

# 中国淹溺性心脏停搏心肺复苏专家共识

中国研究型医院学会心肺复苏学专业委员会 中国老年保健协会心肺复苏专业委员会  
中国老年保健协会全科医学与老年保健专业委员会

张重阳<sup>1</sup> 李立艳<sup>2</sup> 王立祥<sup>3</sup> 孟庆义<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 秦皇岛市第一医院急诊科, 066003 河北; <sup>2</sup> 北京市第一中西医结合医院急诊科, 100026 北京; <sup>3</sup> 解放军总医院第三医学中心急诊医学中心, 100039 北京; <sup>4</sup> 解放军总医院第一医学中心急诊科, 100853 北京;

通信作者: 李立艳, Email: 13910288365@163.com; 王立祥, Email: wjjjwlx@163.com;

孟庆义, Email: mqy301@sina.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2020.08.004

淹溺又称溺水 (submersion), 指是人淹没与浸润于水或其他液体介质中并受到伤害的状况; 淹溺的严重情况为溺死 (drowning), 淹溺性心搏骤停或心脏停搏 (drowning cardiac arrest, DCA) 是淹溺最严重的临床过程。据不完全统计, 我国每年有 5 万余人死于淹溺, 而在青少年意外伤害致死事故中, 平均每年有近 3 万名儿童死于淹溺, 淹溺已成为其第一死因<sup>[1-4]</sup>; 故淹溺是急诊重要的理化损伤综合征之一。需要强调的是, 实际上溺水 (内涵为水的环境) 为坊间俗称, 在医学上严格称为淹溺 (内涵为发病过程), 因为患者淹溺的环境, 不但有“水”的作用, 还有其他溶质的作用, 故在抢救这些患者时, 应注意环境的影响; 不慎跌入粪坑、污水池和化学物贮槽时, 可引起皮肤、黏膜损害甚至全身中毒<sup>[5]</sup>, 故 DCA 有其临床特殊性, 相对应的心肺复苏 (cardiopulmonary resuscitation, CPR) 也应有其自身的理论体系, 因此制定规范的 DCA 心肺复苏方案至关重要。

## 1 相关定义与术语

### 1.1 淹溺

淹溺又称溺水 (submersion), 指是人淹没与浸润于水或其他液体介质中并受到伤害的状况。溺水的概念是指经历了与淹没与浸润于水有关的危难过程, 需要进行现场生命支持或进行急救观察治疗的情况<sup>[1,3]</sup>。

### 1.2 水中获救 (water rescue)

指游泳期间经历一定程度的危难, 但意识仍清醒的, 患者可能得到其他人的帮助, 只表现短暂、轻微的症状, 如咳嗽, 但很快好转, 常被留在岸边休息, 一般不被送至医院进一步诊断、治疗<sup>[1,3]</sup>。

### 1.3 淹溺性心搏骤停或心脏停搏 (drowning cardiac arrest, DCA)

是淹溺最严重的临床过程, 指人淹没于水或其他液体

介质中, 发生呼吸停止和 (或) 心搏停止的临床急症, 其特点是发生突然、抢救困难、病死率高, 但可以预防, 常于游泳、船只沉没、潜水、意外及自杀等情况下发生<sup>[1,3]</sup>。

### 1.4 溺死 (drowning)

淹溺的严重情况为溺死 (drowning), 是一种“致死”性的事件, 溺死通常描述溺水后 24 h 内死亡患者, 即溺水后在复苏现场、急诊科或医院内经历心脏停搏并复苏无效宣布死亡的溺水事件<sup>[7]</sup>。

### 1.5 溺死相关死亡 (drowning-related death)

如果死亡发生在溺水 24 h 后, 可定义为溺死相关死亡<sup>[8-9]</sup>。

### 1.6 溺水者

在溺水相关死亡之前, 患者常被称为溺水者<sup>[8-9]</sup>。

### 1.7 近乎溺死或溺闭 (near-drowning)

描述溺水后存活超过 24 h, 并需积极救治一种以上溺水相关并发症的患者, 并发症可能包括肺炎、急性呼吸窘迫综合征、神经性并发症等。不过, 目前溺死、溺死相关死亡、近乎溺死或溺闭等定义还存在争议, 因为溺死与近乎溺死通常不能依据时间 (24 h) 来区分<sup>[8-9]</sup>。

### 1.8 CA

是指心脏泵血功能机械活动的突然停止, 造成全身血液循环中断、呼吸停止和意识丧失。

### 1.9 CPR

是应对 CA, 能形成暂时的人工循环与人工呼吸, 以求达到心脏自主循环恢复 (ROSC)、自主呼吸和自主意识的挽救生命技术。

## 2 DCA 前期的“三预”方针

DCA 前期是指在自然环境 (水域)、公共环境 (泳池)、室内 (浴室) 中淹溺发生 DCA 之前的时段。DCA 前期应强调预防、预识和预警的“三预”方针, 需要加强可能造

成淹溺环境的管理,帮助公众加强预防淹溺知识的学习,提高游泳过程中对淹溺的警觉,忽视其中的任一环节,都会成为淹溺的隐患。

## 2.1 DCA 前期的预防

### 2.1.1 水域的管理

(1) 危险开放水域的监管:危险开放水域主要包括两种类型,一类是野外无人管理且能够导致淹溺风险的河流、池塘、海湾等;另一类是位于城市和乡村的各种开放性水域,如水库、公园水域、水井和粪池等。对上述危险开放性水域应该切实加强监管,建设安全防护设施,对野外危险水域应尽可能采取安全隔离或封闭措施,如岸边设置护栏、水井粪窖加盖等,设立醒目的警示标志。城镇中各种开放性水域应有专人值守<sup>[10-11]</sup>。

(2) 公共游泳场所的管理:公共游泳场所包括公共游泳池、公共游泳海滩等,发生淹溺的可能性相对较大,故各个游泳场所必须设立有效的观测设施,如海滩的瞭望塔,游泳池的瞭望台(梯)、望远镜等,使救生人员能够及时发现异常情况,以便及时实施救援。此外,游泳场所要配备充足的救生设备,包括救生圈、漂浮板等各种救生漂浮物<sup>[10-11]</sup>。

2.1.2 水岸急救体系的建立 游泳场所必须加强对专职救生人员的培训、管理,每个救生人员必须有相应专业资质,并受过专业培训,且考试合格如有条件还可在岸边建立医学救助站<sup>[12-13]</sup>。救生人员必须能够及时发现游泳者的异常行为,有娴熟的救援技术,发现溺水者后有力量使其尽快脱离危险;特别强调熟练掌握淹溺心肺复苏技术,以便在关键时刻能够拯救溺水者生命。

2.1.3 开展淹溺预防宣教并采取必要措施 应向公众做好预防溺水的措施、自救互救等科普宣教。对初学游泳的儿童尤应注意安全教育,不鼓励游泳和水上娱乐项目参与者使用酒精或其他药物<sup>[3,10]</sup>。患有癫痫症、自闭症、某些类型心律失常的儿童在游泳或洗澡时应始终有人直接监督<sup>[11,14]</sup>。发生洪涝等自然灾害时,要做好受灾群众的组织疏散工作;水桶、充气水池和自然积水不能无人看管;水上作业者要做好防护措施,在启航的船上应备有充足的救生设备<sup>[10,14]</sup>。

## 2.2 DCA 前期的预识

淹溺时,由于人淹没于水中,水、水中污泥和杂草堵塞呼吸道或因反射性喉、气管、支气管痉挛引起窒息或缺氧,导致呼吸、心搏停止。水大量进入血液循环中可引起血浆渗透压改变、电解质紊乱和组织损伤;当不慎跌入粪坑、污水池和化学物贮槽时,还可引起皮肤和黏膜损伤以及全身中毒。若急救不及时,4~7 min 内即可造成呼吸和心搏骤停而死亡,故必须争分夺秒地进行自救和互救<sup>[14-15]</sup>。DCA 前期预识措施内容主要包括游泳者预先性识别可能发生淹溺的情况,并及时采取可能的干预措施,学会自救和

互救。

### 2.2.1 自救方法

(1) 水中自救:当人落水之后或发生淹溺时,最重要的是屏住呼吸,放松全身,去除身上重物,才能保存更多的体力。如果身体沉入水中,落水者应立即采取如下动作:双臂掌心向下,从身体两侧类似鸟类飞翔动作顺势向下划水,同时双足类似爬楼梯动作用力交替向下蹬水;当身体上浮时应冷静地采取头向后仰、面向上方的姿势,争取先将口鼻露出水面;一经露出水面,立即呼吸,此时呼气要浅,吸气宜深,尽可能保持使自己的身体浮于水面,同时大声呼救;同时踩水避免身体再次下沉。如果淹溺发生在游泳池深水区域或底部坚硬的水域及河床,落水者可在触底时用脚蹬地以加速上浮,浮出水面立即呼救,坚持到救援人员到达施救。如果淹溺发生时被水草或水下杂物缠住,应深吸一口气屏气再钻入水中,睁眼观察被缠绕之处,同时用双手慢慢解脱杂物缠绕。此时切忌挣扎,减少身体需氧量,以延长水下耐受时间。发生呛水时应保持冷静,应克制咳嗽感,先在水面上闭气静卧片刻,再将头抬出水面,边咳嗽调整呼吸动作,待气管内的水分排除后,呼吸就会恢复正常<sup>[16-18]</sup>。

(2) 肌肉痉挛性收缩自救:肌肉痉挛性收缩俗称抽筋,是游泳及水下作业者突然发生的一种情况,较为常见。临床表现为某处肌肉突发性痉挛,局部肌肉发硬并剧痛。导致肌肉痉挛性收缩的原因多为水温较低或游泳及水下作业时过度疲劳、过度呼吸、服用某些药物以及体内某些微量元素不足(如缺钙等)等;常发生部位为腓肠肌,手指、足趾、大腿、上臂等处也时有发生。在游泳及水下作业时发生肌肉痉挛性收缩时要保持镇静,停止游动,仰面浮在水面上,并且依据不同的部位采取不同方法自救:①腓肠肌或足趾:使身体呈仰卧姿势,用手紧握患肢足趾并用力向上拉,使发生痉挛的下肢伸直,并用另一侧下肢踩水,用另一侧上肢划水,帮助身体上浮。②大腿:弯曲发生肌肉痉挛性收缩的大腿,使其与身体呈直角并同时弯曲膝关节;然后用双手抱小腿,用力使其贴服大腿上并做震动动作,随即向前伸直。③腹直肌:腹直肌抽筋即腹部(胃部)处抽筋,弯曲下肢靠近腹部,用手抱膝,随即向前伸直。④手指:将手握成拳头,然后用力张开,张开后再速握拳。⑤手掌:用另一侧手掌将患侧手掌用力压向背侧并作震动动作。⑥前臂:将手握成拳头并尽量曲肘,然后再用力伸开。

(3) 遇漩涡时自救:漩涡通常是流速较快的水流遇到障碍物时产生的,通常位于障碍物的下游。故接近障碍物(如水坝、河道突然变窄等)时应尽量远离障碍物;如果已经接近漩涡,应立刻放平身体俯卧浮于水面上,沿着漩涡边,用爬泳的方法借力顺势快速摆脱漩涡,身体必须平卧在水面上,切不可直立踩水或潜入水中;如果不慎已经进入漩

溺并被拽入水下,则应立即屏气,然后尽量蜷缩身体,双手抱头,尽可能避免要害部位撞在障碍物上;当旋转解除后立即在水下睁眼观察周围情况,并迅速划水使自己上浮。

(4) 汽车内淹溺自救:汽车内淹溺时有发生,最重要的自救策略寻找正确的自救方法避免被困;第一时间拨打救援电话报告自己方位。自救措施:①故当车辆落水时选择手动操作,提前打开门锁及车窗。②车辆刚落水时车内外大气压几乎相等,此时车门容易打开。有证据证明,在车辆最初入水的 30 s 至 2 min 是最佳逃逸时间。③如果车门已经无法打开,可尝试寻找车内重物,如工具箱中的榔头、千斤顶、便携式破窗器等,把车窗砸碎逃生。如果无法砸碎车窗玻璃,应抬高头部,便于得到空气,同时放松身体,平静呼吸,保存体力,冷静等待,直到车辆进水几乎达车顶时再打开车门逃生<sup>[19-23]</sup>。

2.2.2 互救方法 所有施救者必须明确,自身安全必须放在首位。入水后游到溺水者面前约 3 ~ 5 m,先吸大口气潜入水底,从溺水者背后施救。万一被溺水者缠住,应设法摆脱。摆脱方法:深吸一口气憋住呼吸,把溺水者压下水底;溺水者此时为吸气,必定踩于施救者肩上,可趁此机会顶住溺水者数秒使其头部露出水面,顺畅换气。因为水情不同,水下可能有很多未知因素,目前不推荐非专业人员下水、不推荐多人手拉手下水、不推荐头扎水跳水。应尽可能采用岸上救助法,正确的做法是发生淹溺时应该尽快呼叫专业急救人员尽快到达现场,开展急救及上岸后的医疗救助<sup>[24-25]</sup>。

2.2.3 水中复苏(in-water resuscitation, IWR) 早在 1976 年就有报道水中复苏的成功应用,它主要是逆转溺水患者的神经性缺氧,提高患者的溺水救治成功率的一种方式。IWR 被定义为试图为仍在水中的溺水患者提供通气。以后的多项研究表明 IWR 的早期应用对提高患者的生存率,减少患者的神经损伤有明显的促进作用。但 IWR 的实施需要经过培训的专业救援人员,具备专用的 IWR 设备并能合理利用水下资源达到最好的效果<sup>[26]</sup>。

### 2.3 DCA 前期的预警

针对易发生 DCA 的场所和个体,通过有效、规范的实施可能发生 DCA 个体的“精准定位”,而发出预先警告信息,达到防患未然的目的。

2.3.1 淹溺的风险因素 ①不熟悉水性的意外落水:溺水多见于儿童、青少年和老人,以误落水中为多,偶有投水自杀者,意外事故如遇有洪水、船只沉翻等也是重要原因。落水淹溺后一般 4 ~ 7 min 即可致死。②熟悉水性而遇到的意外落水:这种情况下发生手足肌肉痉挛性收缩最常见。主要是由于下水前准备活动不充分、水温偏冷或长时间游泳过于疲劳原因。有时因潜入到浅水而造成头部损伤而发生溺水。部分有时候特别是一些老年人会因为心脏病发作

或突发卒中引起意识丧失,而发生淹溺<sup>[13-14]</sup>。

2.3.2 淹溺的临床表现 落水时间短者,或人体吸入水量 2.2 mL/kg 时,可出现轻度缺氧现象,表现为口唇、四肢末端青紫,面部肿胀,四肢发硬,呼吸浅表。人体吸入水量在 10 mL/kg 以上者则 1 min 内即出现低血氧症,或落水时间长者,出现严重缺氧。表现为面色青紫,口鼻腔充满血性泡沫或泥沙,四肢冰冷,昏迷,瞳孔散大,呼吸、心搏停止。溺死者多呈面色青紫、两眼红肿,口腔、气管、胃及肺内有很多水泡沫,上腹部膨隆,皮肤肿胀,全身冰冷。另有一种溺水者因落水后惊慌而迅速昏迷,或因冷水强烈刺激而引起喉头痉挛和声带关闭导致呼吸、心搏停止,虽肺内进水不多,亦可致死。

心搏停止在先时称为心脏骤停,因心脏骤停发生的即刻心电图表现绝大多数为心室纤颤,故称为室颤性心脏停搏;继发于呼吸停止的心脏停搏称为窒息性心脏停搏。心脏停搏即刻有四种心电图表现,即心室颤动(VF)、无脉搏室速(VT)、无脉搏电活动(PEA)和心电图静止(asystole),心脏停搏后,体循环几乎立即停止,数秒钟内意识丧失,意识丧失前后多有抽搐、青紫、口吐白沫等表现,称为心源性脑缺血综合征;十余秒钟后出现叹息样呼吸,30 ~ 60 s 内呼吸停止;如果呼吸突然停止,一般在数分钟后意识丧失,心搏停止<sup>[12-21]</sup>。

2.3.3 淹溺的预后评估 淹溺患者的预后与淹溺时间呈正相关,有研究显示,在水下浸泡时间 > 30 min 而 < 90 min 的情况下,生存率降低<sup>[9]</sup>。淹溺患者临床表现与病死率密切相关,患者无肺部症状或仅有咳嗽等轻微肺部症状,且桡动脉搏动良好者,病死率为 0%。随着肺部症状的逐渐加重,循环系统受到影响,病死率逐渐增高,患者出现急性肺水肿、低血压等,病死率达到 19%;患者出水后出现呼吸、心搏停止,病死率达到 93%。故在现场为溺水者进行初步评估尤其重要,除了可以进行徒手评估外,推荐借助脉冲血氧饱和度监测,通过监测心率、血氧饱和度、末梢循环等指标评估患者状况。对于危险风险高的患者及时联系医疗机构及时送诊。对于危险风险低的患者,救助者可以按照救治方案实施操作。

## 3 DCA 中期 CPR 的“三化”方法

DCA 中期是指针对溺水者心搏、呼吸骤停期间进行初级或高级生命支持的时段。DCA 中期应采用标准化、多元化和个体化并重的“三化”方法,最大限度提高 CPR 的抢救成功率与患者生存率。在复杂多变的临床条件下,要获得最佳的复苏治疗与复苏效果应切实执行“三化”方法<sup>[9-19]</sup>。

### 3.1 DCA 中期 CPR 的标准化

无反应的溺水者一旦被移出水中,施救者即应开放气道,给予 2 ~ 5 次能見到胸廓抬起的人工呼吸,普通施救者应根据基础生命支持指南立即进行胸外按压及通气循环

支持。如仍无反应和呼吸,如果证实有可除颤心律,应立即连接自动体外除颤仪(AED)除颤,但使用 AED 除颤不能停止人工呼吸及胸外按压<sup>[14, 21]</sup>。传统的徒手 CPR 不受装备和条件限制,能够快速实施,仍然是当今 CPR 的首选复苏策略,也称之为标准 CPR (STD-CPR)。受制于施救者的身体条件和疲劳产生,施救者的复苏质量会存在明显差异。因此,要确保高质量的人工循环产生,必须建立标准化的 CPR 方法学,便于培训、推广和质量控制<sup>[21-23]</sup>。

3.1.1 判断患者意识 只要 DCA 发生地点不存在危险并适合,应就地抢救。急救人员在患者身旁快速判断有无损伤和反应,可轻拍或摇动患者,并大声呼叫“您怎么了”。如果患者有头颈部创伤或怀疑有颈部损伤,要避免造成脊髓损伤,对患者不适当地搬动可能造成截瘫。

3.1.2 判断患者呼吸和脉搏 患者 CA 后会出现呼吸减慢、停止,甚至出现濒死叹气样呼吸或也称为喘息,而部分 CA 的原因正是呼吸停止或窒息。因此,一旦患者呼吸异常(停止、过缓或喘息),即可认定出现 CA,应该立即予以 CPR。通常,可以通过直接观察胸廓的起伏来确定患者的呼吸状况;也可以通过患者鼻、口部有无气流或在光滑表面产生雾气等方法来参考判断。对于经过培训的医务人员,即刻同时判断呼吸和循环征象,时间限定在 5 ~ 10 s;对于非专业人员可仅判断呼吸。循环征象包括颈动脉搏动和患者任何发声、肢体活动等。检查颈动脉搏动时,患者头后仰,急救人员找到甲状软骨并沿甲状软骨外侧 0.5 ~ 1.0 cm 处,气管与胸锁乳突肌间沟内即可触及颈动脉。

3.1.3 启动 EMSS EMSS 是贯穿院外心脏停搏(out-of-hospital cardiac arrest, OHCA)患者抢救全程的关键,是整个生存链串联、稳固的核心。对于 OHCA 患者,高效、完善的 EMSS 应该包括专业的调度系统、快速反应的院前急救队伍和优秀的转运、抢救体系。专业的调度系统能够快速派遣专业的院前急救队伍的同时,通过辅助呼救者正确、及时识别 CA,鼓励并指导报警者实施抢救。对于第一反应者来说,如发现患者无反应、无意识及无呼吸,只有 1 人在现场,对成人要通过免提功能先拨打当地急救电话(120),启动 EMSS,求救于专业急救人员,并快速携带高级气道支持及除颤器到现场。现场有其他人在场时,第一反应者应该指定现场某人拨打急救电话,自己马上开始实施抢救。

#### 3.1.4 人工通气

(1) 开放气道:无反应的溺水者一旦被移出水中,口鼻内的泥沙水草要及时清理,但没有必要试图清除吸入气道中的水分而延误心肺复苏,这是因为大多数溺水者只吸入中度的水分,而且吸入的水分很快吸收入血液循环或肺泡内,因此水分不会成为气道阻塞物<sup>[24]</sup>。有些患者根本没有吸入任何东西,可能出现了喉痉挛或呼吸窒息(breath-holding)。淡水淹溺后,淡水渗透压低于肺毛细

血管内血浆的渗透压,水向肺毛细血管内转移,最终导致血容量升高。海水含钠是血浆的 3 倍,海水淹溺后,肺泡内高渗液体使肺毛细血管内的水分向肺泡移动,导致血容量降低<sup>[25]</sup>。

如没有呼吸或仅有濒死呼吸施救者即应开放气道,给予 2 ~ 5 次能見到胸廓抬起的人工呼吸,每次吹气 1s,确保能看到胸廓有效的起伏运动。条件允许的情况下给予高浓度氧气吸入或高压氧气供给,保证患者氧合需要。在抢救溺水者最初时期,利用专用的开气道供氧设备抢救,对于改善预后具有重要意义<sup>[9]</sup>。有时由于肺的顺应性降低以及高的气道阻力,通常需要更长的时间通气。但通气压力越高则可能会造成胃的膨胀,增加反流,并降低心输出量,建议训练有素者可实施环状软骨压迫(cricoid pressure)以降低胃胀气并增强通气效力,不推荐未接受培训的人员常规使用此方法。在人工通气时,患者口鼻可涌出大量泡沫状物质,此时无需浪费时间去擦抹,应抓紧时间进行复苏<sup>[24-33]</sup>。

不推荐对溺水者作常规的腹部冲击或 Heimlich 手法。用吸引以外的任何试图去除气道内水分的方法(如腹部冲击或 Heimlich 手法)是没必要的,并可能有潜在的危险。如果患者无反应,急救人员应判断患者有无呼吸或是否异常呼吸,先使患者取复苏体位(仰卧位),开放气道。如无颈部创伤,可以采用仰头提颏或托颌法,开放气道,因托颌法学习难度较大,不推荐非专业人员采用。具体操作方法:①仰头提颏法:完成仰头动作应把一只手放在患者前额,用手掌把额头用力向后推,使头部向后仰,另一只手的手指放在下颏骨处,向上抬颏,使牙关紧闭,下颏向上抬动,勿用力压迫下颏部软组织,以免可能造成气道梗阻。也不要拇指抬下颏。气道开放后有利于患者自主呼吸,也便于 CPR 时进行口对口人工呼吸。如果患者假牙松动,应取下,以防其脱落阻塞气道。②托颌法:把手放置患者头部两侧,肘部支撑在患者躺的平面上,托紧下颌角,用力向上托下颌,如患者紧闭双唇,可用拇指把口唇分开。如果需要行口对口人工呼吸,则将下颌持续上托,用面颊贴紧患者的鼻孔。此法效果肯定,但费力,有一定技术难度。对于怀疑有头、颈部创伤患者,此法更安全,不会因颈部活动而加重损伤。开放气道效果不满意,仍可改为仰头提颏法。专业急救人员对怀疑有颈椎脊髓损伤的患者,应避免头颈部的延伸,可使用托颌法。开放气道后应尽快进行人工呼吸和胸外按压<sup>[34-40]</sup>。

(2) 人工呼吸:人工呼吸时,每次通气必须使患者的肺脏膨胀充分,可见胸廓上抬即可,切忌过度通气。在建立高级气道后,实施连续通气的频率统一为每 6 s/次(10 次/min)。但应该强调,在人工通气时应该使用个人防护装置(如面膜、带单向阀的通气面罩、球囊面罩等)对施救者实施保护<sup>[41-43]</sup>。也可以使用专用设备罩住患者食管上段

括约肌前臂,使会厌位于勺状凹陷内,避免声门上气道的水肿而产生的漏气,开放患者气道后通过吸引清除气道内异物并给高浓度氧气供给。希望能达到比口对口呼吸更好的效果。

口对口呼吸操作方法:要确保气道通畅,捏住患者的鼻孔,防止漏气,施救者用口把患者的口完全罩住,呈密封状,缓慢吹气,每次吹气应持续 1 s,确保通气时可见胸廓起伏。口对口呼吸常会导致患者胃胀气,并可能出现严重合并症,如胃内容物反流导致误吸或吸入性肺炎、胃内压升高后膈肌上抬而限制肺的运动,所以应缓慢吹气,不可过快或过度用力,减少吹气量及气道压峰值水平,有助于减低食管内压,减少胃胀气的发生。对大多数未建立人工气道的成人,推荐约 500 ~ 600 mL 潮气量,既可降低胃胀气危险,又可提供足够的氧合。

气囊-面罩通气:使用球囊面罩可提供正压通气,但未建立人工气道容易导致胃膨胀,需要送气时间长,潮气量控制在可见胸廓起伏。但急救中挤压气囊难保不漏气,因此,单人复苏时易出现通气不足,双人复苏时效果较好。双人操作时,一人压紧面罩,一人挤压皮囊通气。如果气道开放不漏气,挤压 1 L 成人球囊 1/2 ~ 2/3 量或 2 L 成人球囊 1/3 量可获得满意的潮气量。如果仅单人提供呼吸支持,急救者位于患者头顶。如果没有颈部损伤,可使患者头后仰或枕部垫毛巾或枕头,使之处于嗅闻位,便于打开气道,一手压住面罩,一手挤压球囊,并观察通气是否充分,双人球囊-面罩通气效果更好。

(3) 复苏时溺水者呕吐的处理:溺水者在接受胸外按压或人工呼吸时可能出现呕吐。在澳大利亚的一项长达 10 年的研究中提示,2/3 的接受人工呼吸、86% 接受胸外按压和人工呼吸患者都出现呕吐<sup>[20]</sup>。如果患者出现呕吐,应将其头转向一侧,用施救者的手指、衣服或吸引移除呕吐物。如果患者有脊柱损伤可能,应采用轴线翻身方式整体翻滚患者,使其头、颈和躯干作为整体翻转。

3.1.5 实施高质量的 CPR 实施高质量的 CPR 成为 DCA 患者救治能否成功的关键和根本保证。强调对 CPR 操作的标准化,核心是要确保实施高质量的 CPR。高质量 CPR 内容包括:快速按压(按压速率 100 ~ 120 次/min)、用力按压(成人按压深度 5 ~ 6 cm),胸廓充分回弹,尽量减少按压中断(按压分数 > 60%)和避免过度通气。对于专业的急救人员,建议以团队形式实施 CPR 为基本原则。所有经过培训的非专业施救者应至少为 DCA 患者进行胸外按压。如果经过培训的非专业施救者有能力进行人工呼吸,应按照国家按压与通气比为 30:2 进行,人工呼吸实施方法与标准参见 3.1.4.2。

(1) 胸外按压的技术标准:CPR 时为保证组织器官的血流灌注,必须实施有效的胸外按压<sup>[41-46]</sup>,有效的胸外按

压必须快速、有力。其技术标准为:按压频率 100 ~ 120 次/min,按压深度成人不少于 5 cm,但不超过 6 cm,每次按压后胸廓完全回复,按压与放松比大致相等<sup>[41-42]</sup>。尽量避免胸外按压中断,按压分数(即胸外按压时间占整个 CPR 时间的比例)应 ≥ 60%。在建立人工气道前,成人单人 CPR 或双人 CPR,按压与通气比均为 30:2;建立高级气道(如气管插管)以后,按压与通气可能不同步,通气频率为 10 次/min。

(2) 胸外按压的实施标准:患者应仰卧平躺于硬质平面,术者位于其旁侧。若胸外按压在床上进行,应在患者背部垫以硬板。按压部位在胸骨下半段,按压点位于双乳头连线中点。用一只手掌根部置于按压部位,另一手掌根部叠放其上,双手指紧扣,以手掌根部为着力点进行按压。身体稍前倾,使肩、肘、腕位于同一轴线上,与患者身体平面垂直。用上身重力按压,按压与放松时间相同。每次按压后胸廓完全回复,但放松时手掌不离开胸壁。按压暂停间隙施救者不可双手倚靠患者。

如果溺水者对初次通气无反应,接下来应置其于硬平面上开始胸外按压,在水中按压通常由于深度不够而无效。按压与通气比遵循 30:2。由于大多数溺水者是在持续缺氧后导致心脏骤停的,因此实施单纯胸外按压的 CPR(只按压不通气)并不能达到复苏目的。如果现场施救人员充足,尽量避免由水中施救人员进行复苏,因为他们很可能已经非常疲劳,让他们再做 CPR 则质量会大打折扣<sup>[36-41]</sup>。

在遵循标准 CPR 流程的同时,对溺水者复苏还需要强调的是:确认患者没有意识和呼吸后,启动应急反应系统;开放气道;给予抢救性呼吸,即连续给予 2 ~ 5 次通气,如有可能给氧;实施高质量 CPR;在使用 AED 前擦干患者胸部。CPR 过程中患者口部会有大量泡沫产生,不用急于清除,待急救人员到达气管插管后,再使用吸引器清除口腔异物,有时需要持续吸引。

(3) 儿童和婴儿 CPR(BLS)标准:界定儿童的年龄在 1 周岁至青春期,婴儿则是指出生后至年满 1 周岁。不同于成人患者,儿童和婴儿患者出现 CA 多由于各种意外和非心脏原因(特别是窒息)。因此,相对于成年人,对儿童和婴儿的 CPR 实施过程中应更重视人工通气的重要性,不建议对儿童和婴儿实施单纯胸外按压的复苏策略。

儿童 CPR 标准的操作流程与成人大致相同,主要的差别是胸外按压的深度,儿童应控制在大约 5 cm,至少身体前后径的 1/3。在实施双人儿童 CPR 时,按压与通气比应为 15:2(成人 30:2)。高质量 CPR 的标准与成人相同。为婴儿实施 CPR 时,判断患儿意识采用拍打足底的方法,胸外按压时采用二指垂直按压(单人)或双拇指环抱法(双人),按压深度约为 4 cm,至少身体前后径的 1/3,按压与通气比与儿童一致<sup>[21]</sup>。

(4) DCA 终止 CPR 标准: 临床中难于对溺水患者作出终止复苏的决定, 没有单一的指标能够准确确定生存预后。因此, 在持续高级生命支持条件下 30 min 内未出现任何生命迹象可考虑终止复苏。医疗人员亦可根据具体情况适当延长复苏时间。但是不建议进行没有意义的过度救治, 这种行为无疑浪费了急救医疗资源<sup>[21]</sup>。儿童和婴儿应该延长 CPR 的时间, 不轻易终止 CPR。因小儿对损伤的耐受力较成人强, 即使神经系统检查已经出现无反应状态, 某些重要的脑功能仍可恢复。

### 3.2 DCA 中期 CPR 的多元化

心脏骤停发生时间无法预测, 发病起点和情况也千差万别, 采用 STD-CPR 有时难以应对特殊的条件和环境。对于心源性心脏骤停, 单用胸部按压可能比人工呼吸联合胸部按压更好。但是, 对于淹溺所致心脏骤停, 建议协调进行人工呼吸和胸外按压。2010 年修订的《美国心脏协会心肺复苏和紧急心血管护理指南》指出, 在心源性心脏骤停的情况下, 强调 CPR 的“按压第一”, 但在该指南中特殊情况部分, 则继续支持传统的用于溺水者的气道呼吸-胸部按压顺序<sup>[25]</sup>。“多元化”的 CPR 方法学和装备为特殊情况下的 CPR 提供重要的途径, 提高了特殊情况下 CA 患者生存概率。目前临床研究和基础研究均证实一些非传统 CPR 方法与装备能够提高患者的生存率, 改善神经功能预后, 但尚需掌握好适应证, 充分发挥各自的优势和长处<sup>[26-32]</sup>。

3.2.1 单纯胸外按压 CPR 单纯胸外按压 CPR 是指只进行胸外按压而不进行人工通气的复苏方法, 适用于非专业医务人员无能力或不愿意进行人工呼吸时对 OHCA 患者实施的 CPR。在淹溺现场, 会出现溺水者尽管有心搏, 但有最小或没有外周脉搏。在这种情况下进行初步评估是困难的, 这时现场施救者可能会假设受害者已经死亡, 事实上溺水者仍有心脏功能。而在专业急救人员到达之前, 及时进行 CPR 会大大提高存活的可能性。因此, 尽可能在溺水者离开水即刻开始实施单纯胸外按压 CPR。与 STD-CPR 相比, 该方法能获得较好的 CPP、肺通气/灌注比值和存活率; 还减少因直接接触患者而传染疾病等个人顾虑。医务人员或经过培训的非专业施救者, 建议实施 STD-CPR<sup>[41-47]</sup>。

需要强调的是, 淹溺的主要病理生理改变是缺氧, 单纯胸外按压可建立一定程度的血流, 但其通气效果十分有限。故建议在溺水者呼吸停止但尚有微弱心搏时, 单独给予人工通气, 不需进行胸外按压; 只有在不能或施救者不愿意提供人工通气时, 才进行单纯胸外按压。

3.2.2 体外膜肺 CPR (ECPR) 体外膜肺氧合 (ECMO) 已经是非常成熟的心肺重症治疗技术, 可在 CPR 时使用。通过紧急建立体外循环也可作为 CA 治疗的循环辅助措施, 该方法是通过股动脉和股静脉连接旁路泵而不必开胸。实验和临床研究已经证实, 救治延迟的 CA 时, ECPR 可改善血

流动力学状况及存活率和神经功能预后<sup>[48-50]</sup>。鉴于该项复苏技术的复杂性以及昂贵的使用成本, ECPR 不能作为一种常规复苏选择, 只有在可能对患者很有利的情况下才考虑使用, 尤其对于存在低体温的溺水患者<sup>[51]</sup>。

3.2.3 机械复苏装置 CPR 机械复苏装置的优点之一是始终保持一定的按压频率和按压幅度, 从而消除了施救者疲劳或其他因素引起的操作变动, 延长了高质量胸外按压的时间, 但仅限于成人使用<sup>[52]</sup>。然而, 所有机械复苏装置都有一个缺点, 即在安装和启动仪器时需中断胸外按压, 这也是多项大规模随机对照临床研究未能获得较理想的实验结果支持机械复苏的主要原因<sup>[52-53]</sup>。目前尚无证据显示机械复苏在改善血流动力学指标和存活率方面比 STD-CPR 有更好的优势, 因此不推荐常规使用。但在进行人工胸外按压困难时, 或危险时的特殊条件下, 如转运途中在救护车、野外环境、长时间的 CPR、人员不足或者在血管造影室内 CPR 等, 机械复苏装置 CPR 可以替代 STD-CPR<sup>[54]</sup>。

3.2.4 腹部心肺复苏 人工循环是心肺复苏的重要组成部分, 选择胸部和选择腹部作为复苏的部位一直是近年来人们关注的热点之一, 目前选择胸部进行提压一直是再造人工循环的主流策略, 但是选择腹部作为提压的部位亦有其自身特点, 理论上胸部与腹部两者联合应用比单一方法更有优势。需要强调的是, 由于溺水者胃内存在水和内容物, 腹部按压可能会增加误吸等气道管理的风险; 且规范的腹部按压可能会造成过度通气, 后者对神经系统的影响尚有待研究。

通常临床上可考虑优先使用腹部复苏的情况有: ①开放性胸外伤或心脏贯通伤、胸部挤压伤、胸部手术或心脏外科手术时伴心脏停搏; ②胸部烧伤及严重剥脱性皮炎及大量皮疹伴心脏停搏; ③大面积胸壁不稳定(连枷胸)、胸壁肿瘤、胸廓畸形伴心脏停搏; ④大量胸腔积液及严重胸膜病变伴心脏停搏; ⑤张力性及交通性气胸、及严重肺大泡和重度肺实变伴心脏停搏; ⑥复杂先天性心脏病、严重心包积液、心包压塞、心脏破裂伴心脏骤停, 以及某些人工瓣膜置换术者(因为胸外按压加压于置换瓣环可导致心脏创伤); ⑦主动脉缩窄、主动脉夹层、主动脉瘤破裂继发心脏骤停; ⑧纵隔感染或纵隔肿瘤伴心脏停搏; ⑨食管破裂、气管破裂和膈肌破裂伴心脏呼吸骤停; ⑩脊柱畸形及脊髓肿瘤; ⑪颈椎损伤、肝脏或脾脏破裂伴心脏停搏; ⑫积极胸外心肺复苏措施失败者<sup>[21]</sup>。

经腹人工循环的禁忌证主要有腹部外伤、膈肌破裂、腹腔脏器出血或破裂、腹主动脉瘤、腹腔巨大肿物(如: 妊娠、肠梗阻、腹腔脏器癌肿、腹水、巨大卵巢囊肿)等状况。另外, 高度肥胖者腹部提压效果较差; 呼吸抑制单纯行呼吸复苏时, 如患者意识尚未消失, 患者可能会出现耐受不良<sup>[21]</sup>。

### 3.3 DCA 中期 CPR 的个体化

对于 DCA 患者具体实施 CPR 时,要充分考虑到不同国家、不同地区、不同社会、不同人群等诸多差异,并结合淹溺的病理生理机制进行个性化 CPR,藉以提高抢救成功率。在溺水患者中,有一部分表现为发病极速,还有的溺水者在早期并不非想象中那样大声呼救或摇动手臂示意,而是静静的在水中漂浮然后慢慢下沉,临床上称为“寂静淹溺”。这些患者即坊间传说“呛死”的,尸检肺内多无液体积聚,医学上常称为“干性淹溺(dry drowning)”或“干性溺水”。

“干性淹溺”是相对“湿性淹溺(wet drowning)”的概念,虽然“干性淹溺”和“湿性淹溺”这些词语正在逐渐被取代,但是其仍有一定的研究价值。区分二者主要是看吸入肺内积聚液体的多少。资料显示,对溺水导致直接死亡的患者尸检,发现处于“干性淹溺”状态者约为 10%~15%,85%处于“湿性淹溺”状态。

淹溺分致命性淹溺和非致命性淹溺,造成死亡至少有 13 种原因,主要分为四类:①呼吸道相关损伤;②胃进水相关损伤;③溶质的影响,包括海水、淡水、冰水和泥浆、粪水的差异,以及过敏反应等;④淹溺后并发症:癫痫发作、颈髓损伤、减压病、毛细血管渗漏综合征等。在临床实践中,每例患者均是上述多种病理过程不同程度的排列组合,对溺水死亡病理生理过程的深切认识,将有助于个体化复苏。

**3.3.1 干性淹溺中的神经反射** 干性淹溺是机体的一个应激反应,因此任何人都有可能发生干性淹溺。过敏体质者、5 岁以下小孩、体质差的人以及对外界刺激敏感者都容易发生干性淹溺。干性淹溺死亡的机制是:①入水后,因受强烈刺激(惊慌、恐惧、骤然寒冷等),尤其是刺激了咽喉产生了咳嗽及吞咽反射,喉头痉挛和声门关闭后,出现呼吸道完全梗阻及窒息,进一步造成脑缺氧、心肌缺氧而死亡。因为死亡发生速度快,死亡者肺部没有进水或者少量进水,进水量不足以影响肺泡进行气体交换。②神经反射的作用是致死直接原因。当喉头痉挛时,通过迷走反射,心脏可反射性地停搏;以及窒息后出现反射性恶性心律失常,最后心搏停止。③浸渍综合征(immersion syndrome)是指人体在跌入冰水时突然死亡,目前认为其发生与迷走神经过度兴奋导致心脏骤停或心室颤动有关。

“干性淹溺”可以转化为“湿性淹溺”。大部分人在淹溺的早期喉头会发生痉挛,使声门关闭,此时肺里的水并不多,被称为“干性淹溺”,其病理本质是由于“喉头痉挛”导致人体缺氧窒息。这个时候如果能及时被抢救上岸抢救成功的几率非常大。但如果溺水时间很长,喉部肌肉松弛,水大量进入肺内,就变成所谓的“湿性淹溺”。“干性淹溺”和“湿性淹溺”都可以直接导致死亡。在实际救护中,不管是“干性淹溺”还是“湿性淹溺”,溺水者被救上岸以后,抢救人员并不能从某些特定症状中判断患者是处于“干性

淹溺”还是“湿性淹溺”状态,故不管是何种状态,其抢救的方法是一样的,即优先进行 CPR。

#### 3.3.2 湿性淹溺中的相关并发症

(1)呼吸衰竭:人淹没于水中,本能地引起反应性屏气,避免水进入呼吸道;由于缺氧,不能坚持屏气而被迫深呼吸,从而使大量水进入呼吸道和肺泡。呼吸道内的液体本身可造成呼吸道损伤,引起一系列病理生理改变:①通气障碍:液体堵塞气道或肺泡,诱发支气管痉挛,阻滞气体交换,引起严重缺氧、高碳酸血症和代谢性酸中毒;②换气障碍:溺水引起肺泡基底膜损害、肺泡炎症、蛋白渗出、肺泡透明膜形成、肺广泛水肿伴局部出血;③通气血流比值失调:液体吸入还可引起肺内血液分流、肺顺应性下降,可使肺表面活性物质失活和肺泡萎陷,造成吸入性肺炎等并发症;④炎症反应作用:有研究表明,海水淹溺后海水的高渗性可直接启动肺内的炎症反应,增加 TNF- $\alpha$ 、IL- $\beta$  等促炎介质表达水面,且 TNF- $\alpha$ 、IL- $\beta$  等表达水平亦随盐度的增加而上调<sup>[55-57]</sup>。上述机制综合作用可造成急性呼吸窘迫综合征,以进行性呼吸窘迫和难治性低氧血症为临床特征,可能与溺水时水进入肺部出现的“病理性盥洗”有关。其次,呼吸道内的液体迅速经肺泡吸收到血液循环,可再次影响到呼吸系统,造成二次损伤,由于淹溺的水溶质成分不同,引起的病理改变也有差异。

(2)体内低渗状态:江河、湖泊、游泳池中的水一般属于低渗液体,统称淡水。淡水进入血液循环,引起高血容量,从而稀释血液,即低渗状态,发生水中毒,引起低钠血症、低氯血症和低蛋白血症;血液循环的红细胞,在低渗血浆中破碎引起血管内容血,溶血后引起高钾血症,导致心脏骤停;过量的游离血红蛋白堵塞肾小管,引起急性肾衰竭。液体进入呼吸道后影响肺通气和气体交换,直接损伤气管、支气管和肺泡壁上皮细胞,并使肺泡表面活性物质减少,引起肺泡塌陷,进一步阻碍气体交换,造成全身严重缺氧。

(3)体内高渗状态:海水是高渗液体,约含 3.5%氯化钠及大量钙盐和镁盐,造成体内高渗状态是淹溺后导致的主要病理生理改变。海水对呼吸道和肺泡有化学性刺激作用;肺泡上皮细胞和肺毛细血管内皮细胞受海水损伤后,大量蛋白质及水分向肺间质和肺泡腔内渗出引起急性非心源性肺水肿,同时引起低血容量。高钙血症可使心搏缓慢、心律失常、传导阻滞,甚至 CA。高镁血症可抑制中枢和周围神经,弛张横纹肌,引起血管扩张和血压下降。

(4)酸碱失衡:泥浆淹溺者根据土壤酸碱度的不同,可能出现不同程度的酸碱平衡紊乱。土壤中存在各种化学和生物化学反应,表现出不同的酸性或碱性。土壤之所以有酸性,是因为在土壤中存在少量的氢离子和氢氧离子。当氢离子的浓度大于氢氧离子的浓度时,土壤呈酸

性；反之呈碱性；两者相等时则为中性。我国土壤 pH 大多在 4.5 ~ 8.5 范围内，由南向北 pH 值递增，长江（北纬 33°）以南的土壤多为酸性和强酸性，如华南、西南地区广泛分布的红壤、黄壤，pH 值大多为 4.5 ~ 5.5；华中华东地区的红壤，pH 值为 5.5 ~ 6.5；长江以北的土壤多为中性或碱性，如华北、西北的土壤大多含  $\text{CaCO}_3$ ，pH 值一般为 7.5 ~ 8.5，少数强碱性土壤的 pH 值高达 10.5<sup>[58]</sup>。

### 3.3.3 淹溺后相关并发症

(1) 胃进水：当发生淹溺时，大部分溺水者在淹溺时发生挣扎和呼吸运动，随着挣扎和缺氧，大量水被吞入胃内，同时亦可有部分水被吸入气道。但胃进水和肺进水对机体的损伤存在显著差异，动物实验证实，摄入 20 mL/kg 水不会导致持续水电解质紊乱，而气道内滴入 1 ~ 3 mL/kg 淡水或海水，则足以使动物血氧饱和度下降<sup>[59]</sup>。故当呼吸道进水，溺水的原发损害部位主要为肺脏时，肺气体交换障碍所致的低氧血症会迅速导致包括脑损伤在内的继发性损害；当胃进水为主、肺进水不多时，在淹溺后初期一般无明显体液和水电解质代谢紊乱，患者临床表现很轻或缺如；随着进入消化道的大量低渗的淡水和高渗的海水吸收入血，分别造成机体的低渗或高渗状态而致死。因此，临床上常把溺水后初期病情不重但后期病情恶化最终导致死亡者，称为继发性淹溺 (secondary drowning) 或迟发性溺水 (delayed drowning)。

(2) 毛细血管渗漏综合征：溺水者有时会出现以呼吸困难、咳粉红色泡沫样痰为突出表现的症候群，动脉血气分析有明显混合性酸中毒和不同程度的低氧血症，胸部 X 线检查常显示斑片状浸润，有时出现“典型肺水肿”征象。这主要是外源性液体水广泛地损伤了肺部毛细血管，使毛细血管通透性显著增加所致，即毛细血管渗漏综合征 (capillary leak syndrome)。

(3) 体温过低：低温对溺水者的危害亦很大，可造成机体高凝状态、高血糖、血流缓慢和心律异常，是导致淹溺死亡的重要原因之一。Titanic 船沉没时，虽然救生衣充足，但救生艇很少，2 201 名旅客中，2/3 人在 0℃ 的海水中 2 h 内全部死亡，而仅有进入救生艇的旅客得以存活。人体在水中的热量丧失速度是空气中的 33 倍；小儿则因体表面积较大，皮下脂肪少，较成人更易发生低体温；水温过低还可引起游泳动作失常、肌肉痉挛强直、感觉麻木以及屏气能力下降。有些患者，尤其在某些乡村地区，溺水引起的死亡与血中酒精浓度升高有关，酒精代谢后产生的乙醛可引起血管扩张，加速体温的下降。当体内中心温度下降至 30 ~ 34℃ 时，可出现意识丧失，加重误吸窒息，还可诱发严重心律失常和低血压；当中枢温度 < 32℃ 时，可出现严重心律失常，甚至心脏停搏<sup>[60]</sup>。

(4) 过敏反应：过敏反应是指已产生免疫的机体在再

次接受相同抗原刺激时所发生的组织损伤或功能紊乱的反应，其特点是发作迅速、反应强烈、消退较快；一般不会破坏组织细胞，也不会引起组织严重损伤，有明显的遗传倾向和个体差异。自然界中的水含有各种杂质，淹溺液体性质不同，如淡水、海水、污水等，所含有的溶质也不同。这些物质进入人体后，如果溺水者对其中某种物质过敏，可能会发生急性过敏现象，上岸后出现大面积荨麻疹、剧烈咳嗽、喘息、呼吸困难、喉头哮鸣，最危险的情况是急性喉头水肿造成的气道梗阻并窒息，以及过敏性休克，此时急救应首选肾上腺素。因此，有过敏体质的人，尤其是高度过敏病史的溺水患者，需注意存在过敏反应的可能。另外，很多人对游泳池中的消毒剂氯过敏，此类人员应避免到人工游泳池中游泳。

(5) 氯气中毒 游泳池用氯气消毒，游泳池内发生淹溺时应考虑消毒氯气对溺水者的影响。氯溶于水后生成次氯酸和盐酸，氯的杀菌作用，主要是次氯酸。次氯酸体积小，不荷电，易穿过细胞壁；更重要的是，它是一种强氧化剂，能损害细胞膜，使蛋白质、RNA 和 DNA 等物质释出，并影响和干扰多种酶系统，使糖代谢受阻，从而使细菌死亡。氯对病毒的作用在于对核酸的致死性损害。氯气还通过呼吸道侵入人体，溶解在黏膜所含的水分里，生成次氯酸和盐酸。次氯酸可使组织细胞受到强烈的氧化；盐酸刺激黏膜发生炎性肿胀，使呼吸道黏膜水肿，大量分泌黏液，造成呼吸困难<sup>[61-65]</sup>。所以，氯气中毒的明显症状是发生剧烈的咳嗽，严重时会发生肺水肿，导致心、肺功能衰竭而死亡。此外，泳池中的有机物与泳池中的消毒剂混合在一起产生的化合物三氯甲烷也是强氧化剂，还有致癌危险。

(6) 癫痫发作：游泳时的过度通气、照相闪光灯刺激、水淹性癫痫 (water immersion epilepsy) 和劳累均会诱发癫痫发作。癫痫患儿游泳时的溺水发生率是正常儿童的 4 ~ 5 倍，即使使用抗癫痫药也不能达到完全保护作用<sup>[66]</sup>。如果对癫痫儿童进行监督，他们就不会有更大的溺水死亡风险。

(7) 颈椎损伤：颈椎损伤合并脊髓损伤、四肢瘫者约占半数。颈椎骨折所合并的脊髓神经损伤，可能发生在颈椎骨折脱位当时，但很多是由于不正确的急救、运送和处理引起的。在复苏过程中，怀疑颈椎损伤的患者必须注意避免颈部过度伸长，应该避免实施颈椎移动的操作。颈椎损伤在溺水事件中不常见，除非知道损伤机制或有临床迹象表明有此类损伤，否则颈椎固定不必要。不必要的颈椎固定会干扰足够的通气。沃森等<sup>[67]</sup>的研究表明，颈椎损伤发生在溺水事件的 < 0.5%，在低冲击潜水（如游泳和洗澡）中不太可能发生。只有在高度怀疑头部和颈部创伤的情况下（例如在潜水、冲浪、滑水、船只或汽车相撞导致溺水时所发生的事件），才需要颈椎固定。所以，在从浅水中抢救无意识的受害者时，有必要考虑头部或颈椎损伤，因

为在浅水中,这种损伤更可能是由于跌落或潜入水中造成的。特别注意跳水或潜水发生溺水者可伴有头部或颈椎损伤。跳水时颈部处于过伸位撞于池底,可造成颈椎后脱位、颈椎过度伸展型损伤。

(8) 减压病:减压病是机体在某压力下暴露一定时间后,脱离该环境时因压力下降过快和幅度过大,以致在该压力下溶于体内的气体(主要是惰性气体)来不及经循环、呼吸系统扩散排出体外,而从溶解状态游离出来,形成气泡,产生栓塞、压迫等从而引起的一种疾病。潜水作业(包括加压舱中模拟潜水)、高气压(沉箱、隧道)作业、失事潜艇艇员从海底离艇脱险上浮等溺水者,出现氮气泡压迫或血管栓塞症状和体征者,均应考虑为减压病。

## 4 DCA 后期 CPR 的“三生”方略

DCA 后期是指 DCA 患者经过初级或者高级生命支持 ROSC 或复苏终止后的时段。DCA 后期 CPR 应遵循复生、超生及延生的“三生”方略,以使 CA 患者获得最佳生命之转归<sup>[68]</sup>。CA 复苏后治疗涉及重症医学、神经科学、心血管医学和康复医学等多个专业,对患者预后至关重要,应尽快转入 ICU 进行综合治疗。

### 4.1 DCA 后期的复生

ROSC 后的首要目标包括稳定复苏后血流动力学、优化生命参数及解除 CA 病因和诱因,我们称之为“复生”。由于复苏后综合征(PRS)和原发病诊治困难等因素,中国 OHCA 患者的出院存活率约 1%<sup>[69]</sup>。复生阶段的评估和处理应围绕“ABC”原则进行,并强调三个方案:即优化的呼吸支持方案、综合的循环管理方案和全程的“5H”和“5T”鉴别方案。“5H”即指低血容量(hypovolemia)、缺氧(hypoxia)、酸中毒(hydrogen ion)、低钾血症/高钾血症(hypokalemia/Hyperkalemia)和低体温(hypothermia);“5T”即指张力性气胸(tension pneumothorax)、心包压塞(tamponade, cardiac)、中毒(toxins)、肺栓塞(thrombosis, pulmonary)和冠状动脉血栓形成(thrombosis, coronary)。

4.1.1 气道管理(airway, A) 在急诊室管理溺水患者的首要任务是通过恢复足够的氧气和通风来逆转低氧血症。如前所述,最初的努力应该集中在气道、呼吸和循环上。CA 患者 ROSC 后,首先应评估气道是否开放,可用仰头提颏法、托下颌法、口咽通道和鼻咽通道等方法维持气道通畅。对于尚未恢复自主呼吸或处于昏迷状态的患者,可选择气管插管、喉罩等方法建立高级气道,以维持气道通畅及通气氧合。建立高级气道后,建议使用体格检查(五点听诊法等)和 ETCO<sub>2</sub> 监测等方法确认高级气道位置,并对气道位置进行连续的监测。妥善固定通气导管,防止导管滑脱,同时给予必要的气道清洁和管理。潜水造成的肺

损伤导致肺顺应性降低,在这些患者的复苏中使用合适尺寸的气管插管是合适的。

4.1.2 呼吸氧合(breathing, B) 如建立高级气道后仍无法维持足够的通气氧合,可给予球囊辅助通气或呼吸机支持治疗。通气的目标是维持正常的通气和氧合指标,动脉血二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>)维持 35 ~ 45 mmHg,呼气末 CO<sub>2</sub> 浓度(ETCO<sub>2</sub>)维持于 30 ~ 40 mmHg<sup>[70]</sup>。呼吸机参数应根据患者的血气分析、ETCO<sub>2</sub> 及是否存在心功能不全等因素进行设置和调节,避免出现过度通气。对于 CA 患者先给予 100% 吸入氧体积分数,然后根据患者的脉搏血氧饱和度(SpO<sub>2</sub>)调整吸入氧体积分数,直至可维持 SpO<sub>2</sub> ≥ 0.94 的最小吸氧体积分数<sup>[71]</sup>。如患者存在外周循环不佳导致的 SpO<sub>2</sub> 测量误差,应参考血气分析的结果调节吸氧体积分数。

4.1.3 循环支持(circulation, C) 患者 ROSC 后应该严密监测生命体征和心电图等,优化患者的器官功能和组织灌注,尤其是维持血流动力学稳定。主要处理措施:①连续监护患者的血压,建议维持复苏后患者的收缩压不低于 90 mmHg,平均动脉压(MAP)不低于 65 mmHg<sup>[72-73]</sup>。②对于血压值低于上述目标值且存在休克表现的患者,应该积极通过静脉通路或骨通路给予容量复苏,同时注意患者心功能情况确定补液量,也应该及时纠正酸中毒。在容量复苏效果不佳时,应该考虑选择适当的血管活性药物,维持目标血压。③连续监测患者心率及心律,积极处理影响血流动力学稳定的心律失常。

### 4.2 DCA 后期的超生

从 CA 患者的生命体征平稳的“复生”阶段到器官功能恢复的“超级生命支持”的“超生”阶段,CA 患者复苏后脑损伤、心功能障碍、全身缺血-再灌注损伤(多器官功能损伤)及原发病的严重程度与其预后密切相关,积极处理复苏后器官功能障碍和原发病,可提高 CA 患者的出院存活率并减少神经系统后遗症<sup>[74]</sup>。临床上应强调的重要疗法:①以体外膜肺(ECPR)为主的心肺支持;②以连续性血液净化为主的肾脏保护;③以低温目标温度管理为主的脑复苏。

4.2.1 连续性血液净化 从清除炎症介质和细胞因子的角度考虑,强调早期积极实施以连续性血液净化(continuous blood purification, CBP)治疗为基础的复苏治疗,即连续性肾脏替代治疗(continuous renal replacement therapy, CRRT)。CRRT 为血液净化的一种特殊形式,是连续、缓慢清除水分和溶质治疗方式的总称,血液滤过的优势在于所使用的滤器不仅能清除大分子物质,还具有极强的吸附功能,这就使得炎症介质、细胞因子、肿瘤坏死因子等多种参与疾病发生发展过程的毒素得以清除。在 CRRT 治疗策略中,以连续性静脉-静脉血液滤过(continuous veno-venous hemofiltration, CVVH)较常用,主要通过对流和弥散方式

缓慢清除毒物,能长时间维持内环境的平衡。

**4.2.2 目标温度管理(TTM)** TTM 治疗是公认的可改善 CA 患者预后的治疗手段之一。国际复苏联络委员会于 2002 年发表声明,建议将昏迷的成年患者在 ROSC 后冷却至 32 ~ 34℃。研究表明,亚低温可增加存活机会和良好的神经功能。在心源性心脏骤停中,有很好的证据表明治疗性低温可以改善神经功能,而且这种益处可能会扩展到溺水者。复苏成功后,如果患者仍处于昏迷状态,应尽快使用多种体温控制方法将患者核心体温控制在 32 ~ 36℃,并稳定维持至少 24 h,复温时应将升温速度控制在 0.25 ~ 0.5℃/h<sup>[75-77]</sup>。目前用于临床的控制低温方法包括降温毯、冰袋、新型体表降温设备、冰 0.9% 氯化钠溶液输注、鼻咽部降温设备和血管内低温设备等,应根据工作条件和患者实际情况灵活选择。由于院前给予冰 0.9% 氯化钠溶液快速输注降温可增加低体温治疗并发症的发生率,已不推荐该方法在院前条件下常规使用。

TTM 治疗期间的核心温度监测应该选择食管、膀胱或肺动脉等处,肛门和体表温度易受环境因素影响,不建议作为温度监测的首选部位。TTM 治疗过程中患者会出现寒战、心律失常、水电解质紊乱、凝血功能障碍和感染等并发症,应进行严密监测和对症处理,避免加重病情。TTM 治疗存在需要有详细的实施方案和专业的团队才能进行,建议制定各医疗单位的 TTM 治疗预案并进行专业培训,以提高治疗效果和减少并发症。研究表明 TTM 复温后的发热可加重 CA 患者的神经功能损伤,因此 TTM 结束后 72 h 内应尽量避免患者再次发热<sup>[78]</sup>。

**4.2.3 ECMO** 对于 ROSC 后的患者,为支持或优化心肺功能,或为器官移植提供供体,也可考虑采用 ECMO 治疗。ECMO 的原理是将体内血液引出体外,经特殊材质人工心肺旁路氧合后注入患者动脉或静脉系统,起到部分心肺替代作用,维持人体器官组织氧合血供。ECMO 方式主要有静脉-静脉(V-V)转流方法(肺替代)和静脉-动脉(V-A)转流方法(心肺联合替代);心功能衰竭及心肺衰竭患者选用 V-A,肺功能衰竭选用 V-V 转流方法,可在病情变化过程中不断更改转流方式。还有静脉-动脉-静脉体外膜肺氧合(VAV-ECMO)模式,血液从腔静脉或右心房流出,通过体外膜肺进行气体交换后,通过两根导管,分别流入右心房、动脉系统,可在脓毒性心肌病继发性呼吸衰竭等患者中使用。

**4.2.4 神经功能的监测与保护** 复苏后神经功能损伤是 DCA 致死、致残的主要原因,应重视对复苏后 DCA 患者的神经功能连续监测和评价,积极保护神经功能。目前推荐使用的神经功能评估方法有临床症状体征(瞳孔、昏迷程度、肌阵挛等)、神经电生理检查(床旁脑电图、体感诱发电位等)、影像学检查(CT、MRI)及血液标志物,如星形

胶质源性蛋白(SB100)、神经元特异性烯醇化酶(NSE)等<sup>[79-81]</sup>。如果进行 CT 检查,损伤后 2 ~ 3 d 内发现的任何异常都是神经系统不良结果的一个强有力的预测因素。当复苏后超过 24 h, MRI 可能是有益的,最好是在 4 ~ 7 d 内检查。肺超声已被用于监测肺水肿进展的床边工具。有条件的单位可以对复苏后 CA 患者进行脑电图等连续监测,定期评估神经功能,也可结合工作条件和患者病情,在保证安全的前提下进行神经功能辅助评估。对于实施 TTM 患者的神经功能预后的评估,应在体温恢复正常 72 h 后才能进行<sup>[82]</sup>。对于未接受 TTM 治疗的患者,应在 CA 后 72 h 开始评估,如担心镇静剂、肌松剂等因素干扰评估,还可推迟评估时间<sup>[83-88]</sup>。因此,在评价患者最终的神经功能预后时应特别慎重和周全。

### 4.3 CA 后期的衍生

人的生命发生危急时,经过积极救治没能成功,或经过一系列生命支持也无生还可能而注定即将死亡。那么在死亡之后适当的时间内把尚有足够活力的器官(心脏)“嫁接到”其他人的身上,则死亡者的生命将会借助别人的身体得到不同程度的延续,即器官捐献与器官移植,也可以称之为生命接力,可谓 CA 后期“衍生”的内涵。

**4.3.1 中国心脏死亡器官捐献(CDCD)概念** CDCD 属于中国公民逝世后器官捐献三大类中的“中国二类(C-II)”,即国际标准化心脏死亡器官捐献(DCD)或无心搏器官捐献(NHBD)。DCD 是一种医学上有效、伦理学可以接受的减少器官供求差距的良好方法。DCD 分为控制性 DCD 和非控制性 DCD 两种。控制性 DCD 即在按标准抢救无效后,根据器官捐献准备状况有计划地进行撤除生命支持手段并行器官捐献,大部分发生在手术室;非控制性 DCD 是发生在突然的、没有事先准备下的死亡及捐献,例如在急诊室的死亡<sup>[89]</sup>。

**4.3.2 中国心脏死亡诊断标准** 根据《中国心脏死亡器官捐献工作指南(第 2 版)》,心脏死亡的判定标准,即呼吸和循环停止,反应消失。由于循环停止后心电活动仍可能存在,判定死亡时不应完全依赖于心电监测,可采用有创动脉血压和多普勒超声协助确认。DCD 器官获取时,需要快速而准确地判断循环的停止。但为确认循环停止的不可逆性或永久性,应至少观察 2 min 再宣布死亡。死亡诊断必须由非移植团队的相关专业医师完成<sup>[89]</sup>。

**4.3.3 CDCD 要素** 器官移植是治疗终末期器官功能衰竭的最有效手段,目前技术成熟的器官移植有肝移植、肾移植、心脏移植和肺移植等。捐献的器官必须在尽可能短的时间内移植给合适的受者,超过一定的时间范围,器官的活力将部分丧失或全部丧失而不再能够用于移植。所以,从生命出现危急、决定实施器官捐献之时起,到目标器官植入受者体内并重新获得血液循环为止,这段时间的尽可能缩短及在此期间对器官功能的有效保护,对术后移植植物功能

的发挥具有极为重要的意义。研究发现,与其他原因导致脑死亡患者相比,CA 后脑死亡者捐献器官的短期和长期功能并未明显区别,近年来 CA 后脑死亡患者成为器官捐献者的数量逐年上升,因此成人和儿童 CA 患者复苏后治疗失败死亡或脑死亡均可作为潜在的器官捐献者接受器官供体的评估;对于复苏失败的 CA 患者,时间允许的情况下可作为肝肾捐献者<sup>[90]</sup>。由于器官捐献和移植还涉及大量法律与伦理问题,CA 患者作为器官捐赠者的评估、器官移植等过程应在具有专业资质的人员和机构实施。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

**编写专家委员会:** 王立祥 宋维 魏捷 吕发勤 米玉红 何春来 张红 朱海燕 沈涛 刘扬 陈志 娄靖 何小军 丁滨 王忠安 刘杰 王涛 陈力 张重阳 刘宇鹏 吕喆 王耀辉 金雷雷 张风云 杨洪超 房桐 户晓东 李立艳 李蕾 汪茜 刘亚华 马立芝 余涛 孟庆义

#### 参 考 文 献

- [1] Schmidt AC, Sempstrot JR, Hawkins SC, et al. Wilderness medical society clinical practice guidelines for the treatment and prevention of drowning: 2019 update[J]. Wilderness Environ Med, 2019, 30(4): S70-S86. DOI:10.1016/j.wem.2019.06.007.
- [2] Zhou MG, Wang HD, Zeng XY, et al. Mortality, morbidity, and risk factors in China and its Provinces, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. Lancet, 2019, 394(10204): 1145-1158. DOI:10.1016/s0140-6736(19)30427-1.
- [3] 中国心胸血管麻醉学会急救与复苏分会,中国心胸血管麻醉学会心肺复苏全国委员会,中国医院协会急救中心(站)管理分会,等. 淹溺急救专家共识[J]. 中华急诊医学杂志, 2016, 25(12):1230-1236. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2016.12.004
- [4] 姚顺,黄振华,古钎林,等. 溺水相关院外心脏骤停患者流行病学及临床特点[J]. 热带医学杂志, 2018, 18(3) 275-278,284. 10.3969/j.issn.1672-3619.2018.03.001
- [5] 孟庆义,邱泽武. 2017 中国含毒烟雾弹爆炸吸入性损伤医学救治专家共识[J]. 中华危重病急救医学, 2017,29 (3) : 1-13. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.03.001
- [6] 米玉红,王立祥,程显声.《中国心肺复苏专家共识》之静脉血栓栓塞性 CA 指南[J]. 中华危重病急救医学, 2018,30(12):1107-1116. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.12.001
- [7] Stephenson L, van den Heuvel C, Byard RW. The persistent problem of drowning - A difficult diagnosis with inconclusive tests[J]. J Forensic Leg Med, 2019, 66: 79-85. DOI:10.1016/j.jflm.2019.06.003.
- [8] Soar J, Maconochie I, Wyckoff MH, et al. 2019 International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations [J]. Resuscitation, 2019,145:95-150. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2019.10.016.
- [9] Soar J, Maconochie I, Wyckoff MH, et al. 2019 International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations: summary from the basic life support; advanced life support; pediatric life support; neonatal life support; education, implementation, and teams; and first aid task forces [J]. Circulation, 2019,14:CIR0000000000000734. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000734.
- [10] Love AJ, Roche C. Childbirth education for undergraduate nursing students: midwifery model of care immersion[J]. J Nurs Educ, 2020, 59(2): 118. DOI:10.3928/01484834-20200122-14.
- [11] Saxton R, Nauser J. Students' experiences of clinical immersion in operating room and emergency department[J]. Nurse Educ Pract, 2020, 43: 102709. DOI:10.1016/j.nepr.2020.102709.
- [12] 王立祥,孟庆义,余涛. 2018 中国心肺复苏培训专家共识 [J]. 中华危重病急救医学, 2018, 30(5):381-398. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.05.001
- [13] Farstad DJ, Dunn JA. Cold water immersion syndrome and whitewater recreation fatalities[J]. Wilderness Environ Med, 2019, 30(3): 321-327. DOI:10.1016/j.wem.2019.03.005.
- [14] 孟庆义,李立艳,李蕾. 淹溺的病理生理机制解析 [J]. 实用休克杂志, 2019,3(3) : 144-149.
- [15] Mtaweh H, Kochanek PM, Carcillo JA, et al. Patterns of multiorgan dysfunction after pediatric drowning[J]. Resuscitation, 2015, 90: 91-96. DOI:10.1016/j.resuscitation.2015.02.005.
- [16] Lobeto A. Engine company operations: vehicle accidents in water[M]. Fire Eng. 2013,156.
- [17] Ghaphery JL. In-water resuscitation[J]. JAMA: J Am Med Assoc, 1981, 245(8): 821. DOI:10.1001/jama.1981.03310330011004.
- [18] March NF, Matthews RC. New techniques in external cardiac compressions : Aquatic cardiopulmonary resuscitation[J]. JAMA, 1980,244(11):1229-1232. PMID: 7411787
- [19] Szpilman D, Soares M. In-water resuscitation: is it worthwhile?[J]. Resuscitation, 2004, 63(1): 25-31. DOI:10.1016/j.resuscitation.2004.03.017.
- [20] Engel S C . Drowning episodes: prevention and resuscitation tips[J]. Journal of Family Practice, 2015, 64(2):1-6. PMID : 25671539
- [21] 王立祥,孟庆义,余涛. 2016 中国心肺复苏专家共识 [J]. 中华危重病急救医学, 2016, 28(12) : 1150-1170. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.12.000.

- [22] 孟庆义. 2017 急诊医学研究进展 [J]. 中华急诊医学杂志, 2018, 27(2): 120-127. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2018.02.002.
- [23] 张重阳, 王耀辉, 刘洪伟, 等. 基于 Utstein 模式下徒手 CPR 与萨勃心肺复苏器 CPR 在急诊科应用效果的比较 [J]. 中华危重病急救医学, 2017, 29(10): 937-939. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.10.015
- [24] 孟庆义. 2016 急诊医学研究与展望 [J]. 中华急诊医学杂志, 2017, 26(1): 15-DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2016.12.005.
- [25] Engel SC. Drowning episodes: prevention and resuscitation tips [J]. Journal of Family Practice, 2015, 64(2): 1-6. PMID: 25671539
- [26] Reijnen G, Vos P, Buster M, et al. Can pulmonary foam arise after postmortem submersion in water? An animal experimental pilot study [J]. J Forensic Leg Med, 2019, 61: 40-44. DOI:10.1016/j.jflm.2018.11.004.
- [27] Connor J, Shelley A, Egan B. Comparison of hot water immersion at 37.8 °C with or without salt for rapid weight loss in mixed martial arts Athletes [J]. J Sports Sci, 2020, 38(6): 607-611. DOI:10.1080/02640414.2020.1721231.
- [28] Miller L, Alele F, Emeto T, et al. Epidemiology, risk factors and measures for preventing drowning in Africa: a systematic review [J]. Medicina, 2019, 55(10): 637. DOI:10.3390/medicina55100637.
- [29] Todd J, of London Tooting London UK SGU, Edsell M, et al. A diver's guide to subaquatic envenomation in the Mediterranean [J]. Diving Hyperb Med, 2019, 49(3): 225-228. DOI:10.28920/dhm49.3.225-228.
- [30] An J, Lee I, Yi Y. The thermal effects of water immersion on health outcomes: an integrative review [J]. Int J Environ Res Public Heal, 2019, 16(7): 1280. DOI:10.3390/ijerph16071280.
- [31] Tomilovskaya E, Shigueva T, Sayenko D, et al. Dry immersion as a ground-based model of microgravity physiological effects [J]. Front Physiol, 2019, 10: 284. DOI:10.3389/fphys.2019.00284.
- [32] Shenkman BS, Kozlovskaya IB. Cellular responses of human postural muscle to dry immersion [J]. Front Physiol, 2019, 10: 187. DOI:10.3389/fphys.2019.00187.
- [33] 杨万杰, 冯庆国, 刘晓智. 淡水与海水淹溺后绵羊体循环病理生理学参数变化的对照研究 [J]. 中华危重病急救医学, 2018, 30(1): 18-23. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.01.004.
- [34] Vanden Hoek TL, Morrison LJ, Shuster M, et al. Part 12: cardiac arrest in special situations: 2010 American heart association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care [J]. Circulation, 2010, 122(18\_suppl\_3): S829-S861. DOI:10.1161/circulationaha.110.971069.
- [35] Kleinman ME, Brennan EE, Goldberger ZD, et al. Part 5: adult basic life support and cardiopulmonary resuscitation quality [J]. Circulation, 2015, 132(18 suppl 2): S414-S435. DOI:10.1161/cir.0000000000000259.
- [36] Berdowski J, Beekhuis F, Zwinderman AH, et al. Importance of the first link: description and recognition of an out-of-hospital cardiac arrest in an emergency call [J]. Circulation, 2009, 119(15): 2096-2102. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.768325.
- [37] Lerner EB, Rea TD, Bobrow BJ, et al. Emergency medical service dispatch cardiopulmonary resuscitation prearrival instructions to improve survival from out-of-hospital cardiac arrest [J]. Circulation, 2012, 125(4): 648-655. DOI:10.1161/cir.0b013e31823ee5fc.
- [38] White L, Rogers J, Bloomingdale M, et al. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation [J]. Circulation, 2010, 121(1): 91-97. DOI:10.1161/circulationaha.109.872366.
- [39] Zideman DA, Singletary EM, Buck ED, et al. Part 9: First Aid: 2015 International Consensus on First Aid Science With Treatment Recommendations [J]. Resuscitation, 2015, 95(1): e225-e261. DOI:10.1016/j.resuscitation.2015.07.047
- [40] Kleinman ME, Goldberger ZD, Rea T, et al. 2017 American Heart Association Focused Update on Adult Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality: An Update to the American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care [J]. Circulation, 2018, 137(1): e7-e13. DOI:10.1161/cir.0000000000000539.
- [41] Idris AH, Guffey D, Pepe PE, et al. Chest compression rates and survival following out-of-hospital cardiac arrest [J]. Crit Care Med, 2015, 43(4): 840-848. DOI:10.1097/ccm.0000000000000824.
- [42] Idris AH, Guffey D, Aufderheide TP, et al. Relationship between chest compression rates and outcomes from cardiac arrest [J]. Circulation, 2012, 125(24): 3004-3012. DOI:10.1161/circulationaha.111.059535.
- [43] Vadeboncoeur T, Stolz U, Panchal A, et al. Chest compression depth and survival in out-of-hospital cardiac arrest [J]. Resuscitation, 2014, 85(2): 182-188. DOI:10.1016/j.resuscitation.2013.10.002.
- [44] Stiell IG, Brown SP, Christenson J, et al. What is the role of chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation? [J]. Crit Care Med, 2012, 40(4): 1192-1198. DOI:10.1097/ccm.0b013e31823bc8bb.
- [45] Stiell IG, Brown SP, Nichol G, et al. What is the optimal chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation of adult patients? [J]. Circulation, 2014, 130(22): 1962-1970. DOI:10.1161/circulationaha.114.008671.
- [46] Hellevuo H, Sainio M, Nevalainen R, et al. Deeper chest compression - More complications for cardiac arrest patients? [J]. Resuscitation, 2013, 84(6): 760-765. DOI:10.1016/j.resuscitation.2013.02.015.

- [47] Panchal AR, Bobrow BJ, Spaite DW, et al. Chest compression-only cardiopulmonary resuscitation performed by lay rescuers for adult out-of-hospital cardiac arrest due to non-cardiac aetiologies[J]. *Resuscitation*, 2013, 84(4): 435-439. DOI:10.1016/j.resuscitation.2012.07.038.
- [48] Svensson L, Bohm K, Castrèn M, et al. Compression-only CPR or standard CPR in out-of-hospital cardiac arrest[J]. *N Engl J Med*, 2010, 363(5): 434-442. DOI:10.1056/nejmoa0908991.
- [49] Rea TD, Fahrenbruch C, Culley L, et al. CPR with chest compression alone or with rescue breathing[J]. *N Engl J Med*, 2010, 363(5): 423-433. DOI:10.1056/nejmoa0908993.
- [50] Atkins DL, Berger S, Duff JP, et al. Part 11: Pediatric Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care [J]. *Circulation*, 2015, 132 (18 Suppl 2): S519-S525. DOI: 10.1542/peds.2015-3373E.
- [51] Kronick SL, Kurz MC, Lin S, et al. Part 4: Systems of Care and Continuous Quality Improvement: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care [J]. *Circulation*, 2015, 132(18 Suppl 2): S397-413. DOI : 10.1161/CIR.0000000000000258.
- [52] Maekawa K, Tanno K, Hase M, et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest of cardiac origin[J]. *Crit Care Med*, 2013, 41(5): 1186-1196. DOI:10.1097/ccm.0b013e31827ca4c8.
- [53] Bougouin W, Dumas F, Lamhaut L, et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: aregistry study [J]. *Eur Heart J*, 2019 Oct 31. p II : ehz753. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz753.
- [54] Waldmann V, Bonnet G, Spaulding C. Coronary angiography after cardiac arrest without ST-segment elevation[J]. *N Engl J Med*, 2019, 381(2):188-189. DOI: 10.1056/NEJMc1906523.
- [55] Patel JK, Meng HD, Qadeer A, et al. Impact of extracorporeal membrane oxygenation on mortality in adults with cardiac arrest[J]. *Am J Cardiol*, 2019, 124(12): 1857-1861. DOI:10.1016/j.amjcard.2019.09.013.
- [56] Brooks SC, Anderson ML, Bruder E, et al. Part 6: Alternative Techniques and Ancillary Devices for Cardiopulmonary Resuscitation: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care [J]. *Circulation*, 2015, 132 (18 Suppl 2): S436-443. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000260
- [57] 刘雪峰, 林兆奋. 盐度及脂多糖对海水淹溺型急性呼吸窘迫综合征模型小鼠的影响 [J]. *中华航海医学与高气压医学杂志*, 2017, 24 (6): 448-451. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-6906.2017.06.008.
- [58] Twhig CJ, Singer B, Grier G, et al. A systematic literature review and meta-analysis of the effectiveness of extracorporeal-CPR versus conventional-CPR for adult patients in cardiac arrest[J]. *J Intensive Care Soc*, 2019, 20(4): 347-357. DOI:10.1177/1751143719832162.
- [59] Perkins GD, Lall R, Quinn T, et al. Mechanical versus manual chest compression for out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): a pragmatic, cluster randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2015, 385(9972): 947-955. DOI:10.1016/s0140-6736(14)61886-9.
- [60] Rubertsson S, Lindgren E, Smekal D, et al. Mechanical chest compressions and simultaneous defibrillation vs conventional cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest[J]. *JAMA*, 2014, 311(1): 53. DOI:10.1001/jama.2013.282538.
- [61] Ogawa T, Akahane M, Koike S, et al. Outcomes of chest compression only CPR versus conventional CPR conducted by lay people in patients with out of hospital cardiopulmonary arrest witnessed by bystanders: nationwide population based observational study[J]. *BMJ*, 2010, 342(jan27 1): c7106. DOI:10.1136/bmj.c7106.
- [62] Brown DJA, Brugger H, Boyd J, et al. Accidental hypothermia[J]. *N Engl J Med*, 2012, 367(20): 1930-1938. DOI:10.1056/nejmra1114208.
- [63] Gilbert M, Busund R, Skagseth A, et al. Resuscitation from accidental hypothermia of 13 · 7 ° C with circulatory arrest[J]. *Lancet*, 2000, 355(9201): 375-376. DOI:10.1016/s0140-6736(00)01021-7.
- [64] Gordon L, Paal P, Ellerton JA, et al. Delayed and intermittent CPR for severe accidental hypothermia[J]. *Resuscitation*, 2015, 90: 46-49. DOI:10.1016/j.resuscitation.2015.02.017.
- [65] Szpilman D, Bierens JJLM, Handley AJ, et al. Drowning[J]. *N Engl J Med*, 2012, 366(22): 2102-2110. DOI:10.1056/nejmra1013317.
- [66] Szpilman D, Webber J, Quan LD, et al. Creating a drowning chain of survival[J]. *Resuscitation*, 2014, 85(9): 1149-1152. DOI:10.1016/j.resuscitation.2014.05.034.
- [67] Dyson K, Morgans A, Bray J, et al. Drowning related out-of-hospital cardiac arrests: Characteristics and outcomes[J]. *Resuscitation*, 2013, 84(8): 1114-1118. DOI:10.1016/j.resuscitation.2013.01.020.
- [68] 孟庆义. 论复苏后综合征心脏停搏后综合征与围心脏停搏综合征 [J]. *中国急救医学*, 2013, 33 (2): 177-179. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2013.2.024
- [69] Kong LJ, Sun D, An T, et al. The location of vascular flap is related with daily activity patterns in non-traumatic acute aortic syndrome in a Chinese population[J]. *Curr Signal Transduct Ther*, 2015, 10(1): 56-62. DOI:10.2174/1574362410666150529203448.
- [70] Yeung J, Chilwan M, Field R, et al. The impact of airway

- management on quality of cardiopulmonary resuscitation: an observational study in patients during cardiac arrest[J]. Resuscitation, 2014, 85(7): 898-904. DOI:10.1016/j.resuscitation.2014.02.018.
- [71] Kajino K, Iwami T, Kitamura T, et al. Comparison of supraglottic airway versus endotracheal intubation for the pre-hospital treatment of out-of-hospital cardiac arrest[J]. Crit Care, 2011, 15(5): R236. DOI:10.1186/cc10483.
- [72] Roberts BW, Kilgannon JH, Chansky ME, et al. Association between postresuscitation partial pressure of arterial carbon dioxide and neurological outcome in patients with post-cardiac arrest syndrome[J]. Circulation, 2013, 127(21): 2107-2113. DOI:10.1161/circulationaha.112.000168.
- [73] 孟庆义. 2018 年急诊医学研究进展 [J]. 中华急诊医学杂志, 2019, 28(2): 139-146. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2019.02.003
- [74] Beylin ME, Perman SM, Abella BS, et al. Higher mean arterial pressure with or without vasoactive agents is associated with increased survival and better neurological outcomes in comatose survivors of cardiac arrest[J]. Intensive Care Med, 2013, 39(11): 1981-1988. DOI:10.1007/s00134-013-3075-9.
- [75] 孟庆义, 李立艳, 李蕾. 论实验室检查临床解读的五重境界 [J]. 中国急救医学, 2020, 40(1): 1157-1162. DOI:10.3969/j.issn.1002-1949.2017.01.
- [76] 孟庆义, 王立祥. 传承与发展: 论立中国心肺复苏之言 [J]. 解放军医学杂志, 2015, 40(9): 693-698. DOI: 10.11855/j.issn.0577-7402.2015.09.02.
- [77] Nielsen N, Wetterslev J, Cronberg T, et al. Targeted temperature management at 33 °C versus 36 °C after cardiac arrest[J]. N Engl J Med, 2013, 369(23): 2197-2206. DOI:10.1056/nejmoa1310519.
- [78] Kjaergaard J, Nielsen N, Winther-Jensen M, et al. Impact of time to return of spontaneous circulation on neuroprotective effect of targeted temperature management at 33 or 36 degrees in comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest[J]. Resuscitation, 2015, 96: 310-316. DOI:10.1016/j.resuscitation.2015.06.021.
- [79] Bro-Jeppesen J, Hassager C, Wanscher M, et al. Post-hypothermia fever is associated with increased mortality after out-of-hospital cardiac arrest[J]. Resuscitation, 2013, 84(12): 1734-1740. DOI:10.1016/j.resuscitation.2013.07.023.
- [80] 张重阳, 孟庆义, 邱泽武. 2014 中国海蜇蛰伤救治专家共识 [J]. 临床误诊误治, 2014, 27(10): 7-9. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3429.2014.10.001
- [81] Legriel S, Hilly-Ginoux J, Resche-Rigon M, et al. Prognostic value of electrographic postanoxic status epilepticus in comatose cardiac-arrest survivors in the therapeutic hypothermia era[J]. Resuscitation, 2013, 84(3): 343-350. DOI:10.1016/j.resuscitation.2012.11.001.
- [82] Hirsch LJ, LaRoche SM, Gaspard N, et al. American clinical neurophysiology society's standardized critical care EEG terminology[J]. J Clin Neurophysiol, 2013, 30(1): 1-27. DOI:10.1097/wnp.0b013e3182784729.
- [83] Bouwes A, Binnekade JM, Zandstra DF, et al. Somatosensory evoked potentials during mild hypothermia after cardiopulmonary resuscitation[J]. Neurology, 2009, 73(18): 1457-1461. DOI:10.1212/wnl.0b013e3181bf98f4.
- [84] Fugate JE, Wijdicks EFM, Mandrekar J, et al. Predictors of neurologic outcome in hypothermia after cardiac arrest[J]. Ann Neurol, 2010, 68(6): 907-914. DOI:10.1002/ana.22133.
- [85] MLynash M, Campbell DM, Leproust EM, et al. Temporal and spatial profile of brain diffusion-weighted MRI after cardiac arrest[J]. Stroke, 2010, 41(8): 1665-1672. DOI:10.1161/strokeaha.110.582452.
- [86] Reisinger J, Hollinger K, Lang W, et al. Prediction of neurological outcome after cardiopulmonary resuscitation by serial determination of serum neuron-specific enolase[J]. Eur Heart J, 2006, 28(1): 52-58. DOI:10.1093/eurheartj/ehl316.
- [87] 孟庆义. 2013 急诊医学回顾与展望: 心肺脑复苏 [J]. 中国急救医学, 2014, 34(1): 5-9. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2014.01.002.
- [88] Sandroni C, Cavallaro F, Callaway CW, et al. Predictors of poor neurological outcome in adult comatose survivors of cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. Part 1: Patients not treated with therapeutic hypothermia[J]. Resuscitation, 2013, 84(10): 1310-1323. DOI:10.1016/j.resuscitation.2013.05.013.
- [89] 孟庆义. 2019 年急诊医学研究进展 [J]. 中华急诊医学杂志, 2020, 29(1): 1467-1475. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2019.02.0.
- [90] 中华医学会器官移植学分会, 中华医学会外科学分会移植学组, 中国医师协会器官移植医师分会. 中国心脏死亡捐献器官评估与应用专家共识 [J]. 中华移植杂志 (电子版), 2014, 8(3): 117-122.

(收稿日期: 2020-07-10)

(本文编辑: 何小军)