

· 专家共识 ·

空间站任务着陆场返回舱前航天员救治专家共识

中国人民解放军战略支援部队特色医学中心 神舟十二号任务东风着陆场医疗救护队

通信作者：顾建文，Email: 2914081083@qq.com；杨鹤鸣，Email: yhming306@163.

com；李科，Email: leeker1974@126.com；李连勇，Email: lilianyong001@163.com

基金项目：中国人民解放军战略支援部队特色医学中心学科建设助推计划（21XK0102）

DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2022.06.003

2021 年，我国载人航天工程进入空间站建造期，并将全面迈入空间站时代。未来十年，载人航天任务将更加密集，成为常规性任务。确保航天员的安全是一切工作的前提，而医疗救援是最为根本的保障。我国从“神舟五号”到“神舟十二号”载人航天飞行都取得了圆满成功，无严重意外事故发生；历次任务中，医疗救护队均进行了充分准备，组织了训练、演练和实战，保障了航天员的安全。但航天员意外伤害的风险永远不能轻视^[1-2]。在过去 60 余年国际载人飞行中，载人航天故障、事故和安全问题时有发生^[3]。并且，长期失重引起的心血管系统功能及结构变化、骨骼和肌肉系统废用性改变等均增加了返回时意外损伤的风险。在载人航天医疗救援任务中，着陆场的医学救援是最为重要内容和环节。着陆场的医学救援主要包括：返回舱前救治（以下简称舱前救治）、载体内救治、载体医疗后送、后方支持医院（以下简称后支医院）交接共 4 个阶段。舱前救治在危及生命伤情的抢救时极为重要，舱前阶段是提高救治成功率的关键时机。舱前环境多为沙漠戈壁，风沙大、冬天气温低、夏天气温高、夜间照明差，医疗条件较差，在携带有限医疗装备的条件下，如何开展舱前救治，目前尚无统一规范。在航天员救治过程中，一方面需要尽量减少舱前救治时间，将航天员尽快后送至条件相对好的医疗救护载体，另一方面又要抓住舱前阶段的抢救关键时机，救援队面临不少困惑：比如，哪些伤病情必须在舱前救治？哪些可以舱前暂不处理，需尽快送至后送载体内再行处理？舱前能够进行哪些医疗操作？等等。在此背景下，战略支援部队特色医学中心以神舟十二任务医疗队为主体组织国内相关专家成立了工作小组以及共识专家委员会，经过反复讨论修订，最后投票，形成了针对空间站任务神舟飞船返回舱舱前医学救援的首个专家共识。

工作小组依据所执行任务实践经验为基础，并检索 Medline、Cochrane、Embase、UpToDate 和中国知网等数

据平台，参考了国内外相关疾病的指南和共识及最新进展，制定了本共识的草案，然后由专家委员会进行两轮讨论、修正并投票，直至达成共识。采用国际通用的 Delphi 法^[4]评估专家意见的一致性，将专家意见分为 6 级：“A+”为非常同意，“A”为同意但有少许保留意见，“A-”为同意但有较多保留意见，“D-”为不同意但有较多保留意见，“D”为不同意但有少许保留意见，“D+”为完全不同意。鉴于本共识涉及多个学科，相关专家可能对涉及其他学科的某一条目了解不足，因此额外增加“不确定”选项，并事先规定此选项按弃权处理。最终投票结果以描述的方式呈现在相应条目后，为了保持知识结构的完整性，本共识不设定相应同意率来删减条目。本共识围绕最可能出现的伤情及救治原则，行成 13 条共识意见。

1 舱前救治原则

舱前救治的原则是：快速检伤确立初步诊断，明确并处理急需干预的伤情，尽快维持航天员生命体征稳定，适当减轻痛苦，在防止再损伤的条件下尽快后送至预设载体内进一步救治及转运至后支医院。[专家意见:A+(56.25%)，A(43.75%)]

舱前救治时段属于狭义“白金十分钟”阶段，为医疗专业人员在接触伤病航天员的前 10 min 左右的关键救治阶段^[5]。实施必要的快速检伤以及抢救措施，如心肺复苏、控制出血、改善通气等，是提高救治成功率最有效的策略^[6-7]。但是，现场建立循环通路输液治疗，甚至是部分高级生命支持，会延长现场急救时间，也可能会延误确定性治疗^[8]。研究显示，减少院前转运时间，受伤 1 h 内快速送至后支医院，可明显提高创伤患者生存率^[9-10]。航天员如出现伤情时，受伤时间发生在飞船着陆时甚至更早，而从搜救到搬运航天员出舱已经占据了一段时间。因此，航天员被搬运出舱后，仅需实施基础生命支持及必要的抢救措施，在防

止再损伤的条件下尽快后送至载体内进一步救治及转运至后方支持医院。

2 舱前快速评估及处置原则

舱前快速评估的目的是检查、识别严重损伤和可能造成快速失代偿的损伤，并迅速处理威胁生命的伤情。不建议单纯以检伤为目的脱去或破除舱内压力服。快速评估和处置按照 ABCDEF 顺序进行。[专家意见：A+（ 56.25% ），A（ 37.50% ），A-（ 6.25% ）]

现场时间超过 20 min，患者病死率明显增加^[11-12]。与常规患者的救援不同，因航天员出舱时着舱内压力服，虽然脱去或强制性破除，可以更好地评估伤情、发现隐匿损伤，但会占用较多时间。因此，不建议单纯以检伤为目的脱去或破除舱内压力服，仅在必要的抢救时，如心肺复苏或止血等情况下进行快速破除；如果航天员无舱前须紧急处理的伤情，则在给予吸氧、监护、脊柱制动等后，快速转运至后送载体内行舱内压力服破除及二次评估。

快速评估和治疗的优先顺序包括：A- 在颈椎保护状态下维持气道通畅；B- 呼吸和通气；C- 在控制出血情况下保证循环；D- 评估意识状态；E- 环境控制（如预防低体温等）；F- 骨折评估。舱前快速评估内容及处置方法要点见表 1。

3 舱前创伤评分原则

建议应用简单易行的 CRAMS 创伤评分系统。[专家意见：A+（ 43.75 % ），A（ 43.75 % ），A-（ 12.50 % ）]

创伤评分系统是判断和评估创伤患者的损伤严重程度和预后的重要手段^[13]。常用院前创伤评分包括院前指数法（prehospital index, PHI）、修正创伤评分（revised trauma score, RTS）和 CRAMS（circulation, respiration, abdomen, motor, speech）评分等^[14]。各种创伤评分系统，各有优缺点，目前尚无统一标准。采用统一的判断标准不仅可以在舱前救援中判断疾病严重程度，并且对于航天员院前救治、预后判断、病情汇报及治疗决策具有重要意义。结合航天员返回舱着陆环境特殊、航天员着航天服等实际因素，部

表 1 舱前快速评估内容及处置方法要点	
评估内容	处置方法
0 ~ 5 min 舱前到位	搬运出舱、防止二次损伤，评估生命体征
A. 气道评估	
梗阻	开放气道或快速建立人工气道
困难气道	环甲膜穿刺
B. 呼吸评估	
张力性气胸	穿刺减压、闭式引流
大量血胸	闭式引流
开放性气胸	封闭包扎创面
连枷胸	固定、面罩吸氧
通气障碍、呼吸停止	快速建立人工气道
C. 循环评估	
心搏停止	心脏按压
外出血	控制外出血
休克	液体复苏
心包填塞	心包穿刺引流术
D. 意识评估	
意识水平（GCS）	GCS 快速下降或脑疝时气管插管
脑疝迹象	人工过度换气、脱水降颅压
E. 环境控制	
低温	保暖、复温
高温	降温
F. 骨折	
骨折、脊髓损伤	固定，防止二次损伤

分检查不能详细完善，只能根据航天员生命体征及大致伤情做出快速、有效判断。建议选择 CRAMS（循环、呼吸、腹部 / 胸部、运动、语言）评分系统，见表 2。

4 舱前气道管理原则

舱前突发呼吸停止、气道阻塞、气道创伤或烧伤等原因导致呼吸功能障碍，需建立人工气道。在舱前不明确是否有颈椎损伤的情况下首选采用提颌法；需要保护气道和机械通气者，应尽快气管插管；环甲膜穿刺（切开）术作为提供氧合和通气的最后的必要手段。如头盔阻碍气道管理时，应尽快去除。[专家意见：A+（ 68.75% ），A（ 31.25% ）]

对于严重创伤者，气道评估和处理是治疗过程中最关键的第一步^[15-16]。发现气道阻塞后，应立即清除口鼻内阻塞物及分泌物，依据情况采用下列方法开放气道。

4.1 手法开放气道

常用的方法包括仰头抬颌法和提颌法^[17-18]。在有颈椎

表 2 CRAMS 评分系统			
项目	计分（分）		
	2	1	0
循环	毛细血管充盈正常或血压 >100 mmHg	毛细血管充盈迟缓或血压 85 ~ 100 mmHg	无毛细血管充盈或血压 <85 mmHg
呼吸	正常	异常（呼吸困难或呼吸浅）	无
胸腹	无腹部或胸部疼痛	有腹部或胸部疼痛	腹肌强直、连枷胸或有胸、腹穿透伤
运动	正常	只对疼痛刺激有反应	无反应
语言	正常	言语错乱、语无伦次	仅能或不能发音

注：CRAMS 评分系统评定的范围包括循环（circulation）、呼吸（respiration）、腹部（abdomen）、活动（motor）和语言（speech）五个方面。每个方面记 0 ~ 2 分，一共 0 ~ 10 分。“CRAMS 评分法”的命名是来自以上五个方面的第一个字母。该记分法按正常、轻度异常和严重异常分别记以 2、1 和 0 分。最后五项分数相加，9 ~ 10 分为轻度创伤，8 分以下为重度创伤。该评分系统简便实用、易于掌握，可在尽量短时间内能为医护人员提供航天员主要伤情信息，及时作出较为准确的伤情评估和确定治疗方案；1 mmHg=0.133 kPa

创伤的患者中,颈椎未固定会导致神经系统损伤的几率增至 7~10 倍^[19],必须固定颈椎以尽量减少头部和颈部移动。仰头抬颌法是用于不考虑颈椎损伤时的主要手法。提颌法通常可以顺利完成开放气道而不伸展颈部,因此对于疑似颈部损伤者,提颌法是开放气道最安全的首选方法,建议在舱前不明确是否有颈椎损伤的情况下首选采用。

4.2 口咽和鼻咽通气道

气道打开后,必须维持开放状态。口咽和鼻咽通气道装置是实现这一目标的重要辅助工具^[20-21],只用于无法维持其气道通畅的深昏迷者。但这两种装置均无法防止气管误吸分泌物或胃内容物。对于需要保护气道者,均应尽快气管插管。

4.3 气管插管

舱前航天员是否需要气管插管,主要基于下面 3 个方面考虑^[22]:(1)有无气道不通畅或无法保护的风险?(2)氧合或通气能力是否正在恶化?(3)是否需要预先气管插管,防止病情恶化?

结合飞船返回的工况,舱前气管插管的主要指征为:(1)自主呼吸突然停止,需紧急建立人工气道机械通气和治疗;(2)严重呼吸衰竭,需机械通气才能满足机体通气和氧供;(3)不能自主清除上呼吸道分泌物,胃内容物反流或出血,随时可能误吸者;(4)存在上呼吸道损伤,如吸入大量烟尘的烧伤,虽然最初可能没有气道受损的征象,但预计临床病程是气道完全梗阻,亦需尽早气管插管。

4.4 环甲膜穿刺(切开)术

当常规气道支持手段失败或无法执行而不能维持气道时,或需紧急快速通气时,环甲膜穿刺(切开)术可作为提供氧合和通气的最后必要手段^[23-25]。舱前环甲膜穿刺(切开)术主要用于:(1)大量的血液或分泌物导致气道梗阻,并干扰气管插管操作;(2)严重颌面创伤导致无法辨别解剖标志;(3)无法迅速去除喉部异物;(4)上气道结构肿胀无法完成气管插管;(5)气管插管失败或其他需要紧急通气等情况。

5 舱前心肺复苏

心搏呼吸骤停时,应迅速剖开舱内压力服或破除舱内压力服胸前部分,即刻进行心肺复苏。如条件允许,应用胸外按压装置,不间断按压,尽快后送。[专家意见:A+(62.50%),A(18.75%),A-(18.75%)]

目前国内外已有多个专门对心肺复苏的共识和指南。建议依据“中国心肺复苏专家共识”、“创伤性休克急救复苏创新技术临床应用中国专家共识”进行实施^[26-27]。

6 舱前失血性休克救治原则

舱前依据症状以及脉搏血压情况判断有无失血性休克。如有明显外出血时,直接加压或止血带尽快控制。发生失血性休克时,应在舱前建立循环通路,视情况选择静脉通路或者骨髓腔通路,及早进行快速输液输血维持血容量。循环通路建立后,即刻后送。[专家意见:A+(68.75%),A(31.25%)]

发生创伤时,出血所致循环血容量丢失是休克最常见的原因^[28]。总目标是积极控制出血、恢复内环境稳定^[29]。

在舱前如未脱去压力服、无法血压测定的情况下,可根据下列情况进行初步判断:有导致大出血的创伤;意识改变,如烦躁不安或神志淡漠、昏迷等;脉搏细速,>100次/min或不能触及;暴露的皮肤湿冷、花斑,黏膜苍白或发绀。如可以进行血压测量,可以即刻根据休克指数判断^[30-31]。

当有明显外出血时,必须尽快控制,主要方法为直接加压,可应用敷料压迫法或止血带,且须标明使用时间。如无明显外出血的休克应考虑腹腔或胸腔内脏器出血可能。

重度失血性休克时,应在舱前建立循环通路,首选外周静脉通路,如建立外周静脉通路失败,有条件应考虑骨髓腔内血管通路。创伤失血性休克通常出血量较大,应及早进行快速输液输血维持血容量,改善微循环灌注,保证主要脏器的氧供。循环通路建立后,即刻后送。

7 舱前胼中毒救治原则

发现航天员吸入或接触胼类毒物时,应打开舱内压力服面窗,佩戴防毒面具,迅速移离现场,在安全地域清水冲洗后脱去舱内压力服,对暴露皮肤黏膜用大量清水清洗,出现抽搐、痉挛时,大剂量静脉注射维生素 B₆。救治前,医务人员也穿戴适当的防护装备,如手套、防护服及佩戴防毒面具等。[专家意见:A+(62.50%),A(25.00%),A-(12.50%)]

当胼类毒物泄漏,航天员吸入或接触后可出现胼类中毒。大量胼类毒物进入体内后易透过血脑屏障,竞争性取代或转移脑组织内的维生素 B₆,后者为氨基酸代谢酶磷酸吡哆醛的前身物质。而维生素 B₆ 的缺乏可使中枢神经性递质 γ-氨基丁酸(GABA)生成减少,导致中枢神经系统兴奋性增高,出现阵发性强直性抽搐^[32-34]。

胼中毒的舱前救治要点:(1)迅速移离现场,安静、保温、吸氧;(2)皮肤、眼睛沾染立即用大量清水清洗;(3)轻中度者静脉注射维生素 B₆ 1.0 g,30 min 后痉挛不能控制,可以重复;重度者可加大量至 5.0 g;(4)必要时建立静脉

通道,利尿促排;(5)给予气道保护、镇静及糖皮质激素防治因抽搐所致的窒息。

8 舱前颅脑损伤救治原则

舱前应依据航天员头面部创伤、意识障碍、瞳孔变化、肢体活动初步诊断创伤性脑损伤。严重程度采用格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma scale, GCS)进行分级。重度颅脑损伤航天员舱前处理的首要目标是维持有效循环和通气,不常规行舱前手术。[专家意见:A+(68.75%),A(25.00%),A-(6.25%)]。

着陆阶段冲击力直接作用于颅脑产生的直接冲击、撕裂、剪切、挤压导致其正常结构和功能的部分或完全丧失。依据头面部创伤、意识障碍、瞳孔变化、肢体活动可初步诊断。根据损伤部位及特点,分为头皮外伤、颅骨骨折、脑损伤(脑震荡、脑挫裂伤、原发性脑干损伤)、颅内血肿(硬膜外血肿、硬膜下血肿、脑内血肿)。根据有无开放伤口可分为开放性损伤及闭合性损伤。

根据颅脑损伤不同伤情,给予针对性处理。如头皮裂伤可加压包扎或钳夹止血后包扎,开放性骨折给予消毒、包扎。如有脑组织膨出,应用敷料围在伤口周围保护脑组织,然后再包扎。如有脑挫裂伤/原发性脑干损伤时,可给予:(1)严重呼吸困难者给予气管插管/环甲膜切开,呼吸机辅助呼吸;(2)形成脑疝时,酌情建立静脉通道,并予以脱水、止血、糖皮质激素;(3)躁动及疼痛明显者可给予镇静、镇痛^[35]。

舱前更应重视急性重度脑损伤的评估与治疗。严重程度多采用格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma scale, GCS)进行分级(表3)^[36],在舱前救治中即应完成(表3)。

表 3 格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma scale, GCS)

睁眼反应(分)	语言反应(分)	运动反应(分)
自动睁眼(4)	正确回答(5)	遵嘱活动(6)
呼唤睁眼(3)	语无伦次(4)	疼痛定位(5)
刺痛睁眼(2)	回答错误(3)	疼痛躲避(4)
不能睁眼(1)	只能发音(2)	疼痛屈曲(3)
	不能发音(1)	疼痛伸直(2)
		不能运动(1)

注:根据格拉斯哥昏迷评分可分为轻型颅脑损伤(13~15分),中型颅脑损伤(9~12分),重型颅脑损伤(3~8分)。重型颅脑损伤还可再分为重型颅脑损伤(6~8分)和特重型颅脑损伤(3~5分)

重度颅脑损伤的不良预后与缺氧和低血压有关。因此,重度颅脑损伤航天员舱前处理的首要目标是预防和治疗缺氧和低血压。研究发现,重度颅脑损伤者在院前气管插管后预后更好^[37-38]。对于GCS评分<9分、不能保护气道或给氧后SpO₂仍<90%的颅脑损伤航天员,推荐进行舱前气

管插管。出现休克症状者,迅速建立液体通道,充分液体复苏。

9 舱前胸部损伤救治原则

舱前需对早发致命性胸部损伤进行救治。开放性气胸应立刻封闭胸壁创口,变开放性气胸为闭合性气胸。张力性气胸需要立即减压。[专家意见:A+(43.75%),A(43.75%),A-(12.50%)]

早发致命性胸部损伤,可能在伤后短时间(1~2 h内)危及生命,包括张力性气胸、开放性气胸、进行性或大量血胸、心包填塞等^[39]。舱前抢救最有意义的是对早发致命性胸部损伤进行救治。

当出现缺氧或呼吸困难征象、呼吸期间出现胸部反常呼吸运动、血流动力学不稳定、胸部剧痛时,应考虑到张力性气胸、大量血胸和心包填塞等直接威胁生命的状况,应该即刻剖除舱内压力服进行检查。超声检查(eFAST)可提供重要信息^[40],如舱前条件允许建议应用。

发现开放性气胸时,立刻封闭胸壁创口,变开放性气胸为闭合性气胸,封闭后即刻后送至载体。如存在张力性气胸,需要立即减压,如果条件许可,行胸腔闭式引流^[41]。

应进行心包填塞风险评估。心包填塞主要症状包括胸痛、呼吸过速和呼吸困难,并可伴有前额和头皮静脉充盈、心音通常低弱。心包填塞快速诊断可依据症状及eFAST检查,严重低血压的心包填塞明确诊断后,应立即给予心包穿刺^[42]。

10 舱前腹部损伤救治原则

舱前处理主要包括失血性休克的救治及开放性伤口的处理。血流动力学不稳定者,即刻建立液体通路、快速液体复苏。开放性伤口给予止血、包扎。腹腔内出血一般不在舱前紧急手术。[专家意见:A+(62.50%),A(31.25%),A-(6.25%)]

航天员在飞行或落地时受到外力冲击、座椅保护带或其他物品的撞击或坠落、挤压后常出现闭合性损伤,最常累及器官是肝、脾和小肠。脱落的硬物、锐物可导致开放性损伤。

穿透伤多容易诊断,可见到舱内压力服腹部部位不完整,局部出血。对于闭合性损伤,在航天员清醒状态下,依据症状及体征较容易诊断;在神志异常时,可能难以及时发现及诊断。腹部损伤中闭合性损伤占大多数(80%),并能导致较高的并发症发生率和病死率^[43]。当腹腔外出血及颅脑损伤无法解释休克时,应考虑到腹腔内出血可能^[44]。尽管超声在腹部脏器损伤中有很高的准确性^[45],如无紧急

救治要求,不应为了检查确诊而在舱前进行检查,应尽快转移至后送载体内再行检查确诊。

舱前处理主要包括失血性休克的救治及开放性伤口的处理。血流动力学稳定者,即刻后送。对于血流动力学不稳定者,即刻舱前建立液体通路、快速液体复苏、止血等。开放性伤口处理应变开放伤为闭合伤。当发现腹部有伤口时,应立即予以包扎。对有内脏脱出者,一般不回纳以免污染腹腔,可用敷料加以遮盖保护,外面再加以包扎。脱出的内脏如有破裂,为防止内容物流出,可用钳子暂时钳闭肠破口处,将钳子一并包扎在敷料内,随即后送。

11 舱前烧伤救治原则

舱前对烧伤航天员的救治,重点关注气道、呼吸和循环稳定。对于面部烧伤和吸入性损伤等存在窒息风险时,立即建立人工气道并保持有效通气。伴休克者给予舱前建立液体通路快速补液以维持血压。[专家意见:A+(62.50%), A(31.25%), A-(6.25%)]

舱前发现航天员烧伤后的救治从稳定气道、呼吸和循环开始。对于面部烧伤和吸入性烧伤者,应立即行气管插管。吸入性烧伤可导致气道肿胀,如不进行干预可造成困难气道,导致后续插管困难,并发症增加,甚至死亡^[46]。

舱前还应考虑对伤口冷却和包扎。孤立性肢体烧伤可立即进行冷却;广泛体表面积进行快速冷却后,应采用合适的敷料或布单覆盖,预防出现低体温。

烧伤根据组织损伤深度可分为四度,烧伤创面深度往往并不一致,浅深层烧伤均有,舱前很难准确评估烧伤创面的深度。相比较而言,烧伤面积对初始的液体复苏更加重要,除了基于烧伤面积计算的液体量之外,还要快速补液以维持血压。但舱前是否建立液体通路依据航天员生命体征而定,如生命体征平稳状况下,可考虑尽快转入后送载体内再进行液体通路建立^[47]。

12 舱前骨折救治原则

出舱过程中应注意保护脊柱,防止加重脊髓损伤;对四肢骨折应及时给予止血、复位、固定;开放性或者不稳定性骨盆骨折用骨盆固定带加以固定。伴休克者给予舱前建立液体通路快速补液以维持血压。后送至载体过程中,颈部固定,脊柱在硬质担架上保持平直。[专家意见:A+(87.50%), A(12.50%)]

航天员四肢长骨、脊柱及骨盆受到过载冲击可发生骨折或脱位。当骨折发生时,首先要按照基础生命支持中的基本方法来确定有无危及生命的肢体损伤,如有应先维持基础生命体征,及时给予止血、固定后尽快后送。

脊柱损伤表现为疼痛、活动受限。脊髓损伤,可出现相应阶段的运动、感觉、反射和植物神经功能障碍。在航天员出舱和出舱后搬运过程中始终应注意保护颈部和胸腰椎,防止骨折端错位加重脊髓损伤。后送过程中,颈部固定,脊柱在硬质担架上保持平直。

严重骨盆骨折是危及生命的损伤,应密切监测血压和脉搏。如果诊断骨盆骨折为血流动力学不稳的原因(如有条件,可按FAST方法帮助明确),应尽快进行复苏^[48]。骨盆不稳定时,不应进行过多操作,额外的操作会加重出血。开放性或者不稳定性骨盆骨折应该用骨盆固定带加以固定。

13 舱前低温损伤救治原则

防止继续失温。避免粗暴的搬动和活动。对于心搏骤停的低体温者,应即刻心肺复苏。[专家意见:A+(37.50%), A(43.75%), A-(18.75%)]

低温暴露也可能是航天员着陆后遇到的意外状况,会导致热量丢失,出现低体温(核心体温低于35℃)。基于寒冷环境暴露的病史及临床症状常可快速诊断。由于无法测到核心体温,舱前通常根据临床表现快速评估低体温的严重程度(表4)^[49]。轻度低体温表现为呼吸增快、心动过速、构音障碍、判断力受损、寒战。中度低体温表现为反射减退、肾血流量减少、寒战消失,可发生心房颤动等心律失常^[50]。重度低体温可导致反射消失、昏迷、肺水肿、低血压、室性心律失常及心搏停止^[51-52]。

表4 低温损伤程度评估表

低温损伤程度	临床评估	估计核心温度(℃)
I级	神志正常伴寒战	35~32
II级	神志改变,无寒战	32~28
III级	无意识	28~24
IV级	假死,有复苏可能	24~13.7

舱前处理包括:破除湿的舱内压力服,防止继续失温,给予被动复温(盖上保温毯)或主动复温(加热毯等)。对于呼吸窘迫或需要保护气道的航天员,给予气管插管。低体温心脏对移动非常敏感,粗暴地搬动和活动可能诱发心律失常,因此,在体格检查或进行必要操作时,应注意避免动幅过大。如出现室颤,可以尝试电除颤,如低温时复律不成功,可在核心温度高于30℃时再次复律。对于心搏骤停的低体温航天员,应即刻进行心肺复苏。如存在生命迹象或胸壁冻结不可压缩时禁止胸外按压,给予复温处置后,尽快后送载体^[53]。

14 小结

随着我国全面迈入空间站时代,载人航天已成为常规

性任务。专业、细致的医疗救护，特别是着陆场医疗救援系统是航天员安全的重要保障。战略支援部队特色医学中心联合多家医院连续担任该项光荣而艰巨的任务，形成了一整套行之有效的保障经验，在任务期间形成本共识草案，并联合多名专家进行探讨、修正、完善，为完整而全面掌握空间站任务神舟飞船舱前医学救援奠定了良好基础。本共识结合我国着陆场特点、国内医学救援现状及国际院前救援新技术，贴近临床实践，着重实用性和可操作性，借此推动着陆场医疗保障工作进一步发展，以期达到对航天员进行正确医学评估及成功实施医学救援的目的。但由于本共识涉及专业繁多、医学发展迅速等原因，可能存在不全面、不完善之处，随着实践和研究的累积，共识也将进一步修订和更新。

共识专家组组长：顾建文 杨鹤鸣

主审：黎檀实

共识执笔专家：李连勇 王刚

共识专家组成员（按姓氏笔画排序）：王刚（中国人民解放军战略支援部队特色医学中心） 王瑞娟（中国人民解放军战略支援部队特色医学中心） 刘骥（中国人民解放军战略支援部队特色医学中心） 李连勇（中国人民解放军战略支援部队特色医学中心） 李宏国（中国人民解放军 63600 部队医院） 李科（中国人民解放军战略支援部队特色医学中心） 杨鹤鸣（中国人民解放军战略支援部队特色医学中心） 吴冬惠（中国人民解放军 63600 部队医院） 宋海晶（中国人民解放军战略支援部队特色医学中心） 单毅（中国人民解放军总医院第六医学中心） 赵蓓（中国人民解放军战略支援部队特色医学中心） 姜晓同（中国人民解放军战略支援部队特色医学中心） 顾建文（中国人民解放军战略支援部队特色医学中心） 盛华（中国人民解放军 63600 部队医院） 谭荣（中国人民解放军战略支援部队特色医学中心） 黎檀实（中国人民解放军总医院第一医学中心）

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] 谭荣, 杨鹤鸣, 姜晓同, 等. 神舟十二号空间站任务航天员医疗救护新特点与对策 [J]. 中华急诊医学杂志, 2021, 30(11): 1308-1311. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2021.11.005.
- [2] 谭荣, 顾建文, 李鲁, 等. “神舟十一号”飞船航天员医疗救护保障特点与应对策略 [J]. 中华急诊医学杂志, 2016, 25(12): 1325-1328. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2016.12.026.

- [3] Banks R, Auñón SM, Harding R, et al. Spacecraft accident investigation[M]//Barratt MR, Baker ES, Pool SL, Eds. Principles of clinical medicine for space flight. Springer, New York, 2019:885-904.
- [4] Walker AM, Selfe J. The Delphi method: a useful tool for the allied health researcher[J]. Brit J Ther Rehab, 1996, 3(12): 677-681. DOI:10.12968/bjtr.1996.3.12.14731.
- [5] 何忠杰, 刘庆阳, 王永刚. 白金十分钟时效应急理论发展及其在应急救援中的实践意义 [J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2019, 14(9): 810-814. DOI:10.3969/j.issn.1673-6966.2019.09.003.
- [6] Seamon MJ, Doane SM, Gaughan JP, et al. Prehospital interventions for penetrating trauma victims: a prospective comparison between advanced life support and basic life support[J]. Injury, 2013, 44(5): 634-638. DOI:10.1016/j.injury.2012.12.020.
- [7] Seamon MJ, Fisher CA, Gaughan J, et al. Prehospital procedures before emergency department thoracotomy: “scoop and Run” saves lives[J]. J Trauma, 2007, 63(1): 113-120. DOI:10.1097/TA.0b013e31806842a1.
- [8] Gonzalez RP, Cummings GR, Phelan HA, et al. On-scene intravenous line insertion adversely impacts prehospital time in rural vehicular trauma[J]. Am Surg, 2008, 74(11): 1083-1087.
- [9] Kotwal RS, Howard JT, Orman JA, et al. The effect of a golden hour policy on the morbidity and mortality of combat casualties[J]. JAMA Surg, 2016, 151(1): 15-24. DOI:10.1001/jamasurg.2015.3104.
- [10] Liberman M, Mulder D, Sampalis J. Advanced or basic life support for trauma: meta-analysis and critical review of the literature[J]. J Trauma, 2000, 49(4): 584-599. DOI:10.1097/00005373-200010000-00003.
- [11] McCoy CE, Menchine M, Sampson S, et al. Emergency medical services out-of-hospital scene and transport times and their association with mortality in trauma patients presenting to an urban Level I trauma center[J]. Ann Emerg Med, 2013, 61(2): 167-174. DOI:10.1016/j.annemergmed.2012.08.026.
- [12] Brown JB, Rosengart MR, Forsythe RM, et al. Not all prehospital time is equal: influence of scene time on mortality[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2016, 81(1): 93-100. DOI:10.1097/TA.0000000000000999.
- [13] Lerner EB. Studies evaluating current field triage: 1966-2005[J]. Prehosp Emerg Care, 2006, 10(3): 303-306. DOI:10.1080/10903120600723921.
- [14] 邱晨, 陈志刚. 院前救治中创伤评分系统的应用 [J]. 中华卫生应急电子杂志, 2016, 2(2): 122-124. DOI:10.3877/cma.j.issn.2095-9133.2016.02.013.
- [15] Hussain LM, Redmond AD. Are pre-hospital deaths from accidental injury preventable? [J]. BMJ, 1994, 308(6936): 1077-1080. DOI:10.1136/bmj.308.6936.1077.
- [16] Esposito TJ, Sanddal ND, Hansen JD, et al. Analysis of preventable

- trauma deaths and inappropriate trauma care in a rural state[J]. *J Trauma*, 1995, 39(5): 955-962. DOI:10.1097/00005373-199511000-00022.
- [17] Guildner CW. Resuscitation: opening the airway. A comparative study of techniques for opening an airway obstructed by the tongue[J]. *JACEP*, 1976, 5(8): 588-590. DOI:10.1016/s0361-1124(76)80217-1.
- [18] Uzun L, Ugur MB, Altunkaya H, et al. Effectiveness of the jaw-thrust maneuver in opening the airway: a flexible fiberoptic endoscopic study[J]. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*, 2005, 67(1): 39-44. DOI:10.1159/000084304.
- [19] Reid DC, Henderson R, Saboe L, et al. Etiology and clinical course of missed spine fractures[J]. *J Trauma*, 1987, 27(9): 980-986. DOI:10.1097/00005373-198709000-00005.
- [20] Nimmagadda U, Salem MR, Voronov D, et al. The NuMask(R) is as Effective as the Face Mask in Achieving Maximal Preoxygenation[J]. *Middle East J Anaesthesiol*, 2016, 23(6): 605-609.
- [21] Roberts K, Whalley H, Bleetman A. The nasopharyngeal airway: dispelling myths and establishing the facts[J]. *Emerg Med J*, 2005, 22(6): 394-396. DOI:10.1136/emj.2004.021402.
- [22] Hughes G. Manual of emergency airway management[J]. *Emerg Med J*, 2009, 26(12): 919. DOI:10.1136/emj.2009.072637.
- [23] Ezri T, Szmuk P, Warters RD, et al. Difficult airway management practice patterns among anesthesiologists practicing in the United States: have we made any progress? [J]. *J Clin Anesth*, 2003, 15(6): 418-422. DOI:10.1016/s0952-8180(03)00080-1.
- [24] Patel RG. Percutaneous transtracheal jet ventilation: a safe, quick, and temporary way to provide oxygenation and ventilation when conventional methods are unsuccessful[J]. *Chest*, 1999, 116(6): 1689-1694. DOI:10.1378/chest.116.6.1689.
- [25] 中国急诊气道管理协作组. 急诊气道管理共识 [J]. 中华急诊医学杂志, 2016, 25, (6), 705-708. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2016.06.001.
- [26] 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):1059-1079. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.12.002.
- [27] 中国研究型医院学会卫生应急学专业委员会, 中国研究型医院学会心肺复苏学专业委员会, 河南省医院协会心肺复苏专业委员会. 创伤性休克急救复苏创新技术临床应用中国专家共识 [J]. 实用休克杂志 (中英文), 2019, 3(4): 240-245. DOI:10.3877/cma.j.issn.2095-9133.2019.01.001.
- [28] Siegel JH. The effect of associated injuries, blood loss, and oxygen debt on death and disability in blunt traumatic brain injury: the need for early physiologic predictors of severity[J]. *J Neurotrauma*, 1995, 12(4): 579-590. DOI:10.1089/neu.1995.12.579.
- [29] 中国医师协会急诊分会, 中国人民解放军急救医学专业委员会, 中国人民解放军重症医学专业委员会, 等. 创伤失血性休克诊治中国急诊专家共识 [J]. 中华急诊医学杂志, 2017, 26(12):1358-1365. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2017.12.004.
- [30] 中国医师协会创伤外科医师分会, 中华医学会创伤医学分会创伤急救与多发伤学组, 刘良明, 等. 创伤失血性休克早期救治规范 [J]. 创伤外科杂志, 2017, 19(12):881-883,891. DOI:10.3969/j.issn.1009-4237.2017.12.001.
- [31] 中国医师协会急诊分会, 中国人民解放军急救医学专业委员会, 中国人民解放军重症医学专业委员会, 等. 创伤失血性休克诊治中国急诊专家共识 [J]. 中华急诊医学杂志, 2017, 26(12):1358-1365. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2017.12.004.
- [32] 张捷, 刘刚, 闵庆旺, 等. 维生素 B6 在腭类火箭推进剂中毒救治中的应用 [J]. 总装备部医学学报, 2003, 5(1): 46-48.
- [33] 岳茂兴. 偏二甲基胂中毒损伤特点及其临床救治对策研究 [J]. 总装备部医学学报, 2001, 3(3): 155-157.
- [34] 曹巧玲, 毛彦杰, 王中民, 等. 偏二甲基胂和四氧化二氮的毒性及其中毒的急救措施 [J]. 职业与健康, 2011, 27(12): 1419-1420. DOI:10.13329/j.cnki.zyyjk.2011.12.039.
- [35] Carney N, Totten AM, O'Reilly C, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition[J]. *Neurosurgery*, 2017, 80(1): 6-15. DOI:10.1227/NEU.0000000000001432.
- [36] Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale[J]. *Lancet*, 1974, 2(7872): 81-84. DOI:10.1016/s0140-6736(74)91639-0.
- [37] Bernard SA, Nguyen V, Cameron P, et al. Prehospital rapid sequence intubation improves functional outcome for patients with severe traumatic brain injury: a randomized controlled trial[J]. *Ann Surg*, 2010, 252(6): 959-965. DOI:10.1097/SLA.0b013e3181efc15f.
- [38] Davis DP, Peay J, Serrano JA, et al. The impact of aeromedical response to patients with moderate to severe traumatic brain injury[J]. *Ann Emerg Med*, 2005, 46(2): 115-122. DOI:10.1016/j.annemergmed.2005.01.024.
- [39] Kanchan T, Menezes RG, Sirohi P. Penetrating cardiac injuries in blunt chest wall trauma[J]. *J Forensic Leg Med*, 2012, 19(6): 350-351. DOI:10.1016/j.jflm.2012.02.017.
- [40] Kirkpatrick AW, Sirois M, Laupland KB, et al. Hand-held thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: the Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (EFAST)[J]. *J Trauma*, 2004, 57(2): 288-295. DOI:10.1097/01.ta.0000133565.88871.e4.
- [41] 中华医学会创伤学分会创伤危重症与感染学组, 创伤急救与多发伤学组. 胸部创伤院前急救专家共识 [J]. 中华创伤杂志, 2014, 30(9):861-864. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2014.09.001.
- [42] Adler Y, Charron P. The 2015 ESC Guidelines on the diagnosis and

- management of pericardial diseases[J]. Eur Heart J, 2015, 36(42): 2873-2874. DOI:10.1093/eurheartj/ehv479.
- [43] Nishijima DK, Simel DL, Wisner DH, et al. Does this adult patient have a blunt intra-abdominal injury? [J]. JAMA, 2012, 307(14): 1517-1527. DOI:10.1001/jama.2012.422.
- [44] Mahoney EJ, Biffl WL, Harrington DT, et al. Isolated brain injury as a cause of hypotension in the blunt trauma patient[J]. J Trauma, 2003, 55(6): 1065-1069. DOI:10.1097/01.TA.0000100381.89107.93.
- [45] American Institute of Ultrasound in Medicine, Physicians ACOE. AIUM practice guideline for the performance of the focused assessment with sonography for trauma (FAST) examination[J]. J Ultrasound Med, 2014, 33(11): 2047-2056. DOI:10.7863/ultra.33.11.2047.
- [46] Ryan CM, Schoenfeld DA, Thorpe WP, et al. Objective estimates of the probability of death from burn injuries. N Engl J Med, 1998, 338(6): 362-366. DOI:10.1056/NEJM199802053380604.
- [47] 中国老年医学学会烧伤分会. 烧伤休克防治全国专家共识 (2020 版) [J]. 中华烧伤杂志, 2020, 36(9): 786-792. DOI:10.3760/cma.j.cn501120-20200623-00323.
- [48] Pizanis A, Pohlemann T, Burkhardt M, et al. Emergency stabilization of the pelvic ring: clinical comparison between three different techniques[J]. Injury, 2013, 44(12): 1760-1764. DOI:10.1016/j.injury.2013.07.009.
- [49] Durrer B, Brugger H, Syme D. The medical on-site treatment of hypothermia: ICAR-MEDCOM recommendation[J]. High Alt Med Biol, 2003, 4(1): 99-103. DOI:10.1089/152702903321489031.
- [50] Larson MD, O'Donnell BR, Merrifield BF. Ocular hypothermia depresses the human pupillary light reflex[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 1991, 32(13): 3285-3287.
- [51] Jolly BT, Ghezzi KT. Accidental hypothermia[J]. Emerg Med Clin North Am, 1992, 10(2): 311-327. DOI: 10.1056/NEJM199412293312607.
- [52] Delaney KA, Vassallo SU, Larkin GL, et al. Rewarming rates in urban patients with hypothermia: prediction of underlying infection[J]. Acad Emerg Med, 2006, 13(9): 913-921. DOI:10.1197/j.aem.2006.05.022.
- [53] Bunya N, Sawamoto K, Kakizaki R, et al. Successful resuscitation for cardiac arrest due to severe accidental hypothermia accompanied by mandibular rigidity: a case of cold stiffening mimicking rigor mortis[J]. Int J Emerg Med, 2018, 11(1): 46. DOI:10.1186/s12245-018-0205-8.

(收稿日期: 2022-04-22)

(本文编辑: 何小军)

空间站任务院前医学救援医务人员配置专家共识

中国人民解放军战略支援部队特色医学中心 神舟十二号任务东风着陆场医疗救护队

通信作者: 顾建文, Email: 2914081083@qq.com; 杨鹤鸣, Email: yhming306@163.

com; 娄晓同, Email: louxt@sina.com; 王刚, Email: wanggang306yy@126.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2022.06.004

在载人航天这个系统工程中, 首先是要保障航天员的生命健康。在国内外载人航天实践中, 载人航天器的发射及返回舱着陆返回地点均选择在远离城市和人群的空旷地带。尽管我国历次载人航天任务均未出现安全事故及需急救处理的医学问题, 但在国外既往 60 余年的载人航天实践过程中, 各种故障、事故及安全问题时有发生, 也出现了需应急返回的医学问题^[1-3]。

随着我国载人航天事业进入空间站任务阶段, 自神舟十二号载人飞行任务开始, 我国主着陆场也从内蒙古四子王旗草原地带转移至酒泉卫星发射中心, 全球首次将沙漠戈壁地区作为主着陆场。任务密集、在轨时间延长, 对包括医学救援保障在内的整体载人航天工程组织实施均带来了新的挑战。

载人飞船发射后因故障紧急着陆及返回舱着陆的位置受飞船升空时间、气象和工况等因素影响, 着陆位置存在不确定性。无论是正常返回, 还是应急逃生/返回, 首先需迅速搜索到航天器, 根据现场状况展开紧急救治, 然后将航天员迅速转运至医疗卫生机构进一步处理。因此, 为确保航天员生命健康, 需组建一支训练有素、装备精良、能提供快速现场医疗急救的医疗救护团队。

在应急医疗救援方面, 国内外已有相关医务人员配置及培训的指南及专家共识^[4-6], 但对于航天员的院前医学救援, 由于载人航天任务的特殊性, 尚无相应标准和指南。为规范各参与执行空间站任务院前医学救援医疗救护队的医务人员配置, 战略支援部队特色医学中心作为执行历次载人航天任务医学救援单位, 在总结历年任务经验的基础