

老年急危重症容量管理急诊专家共识

中国医疗保健国际交流促进会急诊医学分会 中华医学会急诊医学分会
中国老年学会基础与转化医学分会

[关键词] 急危重症;容量管理;老年人

Key words critical illness;volume management;elderly

DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2024.06.001

[中图分类号] R459.7 [文献标志码] A

Emergency experts consensus on volume management in critical illness in the elderly

China International Exchange and Promotive Association for Medical and Health Care

Chinese Society of Emergency, Chinese Medical Association

Chinese Society of Basic and Translational Medicine, Gerontological Society of China

Corresponding author: DONG Shimin, E-mail: dsm_123@163.com; ZHANG Xinchao, E-mail: xinchaoz@163.com; LV Chuanzhu, E-mail: lvchuanzhu677@126.com

2021 年第七次全国人口普查结果显示,60 岁及以上人口为 26 402 万人,占 18.70%(其中 65 岁及以上人口占 13.50%),并呈快速增长趋势。老龄化是使机体由健康变脆弱的过程,这种改变主要表现在生理功能储备的下降和各类疾病如高血压、糖尿病等患病率及病死率的增加。

健康老年人的循环系统具有一定的代偿能力,机体在一定范围或区间内可以维持正常功能,但其功能储备降低^[1-2]。60%以上的老年人患有严重冠状动脉粥样硬化;老年人由于动脉僵硬、血管弹性降低,需要更高的动脉压以维持足够的灌注;心率对循环容量反应迟钝,心输出量(cardiac output, CO)主要依赖于前负荷和心室充盈压。健康人在休息时 CO 和心肌收缩力受年龄影响不大,而在运动时,与年轻人相比,老年人 CO 需求量增大时,心脏增强收缩的能力会受到影响,收缩速度也较慢,与此同时,舒张功能随年龄增长而下降。一项研究显示,70~80 岁老年人中超过半数出现舒张功能不全,而 80 岁以上高龄老年人则超过 2/3^[3]。老年人心肌僵硬、室壁增厚以及纤维化使其对容量调节能力减弱。另一方面,随着年龄增长,老年人肾功能也发生改变,主要表现为:①肾血流下降;②肾小

球滤过率降低;③肾小管对钠的重吸收下降,对钠负荷或容量负荷的反应减弱^[1]。肾小管对水的重吸收及渗透压平衡功能的损害,容易造成容量不足或脱水;肾小管排酸、重吸收和重新合成碳酸氢根的能力下降,易发生代谢性酸中毒等;对液体输入量、电解质、有效血容量、血压等变化的适应能力减弱,更容易出现急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)或急性肾衰竭。由于老化的速度、程度差别较大,同龄老年人的上述变化不尽相同。

老年急症是指老年人突然发生的疾病和意外损伤,其中也包括慢性病急性加重^[2]。随着人口老龄化的加速和人均寿命的延长,越来越多的老年患者被送往医院救治,急诊科是急危重症患者的首诊科室和聚集地。急诊老年患者就医数量(或比例)不断增加,急诊死亡人数也呈升高趋势。在美国,65 岁及以上患者占急诊医疗服务的 38%,几乎是年轻患者的 4 倍;在欧洲,据统计每年急诊患者的数量几乎等同于这些国家人口的 1/4;我国三级综合医院急诊的急危重症患者中以 70~79 岁最多。

老年患者多病共存、多药合用等特征增加了疾病间、药物间的相互作用和各种不良事件的发生,使得老年急重症病情更加复杂、急诊时间更长、住

通信作者:董士民,河北医科大学第三医院,E-mail:dsm_123@163.com

张新超,北京医院,国家老年医学中心,E-mail:xinchaoz@163.com

吕传柱,四川省人民医院,E-mail:lvchuanzhu677@126.com

引用本文:中国医疗保健国际交流促进会急诊医学分会,中华医学会急诊医学分会,中国老年学会基础与转化医学分会.老年急危重症容量管理急诊专家共识[J].临床急诊杂志,2024,25(6):269-281. DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2024.06.001.

院率更高、临床结局更差。急诊的综合评估与恰当处理,很大程度上决定了患者的预后以及后续的稳定期治疗或慢性病维护,其中容量评估和容量管理是急危重症救治的基石,容量不足和容量超负荷均可加重器官组织损伤。基于老年急重症患者容量状态的复杂性和容量管理的相对困难,由中国医疗保健国际交流促进会急诊分会、中华医学会急诊医学分会等组织急诊与重症等相关学科的专家,依据国内外研究文献资料,对急诊老年急危重症的容量管理进行充分讨论并形成部分共识,为规范老年急危重症救治的可实践性提供指导和建议。本文主要介绍确定或疑似低循环容量状态的急危重症的评估与管理。老年人定义为 60 岁及以上,其中 80 岁及以上者称为高龄老年人。

本共识专家组成员采用 Likert scale 法对所有推荐意见的推荐强度进行函审投票,1 分为强烈不推荐,2 分为不推荐,3 分为考虑推荐,4 分为推荐,5 分为强烈推荐,以投票专家评分的平均值作为最终评分。平均分 <3 分为不推荐,3~3.99 分为弱推荐,4~4.49 分为推荐,4.5~5 分为强推荐。

推荐意见 1:老年急危重症患者具有特殊的病理生理特点,其容量管理需要更为精准化和个体化(4.68 分,强推荐)。

急危重症患者往往因为失血、腹泻与呕吐、液体再分布等表现低循环容量状态。与年轻人相比,老年人身体总含水量较低,因此一定量的液体丢失将导致细胞外液容量下降幅度更大,更容易出现有效血容量减少。另一方面,老年人由于自身机体功能衰退,很容易发生心功能不全,导致容量负荷过重、全身组织灌注不足等。老年人由于饮水量减少和口服药物等原因导致脱水,多数情况下初始治疗需要 500 mL 晶体液补充。液体治疗的超负荷不良反应可能被高估,但是在标准的液体复苏流程中,如 6 h 内输注 30 mL/kg 晶体液未必能够获益,并在有心脏损害和慢性肾衰的患者中增加并发症^[4]。

老年急危重症患者的容量管理有其特殊性^[2]:①多合并基础疾病如高血压、糖尿病、心功能不全、肾功能不全、脑血管病等,基础状况差异较大;②对容量负荷的最大耐受性低于年轻患者。疾病状态时,易合并心功能下降,心功能曲线右移,对前后负荷变化敏感,尤其是对容量负荷承受能力减弱;③老年人内环境自我调节能力下降,易发生水、电解质及酸碱平衡紊乱;④认知能力和主诉表达能力下降,对临床医生的判断产生一定影响;⑤急诊老年患者容量状态评估复杂,容量失衡风险高,需要进行综合、多学科、精准化和个体化管理;⑥老年患者面临更多经济、社会、家庭问题,需要结合生活状态等多方面选择恰当的沟通方式。

推荐意见 2:老年急危重症患者的急诊容量管理首先应进行科学评估,其基本内容包括有无容量缺乏、有无容量超负荷以及个体对补液的耐受性等(4.51 分,强推荐)。

急重症患者的容量状态分析主要关注三种基本情形。一是患者有无容量不足:绝对的容量不足,如显性的失血、失液(急性消化道出血、创伤失血、腹泻与呕吐、大量抽放胸水或腹水等),这种情况补液指征比较明确,疾病早期患者对液体负荷的耐受性较好;相对的容量不足,如严重感染或脓毒症、脓毒性休克,不显性失血、失液,结合患者容量相关临床表现与疾病的病理生理学机制,基本上能设定补液的初步计划;二是患者有无容量超负荷表现:如呼吸困难、心动过速、肺部水泡音、下肢或背部水肿等;三是患者对液体治疗耐受性:已经进行了一定量的液体补充而一般临床容量不足或超负荷特征不明显,这就需要使用较为精准的容量(液体)反应性评估以判断容量需求与耐受性^[5]。建议采取有创/无创血流动力学技术、床旁超声(如腔静脉指数等)进行更为客观的量化评价。20%~30% 的脓毒症患者进入 ICU 治疗。然而液体治疗开始于急诊科,静脉液体管理是危重病的重要治疗部分。尽管脓毒症患者的最佳液体管理仍不确定,但临床医生应该考虑危重病每个阶段液体管理的风险和益处^[6]。对于老年急诊患者,容量不足可导致有效血循环量减少,CO 下降,组织氧供障碍,出现意识改变、血流动力学紊乱以及急性肾衰等危害,容量超负荷和肺淤血往往是病情恶化、住院时间延长的主要原因,在容量管理过程中必须重视容量评估,结合容量反应性,量出为入,缩短评估周期时间,精细管理,而对于合并心衰的老年患者的容量管理则更为严格。急危重症患者急诊容量管理的简易流程如图 1 所示。

推荐意见 3:意识状态、心率/脉率、血压、尿量等临床征象是急诊评估容量简洁、快速且直观的方法,但上述指标在部分老年患者不敏感,评估时应注意使用中的一定局限性(4.38 分,推荐)。

虽然部分老年患者低血容量临床症状和体征可能不典型,也由于基础疾病、个体差异及疾病不同等原因可能影响评估结果,但临床评估始终是首要、关键的环节。评估容量的临床指标包括液体丢失量(呕吐量、腹泻量、出血量、每日摄食水的减少量等)和摄入量(包括输液量)、生命体征(心率/脉率、血压、意识、血氧饱和度)、颈静脉充盈情况、尿量等。意识状态、心率/脉率、血压、尿量是容量评估的临床简便且常用指标,但需要动态观察,对于老年急危重症患者宜缩短监测频次,有助于及时发现病情变化,且尽量避免使用某项单一指标进行评估。

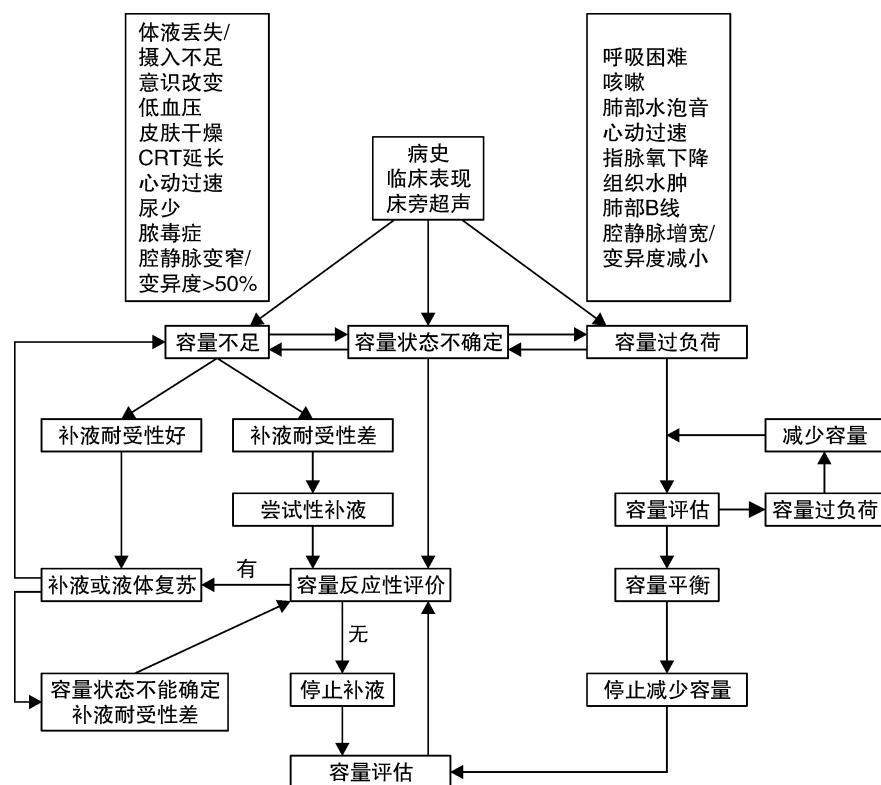


图1 容量管理简易流程

意识淡漠或烦躁、头昏、眼花、或从卧位改为坐位时出现晕厥,常提示有效循环容量不足,但应注意,这些意识变化需与老年人自身即存在的和对各种疾病应激反应出现的意识障碍相鉴别^[7-9]。心动过速、低血压及少尿等是容量缺乏的指征,但这些表现对于判断老年急重症患者的低血容量状态的特异度和灵敏度均有降低。当机体遭受打击后,必先启动各种代偿机制以维持相对稳定的血压,保证组织器官的有效灌注,因而血压不能敏感反映循环状态的早期变化,一旦血压下降往往已是循环失代偿结果;较之收缩压与舒张压,平均动脉压更能反映重要脏器的灌注与周围循环状况。此外,评价血压时,应结合患者平日血压水平,特别是对于平日血压控制不良的老年高血压患者。心率加快是反映循环容量状态早期变化的较敏感指标,但老年人静息心率减慢,应激状态下心率对交感神经兴奋反应性降低。尽管心率变化在某些情况下不能很好地提示老年机体对容量不足或容量过负荷反应^[1-2],但仍然是容量评估的重要指标。正常机体24 h尿量>800~1 000 mL(30~40 mL/h),若无尿(<100 mL/d)或少尿(<400 mL/d或<17 mL/h)提示有效血容量不足;应监测每小时尿量,当尿量<0.5 mL/kg/h连续6 h以上时提示存在AKI。此外,利尿剂、补液速度和类型、血管活性药物等都影响尿量,在观察尿量变化时应将这些因素考虑在内。

推荐意见 4: 毛细血管再充盈时间(capillary refill time, CRT)评估简便易行,可作为评价老年急

危重症患者血管内容量状态的方法,但需要考虑年龄因素对其影响(4.03分,推荐)。

四肢皮肤苍白、湿冷提示末梢灌注差,常提示有效循环容量不足。

指端指压试验、胸骨皮肤或鼻尖 CRT 是评价血管内容量状态、指导液体复苏策略、确定治疗终点一个有用而快捷的指标,并且具有一定的评估预后的价值^[10]。指压 CRT 的方法为:用手按压手指或脚趾远端指/趾骨的腹面,直到指甲变白,然后释放,计算指(趾)甲恢复至原有颜色需要的时间(以秒为单位),超过 3 s 为 CRT 异常。对于危重症患者, CRT 可以每 30 min 进行一次。全球 28 个不同 ICU 进行的 ANDROMEDA-SHOCK 随机对照研究纳入 424 例新诊断的脓毒性休克患者,比较 CRT 与血乳酸(下降至 2 mmol/L)指导的液体复苏的死亡率,结果显示,主要终点结局(28 d 全因死亡率)有轻微改善(34.9% vs 43.4%, $P=0.06$),1 个次要终点结局——72 h 器官功能障碍(SOFA 评分)有明显改善($P=0.045$)^[11]。研究认为,与传统组织灌注标记物相比, CRT 在评价液体状态和管理液体实施方面都同样有效。

应用 CRT 评价外周循环状态方便、易操作,连续性好。在院前急救、基层医院等条件有限以及无更好评价手段可获取时当推荐使用。仍需注意的是,影响 CRT 结果的因素诸多,如年龄、皮肤色素沉着(黄疸或其他)、皮肤弹性差、扩(缩)血管药物使用、低体温或环境温度低、灯光以及观察者的主

观因素等。

推荐意见 5:老年低血容量性休克的容量管理也应遵循 SOSP 原则(4.54 分,强推荐)。

SOSP 原则指:抢救(Salvage)、优化(Optimization)、稳定(Stabilization)、降阶(De-escalation)四个阶段^[12-13],适用于各种原因导致的低血容量休克,同样适用于老年低容量性休克患者的液体管理。

抢救阶段:指患者由于各种情况(出血和严重脱水、脓毒症)出现明显的循环血容量不足,需要快速复苏的初始阶段,在此阶段,须短时间内进行有效容量复苏,过度复杂监测系统指导液体输注并非必须。补液速度和补液量一方面取决于低血容量的严重程度,另一方面取决于心血管的容量负荷能力、肾脏的容量处理能力。

优化阶段:准确测量心率和动脉压,尽快通过床旁超声来评估机体容量状态与心室的充盈程度和功能,并定期复查、监测机体对治疗的反应性。对血乳酸水平升高的休克患者,还应动态监测血乳酸水平。

稳定阶段:及时识别停止补液的时机。一旦患者病情趋于稳定或当无容量反应性时应停止积极补液,只需少量液体维持。此阶段的体液正平衡多与不良预后相关,一项纳入 ICU 的 1 808 例脓毒症患者的多中心研究,发现入住 ICU 72 h(而不是最初 24 h)的总液体量增多是死亡的独立危险因素^[14]。

降阶阶段:当病情趋于平稳,将进入“降阶”阶段,此阶段除限制补液外,还应排出多余的液体以减轻组织水肿。如果机体无法自发地达到负平衡,可以使用利尿剂或肾脏替代治疗达到负平衡效果。根据目前的认识,利尿剂的使用应仅限于容量超负荷和(或)高钾血症的管理。需注意老年患者使用大剂量利尿剂可导致电解质紊乱和肾损害。

推荐意见 6:对初始液体治疗无效的老年急重症患者应进行容量反应性评估(4.70 分,强推荐)。

液体治疗的血流动力学目的是增加 CO,以改善组织灌注,但液体治疗对血流动力学的影响不稳定,因为 CO 和前负荷之间的关系存在个体间差异^[15]。事实上,只有约半数患者的 CO 随液体扩容而增加^[15-16]。因此,应对哪些老年危重症患者接受补液后可能增加 CO 有一定的预判。观察尿量变化是有效方法之一,但缺乏敏感性,并且需要一定时间。

容量反应性也称液体反应性,是指通过增加容量负荷使 CO 增加的特性。经典的液体反应性评估方法是液体负荷试验,将 300~500 mL 的晶体液在 15~30 min 内输注完,然后通过血流动力学监测技术测量 SV 或 CO 的变化,当 SV 变化超过 10%~15%即为有液体反应性^[17-18]。一般来说,对

初始液体治疗效果不佳的患者需进行 CO 和 SV 监测,危重症患者液体反应性常用的评估方法见表 1。对于老年危重症患者存在液体反应性但又有血管外肺水增加时,液体治疗应采取“滴定式”策略^[19]。PEEP 试验是将高 PEEP 快速降低到 5 cmH₂O(1 cmH₂O=0.098 kPa)进行容量反应性预测的一种方法。Lai 等^[20]对 64 例急性呼吸窘迫综合征(PEEP 10~15 cmH₂O)合并急性循环衰竭患者,以 1 min 被动抬腿试验(passive leg raising test,PLR)期间 CI 增加 10%作为容量反应性阳性对照。以 CI 增加>8.6%为阳性阈值,PEEP 试验预测容量反应性的灵敏度为 96.8%(95%CI:83.3%~99.9%),特异度为 84.9%(95%CI:68.1%~94.9%)。PLR 引起的 CI 变化与 PEEP 试验之间的系数为 0.76(95%CI:0.63~0.85, $P<0.0001$)。

推荐意见 7:PLR 是急诊老年危重症容量反应性评估的有效方法,简单易行、安全性好,有助于减少液体复苏中的容量过负荷(4.42 分,推荐)。

PLR 是通过模拟内源性液体补充进行容量反应性评估。当抬起双下肢,大约有相当于 300 mL 的血容量从身体的较低部位流动到胸腔腔中。PLR 没有“额外液体”的输入,其容量变化效应具有可逆性,避免了液体过负荷的风险。多项研究显示,实时的 CO 或其替代指标监测显示 PLR 评估液体反应性具有很好的可靠性,当存在自主呼吸、房颤、低肺顺应性和机械通气小潮气量时也同样适用,是预测老年容量反应性的有效方法^[21-23]。Monnet 等^[24]一项纳入 21 项研究共 991 例成人休克患者的 meta 分析显示,PLR 诱导的 CO 变化对容量扩张的预测性可靠性很高。

对于血容量不足的老年急危重症患者,容量的接受范围较窄,因此需要在补充液体时充分考虑液体需求和心功能,据此设定初始目标和后续目标,包括液体的种类、输液的速度和容量的评估手段等。老年脓毒症容量管理相关研究显示,2/3 的脓毒性休克患者在第 1 天出现液体过负荷,并持续存在,仅有 1/2 的脓毒症补液治疗具有液体反应性并可能获益^[25-27]。FRESH 研究是一项在急诊室进行的前瞻性、多中心、随机对照研究^[28],通过表面生物电阻抗技术动态监测 PLR 时 CO 变化,结果显示,对需要液体复苏和增加血管活性药的急诊老年危重症患者,预先采用 PLR 进行液体反应性评估有助于减少不必要的容量负荷[(0.65±2.85)L vs (2.02±3.44)L, $P=0.021$],降低肾脏替代治疗率(5.1% vs 17.5%, $P=0.04$)和机械通气使用率(17.7% vs 34.1%, $P=0.04$),并提高了出院生存率(63.9% vs 43.9%)。

应注意的是,对于老年患者,即使 PLR 测试液体反应性为阳性,也不是常规大量补液的指征,给

予液体的决定需要综合考虑以下三种情况:血流动力学不稳定或休克迹象(或两者兼有)、容量反应性(PLR 阳性)和液体超负荷的风险。反之,PLR 试验阴性有助于决定停止输液,以避免液体超负荷,这也同时表明应通过输液以外的其他方式纠正血

流动力学不稳定。另外,对急危重症老年患者实施时动作应轻柔,做好管路固定,避免管路脱出;老年患者常多病共存,大部分患者存在疼痛、咳嗽、不适和觉醒可引起肾上腺素能刺激,导致 CO 变化,如果条件允许 PLR 通过调床来进行。

表 1 老年危重症液体反应性急诊常用评估方法

液体反应性试验	机制	需要的血流动力学监测技术	主要的优点	主要的缺点与不足	适用性推荐等级
PLR	通过体位变化实现自我容量负荷变化	脉冲轮廓分析(CO)、超声心动图(VTI)、脉搏血氧计(PI)	避免液体过负荷适用于机械通气和非通气患者,易于操作	需要实时血流动力学评估,在腹内压增高(IAH)情况下不可靠,颅压高者受限,容量绝对缺乏时,意义不大	强推荐
脉搏变异度	机械通气时心肺交互原理	动脉导管持续监测	不需要监测 CO,易于操作	不可靠的情况:自主呼吸,心律失常、IAH、低潮气量和低肺顺应性	推荐
SVV	机械通气时心肺交互原理	食管超声心动图(TEE)、PiCCO 技术、经动脉压力波形分析技术(FloTrac)	连续监测 CO,灵敏度和特异度较高	不可靠的情况:自主呼吸,心律失常、IAH、低潮气量和低肺顺应性	推荐
EEO test	机械通气时心肺交互原理	脉冲轮廓分析(CO)	易于操作	实时连续监测 CO,需要完全控制通气	推荐
下腔静脉呼吸变异度(IVCd)	自主呼吸时和机械通气时的心肺交互原理	超声	适用于机械通气和非通气患者,不需要监测 CO	需要熟练操作,在 IAH 的情况下价值有限,可靠性不足	弱推荐
液体负荷试验	15~30 min 内输注 300~500 mL 晶体液	脉冲轮廓分析(CO)、超声心动图(主动脉瓣血流速)	适用于机械通气和非通气患者,实施简单	液体负荷增加较快较多	强推荐
微量液体负荷试验	1 min 内输注 50~100 mL 晶体液	脉冲轮廓分析(CO)	液体负荷增加风险小	cut off 值为 5%,需要精准的 CO 量	推荐

推荐意见 8:急诊医师主导的床旁超声可用于老年急危重症患者容量评估。该方法诊断准确率高,实用价值好,具有简便易行、无创伤的特点(4.7 分,强推荐)。

近年来,超声评价急重症容量状态的价值和优势愈益凸显,由急诊医生主导的床旁超声技术也越来越受到广泛重视和普遍应用,为急诊临床管理急重症提供了可视化的实时图像,已逐渐成为辅助急诊医生诊疗的一双慧眼。

超声肺部检查正常情况下表现为“蝙蝠征”,以 A 线为主。B 线也称“彗尾征”,是由于邻近胸膜的肺组织病变,导致组织内含液体的比例增加,气体的比例减少,组织内声阻抗增加而产生。当单侧 B 线增多>3 条时,且每侧胸部有两个及以上扫查区域出现阳性结果时,表明肺组织内液体显著增多,对补液的耐受性较差;当单侧 B 线出现 5 条以上时不推荐继续补液^[29-31]。一项关于老年急性心衰的患者中,自主呼吸状态下,下腔静脉(inferior vena

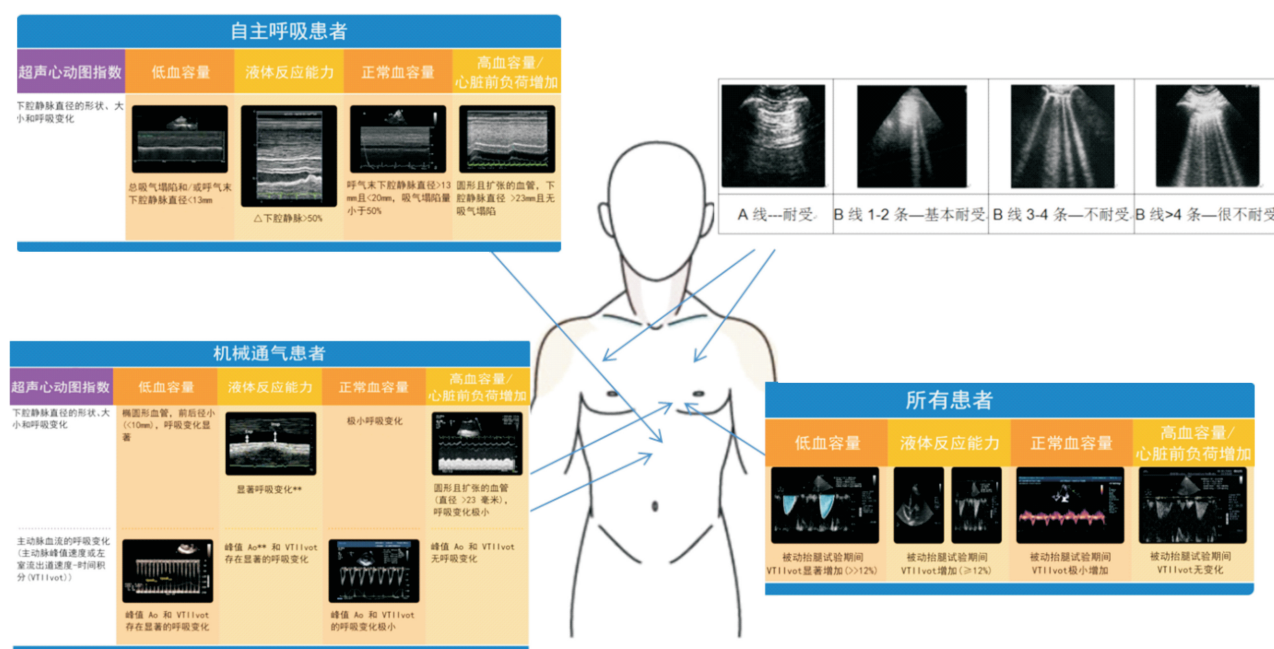
cava,IVC)直径<2.1 cm 且 IVC-CI>50%与低血容量密切相关。而一个区域超过 6 条 B 线且 IVC-CI≤50%与患者不良预后密切相关^[32]。多项研究表明,通过床旁超声测量 IVC-CI、主动脉峰值速度或左室流出道速度-时间积分(VTI_{lvot})可进行容量状态和液体反应性的评估^[33]。见图 2。

推荐意见 9:CVP 是评价有效循环血容量和心功能状态有重要意义的指标,补液前后 CVP 变化有助于判断患者的容量反应性,在老年急危重症患者容量管理中应动态监测(4.16 分,推荐)。

CVP 由心功能、循环血容量及血管张力三个主要因素决定,受右心功能下降、心包积液、瓣膜反流、大量胸腔积液和 IAH 等因素影响,而且测量本身也可能存在误差。不宜单独将 CVP 作为评价循环血容量的指标,建议结合其他指标综合评估。对于个体而言,CVP 动态监测和与其他容量监测手段综合评估,对了解有效循环血容量和心功能状态有重要意义。单一静态 CVP 值对患者容量反应性

的预测价值有限,而“极端值”[$<6 \sim 8$ mmHg ($1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa}$)]对于指导急重症患者液体复苏可能有一定作用^[34]。CVP 动态监测,根据补液前后 CVP 变化有助于判断患者的容量反应性,若与 CO 等其他血流动力学监测联合应用其价值更好^[35]。在传统的休克患者容量管理中有一个经典的“5-2”原则,即液体负荷后 $\Delta\text{CVP} \leq 2 \text{ cmH}_2\text{O}$,说明容量反应性良好,可继续补液;若 $\Delta\text{CVP} \geq 5 \text{ cmH}_2\text{O}$,则提示容量反应性差,说明液体已足够,需要停止快速补液;如 ΔCVP 在 $2 \sim$

$5 \text{ cmH}_2\text{O}$,要暂停快速补液,10 min 后再作评估,直至 $\Delta\text{CVP} \geq 5 \text{ cmH}_2\text{O}$ 。CVP 与 CO 的反向变化常反映心脏功能(泵)的变化,与 CO 的同向变化则主要反映静脉回流(血容量/血管张力)的变化。CVP 装置简单、容易测量,仍然是老年危重症患者中指导液体复苏最常使用的变量^[34-35]。需要强调的是,CVP 所受影响因素较多,但其应用价值是基于对特定患者持有特定目标为导向的,动态评价其变化趋势的意义不能忽视。



用于预测被动抬腿试验的阳性率(左室流出道多普勒速度时间积分增加10%)时:

- 将 $\Delta\text{peakAO} \geq 28\%$ 作为截止点,其敏感度为55%,特异度为70%。
- 将 $\Delta\text{IVC} \geq 10\%$ 作为截止点,其敏感度为79%,特异度为64%。

图 2 急诊超声容量及液体反应性快速评估

推荐意见 10: 乳酸监测能早期发现组织灌注不足及隐性休克状态,在老年急危重症患者容量管理中应动态监测(4.86 分,强推荐)。

乳酸增高反映机体乳酸产生过多或清除能力下降。乳酸产生过多常见于低氧血症、有效血循环量严重不足、双胍类降糖类物质等,清除能力下降见于肝脏功能受损。血清乳酸水平与老年危重症患者的病情严重程度和预后密切相关,是组织低灌注的标志之一^[36]。对于急诊老年危重病患者应早期进行乳酸测定并分析导致乳酸升高(血乳酸 $>2 \text{ mmol/L}$)的原因。由于患者基础状态不同,单纯某一时刻的血清乳酸水平不能反映组织氧供、氧耗的变化^[37],建议动态监测。乳酸清除率可加强评估机体组织细胞的灌注和氧代谢情况,计算方法为:清除率=(初始乳酸值-复测血乳酸值)/初始乳酸值 $\times 100\%$ 。对于血乳酸 $>4 \text{ mmol/L}$ 的老年休克患者应在开始液体复苏后每 $2 \sim 3 \text{ h}$ 复查一次血乳

酸,以期使 6 h 乳酸清除率下降达到或超过 50% 。

推荐意见 11: 中心静脉血氧饱和度(ScvO_2)监测可以更早发现血容量不足,动态变化还能预测液体治疗的反应性,在老年急危重症患者容量管理中宜尽早进行(4.30 分,推荐)。

氧代谢监测是评估血流动力学状态以及组织灌注的重要手段。混合静脉血氧饱和度(SvO_2)是反映机体氧供和氧需总体平衡的良好指标,但 SvO_2 监测需要从肺动脉采血,技术条件要求较高。 ScvO_2 是由中心静脉(锁骨下静脉或颈静脉)导管测得,正常为 $\geq 75\%$ 。研究表明, ScvO_2 与 SvO_2 具有良好的相关性。血容量不足时,早期氧输送降低,组织细胞通过增加氧的摄取来维持代谢,此时 ScvO_2 降低。 ScvO_2 能比血乳酸更早反映氧输送,故有利于指导早期液体复苏。脓毒性休克早期目标导向治疗(early goal directed therapy, EGDT)中建议 6 h ScvO_2 目标值 $\geq 70\%$ 。对老年休克患者

宜尽早进行 $ScvO_2$ 监测,更早发现容量不足。另外,研究发现 PLR 引起的 $ScvO_2$ 改变也可预测患者的液体反应性^[38]。 $ScvO_2$ 应与其他血流动力学参数(CO、心率、血压)、血清乳酸水平和尿量结合使用,以指导患者的治疗计划。见图 3。

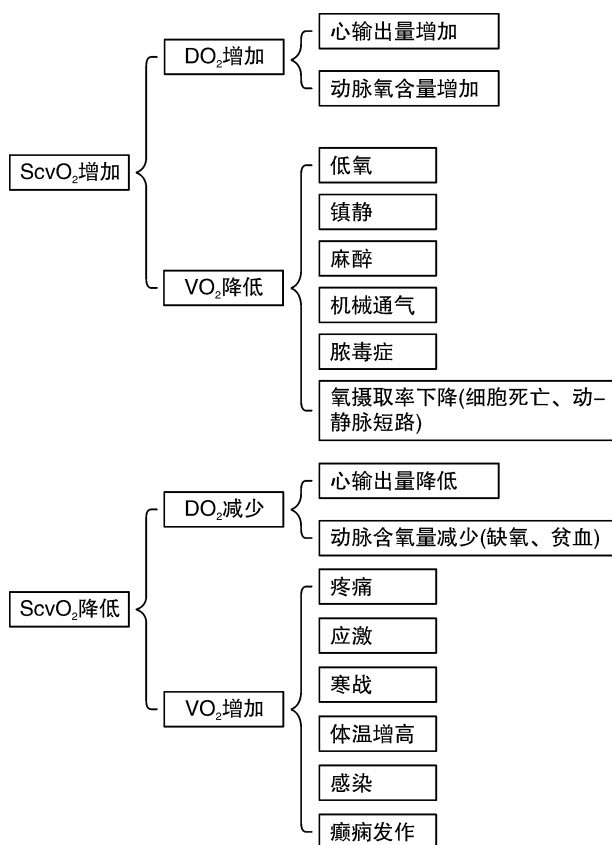


图3 $ScvO_2$ 异常的常见原因

推荐意见 12:老年急危重症患者容量复苏血压靶目标应参照基础血压水平,根据原发疾病特点、病理生理机制、临床表现等因素进行个体化制订,并实施动态评估(4.70分,强推荐)。

老年患者常合并有高血压和脑缺血疾病,受动脉硬化、阻力血管弹性下降等影响,可能需要更高的血压以维持组织灌注。老年人的收缩压即使超过 90~100 mmHg,也可能已经处于休克状态^[39]。临床实践中,对于需要补液的老年急重症患者,因为担心老年人的心脏储备能力,往往多采取较为严格的容量限制,未能提供充分的液体复苏以保证有效的组织灌注,影响预后。有研究显示,急诊的老年感染或外科脓毒症、创伤患者,SBP<140 mmHg 与高病死率呈线性相关^[40];而 SBP>120 mmHg 的老年急诊患者,补液量<1 L 的病死率矫正风险增加 2 倍。另一项关于脓毒性休克患者目标血压设定的研究显示^[14],设定平均动脉压 80~85 mmHg,与 65~70 mmHg 相比虽然患者房颤的发生率更高,但在高血压患者中(占研究病例数的

40%),肾脏损害和需要进行肾脏替代治疗的病例数更少。因此,对老年急诊危重症患者需要综合考虑其基础血压水平、原发疾病特点、病理生理机制、临床表现等因素来进行血压目标设定,并实施动态评估。

推荐意见 13:老年脓毒性休克患者早期容量复苏应采取适度液体策略,初始 1~2 h 补液量 20~30 mL/kg,但对高龄危重症患者的容量管理宜采取谨慎补液策略(4.19分,推荐)。

早期容量复苏中输出量和输注速度是关键要素。一项纳入 302 例 ICU 成人脓毒性休克患者关于补液速度的多中心回顾性、观察性研究^[41],根据初始 1~2 h 补液量分为低容量组(小于 20 mL/kg)、中容量组(20~30 mL/kg)和高容量组(>30 mL/kg),结果显示,高容量组的 28 d 病死率最高(48.3%),中容量组的死亡率最低(26.3%),两组之间差异有统计学意义($P<0.05$);回归分析显示,初始中容量复苏是独立保护因素,可显著减少死亡风险。一项对 1 052 例脓毒性休克患者的回顾性研究显示^[42],初始液体复苏速度在 0.25~0.50 mL/kg/min(即在最初 2 h 内 30 mL/kg 复苏)与更慢的输液速度相比,可以减少休克的持续时间,降低 28 d 病死率。Govero 等^[43]回顾性研究 2018—2020 年急诊科的老年脓毒症患者 8 414 例,平均年龄 70 岁,对比 6 h 内输注液体量<30 mL/kg(理想体重)和≥30 mL/kg(理想体重)对结局的影响,结果提示,72%的患者接受了≥30 mL/kg 的液体复苏;与<30 mL/kg 组相比,≥30 mL/kg 组有更低的住院期间病死率和 30 d 死亡风险,也减少了机械通气使用的风险。但老年人脏器储备功能下降,复苏过程中应监测血流动力学、动态评估容量反应性,避免容量过负荷。Sivapalan 等^[44]一项包括 13 个临床试验(4 006 例)和 4 项临床试验(3 385 例)的系统回顾分析,对比了较低容量和较高容量复苏对预后的影响,结果显示在成人脓毒症中较低的容量复苏与较高的容量复苏在全因死亡率方面虽有降低但差异无统计学意义。Shapiro 等^[45]在一项 60 个中心进行的脓毒症诱发低血压患者的非盲优效性试验中,共纳入 1 563 例患者,其中限制性液体组 782 例,宽松性液体组 781 例。结果,限制性液体组的静脉液体量少于宽松性液体组(中位数差异为-2 134 mL;95%CI:-2 318~-1 949),限制性液体组血管加压药使用时间更早、更普遍、使用时间更长;但两组的严重不良事件数量和 90 d 出院前死亡率差异无统计学意义。

高龄和左室功能损害的患者在应对前负荷增加时会产生不利的影响。左室收缩功能下降以及左室顺应性降低均可导致补液过程中左房压和左室压增加,出现肺动脉充血和肺水肿^[46-47]。不仅液

体过负荷可以造成器官功能障碍,复苏早期和累积超过 4 d 的液体正平衡与死亡风险增加相关^[48]。累计体液正平衡是死亡的最强预后因素之一^[49]。因此,高龄患者须实施输注量较少、输注速度较慢的“保守策略”。

推荐意见 14:老年低血容量性休克早期液体复苏首选晶体液(4.35 分,推荐)。

有研究显示,在 ICU 的低血容量休克患者中,使用胶体与晶体液治疗的患者 28 d 病死率差异无统计学意义^[50]。由于晶体液维持血容量的时间有限,故可以适当补充胶体液。胶体液分为天然胶体(如白蛋白)和人工胶体(如羟乙基淀粉、明胶、右旋糖苷)。胶体液主要优点是能快速有效扩张血管内容量,维持胶体渗透压,并减少外周水肿,稳定血流动力学,对乳酸积累的影响较小^[51]。出血性低血容量性休克往往需要补充血液制品。目前没有任何一种液体为理想复苏液,同时也无足够的相关证据证明哪一种液体优于另一种。因此,选择复苏液体时,最好综合基础疾病、损失体液成分、休克程度等因素判断。

临床实践中,极少存在单独使用胶体溶液扩容的情况,多数情况下是先补充晶体后补充胶体溶液。一项包含 59 项随机对照试验的 meta 分析表明,接受胶体液治疗的创伤患者相比于接受晶体液治疗,其死亡风险并没有增加,而在脓毒症和其他非创伤性危重症患者中,胶体液比晶体液更可能增加 AKI 与肾衰竭的风险^[52]。

由于人工胶体液分子量较大,对肾功能、凝血存在影响,并可能诱发过敏反应,不适用于脓症患者或有 AKI 风险的患者。在创伤出血性休克的初始阶段使用人工胶体也会对止血有不良影响^[53]。鉴于急诊老年危重症患者以感染、心脑血管疾病以及非创伤为主,且心脏、肾脏功能下降,推荐低血容量性休克早期液体复苏使用晶体液,并根据容量反应性情况适当补充天然胶体如人血白蛋白进行复苏,可减少晶体液的输入量,从而减少心衰、肺水肿发生率。脓毒症合并急性呼吸窘迫综合征,联合使用白蛋白可减少渗出。

推荐意见 15:平衡晶体液与生理盐水比较,肾脏相关不良事件发生率可能更低(4.30 分,推荐)。

晶体液包括高渗盐溶液、生理盐水和复方氯化钠溶液以及平衡晶体液。多个指南推荐在休克的扩容治疗中首选晶体液,其中最常用的是生理盐水和平衡晶体液。0.9%氯化钠溶液及复方氯化钠溶液中氯离子含量高达 156 mmol/L,且溶液中均不含酸碱缓冲体系,在大量输注时可能引起高氯血症、酸中毒以及降低肾脏血流速度和组织灌注^[54]。

平衡晶体液是一类具有缓冲体系的、低氯的晶体液,其电解质组成、pH 和渗透压与细胞外液有一

定相似性,包括乳酸林格液、醋酸林格液、碳酸氢钠林格液。

2018 年发表在 *N Engl J Med* 的 SMART 研究^[55],采用整群随机、多交叉的临床试验设计,纳入 15 802 例成人危重症患者,比较了平衡晶体液与生理盐水对患者预后的影响,主要研究终点是主要肾脏相关不良事件(任何原因导致的死亡、新增肾脏替代治疗或持续肾功能不全所组成的复合结局,简称 MAKE30),结果显示,与平衡晶体液相比,生理盐水增加 MAKE30 的发生率(14.3% vs 15.4%, $P=0.04$);亚组分析显示,脓毒症患者住院期间使用生理盐水较平衡晶体液也显著增加 30 d 死亡率,且增加血管升压药用量。同期发表在 *N Engl J Med* 的 SALTED 研究显示^[56],在急诊患者中,平衡晶体液组 30 d 内主要肾脏不良事件发生率低于生理盐水组(4.7% vs 5.6%, $P=0.01$)。但新近的一项大型随机对照 BaSICS 研究显示,对于需要补液的危重症患者,与 0.9%生理盐水相比,使用平衡晶体液并不能显著降低 90 d 死亡率^[57]。

严重肝功能损害时乳酸代谢受损,乳酸过度积累,可能导致血清乳酸水平升高;外源性乳酸也通过糖异生转化为葡萄糖,导致高血糖。此外,由于乳酸林格溶液的相对低渗性,大容量给药可能导致短暂性脑水肿和颅内压升高^[58-59]。最近 Isha 等^[60]在一项纳入 2 022 例脓毒症患者的队列研究中,接受乳酸钠林格液和生理盐水作为主要复苏液体治疗后,两组队列在死亡率、住院时间、确诊后 ICU 入住、机械通气、氧气治疗和肾脏替代疗法(renal replacement therapy, RRT)等方面均差异无统计学意义。

Bian 等^[61]的一项回顾性队列研究,纳入 662 例既往采用碳酸氢钠林格液或生理盐水作为液体复苏和液体维持的 ICU 重症患者,比较 30 d 内 MAKE30 的发生率,结果显示,与生理盐水相比,碳酸氢钠林格液组新增肾脏替代发生率与治疗天数显著减少,在脓毒性休克患者亚组中,碳酸氢钠林格液组的血管加压药和新增肾脏替代治疗天数也少于生理盐水组,提示碳酸氢钠林格液具有潜在的肾功能保护作用。国内几项研究显示在创伤和失血性休克患者中,碳酸氢钠林格液可以更好地维持酸碱平衡和血流动力学稳定,改善乳酸代谢、创伤应激下的炎症因子水平及凝血功能,肾脏相关并发症发生风险更低^[62-65]。

一项包括了 15 个随机研究、5 个观察性研究和一些前后对照研究的共 6 253 例患者的荟萃分析显示^[66],高氯液体的使用并未影响死亡率,但与 AKI 发生风险增加相关。一项比较生理盐水和平衡盐晶体液对重症患者影响的多中心、随机、双盲

研究是 SPLIT 研究^[67],该研究共纳入了来自 4 个新西兰 ICU 的 2 278 例危重症患者,随机使用生理盐水或平衡晶液体,结果发现,两组患者 AKI 发生率比较差异无统计学意义(9.6% vs 9.2%, $P=0.77$),对肾脏替代治疗的需求差异无统计学意义(3.3% vs 3.4%, $P=0.91$),90 d 生存率亦差异无统计学意义(7.6% vs 8.6%, $P=0.40$)。一项更大样本的随机研究中^[68],7 942 例危重症患者使用平衡液,7 860 例使用生理盐水,两组患者的中位年龄为 58 岁,其余基线特征皆具有可比性。研究观察了从初始复苏到 7 d 的氯离子和碳酸氢根的变化,发现既无高氯血症,也无酸中毒,30 d 主要肾脏不良事件在生理盐水组略微增加(14.3% vs 15.4%, $P=0.04$),30 d 住院死亡率两组差异无统计学意义(10.3% vs 11.1%, $P=0.06$),接受肾脏替代治疗两组差异亦无统计学意义(2.5% vs 2.9%, $P=0.08$)。一项系统综述与 meta 分析显示,接受晶液体治疗的所有危重症患者,与生理盐水组相比,使用平衡液不能降低死亡率、严重 AKI 风险或 RRT 使用率^[69]。

综上所述,现有的研究对于急重症患者早期复苏的液体选择依旧存在争议,但从生理盐水并非完全“生理”的角度考虑,同时也基于老年急重症患者临床早期干预更好的安全性考虑,优选平衡晶液体是有合理性的。

推荐意见 16:白蛋白不单独用于容量复苏,当需要使用大量晶液体复苏时可联合使用,对于有低蛋白血症的老年急危重症有一定益处(4.19 分,推荐)。

人血白蛋白是天然胶体,扩容效果迅速且持续时间较长,在液体管理的应用中非常重要,可降低脓毒性休克患者的死亡率^[70-71]。在 ALBIOS 非盲随机试验中,对 1 818 例严重脓毒症患者进行了生理盐水加 20%白蛋白和不加 20%白蛋白溶液的疗效研究,虽然 28 d 或 90 d 的总体存活率差异无统计学意义,但在 1 121 例脓毒性休克患者的亚组中发现,白蛋白与 90 d 的生存优势显著相关^[72]。Geng 等^[73]在一项纳入 8 项临床试验的 meta 分析中,研究了白蛋白与晶液体对危重症患者的复苏效果,共纳入 5 124 例脓毒症患者和 3 482 例脓毒性休克患者。结果显示,与晶液体相比,4%~5%和 20%白蛋白均可能对降低脓毒症患者的死亡率有潜在的有益作用;使用 20%白蛋白显著降低了脓毒性休克患者的 90 d 死亡率[$OR=0.81(0.67, 0.98)$, $P=0.03$],优于 4%~5%白蛋白和晶液体,显著改善脓毒性休克患者的结局[$OR=0.85(0.74, 0.99)$, $P=0.04$]。

白蛋白除了直接补充蛋白、提高胶体渗透压外,还有转运、抗氧化、抗炎、免疫调节等作用,

与人工胶体相比一般不干扰凝血和肾脏功能,对于老年急重症多合并低蛋白血症者有应用优势。但白蛋白价格较高,并不易获得。

推荐意见 17:寻找容量平衡点要根据老年患者起病诱因、病因、病理生理学机制以及临床表现,并兼顾各器官交互影响(4.60 分,强推荐)。

液体复苏的输入量受多种因素影响,包括患者的诊断及病情严重程度,需要从临床表现并结合病理生理学机制找寻液体入量的平衡点,液体过多与液体不足均与患者的不良预后有关^[74]。临床实践中,危重症患者即使实际循环血容量没有增加,由于毛细血管通透性的改变也会促使组织水肿的形成,但这并不意味着“液体超负荷”^[75]。肺水肿是临床上最为常见的液体超负荷形式,出现通气和弥散功能障碍;脑组织水肿会出现谵妄等意识改变;肾脏作为一个具有包膜的器官,对水肿反应很敏感,液体超负荷、肾脏静脉压力的升高会增加 AKI 与肾衰竭的风险,并与急性肾衰竭的不良预后相关^[76-78]。

对于老年危重症患者,应注重各器官间相互影响^[79]。一个器官的损害可能通过器官间相互影响导致另一个器官功能障碍,这种影响可能发生在所有器官之间。对于肾脏而言,当 AKI 伴有少尿(甚至无尿)和明显的液体超载时,可能会影响心肺功能;另一方面 AKI 时毒素和代谢物清除能力受损,从而影响其他器官系统的正常功能。在呼吸衰竭和(或)感染性休克患者中,肾功能衰竭是谵妄和昏迷的危险因素。肾功能衰竭还可减少药物的消除,特别是抗生素、镇痛药和镇静剂,这些药物的水平升高可导致远端器官中毒,如氨基糖苷类药物的耳毒性。此外,使用 RRT 治疗肾功能衰竭会影响药物消除,这使得这些患者的适当用药剂量难以确定。虽然肾脏会影响其他器官,其他器官的变化会反过来影响肾脏,例如,呼吸功能障碍引起的低氧血症与肾血流量减少有关,这可能导致肾功能障碍。机械通气与肾功能衰竭的风险增加有关,这可能与机械通气诱导的炎症介质释放和相关的血流动力学改变有关,包括胸内压力增加,限制 CO 和氧输送,并可能损害右心室功能。由于腹腔间隔室综合征,过高的腹内压力可改变肾灌注,诱发肾功能受损(图 4)。

推荐意见 18:老年急危重症容量管理应加强医护协同,医生和护士之间的角色和责任分工需要更加明确(4.43 分,推荐)。

高效的医护协同关系到患者的安全和预后的改善。医护协作良好的单元,院内压疮和跌倒发生率显著减少,中心静脉相关血流感染及呼吸机相关肺炎发生率也较低,其中有效沟通是协作的关键部分^[80]。有研究调查了护士和医生对围手术期目标

导向液体治疗的想法,结果发现护士和医生对实施目标导向液体治疗总体上持积极态度,然而,他们对于措施的实施则有不同的经验和期望,这与不同的工作条件和教育计划有关,工作条件使医生更容易通过床边教育进行调查和治疗。医护相互依赖是专业合作的特点,医生依靠护士来落实监测治疗措施,护士需要医生的分析结果进行方案调整,是个体患者的持续照顾者^[81]。因此,老年急危重症容量管理应加强医护协同,医生和护士之间的角色和责任分工需要更加明确,以提高他们的实践和分析能力,包括以下几个方面:①成立急诊医护协同容量管理小组,每日监测患者液体出入量、体重变化,动态评估体液容量,及时调整液体摄入量;②通过医护协同开展老年急危重症容量管理相关知识培训,提升专业技能;③医护充分沟通交流,共同议定容量管理目标、容量监测方法和频次、液体种类和补液途径等诊疗方案;④建立相互信任、高效合作的医护关系,相互间及时反馈信息、提出建设性意见和建议,如治疗效果、不良反应、可能的缺陷和风险等;⑤通过开展医护联合查房,加强医生和护士对患者病情、治疗等信息的有效沟通与反馈^[82]。

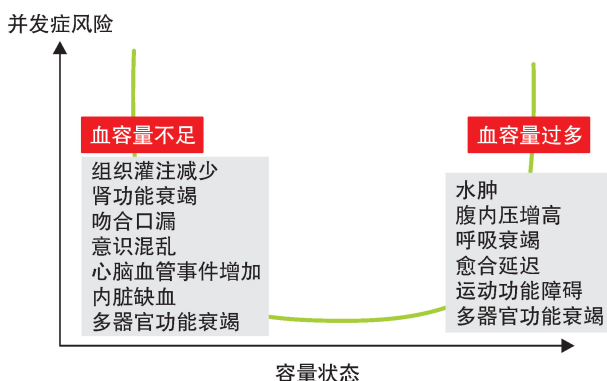


图 4 血容量与并发症风险的相关性

总之,对于老年低容量性急危重症的容量管理,临床评价、辅助检查以及必要的检测是基础,需强调多参数监测以揭示病情变化的某种联系,避免判断的片面性,使治疗更有针对性;宜连续性监测、动态观察病情变化和发展趋势,及时评价病情转归和采取主动治疗措施;各种无创性检测指标与技术的发展和不断改进是老年急危重症患者的主要手段,有创性监测技术应当慎重选择,严格其适应证。

撰写与审定专家:

姚咏明(解放军总医院第四医学中心)
朱华栋(北京协和医院)
柴艳芬(天津医科大学总医院)
杜俊凯(西安交通大学第一附属医院)
张国秀(河南科技大学第一附属医院)

康海(山东烟台毓璜顶医院)
张泓(安徽医科大学附属第一医院)
杨立山(宁夏医科大学总医院)
毛恩强(上海交通大学医学院附属瑞金医院)
钱传云(昆明医科大学第一附属医院)
侯明(青海大学附属医院)
吴利东(南昌大学第二附属医院)
曹钰(四川大学华西医院)
闫柏刚(重庆市第三人民医院)
程少文(海南医学院第一附属医院)
李燕(山西医科大学第二医院)
詹红(中山大学附属第一医院)
陈杨(贵州中医药大学第一附属医院)
高恒波(河北医科大学第二医院)
王维展(衡水市哈励逊国际和平医院)
杨灿菊(云南大理州人民医院)
彭鹏(新疆医科大学附属第一医院)
尹文(空军军医大学第一附属医院)
朱长举(郑州大学第一附属医院)
康健(大连医科大学附属第一医院)
曲爱军(山东省聊城市人民医院)
冀兵(山西医科大学附属第一医院)
丁邦晗(广东省中医院)
魏捷(武汉大学人民医院)
李德忠(湖北省恩施土家族苗族自治州中心医院)
张劲松(江苏省人民医院)
李湘民(中南大学湘雅医院)
邓颖(哈尔滨医科大学附属第二医院)
邢吉红(吉林大学第一医院)
李培武(兰州大学第二医院)
陈凤英(内蒙古医科大学附属医院)
徐善祥(浙江大学医学院附属第二医院)
李仕来(广西医科大学第一附属医院)
赵刚(华中科技大学同济医学院附属协和医院)
闵军(福建省福州市第二医院)
王振杰(蚌埠医科大学附属第一医院)
王辉(牡丹江市第二人民医院)
李岩(吉林大学中日联谊医院)
樊麦英(湖南省人民医院)
熊辉(北京大学第一医院)
辜小丹(成都市第六人民医院)
黄亮(南昌大学第一附属医院)
林志鸿(福建医科大学附属第一医院)
刘海波(吉林大学第一医院)
郑云(安徽医科大学第一附属医院)
吕传柱(四川省人民医院)
全锦花(北京医院)
王旭涛(北京医院)
郑粉双(云南大学附属医院)
聂时南(东部战区总医院)
杜贤进(武汉大学人民医院)

刘 霜(北京协和医院)
董士民(河北医科大学第三医院)
张新超(北京医院)
温 伟(北京医院)
金红旭(北部战区总医院)
张东山(中南大学湘雅二医院)
秦历杰(河南省人民医院)
秦延军(河北医科大学第三医院)
甘秀妮(重庆医科大学第二医院)
卢中秋(温州医科大学附属第一医院)
刘明华(陆军军医大学第一附属医院)

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 张新超. 急危重症容量管理[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2018: 376-382.
- [2] 张新超, 于学忠. 老年急诊医学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2023: 26-35.
- [3] Nasa P, Juneja D, Singh O. Severe sepsis and septic shock in the elderly: An overview[J]. *World J Crit Care Med*, 2012, 1(1): 23-30.
- [4] Goodacre S, Fuller G, Conroy S, et al. Diagnosis and management of sepsis in the older adult[J]. *BMJ*, 2023, 382: e75585.
- [5] Kalantari K, Chang JN, Ronco C, et al. Assessment of intravascular volume status and volume responsiveness in critically ill patients[J]. *Kidney Int*, 2013, 83(6): 1017-1028.
- [6] Zampieri FG, Bagshaw SM, Semler MW. Fluid Therapy for Critically Ill Adults With Sepsis: A Review[J]. *JAMA*, 2023, 329(22): 1967-1980.
- [7] Adan A. Cognitive performance and dehydration[J]. *J Am Coll Nutr*, 2012, 31(2): 71-78.
- [8] Shimizu M, Kinoshita K, Hattori K, et al. Physical signs of dehydration in the elderly[J]. *Intern Med*, 2012, 51(10): 1207-1210.
- [9] El-Sharkawy AM, Sahota O, Maughan RJ, et al. The pathophysiology of fluid and electrolyte balance in the older adult surgical patient[J]. *Clin Nutr*, 2014, 33(1): 6-13.
- [10] McGuire D, Gotlib A, King J. Capillary Refill Time. 2023 Apr 23 [M/OL]//StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2024 Jan -. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430685/>.
- [11] Hernandez G, Cavalcanti AB, Ospina-Tascon G, et al. Statistical analysis plan for early goal-directed therapy using a physiological holistic view-the ANDROMEDA-SHOCK: a randomized controlled trial[J]. *Rev Bras Ter Intensiva*, 2018, 30(3): 253-263.
- [12] Vincent JL. Fluid management in the critically ill[J]. *Kidney Int*, 2019, 96(1): 52-57.
- [13] Vincent JL, De Backer D. Circulatory shock[J]. *N Engl J Med*, 2013, 369(18): 1726-1734.
- [14] Sakr Y, Rubatto B P, Kotfis K, et al. Higher Fluid Balance Increases the Risk of Death From Sepsis: Results From a Large International Audit[J]. *Crit Care Med*, 2017, 45(3): 386-394.
- [15] Malbrain M, Van Regenmortel N, Saugel B, et al. Principles of fluid management and stewardship in septic shock: it is time to consider the four Ds and the four phases of fluid therapy[J]. *Ann Intensive Care*, 2018, 8(1): 66.
- [16] Malbrain M, Langer T, Annane D, et al. Intravenous fluid therapy in the perioperative and critical care setting: Executive summary of the International Fluid Academy (IFA) [J]. *Ann Intensive Care*, 2020, 10(1): 64.
- [17] Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine[J]. *Intensive Care Med*, 2014, 40(12): 1795-1815.
- [18] Cecconi M, Parsons AK, Rhodes A. What is a fluid challenge? [J]. *Curr Opin Crit Care*, 2011, 17(3): 290-295.
- [19] Monnet X, Shi R, Teboul JL. Prediction of fluid responsiveness. What's new? [J]. *Ann Intensive Care*, 2022, 12(1): 46.
- [20] Lai C, Shi R, Beurton A, et al. The increase in cardiac output induced by a decrease in positive end-expiratory pressure reliably detects volume responsiveness: the PEEP-test study[J]. *Crit Care*, 2023, 27(1): 136.
- [21] Shi R, Monnet X, Teboul JL. Parameters of fluid responsiveness[J]. *Curr Opin Crit Care*, 2020, 26(3): 319-326.
- [22] Monnet X, Rienzo M, Osman D, et al. Passive leg raising predicts fluid responsiveness in the critically ill[J]. *Crit Care Med*, 2006, 34(5): 1402-1407.
- [23] Ding X, Lian H, Wang X. Management of Very Old Patients in Intensive Care Units[J]. *Aging Dis*, 2021, 12(2): 614-624.
- [24] Monnet X, Marik P, Teboul JL. Passive leg raising for predicting fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis[J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42(12): 1935-1947.
- [25] Sirvent JM, Ferri C, Baro A, et al. Fluid balance in sepsis and septic shock as a determining factor of mortality [J]. *Am J Emerg Med*, 2015, 33(2): 186-189.
- [26] Bentzer P, Griesdale DE, Boyd J, et al. Will This Hemodynamically Unstable Patient Respond to a Bolus of Intravenous Fluids? [J]. *JAMA*, 2016, 316(12): 1298-1309.
- [27] PRISM Investigators, Rowan KM, Angus DC, et al. Early, Goal-Directed Therapy for Septic Shock-A Patient-Level Meta-Analysis[J]. *N Engl J Med*, 2017, 376(23): 2223-2234.
- [28] Douglas IS, Alapat PM, Corl KA, et al. Fluid Response Evaluation in Sepsis Hypotension and Shock: A Randomized Clinical Trial[J]. *Chest*, 2020, 158(4): 1298-1309.

- 1431-1445.
- [29] Demi L, Wolfram F, Klersy C, et al. New International Guidelines and Consensus on the Use of Lung Ultrasound[J]. *J Ultrasound Med*, 2023, 42(2):309-344.
- [30] Buessler A, Chouihed T, Duarte K, et al. Accuracy of Several Lung Ultrasound Methods for the Diagnosis of Acute Heart Failure in the ED: A Multicenter Prospective Study[J]. *Chest*, 2020, 157(1):99-110.
- [31] Maw AM, Hassanin A, Ho PM, et al. Diagnostic Accuracy of Point-of-Care Lung Ultrasonography and Chest Radiography in Adults With Symptoms Suggestive of Acute Decompensated Heart Failure: A Systematic Review and Meta-analysis [J]. *JAMA Netw Open*, 2019, 2(3):e190703.
- [32] Perez-Herrero S, Lorenzo-Villalba N, Urbano E, et al. Prognostic Significance of Lung and Cava Vein Ultrasound in Elderly Patients Admitted for Acute Heart Failure: PROFUND-IC Registry Analysis[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(15):4591.
- [33] De Backer D, Aissaoui N, Cecconi M, et al. How can assessing hemodynamics help to assess volume status? [J]. *Intensive Care Med*, 2022, 48(10):1482-1494.
- [34] 中国医师协会急诊医师分会, 中国医师协会急诊医师分会循环与血流动力学学组, 中华医学会急诊医学分会, 等. 中心静脉压急诊临床应用中国专家共识(2020)[J]. *临床急诊杂志*, 2020, 21(6):421-428.
- [35] Desebbe O, Mondor W, Gergele L, et al. Variations of pulse pressure and central venous pressure may predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients during lung recruitment manoeuvre: an ancillary study[J]. *BMC Anesthesiol*, 2022, 22(1):269.
- [36] He L, Yang D, Ding Q, et al. Association Between Lactate and 28-Day Mortality in Elderly Patients with Sepsis: Results from MIMIC-IV Database[J]. *Infect Dis Ther*, 2023, 12(2):459-472.
- [37] Gosselin M, Mabire C, Pasquier M, et al. Prevalence and clinical significance of point of care elevated lactate at emergency admission in older patients: a prospective study[J]. *Intern Emerg Med*, 2022, 17(6):1803-1812.
- [38] Giraud R, Vujovic B, Assouline B, et al. Do ScvO₂ variations induced by passive leg raising predict fluid responsiveness? A prospective study[J]. *Physiol Rep*, 2021, 9(17):e15012.
- [39] Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3) [J]. *JAMA*, 2016, 315(8):801-810.
- [40] Warmerdam M, Baris L, van Liebergen M, et al. The association between systolic blood pressure and in-hospital mortality in older emergency department patients who are hospitalised with a suspected infection [J]. *Emerg Med J*, 2018, 35(10):619-622.
- [41] Wang HL, Shao J, Liu WL, et al. Initial fluid resuscitation(30 mL/kg) in patients with septic shock: More or less? [J]. *Am J Emerg Med*, 2021, 50:309-315.
- [42] Hu B, Chen J, Dong Y, et al. Effect of initial infusion rates of fluid resuscitation on outcomes in patients with septic shock: a historical cohort study[J]. *Crit Care*, 2020, 24(1):137.
- [43] Govero AB, Yarrarapu S, Harrison MF, et al. Surviving Sepsis Guideline-Directed Fluid Resuscitation: An Assessment of Practice Patterns and Impact on Patient Outcomes [J]. *Crit Care Explor*, 2022, 4(7):e739.
- [44] Sivapalan P, Ellekjaer KL, Jessen MK, et al. Lower vs Higher Fluid Volumes in Adult Patients With Sepsis: An Updated Systematic Review With Meta-Analysis and Trial Sequential Analysis[J]. *Chest*, 2023, 164(4):892-912.
- [45] Shapiro NI, Douglas IS, Brower RG, et al. Early Restrictive or Liberal Fluid Management for Sepsis-Induced Hypotension[J]. *N Engl J Med*, 2023, 388(6):499-510.
- [46] Izzo C, Carrizzo A, Alfano A, et al. The Impact of Aging on Cardio and Cerebrovascular Diseases[J]. *Int J Mol Sci*, 2018, 19(2):481.
- [47] Herbert JA, Valentine MS, Saravanan N, et al. Conservative fluid management prevents age-associated ventilator induced mortality[J]. *Exp Gerontol*, 2016, 81:101-109.
- [48] Boyd JH, Forbes J, Nakada TA, et al. Fluid resuscitation in septic shock: a positive fluid balance and elevated central venous pressure are associated with increased mortality[J]. *Crit Care Med*, 2011, 39(2):259-265.
- [49] Vincent JL, Sakr Y, Sprung CL, et al. Sepsis in European intensive care units: results of the SOAP study [J]. *Crit Care Med*, 2006, 34(2):344-353.
- [50] Annane D, Siami S, Jaber S, et al. Effects of fluid resuscitation with colloids vs crystalloids on mortality in critically ill patients presenting with hypovolemic shock: the CRISTAL randomized trial [J]. *JAMA*, 2013, 310(17):1809-1817.
- [51] Wu XQ, Li ZB, Chen WX, et al. The influence of different resuscitation solution on lactic acid accumulation after hemorrhagic shock: a network meta-analysis [J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2019, 23(15):6707-6717.
- [52] Qureshi SH, Rizvi SI, Patel NN, et al. Meta-analysis of colloids versus crystalloids in critically ill, trauma and surgical patients[J]. *Br J Surg*, 2016, 103(1):14-26.
- [53] Spahn DR, Bouillon B, Cerny V, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fifth edition[J]. *Crit Care*, 2019, 23(1):98.
- [54] Chowdhury AH, Cox EF, Francis ST, et al. A randomized, controlled, double-blind crossover study on the effects of 2-L infusions of 0.9% saline and plasma-lyte(R)148 on renal blood flow velocity and renal cortical tissue perfusion in healthy volunteers[J]. *Ann*

- Surg, 2012, 256(1):18-24.
- [55] Semler MW, Self WH, Wanderer JP, et al. Balanced Crystalloids versus Saline in Critically Ill Adults[J]. *N Engl J Med*, 2018, 378(9):829-839.
- [56] Self WH, Semler MW, Wanderer JP, et al. Balanced Crystalloids versus Saline in Noncritically Ill Adults[J]. *N Engl J Med*, 2018, 378(9):819-828.
- [57] Zampieri FG, Machado FR, Biondi RS, et al. Effect of Intravenous Fluid Treatment With a Balanced Solution vs 0.9% Saline Solution on Mortality in Critically Ill Patients: The BaSICS Randomized Clinical Trial[J]. *JAMA*, 2021, 326(9):1-12.
- [58] Barlow A, Barlow B, Tang N, et al. Intravenous Fluid Management in Critically Ill Adults: A Review[J]. *Crit Care Nurse*, 2020, 40(6):e17-e27.
- [59] Rowell SE, Fair KA, Barbosa RR, et al. The Impact of Pre-Hospital Administration of Lactated Ringer's Solution versus Normal Saline in Patients with Traumatic Brain Injury[J]. *J Neurotrauma*, 2016, 33(11):1054-1059.
- [60] Isha S, Satashia PH, Yarrarapu S, et al. A retrospective analysis of normal saline and lactated ringers as resuscitation fluid in sepsis[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2023, 10:1071741.
- [61] Bian Y, Xu T, Le Y, et al. The Efficacy and Safety of Sodium Bicarbonate Ringer's Solution in Critically Ill Patients: A Retrospective Cohort Study[J]. *Front Pharmacol*, 2022, 13:829394.
- [62] Ma J, Han S, Liu X, et al. Sodium bicarbonated Ringer's solution effectively improves coagulation function and lactic acid metabolism in patients with severe multiple injuries and traumatic shock[J]. *Am J Transl Res*, 2021, 13(5):5043-5050.
- [63] 卞晓华, 闫雁, 董士民. 碳酸氢钠林格液对创伤失血性休克炎症因子及血栓弹力图的影响[J]. *实用休克杂志(中英文)*, 2021, 5(5):277-282.
- [64] Yu L Q, Meng CC, Jin XS, et al. Clinical study of sodium bicarbonated Ringer's solution on fluid resuscitation of patients with hemorrhagic shock[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2022, 26(5):1535-1542.
- [65] 韩圣瑾, 杨翠, 周正武, 等. 碳酸氢钠林格液在创伤性肝脾破裂伴失血性休克早期复苏中对炎症因子及乳酸水平的影响[J]. *中华灾害救援医学*, 2022, 10(3):139-142.
- [66] Krajewski ML, Raghunathan K, Paluszkiwicz SM, et al. Meta-analysis of high- versus low-chloride content in perioperative and critical care fluid resuscitation[J]. *Br J Surg*, 2015, 102(1):24-36.
- [67] Young P, Bailey M, Beasley R, et al. Effect of a Buffered Crystalloid Solution vs Saline on Acute Kidney Injury Among Patients in the Intensive Care Unit: The SPLIT Randomized Clinical Trial[J]. *JAMA*, 2015, 314(16):1701-1710.
- [68] Barea-Mendoza J, Chico-Fernandez M, Montejo-Gonzalez JC. Balanced Crystalloids versus Saline in Critically Ill Adults[J]. *N Engl J Med*, 2018, 378(20):1950-1951.
- [69] Dong WH, Yan WQ, Song X, et al. Fluid resuscitation with balanced crystalloids versus normal saline in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis[J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2022, 30(1):28.
- [70] Vincent JL, De Backer D, Wiedermann CJ. Fluid management in sepsis: The potential beneficial effects of albumin[J]. *J Crit Care*, 2016, 35:161-167.
- [71] Rochwerger B, Alhazzani W, Sindi A, et al. Fluid resuscitation in sepsis: a systematic review and network meta-analysis[J]. *Ann Intern Med*, 2014, 161(5):347-355.
- [72] Caironi P, Tognoni G, Masson S, et al. Albumin replacement in patients with severe sepsis or septic shock[J]. *N Engl J Med*, 2014, 370(15):1412-1421.
- [73] Geng L, Tian X, Gao Z, et al. Different Concentrations of Albumin Versus Crystalloid in Patients with Sepsis and Septic Shock: A Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials[J]. *J Intensive Care Med*, 2023, 38(8):679-689.
- [74] Balakumar V, Murugan R, Sileanu FE, et al. Both Positive and Negative Fluid Balance May Be Associated With Reduced Long-Term Survival in the Critically Ill[J]. *Crit Care Med*, 2017, 45(8):e749-e757.
- [75] Vincent JL, Pinsky MR. We should avoid the term "fluid overload"[J]. *Crit Care*, 2018, 22(1):214.
- [76] Legrand M, Dupuis C, Simon C, et al. Association between systemic hemodynamics and septic acute kidney injury in critically ill patients: a retrospective observational study[J]. *Crit Care*, 2013, 17(6):R278.
- [77] Wang N, Jiang L, Zhu B, et al. Fluid balance and mortality in critically ill patients with acute kidney injury: a multicenter prospective epidemiological study[J]. *Crit Care*, 2015, 19:371.
- [78] Payen D, de Pont AC, Sakr Y, et al. A positive fluid balance is associated with a worse outcome in patients with acute renal failure[J]. *Crit Care*, 2008, 12(3):R74.
- [79] Lelubre C, Vincent JL. Mechanisms and treatment of organ failure in sepsis[J]. *Nat Rev Nephrol*, 2018, 14(7):417-427.
- [80] Boev C, Tydings D, Critchlow C. A qualitative exploration of nurse-physician collaboration in intensive care units[J]. *Intensive Crit Care Nurs*, 2022, 70:103218.
- [81] Baumgarten M, Brodsgaard A, Bunkenborg G, et al. Nurse and Physician Perceptions of Working With Goal-Directed Therapy in the Perioperative Period[J]. *J Perianesth Nurs*, 2020, 35(2):198-205.
- [82] Burns K. Nurse-physician rounds: a collaborative approach to improving communication, efficiencies, and perception of care[J]. *Medsurg Nurs*, 2011, 20(4):194-199.