

- [13] He X, Marchionni L, Hansel DE, et al. Differentiation of a highly tumorigenic basal cell compartment in urothelial carcinoma[J]. *Stem Cells*, 2009, 27(7):1487-1495.
- [14] Tatokoro M, Koga F, Yoshida S, et al. Potential role of Hsp90 inhibitors in overcoming cisplatin resistance of bladder cancer-initiating cells[J]. *Int J Cancer*, 2011, 30(12):1543-1545.
- [15] Su Y, Qiu Q, Zhang X, et al. Aldehyde dehydrogenase 1 A1-positive cell population is enriched in tumor-initiating cells and associated with progression of bladder cancer [J]. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 2010, 19(2):327-337.
- [16] Miyamoto T, Weissman IL, Akashi K. AML1/ETO-expressing nonleukemic stem cells in acute myelogenous leukemia with 8;21 chromosomal translocation[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2000, 97(13):7521-7526.
- [17] Kurzrock EA, Lieu DK, Degraffenried LA, et al. Label-retaining cells of the bladder: candidate urothelial stem cells [J]. *Am J Physiol Renal Physiol*, 2008, 294(6):1415-1421.
- [18] Thangappan R, Kurzrock EA. Three clonal types of urothelium with different capacities for replication[J]. *Cell Prolif*, 2009, 42(6):770-779.
- [19] Zhang Y, McNeill E, Tian H, et al. Urine derived cells are a potential source for urological tissue reconstruction[J]. *J Urol*, 2008, 180(5):2226-2233.
- [20] Anumanthan G, Makari JH, Honea L, et al. Directed differentiation of bone marrow derived mesenchymal stem cells into bladder urothelium[J]. *J Urol*, 2008, 180(14):1778-1783.
- [21] Gaisa NT, Graham TA, McDonald SA, et al. The human urothelium consists of multiple clonal units, each maintained by a stem cell[J]. *J Pathol*, 2011, 225(2):163-171.
- [22] Majeti R, Chao MP, Alizadeh AA, et al. CD47 is an adverse prognostic factor and therapeutic antibody target on human acute myeloid leukemia stem cells[J]. *Cell*, 2009, 138(2):286-299.
- [23] Barclay AN, Brown MH. The SIRP family of receptors and immune regulation[J]. *Nat Rev Immunol*, 2006, 6(6):457-464.

(收稿日期:2012-02-09 修回日期:2012-03-22)

· 综 述 ·

## 自动心肺复苏仪的研究进展

杨雪玉 综述, 梁隆斌 审校

(成都大学附属医院急诊科 610081)

**关键词:** 心脏停搏; 心肺复苏术; 仪器

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2012.28.040

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1671-8348(2012)28-2992-03

心搏骤停是临床常见的危急病症, 必须立即进行心肺复苏(cardiopulmonary resuscitation, CPR)救治。徒手复苏有其局限性, 人工按压时可因医务人员的技术差异而影响复苏效果, 并可因耗费体力而频繁换人致按压中断, 亦可因为按压力度不当、位置不准而发生肋骨骨折和内脏损伤, 在开放静脉通路行药物治疗时常需 2 人以上才能完成, 而且在进行电除颤时需中断复苏。为了提高心搏骤停患者复苏期间的血液灌注和提高存活率, 人们研制了替代传统 CPR 的自动心肺复苏装置。目前, 自动心肺复苏仪已经在临床中广泛使用<sup>[1]</sup>。本文综述常见的自动心肺复苏仪的研究进展和它们在临床应用中的优缺点。

### 1 第 1 代自动心肺复苏仪

第 1 代自动心肺复苏仪主要以模拟徒手 CPR 原理发展而来, 其可实现连续不间断的点式按压, 这种方式很好地改善了徒手 CPR 容易疲劳、中断按压的情况, 其中以美国密歇根公司的萨勃心肺复苏机 Thumper 为代表<sup>[2]</sup>。此类设备是以胸泵理论为基础, 即胸外按压时心脏受到胸骨和胸椎的挤压, 使心室和大动脉之间产生压力梯度, 这种压力驱使血液流向体循环和肺循环<sup>[3]</sup>。它根据美国心脏学会心肺复苏指南要求设计, 具有全自动、同步胸外心脏按压、间歇性正压通气的特点。当被正确地安装在患者胸骨上时, 它可自动测量出前后胸径, 并显示出胸部按压下陷 20% 的读数, 避免按压不足或按压过重。同时可调节按压频率, 在自动模式下可在 5 次按压后自动输送一

次预定的潮气量, 避免按压与通气的冲突, 它能在短时间内安装完毕, 并且是全气动、电绝缘的, 这使得 Thumper 能与患者监护及除颤设备同时安全地使用。在那些有可能妨碍徒手技术效果的情况下, 为心搏骤停患者提供持续不断的心肺复苏。适用于如火车、救护车、飞机等院外环境。也可在急诊室、冠心病监护病房和心脏导管室等院内环境使用。它的垫板可提供良好的心肺复苏按压平面, 抢救过程中不必搬动患者, 方便转运。但是 Thumper 也存在一些不足之处, 如以气体为驱动方式, 要携带较大容量气瓶, 体积大, 重量大, 不方便携带, 且容易引起爆炸; 缺少复苏过程中患者实际呼出潮气量、气道压力和呼出 CO<sub>2</sub> 的监测, 不利于保证患者的通气质量, 容易造成气压伤。有研究表明, Thumper 在整体的动物实验和临床研究中发现其对心和脑的灌注血流量没有显著改善<sup>[4]</sup>。因此, Lund 大学推出的 LUCAS 心肺复苏装置对点式按压进行了改进, 对按压头进行了改良, 采用了吸盘式按压头, 它在按压胸腔的同时可以向上拉升胸廓, 使其充分回弹, 在减压时给予胸廓向上拉力使胸腔内产生一个较大的负压, 从而促进血流回流到心脏。它能够提供每分钟 100 次, 深度达 5 cm 的按压, 易于操作, 可在 15 s 内安装完毕, 按压头能使按压部位保持固定位置, 能够很好应用于急救, 除颤时无需停止<sup>[5]</sup>。2005 年, Rubertsson 等在心搏骤停猪模型上比较了传统徒手按压和 LUCAS 按压的脑血流和 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 等指标, 实验结果显示, 使用 LUCAS 能明显改善脑血流和心输出量<sup>[6]</sup>。Steen 等<sup>[4]</sup>于 2005

年使用 LUCAS 进行了院外临床研究,结果发现被复苏的心脏骤停患者在 15 min 之内进行 LUCAS 操作,初始心律是室颤者有 25% 存活 30 d;初始心律是无脉性电活动者有 5% 存活 30 d,如果开始接受 LUCAS 的时间超过 15 min,均于 30 d 内死亡<sup>[7]</sup>。李继斌等<sup>[3]</sup>和崔建<sup>[8]</sup>研制了电动心肺复苏装置,该电动式心肺复苏装置有效地节约了氧气,实现了对伤病员的多次救助,可拆分,平时可独立携带,尤其适用于突发性群伤事件。西安医科大学和西安国营风雷仪表厂联合研制了 XF882-I 型电动心肺复苏机,该装置以电为动力系统,但是并未将其按压位置、按压频率和按压深度与徒手心肺复苏进行对比<sup>[9]</sup>。国内所使用的心肺复苏机主要是以气动作为其动力源,如 S-410 型担架式心肺复苏机、YH2005A 型气动心肺复苏机、蓝仕威克 TMHLRRR-301 心肺复苏机、JY-8 型紧急心肺复苏机均是以氧气为动力<sup>[10]</sup>。

## 2 第 2 代自动心肺复苏仪

第 2 代自动心肺复苏仪突破了单点按压的方式,采用全胸腔覆盖,使按压力在胸腔部负荷分布均匀。此类设备是以胸泵理论为基础,即胸外按压时胸腔内压力增高,在胸腔内血管和胸腔外血管之间形成了压力梯度。血液顺着形成的压力梯度流向周围动脉系统<sup>[11]</sup>。由于上腔静脉和颈内静脉连接部位的静脉瓣膜具有防止血液逆流的功能,在按压情况下逆流到脑静脉系统的血液得以受限,由于右心室和肺动脉之间没有压力梯度,此时其作用仅为血流的被动通道。背心式 CPR 就是在 1979 年据胸泵学说提出的,它是用带状气囊环绕胸部,在主机控制下对整个胸部节律性充气加压,按压频率为 60 次/分,按压放松比为 50%<sup>[12]</sup>。Hallstrom 等<sup>[13]</sup>研究表明,背心式 CPR 比人工 CPR 能更多地增加冠状动脉和主动脉灌注压。2000 年,Halperin 等因背心式 CPR 装置体积庞大、操作不便而设计出了 HB-CPR 复苏装置,它的特点是用一个高压的小汽缸为动力,拉动束带对胸廓加压,在胸前的位于束带和胸壁之间加上水囊垫,能将束带的压力均匀传递到胸壁,避免软组织损伤。该装置体积大大缩小,血流动力学效果与 VEST-CPR 相当<sup>[14]</sup>。2002 年,美国 Revivant 公司对 HB-CPR 装置进一步改进,生产出 AutoPulse 装置<sup>[15]</sup>。目前,主要以美国 ZOLL 公司的 AutoPulse 自动心肺复苏仪为代表。它能提供持续稳定的按压,使患者的重要脏器得到更多的血液灌注,以电池充电,使用方便;分布载荷式的 LifeBand 可按压整个胸部,并可自动计算每个患者胸部的大小、形状和阻力,还能最大限度地减少了按压中断时间<sup>[16]</sup>。它可以使急救人员在实施其他救治措施,或将患者向别处转移期间以及使用救护车转运患者期间,仍然可以对患者进行胸部按压,不会因为疲劳而中断,使院内的医护人员可以更好地对患者施救,提高心搏骤停患者的生存率。2006 年,JAMA 发表了一份关于该设备的大规模临床研究报告,一项关于弗吉尼亚 Richmond 市 EMS 人员的非随机历史性对照队列研究中,共有 499 例患者接受手动 CPR 和 284 例患者使用 AutoPulse,研究表明,使用 AutoPulse 的患者总体复苏效果比徒手 CPR 好,自主循环恢复率(前者 34.5%,后者 20.2%),存活入院率(前者 20.9%,后者 11.1%),出院存活率(前者 9.7%,后者 2.9%)<sup>[17]</sup>。李春盛等于 2010 年在急诊科对心跳骤停患者使用 AutoPulse 心肺复苏仪的研究表明,AutoPulse 装置改善了心搏骤停患者的组织灌注,短期内对病情有一定改善,但对患者预后无决定性意义<sup>[18]</sup>。2007 年,JAMA 发表了一份多中心前瞻随机对照试验结果,经过对比院外心跳骤停患者使用 Autopulse 与传统徒手

CPR,4 h 存活率无改善,并且使用心肺复苏仪的患者神经预后更差,还需要更多的研究以确定部位特异性因素或装置使用经验是否会影响 LifeBand 的效果<sup>[19]</sup>。

## 3 第 3 代自动心肺复苏仪

第 3 代自动心肺复苏仪采用全胸腔包裹式的三维按压方式,在做点式按压的基础上,同时挤压胸腔,模拟心脏工作机理。结合了心泵理论和胸泵理论,在无创状态下接近有创心脏按压<sup>[20]</sup>。此类设备以美国威尔危重医学研究院生产的 Weil MCC 小型心肺复苏仪为代表。它根据 2010 版 AHA 心肺复苏指南中对心肺复苏的要求设计,具有体积小便于携带;快速安装;操作简便;没有复杂的位置调整和固定系统,节约空间;从患者家里—救护车—急诊室—CT 室—导管室可以全程不间断进行胸外按压<sup>[21]</sup>。可以广泛应用于院前急救,灾难救援,院内转运,社区急救等领域。威尔危重医学研究院对于猪应用 Weil MCC 的研究表明,与徒手 CPR 相比使用 Weil MCC 可显著提高心肌和冠状动脉灌注压<sup>[22-23]</sup>。在与 Thumper 对照的猪的动物试验结果显示,运用 Weil MCC 能够用 50% 的按压深度实现相同的冠脉血液灌注效果;能够获得更好的复苏后神经系统恢复;肋骨骨折等并发症比例大幅降低<sup>[24-25]</sup>。

## 参考文献:

- [1] Steen S, Olsson P. Treatment of out-of-hospital cardiac arrest with LUCAS, a new device for automatic mechanical compression and active decompression resuscitation [J]. Resuscitation, 2006, 67(1): 25-30.
- [2] Weil MH, Fries M. In-hospital cardiac arrest; concise definitive review [J]. Critical Care Medicine, 2006, 33(12): 2825-2830.
- [3] 李继斌. 基于 ADuC812 电动心肺复苏装置的研制 [J]. 北京生物医学工程, 2010, 29(1): 86-88.
- [4] Steen S, Liao Q, Pierre L, et al. Evaluation of LUCAS, a new device for automatic mechanical compression and active decompression resuscitation [J]. Resuscitation, 2008, 55: 285-299.
- [5] 于鸣镛. Autopulse(zoll)型自动心肺复苏系统应用的临床体会 [J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2010, 25(8): 1246-1248.
- [6] 汪东亮. YH2005A 型气动心肺复苏机在院外急救中应用的临床疗效研究 [J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2008, 5(3): 315-316.
- [7] 刘庆鱼, 李春盛. 胸外按压器械 AutoPulse 在急诊科心搏骤停的应用及对血气和 N 末端 B 型钠尿肽的影响 [J]. 中国危重病急救医学, 2010, 11(1): 53-56.
- [8] 崔建. 心肺复苏机与徒手心肺复苏临床疗效的研究 [J]. 中国循证心血管医学杂志, 2009, 1(5): 299-300.
- [9] Wolcke BB, Mauer DK. Comparison of standard cardiopulmonary resuscitation versus the combination of active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation and an inspiratory impedance threshold device for out-of-hospital cardiac arrest [J]. Circulation, 2007, 115: 2201-2205.
- [10] Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H. Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest [J]. JAMA, 2005, 293(18): 2321-2329.
- [11] Krep H, Mamier M, Breil M, et al. Out-of-hospital car-

- diopulmonary resuscitation with the auto pulse system: a prospective observational study with a new load-distributing band chest compression device [J]. *Resuscitation*, 2007, 73: 86-95.
- [12] Ong ME, Ornato JP, Edwards DP, et al. Use of an automated, load-distributing band chest compression device for out-of-hospital cardiac arrest resuscitation [J]. *JAMA*, 2006, 295: 2629-2637.
- [13] Hallstrom A, Rea TD, Sayre MR, et al. Manual chest compression vs use of an automated chest compression device during resuscitation following out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial [J]. *JAMA*, 2006, 295: 2620-2628.
- [14] Ikeno F, Kaneda H, Hongo Y, et al. Augmentation of tissue perfusion by a novel compression device increases neurologically intact survival in a porcine model of prolonged cardiac arrest [J]. *Resuscitation*, 2006, 68: 109-118.
- [15] Kaski JP, Tomé-Esteban MT, Mead-Regan S, et al. B-type natriuretic peptide predicts disease severity in children with hypertrophic cardiomyopathy [J]. *Heart*, 2008, 94: 1307-1311.
- [16] Fukuta H, Ohte N, Mukai S, et al. Anemia is an independent predictor for elevated plasma levels of natriuretic peptides in patients undergoing cardiac catheterization for coronary artery disease [J]. *Circ J*, 2008, 72: 212-217.
- [17] Sanders AB. Therapeutic hypothermia after cardiac [J]. *Curr Opin Crit Care*, 2006, 12(3): 213-217.
- [18] Zhao D, Abella BS, Beiser DG, et al. Intra-arrest cooling with delayed reperfusion yields higher survival than earlier normothermic resuscitation in a mouse model of cardiac arrest [J]. *Resuscitation*, 2008, 77(2): 242-249.
- [19] Wang H, Barbut D, Tang W, et al. Intra-arrest rapid head cooling improves success of resuscitation in a porcine model of prolonged cardiac arrest [J]. *Resuscitation*, 2010, 81(5): 617-621.
- [20] Cho JH, Ristagno G, Li Y, et al. Early selective trans-nasal cooling during CPR improves success of resuscitation in a porcine model of pulseless electrical activity cardiac arrest [J]. *Circulation*, 2008, 118(2): 147-152.
- [21] Mourou L, Bouhaddi M, Gandelin E, et al. Cardiovascular autonomic control during short-term thermoneutral and-cool head-out immersion [J]. *Aviat Space Environ Med*, 2008, 79(1): 14-20.
- [22] Kawada T, Kitagawa H, Yamazaki T, et al. Hypothermia reduces ischemia-and stimulation-induced myocardial interstitial norepinephrine and acetylcholine releases [J]. *J Appl Physiol*, 2007, 102(2): 622-627.
- [23] Prengel AW, Linstedt U. Cerebral micro circulation during cardiopulmonary resuscitation: Polarized light at the end of the tunnel [J]. *Crit Care Med*, 2008, 36: 1689-1690.
- [24] Lindner KH, Haak T, Keller A, et al. Release of endogenous vasopressors during and after cardiopulmonary resuscitation [J]. *Heart*, 2006, 75(2): 145-150.
- [25] Fries M, Weil MH, Chang YT, et al. Microcirculation during cardiac arrest and resuscitation [J]. *Crit Care Med*, 2006, 34: 454-457.

(收稿日期: 2012-02-09 修回日期: 2012-03-22)

· 综 述 ·

## 儿童踝关节骨折的治疗进展

周 进 综述, 李 明<sup>△</sup> 审校

(重庆医科大学附属儿童医院骨科中心 400014)

关键词: 踝关节; 骨折; 治疗; 儿童

doi: 10. 3969/j. issn. 1671-8348. 2012. 28. 041

文献标识码: A

文章编号: 1671-8348(2012)28-2994-03

儿童踝关节骨折是涉及胫腓骨远干骺端损伤的一类常见的儿童关节内骨折, 约占儿童骨骺损伤的 25%~38%, 其发生率仅次于桡骨端骨骺损伤<sup>[1]</sup>。由于坚强的韧带附着于骺板以远, 易造成骨折移位, 因此, 此类骨折易发生骨骺早闭而引起一系列的并发症诸如肢体短缩、踝内外翻畸形等, 或因关节内骨折未满意复位则可能出现创伤性关节炎, 从而导致儿童骨骺生长发育受到影响, 踝关节功能障碍, 因此, 在治疗上要求尽可能解剖复位并避免骺板损伤<sup>[2]</sup>。

### 1 病 因

儿童踝关节骨折绝大多数是由于间接暴力引起, 即当足固定于一个位置时小腿因外力作用而发生迅速旋转, 由于韧带牵拉以及距骨撞击形成骨折。还有一些较少见的受伤方式包括迅速的纵向挤压如高处坠落伤时足跟垂直着地所致的垂直压缩型骨折, 直接暴力如车轮碾轧等造成的粉碎性骨折等。

### 2 临床分型

儿童踝关节骨折的分型方法有很多种, Dias 和 Tachdjian<sup>[3]</sup>在 1978 年提出的基于受伤机制、损伤轻重并结合 Salter-Harris 骨骺损伤分类的分类方法, 后又补充四型, 成为现在常用的儿童踝部骨折的分型方法。主要包括: 旋后内翻型、旋后跖屈型、旋后外旋型、旋前外翻外旋型、垂直压缩型、青少年 Tillaux 骨折、三平面骨折、其他损伤。其中前四类分型中, 前一个词表示受伤时足的姿势, 后一个词表示所受致伤暴力的方向<sup>[4]</sup>。

### 3 治 疗

小儿踝关节骨折治疗方式的选择主要依赖于 Salter-Harris 分型(骨折移位与否及移位程度), 而 Dias 和 Tachdjian<sup>[3]</sup>提出分类方法有助于对骨折致伤暴力的理解, 从而对骨折复位有指导作用。

<sup>△</sup> 通讯作者, Tel: (023) 63633321; E-mail: LM3180@163.com。