

· 研究报告 ·

自主研发弹射式一次性骨髓腔输液器在临床中的应用

何忠杰 盛志勇 王福利 王永刚 刘双庆 郑嘉奕 林洪远

【摘要】 目的 探讨弹射式一次性骨髓腔输液器在临床的应用价值。**方法** 在多家军地医院对输液时建立静脉通道失败、批量伤病员需紧急建立输液通道、需建立心肺复苏输液通路的患者,使用自主研发的弹射式一次性骨髓腔输液器进行输液,选择内踝胫骨下端、胫骨上端、髌前上棘、髌后上棘、桡骨远端、桡骨头、胸骨 7 个部位 13 个骨髓穿刺点,观察并统计相关临床指标。**结果** 47 例患者共进行 52 例次骨髓腔输液,男性 31 例,女性 16 例;年龄 23 ~ 75 岁;其中重症医学科 39 例次(先后 2 个部位行骨髓腔输液者 5 例)。急诊科 9 例次,其他科室 3 例次,长途转运 1 例次;心肺复苏 28 例次,休克复苏 18 例次,术后大出血抢救 5 例次,肿瘤 1 例次;输入液体有血浆、血浆代用品、生理盐水或林格液;内踝胫骨下端、胫骨上端、髌前上棘、桡骨远端、桡骨头、胸骨部位的重力输液速度分别为 30.0、15.4、21.2、7.2、15.0、23.8 mL/min;加压输液速度可以达到 50.0 mL/min 或更高;操作成功时间 15 ~ 120 s,保留时间 20 min ~ 2.5 d。拔针后进行局部观察,仅 2 例出现液肿,均未发生骨折。47 例次完成操作,成功率为 90.3%,其中于髌后上棘处取骨髓标本 2 例;不成功原因中操作不当 4 例,器械故障 1 例。**结论** 骨髓腔输液不仅在院前、院内,即使是重症监护病房(ICU),也可以发挥其快速、可靠、便捷的输液优势,在“白金 10 min”内取得最佳的复苏效果。

【关键词】 骨髓腔输液; 弹射式一次性骨髓腔输液器; 急救时效性

骨髓腔输液是一个十分成熟的技术^[1-2],在国外开展较为普遍,在国内仅在偏远的基层医院或儿科有使用报告。近年部分军队医院急诊科医师使用骨髓腔穿刺针或硬膜外麻醉穿刺针或改良器械开展了这项技术,取得一些经验^[3-6]。多数人对骨髓腔输液在临床很多关键时刻发挥出来的优势了解甚少。研发轻便、实用的战场、灾害现场输液技术可以为军事、灾害救援、院前急救、院内急救提供输液方便。本课题获总后卫生部的批准,在多家军地医院对自主研发的弹射式一次性骨髓腔输液器进行了临床试验研究,现对试验结果进行阶段性总结。

1 临床资料

1.1 病例选择及一般资料: 在现有静脉通路抢救过程中,对符合下列条件的急危重症患者使用骨髓腔输液方法抢救:① 年龄 18 ~ 80 岁;② 出现呼吸、心跳停止;③ 出现休克 1 h 以上;④ 大出血,循环不稳定,补液量需在 3 000 mL/h 以上。

该方案得到各医院伦理委员会批准,并获得患者或家属知情同意。在广州军区总医院、解放军总医院、广州军区总医院一五七临床部、河南科技大学第一附属医院、海军总医院、克拉玛市第二人民医院、空军总医院共完成 47 例患者、52 例次的临床观察,其中重症医学科 39 例次,急诊科 9 例次,其他 3 例次,长途转运 1 例次。

入选患者中男性 31 例,女性 16 例;年龄 23 ~ 75 岁;心肺复苏(CPR)28 例次,休克复苏 18 例次,术后大出血抢救 5 例次,肿瘤 1 例次。先后 2 个部位进行骨髓腔输液者 5 例。

1.2 弹射式一次性骨髓腔输液器的操作方法(图 1):弹射式骨髓腔输液装置由本课题组与北京君研院科技有限公司共同研制。选择好穿刺点后,常规消毒皮肤;操作者戴手套,打开弹射式一次性骨髓腔输液器包装,取出器械;右手持器械使穿刺针方向对准穿刺点,左手拇指和食指挤压安全保险夹并取下;左手协助固定器械,右手挤压器械尾部直至击发,穿刺针进入骨髓腔,取下辅助装置;取出穿刺内针,留下外套针,10 mL 注射器回抽见骨髓液,证明位置无误;换注射器经骨髓针快速注入 1%利多卡因 10 mL,接输液管进行输液。



注:红色为安全栓,箭头所示方向为针射方向

图 1 自主研发的弹射式一次性骨髓腔输液器

1.3 骨髓腔输液的适应证:① 建立静脉通道失败时;② 需要紧急建立输液通道的批量伤病员;③ CPR 的输液通路。

2 结果

52 例次患者使用弹射式一次性骨髓腔输液器的输液部位、输液方式及速度见表 1。

操作成功时间 15 ~ 120 s,保留时间 20 min ~ 2.5 d。拔针后进行局部观察,仅 2 例出现液肿,无骨折出现。输入的液体有血浆、血浆代用品、生理盐水或林格液。

弹射式一次性骨髓腔输液器的使用成功率为 90.3% (47/52),其中 2 例仅于髌后上棘处取骨髓标本,未输液。输液不成功的原因:操作不当 4 例,器械故障 1 例。

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.10.013

基金项目:军事医学创新专项计划(13XZ033);国家实用新型专利(ZL2009 2 0292835.3)

作者单位:100048 北京,解放军总医院第一附属医院

通信作者:何忠杰,Email:drhezjh@126.com

表 1 52 例次急危重症患者使用弹射式一次性骨髓腔输液器的输液部位、方式、速度及局部情况

输液部位	首选部位穿刺(例次)		输液速度(mL/min)		局部情况
	成功	不成功	重力输液	加压输液	
内踝胫骨下端	4	1	30.0		良好
胫骨上端	20	1	15.4	50.0	良好
髂前上棘	4	1	21.2		良好
髂后上棘	2	0			良好
桡骨远端	6	1	7.2		良好
肱骨头	5	1	15.0		良好
胸骨	6	0	23.8		良好

注:空白代表未行输液或加压输液

在重症医学科进行骨髓腔输液的 39 例次患者进一步观察,有 5 例先后或同时进行 2 处骨髓腔输液。① CPR 18 例次(使用套管针 8 例、单/双腔 10 例并使用多种静脉泵入给药);在围心搏骤停期,除按标准 CPR 抢救外,增加骨髓腔输液通路,在胸外按压后 0.5 h 内补液量达 500 mL 以上,心跳恢复 16 例,同时维持血压 80 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa) 0.5 h 以上 14 例;② 休克复苏 16 例,术后大出血抢救 5 例(均有单/双腔中心静脉导管,使用多种静脉泵入给药);其中 15 例次使用了加压输液。通过骨髓腔通路,11 例在 30 min 内输液量达 1 000 mL 以上、8 例 3 h 内输液量达 2 000 mL 以上、2 例 4 h 内输液量达 3 000 mL 以上。在抢救或复苏阶段均见到及时补液带来临床血流动力学改善的结果。

3 讨论

3.1 骨髓腔输液的地位:在 2000 年^[7]、2005 年^[8]、2010 年^[9]复苏指南中表述:在急救过程中,应该尽早考虑使用骨髓腔通路。成人心搏骤停时,首选骨髓腔通路给药,建立骨髓腔内血管通路是抢救心搏骤停患者的标准方法。至少,静脉与骨髓腔输液位列同等位置。但在目前如此多的 CPR 专题讲座中,恰恰对这一点我们解读得很差。

3.2 不同骨髓腔输液器械的比较:骨髓腔输液装置类别较多,国外主要有 FAST 输液器(girst access for shock and trauma, FAST)、骨髓腔输液枪(bone injection gun, BIG)、手转骨髓腔输液器(SurFast)、直针式骨髓腔输液器(jamshidi)、电钻式骨髓腔内输液器(IO)等,还有部分上述器械的改良产品,其中以电钻式骨髓腔内输液器较稳定、可靠^[10-15]。由于进口产品价格昂贵,短期内很难在中国普及应用。国内也有相关或代用产品,主要有带针芯的 16-20 号骨穿刺针、标准蝶形针、标准腰穿针、笔尖式骨内穿刺针、胸骨或髂骨骨髓抽吸针等,甚至有使用头皮针进行胸骨穿刺的成功报告^[2-3,5-6,16-17]。国内产品是使

用人力进针,虽有缺憾,但价格便宜、实用。我们改进创新的弹射式骨髓腔输液装置可在患者的多个部位使用,包括其他装置不常使用的肱骨头、胸骨处。该装置还可用于血液科骨髓穿刺取标本,患者基本感觉不到疼痛。

3.3 骨髓腔输液穿刺部位:文献报道较多的穿刺部位是胫骨、髌骨、胸骨等,成人常选用胫骨上端穿刺点,一般选在胫骨平台下 3 cm 左右。国内有研究报道采用髂前上棘或胸骨穿刺输液成功抢救了成人及儿童危重患者^[3-4]。Warren 等^[14]研究表明,胫骨远端、股骨远端、肱骨近端也可作为输液部位,其疗效与静脉相似;也可采用富含红骨髓的髌骨、胸骨、锁骨等部位,但不如四肢长骨方便和穿刺成功率高。本课题组通过改进器械和穿刺点,已把弹射式骨髓腔输液器的穿刺点扩展到 7 个部位 13 个点,即内踝胫骨下端、胫骨上端、髌前上棘、髌后上棘、桡骨远端、肱骨头、胸骨部位(图 2)。

3.4 骨髓腔通路与静脉通路:外周静脉通路有血管位置表浅、可选择部位多、技术要求不高、穿刺方便安全等优点,但对刺激性药物不能耐受、穿刺针易脱落,而且休克时血管塌陷难以成功建立。深静脉通路可以克服上述不足,还具有输注速度快、可实施血流动力学和静脉血氧饱和度监测等优势,但穿刺技术要求和器材成本较高,并有发生气胸、大血管破裂出血等潜在风险;另外,如果患者伴有凝血功能障碍,也往往成为建立深静脉通路的禁忌。在种种情况导致无法选择静脉通路时,骨髓腔无疑成为建立“生命通路”唯一的,同时也是最安全和便捷的途径^[2,15-18]。当然,骨髓腔通路只能输液而不能进行血流动力学监测,这是其主要缺憾。就输注液体的理化性质而言,骨髓腔具有良好的相容性,包括可以输注刺激性液体;而许多药物具有刺激性,是不适于甚至禁止经外周静脉输入的。但在输注较黏稠的胶体液时,欲达到与晶体液相同的速度,可能需要加压。

3.5 骨髓腔输液的临床应用:在 CPR、休克补液、大出血等临床急症,骨髓腔输液不仅可以用于现场抢救,即使在重症监护病房(ICU)也有使用骨髓腔输液的指征。为确保“白金 10 min”急救理念^[19-20]的实现,我们已经把自主研发的弹射式一次性骨髓腔输液器配备在临床急救器械中,用于现场创伤抢救、救护车上安全转运、急诊科抢救、其他临床科室抢救、ICU 急救等过程,效果非常好,使抢救工作更加从容有序。在急救学习班上的调查发现,受欢迎比例高达 95%以上。

本研究使用弹射式一次性骨髓腔输液器的成功率为 90.3%(47/52),不成功的原因因为操作不当 4 例、器械故障 1 例。掌握正确的方法可提高成功率,而对于器械设备故障要

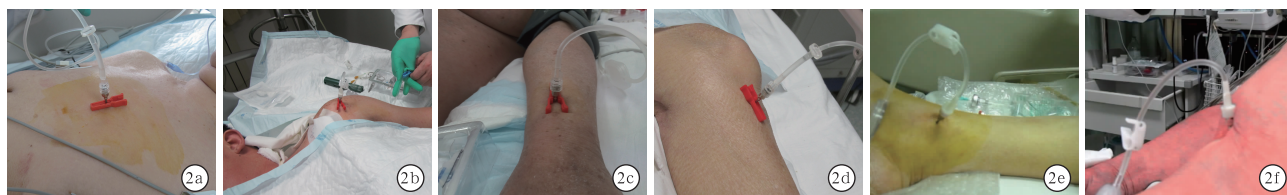


图 2 弹射式一次性骨髓腔输液器穿刺点 a 为胸骨穿刺点, b 为肱骨头穿刺点, c 为桡骨远端穿刺点, d 为胫骨上端穿刺点, e 为内踝胫骨下端穿刺点, f 为髌前上棘穿刺点

有预案,每次操作时间差仅在分秒之间,及时更换器械或部位可克服这个问题。如果准备得当、操作熟练,操作开始到输液仅 15~20 s;不熟练者也可在 1~2 min 内完成。

3.6 可用于骨髓腔输液的药物:经骨髓腔通路输注的液体、药物可归纳为几类:①基本液体:葡萄糖溶液、生理盐水、平衡盐液、碳酸氢钠、甘露醇、右旋糖酐、地塞米松、呋塞米等。②血管活性药物:肾上腺素、去肾上腺素、多巴胺、多巴酚丁胺、硝普钠等。③呼吸兴奋药:尼可刹米、山梗菜碱。④影响心律的药物:利多卡因、地高辛、硫酸妥钠、阿托品等^[1]。

建立骨髓腔通路的主要优点有:①操作简单、快捷、方便,时效性最佳。②易培训,容易掌握。③进针准确、用时短,用注射器抽吸时见到骨髓液即证实骨髓腔内,可注射药物或与输血器连接。④骨皮质对穿刺针有固定作用等。鉴于以上优点,国际复苏指南连续多年都把经骨髓腔给予血管活性药物与经静脉给药列为 CPR 标准操作。

3.7 骨髓腔输液速度:骨髓腔输液速度是一个关键的指标,特别是用于判断能否满足紧急扩容的需要。Warren 等^[14]对成年人不同部位骨髓腔输液速度进行研究,在一般压力和加压 39.9 kPa 的情况下,肱骨分别为 11.1 mL/min 和 41.3 mL/min,股骨下端分别为 9.3 mL/min 和 29.5 mL/min,内、外踝分别为 8.2 mL/min 和 24.1 mL/min,胫骨分别为 4.3 mL/min 和 17.0 mL/min。也有人笼统地说骨髓腔输液速度最快可达 56 mL/min(加压),可见以上速度是完全能够满足快速扩容需要的。我们在内踝胫骨下端、胫骨上端、髌前上棘、桡骨远端、肱骨头、胸骨 6 个部位的重力输液速度分别为 30.0、15.4、21.2、7.2、15.0、23.8 mL/min,加压输液可以达到 50.0 mL/min 或更高。

3.8 骨髓腔输液应注意的问题与禁忌证:尽管骨髓腔输液的并发症并不常见,但依然有相关报告,包括:①皮下和骨膜下液肿:因输液外渗引起局部蜂窝织炎和皮下脓肿的发生率为 0.7%^[1]。皮质有裂缝的骨损伤也可出现液体外渗,所以受累骨骼不宜用于骨髓腔输液。②骨髓炎:在骨髓腔输液几十年的治疗统计中,骨髓炎的发生率未超过 1%。Rosetti 等^[20]报告的 4 270 例骨髓腔输液患者中,仅 27 例发生骨髓炎,占 0.6%。③骨折:罕见,偶有报告。④其他:如局部皮肤感染、骨膜下输注、骨针松动、骨针断裂、胸骨穿破伴发纵膈炎、误入关节内、婴儿生长板损伤、脓毒症以及潜在脂肪栓塞等^[1]。

3.9 展望人人可以为他人输液的梦想:2003 年以来,我国骨髓腔输液相关文章发表 18 篇,多数是在基层医院开展的。全国高等学校教材《急诊医学》^[21]中指出:骨髓腔内给药是复苏给药途径之一。由于骨髓腔有不会塌陷的血管丛,是另外一种可供选择的给药途径,其效果相当于中心静脉通道,如果无法建立静脉通道的话,可建立经骨髓腔通道。由此看来,骨髓腔输液的共识已经形成。

从提高急救效果的角度来看,骨髓腔输液有着巨大的发展潜力。自救互救是与专业救治同等重要的一个急救阶段,是抢救、救援链上独立的一环,这个初始环节的优劣,可以直

接决定后续救治的效果。在我国,自救互救在救护方面发挥着重要作用,应进一步普及^[22]。

志谢 衷心感谢参加临床扩试的秦伟毅、黎檀石、宋青、胡辉莹、张国秀、张志成、牛顺平、宁波等专家

参考文献

- [1] 冯正权,吴宝明.骨髓输液技术的发展及应用[J].医疗卫生装备,2003,24(2):25-27.
- [2] 何忠杰,林洪远,盛志勇.最便捷和安全的输液方式——骨髓腔输液[J].中国急救医学,2011,31(7):580-583.
- [3] 杜军,林少宾,刘卫明,等.髂前上棘穿刺快速建立扩容通道抢救患者六例[J].中华全科医师杂志,2004,3(1):77.
- [4] 张吉新,李士华,毕宝林,等.交通伤院前急救经骨髓输液的临床研究[J].创伤外科杂志,2009,11(2):110-112.
- [5] 王立祥,郑静晨.骨髓腔穿刺驱动器:快捷建立循环通路的好推手[J].中国危重病急救医学,2010,22(8):449-450.
- [6] 张凤肖,崔亚强,葛雪如,等.骨髓腔输液抢救危重脑水肿 1 例[J].中国危重病急救医学,1994,6(1):54.
- [7] Anon. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Part 10: pediatric advanced life support. The American Heart Association in collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation [J]. Circulation, 2000,102(8 Suppl): I 291-342.
- [8] 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): IV 1-203.
- [9] 美国心脏协会.健康从业人员心血管急救手册[M].杭州:浙江大学出版社,2010:5-20.
- [10] Rosenberg H, Cheung WJ. Intraosseous access [J]. CMAJ, 2013, 185(5):E238.
- [11] Boon JM, Gorry DL, Meiring JH. Finding an ideal site for intraosseous infusion of the tibia: an anatomical study [J]. Clin Anat, 2003,16(1):15-18.
- [12] Macnab A, Christenson J, Findlay J, et al. A new system for sternal intraosseous infusion in adults[J]. Prehosp Emerg Care, 2000, 4(2):173-177.
- [13] Glaeser PW, Hellmich TR, Szewczuga D, et al. Five-year experience in prehospital intraosseous infusions in children and adults[J]. Ann Emerg Med, 1993,22(7):1119-1124.
- [14] Warren DW, Kissoon N, Sommerauer JF, et al. Comparison of fluid infusion rates among peripheral intravenous and humerus, femur, malleolus, and tibial intraosseous sites in normovolemic and hypovolemic piglets[J]. Ann Emerg Med, 1993,22(2):183-186.
- [15] Schwartz D, Amir L, Dichter R, et al. The use of a powered device for intraosseous drug and fluid administration in a national EMS: a 4-year experience[J]. J Trauma, 2008,64(3):650-655.
- [16] 涂国芳,姜春,李芃,等.骨髓腔内输液技术在危重患儿抢救中的应用[J].成都医药,2004,30(6):361-362.
- [17] 韩建秋.骨髓输液在危重病儿中的应用[J].实用儿科临床杂志,2007,22(5):378,382.
- [18] 何忠杰.论急救的时效性[J].中国急救医学,2008,28(7):659-661.
- [19] 何忠杰.再论急救白金十分钟[J].解放军医学杂志,2012,37(5):391-393.
- [20] 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.
- [21] 沈洪.急诊医学[M].北京:人民卫生出版社,2008:20.
- [22] 何忠杰,王立祥.探索急救之道 畅通生命之路[J].中国急救医学,2013,33(11):988-990.

(收稿日期:2014-04-24)

(本文编辑:李银平)