邵菲,史菲,史继学,司君利,宋晓健,宋振举,苏立军,孙津津,唐存亮,唐永军,唐泽海,唐子人,陶永康,田海涛,万智,王聪,王郝,王晶,王晓,王鑫,王宇,王国栋,王国兴,王贵松,王海嵘,王继红,王军红,王力军,王晓梅,王旭东,王映珍,王玉玲,王子超,王新宇,汪宇鹏,温伟,吴彩军,伍国峰,喜杨,咸会波,向旭东,邢吉红,熊辉,徐峰,燕亮亮,杨军,杨蓉佳,杨跃进,叶圣龙,余涛,俞梦越,于婕,于雪,詹红,赵斌,赵慧强,张斌,张红,张静,张娟,张萌,张然,张页,张蕴,张丽丽,张海钢,张海涛,张海燕,张洪波,张剑锋,张金英,张向阳,张新颜,张智勇,郑博,郑康,郑亚安,郑悦亮,周淋,周彤,周轶,周颖,周敏杰,周启棣,周长勇,朱海燕,祖凌云

## 参考文献

- [1] Dev SP, Stefan RA, Saun T, et al. Videos in clinical medicine. Insertion of an intraosseous needle in adults[J]. N Engl J Med, 2014, 370(24): e35.
- [2] 汪宇鹏,祖凌云,高炜,等. 北京地区医护人员对骨髓腔内输液知晓现状的调查研究[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2016, 8(9): 77-81.
- [3] Drinker C, Drinker K, Lund C. The circulation in the mammalian bone marrow[J]. Am J Physiol, 1922, 62: 1-92.
- [4] Sawyer RW, Bodai BI, Blaisdell FW, et al. The current status of intraosseous infusion[J]. J Am Coll Surg, 1994, 179(3): 353-360.
- [5] Standards and guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) and Emergency Cardiac Care (ECC). National Academy of Sciences - National Research Council[J]. JAMA, 1986, 255(21):2905-2989.
- [6] Fiser DH. Intraosseous infusion[J]. N Engl J Med, 1990, 322(22): 1579-1581.
- [7] ECC Committee, Subcommittees and Task Forces of the American Heart Association. 2005 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care[J]. Circulation, 2005, 112(24 Suppl): IV1-203.
- [8] Field JM, Hazinski MF, Sayre MR, et al. Part 1: executive summary: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopul-

- monary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care [J]. *Circulation*, 2010, 122(18 Suppl 3): S640 - S656.
- [9] Paxton JH, Knuth TE, Klausner HA. Proximal humerus intraosseous infusion: a preferred emergency venous access [J]. *J Trauma*, 2009, 67(3): 606 - 611.
- [10] Lapostolle F, Catineau J, Garrigue B, et al. Prospective evaluation of peripheral venous access difficulty in emergency care [J]. *Intensive Care Med*, 2007, 33(8): 1452 - 1457.
- [11] Lewis FR. Prehospital intravenous fluid therapy: physiologic computer modelling [J]. *J Trauma*, 1986, 26(9): 804 - 811.
- [12] Minville V, Pianezza A, Asehnoun K, et al. Prehospital intravenous line placement assessment in the French emergency system: a prospective study [J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2006, 23(7): 594 - 597.
- [13] Costantino TG, Parikh AK, Satz WA, et al. Ultrasonography - guided peripheral intravenous access versus traditional approaches in patients with difficult intravenous access [J]. *Ann Emerg Med*, 2005, 46(5): 456 - 461.
- [14] Paxton JH, Knuth TE, Klausner HA. Proximal humerus intraosseous infusion: a preferred emergency venous access [J]. *J Trauma*, 2009, 67(3): 606 - 611.
- [15] Lee PM, Lee C, Rattner P, et al. Intraosseous Versus Central Venous Catheter Utilization and Performance During Inpatient Medical Emergencies [J]. *Crit Care Med*, 2015, 43(6): 1233 - 1238.
- [16] Leidel BA, Kirchhoff C, Bogner V, et al. Comparison of intraosseous versus central venous vascular access in adults under resuscitation in the emergency department with inaccessible peripheral veins [J]. *Resuscitation*, 2012, 83(1): 40 - 45.
- [17] Kurowski A, Timler D, Ecrin T, et al. Comparison of 3 different intraosseous access devices for adult during resuscitation. Randomized crossover manikin study [J]. *Am J Emerg Med*, 2014, 32(12): 1490 - 1493.
- [18] 刘艳艳,汪宇鹏,祖凌云,等.危重症患者建立骨髓腔内通路和中心静脉通路随机对照研究 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2018, 27(8): 901 - 904.
- [19] Kwon OY, Park SY, Yoon TY. Educational effect of intraosseous access for medical students [J]. *Korean J Med Educ*, 2014, 26(2): 177 - 124.
- [20] Hampton K, Wang E, Argame JI, et al. The effects of tibial intraosseous versus intravenous amiodarone administration in a hypovolemic cardiac arrest porcine model [J]. *Am J Disaster Med*, 2016, 11(4): 253 - 260.
- [21] Smith S, Borgkvist B, Kist T, et al. The effects of sternal intraosseous and intravenous administration of amiodarone in a hypovolemic swine cardiac arrest model [J]. *Am J Disaster Med*, 2016, 11(4): 271 - 277.
- [22] Von Hoff DD, Kuhn JG, Burris HA, et al. Does intraosseous equal intravenous? A pharmacokinetic study [J]. *Amer J Emerg Med*, 2008, 26: 31 - 38.
- [23] Hoskins SL, Kramer GC, Stephens CT, et al. Efficacy of epinephrine delivery via the intraosseous humeral head route during CPR [J]. *Circulation*, 2006, 114(18): 1204.
- [24] Hoskins SL, Nascimento P Jr, Lima RM, et al. Pharmacokinetics of intraosseous and central venous drug delivery during cardiopulmonary resuscitation [J]. *Resuscitation*, 2012, 83(1): 107 - 112.
- [25] Ong MEH, Chan YH, Oh JJ, et al. An observational, prospective study comparing tibial and humeral intraosseous access using the EZ - IO [J]. *Am J Emerg Med*, 2009, 27(1): 8 - 15.
- [26] Pasley J, Miller CH, DuBose JJ, et al. Intraosseous infusion rates under high pressure: A cadaveric comparison of anatomic sites [J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2015, 78(2): 295 - 299.
- [27] 黄新,柯友洋.骨髓腔内输液在成人急救中的临床应用研究 [J]. *医学研究生学报*, 2013, 26(9): 956 - 958.
- [28] Rosetti VA, Thompson BM, Miller J, et al. Intraosseous infusion: an alternative route of pediatric intravascular access [J]. *Ann Emerg Med*, 1985, 14(9): 885 - 888.
- [29] Bowley DM, Loveland J, Pitcher GJ. Tibial fracture as a complication of intraosseous infusion during pediatric resuscitation [J]. *J Trauma*, 2003, 55(4): 786 - 787.
- [30] Möller JC, Tegtmeier FK, Schaible TF, et al. Intraosseous puncture as vascular access in pediatric emergency and intensive care medicine [J]. *Anaesthesiol Reanim*, 1996, 21(4): 103 - 107.
- [31] Okada M, Yoshihara S, Taniguchi K, et al. Intraosseous transplantation of unwashed cord blood using reduced - intensity conditioning treatment: a phase I study [J]. *Biol Blood Marrow Transplant*, 2012, 18(4): 633 - 639.
- [32] Frassoni F, Gualandi F, Podestà M, et al. Direct intraosseous transplant of unrelated cord - blood cells in acute leukaemia: a phase I / II study [J]. *Lancet Oncol*, 2008, 9(9): 831 - 839.
- [33] 刘艳艳,汪宇鹏,祖凌云,等.骨髓腔内通路用于实验室检查的研究现状 [J]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2016, 8(11): 24 - 27.

[收稿日期:2019-06-26][本文编辑:裴俏]