

2009 中国心肺复苏指南(初稿)
China Guideline for Cardiopulmonary Resuscitation (a preliminary draft)
中国心肺复苏指南学术委员会编写
中国医学救援协会、中国医师协会急救复苏专业委员会、中国灾害防御协会救援医学会制定
前 言

1 心脏骤停与心肺复苏

心脏骤停(sudden cardiac arrest, SCA)是公共卫生和临床医学领域中最危急的情况之一,表现为心脏机械活动突然停止,患者对刺激无反应,无脉搏,无自主呼吸或濒死喘息等,如不能得到及时有效救治常致患者即刻死亡,即心脏性猝死(sudden cardiac death, SCD)。

成人发生 SCA 最常见原因为心脏疾病,尤其是冠心病;其他包括创伤、淹溺、药物过量、窒息、出血等非心脏性原因。小儿发生 SCA 的主要原因为非心脏性的,包括呼吸疾病(如气道梗阻、烟雾吸入、溺水、感染、婴儿猝死综合征),中毒(包括药物过量),神经系统疾病等。

SCA 表现为 4 种类型,即心室纤颤(ventricular fibrillation, VF),无脉室速,无脉电活动(pulseless electrical activity, PEA)和心室停搏,其中 VF 最为常见。如能得到及时有效救治,VF 的复苏成功率相对较高,而心室停搏的复苏成功率仅为 1%左右。

针对心脏、呼吸骤停所采取的抢救措施称为心肺复苏(cardiopulmonary resuscitation, CPR)。包括通过胸部按压建立暂时的人工循环,通过电除颤转复 VF,促进心脏恢复自主搏动;采用人工呼吸纠正缺氧,并恢复自主呼吸。

CPR 可分为基础生命支持(basic life support, BLS)和高级生命支持(advanced cardiac life support, ACLS)。BLS 主要是指徒手实施 CPR,包括 ABCD 4 个步骤,即开放气道(A, airway),人工呼吸(B, breathing),胸部按压(C, compression)及自动体外除颤器(automated external defibrillator, AED)电除颤(D, defibrillation)。ACLS 是指由专业急救、医护人员应用急救器材和药品所实施的一系列复苏措施,主要包括人工气道的建立,机械通气,循环辅助设备、药物和液体的应用,电除颤,病情和疗效评估,复苏后脏器功能的维持等。

早期识别与启动紧急医疗救援服务系统(emergency medical service, EMS),早期 CPR,早期除颤和早期 ACLS 是构成 SCA 存活链的 4 个关键环节^[1]。患者发生 SCA 时,急救者如能使生存链环环相扣,将大大提高复苏成功的机会^[2]。有研究表明,早期 CPR 如 3~5min 内电除颤可使 SCA 患者存活率高达 49%~74%^[3]。

2 现代心肺复苏医学的创立、演变与发展

现代 CPR 始于 20 世纪 50 年代末 60 年代初。经过半个多世纪几代医学家的努力,随着医学科学的进步,医疗技术和设备的快速发展,建立在循证医学基础上的现代 CPR 技术日益提高,其中 Peter Safar、Kouwenhoven 等著名医学家对现代 CPR 学的发展和形成作出了重大贡献。论证并确立了口对口吹气及胸部按压联合应用 CPR 的合理性。从此,人工通气、人工循环以及电除颤作为 CPR 的三大核心技术在临床上开始广泛应用,从而奠定了现代 CPR 的基础^[4]。

1992 年美国心脏协会(American Heart Association, AHA)提出了“生存链”(chain of survival)的概念,包括对心脏骤停患者需要采取的 4 个紧急行动环节,即①尽早对心脏骤停患者识别和启动 EMS;②尽早得到“第一目击者”(first responder)的 CPR 救助;③尽早得到电击除颤救治;④尽早进行高级生命支持。从而形成了急救技术和社区人群(公众)急救相结合的新的理念,是心肺复苏的一次飞跃。

20 世纪末体外自动除颤器(AED)的应用,将 CPR 推进到一个新的高度,标志着社会文明的进步和对生命的关爱已深入人心。2000 年 AHA 首次推出《2000 年心肺复苏和心血管急救国际指南》。5 年后,2005 年 AHA 又公布了更新的心肺复苏和心血管急救国际指南。

2005 年指南最重要的改变是简化 CPR 的程序,提高 CPR 的质量,强调施救者在实施胸部按压时应“用力按压,快速按压”,每分钟按压 100 次,按压深度为 4~5cm,将胸部按压-通气比例改为 30:2。使胸部充分弹性复位,尽可能减少胸部按压的间断。

近 10 年来,全世界许多国家包括我国在内 2000 年及 2005 年两个国际指南,重新调整了本国和本地区的 CPR 及 ECC 的实施方案,提高了 CPR 的质量。

2008 年 AHA 根据 2005 年以来的研究成果,向公众提出了以下的科学建议:未经培训的目击者对心脏骤停患者提供只需动手(只做胸部按压)的 CPR,以简化 CPR 的操作,有利于提高 CPR 的质量,消除或减少目击者实施 CPR 的障碍和顾虑,更好地推广和普及目击者进行 CPR,从而提高心脏猝死患者复苏的成功率。

CPR 的研究和实施已进行了数十年,但院外心脏骤停患者的存活率仍然很低,其原因是多方面的,主要是城市急救网络不健全、公共急救意识不强及普及率很低且不规范。同时,进行临床试验难度大,在设计上受到限制,难以随机化,规模过小等,因而对心脏骤停心肺复苏救治的研究有待改进。如何提高心脏骤停复苏的成功率和患者的存活率,是医学救援领域和公共卫生、社会社区面临的一项巨大挑战。现已认识到目击者实施 CPR 存在着两大问题:一是 CPR 的质量往往欠佳,方法不统一、不规范;二是目击者 CPR 的应用率低,据调查,仅 15%~30%的院外心脏骤停(out-of-hospital cardiac arrest, OH-CA)患者接受了目击者的 CPR,这表明 CPR 的普及率离要求尚有很大差距,远远未能满足实际需求。

3 中国心肺复苏指南制定的背景与目的

早在两千多年以前,我国著名古代医学家例如公元前五世纪的扁鹊,公元二世纪的张仲景及华佗等,据历史记载,他们对心肺复苏的认识和实施方式与现代 CPR 大体相似,做出了历史性的贡献^[5]。

在国外现代心肺复苏的理论与实践的影响下,我国现代心肺复苏也获得了较快的发展。1956 年天津王旭源在手术室用体外心脏按压术首次成功地使一例心脏骤停患者复苏成功。我国电力部将人工急救呼吸法纳入电工职业资格考试中。20 世纪 60 年代初出版了《急救常识》^[6],国家制作了《触电急救》^[7]的科教影片,向非专业救援者普及了人工呼吸急救法。1976 年电力部和卫生部对中国六省二市开展了触电时呼吸、心跳骤停抢救的调研,广东省和上海市进行人工呼吸心脏按压等抢救方法的研究^[8]。1975 年人民卫生出版社出版的《实用急救学》,以及随后北京科教电影制片厂拍摄的《生命的复苏》影片,对口对口吹气、胸部按压等作了详细介绍,明确提出了心脏按压的正确位置应为胸骨下 1/2 处以及心脏除颤的重要性,较全面地反映了我国大力普及 CPR 技术和相应研究工作的进展和成果^[9]。20 世纪 80 年代,中国第一个现代化的北京急救中心着力开展了现代 CPR 的实践、研究和普及教育,在 20 世纪 90 年代初的 4 年中,抢救 4600 例猝死患者均采用了 CPR。1996

年李宗浩等在《中华医学杂志》上发表了“院外猝死 814 例临床分析”^[10]，反映了中国急救医护人员应用 CPR 及心脏除颤技术所取得的进步。伴随着我国开放改革和 2000 年及 2005 年 AHA 主持制定 CPR 及 ECC 指南的问世，我国心肺复苏医学也步入了崭新的时代。

尽管我国在心肺复苏领域积累了较丰富的实践经验，取得了重要进步，但每年仍有 50 余万人发生心脏猝死，抢救成功率不高，这与目击者实施 CPR 操作不规范，CPR 技术远未普及有重要关系。因此，制定符合中国国情的心肺复苏指南，充分重视应用我国的成功经验和理论、技术，认真学习借鉴国际上先进的科学技术，规范我国心肺复苏技术，提高心肺复苏的成功率意义重大，也是我国医学救援领域和公共卫生、社区服务的一项重要任务。

中国医学救援协会、中国医师协会急救复苏专业委员会以及中国灾害防御协会救援医学会，作为我国急救急诊医师的行业协会，对制定我国心肺复苏指南具有义不容辞的责任。为此，三个协会组织国内相关复苏、心血管急救专家，以及在院外、社区基层（生产领域）医疗卫生单位和社会安全部门的急救人员，以多年来我国在此领域中科学性、实践性、指导性较强的论著、学术论坛及会议等的成果。AHA 的 2000 年及 2005 年 CPR 及 ECC 指南为基础，吸取近年来国内外在本领域的最新科学研究成果，以及我国实施 CPR 的丰富临床实践经验，结合我国国情，自 2003 年开始编制本指南，不断修改，较广泛地听取建议，特别是近年来国内发生的重大灾难的抢救经验、教训，并依照最近国家公布的《医药卫生体制改革近期重点实施方案（2009-2011 年）》，以科学发展观为统领编写《中国心肺复苏指南》初稿，以规范我国的心肺复苏技术，有利于这一技术在专业急救人员及公众中普及，从而进一步提高我国心脏猝死救治的成功率。指南（初稿）的问世，也凝聚了该领域专家及广大急救、医护人员和公共安全人员的心血。

建议级别：

I 级建议：有高水平前瞻性研究支持该操作或治疗。

IIa 级建议：证据的权重支持该操作或治疗，并且认为该治疗可接受和有用。

IIb 级建议：证据表明仅能短期受益于该治疗或者阳性结果来自较低水平证据。

建议所采用的分类方法和证据水平：

I 级：收益 >>> 风险、应该执行/实施的操作/治疗或者诊断性试验/评估。

IIa 级：收益 >> 风险、执行操作/实施治疗或者执行诊断性试验/评估是合理的适当的。

IIb 级：收益 ≥ 风险、操作/治疗或者诊断性试验/评估可以考虑。

III 级：风险 ≥ 收益、操作治疗或者诊断性试验/评估不应执行/实施。无益和可能有害。

成人基本生命支持（Adult basic life support, BLS）

1 现场复苏程序

BLS 的判断阶段极其关键，患者只有经过准确的判断后，才能接受更进一步的 CPR（纠正体位、开放气道、人工通气和胸部按压等）。判断要求迅速、准确。

1.1 判断患者反应

目击者应迅速判断患者有无意识和呼吸。一旦发现患者无呼吸、意识丧失、对刺激无任何反应，即可判定为呼吸心跳停止，应现场立即开始 CPR（如图 1）。同时应注意将有效的呼吸动作和心脏骤停早期无效的“叹息样”呼吸动作相鉴别。

1.2 启动 EMS

①条件允许时应拨打急救电话，然后立即开始 CPR；②对因严重创伤、溺水、中毒等导致呼吸心跳停止的患者，应先行 CPR 再行电话呼救，并可由医务人员在电话里提供初步的救治指导；③如果有多人在场，应同时启动 EMS 与 CPR；④若无法确定救治程序，则应优先进行 CPR。

1.3 患者的体位

将患者仰卧位放置在坚固的平面上，双上肢放置于身体两侧，以便于实施 CPR。如果已有人工气道（如气管插管）但无法放置为仰卧位的患者（如脊柱手术中），则应努力在俯卧位进行 CPR（IIb 级）。

对无反应但已有呼吸和有效循环体征的患者，应采取恢复体位。患者取侧卧位，前臂位于躯干的前面，以维持患者气道开放，减少气道梗阻和误吸的危险。

当怀疑患者有头颈部创伤时，应保持轴线翻身，避免不必要的搬动可能加重损伤，造成瘫痪。

1.4 开放气道

开放气道是 CPR 的首要措施，是保证其他操作的基础。舌根后坠和异物阻塞是造成气道阻塞最常见原因。

开放气道应先去除气道内异物。如无颈部创伤，清除患者口中的异物和呕吐物时，可一手按压开下颌，另一手用食指将固体异物钩出，或用指套或指缠纱布清除口腔中的液体分泌物。

意识丧失的患者由于颈部、下颌及舌肌无力，致使舌根后坠；有自主呼吸的患者，因吸气产生的负压产生“阀门效应”，将舌吸附到咽后壁，导致气道阻塞。此时将头后仰并上抬下颌，可使舌离开咽喉部，即可打开气道。

1.4.1 仰头-抬颏法

将一手放在患者前额，用手掌用力向后推额头，使头部后仰，另一手指放在下颌骨处，向上抬颏。向上抬动下颏时，避免用力压迫下颌部软组织，避免人为造成气道阻塞（见图 1-A）。对于创伤和非创伤的患者，均推荐使用仰头抬颏法开放气道（IIa 级）。

1.4.2 托颌法

将肘部支撑在患者所处的平面上，双手放置在患者头部两侧并握紧下颌角，同时用力向上托起下颌。如果需要进行人工呼吸，则将下颌持续上托，用拇指把口唇分开，用面颊紧贴患者的鼻孔进行口对口呼吸（见图 1-A）。托颌法因其难以掌握和实施，常常不能有效的开放气道，还可能导致脊髓损伤，因而不建议基础救助者采用（IIa 级）。

1.5 人工呼吸

急救者如果不能在 10 秒钟内确认有无自主呼吸，应先进行 2 次人工呼吸。当急救者不愿意或不会进行人工呼吸时，应立即开始胸部按压（IIa 级）。无论以何种方式进行人工呼吸均应持续吹气 1 秒以上，以保证进入足量的气体并明显抬高胸廓，但应避免迅速而过度通气。无论是否进行人工呼吸，均不应停止胸部按压^[11]。如果已有人工气道，且有 2 人同时进行 CPR，则通气频率为 8~10 次/分。人工呼吸最常见的困难是开放气道，如果患者胸廓在第一次人工呼吸时无明显起伏，应

采用仰头-抬颌法进行第二次通气。无论胸廓是否起伏，不建议再做人工呼吸，而应立即进行胸部按压，因为过度通气可导致胃胀气及产生严重并发症。

1. 5. 1 检查呼吸

开放气道后，将耳朵贴近患者的口鼻附近，感觉有无气流通过，同时观察胸廓有无起伏，最后仔细听有无气流呼出的声音。也可将少许棉絮放在口鼻处，观察有无气流通过致使棉絮飘动。若无上述表现即可确定患者无呼吸，整个判断及评价时间不应超过 10s。

1. 5. 2 口对口呼吸

口对口呼吸是一种快捷、有效的通气方法，CPR 时常作为首选。首先开放患者气道，并捏住患者的鼻孔防止漏气，急救者和患者形成口对口密封状，缓慢吹气，每次吹气应持续 1 秒钟以上，确保观察到胸廓起伏（IIa 级），然后“正常”吸气（而不是深吸），再进行第二次呼吸，时间超过 1 秒（IIb 级），通气频率应为 10~12 次/分（见图 I-B）。为减少胃胀气的发生，对大多数成人在吹气持续 1 秒钟以上给予 10ml/kg 潮气量可提供必要的氧合。

1. 5. 3 口对鼻呼吸

当患者牙关紧闭不能张口、口唇外伤或口对口封闭困难时，推荐采用口对鼻呼吸（IIa 级）。

1. 5. 4 口对面罩呼吸

考虑到安全问题，某些急救者不愿进行口对口呼吸，但不可因此而延误人工呼吸。此时可用有单向阀门的透明面罩，避免与患者口唇直接接触，急救者可将气体吹入患者肺内，同时避免吸入患者呼出的气体。部分面罩有氧气接口，以便同时供给氧气，流量最小应为 12L/min。用面罩通气时应双手把面罩紧贴患者面部加强闭合性，使通气效果更好。

1. 5. 5 球囊面罩装置

球囊面罩通气装置可在无人工气道的情况下进行正压通气，但同时可能会导致胃胀气。一般球囊充气容量约为 1000ml，足以使肺充分膨胀。单人急救时按压气囊难保不漏气，易出现通气不足。双人操作时，一人紧压面罩防治漏气，一人按压气囊效果更好。无论是单人还是双人操作，都应观察胸廓有无起伏。理想的球囊应连接一个贮氧袋，可以提供 100% 的氧气。

1. 6 循环支持

1. 6. 1 脉搏检查

当非专业急救者遇到呼吸停止的无意识患者时，应立即开始连续胸部按压，无需进行生命体征的评估^[12]，直至自动体外除颤仪（automated external defibrillator, AED）和专业急救者到达现场。但对于专业急救者，仍要求检查脉搏，在 10s 内确认循环状态（IIa 级），如果在 10s 内没有或无法检查出脉搏，应立即开始胸部按压。

1 岁以上患者的颈动脉比股动脉更易触及，触及方法是患者仰头后，急救者一手按住前额，用另一手的食、中手指找到气管，两指下滑到气管与颈侧肌肉之间的沟内即可触及颈动脉搏动。

1. 6. 2 检查循环体征

专业急救者在检查颈动脉搏动的同时，要观察呼吸、咳嗽和运动情况，10s 内鉴别正常呼吸、濒死呼吸以及其他通气形式，如果不能肯定是否存在自主循环，则应立即开始胸部按压。

1. 6. 3 胸部按压

CPR 时胸部按压是在胸骨下 1/2 处实施连续规则的按压。按压可以使胸内压力升高和直接按压心脏而引起血液流动。尽管正确的实施胸部按压能使收缩压峰值达到 60~80mmHg，舒张压略低，但颈动脉的平均动脉压很少超过 40mmHg。虽然胸部按压所产生的血流很少，但是辅以适当的人工呼吸，可为脑和其他重要器官提供有氧血供，同时也有利于电除颤的实施。

为了使按压有效，按压时应快速、有力。对成人的胸部按压频率为 100 次/分（IIa 级），按压幅度为使胸骨下陷 4~5cm。每次压下后应让胸廓完全回复（IIa 级），保证压下与松开的时间基本相等（IIb 级）。按压中应尽量减少中断（IIa 级），推荐按压-通气比值为 30:2^[13]（IIa 级），对婴幼儿和儿童进行双人复苏时采用的比值为 15:2（IIb 级）。如果已有人工气道，按压者可进行连续的频率为 100 次/分的按压，无需因为人工呼吸而中断胸部按压（IIa 级）。

根据近年来的动物实验及人类临床试验的结果表明，对成人院外心脏骤停患者，目击者只做胸部按压的 CPR 与常规 CPR（胸部挤压加通气）相比，其疗效相似，存活率无差别^[14-18]。根据这些近期的科学研究及 AHA 的专家共识，AHA 的 ECC 委员会于 2008 年 4 月 22 日对公众提出了科学建议^[14]：未经培训的目击者对心脏骤停患者提供只需动手（只做胸部按压）的 CPR。连续胸部按压优点在于^[19,20]：①减少由于通气造成的按压中断，保证重要器官的持续血供；②无需口对口通气，减少目击者实施 CPR 的障碍和顾虑；③简化了 CPR 程序，便于 CPR 技术的普及和应用^[21]。但对于儿科 SCA 患者以及溺水、药物中毒、气道阻塞等引起的 SCA 患者，仍应采用传统 CPR 方法。

胸部按压技术：

1) 用手指触到靠近施救者一侧患者的胸廓下缘；

2) 手指向中线滑动，找到肋骨与胸骨连接处；

3) 将一手掌贴在紧靠手指的患者胸骨的下半部，另一手掌重叠放在这只手背上（IIa 级），手掌根部长轴与胸骨长轴确保一致，保证手掌全力压在胸骨上，可避免发生肋骨骨折，注意不要按压剑突（见图 I-C）；

4) 无论手指是伸直，还是交叉在一起，都应离开胸壁，手指不应用力向下按压。

为确保有效按压：

1) 患者应该以仰卧位躺在硬质平面（如平板或地面），保证最佳的按压效果。

2) 肘关节伸直，上肢呈一直线，双肩正对双手，以保证每次按压的方向与胸骨垂直。如果按压时用力方向不垂直，部分按压力丧失，影响按压效果（见图 1-E）；

3) 对正常体型的患者，按压幅度为 4~5cm（见图 1-D），为达到有效的按压，可根据体形大小增加或减少按压幅度，最理想的按压效果是可触及颈动脉或股动脉搏动。但按压力量以按压幅度为准，而不仅仅依靠触及到脉搏。

4) 每次按压后，双手放松使胸骨恢复到按压前的位置（IIa 级），血液在此期间可回流到胸腔。放松时双手不要离开胸壁，一方面使双手位置保持固定，另一方面，减少胸骨本身复位的冲击力，以免发生骨折。

5) 在一次按压周期内，按压与放松时间各为 50% 时，可产生有效的脑和冠状动脉灌注压。

6) 在 5 次按压周期内，应保持双手位置固定，不可将手从胸壁上移开，每次按压后让胸廓回复到原来位置再进行下一次按压。

7) 急救者应定时更换角色,以减少因疲劳而对胸部按压的幅度和频率产生不利影响。如果有2名或更多急救者在场,应每2min(或在5个比例为30:2的按压与人工呼吸周期后)更换按压者,每次更换尽量在5s内完成(Ⅱb级)。

8) CPR应在患者被发现的现场进行,CPR过程中不应搬动患者并尽量减少中断,除非患者处于危险环境,或者存在其创伤需要紧急处理的情况。

1.7 单人和双人CPR程序

1.4.1 单人CPR

1) 判定患者有无反应:轻拍、轻摇或大声呼唤,确定患者有无反应。

2) 启动EMS:根据现场实际情况,及时求助或启动急救。

3) 开放气道:将患者安放在适当的位置,采用仰头-抬颌法或托颌法开放气道。

4) 人工呼吸:确定是否存在自主呼吸,或是通气不足。如患者无反应,但有呼吸,且无脊柱损伤时,可将患者侧卧,保持气道通畅。如患者无反应,也无呼吸,将患者置于平卧位,立即开始以30:2的按压/通气比值进行人工呼吸和胸部按压。

5) 胸部按压:检查循环体征,开始通气后观察患者对最初通气的反应,检查患者呼吸、咳嗽、有无活动,专业急救者还应检查颈动脉搏动(不超过10s)。如有确切的颈动脉搏动,每5~6s给予一次人工呼吸。若无循环征象,应立即开始胸部按压。

6) 重新评价:5个按压/通气周期(约2min)后,再次检查和评价,如仍无循环体征,立即重新进行CPR。

1.7.2 双人CPR

一人行胸部按压,另一人保持患者气道通畅,并进行人工通气,同时监测颈动脉搏动,评价按压效果。按压频率为100次/分,按压/通气比值为30:2。如果有2名或更多急救者在场,应每2min应更换按压者,避免因劳累降低按压效果。

1.8 特殊场所的CPR

如果事发现场存在不安全因素,应立即将患者转移至安全区域并立即开始CPR。尽可能不中断CPR,直到患者恢复循环体征或其他急救者赶到。

运输患者有时需上或下楼梯,最好在楼梯口进行CPR,预先规定好转运时间,尽快转至下一个地方,立即重新开始CPR。

在将患者转至救护车或其他移动性救护设备途中,仍不要中断CPR。

只有专业急救者进行气管插管或用AEDs除颤时,才能短时间中断CPR。如果只有一名急救者,有必要暂时中断CPR而启动EMS。

1.9 BLS效果的判断

从五个方面判断:瞳孔、面色、神志、呼吸和脉搏。若瞳孔缩小有对光反射,面色转红、神志渐清、有脉搏和自主呼吸,表明CPR有效。

1.10 BLS易发生的问题和并发症

即使正确实施CPR,也可能出现并发症,但不能因为害怕出现并发症而不进行CPR。

1.10.1 人工呼吸的并发症

人工呼吸时,过度和过快通气都易发生胃扩张。通过维持气道通畅、限制和调节通气容量,可最大限度地降低胃扩张发生率。在呼气和吸气过程中,如能确保气道通畅,也可进一步减轻胃扩张。一旦发生胃扩张,即使患者侧卧,压迫上腹,使气体和内容物排出后再行人工呼吸。

如果出现胃内容物反流,应将患者侧卧安置,清除气道和口内异物后,再将患者平卧继续进行CPR。

1.10.2 胸部按压的并发症

对于成人患者,即使实施正规的胸部按压,也难以避免造成肋骨骨折、胸骨骨折,继发心血管损伤、气胸、血胸、肺挫伤、肝脾撕裂伤、胃内容物返流和脂肪栓塞等。因此在按压过程中,定位要准确,用力要均匀适度,尽可能避免并发症的发生。

2 除颤与除颤方法

2.1 电除颤

早期除颤对于SCA患者的抢救至关重要,其原因如下:①VF是临床上最常见的导致SCA的心律失常^[23];②电除颤是终止VF最有效的方法^[24];③随着时间的推移,除颤成功率迅速下降。在未同时实施心肺复苏的情况下,从电除颤开始到生命终止,每延迟1min,VF致SCA患者的存活率下降7%~10%;④短时间内VF即可恶化并导致心脏停搏。

2.1.1 除颤与CPR

2005年国际心肺复苏指南强调宜将CPR和AEDs联合使用^[22]。国内专家为此也特别发出倡议^[25]。

院外目击SCA且现场有AEDs可用时,应尽早使用AEDs除颤;对于院内SCA患者,应立即进行CPR,一旦AEDs或除颤仪准备就绪,宜立即除颤(Ⅱa级);而对于院外发生的SCA且持续时间>4~5min或无目击者的SCA患者,应立即给予5个周期约2min的CPR(一个CPR周期包括30次胸部按压和2次人工呼吸)后再除颤^[26,27](Ⅱb级)。

2.1.2 除颤方案

推荐1次(而非3次)除颤方案^[28]。主要原因包括:①动物实验表明,单次电击与3次电击相比,CPR中断时间减少,存活率增加^[24,25];②如果1次电击未能终止VF,则再次电击增加的益处也很少,此时重新CPR或许比再次电击更有价值。因此推荐使用单次除颤方案。

1) 在实施CPR期间,当确认患者发生VT或无脉室速时,急救者应立即给予1次电除颤(Ⅱa级),电击时所有人员应脱离患者。单人复苏时,急救者应熟练地联合运用CPR和AED。

2) 如患者带有自动电击功能的埋藏式复律除颤器(implantable cardioverter-defibrillator, ICD),则在实施人工电除颤前,允许30~60s的时间让ICD自行处理。如果ICD未自动除颤,应给予1次电击。

注意事项:电除颤前后中断胸部按压的时间要尽可能短,胸部按压和电击间隔时间越短,除颤成功的可能性越大。因此,应在除颤器准备放电时才停止胸部按压,急救者一旦完成电击,应立即重新开始胸部按压(Ⅱa级),实施5个周期的CPR后再次检查脉搏或评估心律。

2.1.3 除颤波形和能量水平

目前推荐优先使用较低能量双相波除颤（ $<200\text{J}$ ）^[30-34]。因为双相波除颤的成功率相当或高于单相波 360J 能量除颤，且双相波的有效能量比单相波的有效能量低 $25\%\sim 60\%$ ，使用较低能量对心肌的损伤也较小。双相波除颤器首次电击能量可用该仪器标明的值，如未标明可选用 $150\sim 200\text{J}$ 。第二次和随后的除颤用相同或更高的能量^[35]（IIa 级）。

单相波除颤器的首次除颤成功率低于双相波除颤器。尽管二者的最佳除颤能量尚未确定，但目前认为单相波除颤时首次电击可用 360J 。如 VF 再发，仍可用 360J 进行除颤^[36]。

2. 1. 4 除颤效果的评价

电击后 5s 内 VF 终止即为除颤（电击）成功。电击成功后 VF 再发不应视为除颤失败。电击后 5s 心电显示心搏停止或非室颤无电活动均可视为电除颤成功。除颤程序必须争取改善患者的存活状况，而不应仅仅以电击成功为目的。

2. 1. 5 心血管急救系统与自动体外除颤（AED）

作为“存活链”中的一个重要环节，早期电除颤的原则是要求第一个到达现场的急救者携带除颤器，并实施 CPR。所有急救者都应接受正规培训，在进行 BLS 的同时实施 AED 除颤。早期电除颤应作为标准 EMS 的急救内容，争取在 SCA 发生后 5min 内完成电除颤。

2. 1. 6 心律转复

心房颤动转复的能量推荐为 $100\sim 200\text{J}$ 单相波，房扑和阵发性室上速转复能量一般较低，首次电转复给予 $50\sim 100\text{J}$ 单相波已足够，若不成功，再逐渐增加能量。

室性心动过速（ventricular tachycardia, VT）转复能量的大小依赖于室速波形特征和心率快慢。

1）单形性 VT：对首次 100J 单相波转复（同步化）治疗反应良好。如果首次未转复成功，以递增的形式逐步增加电击能量（即 100J 、 200J 、 300J 、 360J ）。

2）多形性 VT：类似于室颤，首次应选择 200J 单相波电转复（非同步化），如果首次未转复成功，可逐渐增加电击能量。

对安装有永久性起搏器或 ICDs 的患者行电转复或除颤时，电极勿靠近起搏器，否则会造成其功能障碍。患者接受电击后，应对永久起搏器和 ICDs 重新程控。

尽管同步电复律对于处理整体室性心律失常更好，但对于某些心律失常要实现同步化是不可能的，如多形性 VT 由于 QRS 形态和频率的不规则，难以或不可能对 QRS 波群实现可靠的同步化。如果对血流动力学不稳定患者出现单形性还是多形性 VT 存在疑问时，不要因为详细分析心律而耽误电击，应立即运用高能量非同步电复律。

2. 1. 7 起搏治疗

对 SCA 患者不推荐使用起搏治疗。当脉搏存在时，推荐对有症状心动过缓患者进行经皮起搏治疗。急救者应针对那些对阿托品（或异丙肾上腺素等二线药物）无反应的患者着手准备起搏治疗。如果患者出现严重症状，尤其当阻滞发生在希氏束以下时，应立即施行起搏治疗。若患者对经皮起搏没有反应，则需要进行经静脉起搏。

2. 2 自动体外除颤

AED 是电池供能的智能化便携式除颤器，它通过声音和图像提示指导专业和非专业急救者对 VF 所致 SCA 进行安全除颤，并可在院内外多种情况下方便快捷的使用。所有 AED 均带有心律分析程序，可自动评估患者的心律是否为可除颤心律。该程序的敏感性和特异性均为 $98\%\sim 100\%$ ，因此如果患者存在可除颤心律，AED 就能识别并做好除颤的准备。如果为不可除颤心律，则 AED 不会除颤。AED 对于不是 VF 和无脉 VT 引起的 SCA 没有价值，且对 VF 终止后产生的不可电击心律无效。某些 AED 的心律分析程序还可以分析初始室颤波形，并确定先除颤还是先 CPR 以增加除颤成功率。所有 AED 均使用双相波除颤，其中一部分除颤能量固定，而另一部分除颤能量递增，其能量范围为 $150\sim 360\text{J}$ 。使用 AED 时，注意尽量减少中断 CPR 的时间，只能在心律分析和除颤时中断 CPR。由于心律分析程序运行时，不能有人为干扰，因此要短暂终止 CPR。除颤后应立即继续 CPR^[26]。AED 可以提醒操作者在除颤后持续进行 2min 的 CPR，然后再分析心律。由于 AED 无法做到同步电击，如果单形性和多形性 VT 的频率和 R 波形态超过预计值，推荐用 AED 进行非同步电击。

使用 AED 除颤时，将右侧电极板放在右锁骨下方，左侧电极板放在与左乳头齐平的左胸下外侧部^[37]，其他可以放置电极的位置还有左右外侧旁线处的下胸壁或者左电极放在标准位置，其他电极放在左右背部上方。当胸部有植入性装置时，电极应该放在距该装置 2.5cm 的地方。如果患者带有自动电击的 ICD，则在使用 AED 前可以允许 $30\sim 60\text{s}$ 的时间让 ICD 进行自动处理。

2. 3 公众启动除颤（public access defibrillation, PAD）^[38]

1995 年，美国心脏协会（AHA）制定了非专业急救人员 AED 程序以提高院外 SCA 患者的存活率。这些程序即是公众启动除颤方案（PAD）。其目的是通过在可能发生 SCA 的场所配备 AED 和已培训的非专业急救人员，缩短 VF 发生到 CPR 和电击除颤的时间。PAD 要求受过训练的急救者（包括警察、消防员等），在 5min 内使用就近预先准备的 AED 对 SCA 患者实施电击除颤。

高级生命支持（Advanced cardiovascular life support, ACLS）

1 通气与氧供

1. 1 吸氧

在 SCA 最初数分钟后，组织缺氧逐步进展。CPR 可提供 $25\%\sim 33\%$ 的心输出量。这种低输出量状态能维持很少量但是非常关键的血流供应心脏和大脑，此时组织缺氧将持续，直到有效的自主循环重新建立。组织缺氧导致无氧代谢和代谢性酸中毒，酸碱失衡常会导致患者对化学治疗和电击反应迟钝。为了改善氧合功能，应在基础生命支持和循环支持过程中吸入 100% 浓度的氧。吸入高浓度氧可使动脉血氧饱和度达到最大值，从而达到最佳的动脉血氧含量，同时这种短期的氧疗方案不会造成氧中毒。

1. 2 通气

CPR 期间的通气目的在于保持足够的氧合，并使二氧化碳得以充分排出体外。在施救过程中，急救者应避免引起过度通气，因为 CPR 时过度通气可能会影响静脉回流并减少心输出量。

在 VF 所致 SCA 最初数分钟内，胸部按压相对人工呼吸更为重要，因为 SCA 时氧气向心脏、大脑和其他组织的输送受到血流的限制，血流下降对脑组织的负面影响超过了动脉氧含量下降带来的影响。因此，在抢救 VF 所致 SCA 的最初几分钟内，

单人复苏者应减少因人工通气而造成的胸部按压中断。同时 ACLS 提供者在建立人工气道或检查心脏节律时，也应尽量减少胸部按压的中断。

对于 VF 导致的持续 SCA 以及窒息缺氧引起的呼吸骤停（包括淹溺、药物过量导致的原发性呼吸骤停），人工通气和胸部按压同等重要。

在 CPR 过程中，每 30 次胸部按压之后利用短暂的间歇（大约 3~4s）进行人工呼吸。当高级气道（如气管内插管、食道气管插管或者喉罩气道）建立后，急救者应每分钟给予 8~10 次通气，每次通气维持 1 秒钟，同时给予 100 次/分的胸部按压。对于存在严重的阻塞性肺疾病以及呼气阻力增加的患者，应用低呼吸频率（6~8 次/分）。

1. 2. 1 球囊面罩

球囊面罩由球囊和面罩两部分组成，球囊面罩通气是 CPR 最为基本的人工通气技术，所有的急救者都应熟练掌握其使用。球囊面罩可为复苏开始数分钟内不能及时应用高级气道或应用失败的患者提供通气支持。使用球囊面罩通气时，急救者应抬高患者下颌确保气道开放，并使面罩紧贴其面部以防漏气，通过球囊提供足够的潮气量（6~7ml/kg 或 500~600ml）使得胸廓扩张超过 1s，该通气量可使胃胀气的风险最小化。

1. 2. 2 口咽、鼻咽通气道

口咽、鼻咽通气道适用于缺乏咳嗽或咽反射的无意识患者（IIa 级），对于经口咽通气道有困难以及意识障碍不深的患者鼻咽通气道更为适用。鼻咽通气道慎用于有严重头面部损伤患者。

1) 放置口咽通气管方法：先将导管弯头向上送入口内，沿舌上方插入全长 1/2 时，将导管旋转 180°，向前继续推进至合适部位后予以固定。

2) 放置鼻咽通气管方法：先在导管表面涂以润滑剂，取与腭板平行方向插入，越过鼻咽腔转角处后再向前推进到气流最通畅处予以同定。

1. 2. 3 高级人工气道

相对于球囊面罩以及口咽、鼻咽通气道等，高级气道可保证更加确定的通气效果，并减少并发症的发生，但对于操作技术的要求也较高。

1. 2. 3. 1 食管气管导管

食管气管导管相对于球囊面罩的优势在于：隔离气道、减少误吸的风险以及提供更为可靠的通气。而与气管内导管相比，食管气管导管的优势主要在于更易于培训和掌握。因此，食管气管导管可以作为气管内导管的替代措施。其最为严重的并发症是管腔位置判断错误，其他并发症包括食管损伤及皮下气肿。

1. 2. 3. 2 喉罩导管

喉罩导管由通气密封罩和通气导管组成，喉罩较面罩密封性好，通气更为可靠，且发生反流和误吸的几率远小于球囊面罩通气。训练置入及使用喉罩气道较气管内插管简单，因为置入喉罩不需要使用喉镜和直视声带。

喉罩导管可应用于颈部损伤、不能施行气管内插管以及气管内插管不能达到合适位置的患者。喉罩导管可作为气管插管的备选方案用于 CPR 的气道管理（IIa 级）。据报道，喉罩导管的通气成功率为 71.5%~97%，与气管内导管通气效果相当，但成功置入后仍有少部分患者不能成功通气，此时应立即更换其他人工气道。因此，使用喉罩气道的急救者应接受全面的培训，能熟练插入该装置，并掌握气道管理的备选方案。

1. 2. 3. 3 气管内插管

急救者应充分考虑 CPR 过程建立高级气道的利弊，一般宜在患者对初步的 CPR 和除颤无反应或自主循环恢复后再实施。气管内插管包括经口气管插管、经鼻气管插管和经环甲膜气管插管。

1. 2. 3. 4 气管内插管的优点

- ①能长时间维持气道开放；
- ②方便抽吸呼吸道分泌物；
- ③可进行高浓度供氧和潮气量可调的通气；
- ④提供备选的药物输入途径；
- ⑤避免误吸的发生。

1. 2. 3. 5 紧急气管内插管的指征

- ①意识丧失且球囊面罩不能提供足够的通气；
- ②气管失去保护性反射（如昏迷或 SCA 时）；
- ③神志清醒但自主清理气管和排出分泌物能力不够；
- ④可疑误吸或需长时间通气。

1. 2. 3. 4 注意事项

气管内插管时应尽可能缩短胸部按压的中断时间。实施胸部按压的急救者一旦停止按压，实施插管的急救者应立即进行气管插管。插管时间限制在 10s 以内，一旦气管导管通过声门，马上开始胸部按压。如果一次插管失败，应先予以通气和按压再进行下一次尝试。

经口气管插管主要禁忌证包括：喉头水肿、喉头黏膜下血肿或脓肿、主动脉瘤压迫气管、咽喉部烧伤、肿瘤或异物残留、颈椎骨折、头部不能后仰、张口严重受限者。

气管插管并发症包括口咽损伤、较长时间中断胸部按压和通气、气管导管位置错误导致低氧血症等，主要因操作者不熟练以及对导管位置检测不力引起。

1. 3 经鼻气管插管和经环甲膜气管插管

1. 3. 1 经鼻气管插管

适合于下颌活动受限，张口困难或头部后仰受限（如颈椎骨折）等情况。患者对经鼻插管较易耐受，长期插管通气时可考虑经鼻插管。经鼻气管插管禁忌证与经口插管基本相同。此外，鼻或颌而严重骨折、凝血功能障碍、鼻或鼻咽部梗阻和颅底骨折的患者也不宜进行经鼻气管插管。

1. 3. 2 经环甲膜气管插管

又称逆行气管插管,是指先行环甲膜穿刺,将导丝经环甲膜送入气管,通过喉部到达口咽部,由口腔或鼻腔引出,再将气管导管沿导丝插入气管。

经环甲膜气管插管适应证:因上呼吸道解剖因素或病理条件无法暴露声带甚至会厌,不能完成经口或经鼻气管插管;头后仰受限不能经口气管插管。禁忌证包括:甲状腺肿大、口腔完全无法张开、穿刺部位感染、凝血功能障碍等。

插管完成后应立即检查确认气管导管位置(Ⅱa级),方法包括:临床评价、呼吸末CO₂监测或者食管探测(esophageal detector device, EDD)。

监测呼气末CO₂浓度是目前确认气管内导管位置的常用手段之一(Ⅱa级),但呼气末CO₂浓度监测并不完全可靠,其敏感性为33%~100%,特异性为97%~100%,阳性预测值为100%,阴性预测值为20%~100%。

EDD仅能作为确认气管内导管位置的一种辅助手段。某些情况如静脉注射肾上腺素、哮喘引起严重的气道阻塞以及肺水肿时,呼气末CO₂浓度可骤减,推荐使用EDD。但当气管趋于塌陷时,EDD可能会产生错误结论从而误导急救者的判断。此类情况包括:肥胖症、晚期妊娠、哮喘持续状态以及气道内有大量分泌物。目前,尚无证据表明EDD可以准确地对气管内导管的位置进行持续监测。

1.3.3 插管后的护理

在建立高级气道并确认导管位置正确后,急救者应立即记录导管的深度,以切牙作为标记,并对导管加以保护和固定(Ⅰ级)。在转运过程中,特别是将患者由一个位置转移到另一个位置时,应对气管内导管的位置作持续监测。

1.4 建立高级气道后的注意事项

①确定高级通气装置的位置正确。

②2个急救者不再轮流实施CPR,其中一人以100次/分的频率进行持续的胸部按压,另一人以8~10次/分的频率提供通气。2个急救者每2min交换通气和按压的角色,以避免按压疲劳造成按压质量和频率的下降。如有多名急救者在场,应每2min轮换实施胸部按压。

③避免过度通气。

1.5 机械通气

自动呼吸机(automatic transport ventilator, ATV)无论院内还是院外SCA,ATV均可用于已建立人工气道的成年患者,对于未建立人工气道的成年SCA患者,可使用不具备呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP)功能的ATV。如果ATV潮气量可调,潮气量的设置应使胸廓有明显的起伏(6~7ml/kg或500~600ml),且送气时间大于1s。如未建立人工气道,急救者应提供一个渐升渐降的压力以避免胃胀气的发生。一旦建立人工气道,CPR期间呼吸频率应为8~10次/分。一个对73例气管插管患者的研究显示,绝大多数患者发生院内或院外SCA时,使用ATV与使用带储氧袋的面罩比较,血气分析指标没有差别。ATV的缺点包括需要氧源和电源。因此,急救者应配备有效的带储氧袋的面罩作为备用。年龄<5岁的小儿不宜使用ATV。

1.6 手动触发、以氧气为驱动源、流量限制的人工呼吸器

这种呼吸器较之于带储氧袋而罩通气更少发生胃胀气。一般用于CPR期间尚未建立人工气道仅以面罩通气时。应避免使用自动模式、以氧气为驱动源、流量限制的人工呼吸器,以免产生持续的PEEP,减少心输出量。

2 循环支持

2.1 阻阈设备

阻阈设备(impedance threshold device, ITD)与气管插管、面罩或其他气道辅助设备如喉罩导管、食管气道导管联合使用可增加回心血流量和心输出量,降低脑血管阻力,从而为心脏和大脑提供更多的血供。只要能够保持面罩和面部的密封,ITD和面罩同时使用与ITD和气管插管同时使用均能产生气管内负压。ITD是新的AHA指南高度推荐的能增加循环血量和复苏成功机会的CPR方式。有研究证实^[39],ITD联合传统的徒手CPR可使心脏和脑血流量倍增,患者血压升高一倍,24h存活和健康出院的几率增加50%以上。一旦恢复自主循环应立即除去ITD。目前尚未见正确使用ITD出现不良影响的报道,如果不恰当使用(比如忘记及时移除ITD)理论上可导致肺水肿的发生。

2.2 主动按压-减压CPR

主动按压-减压CPR(active compression-decompression CPR, ACD-CPR)是使用一个装配有负压吸引装置的设备,在减压阶段主动吸抬前胸以增加静脉回流。对于院内SCA患者,ACD-CPR可作为标准CPR之外的备选方案。在一项对610例院外SCA的成年患者的随机研究中,同时使用ITD和ACD-CPR较之单一标准CPR可改善自主循环的恢复和24h存活率。ACD-CPR和阻力单向活瓣装置ITD联用,可改善机体的代谢,显著增加循环血量、血压、呼气末CO₂浓度和复苏成功率^[40]。关于应用ACD-CPR对生存率的影响还存在争议,其中一些研究显示一年生存率有显著提高,而另一些则显示应用此装置后没有明显获益。

2.3 充气背心CPR(Vest-CPR)

VEST-CPR也称为负荷带CPR,该装置可环绕胸廓行脉动式按压及减压,从而使胸腔内压力显著升高和降低。对于院内或院外SCA患者,负荷带CPR可作为标准CPR的辅助措施(Ⅱb级)。2006年JAMA杂志上发表了关于VEST-CPR的一份大规模临床研究报告,结果显示EMS救护车配备Auto Pulse未能改善院外非创伤性SCA患者的预后^[41]。另一篇发表在同一期的大规模临床研究报告指出,负荷带CPR与徒手CPR相比,存活率和神经功能的预后更差^[37]。目前对于该装置改进和临床价值仍在进一步研究中。

2.4 机械泵CPR

对于难以开展手工CPR的情况可考虑使用机械泵CPR(Ⅱb级)。机械泵设备通过安装在机器上的气动活塞按压胸骨部分达到胸外心脏按压的目的。它提供了一个可以连续进行机械胸部按压的方式同时又不阻碍胸廓回弹,相反有助于胸廓完全回弹。由1个成人前瞻性随机研究和2个随机交叉研究证实^[19],由专业人员施行的机械泵CPR能改善院内和院外SCA患者的呼气末CO₂分压和平均动脉压。

2.5 有创CPR

开胸CPR可考虑应用于心胸外科手术早期或胸腹已被打开的情况下发生的SCA(Ⅱa级)。日前尚无开胸CPR随机对照研究结果的报道。开胸CPR的优点在于改善冠脉灌注压和增加自主循环的恢复。开胸CPR不应作为常规,其在SCA救治早期的作用有待进一步研究和评价。

3 心脏骤停的药物治疗

发生 SCA 时, 基本 CPR 和早期电除颤是最重要的, 然后才是药物治疗。在 CPR 和除颤之后应立即建立静脉通道, 进行药物治疗。药物治疗目前以血管加压药和抗心律失常药为主。给药时应尽可能减少按压中断时间。

3.1 给药途径

3.1.1 中心静脉与外周静脉给药

复苏时大多数患者不需要置入中心静脉导管, 只需置入一根较粗的外周静脉导管。与中心静脉给药相比, 外周静脉给药到达中心循环需要 1~2 分钟, 药物峰浓度低、循环时间长, 但建立外周静脉通道时无需中断 CPR, 操作简单, 并发症少, 也可满意地使用药物和液体, 所以复苏时首选外周静脉给药。如果从外周静脉注射复苏药物, 则应在用药后再静脉注射 20ml 液体并抬高肢体 10~20s, 促进药物更快到达中心循环。

3.1.2 骨内给药

骨内导管置入能提供一条不塌陷的静脉丛, 骨内给药能起到与中心静脉给药相似的作用。骨内给药对液体复苏、药物输送、血标本采集都是安全有效的, 适用于各年龄组使用。如果静脉通道无法建立, 可进行骨内 (intraosseous, IO) 注射。

如果除颤、外周静脉给药、骨内静脉丛给药均不能恢复自主循环, 急救者应立即进行中心静脉穿刺给药。注意, 中风或急性冠脉综合征溶栓后是中心静脉置管的相对禁忌证。

3.1.3 气管内给药

如果静脉或骨内穿刺均无法完成, 某些复苏药物可经气管内给予。利多卡因、肾上腺素、阿托品、纳洛酮和血管加压素经气管内给药后均可吸收。同样剂量的复苏药物, 气管内给药比静脉 (intravenous, IV) 给药血浓度低。气管内给药产生的低浓度肾上腺素, 可能产生 β -肾上腺素能作用, 这种作用是有害的, 能导致低血压和低冠脉灌注压, 有潜在降低自主循环恢复的风险。因此, 复苏时最好还是采用静脉给药或骨内给药, 以达到更高的药物浓度和更好药理学效应。大多数药物气管内给药的最佳剂量尚不清楚, 但一般情况下气管内给药量应为静脉给药量的 2~2.5 倍。气管内给药时应用注射用水或生理盐水稀释至 5~10ml, 然后直接注入气管。

3.2 治疗药物与使用方法

3.2.1 血管加压药

到目前为止, 在无脉 VT、VF、PEA 或心脏停搏患者的复苏中, 尚无研究显示任何一种血管加压药能增加无神经功能障碍的存活出院率。但有证据表明, 使用血管加压药有助于自主循环的恢复。

(1) 肾上腺素: 由于肾上腺素可刺激 α -肾上腺素能受体, 产生缩血管效应, 增加 CPR 时冠状动脉和脑的灌注压, 因此在抢救 VF 和无脉性 VT 时能产生有益作用。尽管肾上腺素已普遍使用, 但很少有证据显示它能改善患者存活率。开始或逐步增加的高剂量肾上腺素偶尔能增加自主循环恢复和早期存活率, 但在多项心脏骤停的研究中, 与标准剂量 (1mg) 相比, 高剂量肾上腺素并不改善患者的存活出院率或神经功能^[38,39], 即使在开始用高剂量肾上腺素亚组患者亦如此。在 SCA 的复苏中, 每 3~5 分钟使用 1mg 肾上腺素 IV/IO 是恰当的。大剂量肾上腺素可用于某些特殊情况, 如 β 受体阻滞剂或钙通道阻滞剂过量时。如果 IV/IO 通道延误或无法建立, 可用肾上腺素 2~2.5mg 气管内给药。

(2) 血管加压素: 为非肾上腺素能血管收缩药, 也能引起冠脉和肾血管收缩。法国一项大规模的前瞻性研究发表, 共有 2894 名患者被随机地纳入研究, 结果表明血管加压素、肾上腺素联合应用与单独应用肾上腺素相比, 在自主循环 (return of spontaneous circulation, ROSC)、出院率、一年生存率、神经功能恢复方面都没有明显差异^[40]。而最近一项系统回顾性研究表明^[41], 对心脏骤停患者, 联合使用血管加压素和肾上腺素对 ROSC 恢复率有好处, 但对生存率影响无差异。因此, 目前没有足够的证据支持联合使用血管加压素和肾上腺素。基于以上等多项研究发现, 施救者可以考虑用血管加压素治疗心脏停搏患者, 但并没有充分证据表明要求对心脏骤停患者用或不用血管加压素。肾上腺素每 3~5 分钟一次用于复苏, 第一或第二次可用血管加压素替代肾上腺素。

(3) 去甲肾上腺素: 早期复苏时发现, 对心脏停搏患者去甲肾上腺素产生的效应与肾上腺素相当。但在唯一的一项前瞻性研究中, 对比标准剂量肾上腺素、大剂量肾上腺素和大剂量去甲肾上腺素, 并未发现去甲肾上腺素有益, 相反可导致更差的神经预后。

3.2.2 抗胆碱能药——阿托品

阿托品能逆转胆碱能介导的心率下降、全身血管收缩和血压下降。迷走神经张力增高能导致或诱发心脏停搏, 阿托品作为迷走神经抑制药, 可考虑用于心脏停搏或 PEA 的治疗^[42]。SCA 时推荐的阿托品剂量为 1mg IV, 如果停搏持续存在, 可每 3~5min 重复使用一次, 连续 3 次或直至总量达到 3mg。

3.2.3 抗心律失常药

目前尚无证据证明对 SCA 常规使用抗心律失常药能增加存活出院率。但是, 胺碘酮与安慰剂或利多卡因相比, 能增加短期存活出院率。

(1) 胺碘酮: 胺碘酮可影响钠、钾、钙通道, 并有阻断 α 和 β 肾上腺素能特性^[43]。在 CPR 中如 1 次电除颤和血管加压药物无效时, 立即用胺碘酮 300mg (或 5mg/kg) 静脉注射, 然后再次除颤。如仍无效可于 10~15min 后重复追加胺碘酮 150mg (或 2.5mg/kg)。注意用药不应干扰 CPR 和电除颤。VF 终止后, 可用胺碘酮维持量静脉滴注。最初 6h 以 1mg/min 速度给药, 随后 18h 以 0.5mg/min 速度给药, 第一个 24h 用药总量应控制在 2.0~2.2g 以内。第二个 24h 及以后的维持量根据心律失常发作情况酌情减量。对除颤、CPR 和血管加压药无反应的 VF 或无脉 VT 患者, 可考虑静脉使用胺碘酮。在对院外复发 VF/无脉 VT 的随机、双盲、对照研究^[44]中, 胺碘酮 300mg 或 5mg/kg IV, 与安慰剂或利多卡因比较, 能增加存活出院率。另一项研究表明, 对 VF 或血流动力学不稳的 VT 患者应用胺碘酮, 能持续改善对除颤的反应。静脉应用胺碘酮可产生扩血管作用, 导致低血压, 故使用胺碘酮前应给予缩血管药以防止低血压发生。初始剂量 300mg IV/IO, 后续剂量 150mg IV/IO。

(2) 利多卡因: 室性心律失常应用利多卡因缘自早期的动物实验以及用药过程中发现它能抑制室性期前收缩和预防急性心肌梗死并发 VT。院前双盲随机对照研究发现, 使用胺碘酮的患者存活出院率高于利多卡因, 而利多卡因更易引起除颤后心脏停搏。利多卡因是常用的两种抗室性心律失常药物之一, 与其他抗心律失常药相比, 具有更少的不良反应。然而, 尚无证据证明利多卡因对 SCA 有长期或短期作用。起始剂量 1~1.5mg/kg IV, 如果 VF/无脉 VT 持续存在, 5~10min 后可再用 0.5~0.75mg/kg IV, 最大剂量为 3mg/kg。

(3) 普鲁卡因胺：用于治疗 VF 和无脉 VT。一项 20 名患者的回顾性对比研究，支持心脏骤停患者使用普鲁卡因胺。由于需缓慢静滴，且在急诊情况下效果不确定，心脏骤停时使用普鲁卡因胺受到限制。

(4) 镁剂：静脉注射镁剂能有效终止 QT 间期延长引起的尖端扭转型室速（torsades de pointes, TDP），而对正常 QT 间期的不规则，多形性 VT 似乎无效。当 VF/无脉 VT 与 TDP 相关时，可给予 1~2g 硫酸镁稀释后 IV/IO（5~20min）。如果 TDP 发作时不能触及脉搏，可先给予负荷剂量，然后用 1~2g 硫酸镁加入 50~100ml 液体中静脉滴注，给药速度要慢（5~60min）。

3. 2. 4 碳酸氢钠

在 SCA 和 CPR 时，组织无血流或血流较少，可产生代谢性酸中毒。ROSC 是维持酸碱平衡的关键。CPR 时应用碱性药物不能增加除颤成功率和患者存活率，且有很多不良反应：①降低冠状动脉灌注压；②引起细胞外碱中毒，氧解离曲线右移，氧释放减少；③引起高钠血症和高渗血症；④产生大量的 CO₂，弥散至心肌细胞和脑细胞内，引起反常性酸中毒；⑤加重中枢神经系统酸中毒；⑥使儿茶酚胺失活。CPR 时或自主循环恢复后，不推荐常规使用碳酸氢钠。主要用于合并代谢性酸中毒、高钾血症，三环类抗抑郁药物过量所致的 SCA 患者。首次剂量为 1mmol/kg 静脉滴注。应用时须严密监测碳酸氢根离子和剩余碱，防止发生碱血症。碳酸氢钠最好不与肾上腺素类药物混合，以免后者失活。

3. 2. 5 其他药物

①纤维蛋白溶解药：标准 CPR 无效的 SCA 患者用纤维蛋白溶解药（tissue type plasminogen activator, tPA）已有成功报道，特别是急性肺栓塞患者。尚无充分证据证明对 SCA 患者用或不用纤维蛋白溶解药治疗。只有对怀疑为肺栓塞引起的 SCA 患者考虑使用。继续 CPR 不是纤维蛋白溶解药物的禁忌证。

②输液：目前没有足够的证据推荐 CPR 时常规输液治疗。仅当大量液体丢失导致 PEA 时需补液治疗。不推荐高渗盐水。除非存在低血糖，否则不用葡萄糖溶液。

复苏后监护与器官功能支持

(Postresuscitation monitoring and organ function support)

已恢复自主循环的患者应在 ICU（intensive care unit）实施监测与治疗。其意义在于改善血流动力学不稳定状态，降低多器官功能衰竭患者的早期病死率以及脑损伤引起的病死率。复苏后治疗应围绕降低患者病死率，改善长期生存和神经功能。重点是维护患者的心肺功能及器官和组织的有效灌注，特别是脑灌注。努力寻找引起心脏骤停（sudden cardiac arrest, SCA）的原因，积极预防 SCA 再发。

1 SCA 和复苏无效患者可逆性病因的确定与处理

在 ACLS 期间，应对 SCA 和复苏无效患者的原因，尤其是可逆性原因进行排查，并给予及时处理。见表 1。

表 1 复苏无效的原因与处理对策

可逆性病因	处理对策
低血容量	输血、输液
低氧血症	氧疗
酸中毒	纠酸
高钾/低钾血症	控制血钾
低温	保温、复温
中毒	解毒、对症处理
心包填塞	手术减压
张力性气胸	抽气减压或胸腔闭式引流
冠状动脉或肺栓塞	溶栓或急诊介入治疗
创伤	优先处理致命性损伤

2 复苏后监测

2. 1 血流动力学评估

2. 1. 1 冠脉灌注压

冠脉灌注压（coronary perfusion pressure, CPP）与心肌血流量和自主循环恢复相关。≥15mmHg 是自主循环恢复的前奏。复苏中如有动脉血压监测，应最大限度提高动脉舒张压以提高 CPP。

2. 1. 2 脉搏

胸部按压时能否通过触摸脉搏评价按压的效果尚有争议。颈动脉搏动并不能真实反映 CPR 中冠脉和脑血流的恢复情况。

2. 2 呼吸功能评估

2. 2. 1 动脉血气分析

主要用来了解低氧血症的程度和通气是否适当。动脉血 CO₂ 分压（PaCO₂）是反映通气是否适当的指标，如果通气持续稳定，PaCO₂ 升高可能是潜在的灌注改善的标志。

2. 2. 2 呼气末 CO₂ 监测

作为自主循环恢复的指标，可用来指导治疗。与心输出量、CPP、复苏成功等有关。自主循环恢复后，持续或间断监测呼气末 CO₂ 浓度，可了解气管导管是否在气管内。

3. 复苏后器官功能支持

3. 1 循环功能支持

尽早进行心电图、胸部 X 线、超声心动图、电解质和心肌标志物检查及有创血压监测。

对复苏后伴有心肌顿抑者应进行容量复苏，同时使用血管活性药物。

对于急性心肌梗死的治疗参照有关 ACS 指南。

3. 2 围心脏骤停期心律失常的处理

3. 2. 1 窄 QRS 心动过速

根据患者血流动力学是否稳定及心率和节律采用电复律、物理方法、药物复律和控制心率等不同方法。

对于血流动力学不稳定者最好采用电复律。

心房纤颤的药物治^[45]：合并快速心室反应时可选用β阻滞剂、地尔硫卓等控制心室率；复律可选用胺碘酮、普罗帕酮、氟卡尼等。

规则窄 QRS 心动过速的治疗：①血流动力学稳定的窄 QRS 心动过速：除房颤和房扑外，阵发性室上性心动过速

(paroxysmal supraventricular tachycardia, PSVT) 首选刺激迷走神经方法（颈动脉窦按摩，valsalva 动作），但老年人应避免按摩颈动脉窦。若颈动脉窦按摩无效，可选用腺苷、维拉帕米和地尔硫卓等钙通道阻滞剂或胺碘酮治疗；②血流动力学不稳定的窄 QRS 心动过速：首选电复律，如果电复律不能立即施行，可快速静脉注射腺苷。

3. 2. 2 宽 QRS 心动过速

对于血流动力学不稳定者最好采用电复律。血流动力学稳定者可考虑药物治疗。胺碘酮对电复律或其他药物效果不佳的室性心动过速（ventricular tachycardia, VT）有效^[43]。静脉注射胺碘酮优于利多卡因；普鲁卡因胺终止自发性 VT 优于利多卡因；终止急性持续性 VT 时索他洛尔较利多卡因更有效。因此，终止稳定的持续性 VT 前推荐使用胺碘酮、普鲁卡因胺和索他洛尔。

多形性 VT 的治疗：①正常 QT 间期的多形性 VT：镁剂和利多卡因无效，胺碘酮可能有效。②扭转性室性心动过速（torsades de pointes, TDP）：静脉注射镁剂能有效终止长 QT 间期 TDP，异丙肾上腺素或心室起搏能有效终止心动过缓和药物诱导的 QT 延长相关性 TDP，故推荐镁剂、异丙肾上腺素或心室起搏用于 TDP 的治疗。

3. 2. 3 心动过缓

首先寻找和治疗心动过缓的可逆性病因。在缺乏可逆性病因时应以阿托品作为急性有症状心动过缓的一线治疗药物。

二线药物包括：多巴胺、肾上腺素、异丙肾上腺素、氨茶碱等。如果阿托品治疗无效，应考虑经静脉起搏。

有症状心动过缓的药物治^[46]：①对于多数患者，静脉注射阿托品可提高心率，改善心动过缓相关的症状与体征；②对阿托品无反应时，可考虑氨茶碱、胰高血糖素静脉注射；③对药物诱导的心动过缓，胰高血糖素治疗有效；④心脏移植后应用阿托品可引起高度房室传导阻滞。

治疗推荐：①首选阿托品 0.5~1mg IV，每 3~5min 重复一次，直至总量达到 3mg；②对阿托品无反应时应准备经皮快速起搏，亦可选用多巴胺、肾上腺素、异丙肾上腺素、氨茶碱等二线药物；③症状严重特别当阻滞发生在希氏束以下时，应立即进行起搏治疗；④β阻滞剂或钙通道阻滞剂诱导的心动过缓可用胰高血糖素治疗（3mg IV，必要时 3mg/h 维持）；⑤心脏移植患者不用阿托品。

3. 3 呼吸功能支持

部分患者仍需要机械通气和高浓度氧疗，注意避免过度通气。

胸部 X 线检查，及时发现与处理复苏后心肺并发症（如气胸、气管导管移位等）。

适当镇静，尽量少用肌肉松弛药。

3. 4 肾功能支持

监测尿量，检查尿常规、血尿素氮和肌酐。对非肾前性肾功能不全，若血压稳定宜早期血液净化治疗。

3. 5 控制体温

控制高温：所有 SCA 患者均应避免高热。

诱导低温：动物实验显示亚低温治疗能够减少神经损害，而且低温治疗开始得越早，再灌注持续时间越长，低温保护作用就越明显越持久^[46]。Holzer M 等在对 3 个有关复苏后低温治疗的随机临床实验进行荟萃分析后认为，SCA 后亚低温能改善神经系统预后，且不会产生明显的不良影响^[47]。最近的动物实验研究显示，在复苏的开始阶段即给予亚低温治疗，其自主循环恢复率也有明显提高^[48]。适应证：院外室颤（ventricular fibrillation, VF）或院内外非 VF 所致的 SCA，以及自主循环恢复后无意识但有满意血压的患者。溺水、低温所致的 SCA 及复苏后低体温患者一般不实施诱导低温。方法：通过血管内置入冷却导管，膀胱内注入冰生理盐水，应用冰毯、冰袋、冰帽等，迅速将患者体温降至 32~34℃，持续 12~24h。

3. 6 控制血糖

自主循环恢复后 12h 内无需严格控制血糖于正常水平，但 12h 后应用胰岛素控制血糖浓度，注意防止发生低血糖。建议用快速血糖监测仪加强血糖监测，开始至少每小时检测血糖一次，血糖稳定后可适当减少每日监测次数。

3. 7 中枢神经系统支持

经 CPR 存活的患者中，80% 都经历过不同时间的昏迷，其中 40% 患者进入持续植物状态，80% 患者在一年内死亡，脑功能完全恢复的很少见。因此，复苏后的脑保护治疗显得尤为重要。目前常用的脑保护措施包括：对无意识患者维持正常或略高于正常的平均动脉压；控制高热，诱导低温（亚低温治疗），尤其注意保持头部低温；酌情应用脱水剂和神经营养药；积极进行高压氧治疗。不推荐预防性使用抗癫痫药，但一旦出现抽搐应立即采取抗惊厥治疗。另外，中药用于脑保护治疗的研究也取得了进展。动物实验初步表明，川芎嗪、左旋四氢巴马汀对脑缺血再灌注损伤具有保护作用^[49, 50]。此外，基因治疗在脑复苏中也可能有应用前景。

3. 8 其他治疗

包括控制感染、营养支持等。

特殊情况下的复苏

某些特殊情况下发生的呼吸心跳骤停，需要急救者调整方法进行复苏。

1 气道异物梗阻

1. 1 原因

任何患者突发呼吸停止、发绀和不明意识的意识丧失都应考虑到气道异物梗阻（foreign-body airway obstruction, FBAO）。成人和儿童通常在进食时发生 FBAO，试图咽下大块难以咀嚼的食物是造成梗阻最常见的原因。过量饮酒、装有假牙和吞咽困难的老年人也易发生 FBAO。头面部损伤特别是意识丧失的患者，血液和呕吐物均可堵塞气道而导致 FBAO。

1. 2 识别

异物可造成气道部分或完全梗阻。部分梗阻时，尚有气体交换。若气体交换良好，患者能用力咳嗽，此时应鼓励其继续咳嗽并自主呼吸，急救人员不宜干预患者自行排除异物的努力，但应守护在其身旁，并监护患者的情况，若梗阻仍不能

解除,即应启动 EMSS。若部分梗阻患者一开始就呈现气体交换不良,表现为咳嗽无力、吸气时高调喘鸣、呼吸困难加重和发绀,应按气道完全梗阻对待。气道完全梗阻时,由于气体交换消失,患者不能讲话,不能呼吸或咳嗽,常用双手抓住颈部。若患者出现气道完全梗阻的征象,必须立即救治。否则,会因氧供急性完全中断而发生意识丧失,甚至呼吸心跳骤停。

1.3 解除

如果 FBAO 患者尚有意识,应首选腹部冲击法(Heimlich 法)排除气道异物(IIb 级,图 3)。实施腹部冲击时,急救者站在患者身后,双臂环绕患者腰部,一手握拳,拇指侧紧抵患者剑突下至脐上腹中线部位,另一手抓紧拳头,用力快速向内、向上冲击腹部,反复多次,直至异物从气道内排出^[51]。若 FBAO 患者比较肥胖或处于妊娠晚期,应采用胸部冲击法排除气道异物(推荐级别未确定)。有时可联合采用用力拍背、腹部冲击和胸部冲击法解除 FBAO。当患者出现意识丧失、呼吸心跳骤停时,应迅速启动 EMS,立即开始 CPR,并尽快通过喉镜取出异物,不能取出时应行环甲膜穿刺或气管切开通气。

2 体温过低

体温过低患者尚未发生心脏骤停时应重点考虑复温治疗,将患者迅速转移到温暖处,脱去其冷湿衣服,保持患者与寒冷环境隔离。复温措施包括:主动体表复温,如热水浴、热辐射或热空气包裹等;主动深部复温,如吸入 42~46℃ 湿热氧气、43℃ 生理盐水静脉注射或腹腔灌注等^[52]。

若体温过低患者发生心脏骤停,需立即进行 CPR。由于体温过低时脉搏和呼吸频率缓慢或不宜察觉,应在 30~45s 内判断患者呼吸和脉搏情况,以确定是否存在呼吸停止、无脉性心脏停搏或心动过缓,从而决定是否需要 CPR。若无自主呼吸,应立即实施人工呼吸,通过球囊-面罩或气管插管给予 42~46℃ 湿热氧气。若无脉搏且无可觉察的循环体征,应立即进行胸外心脏按压。在不能确定是否存在脉搏时还需进行胸部按压。若有室颤,电除颤一次后立即再次 CPR。若电除颤无效应首先考虑继续 CPR 和复温治疗,将患者体温恢复至 30~32℃ 后再行除颤。因为深部体温 <30℃ 时电除颤和心血管药物治疗往往无效。

3 淹溺

淹溺可致组织缺氧,缺氧时间的长短和严重程度是决定预后的关键。因此,对淹溺患者应尽快恢复通气和组织灌注。

首先要设法将患者从水中救起。离开水面前,经过特殊训练的急救者可在对水中患者实施口对口或口对鼻人工呼吸(IIb 级)。由于胸部按压在水中难以进行,也不可能有效,而且会导致急救者和淹溺者受伤,故不提倡在水中实施胸部按压^[53]。出水后,应迅速开放气道,检查呼吸和循环情况。若呼吸心跳停止,应立即实施 CPR(IIa 级),特别强调人工呼吸的重要性,并尽快启动 EMS。目前尚无证据表明水能成为阻塞气道的异物,因此对淹溺者不宜采用解除 FBAO 的手法如腹部冲击法,以免引起组织损伤、呕吐和误吸,或导致 CPR 的延迟。

4 电击

心脏骤停是电击致死的首要原因,因为电击(包括雷击)可直接造成室颤和心室停搏。呼吸停止常继发于:①电流损伤延髓引起呼吸中枢抑制;②电流刺激胸壁肌肉和膈肌强直性痉挛,后发展为呼吸肌瘫痪。

一旦发生电击或雷击,要迅速切断电源或将患者移出雷击区,去除燃烧的衣物,检查呼吸和脉搏。若心跳停止,应立即进行胸部按压、人工呼吸和电除颤。对呼吸微弱或呼吸停止但有自主循环的患者,无需胸部按压,注意保持气道通畅和充足的通气,以免继发缺氧性心脏骤停。

当电击或雷击引起大面积灼伤,特别是颜面部、口腔和颈部灼伤时,为避免软组织肿胀压迫气道,即使患者有自主呼吸也应及早气管插管,同时注意静脉补液^[54]。

5 中毒

对中毒患者应迅速采取洗胃、血液净化等治疗清除体内毒物。若有特效解毒药需尽早使用,如有机磷杀虫药中毒,应用阿托品或长托宁及氯磷定;吗啡和海洛因中毒,应用纳洛酮。发生呼吸循环衰竭时要进行呼吸循环支持。对中毒所致的严重心律失常,应使用抗心律失常药物或行起搏治疗。其中,血液动力学不稳定的多形性室速、无脉性室速或室颤患者应及时电除颤。对拟交感神经药中毒引起的顽固性室颤,需增加应用肾上腺素的时间间隔,且仅用标准剂量。

中毒患者特别是钙通道阻滞剂中毒者,发生呼吸心跳骤停时应尽量延长 CPR 的持续时间。有报道,严重中毒患者经 3~5h CPR 后得以存活,且神经系统功能恢复较好^[55]。

6 过敏反应

过敏反应是一种多系统变态反应性疾病,严重时可致气道梗阻、心血管功能衰竭,甚至死亡。

对进行性声嘶、喘鸣、舌水肿和口咽肿胀的患者推荐早期选择性气管插管,以免发生气道梗阻和窒息。

过敏患者发生心脏骤停时,CPR、容量复苏及肾上腺素的应用是治疗的关键^[56]。

容量复苏:严重过敏反应可致广泛的血管扩张和毛细血管通透性增加,引起血容量绝对或相对不足,必须充分扩容,在数小时内快速输入 4~8L 等张晶体液。

肾上腺素:采用大剂量快速静脉注射。首次 1~3mg,随后 3~5mg,均在 3min 内注射完毕,然后以 4~10μg/min 的速度维持。

CPR:过敏患者大多年轻,心血管功能正常,对补液和肾上腺素治疗的反应良好。因此对过敏反应所致的心脏骤停,必须尽量延长 CPR 时间,以保证机体代谢所需的氧供,帮助患者度过过敏反应最危急的阶段。

其他:如抗组胺药、糖皮质激素等,也可酌情使用。

7 创伤

对严重创伤的无反应患者,不能排除颈椎骨折时,应保持颈椎固定,采用托颌法开放气道,清除口腔中的血液、呕吐物和分泌物,迅速检查呼吸和脉搏情况。如果证实为呼吸心跳停止,应立即进行胸部按压和人工通气,条件允许时还可电除颤。人工通气过程中要观察肺部呼吸音、胸廓扩张度及气道阻力,注意有无血胸、开放性气胸和张力性气胸,并予以相应处理。

当患者自主循环恢复后,应尽快送往有条件的医院抢救。积极处理可见的出血,建立大静脉通路,酌情补液。创伤患者如无血流动力学障碍不必过分强调液体复苏,发生低血容量性休克时,应根据地点(市内或郊外)和创伤类型(穿透伤或钝挫伤)决定是否进行容量复苏。对市内的穿透伤患者,不宜过度补充血容量,以免引起血压升高而加速失血,延误运送和手术治疗^[57]。对发生在郊外的穿透伤和钝挫伤患者,运送途中均需容量复苏,保证收缩压在 90mmHg 以上。

8 妊娠

妊娠伴心脏骤停时，复苏过程要同时兼顾母亲和胎儿，母亲存活是胎儿存活的关键。

孕期妇女呼吸、循环系统存在一些特殊的生理变化：①肺功能残气量、体循环和肺循环阻力、胶体渗透压下降；②心率、血容量和氧耗量增加；③仰卧时子宫压迫内脏血管和腔静脉，引起低血压及心排出量下降。这些变化使孕妇对损伤易感、耐受力降低。

孕期妇女发生心脏骤停的常见原因包括：肺栓塞、创伤、大出血、羊水栓塞、妊娠高血压综合征、先天性或获得性心脏病等。对心脏骤停的孕妇实施 CPR 时，为减少妊娠子宫对静脉和心排出量的影响，可在右侧臀部和背部下方放置垫子或枕头，使孕妇呈 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 左侧卧位（图 4），然后进行胸部按压^[58]。目前尚无除颤直流电对胎儿心脏造成不良作用的证据，可采用 ACLS 推荐的标准能量除颤。由于孕妇体内激素水平的改变使胃食管括约肌张力下降，人工呼吸时应持续压迫环状软骨或尽快进行气管插管，防止胃内容物反流和误吸。肾上腺素、血管加压素及多巴胺等药物在有临床指征时应及时使用。

妊娠 24~25 周以上患者发生心脏骤停时，若经积极的 CPR 仍不能恢复有效循环，应在 4~5min 之内实施紧急剖腹产术，以增大母亲和婴儿的生存机会。因为婴儿的娩出可解除子宫压迫，允许静脉回流流入心脏，有利于 CPR 的成功。终止或不进行心肺复苏的指征

原则上对所有呼吸心跳停止的患者均应尽最大努力复苏，但存在下列情况时可考虑终止或不进行 CPR：①患者有有效的“放弃复苏”的遗嘱，或出现不可逆性死亡征象如断头、尸僵、尸腐等，可不进行 CPR；②如果 CPR 持续 30min，患者仍深昏迷，无自主呼吸，心电图成直线，脑干反射全部消失，可终止 CPR^[59]。

小儿心脏骤停与复苏 (Pediatric cardiac arrest and resuscitation)

小儿 SCA 主要表现为心室停搏，其次为心动过缓和无脉性电活动，室性心律失常的发生率较低。

从 CPR 的角度，小儿年龄段可划分为：1 个月以内为新生儿，1 个月~1 岁为婴儿，1~8 岁为小儿。8 岁以上儿童的 CPR 程序和方法与成人基本相同。小儿 CPR 流程见图 5。

1 小儿基本生命支持 (PBLIS)

1.1 检查反应

迅速轻拍或大声呼唤患儿，观察其反应水平，判断患儿意识。对有头颈部创伤的小儿不宜移动和搬运。若患儿无反应或应答，应立即开始 CPR，并呼救和电话启动 EMS。

1.2 开放气道

小儿发生 SCA 时要优先开放气道。对非专业急救者仰头抬颏法适用于任何患儿 (IIa 级)；对专业急救者仰头抬颏法适用于脊柱无损伤或托颌法不能开放气道的脊柱损伤患儿 (IIb 级)。托颌法优先用于脊柱损伤者^[60, 61]。

上呼吸道梗阻所致的窒息在小儿 SCA 中占有很大比例^[62-64]，开放气道首先要清除气道异物。若咳嗽有力应鼓励患儿咳嗽，以咳出异物。若咳嗽无力（声音变小或无声音）或呼吸困难明显，尤其是神志不清的患儿，应及时采取措施解除气道梗阻。对婴儿推荐使用拍背和胸部冲击法排出异物，1 岁以上小儿建议采用 Heimlich 手法及卧位腹部冲击法。

1.2.1 拍背和胸部冲击法

拍背时将婴儿置于俯卧位，骑跨于急救者前臂上，头低于躯干；胸部冲击时将婴儿仰卧于急救者前臂上，头低位。

对于神志清楚的婴儿，急救者实施以下程序：

1) 急救者取坐位，保持婴儿俯卧于施救者前臂上，前臂可放于大腿上，手指张开托住患儿下颌并固定头部，保持头低位，注意不要压迫喉部软组织。

2) 用手掌根部在婴儿肩胛之间用力拍打 5 次。

3) 拍背后将空闲的手放于婴儿背部，手掌托住其头颈部，此时患儿处于两手之间，一手支持其头、颈、嘴、胸，一手支持其背部。

4) 当头、颈很好地托住后，小心地将婴儿翻转过来，使其仰卧于另一手的前臂上，手臂置于大腿上，继续维持头低位。

5) 施行 5 次快速的胸部冲击，位置与胸部按压相同（胸骨下 1/2 处），在乳头连线下一指宽处。冲击与按压不同之处在于持续时间较短促，利用肺内压力突然增高将异物冲出（如同咳嗽一样）。若急救者手较小或婴儿较大，施行上述程序有困难时，可将婴儿置于急救者大腿上，头于膝部，用手可靠地固定住头部并保持头低位。在行 5 次拍背后，翻转过来进行 5 次胸部冲击。

6) 如果气道梗阻仍未解除，可重复上述操作，直到异物解除或患儿神志转清。

对神志不清、无呼吸的患儿施行拍背及胸部冲击前，应使患儿嘴张开，用拇指和食指捏住其舌和下颌并将其提起，一方面可以使后坠的舌离开咽后壁，部分缓解阻塞，另一方面使异物容易排出。当发现异物时，直视下用手小心取出。对婴儿和儿童不要盲目用手指清除异物，以免将异物推向气道深处，造成进一步阻塞。随后采用仰头抬颏法开放气道，进行人工呼吸。如果呼吸无效，重新放置头部位置后再行人工呼吸。如呼吸仍然无效，施行拍背及胸部冲击，直到异物清除、气道通畅。

1.2.2 Heimlich 手法

适合于神志清楚的小儿。参照成人 CPR 相关章节。

1.2.3 卧位腹部冲击法

适合于神志不清楚的小儿。

1.2.4 具体实施程序

1) 将患儿置于仰卧位，用拇指与食指提起下颌及舌，使患儿口张开，检查咽部有无异物，若有异物，在直视下用手指将其去除。

2) 采用仰头抬颏法开放气道，进行人工呼吸。若果呼吸无效，重新放置头部位置后再行人工呼吸。

3) 若人工呼吸仍然无效，考虑存在气道异物。急救者取跪姿双膝位于患儿一侧或跨骑于髋部，按下述方法进行腹部冲击。

4) 将一手的掌根放于小儿腹部正中线脐稍上方剑突下，另一手压在这只手上。

5) 两手同时用力在腹部快速冲击 5 次，冲击方向向头侧而不要向腹部两侧，每次冲击均为确切、间断的动作。

6) 重复步骤 1~5，直到异物清除或人工呼吸有效。

7) 若人工呼吸有效, 应检查循环情况, 必要时继续 CPR; 如果患儿自主呼吸循环情况良好, 放置于恢复体位。

1. 3 呼吸支持

1. 3. 1 判定有无呼吸

在 10s 内判定患儿有无呼吸。通过观察患儿有无胸腹部起伏, 听有无呼气的声音, 急救者面颊贴向患儿口鼻部感觉有无呼出气流, 综合评估患儿的呼吸征象。若不能确定呼吸是否有效, 应立即施行人工呼吸。

1. 3. 2 人工呼吸

对 1 岁以下婴儿可采用口对口鼻方法, 通过对婴儿口鼻吹气使胸廓抬起。对 1~8 岁小儿采用口对口方法。实施人工呼吸时, 急救者应连续吹气 2~5 次, 每次持续 1~1.5s, 至少保证 2 次有效通气。人工呼吸频率依年龄大小而定, 一般为 12~20 次/分。潮气量一般以胸部抬起为度。

1. 4 循环支持

1. 4. 1 检查脉搏

对 1 岁以上小儿, 检查颈动脉搏动; 对 1 岁以下婴儿, 检查肱动脉或股动脉搏动。非专业急救者不要求检查脉搏, 应在给予 2 次人工呼吸后立即进行胸部按压。专业急救者则应在 10 秒钟内检查患儿脉搏情况, 若无脉搏或不能确定是否有脉搏, 应立即进行胸部按压。

1. 4. 2 胸部按压

有效的胸部按压非常重要, 具体方法如下。

1) 婴儿胸部按压: 有两种方法, 即双指按压法和双手环抱按压法。非专业急救和单人急救时, 对婴儿应采用双手指按压法进行胸部按压, 按压部位为两乳头连线中点下。双人急救时推荐专业急救者使用双手环抱按压法对婴儿进行胸部按压。双手环绕婴儿胸廓, 拇指置于胸骨下 1/2 处, 其余四指分开并环绕胸廓, 拇指用力按压胸骨的同时, 其余手指给予反压力以按压胸廓。

2) 小儿胸部按压: 对小儿进行胸部按压时, 非专业和专业急救者均可采用成人胸部按压的方法, 即单手或双手掌跟按压胸骨下 1/2 处 (约为乳头连线中点), 注意不要按压剑突或肋骨。应根据患儿和急救者体型采用单手或双手按压法, 但无论采用何种胸部按压方法均应使按压幅度达到胸廓厚度的 1/3~1/2^[64]。

1. 4. 3 按压/通气比值

单人急救时 (包括专业和非专业急救者) 按压/通气比值为 30: 2, 即每进行 30 次胸部按压给予 2 次有效的人工呼吸, 要尽量缩短胸部按压的中断时间。双人急救时 (专业急救者) 按压, 通气比值为 15: 2, 一人进行胸部按压, 另一人维持气道开放并给予人工呼吸, 并尽量缩短胸部按压中断时间, 同时避免人工呼吸和胸部按压同时进行; 患儿建立人工气道后不再按照上述按压/通气周期进行双人急救, 其中一人持续给予胸部按压, 频率为 100 次/分, 另一人给予人工呼吸, 频率为 8~10 次/分。

2 小儿高级生命支持 (ALS)

高级生命支持是在 BLS 基础上, 应用辅助设备、特殊技术以建立更为有效的通气和循环。

2. 1 给氧与通气

2. 1. 1 吸氧

对气道通畅的患儿可用鼻导管或面罩吸氧。口咽和鼻咽通气管可用于意识丧失无反应的患儿。注意根据患儿年龄选择口咽或鼻咽通气管型号。

2. 1. 2 喉罩通气

不推荐或反对常规使用。不需气管插管时, 对于有经验的急救者可作为备选辅助设备。

2. 1. 3 球囊面罩正压通气

对尚未实施气管插管的患儿由经过培训的急救者在短期内使用球囊面罩正压通气是安全、有效的。操作时应注意开放气道、保持面罩与患儿面部紧密接触、提供合适的潮气量。球囊面罩正压通气时可使气体进入胃内引起胃胀气, 对神志不清患儿可于环状软骨加压迫以减少胃胀气的发生, 并防止胃内容物反流, 但压力不可过大, 以免气道受压阻塞。

2. 1. 4 气管插管

气管插管是最为有效和安全的辅助通气方法, 必须由训练有素和具有丰富经验的急救者实施。为方便急诊插管, 并降低并发症, 可以实施快速顺序气管内插管 (RSI), 但必须有插管不成功的备选方案。根据年龄选择适宜的气管导管及插入深度。气管导管可选用无气囊导管和有气囊导管。基于带气囊的气管导管与不带气囊的导管同样安全, 现推荐应用于院内发生 SCA 的婴儿和小儿, 但气囊充气压力要保持在 20cmH₂O 以下。某些情况下 (如肺顺应性差、气道阻力高或大量声门漏气), 若气管导管内径、位置和气囊内压力选择恰当, 应用带气囊的导管或许更好。对于 1~10 岁的儿童, 导管型号可根据年龄 (岁) 估计。

用于估计无气囊气管导管型号的公式:

无气囊气管导管型号 (内径, mm) = (年龄/4) + 4

用于估计带气囊气管导管型号的公式不同于无气囊导管, 公式如下:

带气囊气管导管型号 (内径, mm) = (年龄/4) + 3

根据公式计算的导管型号有时候不够准确, 无气囊导管实际应用时建议依此型号再准备内径大于或小于 0.5mm 的 2 个型号的导管。

气管插管前应给予吸氧, 以改善全身缺氧状态。插管过程中最好要有持续经皮氧饱和度监测。常用的气管插管方法包括: 经鼻气管插管、经口气管插管和快速顺序插管法。

1) 经鼻气管插管

宜由两个人密切配合操作, 助手固定患儿, 使其仰卧, 双手持头部使之略后仰, 双前臂压住患儿肩关节, 同时注意监护仪所示心电变化并及时通知术者。2 岁以上小儿头置于一小枕头上, 轻微弯曲颈部, 使喉处于良好位置易于插管。婴儿和 2 岁以下儿童插管时不需要弯曲颈部, 头要放在一个平面上。如果有头颈外伤, 插管前应固定颈椎。

术者位于患儿头侧, 将导管用无菌注射用水或生理盐水湿润后, 插入一侧鼻孔并向前下方推进, 导管前端将经后鼻孔达咽部。术者左手持喉镜, 将叶片从患儿右口角进入, 用叶片将舌推向左侧, 同时将叶片前推。当用直叶片时, 叶片尖端

通过舌面到达会厌，可以挑起会厌暴露声门；当用弯叶片时，叶片尖端可插入舌会厌窝处，舌会厌韧带受压，则会厌自行上抬，暴露声门。在直视下用插管钳将导管送入气管，使管端位于气管隆突上 1~2cm 处。注意小儿声门下环状软骨处是气道最狭窄部位，亦是气管导管最难通过的地方。

插管操作不应超过 20s，并且要连续监测生命体征。若出现异常，应停止插管操作，用球囊面罩正压通气给氧。发生急性呼吸窘迫综合征时，球囊面罩正压通气并不能完全缓解缺氧，即使在有发绀和心动过缓的情况下也应立即插管。

要正确计算插管的长度。插管长度的计算是自门齿至导管顶端的距离。婴幼儿气管插管时，导管通过声门后，根据不同年龄将导管推进 2~5cm 左右。

2) 经口气管插管

经口气管插管时，先用喉镜暴露声门，然后将导管直接插入声门。用管芯可使气管导管坚硬一些，易于弯成曲棍状，但使用时应注意其尖端要离气管导管顶端 1~2cm，以防损伤气管。安放牙垫，再用胶布将导管妥善固定，其余同经鼻气管插管。

3) 快速顺序气管内插管法 (rapid sequence intubation, RSI)

RSI 时应使用药物以保证最佳的插管状态，减少紧急气管插管的不良影响，不适用于心脏停搏和需要立即插管的深昏迷患儿。对以下患儿也应慎用：考虑气管插管及球囊面罩正压通气存在困难；面部及咽喉部有严重损伤、水肿及畸形；自主呼吸的维持有赖于上呼吸道肌肉张力者。RSI 由两种基本技术组成：诱导全身麻醉和直接喉镜插管。

在气管插管完成后，要进一步确定气管导管的位置：①观察双侧胸廓运动是否对称，双侧听诊呼吸音是否相同，听诊胃部是否有气过水声；②通过监测设备确定气管导管的位置：持续或间断检测呼气末 CO₂ 浓度；若患儿有脉搏且体重 > 20kg，可用食管检测仪判断导管是否在食管内；通过脉搏血氧饱和度测定仪监测氧饱和度；③若仍怀疑导管位置异常，可使用喉镜直接观察导管是否在声门内；④胸部 X 线检查可确定导管是否在右主支气管内，并避免插管位置过高引起导管移位。

2.2 维持和改善循环

2.2.1 继续高质量的胸部按压

对尚未恢复自主循环的患儿，应继续进行高质量的胸部按压。SCA 时，若无高质量的胸部按压，高级心血管支持技术是无用的。高质量的胸部按压需要快的按压频率（100 次/分）、足够的按压深度（胸廓前后径的 1/3~1/2）、每次按压后胸廓要完全回复以及最短时间的按压中断。

在 CPR 期间，放置高级气道后，急救者将不再执行原 CPR 周期。急救者可连续实施 100 次/分的胸部按压而不必因为通气而中断按压。

2.2.2 各种 CPR 技术的应用

在成人 CPR 时使用的胸部按压机械装置、腹部按压法、充气背心、开胸心脏按压等因缺乏相关研究或研究证实并无明显益处而不提倡使用。

2.3 复苏药物及抗心律失常药物治疗

在 CPR 期间应严密监测心律，若有用药指征，应及时给予药物治疗。实施 CPR 时除颤器在充电期间或电除颤后实施 CPR 过程中均可给药。给药时不能中断 CPR（气管导管内给药除外）。急救者应在下一次检查心律之前准备好药物，以便在检查心律后尽早用药。用药前要估计患儿体重，预先根据不同患儿身长计算药物剂量。

2.3.1 给药途径

经静脉通道和骨内通道给药优先于气管内通道给药。静脉通道是给药和补充液体最重要的途径，但在小儿不容易建立。骨内通道是一种快速、安全、可靠的给药途径，尤其适于婴幼儿。骨髓腔内充满海绵状静脉窦，经中央管滋养静脉等与血液循环相通，因此输入骨髓腔内的药物、液体可迅速进入全身循环。骨内给药可穿刺胫骨粗隆下方或股骨远端或髌前上棘。骨内给药时并发症较少见。若静脉通路尚未建立，患儿已气管插管，部分脂溶性药物可经气管内给人。适合于气管内给予的药物包括肾上腺素、异丙肾上腺素、阿托品、利多卡因及呼吸兴奋剂，而去甲肾上腺素、碳酸氢钠及钙剂禁用^[65]。气管内给药的最佳剂量目前尚不清楚。给药后至少用 5ml 生理盐水冲洗，随后给予 5 次人工通气。

2.3.2 常用复苏及抗心律失常药物（表 2）

表 2 小儿常用复苏及抗心律失常药物

药物	剂量	备注
胺碘酮	5mg/kg IV/IO，重复至 12mg/kg 最多不超过 300mg	监测血压和心电；及时调整给药速度；合用其它延长 QT 间期的药物时要谨慎
阿托品	0.02mg/kg IV/IO，或 0.03mg/kg ET*，必要时重复一次。最小单次剂量：0.1mg，最大单次剂量：0.5mg，最多剂量：1mg IV/IO；10mg ET	用于治疗迷走神经张力增高所致的心动过缓、高度房室传导阻滞等。但小儿心动过缓多因缺氧所致，改善通气和氧疗显得更为重要。更高剂量用于有机磷杀虫药中毒
肾上腺素	0.01mg/kg IV/IO 或 0.1mg/kg ET*，最大剂量：1mg IV/IO，10mg ET	每 3~5 分钟可重复一次；是目前 CPR 中最重要的药物
利多卡因	浓缩剂：1mg/kg IV/IO，水剂：20~50 μg/kg/min IV/IO 或 2~3mg ET*	儿科 SCA 以心脏停搏和心动过缓多见，VF 发生率低，且常与电解质酸碱平衡紊乱有关，故只在电除颤失败或复律后预防复发时应用
硫酸镁	25~50mg/kg IV/IO，10~20 分钟，最大剂量：2g	不推荐在 SCA 中常规使用镁剂，除非心律失常是由于镁缺失或尖端扭转型 VT 所致
碳酸氢钠	1mEq/kg IV/IO	适应证：①正规 CPR 10 分钟后自主循环仍未恢复，尤其血 pH < 7.20；②SCA 前已存在肯定的代谢性酸中毒、严重肺动脉高压、高血钾；③孕妇循环停止后 pH < 7.3

2.4 除颤和电复律

2.4.1 除颤

成人电极板直径通常为 8~10cm, 可用于 10kg 以上小儿, 体重 <10kg 的婴儿需用儿科电极板。首次除颤能量为 2J/kg, 若 VF 持续存在可增加至 4J/kg^[66], 若仍无效, 可再给一次 4J/kg, 应密切注意每次除颤后的复律情况, 若有必要应迅速进行下一次操作。AED 可对不同年龄患儿发生的 VF 进行准确检测, 并区分可电击心律与不可电击心律, 其敏感性及特异性均较高, 可安全有效地用于年龄 >1 岁的小儿, 但尚无充分证据证明适用于 1 岁以下的婴儿。1~8 岁患儿应使用带有儿科除颤能量衰减系统的除颤器。若无除颤能量衰减系统, 应使用能特异性识别儿科可电击心律的除颤器为佳。

2. 4. 1.1 除颤时需遵循以下步骤:

- 1) CPR 直到除颤器准备电击时为止, 首次电击 (2J/kg) 后立刻重新开始 CPR。
- 2) 首次电除颤后实施 5 个周期 CPR, 检查心律, 需再次除颤时电击能量为 4J/kg。电击后立即恢复 CPR, 同时给肾上腺素 (每 3~5min 重复一次)。
- 3) 第二次除颤后实施 5 个周期 CPR, 检查心律, 需再次除颤时电击能量为 4J/kg。电击后立即恢复 CPR, 同时考虑给予抗心律失常药如胺碘酮或利多卡因, 尖端扭转型 VT 时给予硫酸镁。
- 4) 第三次除颤后实施 5 个周期 CPR, 检查心律, 回到步骤 2。
- 5) 一旦建立高级气道如气管插管, 无需两个急救者实施周期性的 CPR。其中一人以 100 次/分的频率持续进行胸部按压, 另一人以 8~10 次/分的频率提供人工通气。2 个或更多急救者在场时, 应每 2min 轮换胸部按压, 防止按压疲劳而降低胸部按压的质量和频率。
- 6) 如果监护仪或 AED 显示存在有灌注的心律, 应检查脉搏并进行相应处理。
- 7) 如果除颤成功但 VF 再发, 在试图用先前成功电击的能量除颤之前, 应弹丸式给予一剂胺碘酮, 同时持续进行 CPR。
- 8) 寻找并治疗可逆性原因。

2. 4. 1.2 同步电复律

同步电复律是使心肌细胞同步去极化以恢复稳定节律, 用于治疗伴有血流动力学不稳定的室上性或室性心动过速。

3 复苏后处理

患儿恢复自主呼吸和循环后, 即进入 CPR 的第三阶段: 复苏后处理。患儿一旦病情稳定需迅速转入儿科 ICU。详细了解病史, 反复进行各项生命体征评价和体格检查, 及时处理各种原发病, 加强对脑的复苏和保护, 维持自主循环、呼吸及其他重要器官功能的稳定。

3. 1 呼吸系统支持

保持气道通畅, 继续维持有效通气和氧供。若自主呼吸不稳定, 应给予气管插管和机械通气。机械通气时, 注意对临床情况和呼吸机监控参数的评价。

3. 2 循环系统支持

连续监测生命体征和循环功能。应用心血管活性药物维持循环系统功能稳定。除外感染性休克的一些病例, SCA 发生后外周和肺血管阻力均增加, 血管活性药物可改善血流动力学状态, 但所用药物及其剂量必须是患者可耐受的。

3. 3 神经系统支持

保护脑功能是复苏目标之一。措施包括: 控制高热; 诱导低温 (32℃~34℃维持 12~24h)^[46-48]; 脱水剂治疗脑水肿; 避免过度通气; 控制寒战、抽搐、惊厥。

3. 4 维持肾功能

尽快测定血尿素氮和肌酐值以评价肾功能。避免或慎用有肾毒性或通过肾排泄的药物, 积极纠正导致肾功能损害的原因; 有透析指征者要给予血液净化治疗。

3. 5 维持胃肠功能

若肠鸣音消失, 患儿腹胀或需要机械通气, 均应上胃管以预防和处理胃胀气。面部严重创伤的患儿禁忌盲目经鼻插入胃管, 以免误入颅内。

3. 6 血糖控制

发生 SCA 时应监测血糖浓度并使其维持在正常水平。若发生低血糖要及时治疗, 无低血糖时不推荐给予葡萄糖溶液。

参考文献

- [1] Bunch TJ, Hammill SC, White RD. Outcomes after ventricular fibrillation out-of-hospital cardiac arrest: expanding the chain of survival. Mayo Clin Proc, 2005, 80: 774-782.
- [2] Iwami T, Nichol G, Hiraide A, et al. Continuous improvements in "chain of survival" increased survival after out-of-hospital cardiac arrests: a large-scale population-based study. Circulation, 2009; 119(5): 728-734.
- [3] White RD, Bunch TJ, Hankins DG. Evolution of a community-wide early defibrillation programme experience over 13 years using police/fire personnel and paramedics as responders. Resuscitation, 2005; 65: 279-283.
- [4] 李宗浩. 论中国心肺复苏医学的创立与进展. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2008, 3 (1): 1-5.
- [5] 李宗浩, 金辉. 论中国救援医学的创立及其在国家突发公共事件中的地位. 中华医学杂志, 2005, 85 (22): 1591-1520.
- [6] Bohrow BJ, Clark LL, Ewy GA, et al. Minimally interrupted cardiac resuscitation by emergency medical services for out-of-hospital cardiac arrest. JAMA, 2008, 299(10): 1158-1165.
- [7] Steen PA, Kramer-Johansen J. Improving cardiopulmonary resuscitation quality to ensure survival. Curr Opin Crit Care, 2008, 14(3): 299-304.
- [8] International Liaison Committee on Resuscitation. 2005 International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care Science with treatment recommendations. Circulation, 2005, 112 (22): III 1-136.
- [9] Sayre MR, Berg RA, Cave DM, et al. Hands-only (compression-only) cardiopulmonary resuscitation: a call to action for bystander response to adults who experience out-of-hospital sudden cardiac arrest: a science advisory for the public from the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee. Circulation, 2008, 117(16): 2162-2167.

- [10] SOS-KANTO study group. Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. *Lancet*, 2007, 369: 920-926.
- [11] Iwami T, Kawamura T, Hiraike A, et al. Effectiveness of bystander-initiated cardiac-only resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*, 2007, 116: 2900-2907.
- [12] Bohn K, Roenqvist M, Herlitz J, et al. Survival is similar after standard treatment and chest compression only in out-of-hospital bystander cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*, 2007, 116: 2908-2912.
- [13] 钱方毅, 李宗浩. 只需动手 (仅做胸部按压) 的心肺复苏: 美国心脏协会 (AHA) 2008 年的最新科学建议. *中国急救复苏与灾害医学杂志*, 2008, 3 (9): 129-131.
- [14] Ewy GA, Kem KB. Recent advances in cardiopulmonary resuscitation: cardiocerebral resuscitation. *J Am Coll Cardiol*, 2009, 53(2): 149-157.
- [15] Ewy GA. Cardiac arrest-guideline changes urgently needed. *Lancet*, 2007, 369(9565): 882-884.
- [16] 钱方毅, 李宗浩. 译. 目击者实施心肺复苏 (CPR) 应减少障碍. *中国急救复苏与灾害医学杂志*, 2008, 3 (11): 686-688.
- [17] American Heart Association Statistics Committee. Heart disease and stroke statistics, 2007 Update. *Circulation*, 2007, 115: 1-105.
- [18] Zepf B. Long-term follow-up after rapid defibrillation. *Am Fam Physician*, 2004, 69: 1-2.
- [19] ECC Committee, Subcommittees and Task Forces of the American Heart Association. 2005 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*, 2005, 112(24 Suppl): IV1-203.
- [20] 李宗浩, 高润霖, 王发强, 等. 救死扶伤, 让生命重现辉煌! —心肺复苏与心脏除颤 (CPR、D) 联合实施的启动倡议. *中国急救复苏与灾害医学杂志*, 2008, 3 (1): 64.
- [21] Kellum MJ, Kennedy KW, Ewy GA. Cardiocerebral resuscitation improves survival of patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Am J Med*, 2006, 119: 335-340.
- [22] 祁必富, 魏婕, 李文强, 等. 除颤前先胸部按压对延期室颤的复苏效果. *中国急救医学*, 2008, 28 (9): 835-836.
- [23] Tang W, Snyder D, Wang J, et al. One-shock versus three-shock defibrillation protocol significantly improves outcome in a porcine model of prolonged ventricular fibrillation cardiac arrest. *Circulation*, 2006, 113: 2683-2689.
- [24] Eftestol T, Sunde K, Steen PA. Effects of interrupting precordial compressions on the calculated probability of defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*, 2002, 105: 2270 -2273.
- [25] van Alem AP, Chapman FW, Lank P, et al. A prospective randomized and blinded comparison of first shock success of monophasic and biphasic waveforms in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*, 2003, 58(1): 17-24.
- [26] Morrison LJ, Dorian P, Long J, et al. Out-of-hospital cardiac arrest rectilinear biphasic to monophasic damped sine defibrillation waveforms with advanced life support Intervention trial (ORBIT). *resuscitation*, 2005, 66: 149-157.
- [27] Carpenter J, Rea TD, Murray JA, et al. Defibrillation waveform and post-shock rhythm in out-of-hospital ventricular fibrillation cardiac arrest. *Resuscitation*, 2003, 59: 189-196.
- [28] Stothert JC, Hatcher TS, Gupton CL, et al. Rectilinear biphasic waveform defibrillation of out-of-hospital cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care*, 2004, 8: 388 -392.
- [29] David JS, Gueugniard PY. New aspects of cardiopulmonary resuscitation. *Ann Fr Anesth Reanim*, 2007, 26(12): 1045-1055.
- [30] American Heart Association. Electrical therapies: automated external defibrillators, defibrillation, cardioversion, and pacing. *Circulation*, 2005a, 112: 35-46.
- [31] Zipes DP, Camm AJ, Borggrefe M, et al. ACC/AHA/ESC 2006 guidelines for management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: a report of the American college of cardiology/a American heart association task force and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death): developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association and the Heart Rhythm Society. *Circulation*, 2006, 114(10): e385-484.
- [32] 赖大坤, 郭小玫, 方祖祥. 基于数值仿真方法的体外除颤电极配置分析与优化. *中国生物医学工程学报*, 2008, 27 (5): 728-734.
- [33] 李宗浩, 金辉. 心肺复苏突破性进展的自动体外心脏除颤. *中国急救复苏与灾害医学杂志*, 2007, 2 (3): 129-131.
- [34] Cabrini L, Beccaria P, Landoni G, et al. Impact of impedance threshold devices on cardiopulmonary resuscitation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies. *Crit Care Med*, 2008, 36(5): 1625-1632.
- [35] Pirracchio R, Payen D, Plaisance P. The impedance threshold valve for adult cardiopulmonary resuscitation: a review of the literature. *Curr Opin Crit Care*, 2007, 13(3): 280-286.
- [36] Ong ME, Ornato JP, Edwards DP, et al. Use of an automated, load-distributing hand chest compression device for out-of-hospital cardiac arrest resuscitation. *JAMA*, 2006, 295(22): 2629-2637.
- [37] 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. *JAMA*, 2006, 295(22): 2620-2628.

- [38] Patterson MD, Boenning DA, Klein BL, et al. The use of high-dose epinephrine for patients with out-of-hospital cardiopulmonary arrest refractory to prehospital interventions. *Pediatr Emerg Care*, 2005, 21 (4): 227-237.
- [39] 顾洁, 金玉, 杨克虎, 等. 大剂量肾上腺素对于儿童心肺复苏的 Meta 分析, *中华儿科杂志*. 2007, 45 (9): 650-654.
- [40] Gueugniaud PY, David JS, Chanzy E, et al. Vasopressin and epinephrine vs. epinephrine alone in cardiopulmonary resuscitation. *N Engl J Med*, 2008, 359(1): 21-30.
- [41] Sillberg VA, Perry JJ, Stiell IG, et al. Is the combination of vasopressin and epinephrine superior to repeated doses of epinephrine alone in the treatment of cardiac arrest-a systematic review. *Resuscitation*, 2008, 79(3): 380-386.
- [42] Dager WE, Sanoski CA, Wiggins BS, et al. Pharmacotherapy considerations in advanced cardiac life support. *Pharmacotherapy*, 2006, 26(12): 1703-1729.
- [43] 中华医学会心血管病学分会, 中国生物医学工程学会心律分会, 胺碘酮抗心律失常治疗应用指南工作组. 胺碘酮抗心律失常治疗应用指南 (2008). *中华心血管病杂志*, 2008, 36: 769-777.
- [44] Dorian P, Cass D, Schwartz B, et al. Amiodarone as compared with lidocaine for shock-resistant ventricular fibrillation. *N Engl J Med*, 2002, 346: 884-890.
- [45] Fuster V, Ryden LE, Cannon DS, et al. ACC/AHA/ESC 2006 Guidelines for the Management of Patients with Atrial Fibrillation: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 2001 Guidelines for the Management of Patients With Atrial Fibrillation): developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association and the Heart Rhythm Society. *Circulation*, 2006, 114(7): e257-354.
- [46] Abella BS, Zhao D, Alvarado J, et al. Intra-arrest cooling improves outcomes in a murine cardiac arrest model. *Circulation*, 2004, 109(22): 2786-2791.
- [47] Holzer M, Bernard SA, Hachimi-Idrissi S, et al. Hypothermia for neuroprotection after cardiac arrest: systematic review and individual patient data meta-analysis. *Crit Care Med*, 2005, 33: 414-418.
- [48] Menegazzi JJ, Rittenberger JC, Suffoletto BP, et al. Inducing hypothermia during resuscitation improves return of spontaneous circulation in prolonged porcine ventricular fibrillation. *Circulation*, 2007, 116(16 suppl): II 923.
- [49] 苏明华, 周亚光, 杨光田. 川芎嗪对原代培养大鼠海马神经元 L 型钙通道电流和胞浆内钙浓度的影响. *中国康复杂志*, 2008, 23 (1): 17-19.
- [50] 蒋崇慧, 杨光田, 汤彦, 等. 左旋四氢巴马汀在大鼠脑缺血再灌注时对神经元凋亡的影响. *中华急诊医学杂志*, 2001, 10: 386-388.
- [51] Heimlich HJ. A life-saving maneuver to prevent food choking. *JAMA*, 1975, 234: 398-401.
- [52] Farstad M, Andersen KS, Koller ME, et al. Rewarming from accidental hypothermia by extracorporeal circulation: a retrospective study. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2001, 20: 58-64.
- [53] Burford AE, Ryan LM, Stone BJ, et al. Drowning and near-drowning in children and adolescents: a succinct review for emergency physicians and nurses. *Pediatr Emerg Care*, 2005, 21: 610-619.
- [54] Edlich RF, Fariholt HM, Winters KL, et al. Modern concepts of treatment and prevention of lightning injuries. *J Long Term Eff Med Implants*, 2005, 15: 185-196.
- [55] Southall DP, Kilpatrick SM. Imipramine poisoning: survival of a child after prolonged cardiac massage. *BMJ*, 1974, 4: 508.
- [56] Evans C, Tippins E. Emergency treatment of anaphylaxis. *Accid Emerg Nurs*, 2005, 13: 232-237.
- [57] Dretzke J, Sandercock J, Bayliss S, et al. Clinical effectiveness and cost-effectiveness of prehospital intravenous fluids in trauma patients. *Health Technol Assess*, 2004, 8: III1-103.
- [58] Atta E, Cardner M. Cardiopulmonary resuscitation in pregnancy. *Obstet Gynecol Clin North Am*, 2007, 34(3): 585-597.
- [59] 中华人民共和国卫生部. 脑死亡判定标准. *中华医学杂志*, 2003, 83 (3): 262.
- [60] Royh B, Magnusson J, Johansson I, et al. Jaw lift-a simple and effective method to open the airway in children. *Resuscitation*, 1998, 39(3): 171-174.
- [61] Bruppacher H, Reber A, Keller JP, et al. The effects of common airway maneuvers on airway pressure and flow in children undergoing adenoidectomies. *Anesth Analg*, 2003, 97(1): 29-34.
- [62] Young KD, Gausche-Hill M, McClung CD, et al. A prospective, population based study of the epidemiology and outcome of out-of-hospital pediatric cardiopulmonary arrest. *Pediatrics*, 2004, 114(1): 157-164.
- [63] Reis AC, Nadkarni V, Perondi MB, et al. A prospective investigation into the epidemiology of in-hospital pediatric cardiopulmonary resuscitation using the international Utstein reporting style. *Pediatrics*, 2002, 109(2): 200-209.
- [64] Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, et al. Characteristics and outcome among children suffering from out of hospital cardiac arrest in Sweden. *Resuscitation*, 2005, 64(1): 37-40.
- [65] 刘忠英. 小儿心肺复苏用药进展. *现代医药卫生*, 2006, 22 (4): 522-523.
- [66] American Academy of Pediatrics Committee on Pediatric Emergency Medicine, American Academy of Pediatrics Section on Cardiology and Cardiac Surgery, Markenson D. Ventricular fibrillation and the use of automated external defibrillators on children. *Pediatrics*, 2007, 120(5): 1159-1161.