
欧洲肾脏最佳实践

大型灾难挤压伤患者管理的推荐

中华医学会肾脏病学分会 译

免责声明

使用本推荐

这些建议是根据 2011 年 8 月可获得的最佳信息而总结出来的，旨在提供信息和协助决策。它不是或也不被当成一个标准的医疗流程，也不应作为制订某一特定临床处理过程的依据。当临床工作者面临患者的具体需求，可利用资源，以及特定条件、医疗机构或实践方式的限制时，其变化是不可避免的。每位专业医务人员在使用本推荐时，都有责任评估在任何特定的临床状况下使用这些建议是否合适。

信息披露

欧洲肾脏最佳实践（ERBP）和国际肾脏学会（ISN）的肾脏灾难救助工作小组（RDRIF）尽一切努力，以避免由于工作组成员的外界关系，个人、专业或商业利益而导致的任何已经存在或可能出现的利益冲突。工作组的所有成员都要求完成，签署，并提交信息披露和声明，来展示所有这些可能被视为或实际的利益冲突关系。

所有报告的信息将印刷在最终发表的版本中，并在 RDRIF- ISN 存档。

工作组成员

工作组共同主席

Mehmet Sukru Sever, MD
Istanbul University
Istanbul, Turkey

Raymond Vanholder, MD, PhD
Ghent University Hospital
Ghent, Belgium

工作组

Itamar Ashkenazi, MD
Hillel Yaffe Medical Center
Hadera, Israel

Cavin Becker, MD
The Royal Melbourne Hospital
Melbourne, Australia

Ori Better, MD
Israel Institute of Technology, Technion Bat
Galim
Haifa, Israel

Adrian Covic, MD
C. I. Parhon University Hospital
Iasi, Romania

Martin De Smet, MD
Medecins Sans Frontieres
Brussels, Belgium

Kai-Uwe Eckardt, MD
University of Erlangen-Nuremberg
Erlangen, Germany

Garabed Eknoyan, MD
Baylor College of Medicine
Houston, Texas, US

Noel Gibney, MB FRCP(C)
University of Alberta
Edmonton, Canada

Eric Hbste, MD, PhD
Ghent University Hospital
Ghent, Belgium

Rumeyza Kazancioglu, MD
Bezmialem Vakif University
Istanbul, Turkey

Norbert Lameire, MD, PhD
Ghent University Hospital
Ghent, Belgium

Valerie Luyckx, MD, MB BCH
University of Alberta
Edmonton, Canada

Didier Portilla, MD
University of Arkansas for Medical
Little Rock, Arkansas, US

Serhan Tuglular, MD
Sciences Marмара University
Istanbul, Turkey

Wm Van Biesen, MD, PhD
Ghent University Hospital
Ghent, Belgium

目录

免责声明.....	i
工作组成员.....	ii
目录.....	iii
推荐内容的要点.....	v
摘要.....	xi
前言.....	xii
缩略语.....	xiv
第一节 定义与基本概念.....	1
1.1: 灾难、挤压综合征与急性肾损伤 (AKI) / 急性肾功能衰竭 (ARF) 的相关术语.....	1
1.2: 诊断及治疗干预的相关术语.....	3
第二节 灾难现场的干预.....	5
2.1: 确定卫生保健人员的个人状况.....	5
2.2: 早期干预计划.....	6
2.3: 营救前的干预.....	6
2.4: 营救过程中的干预.....	9
2.5: 营救出来后早期的一般措施.....	10
2.6: 营救后早期的液体管理和尿量监测.....	13
2.7: 被营救后采取的其他措施.....	18
第三节 入院时的干预.....	21
3.1: 所有伤员入院时的一般措施.....	21
3.2: 在入院时针对挤压综合征患者的特殊措施.....	25
第四节 挤压综合征伤员的筋膜切开与截肢.....	34
4.1: 筋膜切开.....	34
4.2: 截肢.....	35
第五节 挤压综合征伤员 AKI 的预防和治疗.....	37
5.1: 挤压相关 AKI 的预防.....	37
5.2: 挤压相关 AKI 少尿期的保守治疗.....	39
5.3: 挤压相关 AKI 的透析治疗.....	43
5.4: 挤压相关 AKI 多尿期的治疗.....	46
5.5: 长期随访.....	47
第六节 挤压相关 AKI 临床过程中医疗并发症的诊断, 预防与治疗.....	48
6.1: 挤压相关 AKI 临床过程中医疗并发症的诊断, 预防与治疗.....	48
第七节 挤压综合征伤员治疗中的后勤保障问题.....	51
7.1: 救灾的后勤保障.....	51
7.2: 针对医务人员和医用物资的一般后勤计划.....	53
7.3: 针对医务人员和医用物资的肾脏后勤计划.....	54
第八节 肾救灾应变计划的执行情况.....	57
8.1: 灾难前的准备.....	57
8.2: 灾难后将要采取的措施.....	61
附录.....	66

I. 地震后对创伤伤员的初始评估和处理.....	66
II. 检伤分类.....	68
III. 国际肾脏病学会的肾脏灾难救助工作小组.....	70
IV. 无国界医生组织（MSF）.....	72
V. 欧洲肾脏最佳实践.....	74
VI. 前瞻性数据收集和评估表格.....	75
致谢.....	77

推荐内容的要点

第二节 灾难现场的干预

2.1: 确定卫生保健人员的个人状况

有可能提供支持的医疗救援人员应当:

- 参加救援行动之前解决他们自己与灾害相关的问题,并安排好其家人的居住和生活必需品。
- 如果他们不能够参加总体救灾工作,需尽快通知协调部门;若有上述问题,可考虑暂时参加当地的救援和医疗活动。

2.2: 早期干预计划

- 在灾难中提供支持的个人和组织,必须在灾难发生后提前为可能干预的地点,类型,和范围等内容做好准备。

2.3: 营救前的干预

2.3.A 接近受损的建筑物时,确保自己的人身安全。不参加从部分或完全倒塌的建筑物直接营救伤员的行动。重点放在支持和治疗已经获救的伤员。

2.3.B 熟悉被埋伤员的生命支持;熟悉挤压伤,补液,挤压相关的急性肾损伤(AKI)。

2.3.C 与被埋伤员建立联系后,立即开始医疗评估,甚至在营救之前。

2.3.D 在任一体建立大口径的静脉通路,即使受害者仍然在废墟下。开始补充等渗的生理盐水,速度:成年人 1000ml/hr,儿童 15-20ml/kg/hr,补充 2 小时;然后减少到 500 ml/hr (成年人)和 10 ml/kg/hr (儿童),甚至更低。避免使用哪怕含钾量很小的溶液(如乳酸林格氏液)。

2.3.E 现场救援人员和医护人员共同决定和计划营救的时机。如果可能,则在搬动过程中重新评估伤员。

2.4: 营救过程中的干预

2.4.A 在营救期间(通常是 45-90 分钟)静脉补充等渗生理盐水,速度 1000 ml/hr。如果营救时间超过 2 小时,减慢输液速度,不超过 500ml/hr,调整的幅度取决于年龄,体重,创伤类型,环境温度,尿量,估计的液体丢失总量。

2.4.B 现场截肢仅仅作为挽救生命的干预措施,例如营救伤员,而不是预防挤压综合征。

2.5: 营救出来后早期的一般措施

2.5.A 尽快将营救出来的受害者从倒塌的建筑物下搬运出来。检查生命体征,并进行初筛,以确定所需的医疗干预的程度和类型。对低生存潜力的伤员进行检伤分类,以确定谁应该优先接受治疗。

2.5.B 仅对危及生命的出血使用动脉止血带。

2.5.C 尽快进行“二次筛查”,以诊断和处理那些初筛过程中遗漏的任何损伤;也包括检

查伤情目录及前瞻性随访挤压综合征的晚期症状（尿量减少，深色尿，尿毒症症状和体征）。即使那些轻伤且无明显挤压伤早期迹象的伤员也需要筛查。

2. 6: 营救后早期的液体管理和尿量监测

2. 6. A 营救后尽快给所有伤员进行持续补液以预防挤压相关的 AKI；就有效性和可行性而言，首选的液体是等渗生理盐水。

2. 6. B 评估伤员的水化状态，以确定所需的液体量。如果获救前没有给予静脉输液，获救后尽快开始给予静脉补充等渗生理盐水，速度为：成年人 1000 ml/hr（儿童 15-20 ml/kg/hr）。当输注 3-6L 时，每 6 小时定期检查伤员。根据其人口学特征、症状和体征、环境和后勤因素，个体化安排输液量。评估尿量及血流动力学状态，以确定进一步的输液量。

2. 6. C 密切监测尿量；要求清醒的患者排泄在容器中；如果无法控制排尿，对男性可以使用保险套导尿管。适当的液体复苏后如仍无排尿，排除尿道出血和/或撕裂伤后，插入膀胱留置尿管。

II. 6. D 一旦确定患者无尿，排除低血容量后，且液体复苏后患者尿量无增加，则限制液体总量，在前日所测量或估计的液体丢失量上加 500-1000ml/d，以保持容量平衡。

2. 6. E 当静脉补液后出现排尿（尿量在 50ml/hr 以上），如果不能密切监测伤员，则液体限制在 3-6L/d。如果能密切随访，可考虑使用超过 6L/d 的液体。

2. 7: 被营救后采取的其他措施

2. 7. A 治疗与 AKI 相关或无关的其他问题，包括但不限于气道阻塞、呼吸困难、疼痛、低血压、高血压、心肌缺血和心肌梗死、心力衰竭、骨折和伤口污染。

2. 7. B 尽早诊断和治疗高钾血症

2. 7. C 一旦稳定下来，尽早将患者转运至医院。

2. 7. D 如果由于病床不足使患者早期被送回家，则指导他们至少在未来三天每天检查其尿液的颜色和量，如果有迹象提示挤压综合征，如少尿，深色尿，水肿或恶心，需立即咨询医生。

第三节 入院时的干预

3. 1: 所有伤员入院时的一般措施

3. 1. A 将伤员检伤分类到合适的治疗区。

3. 1. B 遵循公认的创伤和 AKI 指南以管理挤压伤患者。

3. 1. C 通过体检评估液体状态。需要注意的是，中心静脉压（CVP）的绝对值（如果有）无参考价值，而其相对变化可更好地反映体液状况。

3. 1. D 对低血容量的伤员，识别和治疗其病因；晶体液优于胶体液。

3. 1. E 所有开放伤口都视为污染伤口。存在坏死或严重感染时需考虑外科清创及使用抗生素。开始使用抗生素前先留取培养标本。所有开放性伤口患者均使用破伤风类毒素，除非

患者在最近 5 年内明确接受了疫苗接种。

3. 1. F: 纠正低体温（如果存在）。

3. 1. G 基于医疗，社会和法律方面的原因，保存患者的病历。

3. 2: 在入院时针对挤压综合征患者的特殊措施

3. 2. A 随访所有伤员（甚至那些轻伤患者）以确定是否有挤压综合征的症状和体征。

3. 2. B 检查所有输注的液体。避免使用含钾的溶液。

3. 2. C 尽快确定血钾水平。在无相关实验室设施的地方，或实验室检测将延迟时，使用床旁检测设备（如 i STATr）或进行心电图检查以检测高血钾。

3. 2. D 立即治疗高钾血症，先采取紧急措施，然后采用更有效的二线干预措施。

1) 紧急措施包括：葡萄糖酸钙、输注葡萄糖-胰岛素、碳酸氢钠和 β -2 激动剂。

2) 二线措施包括：透析和降钾树脂。

3. 2. E 排除尿道出血和/或撕裂伤后，给所有挤压伤患者留置膀胱导尿管以监测尿量。除另有指征外，一旦病人已成为少尿型 AKI 或肾功能恢复正常，则拔除导尿管。

3. 2. F: 用试纸法进行尿液分析。如果可能，检测尿沉渣。

3. 2. G 如果无尿的伤员出现容量负荷过多，则限制液体输入，并根据个体需要开始超滤（加用或不加用透析模式）。

3. 2. H 治疗合并的紧急状况，如酸中毒，碱中毒，症状性低钙血症和感染。

第四节 挤压综合征伤员的筋膜切开与截肢

4. 1: 筋膜切开

4. 1. A 除非通过体检或者筋膜室内压力测定确立了明确的手术指征，否则不进行常规筋膜切开以预防筋膜室综合征。

4. 1. B 除非有反指征，可考虑使用甘露醇作为预防措施来处理不断增加的筋膜室内压力。

4. 2: 截肢

4. 2. A 如果受损的肢体危及病人的生命，切掉受损的肢体。

4. 2. B 严格把握截肢指征。

4. 2. C 当指征明确时，必须尽快施行截肢手术。

第五节 挤压综合征伤员AKI的预防和治疗

5. 1: 预防挤压相关 AKI

□ 预防和初始管理挤压相关 AKI 与一般 AKI 的原则相同:

5. 1. A: 在低血容量的伤员中，开始早期快速液体复苏，以确保其容量正常；容量正常的伤员维持水化以保持充足的尿量。

5. 1. B: 避免采用那些未证实有效的干预措施预防挤压相关 AKI，如应用连续性肾脏替代治疗，袢利尿剂和多巴胺。

5.2: 挤压相关 AKI 少尿期的保守治疗

5.2.A: 决定治疗措施时, 始终要注意尿量, 往往初期少尿, 稍后发展成多尿。

5.2.B: 当患者少尿时:

5.2.B.1: 避免、去除或治疗影响肾功能恢复的因素, 如肾毒性药物, 尿路梗阻, 泌尿系统或全身性感染、低血压、高血压、心力衰竭、消化道出血和贫血。

5.2.B.2: 监测容量和电解质平衡, 尽快处理所有的异常; 测定血清钾, 每天至少两次; 监测液体入量和出量、血清钠、磷和钙的水平, 每天至少一次。

5.2.B.3: 测量血气参数, 每天至少一次。如果血清 pH 值低于 7.1, 开始补充碳酸氢钠。如果采用上述措施, pH 值仍继续下降, 增加碳酸氢钠的用量。碳酸氢钠仅临时使用, 直到可以透析为止。

5.2.B.4: 通过均衡的蛋白质、碳水化合物和脂肪摄入, 维持适当的营养状况以防止分解代谢并促进伤口愈合。

5.2.B.5: 持续评估医疗和手术并发症, 并妥善处理。

5.3: 挤压相关 AKI 的透析治疗

5.3.A: 透析是挽救生命的措施。当挤压伤员出现液体、电解质和酸碱平衡变化时, 尽一切可能给予透析。

5.3.B: 个体化透析剂量; 决定透析频率和强度时, 目标是纠正尿毒症危及生命的并发症。

5.3.C: 为及时启动透析, 密切监测伤员出现的透析指征, 特别是高血钾、高血容量和严重的尿毒症中毒症状。

5.3.D: 虽然根据可行性和病人的需求, 可以使用连续肾脏替代治疗 (CRRT) 或腹膜透析 (PD), 仍优先以间歇性血液透析 (IHD) 作为肾脏替代治疗的首选。

5.3.E: 对出血倾向的患者, 采用非抗凝的血液透析或采用 PD。

5.3.F: 停止透析支持时, 密切监测患者的任何可能需要重新透析的临床或实验室恶化征象。

5.4: 挤压相关 AKI 多尿期的治疗

5.4.A: 在挤压相关 AKI 的恢复阶段通常表现为多尿, 应避免低血容量并维持电解质平衡。

5.4.B: 一旦肾功能开始改善, 逐步减少补液量, 同时继续密切监测临床和实验室指标。

5.5: 长期随访

出院后至少每年评估挤压综合征患者, 检测其后期的肾脏和全身不良后果。

第六节 挤压相关 AKI 临床过程中医疗并发症的诊断、预防与治疗

6.1.A: 预测和预防挤压相关 AKI 的并发症, 以优化干预和改善预后。

6.1.B: 及早并适当地检查和治疗感染。

6.1.C: 尽早拔出血管内导管, 以避免菌血症和败血症的风险。

6.1.D: 鉴别筋膜室综合征与脊索损伤导致的周围神经损伤, 以采用合适的治疗。

6.1.E: 需要亲属, 专业人员或者伤员关系密切者提供心理支持, 尤其是对那些有自杀倾向

的伤员。

第七节 挤压综合征伤员治疗中的后勤保障问题

7.1: 救灾的后勤保障

- 7.1.A 组织有效的后勤保障之前，评估大型灾难的严重程度和范围。
- 7.1.B 尽快估算挤压伤员的数量和发生率，制定有效的救援计划。
- 7.1.C 评估当地医疗机构的状态，排除物资损坏或缺乏相关的所有问题。
- 7.1.D 以最快的速度将挤压伤员从灾害现场转移至更安全、远离灾害现场并且有良好设备的医疗机构。
- 7.1.E 估算住院的频率和时机，以适当地组织医疗保障。
- 7.1.F 尽快将尸体从灾害现场移走以避免精神问题和医疗风险。

7.2: 针对医务人员和医用物资的一般后勤计划

- 7.2.A 避免医务人员不停歇工作致其精疲力竭。应当指定一名监督员评估其疲劳状况并决定医务人员何时必须休息。
- 7.2.B 在灾难最初数天内安排最有经验的医务人员轮值。
- 7.2.C 谨慎使用已有的医疗资源，直到得到有效的外部支援。
- 7.2.D 当预见到需要使用大量血制品时，计划并号召献血，以避免出现过剩阶段和短缺阶段交替的情况。

7.3: 针对医务人员和医用物资的肾脏后勤计划

- 7.3.A 容易受灾的区域内和其周围的肾脏单元应当建立自己详细的灾难预案，以应对挤压伤员突然涌入的情况。
- 7.3.B 应当事先确定治疗挤压综合征伤员医用耗材的准确需求，以便有足够的储备物资和从灾区外组织紧急援助。
- 7.3.C 应当按照需要将透析工作人员从非工作单元重新分配至工作单元。
- 7.3.D 应当提前计划慢性透析患者的转移。

第八节 肾救灾应变计划的执行情况

8.1: 灾难前的准备

- 8.1.A 肾救灾策略应当包括制定灾难后实施的高级措施。
- 8.1.B 肾灾难应变团队应当由行动协调员，评估小组成员，救援人员和医务人员组成。
- 8.1.C 应当提前绘制当地透析机构和转诊医院的地图，以备在灾难发生后立即开展有效的灾难应对。
- 8.1.D 应当建立针对公众、救援团队、医疗和医疗辅助人员以及慢性透析患者的教育项目，并在任何灾难发生之前实施。
- 8.1.E 应当提前规划外部和当地医疗及医疗辅助人员的部署、物资供应的分配和透析服务

的供给。

8.1.F: 应当准备与外来救援组织合作的灾难应对方案。

8.2: 灾难后将要采取的措施

8.2.A: 应当尽快联系肾脏灾难救助工作小组 (RDRIF) 的主席和地方当局。

8.2.B: 应当在预先指定的协调员的指导下尽早执行之前建立的行动计划。

摘要

“大型灾难挤压伤患者管理的推荐”的目的是帮助在灾难期间提供服务的医务人员，医疗相关人员和救援队员。本推荐是经过清晰的文献综述，以及网络和面对面讨论后完成的。这些章节包括了在灾难现场和医院的医疗和后勤措施，以应对由灾难所导致的种种问题。本推荐制订是基于既往灾难的回顾性分析和个案报道，以及专家判断或意见。由于没有随机对照试验，在本推荐的制订过程中没有采用分级（**GRADE**）的方法，也没有提供推荐的强度或证据的水平。

关键词：挤压综合征；灾难伤员；横纹肌溶解；急性肾损伤；后勤；肾替代治疗；欧洲肾脏最佳实践；肾脏灾难救助工作小组；无国界医生组织

引用本文时，应采用以下方式： Sever MS, Vanholder R and the Workgroup on Recommendations for the Management of Crush Victims in Mass Disasters. Recommendations for the management of crush victims in mass disasters. Nephrol Dial Transplant 2012; 27: Supplement 1, i1– i67.
--

前言

大地震按一定规律发生。许多人口稠密的城市，如德黑兰和伊斯坦布尔，以及人口稠密的地区，如地中海盆地周围，印度，印度尼西亚国家，中国的大部份地区，日本和加利福尼亚容易发生这种大型的灾难^[1-3]。

伴或不伴后续急性肾功能损伤的挤压综合征，是地震的即时幸存者中第二最常见的死亡原因，排在第一的是直接创伤。对灾难后挤压综合征的肾脏并发症进行有效治疗存在两个主要的不利条件：

1、专业设施：挤压综合征患者患有严重的并发症，针对这一特点，理想情况下，必须要有一套可用的医疗系统设施，包括训练有素的卫生保健专业人员和必要的设备，因此后勤支援至关重要。

2、专业知识：在日常实践中挤压综合征很罕见。众所周知，不用的医疗知识容易被遗忘，因此，在这些患者的治疗管理中错误时常发生。

因此，肾脏病专家必须制订自己的灾难处置预案，制订后勤保障计划，并建立明确且实用的“指南”以管理灾难中挤压伤患者。然而，产生这种指南存在方法学上的障碍，因为它们通常是以精心设计的随机对照试验获得的证据为基础制订的。令人遗憾的是，肾脏病学是随机试验较少的一门科学^[4]。在管理大型灾难挤压伤患者的地震肾脏病学（seismonephrology）中，这一问题更严重^[5]，因为没有能够用于研究的实验模型，相关信息只能从数量有限的回顾性分析，病例报告，立场声明，专家判断或意见中获得，所有这些都是一些低级证据。这是本文件的题目是“推荐”而非“指南”的原因，从而与欧洲肾脏最佳实践（ERBP）咨询委员会的命名建议保持一致^[6]。出于同样的原因，本文不包含证据的分级或推荐的强度。

本推荐不仅面向肾脏病专家，也包括其他在大型灾难时提供健康保障的专业工作人员。考虑到广泛的目标人群，以及大多数灾难后的混乱状况，本文的建议多采用简单和基本的陈述。我们一步一步地阐明在灾难发生前，发生期间和发生后，医疗、后勤和协调方面需要做什么。我们的目的一方面是提供方便实用的信息，这些信息在困难的情况下可直接在灾难现场和医院使用；另一方面也是制订一种在类似事件下可以采用的预案。为清晰起见，推荐的医疗干预措施按照抢救的时间表进行分组，如伤员营救出来之前、期间和之后，在某些情况下，相同的信息不得不在几个部分中重复。

需要强调两个问题：

1、本文浓缩了在灾难现场中有关肾脏病学的挽救生命的基本措施；许多灾难相关挤压伤患者发生的其他并发症没有详细讨论，因此，对于这些问题，建议读者参考其他信息来源。

2、所述的医疗和后勤保障推荐主要适用于大型灾难，因此可能并不会始终适用小型灾难或非灾难性状况，这些状况下所涉及的问题当地的卫生保健体系应对起来相对容易些。

我们相信，针对关键问题的这一推荐有助于给有肾脏问题的灾难伤员提供有效地的医疗服务。

Mehmet Sukru Sever, MD 与 Raymond Vanholder, MD, PhD

代表 ISN 的 RDRIF 组织的“大型灾难挤压伤患者管理的推荐”工作组

缩略语

AKI:	急性肾损伤
ARF:	急性肾功能衰竭
ATLS:	高级创伤生命支持
ATN:	急性肾小管坏死
CDC:	疾病控制和预防中心
CK:	磷酸肌酸激酶
CRAMS:	循环, 呼吸, 腹/胸, 运动, 语言
CRRT:	持续肾脏替代治疗
CSF:	脑脊液
CVP:	中心静脉压
DIC:	弥漫性血管内凝血
ECG:	心电图
ERBP:	欧洲肾脏最佳实践
ESKD:	终末期肾病
ESRD:	终末期肾病
FFP:	新鲜冰冻血浆
GCS:	格拉斯哥昏迷量表
HA:	人白蛋白
IHD:	间歇性血液透析
ISN:	国际肾脏学会
IV:	静脉内
KIDGO:	改善全球肾脏病预后组织
MSF:	无国界医生组织
NGO:	非政府组织
PD:	腹膜透析
RBC:	红细胞
RDRIF:	肾脏灾难救助工作小组
RIFLE:	危险、损伤、衰竭、丧失、终末期肾衰
START:	简单急救检伤分类及快速治疗
Td:	破伤风白喉
Tdap:	破伤风白喉百日咳
TIG:	破伤风免疫球蛋白
TPR:	废墟下的时间期限

第一节 定义与基本概念

1.1: 灾难、挤压综合征与急性肾损伤 (AKI) / 急性肾功能衰竭 (ARF) 的相关术语

灾难: 生命或财产出现广泛且严重的破坏、损伤和丧失的状况，需要专门的努力应对其破坏程度。在这些事件中，受累社会群体的活动及基础设施遭受严重的破坏。

大型灾难: 伤员人数超过当地系统应对能力的灾难。

自然灾难: 自然界突然巨变（非人为所致），引起受累社区广泛破坏、大量死亡和严重创伤。

人为灾难: 灾难不是因自然现象引起，而是由于人类的破坏行为导致。

医疗灾难: 人类与环境之间的联系发生严重生态崩溃的结果，在这种情况下，受累的人群在医疗方面需要付出巨大的努力来应对，通常必需要外界的帮助。

受害者: 自然或人为的外界侵害导致任何死者，或有持续身体和/或心理创伤的生存者。

横纹肌溶解: 创伤性或非创伤性因素导致横纹肌细胞损伤，引起肌肉细胞内成分释放入体循环，最后导致临床及实验室检查的异常。虽然不同血清肌酸磷酸激酶水平 (CK) 的阈值 (500 到 3000 U/L)，都曾用于诊断横纹肌溶解^[7-9]，但一般来说，CK 的水平高于相应实验室的正常上限的 5 倍表明有横纹肌溶解^[8, 10-13]。

营救: 解救陷入废墟的伤员。

筋膜室综合征: 受限的解剖间隙内压力增高 ($>20\text{mmHg}$)，导致相关组织缺血^[14, 15]。一旦达到临界压力，微循环受到损伤，横纹肌溶解及缺血性损伤更严重，尤其是神经及肌肉组织^[16, 17]。如果怀疑筋膜室综合征，可以评估间隙内压力，可利用针头连接压力监测仪直接评估，或者测量肢体周径增加值及根据临床体征间接评估。大型灾难时，临床医师通常依靠临床体征和肢体周径增加值来判断，而不是直接测定压力。一旦局部发生缺血，缺血的 6P 症状（疼痛，压力，感觉异常，无脉症，局部麻痹，苍白）会逐渐出现。其中，疼痛通常持续且严重，出现早，可提示我们迅速认识到筋膜室综合征。无脉症在后期出现，常常提示不可逆的缺血；因此，在无脉症出现之前，应该对伤员进行药物或外科干预（参见第 4 节，34 页）以降低间隙内压力。这种综合征完全不同于“腹腔间隔室综合征”，它是由于腹盆区域的损伤或疾病导致腹腔内压力增高，如腹部创伤，大型手术，急性胰腺炎，或是腹主动脉瘤破裂。后者通常导致多器官功能衰竭，也包括急性肾损伤（参见下面内容）。

挤压: 相对的物体压迫导致器官损伤或骨折。

挤压伤: 倒塌物和碎片的直接损伤，引起身体受损部位肌肉肿胀，和（或）神经系统紊乱^[20]。

挤压综合征: 挤压伤以及因肌肉损伤引起全身表现^[16, 21, 22]。全身表现可包括急性肾损伤 (AKI)、脓毒血症、急性呼吸窘迫综合征 (ARDS)、弥散性血管内凝血 (DIC)、出血、低血容量休克、心力衰竭、心律失常、电解质紊乱和心理创伤^[20, 23]。

肾脏灾难: 大量受害者存活下来同时伴有严重创伤，出现挤压综合征和肾衰竭的灾难^[24]。

这些伤员大部份在营救前几个小时存活下来，但在后期可能死亡，尤其是当地透析设施遭到破坏或是超负荷时。挤压综合征是引起即时幸存者死亡的第二位重要原因，首位原因是创伤的直接影响^[25]。此外，血液透析设备的损害使当地维持性血液透析患者面临较大危险^[26-28]。

肾衰竭： GFR 水平 $< 15 \text{ ml / min / } 1.73 \text{ m}^2$ ，许多患者伴有尿毒症的症状及体征，或需要开始肾替代治疗（RRT）以避免肾功能下降导致的并发症，肾功能下降是引起患病率及死亡率的重要原因。

少尿： 尿量少于 500 ml / 天 。

无尿： 尿量少于 50 ml / 天 。

急性肾功能衰竭（ARF）： 突然、持续的肾功能下降导致含氮（尿素及肌酐）和不含氮的废物蓄积^[30]。近几年对 ARF 这个概念进行了认真的再评价，引入了急性肾损伤（AKI）的概念（见下）^[31-32]。

急性肾损伤（AKI）： 这个术语包括了从肾功能轻微受损时相关标志物的异常到需要肾脏替代治疗的所有急性肾功能改变的疾病谱。采用‘RI FLE’分类的方法对它进行量化。RI FLE 分类的首字母缩略词分别代表疾病的严重性，由危险、损伤到衰竭逐渐加重，以及两种结局，丧失与终末期肾病（ESKD）。三个严重程度分级是基于血肌酐水平的变化或尿量来定义，采用每个标准中严重程度最重的来分级。两个结局标准，丢失和终末期肾病，用肾功能丧失的持续时间来定义（图 1）^[32]。对于灾难挤压伤的伤员，RI FLE 分类有利于预测医学并发症、对治疗干预和后勤支持的需求，以及出院时的肾功能，但可能不能预测生存情况^[33]。

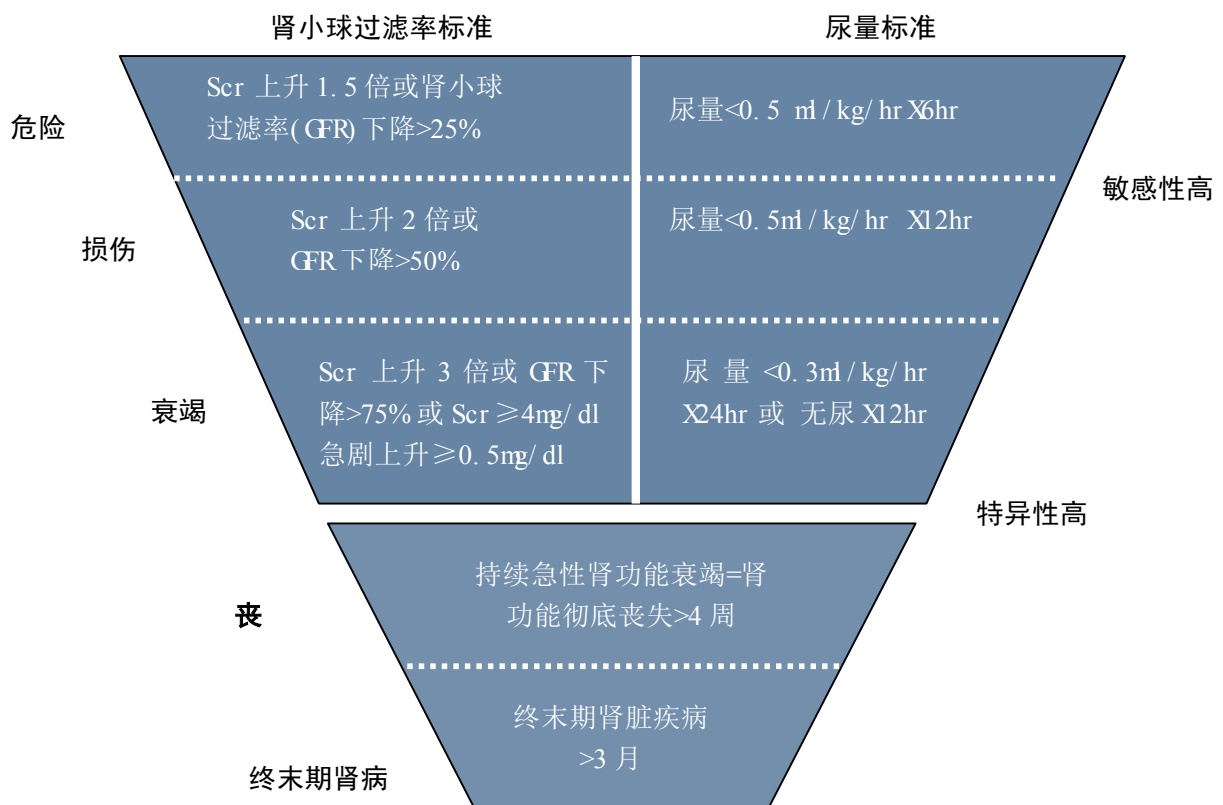


图1 AKI 的RI FLE标准（修改自[32] 且获得转载许可）。

*持续性急性肾功能衰竭（丧失）（ARF）的定义是需要4周以上的肾替代治疗（RRT），而终末期肾病（ESKD）的定义是超过3个月，需要透析。

缩写：ARF：急性肾功能衰竭；GFR：肾小球过滤率；Scr：血清肌酐浓度，UO₂ 尿量；ESKD：终末期肾病。

1.2：诊断及治疗干预的相关术语

检伤分类：对伤员进行筛检及分类，以决定治疗优先级和适当的治疗场所，目的在于尽可能挽救更多的生命。检伤分类的目的是进行选择，使医疗资源合理分配给那些能够得到最大获益的伤员^[34]。分类可以在每个阶段及场所进行：灾难现场，野战医院，二级及三级医疗机构。

初筛：判断并同时治疗危及生命状况的基本筛查。为了适用性：按简单易记的顺序来检查伤员，“A, B, C, D, E”：A：气道通畅，B：呼吸和通气，C：循环，D：残疾程度（或神经系统的评价），E：暴露或彻底去除衣物检查伤员（见附录 第67页）。

二次筛查：详细的检查创伤伤员，根据伤员所处的不同场所有所差别。灾难事故现场，快速、彻底检查身体的每一个部位，并治疗在初筛阶段被忽略的任何损伤。收入院时，应收集完整的病历资料，详细的体格检查，重新评价生命体征，有条件可进行更多的高级检查，如诊断性影像学及实验室检查。

筋膜切开术：通过外科手术切开损伤肌肉周围的筋膜，减轻间隙内压力。

透析：任何血液净化的方式治疗肾衰竭，血液通过半透膜清除尿毒症滞留的溶质。可用的透析包括：间隙性血液透析或血液（透析）滤过，腹膜透析，持续动静脉或静脉-静脉的血液透析或血液（透析）滤过。

灾难应对计划：详细描述各种干预手段的预案，应包含灾难应对的各个方面。医疗灾难应对计划包括组织医疗救护队以便尽快提供医疗服务。医疗救护队的主要目的是使伤员在现场的情况稳定，尽快转移到提前设定的避难所或当地医院^[35, 36]。干预的形式、内容和干预地点根据灾难的严重程度和时机，基础设施破坏情况，人口密度，营救措施的潜在效果以及可利用的救援物资的数量来决定^[36, 37]。

在灾难应对计划中，不同地点的初级卫生医疗机构根据距灾难的时间和干预手段的不同可分为三个阶段。

单独治疗区域：0 到 1 小时

灾难医疗救援中心：1 到 12 小时

伤员安置点：12 到 72 小时（表 1）。

表 1 不同救援场所的特点及干预方式，大规模灾难后应提供初级医疗救援^[36]。

地点	特征	干预类型	评价
单独治疗区域	灾区内任何能组织医疗干预的场所； 医疗人员能在 0-1 小时到达并开始干预。	稳定伤员的生命体征。	独立的医疗人员给予治疗； 伤员应尽快转移到灾难医疗救援中心。
灾难医疗救援中心	安置从单独治疗场所转移的伤员； 每个中心的范围半径应在 3-4 公里， 邻近地点可供直升机降落； 每个中心至少 3 名医疗人员，2 个一线救援人员 12 小时轮值，第 3 名人员为后备人员。	提供基本医疗治疗。	营救人员收集距离最近的伤员安置点和周围医院的动向。
伤员安置点	安置从单独及灾难医疗救援中心转移的人员； 开阔的开放场地例如公园，购物场， 或是可以作为运动场或高尔夫球场的场所； 场地应分散选择，在灾难现场内相隔约 15 公里；	存贮医疗物资； 调度人员； 疏散伤员； 检伤分流与高级医疗干预。	如果可能，这些中心应利用最早的可用交通工具转移伤员到医院。

第二节 灾难现场的干预

- 2.1: 确定卫生保健人员的个人状况
- 2.2: 早期干预计划
- 2.3: 营救前的干预
- 2.4: 营救过程中的干预
- 2.5: 营救出来后早期的一般措施
- 2.6: 营救后早期的液体管理和尿量监测
- 2.7: 被营救后采取的其他措施

2.1: 确定卫生保健人员的个人状况

有可能提供支持的医疗救援人员应当：

- 参加救援行动之前解决他们自己与灾难相关的问题，并安排好其家人的居住和生活必需品。
- 如果他们不能够参加总体救灾工作，需尽快通知协调部门；若有上述问题，可考虑暂时参加当地的救援和医疗活动。

原理

2.1: 有可能提供支持的医疗救援人员应当：

- 参加救援行动之前解决他们自己与灾难相关的问题，并安排好其家人的居住和生活必需品。

大型灾难后环境混乱。卫生保健人员在灾难现场或被指派的医院将面临严重超负荷的工作。他们通常几天不能回家，而且，他们和家人的联系受到阻碍。因此，卫生保健人员应当确信其家人在灾难条件下其生存的基本需求不需要他们的帮助。在全身心投入营救工作之前，他们应有可行的计划来保证自己家庭对居住，食物及其他方面的要求^[38]。

- 如果他们不能够参加总体救灾工作，需尽快通知协调部门；若有上述问题，可考虑暂时参加当地的救援和医疗活动。

灾难之后，医疗救援人员可能会有身体创伤或心理障碍，因为他们当中的大部份人与当地其他人一样经历丧失亲人的痛苦。例如，神户和马尔马拉地震后，医疗人员及其家人受伤，以及交通困难影响了救援的实施。即使医疗人员可以到达医院，因为惊吓或悲伤可能影响他们工作的效率^[37, 40, 41]。因此，如果医疗人员不能起充分的作用，立即通知协调部门是非常重要的，以便及时找到合适的替代者。

2.2: 早期干预计划

2.2: 在灾难中提供支持的个人和组织，必须在灾难发生后提前为可能干预的地点，类型，和范围等内容做好准备

原理

2.2: 在灾难中提供支持的个人和组织，必须在灾难发生后提前为可能干预的地点，类型，和范围等内容做好准备。

灾难后，医疗人员在不同地方提供救助，例如：灾难现场，野战医院，医院的急救中心，和病房^[1, 37]。所以，生活在灾难易发地区的医疗卫生人员，应预先制定区域性灾难协调应对计划^[42]。

野外及灾区医院医疗工作复杂，对医务人员身体条件及心理素质有较高的要求，常常包括很难决定的检伤分类，例如对生存可能性小的伤员被迫放弃，或者要处理伤员及其家属的压力和攻击性行为。医务人员在灾难中不能处理这种攻击性行为，必须意识到他们的局限性并毫无内疚感的撤离，以便其他人做好其它必须的工作^[37]。无灾难救治经历的个人，应在有救援经验的人指导下进行工作。

决定当地可能营救措施的种类及范围是非常重要的。考虑必须周全，包括灾难的整个环境（严重性、时机和受损环境的人口密度），当地基础设施的破坏（通讯的可能性，电及自来水的情况，交通，医院的环境），后勤（可能的营救队伍，当地及外界可以利用的物力和人力）^[43]。除此之外，必须考虑哪些特殊地方可以作为干预的场所，如“单独治疗区”，“灾难医疗援救中心”和“伤员的集中安置点”^[36]（见表1，第4页）。

2.3: 营救前的干预

2.3.A: 接近受损的建筑物时，确保自己的人身安全。不参加从部份或完全倒塌的建筑物直接营救伤员的行动。重点放在支持和治疗已经获救的伤员。

2.3.B: 熟悉被埋伤员的生命支持；熟悉挤压伤，补液，挤压相关的急性肾损伤（AKI）。

2.3.C: 与被埋伤员建立联系后，立即开始医疗评估，甚至在营救之前。

2.3.D: 在任一体建立大口径的静脉通路，即使受害者仍然在废墟下。开始补充等渗的生理盐水，速度：成年人1000 ml / hr，儿童15-20 ml / kg / hr，补充2小时；然后减少到500 ml / hr（成年人）和10 ml / kg / hr（儿童），甚至更低。避免使用哪怕含钾量很小的溶液（如乳酸林格氏液）。

2.3.E: 现场救援人员和医护人员共同决定和计划营救的时机。如果可能，则在搬动过程中重新评估伤员。

原理

2.3.A: 接近受损的建筑物时，确保自己的人身安全。不参加从部份或完全倒塌的建筑物直接营救伤员的行动。重点放在支持和治疗已经获救的伤员。

营救过程中，严重受损的建筑物可能在余震时倒塌，致使救援被埋伤员者受伤。医疗人员及与医疗辅助的营救人员，他们在营救过程中由于没有经验会成为伤员，应该离开，并到专业营救人员队伍中去^[44]。有资格进行医疗干预的人员必须限制他们的活动。他们在救治已经获救的伤员中最有用^[45]。

2.3.B: 熟悉被埋伤员的生命支持；熟悉挤压伤，补液，挤压相关的急性肾损伤（AKI）。

通过简单和谨慎的药物与外科干预，例如维持气道通畅，防止出血，稳定骨折，液体的复苏和控制低体温，可以避免 30%到 40%的早期死亡^[46]。重视这些方面，则不是必须需要具有在营救之前及营救过程中对被埋伤员进行基本生命支持和液体复苏经验的医务工作者。既然不是在任何时候都有医疗营救人员，因此，所有的营救人员都应该接受培训并认识及处理长时间持续肢体受压相关的问题，正确进行液体复苏及用药物治疗可能的并发症。

2.3.C 与被埋伤员建立联系后，立即开始医疗评估，甚至在营救之前。

大地震后，营救成功的伤员即刻死亡高达 20%^[46]。其中包括在营救成功之前相对稳定的伤员，营救成功后立即恶化（营救死亡）。通常是创伤肢体再灌注的结果，创伤肢体血流恢复，组织分解产物弥散到全身循环系统^[48, 49]。为了预防这些不利事件的相关并发症，如果可能，伤员还在废墟下时就评价每一个受困者的临床情况，有意识的根据观察到的情况来决定治疗，尤其是液体复苏。原地接受药物治疗的被埋者在获救过程中要稳定一些^[50, 51]。

刚开始接触伤员时，全面的医疗评估可能无法完成。尽管如此，尝试每一种方法（询问或直接检查）来确定伤员的身体状况（受困的类型及位置、体位、存在致命性创伤或出血、评估容量状态以及主述的严重程度）^[46]。

2.3.D 在任一支体建立大口径的静脉通路，即使受害者仍然在废墟下。开始补充等渗的生理盐水，速度：成年人1000 ml/hr，儿童15-20 ml/kg/hr，补充2小时；然后减少到500 ml/hr（成年人）和10 ml/kg/hr（儿童），甚至更低。避免使用哪怕含钾量很小的溶液（如乳酸林格氏液）。

挤压伤后如果补液不足或液体复苏延迟超过 6 小时，发展为 AKI 的风险都较高^[52]。在许多挤压伤伤员，早期及时液体复苏，AKI 是可以避免的^[53, 54]，而已经发展为 AKI 的伤员需要许多后续治疗及透析的可能。应考虑到在大规模的灾难中透析设备的局限性，以及后期液体复苏无反应的可能性，使有些挤压相关 AKI 伤员的不能得到恰当的治疗。要不惜一切代价来避免这种情况。

尽快输入等渗液体，理想的情况下是伤员仍埋在废墟下就开始补液^[50, 51]。输液的速度是成年人 1000ml/h（儿童 15-20ml/kg），对于大多数伤员是合适的输液速度(图 2)。

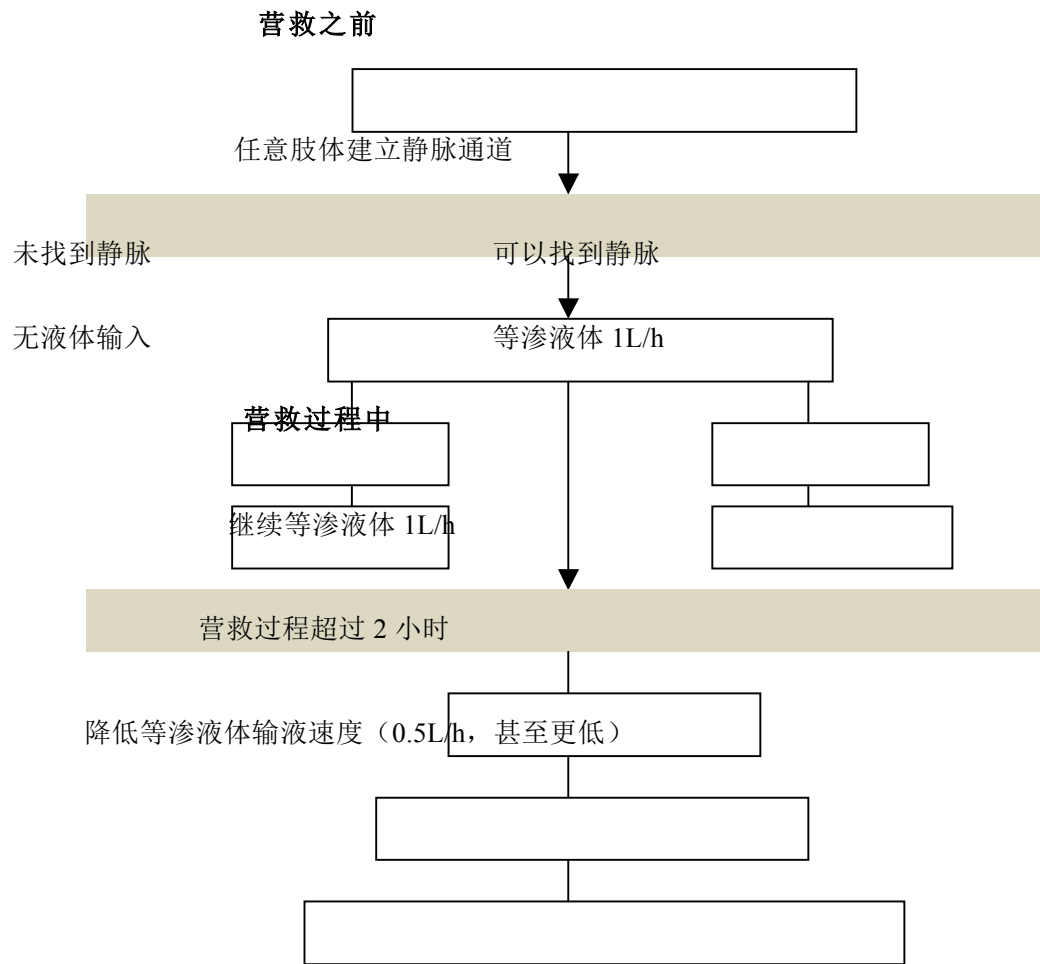


图 2：大型灾难中被埋伤员营救前及营救中的成人输液流程图

当外周静脉通道不能建立时，可考虑商品化的药盒经骨髓输液（例如 EZ-IO 骨髓输液系统（Vidacare, San Antonio, TX, USA））。然而，这种治疗措施在混乱的灾难事故现场几乎不可能实现，因为无法得到商品化的药盒，而且医务人员没有足够的经验来使用这项技术。

如果没有骨内或静脉通道可以利用，考虑皮下输液（皮下输入等渗液体），输液速度为 $1\text{ml}/\text{min}$ 。皮下输液可建立多个通道，每个病人每天最多可输 3L 液体。但这并不是最为理想的输液通道，因伤员需要大量液体的输入，但是在灾难中“有总比没有好”。有皮肤或出血性疾病或外周水肿的患者可能不适合皮下输液^[56]。

一直以来都认为应首先输入等渗液体，容易得到且能快速补充血容量^[57, 58]。虽然有些研究报道（如乳酸林格氏液）不影响血清钾离子水平^[59, 60]，在低钾血症可以应用。但是经典的 AKI 挤压伤，可能有潜在的致死性高钾血症，即使含微量钾离子的任何溶质如（如乳酸林格氏液）都应该避免。

2.3.E 现场救援人员和医护人员共同决定和计划营救的时机。如果可能，则在搬动过程中重新评估伤员。

在灾难性地震中，伤员埋在废墟下的时间取决几个因素，灾难的严重程度，受灾范围的人口密度，建筑物的结构质量和营救工作的效率。在灾难后 13 天都有伤员营救成功的例

子^[44, 61]。废墟下时间直接影响伤员的致残率及死亡率^[45, 62, 63]，因为这将导致治疗延迟。废墟下时间对挤压综合征的影响文献报道不一致。有些研究表明受困的时间越长，发生 AKI 的风险越大^[64-66]，而其它一些研究不支持该结论^[61, 67, 68]。事实上在许多大型灾难中，很短的受压时间，如 0.5-4 小时，都可导致挤压相关 AKI^[20, 69-71]。马尔马拉大地震，在废墟下面被埋的时间更长的伤员，肾功能维持得更好^[72, 73]。结果可能存在选择偏移，因为成功营救受困时间长的伤员，往往很少严重损伤^[65, 73, 74]。因此，肌肉损伤的程度，而不是废墟下时间，是发生 AKI 的主要决定因素。

伤员在受困过程中可能出现危及生命的并发症，如大出血或气道的阻塞，营救过程可能发生继发性的损伤，很有必要与救援队成员及其它医疗人员进行商讨，以制定合理的营救时间和方法。营救过程对伤员不断重新评价是非常重要的，这样可以在紧急情况下（例如：大出血）进行快速干预。

要特别重视骨盆及脚高于心脏位置的被埋伤员，给他们积极液体复苏可能导致肺淤血及继发的呼吸衰竭。在这些伤员中，重要的是监测呼吸频率及呼吸音（如果可能）。

2.4: 营救过程中的干预

2.4.A: 在营救期间（通常是45-90分钟）静脉补充等渗生理盐水，速度1000 ml / hr。如果营救时间超过2小时，减慢输液速度，不超过500ml / hr，调整的幅度取决于年龄、体重、创伤类型、环境温度、尿量、估计的液体丢失总量。

2.4.B: 现场截肢仅仅作为挽救生命的干预措施，例如营救伤员，而不是预防挤压综合征。

原理

2.4.A: 在营救期间（通常是45-90分钟）静脉补充等渗生理盐水，速度1000 ml / hr。如果营救时间超过2小时，减慢输液速度，不超过500ml / hr，调整的幅度取决于年龄、体重、创伤类型、环境温度、尿量、估计的液体丢失总量。

营救被埋伤员所需的时间差异很大（通常 45-90 分钟，但有些时候需 4-8 小时），取决于灾难严重程度的差异，救援物资的有效性，当地条件及伤员情况。因此，给予补液（推荐等渗液体），输液速度 1000ml / 小时，以预防低血容量及纠正血容量不足。给少尿的伤员快速补液可能导致液体超负荷，尤其在营救持续 2 小时以上时。在这种情况下，应减慢输液速度至少 50%（≤500ml / h 或适当调整（图 2）^[75]。

其它影响输液速度的因素如：年龄（老年或小孩容易容量超负荷），体重指数（体重指数较大的伤员需要更多液体），创伤类型（严重的创伤需要更多液体），废墟下时间（营救过程延长需要的液体量较大），估计的液体丢失量（出血和高温环境下的患者需要更多液体）。

如果知道伤员存在合并症如充血性心力衰竭和慢性肾功能不全，在补液中应考虑。如果很难接触到伤员，努力通过触摸他们的内衣评估伤员尿量。如果触摸到任何与出血不相

关的潮湿，可以假定这是排尿所致，可以按照推荐速度的补液。

2.4.B: 现场截肢仅仅作为挽救生命的干预措施，例如营救伤员，而不是预防挤压综合征。

有时不能解救出伤员受压的肢体，或者需要立即营救伤员，如建筑物可能有即刻倒塌的危险^[76, 77]。在这种情况下，应对伤员受压肢体进行闸刀截肢，尽可能在远端手术。这些患者随后的营救程序是用止血带包扎于伤口上端预防大出血；一旦伤员被营救出来应解开止血带，给予适当的止血。

受到严重创伤伴广泛组织坏死的肢体是肌红蛋白可能释放入身体的重要来源；截肢可以预防挤压综合征。然而，对灾难伤员截肢本身与死亡相关^[23]；由于大量出血和继发感染，就地截肢有更高的风险，因此只在挽救生命时才考虑使用，不用于预防挤压综合征^[49, 76]。

如果必须截肢，静脉注射氯胺酮（1-4.5mg/kg 大于 1-2 分钟）是理想的麻醉手段，可以使伤员深度镇静，镇痛，记忆缺失，并保持自主呼吸和咽反射。

2.5: 营救出来后早期的一般措施

2.5.A: 尽快将营救出来的受害者从倒塌的建筑物下搬运出来。检查生命体征，并进行初筛，以确定所需的医疗干预的程度和类型。对低生存潜力的伤员进行检伤分类，以确定谁应该优先接受治疗。

2.5.B: 仅对危及生命的出血使用动脉止血带。

2.5.C: 尽快进行“二次筛查”，以诊断和处理那些初筛过程中遗漏的任何损伤；也包括检查伤情目录及前瞻性随访挤压综合征的晚期症状（尿量减少，深色尿，尿毒症症状和体征）。即使那些轻伤且无明显挤压伤早期迹象的伤员也需要筛查。

原理

2.5.A: 尽快将营救出来的受害者从倒塌的建筑物下搬运出来。检查生命体征，并进行初筛，以确定所需的医疗干预的程度和类型。对低生存潜力的伤员进行检伤分类，以确定谁应该优先接受治疗。

地震后，受损的建筑物可能在余震中随时倒塌。此时接近受损的（甚至表面无明显损伤的）建筑物去评估和治疗伤员都是相当危险的，尽可能早期转移伤员到安全位置。

获救后，开始初步系统的评价伤员，识别威胁生命的损伤，优先考虑紧急治疗措施的需求。

高级创伤生命支持系统支持对伤员评价分两个阶段：快速的“初筛”，目的在于发现危及生命的致死性损伤；以及详细的“二次筛查”，对每个伤员进行全面评估（参见第 1 节，第 3 页和附录，第 66 页）^[79]。

“初筛”是按照一个广为接受的方案进行，A B C D E 代表便于记忆，可以迅速认识威胁生命的损伤，在同时面对伤员时，确定优先治疗顺序（表2）。

如果伤员清醒，能说话，能够定向，可移动四肢，可认为气道是通畅的，氧能输送至大

脑，且没有重要的中枢神经系统损伤。如果A B C D E 没有发现重要的病变，按照下述方案开始治疗。

表2. 初筛过程中的处理顺序

A	保持气道通畅及颈椎保护
B	呼吸和通气
C	循环和控制出血
D	神经系统损伤评估
E	暴露和环境（除非有低温的风险，否则完全脱去伤员衣服检查）

然而，如果伤员无反应或受到可见的，可能威胁生命或穿透性创伤，根据后勤条件（灾难的严重程度、受灾地区人口密度、基础设施受损的程度、用的医疗资源、交通状况）和医疗因素（伤员的特征、创伤的类型及程度、体格检查的严重程度）来决定治疗或是不治疗，并进行检伤分类。

检伤分类是对伤员进行筛选和分类，决定优先治疗及合适的治疗场所，以尽可能挽救最多的生命（[参见附录](#)）。其目的是分配所有的有限医疗资源给那些预期能够得到最大获益的伤员[34, 81]。巨大灾难时，在现场治疗那些至少有50%存活机率的伤员，以节约时间和资源[36]。生存机率低的幸存者包括严重的头部创伤、多发伤、心跳停止、大面积的烧伤、和失血性休克的患者[82]。如果不能立即转运和外科治疗，可考虑姑息治疗手段。

在一个对神户地震的挤压伤伤员的分析中，13个可在野外进行评价的危险因素中[如伤员的特征（年龄、性别）、时间（营救的时间、转运的时间）、受伤的位置（上肢、下肢、四肢、躯干、骨盆骨折）、最初的体格检查（收缩压、脉搏、呼吸频率、尿液的颜色）]，仅3个变量（脉搏 ≥ 120 /分、营救时间 ≥ 3 小时、尿液颜色异常）对预测是否血液透析或死亡非常重要^[83]。

然而，如果不是大规模的灾难，有足够的医疗人员，则不应考虑创伤的严重程度，给所有的伤员提供最佳的医疗护理。

严重的神经系统受损，如营救后即刻发生感觉丧失，弛缓性瘫痪，并不总是意味着脊柱损伤。也可能是继发于筋膜室综合征压迫导致的外周神经病变，这种情况下部分是可逆的^[52, 69]。虽然如此，在找到其他原因之前，应考虑所有的伤员都持续存在脊柱创伤。

灾区伤员可以实施方案的流程图见图3。

现场评估

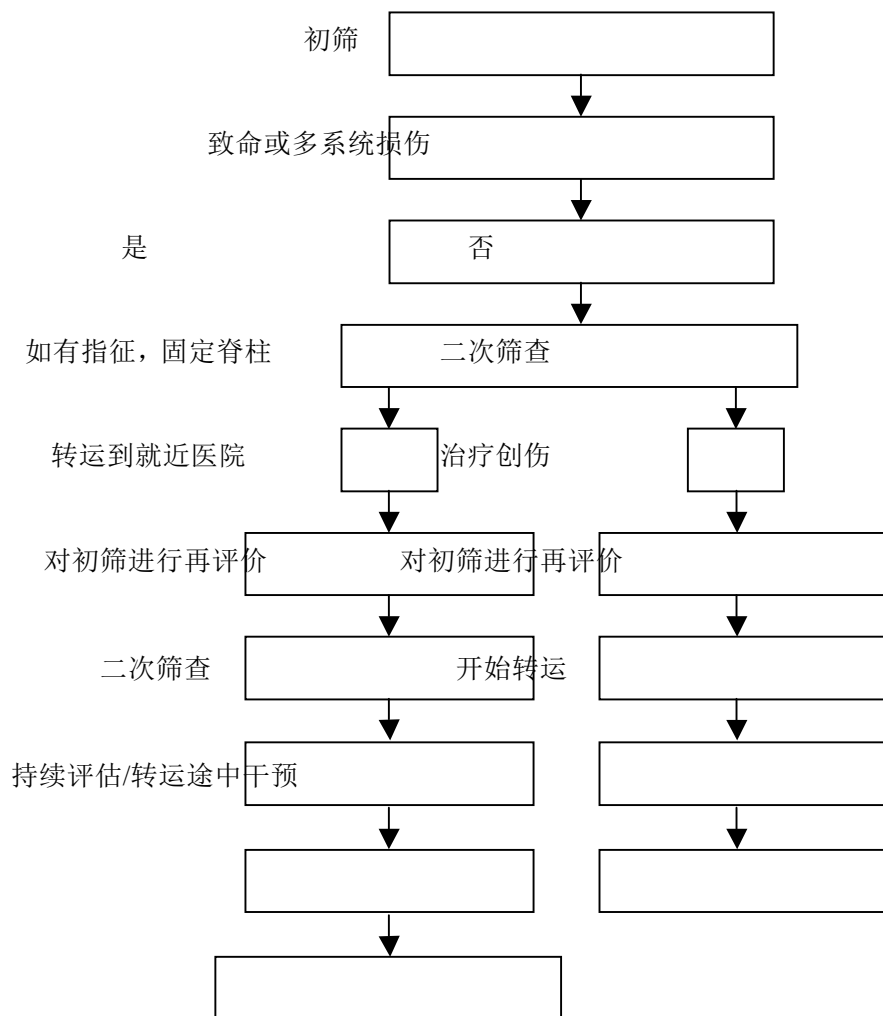


图3 灾区院前照护概览

2. 5. B: 仅对危及生命的出血使用动脉止血带。

获救后，受压肢体再灌注可使肌红蛋白和其他有毒代谢产物直接进入体循环^[85]。有作者建议在受伤肢体近端使用止血带可作为被埋伤员治疗的辅助措施^[86]。

没有必要长时间使用近端止血带，可能使伤员增加麻痹，肌坏死，血栓形成，僵直，脓肿，水疱，擦伤，挫伤，和挤伤等风险。同时，也增加了患者在止血带解开后，发生不必要的肌红蛋白释放入血和 AKI 的风险。

因此，不使用止血带来预防挤压综合征，尤其在远端肢体能被挽救的情况下^[76]。压迫止血或其他止血措施止血失败后，才将止血带作为最后的选择^[87-89]。考虑到灾难现场撤离是第一位的，难以避免使用止血带。但应尽快解开，减少组织缺血及肢体丧失的可能。

2. 5. C: 尽快进行“二次筛查”，以诊断和处理那些初筛过程中遗漏的任何损伤；也包括检查伤情目录及前瞻性随访挤压综合征的晚期症状（尿量减少，深色尿，尿毒症症状和体征）。即使那些轻伤且无明显挤压伤早期迹象的伤员也需要筛查。

由于当地的环境不同，主要的创伤类型也有所不同^[7, 23, 74, 90-94]。既然腹部或胸部创伤

的伤员死亡率显著升高^[20, 23, 94, 95]，因此尽快对每一位伤员进行“二次筛查”以评估所有的创伤类型（参见第12节15页）。

下肢包括最大的肌肉群，因此与身体其他部位相比，腿部软组织创伤可能导致更广泛的横纹肌溶解，挤压综合征的发生率也更高^[69]。应考虑到躯干肌肉如背阔肌的创伤同样可以引起肌溶解综合征，如伤员躺在坚硬的地面不能移动。

然而，挤压综合征同样可以在较小的损伤中出现^[20, 23, 61]，应考虑到每一个从废墟下救出的伤员都有危险。即使是轻伤或者无挤压综合征早期表现的伤员，也要监测有无挤压综合征的后期表现，如尿量减少，深色尿，尿毒症的症状和体征。

2.6：营救后早期的液体管理和尿量监测

2.6.A： 营救后尽快给所有伤员持续补液以预防挤压相关的AKI；就有效性和可行性而言，首选的液体是等渗生理盐水。

2.6.B： 评估伤员的水化状态，以确定所需的液体量。如果获救前没有给予静脉输液，获救后尽快开始给予静脉补充等渗生理盐水，速度为：成年人1000 ml / hr（儿童15-20 ml / kg / hr）。当输注3-6L时，每6小时定期检查伤员。根据其人口学特征、症状和体征、环境和后勤因素，个体化安排输液量。评估尿量及血流动力学状态，以确定进一步的输液量。

2.6.C： 密切监测尿量；要求清醒的伤员排泄在容器中；如果无法控制排尿，对男性可以使用保险套导尿管。适当的液体复苏后如仍无排尿，排除尿道出血和/或撕裂伤后，插入膀胱留置尿管。

2.6.D： 一旦确定伤员无尿，排除低血容量后，且液体复苏后伤员尿量无增加，则限制液体总量，在前日所测量或估计的液体丢失量上加500-1000ml / d，以保持容量平衡。

2.6.E： 当静脉补液后出现排尿（尿量在50ml / hr以上），如果不能密切监测伤员，则液体限制在3-6L / d。如果能密切随访，可考虑使用超过6L / d的液体。

原理

2.6.A： 营救后尽快给所有伤员进行持续补液以预防挤压相关的AKI；就有效性和可行性而言，首选的液体是等渗生理盐水。

横纹肌溶解诱导的AKI是多种因素导致的，包括肾前性（缺血性）损伤，肾小管梗阻和其肾毒性。营救后，出血、液体转移到第三间隙或其他途径导致大量液体丢失。因此，为预防挤压伤患者的低血容量和AKI，必须要维持液体正平衡^[54]。

在确定使用的液体类型时要考虑以下几个因素（见表3）。

表3 灾难挤压伤员可用的静脉输液液体

	溶液 (1000ml)	加碳酸氢盐	加甘露醇
晶体液	等张盐水	N A	N A
	等张盐水+5%葡萄糖	N A	N A
	半张盐水+碳酸氢盐	50mmol/L	N A
	甘露醇-碱性溶液 ^a (基础溶液: 0.45%生理盐水)	50 mmol/L	每 L 加 50 ml 20%甘露醇
胶体液	白蛋白	N A	N A
	羟乙基淀粉 (HES) ^a	N A	N A

备注: a 生理盐水和碳酸氢盐的适用性在工作组成员之间已达成共识, 然而甘露醇、白蛋白和羟乙基淀粉的适用性并未达成共识, 没有关于(白蛋白, 羟乙基淀粉)的益处或(甘露醇)明显副作用的证据(下面将进一步描述)。

缩写: N A表示不适用。

1. 目的: 优先考虑容量复苏和容量补充。减轻筋膜室内压力也很重要。全身碱化以纠正酸中毒和高钾血症放在次要地位。

2. 液体选择:

a) 医疗因素:

- 等张盐水补充血容量和预防急性肾损伤是有效的。由于生理盐水通常在大规模灾难混乱的情况下最容易获得且副作用最低的溶液, 因此作为输液液体的首要选择。副作用包括容量超负荷、高血压、充血性心力衰竭和酸中毒。
- 如果有可能, 采用等张盐水+5%葡萄糖溶液输液, 这有助于补充热量和缓解高钾血症。这种输液方式的副作用与使用等张盐水类似。
- 碳酸氢钠, 加到半张盐水溶液中, 可能对碱化尿液, 防止肌红蛋白和尿酸在肾小管沉积、纠正代谢性酸中毒、减轻高钾血症有效^[50, 96]。除非出现如神经肌肉兴奋, 嗜睡或麻痹等碱中毒的症状, 否则对小规模灾难中的所有伤员选择输碱性溶液。过度碱化的并发症包括: 碱中毒症状加剧、软组织钙沉积, 低钙血症恶化和容量超负荷。
- 甘露醇有利尿, 抗氧化和扩张血管的作用; 而且, 由于它有张力, 可降低肌肉间隔室内压力^[97-99]。甘露醇可扩张细胞外液、增加尿量、防止肾小管管型沉积, 因而对挤压伤伤员是有用的^[100]。然而考虑到甘露醇的副作用(过量使用时产生充血性心力衰竭和潜在肾毒性)^[101], 以及其对创伤性横纹肌溶解^[102]疗效报道不一致, 尽管大多数建议使用试验剂量以评估其反应(见下文), 但工作组的专家对甘露醇的应用并未达成共识。甘露醇对无尿伤员是禁忌。
- 胶体液可以用于有 AKI 风险或有 AKI 的伤员, 最初可输入补充血容量。由于胶体液在降低

致残率和死亡率方面没有明显的益处，副作用风险高如过敏反应或凝血异常，大剂量（淀粉类制剂）使用时肾小管损伤的危险，以及成本较高，因而在液体复苏时通常优先选择晶体液而不是胶体液（见 3.1.D 第 22 页）^[103-109]。

*b) 后勤条件：*后勤条件与灾难的规模和准备水平密切相关。

- 为简单起见，在大型灾难时考虑用普通等张盐水作为理想溶液（并且也可能是唯一可用的溶液）。
- 在有可用资源并已提前规划，例如：储存的物资可以立即转运，有足够参与救援活动的医务人员，且混乱或恐慌不是很严重的情况下，可考虑使用更复杂的溶液，包括葡萄糖和/或碳酸氢钠加入低渗盐水中。然而在混乱的情况下，制备混合溶液既耗时且又有污染和差错的风险。
- 只有在能够密切监测时才考虑使用甘露醇。

3. 应用：碳酸氢钠加到低渗盐水中使之接近等渗。横纹肌溶解伤员平均每天需要碳酸氢钠 200-300mmol/日。如果要使用甘露醇，静脉注射 20%甘露醇 60ml，超过 3-5 分钟，作为试验剂量，以判断有无排尿反应^[98, 110]。如果尿量没有显著增加，不继续使用甘露醇。但是，如果尿量增加高于基线至少 30-50ml/h，可以按照上述方法在液体中加入甘露醇。甘露醇常用剂量是 1-2g/kg[总量，120 克/天]，以 5g/h^[11]的速度输入。

2.6.B: 评估伤员的水化状态，确定所需的液体量。如果获救前没有给予静脉输液，获救后尽快开始给予静脉补充等渗生理盐水，速度为：成年人 1000 ml/hr（儿童 15-20 ml/kg/hr）。当输注 3-6L 时，每 6 小时定期检查伤员。根据其人口学特征、症状和体征、环境和后勤因素，个体化安排输血量。评估尿量及血流动力学状态，以确定进一步的输血量。

评估每位伤员的容量状态以确定其液体需要量。当估计大型灾难伤员的容量状态时，需考虑以下的参数：

- 生命体征（即血压、脉搏、心率、心脏/肺部听诊）。
- 医学体征和症状（如寒冷、潮湿、四肢发绀或苍白、呕吐、神志不清限制了经口液体摄入、少尿或无尿、腋下干燥、颈静脉压下降）。
- 伤口出血和液体转移到第三间隙。
- 环境因素（即环境温度高导致大量出汗）
- 后勤因素（灾难引起混乱、伤员太多、医疗人员数量不足，使临床监测不充分）。

在病人的病情许可时，一项临床上行之有效的方法是抬腿试验。如果这个动作引起脉压或收缩压增加超过 10%，考虑伤员会有液体反应^[111]；这种情况下，伤员可能会从液体复苏中获益。

当存在血容量不足时，评估其潜在原因并采取适当的治疗。如果存在低血容量，控制血液丢失，并且在严重贫血时进行输血^[112]。如果没有可用的血源，则可使用任何不含钾的溶液进行静脉输液（见表 3）。致命的高钾血症可发生在没有 AKI 的挤压伤伤员；因此，除非别无选择，不给挤压伤患者使用含钾溶液。应注意输血可增加血钾，有时甚至造成危及

生命的高钾血症^[113]。

如果伤员在获救前没有接受静脉输液（无法接触肢体，找不到静脉，没有液体可用或没有受过专业培训的人员），应立即开始静脉输注等张盐水，最好是使用 18G 或 21G 的针头，按成年伤员 1000 mL/h 的速度和儿童 15-20 mL/kg/h 的速度进行输液（图 4）。当不能建立外周静脉通道时，考虑采用骨内或皮下输液（见 2.3.D 第 7 页）。如果病人可以饮水，且无腹部外伤并不会立即进行麻醉，可进行口服补液^[114]。

在小型灾难中，如条件具备，可以在伤员解救过程中和获救后，考虑使用半张盐水+碳酸氢钠代替等张盐水。重要的是，这种溶液有助于预防酸中毒和高钾血症，后者都会导致营救死亡（见 2.6.A 第 13 页和 2.6.A 第 15 页）。

为进一步制定补液计划，在输注总共 3-6 升液体的过程中，需评估伤员水化状态并监测 6 小时的尿量。此后重新评估病情，决定进一步的治疗策略。输液量个体化须考虑伤员的人口学特征，体征和症状，环境和后勤因素。

2.6.C 密切监测尿量：要求清醒的伤员排泄在容器中；如果无法控制排尿，对男性可以使用保险套导尿管。适当的液体复苏后如仍无排尿，排除尿道出血和/或撕裂伤后，插入膀胱留置尿管。

维持高尿量(>50 mL/h)是预防挤压相关 AKI 的最好方法。如果有足够训练有素的工作人员，则计算体液平衡，即评估尿液、出汗、出血、呕吐损失的量，输液和口服补液量的多少，以确定需再补液的量。对于昏迷伤员，以湿尿布或床单作排尿的标志。

插入膀胱留置导尿管导尿。野外卫生环境较差，插入导管时应注意避免尿路感染。避免给尿道撕裂伤的患者插入膀胱留置尿管，这些患者表现为尿道出血。膀胱内有尿潴留或有尿道置管禁忌征时，可考虑经耻骨上放置导管。

48 小时后，或者一旦它们不能再提供有用的信息，例如伤员绝对无尿或有意识的病人能稳定的自主排尿时，尽快拔出导尿管。

2.6.D 一旦确定伤员无尿，排除低血容量后，且液体复苏后伤员尿量无增加，则限制液体总量，在前日所测量或估计的液体丢失量上加 500-1000 mL/d，以保持容量平衡。

如果伤员仍然无尿，考虑增加输液量。在这种情况下，考虑两种可能：(a) 伤员仍然存在液体不足，输液后可能会有小便。(b) 他/她可能已经患有 AKI，强化补液有血容量过多的风险。最终决定应结合环境因素、人口学特点和临床表现。始终要意识到如果液体复苏开始太晚可能是有害的。在马尔马拉地震中，需要透析支持的挤压伤伤员需要的液体量远比未透析伤员要多^[115]。这可能是因为已经患有 AKI 的伤员积极输液导致血容量过多，从而更需要透析。实际上，最常用的透析指征之一就是血容量过多^[12]。

如果尽管充分容量复苏后无尿仍然持续，需考虑急性肾小管坏死的可能；在这种情况下，如果不控制容量复苏，可能会产生容量超负荷及相关并发症^[116]。对这些伤员，用含或不含葡萄糖的等张盐水输液，最多 500-1000 mL/天，同时加上估计的前一天液体丢失量。如果可能，可使用半张盐水+碳酸氢钠纠正高血钾症和酸中毒。同时限制口服钾和经口液体

摄入。

2.6.E 当静脉补液后出现排尿（尿量在 50ml/hr 以上），如果不能密切监测伤员，则液体限制在 $3\text{--}6\text{L/d}$ 。如果能密切随访，可考虑使用超过 6L/d 的液体。

静脉输液（或口服补液）出现排尿反应（尿量超过 50ml/h ）时，根据当地情况确定进一步输液计划。如果不能密切监测，继续使用等张盐水，每天最多 $3\text{--}6$ 升/天。个体化的输液量要综合考虑临床和后勤情况，如伤员年龄、体重、创伤类型、环境温度、尿量，以及估计的液体丢失量和进行监测的可能性（图 4）。

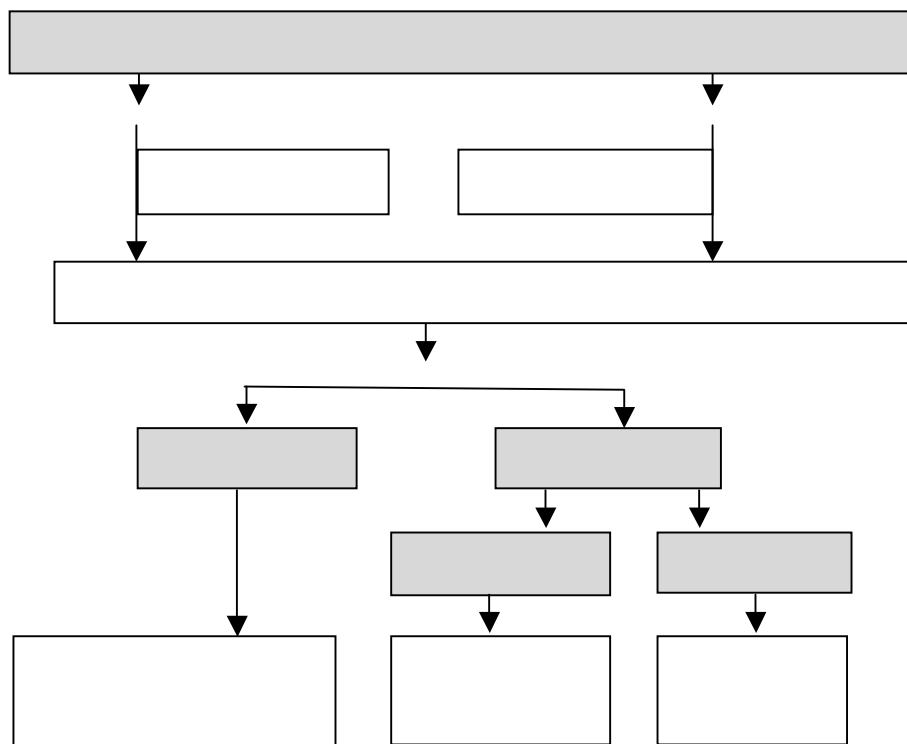


图 4. 大规模灾难后被埋伤员获救后早期液体复苏预防挤压伤相关 AKI 流程图

缩写：IV，静脉输液，L，升。

*静脉输液液体：输液液体使用见 2.6.A，等张盐水是首选。

如果临床密切监测可行，且有记录表明伤员有适当的排尿反应，成人的输液量超过 6L/天 ，甚至高达 12L/天 。一般情况， 8L 尿量者计划的输液量为 12 升，因为液体在损伤组织中滞留和肾脏外丢失^[54]。以上输液量以体重 70 公斤为标准，高于或低于此重量，按每 5 公斤加或减 0.5 升输液量进行计算。持续评估容量状态进行个体化输液；始终要注意到老人和儿童更容易发生容量超负荷。

如果可能的话，本阶段也可使用半张盐水+碳酸氢钠溶液。如果伤员口服补液则不再继续静脉补液。

一般情况下，对于灾难发生最初几天获救的伤员，输液量可相对放宽^[51]；而对于后期获救的伤员，采取较为保守的做法更合理，因为后期出现急性肾小管坏死（ATN）（伴少尿）的风险更高^[115]。

如果已成功预防 AKI，继续使用强化补液方案直至肌红蛋白尿消失（临床上直到尿液转变成正常颜色），肌红蛋白尿通常发生在创伤后 2-3 天内^[54]。

运用所谓的血管扩张剂或肾脏剂量多巴胺^[117-119]或利尿剂^[120]来预防或治疗 AKI，并不能改善预后，反而可能导致危及生命的并发症^[121]。

谨慎使用袢利尿剂，理论上，他们可能通过酸化尿液增加挤压综合征管型形成的风险，以及通过诱导高钙尿使已经存在的低钙血症恶化^[16, 122]。然而，给液体容量负荷过多伤员审慎地使用袢利尿剂是正确的。

2.7: 被营救后采取的其他措施

2.7.A: 治疗与AKI 相关或无关的其他问题，包括但不限于气道阻塞、呼吸困难、疼痛、低血压、高血压、心肌缺血和心肌梗死、心力衰竭、骨折和伤口污染。

2.7.B: 尽早诊断和治疗高钾血症

2.7.C: 一旦稳定下来，尽早将伤员转运至医院。

2.7.D: 如果由于病床不足使伤员早期被送回家，则指导他们至少在未来三天每天检查其尿液的颜色和量，如果有迹象提示挤压综合征，如少尿，深色尿，水肿或恶心，需立即咨询医生。

原理

2.7.A: 治疗与AKI 相关或无关的其他问题，包括但不限于气道阻塞、呼吸困难、疼痛、低血压、高血压、心肌缺血和心肌梗死、心力衰竭、骨折和伤口污染。

挤压伤伤员可能遭受许多其他的问题，其中一些可能会危及生命。转运之前，在灾难现场给予适当的治疗是必须的。这些问题包括但不限于：气道梗阻、疼痛、低血压、高血压、心肌缺血和心肌梗死、左心衰竭、骨折和伤口感染。表 4 总结了这些并发症的处理方法。

2.7.B: 尽早诊断和治疗高钾血症

挤压伤伤员，随时可能发生致命性高钾血症，即使在没有肾功能衰竭时也可以发生，男性伤员的风险甚至更高^[129]。多数患者往往被忽视，然后导致伤员在灾难现场、野外医院、运送途中、或在进入医院之后不久即死于高钾血症。由于在灾难现场进行生化检测很困难，其他的诊断工具是必要的。便携式心电图（ECG）设备已被用于在这种情况下诊断高钾血症，虽然有人对高钾血症心电图结果的特异性和敏感性提出质疑（见第 26 页，3.2.C；表 7，第 26 页和图 5，第 27 页）^[130, 131]。2010 年海地地震中，手提式设备（如 i STATr，雅培，美国）在灾区条件下直接检测电解质和肌酐，其价值是无法衡量的^[132]。可用这些设备或 ECG 早期检测高钾血症。

在灾难现场条件下，可用降钾树脂[即聚苯乙烯磺酸钠或钙（kayexalate）]治疗和预防高钾血症，并尽快转运伤员接受透析。聚苯乙烯磺酸钠优于聚苯乙烯磺酸钙，因为后者

可能参与后期严重高钙血症的形成。降钾树脂的副作用包括恶心、呕吐、低血钾和少见的小肠坏死（见 3.2.D，第 27 页；表 8，第 28 页）。

表 4. 在大型灾难现场对挤压伤伤员危及生命或严重并发症的治疗^[12, 46, 123-128]

并发症	治疗	评价
气道阻塞	- 下颌穿刺，梅奥插管开放气道，去除分泌物，吸氧，气管插管（如果可能）	- 应被视为首要采取的措施，因这些措施可挽救生命。 - 尽快送到医院。
疼痛	- 麻醉药，克他命（氯胺酮）	- 吗啡应当静脉注射，因为吗啡肌肉注射效果是不可预测。 - 不应使用非类固醇消炎药镇痛。
低血压	- 静脉输液，输血或血液制品 - 治疗缺血性心脏疾病，电解质异常和感染。	- 用任何方式止血。 - 挤压伤伤员由于组织中滞留，可能液体需要更多。
高血压	- 钙拮抗剂和硝酸盐 - 有小便的伤员使用利尿剂	- 避免对无尿伤员输过多液体。 - 心理支持对严重应激的伤员有帮助。
心肌缺血和梗死	- 缓解疼痛，治疗高血压和焦虑，使用短效硝酸盐制剂，吸氧	- 尽快送到医院。
左心衰竭	- 短效硝酸盐制剂，利尿剂，吸氧	- 伤员应当采用坐位。 - 尽快送到医院。 - 应用间断静脉止血带可能有用。

2. 7. C 一旦稳定下来，尽早将伤员转运至医院。

一旦稳定下来，尽早将伤员转运至医院。要注意在一些小程序上花费时间，例如给轻微骨折上夹板和伤口包扎，对立即转运伤员到功能性医院是不利的。如果运送时间短，避免在现场和野战医院耽搁时间。然而，如果转运将被推迟，给小伤口包扎和上夹板将对伤员有益，因为这些对于伤员的舒适性和安全性都是很重要的。在转运过程中，脊髓损伤伤员要采取措施行全脊柱制动。

将伤员转运到“受伤者安置点”或“灾难伤者转移医疗救助中心”^[36]，然后尽早运送到野战或传统医院并开始适当的治疗干预（见 1.2，第 3 页）。然而，在大型灾难情况下，转运并非始终可行^[34, 71]，因此尽管资源有限，也要进行必要的现场治疗，直到伤员能够被转运或能得到更有效地治疗为止。

2. 7. D 如果由于病床不足使伤员早期被送回家，则指导他们至少在未来三天每天检查其尿液的颜色和量，如果有迹象提示挤压综合征，如少尿，深色尿，水肿或恶心，需立即咨询医生。

挤压综合征的发生与创伤严重性不相关，即使轻微受伤的伤员也有风险^[20, 23]。在许多灾难中医院病床不足是一个现实问题，使轻伤伤员被送回家或庇护所。要指导这些人至少

在前 3 天每天观察尿液的颜色和量，特别注意如出现体重增加、水肿、呼吸困难和恶心等 AKI 的症状，应尽快寻求医治。

第三节 入院时的干预

3.1: 所有伤员入院时的一般措施

3.2: 在入院时针对挤压综合征患者的特殊措施

3.1: 所有伤员入院时的一般措施

3.1.A: 将伤员检伤分类到合适的治疗区。

3.1.B: 遵循公认的创伤和AKI指南以管理挤压伤患者。

3.1.C: 通过体检评估液体状态。需要注意的是，中心静脉压（CVP）的绝对值（如果有）无参考价值，而其相对变化可更好地反映体液状况。

3.1.D: 对低血容量的伤员，识别和治疗其病因；晶体液优于胶体液。

3.1.E: 所有开放伤口都视为污染伤口。存在坏死或严重感染时需考虑外科清创及使用抗生素。开始使用抗生素前先留取培养标本。所有开放性伤口患者均使用破伤风类毒素，除非患者在最近5年内明确接受了疫苗接种。

3.1.F: 纠正低体温（如果存在）。

3.1.G: 基于医疗，社会和法律方面的原因，保存患者的病历。

原理：

3.1.A: 将伤员检伤分类到合适的治疗区。

检伤分类不只影响伤员的即刻效果，也会影响其最终的结局。因此指导伤员到恰当的医院或医疗点接受最佳的治疗很重要。

为了在入院时顺利完成检伤分类，在接受伤员区域的附近设立专门的处置区域。根据伤员损伤程度及临床状况，用不同颜色区别5个主要的伤员接受区域^[133]：

- (1) 红区，收治危及生命但可能被治愈者
- (2) 黄区，处理严重程度稍轻但仍然紧急的状况
- (3) 绿区，可以行走的轻伤患者
- (4) 灰区，观察临终患者并保持其舒适
- (5) 黑区，放置入院时已死亡的患者

每小时重复检伤分类，根据其临床状况的改变将伤员转移到相应的区域。

3.1.B: 遵循公认的创伤和AKI指南以管理挤压伤患者。

按照公认的创伤指南从医学及后勤方面管理灾难伤员^[79, 134]（也可参考附录 i 49 页）。

1. 初筛^[79]。

2. 如果存在危及生命的情况（如休克或窒息）立即开始复苏。快速检查患者有无严重贯通伤或钝器伤。采取任何现有手段处理急症；如对外部大出血通过直接在出血部位加压进

行止血，尝试装订缝合或普通缝合，给严重贫血或有大量出血证据的伤员输血。应认识到输血只是临时措施，对低血压的挤压综合征患者多需要外科手术来止血。

没有非常明确的输血指征；对血流动力学稳定的重症患者，采取“限制性”红细胞输血策略（当 $Hb < 7g/dl$ 才输血）与“自由式”输血（当 $Hb < 10g/dl$ 即开始输血）的疗效相当，除非患者存在急性心梗或不稳定性心肌缺血才建议采取“自由式”输血^[112, 135]。如果无血液或血制品，且（患者）出现低血压，使用晶体液或胶体液作为替代治疗（表 3）。

3. 从伤员或陪同人员获取简短病史。尽量弄清每个伤员的身份信息、住址、创伤发生的地点、接受救援的时间、废墟下受困的时间、入院前接受的治疗干预情况、妊娠情况、过敏史、药物史及任何既往和现存的合并疾病。
4. 抽血进行实验室检查，包括血型、血红蛋白、白细胞计数、血尿素氮、肌酐、肌酸磷酸激酶（CK）、电解质及血气分析（静脉血足够了）。估计这些检查所需的时间及需要同时处理的伤员人数，特别是那些临床上怀疑有大出血或挤压综合征的伤员。因此，只有当有足够的时间及足够的人力物力来采集标本、并能对结果进行评估和处置时才采血；否则，则不采血。
5. 对于在灾难现场未接受有效治疗的伤员给予强化液体治疗（表 3，图 4）。虽然晶体液及胶体液均可，但始终首选晶体液（见下）。

儿童及成人伤员晶体液的输注速率为 $15-20ml/kg/h$ ，老年则为 $10ml/kg/h$ ，并根据生命体征及尿量调整^[46, 136]。

虽然某些特殊临床情况下可以使用低张或高张性晶体液，但非等张性液体的选择更多是基于其他的考虑（如，用于高钠血症或低钠血症）而非用于血管内扩容^[109]。

3.1.C 通过体检评估液体状态。需要注意的是，中心静脉压（CVP）的绝对值（如果有）无参考价值，而其相对变化可更好地反映体液状况。

由于出血、休克、间隙内液体转移（第三间隙）及出汗等原因，外伤伤员常出现低血容量。所有内脏器官均会因低灌注而出现功能障碍，特别是肾脏，因此应及时纠正低血容量。

虽然通过体格检查来评估体液状态价值有限，但仍应始终进行检查。干渴、粘膜干燥、毛细血管再充盈时间延长、腋窝干燥、舌质干、额头及胸骨皮肤弹性降低、心率增快、血压下降、体位性低血压、被动抬高大腿后血压上升（或动脉血压波形改变）等均提示体液丢失或潴留^[109, 137, 138]。

CVP 虽然常用，但可能误导且通常无法预测输液的反应，特别是对于危重患者^[139]。其绝对值的升高不仅出现在高血容量，某些疾病如心衰也可出现。而其相对变化值在反应血管内容量状态方面可能比绝对值更好^[111, 140]。

3.1.D 对低血容量的伤员，识别和治疗其病因；晶体液优于胶体液。

在确定低血容量的病因之后，给予适当的液体治疗。根据临床表现如皮肤弹性、水肿、

血压或实验室检查（血钠、钾及碳酸氢根）进行个体化补液，并考虑到以下液体的特点。

- **等张盐水：**低血压伤员的首选。它可分布到整个细胞外间隙。健康人，这部分液体有 25%分布在血管内，75%分布在间质中。那么，输注的液体有大约 1/4 保留在血管内^[141]。另外，等张盐水廉价、便捷且安全。然而大量的盐水输入可导致高氯性代谢性酸中毒。
- **半张（或低张）（0.45%）盐水：**可用于仅有轻度脱水的伤员以及伴有高钠血症的患者，这些患者存在自由水缺乏。然而其扩容的效果较等张液体差。对于高钠血症患者可使用 5%葡萄糖水溶液的低张性液体，同样这类液体也存在扩容效果较差的问题。
- **胶体液（白蛋白、羟乙基淀粉、明胶及右旋糖酐）：**含有渗透活性分子，理论上可将水分保留在血管内。然而应尽量避免使用胶体，理由如下：

a) 至少在部分 ICU 患者的研究中，白蛋白^[103]或胶体 HES^[105]并不优于晶体液。一项 Cochrane 综述的结论是没有随机对照研究证明胶体液替代晶体液可以降低外伤、烧伤或手术患者的死亡风险^[108]。

b) 胶体液存在较高的副作用比如过敏、凝血异常、高剂量引起 AKI 的风险^[106, 107]，甚至增加了患者的死亡风险^[142, 143]。

c) 胶体液更贵，且在灾难环境下较难获得。

KIDGO AKI 指南建议采用晶体液复苏以预防所有低血压或低血容量患者的 AKI^[109]。

3.1.E: 所有开放伤口都视为污染伤口。存在坏死或严重感染时需考虑外科清创及使用抗生素。开始使用抗生素前先留取培养标本。所有开放性伤口患者均使用破伤风类毒素，除非患者在最近5年内明确接受了疫苗接种。

地震后，软组织损伤由建筑框架倒塌及碎片所致，因而伤口通常很脏。故先用水及有杀菌作用的肥皂清洗污秽的伤口。再轻轻用无菌水冲洗，以简单清洁敷料覆盖。不在伤口局部使用抗菌剂如聚维酮碘。

条件许可时，尽量对肌肉及骨组织进行广泛的清创处理，并在第一次清创 24-48 小时后进行常规复查，因为第一次处理里很难清楚辨别坏死及存活的组织^[134]。

治疗延迟很常见，因此增加了开放伤口受革兰阳性菌、革兰阴性菌及厌氧菌污染的风险，特别是梭状芽胞杆菌包括破伤风杆菌感染（表 5）。

表5. 破伤风高风险的伤口特征

临床特征	高风险
外伤后的时间间隔	大于6小时
伤口类型	不规则边界的开放伤口
深度	大于1cm
感染证据	有
坏死组织	有
异物	有
缺血组织	有

既然在挤压伤口最常见的病原菌为链球菌、葡萄球菌及厌氧菌，β内酰胺/β内酰胺酶抑制剂常常作为经验性治疗的首选药物。

病原学培养最好在抗生素使用前进行。然而即使存在感染，培养结果仍可能阴性，特别是在伤口局部（准备进行培养的部位）已经使用了抗感染治疗的患者。如果不能进行病原学培养，也不能推迟治疗。

理想状态下，最好能够按照 CDC 的指南预防破伤风。始终要认识到最佳预防破伤风的方法是清洗伤口碎屑以及正确的外科清创术去除坏死组织。

在进行破伤风预防前，需要准确快速获得伤员破伤风主动免疫的病史^[134, 144]。成人免疫需要至少注射 3 次类毒素，此后每 10 年进行加强注射一次吸附类毒素。7 岁以下的儿童免疫则需要进行 4 次类毒素注射，此后每 10 年进行加强注射一次^[134]。

在大规模灾难中受伤的伤员，考虑如下问题（表 6）：

I. 曾接受免疫者，如那些已完成疫苗注射且最后一剂破伤风类毒素是在近 10 年内注射的患者：

- a. 对非破伤风杆菌易感的伤口，不需加强注射；
- b. 对于破伤风杆菌易感的伤口（表 5），且最后一次疫苗注射在 5 年之前，肌肉注射 0.5ml 吸附类毒素。

II. 未充分免疫患者，如接受疫苗注射少于 3 次且距最后一次注射大于 10 年的非破伤风易感伤口者，或距最后一次注射大于 5 年的破伤风易感伤口者（表 5），或疫苗接种史不详者。

- a. 非破伤风杆菌易感伤口，肌肉注射 0.5ml 吸附类毒素。
- b. 破伤风杆菌易感伤口：
 - i. 给予 0.5ml 吸附类毒素
 - ii. 给予 250 单位的人破伤风免疫球蛋白（对于严重污染的或者损伤超过 12 小时的伤口，或体重超过 90 公斤的患者，用 500 单位）肌肉或静脉注射（基于将注射的特定制剂类型）。
 - iii. 考虑使用抗生素，虽然抗生素对于破伤风的预防效果并不确切。
 - iv. 类毒素、免疫球蛋白及抗生素应分注射器及分部位注射。
 - v. 2 个月及 6 个月后再进行类毒素加强针的注射，使其充分免疫。

对于儿童及青少年，同时注射破伤风与白喉类毒素作为二联抗原，或同时注射百白破类毒素作为三联抗原。

表6. 破伤风预防准则^[144]

早先吸附破伤风类毒素使用剂量	清洁的小伤口		其它伤口 ^a	
	破伤风类毒素	TIG	破伤风类毒素	TIG
不确定或小于3个剂量	是 ^c	否	是 ^c	是 ^b
3个或以上剂量	仅在最后一次剂量是在≥ 10年前	否	仅在最后一次剂量是在≥ 5年前	否

^a例如但不仅限于，受污垢、粪便、土壤或唾液污染的伤口；穿刺伤；撕脱伤；炮弹、挤压、烧伤或冻伤的伤口。

^b在破伤风类毒素注射部位之外肌肉注射250单位；如无TIG则静脉使用免疫球蛋白。

^c疫苗注射应持续直到完成必要的免疫。（经允许修改自^[144]）

缩写：TIG 破伤风免疫球蛋白

另外，对于严重受伤的患者，不可能询问最后一次疫苗注射，因此对所有伤员进行一次加强针注射。只要能够获得，破伤风、破伤风白喉还是白喉百日咳破伤风制剂均可使用。

3.1.F: 纠正低体温（如果存在）。

低体温是指中心体温低于 35°C (95°F)。分为轻度[32-35°C (90-95°F)]、中度[28-32°C (82-90°F)]及重度[28°C (82°F) 以下]低体温^[145]。低体温的临床表现包括呼吸急促、过度通气、低血压、心律失常（心动过速、房颤、窦性心动过缓、室性心动过速以及室颤）、凝血功能障碍以及神经系统症状（包括无反射及昏迷）。外伤患者中心体温（测定直肠体温）低于 32°C 与高死亡率相关，任何体温低于 35°C 的疾病都提示预后欠佳^[146]。低体温可发生于灾害伤员，尤其环境温度低时。由于口腔测量体温计无法测量 34°C (93°F) 以下的温度，因此在怀疑低体温时，应尽可能使用能够读出低读数的温度计。如果没有低读数的中心体温计，则测量结果为口腔温度计最低读数时应考虑低体温。

用毛毯（如果有）来防止在获救时出现低体温。在解救成功后，按急症处理低体温；脱掉湿衣物，输注温暖晶体液（42°C 或 108°F），进行体外加温（如将毛毯置于患者身下及身上），透析，给予温暖的空气或氧气进行通气^[147, 148]。然而，应认识到低体温患者真正是靠自己本身的代谢来升温，因此，应采取任何手段来降低额外的热量丢失。

3.1.G 基于医疗，社会和法律方面的原因，保存患者的病历。

由于大规模灾害带来的混乱，很多伤员被公共车辆转运至医院，常常没有熟人或家人陪同。因此建立患者的信息及病史记录很重要，不仅仅是为了恰当的治疗，也有社会及法律方面原因。可能的情况下，对已故受害者进行照相作为记录。

记录医疗情况、体检发现及已进行的干预措施。可能的话召集医学生、护士及其他健康人来协助完成这项工作。给患者佩戴标示有其基本医疗信息的臂、腕带或标签。

3.2: 在入院时针对挤压综合征患者的特殊措施。

3.2.A: 随访所有伤员（甚至那些轻伤患者）以确定是否有挤压综合征的症状和体征。

3.2.B: 检查所有输注的液体。避免使用含钾的溶液。

3.2.C: 尽快确定血钾水平。在无相关实验室设施的地方，或实验室检测将延迟时，使用床旁检测设备（如i STATr）或进行心电图检查以检测高血钾。

3.2.D: 立即治疗高钾血症，先采取紧急措施，然后采用更有效的二线干预措施。

1) 紧急措施包括：葡萄糖酸钙、输注葡萄糖-胰岛素、碳酸氢钠和β-2激动剂。

2) 二线措施包括：透析和降钾树脂。

- 3. 2. E:** 排除尿道出血和/或撕裂伤后, 给所有挤压伤患者留置膀胱导尿管以监测尿量。除另有指征外, 一旦病人已成为少尿型AKI或肾功能恢复正常, 则拔除导尿管。
- 3. 2. F:** 用试纸法进行尿液分析。如果可能, 检测尿沉渣。
- 3. 2. G:** 如果无尿的伤员出现容量负荷过多, 则限制液体输入, 并根据个体需要开始超滤(加用或不加用透析模式)。
- 3. 2. H:** 治疗合并的紧急状况, 如酸中毒, 碱中毒, 症状性低钙血症和感染。

原理

3. 2. A: 随访所有伤员(甚至那些轻伤患者)以确定是否有挤压综合征的症状和体征。

挤压综合征常发生于大肌群创伤后, 特别是在下肢。然而上肢的轻度损伤仍然可造成挤压综合征。因此应将所有灾难伤员视为挤压综合征的高危人群^[12, 20]。少尿、深褐色尿、高血压、水肿、呼吸困难、恶心及呕吐等临床表现提示可能存在挤压相关AKI。常规评估创伤肢体的周径变化, 将其作为挤压综合征出现筋膜室综合征的早期体征之一。

详细查体, 因为这可能为最终预后判断提供线索。在神户地震的挤压伤员中, 在一个医疗机构内发现挤压伤员出现四个因素(心动过速 ≥ 120 次/分、尿色异常、白细胞计数 $\geq 18.000/\text{mm}^3$ 及高钾血症 $\geq 5\text{mmol/L}$)提示严重或致死性的挤压综合征^[83]。

3. 2. B: 检查所有输注的液体。避免使用含钾的溶液。

很多伤员在受伤现场或转运过程中就已经开始输液, 但与推荐相反, 这些液体可能含钾。在马尔马拉地震中, 有10%将损伤的伤员在入院时就已输过含钾液体, 这显著增加了致命性高钾血症发生的风险^[13, 149]。因此, 在入院时立即检查所有的液体, 换掉含钾的液体。

如未输过液体, 根据患者的情况静脉给予等张或半张性盐水。如果有, 将碳酸氢钠加入输液。(参看2.6.A, 第i12页, 表3, 第i13页)

3. 2. C: 尽快确定血钾水平。在无相关实验室设施的地方, 或实验室检测将延迟时, 使用床旁检测设备(如iSTAT®)或进行心电图检查以检测高血钾。

挤压伤伤员, 随时可发生致死性高钾血症而可不伴肾功能衰竭。最可靠、准确且最不费人力的检查血钾的方法是血生化检测。一定要排除由于用力抽血、红细胞破裂、离心或检查等待时间过长等原因引起的假性高血钾。如不能或延迟进行标准实验室方法检查时, 条件许可, 可使用床旁检测设备(如iSTAT®)或血气分析仪检查。

如无法行急诊生化检测, 心电图是检测高钾血症征象最有效的替代方法(图5, 表7)。

表7. 不同水平高钾血症的心电图表现

血钾水平	心电图表现
6-7mEq/L	T波高、尖、窄
8 nEq/L	P波消失或P-QRS分离
10 nEq/L	QRS复合波宽大畸形
11 nEq/L	主波双向(CRS-ST-T波融合)
12 nEq/L	室颤或心脏停顿

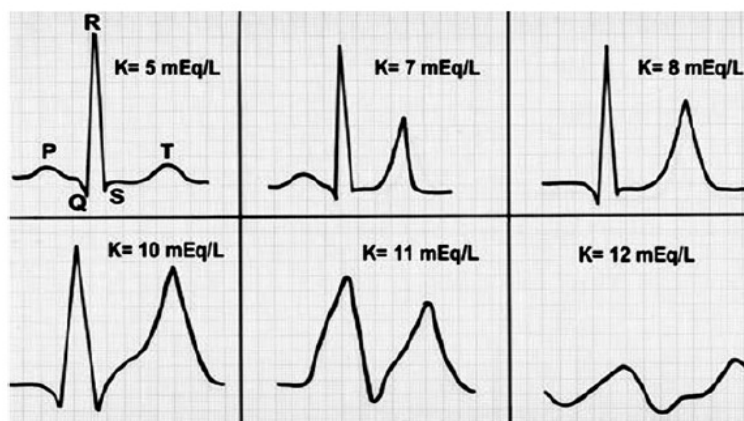


图 5. 高钾血症的心电图表现。心电图形态如图所示。血钾水平仅仅是估计(经许可自文献[12]修改)。

这些心电图改变仅仅提示高钾血症但不特异；不同水平的高钾血症会有类似的改变。

心电图改变（高、尖且窄的 T 波，P 波消失，类心梗表现，束支传导阻滞，严重的心功过缓或房室分离，P 波与 QRS 波分离，QRS 复合波增宽和/或呈双向改变）仅仅是血钾水平粗略的判断指标。这些改变会在血钾纠正后消失^[131, 152]。

心电图无异常不能排除高钾血症。另外，与高钾血症相关的心电图改变并不一定总具有特异性：高尖的 T 波也可见于正常人、心肌梗塞、颅内出血、心肌破裂及心包积血[130, 131]。然而在混乱和紧急的条件下，应将上述心电图表现按高钾血症对待，直到被证实。尽快通过血液化验确定血钾水平。

如有任何高钾血症的征象，应不必等待实验室检查结果马上给予经验性降钾治疗（表 8）。

3.2.D 立即治疗高钾血症，先采取紧急措施，然后采用更有效的二线干预措施。1) 紧急措施包括：葡萄糖酸钙、输注葡萄糖-胰岛素、碳酸氢钠和 β -2 激动剂。

2) 二线措施包括：透析和降钾树脂。

高钾血症的治疗措施取决于其严重程度以及从发现到治疗的间隔时间。对于严重高钾血症 ($>7\text{mmol/L}$)，立即静脉给予葡萄糖酸钙、葡萄糖-胰岛素注射液、碳酸氢钠或吸入 β 2 激动剂。在无酸中毒或无尿时使用碳酸氢钠降低血钾的效果是有争议的（表 8）^[153, 154]。

表8. 挤压综合征伤员高钾血症的治疗^{[123, 155, 164-167]a}

干预	开始/疗效持续时间	作用方式	干预	评价
葡萄糖酸钙 (10%)	1-2min / 1-2hr	恢复心肌细胞膜的兴奋性。	10ml 10%的溶液2-3min 内静脉注射，高钾血症临床表现消失时停止输注。	仅用于致命性心律失常发生时。注射时应密切监测心电图。在使用洋地黄类制剂的患者为禁忌。钙可储存于受伤肌肉内，可导致恢复期出现高钙血症。外渗时可引起组织坏死可引起容量负荷过重及加重低钙血症症状。可与葡萄糖-胰岛素液联用。
碳酸氢钠 (8.4%)	0.5-1hr / 1-2hr	纠正酸中毒促使钾进入细胞	8.4%碳酸氢钠50ml 稀释入5%葡萄糖或0.45%氯化钠溶液50-100ml，静滴0.5-1hr	短期内关注疗效对挤压伤伤员可能无效，原因是能转移到受累肌肉细胞的钾有限。高张葡萄糖应通过中心静脉给药。停用该液体后，后续给予5%不含胰岛素的葡萄糖溶液以防止低血糖。
葡萄糖及胰岛素液	1hr / 4-6hr	促使钾进入细胞	25个单位（肾衰时个10单位）胰岛素加入20%葡萄糖溶液500ml，以250ml / hr 速度静脉输注。	可引起心动过速、心律失常、及心绞痛。活动性冠心病使用是冒险的
β2肾上腺素受体激动剂（沙丁胺醇）	0.5-1hr / 2-4hr	促使钾进入细胞	用4ml 盐水配置后，以雾化器吸入超过10min，或静脉使用0.5mg。	心律失常患者使用是冒险的
血液透析	0.5hr / 5~6hr	通过透析清除钾	由透析团队实施	最有效的治疗手段有指征，一日之内可进行多次治疗。需要建立血管通路及抗凝。必须监测透析后的高钾血症反跳。
降钾树脂（口服，灌肠）	2~6hr /	通过大便清除钾	口服：15~60g与山梨醇用水混合 灌肠：30~50g灌肠剂与10~18g山梨醇及150~200ml 自来水混合；经Foley导管直肠给药。球囊充气，将灌肠剂保留在直肠2~3hr。导管取出前，用不含钠的液体冲洗结肠。	必要时每4~6hr 重复口服药物一次；每2~4hr 重复灌肠一次。灌肠的疗效较快，但效果不如口服降钾树脂明显。每一次灌肠可降低血钾0.5~1mmol/L。药物的效果最近开始被质疑。有不常见但严重的毒副作用。对于快速升高的血钾，该措施不是理想的选择。

^a 治疗效果必须通过频繁的血生化检查来核实，若后者无法实施，通过频繁的心电图来监测。缩写：hr，小时。

全部或绝大部分紧急措施的降钾效果都是临时的，治疗后高钾血症可复发。因此不要排除此后开始透析治疗的可能，透析是最有效的降钾措施。由于开始透析治疗前存在一段

时间间隔，因此如果需要紧急处理高钾血症，则先使用其它方法。

每次血液透析可清除大约 80-140mmol 的钾，这与血钾初始值、透析充分性以及透析液钾浓度有关^[155]。透析治疗的前 60 分钟血钾下降幅度为 1-1.3mmol/L，到 180 分钟时下降 2mmol/L，其后趋于平稳^[154, 156]。使用钾浓度<2mmol/L 的透析液透析时降钾效果较好，但存在由于血钾下降过快引起心律失常的风险^[154, 157]。这可通过逐步降低透析液钾浓度的方法来避免。另一种选择是使用 2mmol/L 钾浓度透析液进行长时间透析，但在大规模灾难时，由于大量患者及有限透析设施而变得不切实际。

血钾在透析后总会出现反跳，其降钾效果在 1 小时后会消除 35% 6 小时后效果会消除 70%^[158]。因此透析后血钾的持续监测很有必要。

腹膜透析由于其降钾的效率有限，不作为高钾血症的治疗首选。但如果它是唯一可行的透析模式，则给予频繁 PD 交换的同时给予其它降钾治疗。

给有高血钾倾向的挤压伤患者开具低钾饮食处方及降钾树脂。虽然降钾树脂的效果被受到质疑^[160]，但鉴于发生致死性高钾血症的风险极高，工作组仍推荐给挤压伤伤员使用降钾树脂。

降钾树脂阻止肠道对食物中钾的吸收。即使在没有进食的情况下，每克树脂可清除 1mmol 钾离子。其药效在口服后 2-6 小时起效^[155]。每日剂量是 15-60 克，联用其 1/3 剂量的山梨醇以防止便秘。可使用渗透性泻药替代山梨醇，如用聚乙二醇(Movi col® Mralax®)以避免后者对肠上皮细胞的毒性。

如口服降钾树脂导致恶心或呕吐，或无法口服给药，则保留直肠灌肠（表 8）^[154]。肠梗阻或拟行腹部手术的患者避免使用降钾树脂灌肠剂，因为该药物与肠穿孔有关。

3.2.E: 排除尿道出血和/或撕裂伤后，给所有挤压伤患者留置膀胱导尿管以监测尿量。除另有指征外，一旦病人已成为少尿型AKI或肾功能恢复正常，则拔除导尿管。

保留尿管可用于准确计算每小时尿量，直到血管内容量得到充分恢复以前，尿量是一项有效的反映液体复苏早期反应的指标。尿管增加了感染的风险，特别是在巨大灾难后的混乱环境下^[161]。因此，除非有绝对指征，如昏迷、骨盆创伤、可疑的尿路梗阻、制动或外科手术时才保留导尿，一旦患者出现少/无尿型 AKI 或肾功能恢复且监测尿量的意义已不大时及时拔除尿管。

3.2.F: 用试纸法进行尿液分析。如果可能，检测尿沉渣。

试纸法及显微镜检查有助于判断 AKI 的病因。

- AKI 时尿检正常提示肾前性或肾后性因素所致，异常则提示肾性因素。
- 镜检无红细胞，试纸法隐血阳性是肌红蛋白尿或血红蛋白尿所致 AKI 的典型表现^[162]。
- 尿比重升高伴尿钠排泄减少支持肾前性氮质血症。横纹肌溶解引起的 AKI 也可出现尿钠排泄减少，甚至在出现 ATN 的情况下。主要是肾血管强烈的收缩，而远端肾小管功能尚完整^[163]。关于 AKI 生物标志物对其早期诊断、鉴别诊断及预后的详细讨论，可以参考 KDIGO 关于 AKI 的指南^[109]。

3. 2. G 如果无尿的伤员出现容量负荷过多，则限制液体输入，并根据个体需要开始超滤（加用或不加用透析模式）。

那些少尿或发展到少尿并接受了大量液体治疗的伤员，可出现液体超负荷。高血容量可引起危及生命的高血压及严重的肺水肿^[116]。由于大部分患者对利尿剂无反应，因此应尽快进行超滤^[168]。可采用单纯超滤，然而加用透析可同时清除有毒溶质，特别是钾。

由于腹膜透析超滤效率低，以及当患者存在引流问题、腹部或胸部外伤时，有潜在加重心力衰竭或呼吸衰竭的可能^[169]，因此，腹膜透析可能不适合作为以超滤为目的的治疗手段。在需要进行超滤的时候，只要有可能，血液透析都是首选。

3. 2. H 治疗合并的紧急状况，如酸中毒，碱中毒，症状性低钙血症和感染。

除 AKI 外，挤压伤伤员需要立即处理的常见并发症有酸中毒、碱中毒、症状性低钙血症及感染。

酸中毒：在由横纹肌溶解导致的 AKI 中高 AG 代谢性酸中毒比其它原因引起的 AKI 常见，原因在于^[9, 122, 104, 162]：

- 坏死肌细胞释放有机酸（如硫酸及磷酸）；
- AKI 引起尿毒症性有机酸潴留；
- 乳酸酸中毒，在低血容量患者中更常见；
- 核酸从受损的肌肉中释放，之后被转化为尿酸；
- 碳酸氢根进入细胞内，导致容量分布增加及血清碳酸氢根浓度下降。

高钾血症所导致的呼吸机麻痹引起的呼吸性酸中毒，吸入粉尘对肺的化学刺激以及膈肌或肋间肌损伤等引起的窒息，同样可导致代谢性酸中毒。

严重酸中毒是临床急症，原因是它可引起：心肌收缩力下降，心输出量和血压下降，细胞及酶功能改变，以及药物毒副作用的风险增加^[170]。

治疗酸中毒时应尽力明确其病因。一旦可能，首选血液透析作为其最有效的治疗手段。如果不能透析，静脉给予碳酸氢钠。然而静脉使用碳酸氢钠的指征尚有争议^[171]。工作组推荐至少应在 $\text{pH} \leq 7.1$ 时才谨慎使用碳酸氢钠；同时继续寻求透析治疗^[170, 172]。应用碳酸氢钠可引起电解质异常（高钠血症及低钾血症）；矫枉过正可引起代谢性碱中毒。

代谢性碱中毒：挤压伤伤员很少出现代谢性碱中毒，主要是过度使用碱性液体碳酸氢钠所致^[12, 122]。同样，高碳酸氢根透析液的使用也可引起代谢性碱中毒。引起呼吸性碱中毒最常见的病因是发热。

碱中毒增强了钙与蛋白质的结合力，因而降低了离子钙水平，即使在血钙正常时也可诱发抽搐。当血 $\text{pH} > 7.45$ 时，骨外转移性钙化的风险升高。对所有使用碳酸氢钠的患者，如果可能，可通过频繁监测尿及血 pH 值来避免碱中毒的发生。当尿 $\text{pH} < 6.0$ 和/或血 $\text{pH} > 7.45$ ，静脉给予 500mg 的乙酰唑胺以提高尿碳酸氢根^[54, 64]。常规的血液透析含有较高浓度的碳酸氢根（32~36mmol/L）可引起碱中毒；因此，对持续碱中毒患者使用低浓度碳酸氢根（20~28mmol/L）透析液。

低钙血症：挤压伤伤员磷酸钙在肌肉及其它组织沉积（转移性钙化），高磷血症直接作用，高磷血症对骨化三醇合成的抑制，以及骨对 PTH 抵抗可引起低钙血症^[16, 123, 162, 173, 174]。

除非患者有临床症状否则不治疗低钙血症，因为沉积在肌肉组织内的钙在恢复期会释放出来，从而引起高钙血症^[173~176]。但症状性低钙血症是临床急症，必须快速给予纠正。这些症状包括感觉异常、手足痉挛、抽搐、低血压、癫痫、Chvostek 征和 Trousseau 征阳性、心动过缓、心肌收缩力降低以及 QT 间期延长^[177]。

静脉给予葡萄糖酸钙治疗症状性低钙血症（每瓶 10ml 的 10% 溶液含有 90mg 元素钙）。静脉补钙（1~2g 葡萄糖酸钙，相当于 90~180mg 元素钙，加入 50ml 5% 的葡萄糖中）时间大于 10~20 分钟^[172]。速度过快可增加心功能异常及心跳骤停的风险。之后，10 支葡萄糖酸钙（100ml），相当于 900mg 元素钙，加入 900ml 的 5% 的葡萄糖溶液，以 50ml/h 的速度静滴。如血钙不上升，则增加输液速度。当低钙血症减轻，降低输液速度^[178]。使用 15mg/kg 的元素钙可使 70kg 的患者血钙上升 2~3mg/dl。含钙液体不能与碳酸氢盐同一管路输注，因为可增加碳酸氢钙沉积的风险。

挤压伤伤员常常需要输血，其中含枸橼酸作为抗凝剂，输血时可出现症状性低钙血症，此时应增加额外的钙剂。

感染：很多挤压伤患者死于伤口感染^[161, 179]。治疗包括尽早联合使用抗生素及外科清创^[134]。

“预防感染”的概念是指预防血流或组织微生物侵袭的措施，尤其是接受筋膜切开或剖腹探查术等外科处理之前使用。如组织受污染，抗生素的使用被称为“预先清除”治疗。预防使用抗生素不超过 24 小时，局部伤口处理后，连续使用“预先清除”抗生素 5 天。

挤压伤伤口最常见的病原菌是链球菌、葡萄球菌或厌氧菌。用 β 内酰胺/ β 内酰胺酶抑制剂作为经验性治疗。不同伤口经验性抗生素的选用见表 9。

头孢唑啉，一代头孢主要的抗菌谱为革兰阳性球菌及一些革兰阴性杆菌，对大部分挤压伤伤员有效。庆大霉素很好地覆盖了革兰阴性棒状杆菌，这些细菌常见于腹部伤口及开放性骨折中，但由于其肾毒性，在挤压伤患者中最好避免使用。环丙沙星可替代氨基糖苷类抗生素，根据 GFR 调整剂量，虽然关于喹诺酮对于骨愈合的影响尚存争议。头孢曲松有很好的革兰阴性棒状杆菌抗菌活性，如果可避开挤压区域并充分消毒以排除感染的风险，它可用于肌肉注射。阿莫西林/克拉维酸是有效的备选药物，可作为抗生素降档到继续口服时的药物选择。

抗生素的选择应考虑到灾难带来的混乱状况，因此常无法按照常规进行应用。推荐可以每日使用 1 次或少于 1 次的药物，主要是由其药代动力学所定（如头孢三嗪），或由于 AKI 时药物排泄减少决定（如头孢唑啉、万古霉素、替考拉宁）。对于血液透析，药物可能只限制在透析单位中使用，理想的是透析后使用。在少尿型 AKI 中，万古霉素的药效可达 5 天，有条件应监测万古霉素的水平以调整其给药间隔。

肾功能不全时几种静脉使用抗生素的剂量见表 10。

如无炎症反应（红、肿、热、痛）征象不使用抗生素，因为由于污染或定植菌可导致伤口培养阳性。虽然浅表感染不伴蜂窝组织炎可单纯进行清创及引流，但是如果需要对更深的组织扩大清创（常常可导致全身性感染）时，即使无上述表现时仍推荐全身使用抗生素^[186]。选择抗生素时应考虑当地或院内耐药特征。并根据肾功能或透析调整药物剂量，即使存在肾衰时仍应给予药物的常规负荷剂量。

表 9. 创伤伤员伤口感染的预防/ 预先清除抗生素应用规则建议^[180~184]

创伤类型	可能的致病菌	公认的治疗方案 a	替代/ 备选
头部外伤	葡萄球菌	头孢唑啉	氨苄西林-舒巴坦
颌面部破裂/ 骨折	葡萄球菌	头孢唑啉	氨苄西林-舒巴坦
肺及胸廓伤	葡萄球菌，链球菌	头孢唑啉	氨苄西林-舒巴坦
腹部损伤	革兰阴性细菌，厌氧菌	头孢曲松+甲硝唑	氨苄西林-舒巴坦
闭合性骨折	葡萄球菌	头孢唑啉	氨苄西林-舒巴坦
开放性骨折	葡萄球菌，革兰阴性细菌	头孢唑啉+环丙沙星	氨苄西林-舒巴坦
筋膜切开	葡萄球菌，革兰阴性细菌，厌氧菌	头孢唑啉+环丙沙星	氨苄西林-舒巴坦
伴有 AKI 的挤压伤	葡萄球菌，革兰阴性细菌，厌氧菌	头孢唑啉	氨苄西林-舒巴坦
烧伤	金黄色葡萄球菌，绿脓杆菌，不动杆菌，真菌	外用抗生素	

^a 对于青霉素过敏的患者，用克林霉素替代头孢唑啉及氨苄西林-舒巴坦。然而，如致病菌可能包括革兰阴性细菌（如腹部损伤、开放伤、筋膜切开伤口），应用莫西沙星或替格环素单药治疗替代β内酰胺类药物。

^b 口服阿莫西林克拉维酸可用于替代肠外使用氨苄西林-舒巴坦。

缩写：AKI，急性肾损伤。

表 10. 肾功异常患者抗生素使用剂量^[185]，应根据透析类型及残余肾功能调整

抗生素	正常非尿毒症剂量	CrCl >30ml / min	CrCl 10-30ml / min	CrCl <10ml / min	透析患者
阿莫西林 / 克拉维酸	875/ 125 ng q12h 或 250/ 125 到 500/ 125 ng q8h	无调整 不要使用 875ng 的片剂或缓释片剂	250 – 500/ 125 ng q12h	250 – 500/ 125 ng q24h	- 透析可中度清除。 - 250/ 125 – 500/ 125 ng q24h - 透析当日透析后给药。
氨苄西林 / 舒巴坦，静脉，肌肉注射	1.5 – 3g q6 – 8h	无调整	1.5 – 3 g q12h	1.5 – 3 g q24h	- 剂量与 CrCl < 10 ml / min 相同。 - 透析当日透析后给药。
头孢唑啉	1 – 2g q8h (到 2 g q8h)	无调整	1 g q12h	1 g q24 – 48h	- 透析可中度清除。 - 1 g q24h。 - 透析当日透析后给药。
头孢他啶	1 – 2 g q8 – 12h	1 g q12h	1 g q24h	1 g q48h	- 可被透析清除。 - 剂量与 CrCl < 10 ml / min 相同。 - 透析当日透析后补充 1g。
头孢曲松	1 – 2 g q24h	无调整	肾衰时不调整		- 不调整。 - 透析当日透析后给药。
环丙沙星针剂	200 – 400 ng q12h	无调整	200 – 400 ng q24h	200 – 400 ng q24h	- 200 ng q12h 或 200 – 400 ng q24h。 - 透析当日透析后给药。
口服环丙沙星	250 – 750 ng 口服 q12h	无调整	250 – 750 ng q24h	250 – 500 ng q24h	- 250 ng q12h 或 250 – 500 ng q24h。 - 透析当日透析后给药。
达托霉素	6 ng/kg q24h	无调整	6 ng/kg q48h	6 ng/kg q48h	- 6 ng/kg q48h。
庆大霉素	严重感染: 2 – 2.5 ng/kg q8 – 12h	无调整	2 – 2.5 ng/kg q24h	负荷剂量(2 – 3 ng/kg)，然后监测其水平	- 可被透析清除。 - 透析后给予负荷剂量(2 – 3 ng/kg) 然后监测其水平。
甲硝唑	500 ng q6 – 8h	无调整	无调整	500 ng q8 – 12h	- 500 ng q8 – 12h。 - 透析当日透析后给药。
万古霉素	500 ng q6h 或 1g q12h	20 ng/kg q36h	20 ng/kg q48 – 60h	20 ng/kg q96 – 144h	- 初始剂量不小于 15 ng/kg。 - 透析无法清除，但可被高通量透析器膜清除；故在血液透析后给予 1~2g 然后在每次透析最后 30 分钟给予 500ng。

缩写：CrCl：肌酐清除率。

第四节 挤压综合征伤员的筋膜切开与截肢

4.1: 筋膜切开

4.2: 截肢

4.1: 筋膜切开

4.1.A: 除非通过体检或者筋膜室内压力测定确立了明确的手术指征，否则不进行常规筋膜切开以预防筋膜室综合征。

4.1.B: 除非有反指征，可考虑使用甘露醇作为预防措施来处理不断增加的筋膜室内压力。

原理

4.1.A: 除非通过体检或者筋膜室内压力测定确立了明确的手术指征，否则不进行常规筋膜切开以预防筋膜室综合征。

筋膜切开是降低筋膜室内压力及治疗筋膜室综合征的有效措施，但是通常会引起其它并发症。

筋膜切开可防止：

- 血管受压、远端缺血及坏死所导致的横纹肌溶解恶化^[187, 188]。
- 严重程度与横纹肌溶解程度有关的^[189-191]。
- 不可逆的神经损害、肢端功能障碍以及 Volkmann 缺血性挛缩^[61, 187, 192]。
- 软组织及骨感染^[191, 193]。

然而，筋膜切开可能带来的严重并发症有：

- 感染。挤压伤常为闭合伤，而皮肤组织是理想的抵御感染屏障。筋膜切开后，开放伤口增加了感染和败血症的风险^[19, 52, 194]，这二者增加了挤压伤伤员的死亡率^[23]。
- 筋膜切开导致的局部感染可增加截肢的风险^[69]。
- 筋膜切开伤口可增加血浆渗漏及出血，这是因为创伤及酸性环境导致毛细血管壁筛选能力缺失^[69, 195]；进一步并发患者血流动力学不稳定。
- 筋膜切开会带来长期的感觉及运动异常^[196]。

正因为如此，很多作者对筋膜切开作为常规干预措施失去了信心^[19, 52, 92]，甚至认为（筋膜切开）是闭合性挤压筋膜室综合征的禁忌，因为其无法改善这些肢体及肾脏的预后^[195]。

由于这些争议，挤压伤伤员中筋膜切开的实施情况并不相同（13~80%不等）^[20, 48, 197]。

筋膜室内压是唯一决定筋膜切开的客观标准。如压力>30mmHg 且在 6 小时内无下降趋势，应紧急实施筋膜切开术^[54, 162, 190, 192, 198, 199]。另外，如筋膜室内压与舒张压差别<30mmHg，仍应进行筋膜切开术，因为这可能导致严重的灌注障碍。不同作者认为，作为筋膜切开术

的筋膜室内压力阈值从 30~50mmHg 不等^[200]。相反，那些不鼓励常规的筋膜切开的专家，仍支持在某些特殊情况下进行（筋膜切开术），如远端脉搏消失以及任何需要对坏死组织进行彻底清创时^[152, 199]。

如有明确指征，则尽快进行筋膜切开。在挤压伤中，早在筋膜室压力升高之前肌肉就很快受累。实施筋膜切开越晚，其益处越少，坏处越多。如果早期进行筋膜切开（最好在肌肉肿胀的 12 小时内），软组织及骨感染、伤口延迟愈合、截肢以及永久性功能丧失等后遗症发生的风险较低^[195, 199]。在一项 66 名急性筋膜室综合征的回顾性研究中，44 名患者接受了筋膜切开，在 12 小时内接受手术的伤员 68% 得以恢复且无感觉或运动神经功能缺失，12 小时后接受手术的患者中仅有 8% 得以恢复而不遗留永久的感觉运动神经损害^[187]。

4.1.B: 除非有反指征，可考虑使用甘露醇作为预防措施来处理不断增加的筋膜室内压力。

在筋膜室综合征患者中使用甘露醇可减轻肌肉水肿、筋膜室内压及疼痛^[97~99]。甘露醇的效果可在 40 分钟内体现出来，表现为症状缓解、肢体肿胀减轻及运动功能恢复^[51]。这虽然未被证实，但仍然认为这可减少筋膜切开的机会及预防其并发症^[98]。在次优的条件下甘露醇至少可延长避免筋膜切开的时间。因此，如无禁忌（容量复苏后的少尿、高血容量、高血压及心衰），可将甘露醇作为预防措施，用于处理不太严重的筋膜室内压升高^[98, 201]（**同样参考节 2.6.A, 第 13 页**）。在甘露醇使用 1 小时内如无明显改善，则进行筋膜切开。改善定义为下述指标下降：1）受累肢体的周径；2）受累肌肉的张力；3）筋膜腔内压力；4）疼痛。

4.2: 截肢

4.2.A: 如果受损的肢体危及病人的生命，切掉受损的肢体。

4.2.B: 严格把握截肢指征。

4.2.C: 当指征明确时，必须尽快施行截肢手术。

原理

4.2.A: 如果受损的肢体危及病人的生命，切掉受损的肢体。

灾难导致的肢体损伤常由建筑物坍塌引起。治疗伤肢的两个目的包括挽救生命和恢复或保存功能，如给肢体保留敏感的感觉区域以及足够的运动神经元从而能够移动该肢体。因此，需要挽救肢体的患者常常要接受重复的或有时甚至是长时间的治疗干预。挤压伤伤员，有广泛组织坏死的严重创伤性肢体是肌红蛋白及钾释放入血的潜在源头。这些肢体同样也是感染、败血症及死亡的原因^[16, 48]。因此截肢可以挽救生命，生存的机会不应让位于毫无希望且无效的保留肢体的尝试^[16, 48, 199]。

4.2.B: 严格把握截肢指征。

灾难伤员截肢的比例在从 2.9 到 58.6% 不等^[20, 179, 202]。主要受医疗及后勤因素如外伤严重程度、救援的时机及效率、当地医疗设施情况以及医疗队伍的经验等的影响^[12, 202]。

受伤肢体截肢时机的确定因素存在广泛争议。大多数外科医生认为下列因素提示可能无法成功挽救肢体：骨缺如、广泛软组织缺失、主要由外周神经损伤导致的远端感觉及运动功能丧失、或需要血管重建以恢复血运的大血管损伤。然而，这些症状及表现仅能作为粗略的判断依据，并有争议^[203]。应由现场的专家做决定。

截肢手术本身是非常苛刻的干预措施，可能在很多患者随之而来的是全身状况的急剧恶化。因此，当试图挽救严重创伤的肢体时应仔细权衡其可能的效益与风险^[204]。不要通过截肢来预防挤压综合征，除非有明确指征，如：

- 1) 由于无法救出而不得不放弃的肢体，或
- 2) 伤肢引起了危及生命的败血症或全身炎症反应综合征。

4.2.C 当指征明确时，必须尽快施行截肢手术。

对有明确指征的患者，最好尽早截肢，因为创伤后患者早期生理及情感上对这种干预的承受力更好一些^[16, 48]。

对那些外科手术干预可能危及生命的重症伤员，可用止血带结扎肢体并用冰冷却（生理性截肢），目的是缓解疼痛、预防感染蔓延及毒素扩散。当病人的状况稳定以后，再实施最终的解剖性截肢^[16]。

第五节 挤压综合征伤员 AKI 的预防和治疗

5.1: 预防挤压相关 AKI

5.2: 挤压相关 AKI 少尿期的保守治疗

5.3: 挤压相关 AKI 的透析治疗

5.4: 挤压相关 AKI 多尿期的治疗

5.5: 长期随访

5.1: 挤压相关 AKI 的预防

5.1.A: 挤压相关 AKI 的预防和初始管理与一般 AKI 的原则相同。

5.1.A.1: 在低血容量的伤员中，开始早期快速液体复苏，以确保其容量正常；容量正常的伤员维持水化以保持充足的尿量。

5.1.A.2: 避免采用那些未证实有效的干预措施预防挤压相关 AKI，如应用连续性肾脏替代治疗、袢利尿剂和多巴胺。

原理

5.1.A: 预防和初始管理挤压相关 AKI 与一般 AKI 的原则相同。

由于挤压伤导致的 AKI，可以从低血容量诱导的可逆性的 AKI（肾前性 AKI）发展至严重的肾实质损伤（肾性 AKI），特别是如果低血容量在早期不能被纠正。如下所列出的适用于一般 AKI 的评价和起始治疗的所有原则，也均能应用于挤压相关 AKI^[30, 109, 205, 206]。

5.1.A.1: 在低血容量的伤员中，开始早期快速液体复苏，以确保其容量正常；容量正常的伤员维持水化以保持充足的尿量。

挤压相关 AKI（横纹肌溶解诱导的）的病理基础是急性小管坏死（ATN），其中低血容量（缺血）和肾毒性因素也起一定的致病作用^[162, 207-209]。因此，就预防而言，在开始治疗时应给予晶体液（而非胶体液）以扩张血管内容量，同时对有血管动力性休克的患者给予血管加压药物纠正低血压^[109, 210-212]。此外，避免肾毒性药物，特别是非甾体类抗炎药（NSAIDs），氨基糖甙类药物，静脉使用对比剂和大剂量袢利尿剂。

另一方面，应考虑到在大型灾难中以下一些因素可能妨碍挤压伤患者 AKI 的预防。

- 早期，第三间隙的液体进入肌肉间隙，血浆通过开放的伤口渗漏；以及晚期，液体从肌肉间隙进入循环，同时血浆通过外科手术创面渗漏，以上因素均会干扰对液体平衡的正确判断。
- 混乱的灾难现场可能导致在患者的随访观察中出现差错。
- 在治疗或诊断其它的并发症时使用的非甾体类抗炎药、麻醉剂、氨基糖甙类药物、放

射对比剂、血液制品及胶体液可能对创伤伤员肾功能造成有害的影响。

一项大型系列回顾性分析提示肾毒性的药物在至少 1/3 的急性创伤后 AKI 的发生中起了重要作用^[213]。回顾马尔马拉地震，也发现氨基糖甙抗生素和非甾体类抗炎药在挤压综合征患者中被大量使用^[12]。因此，在每次的巡诊中应仔细检查每位患者的药物清单，防止使用肾毒性药物。

5.1.A.2: 避免采用那些未证实有效的干预措施预防挤压相关 AKI，如应用连续性肾脏替代治疗、袢利尿剂和多巴胺。

大量的预防策略被建议用于预防 AKI，但其有效性受到质疑。

持续肾脏替代治疗：在挤压相关 AKI 中，大量内源性物质导致肾脏损伤。这些物质包括肌红蛋白、尿酸和其它肌肉分解产物。肌红蛋白是相对大分子溶质（分子量近 16000），从尿中排泄，在无尿的患者仅能通过使用足够大孔径的高通量膜透析清除^[214, 215]。持续血液（透析）滤过可能帮助清除一些肌红蛋白，但相对于内源性的快速产生^[162, 215, 216]，较慢的体外清除速率使这种方法的效果受到质疑^[217]。

新的超高通膜（如：Polyflux P2SH Gambro Dialysatoren, Hechingen, Germany）较标准的高通量膜能更有效地清除肌红蛋白，建议作为 AKI 时清除肌红蛋白的优先选择^[218, 219]。然而，它们对于预后的影响仍需要临床试验证实。因此，迄今为止，不对灾难伤员使用持续肾脏替代治疗（CRRT）或超高通量膜来清除肌红蛋白。此外，应注意高通量膜带来的透析液杂质进入患者血液的额外风险，并可能导致白蛋白丢失。

袢利尿剂：理论上，袢利尿剂可以减轻肾脏损伤，主要通过增加小管液体流量，冲刷掉阻塞的碎屑，使少尿型 AKI 转变成非少尿型 AKI，减少小管对钠的主动重吸收，并减少肾脏氧耗，从而减轻缺血性损伤^[210, 220-223]。然而，事实上，好几项研究及 meta 分析显示，袢利尿剂对 AKI 患者没有益处^[120, 210, 224, 225]，甚至可能与患者高的死亡风险和肾脏功能延迟恢复有关^[121]。特别是在挤压相关 AKI 中，袢利尿剂可酸化尿液^[50]，增加管型形成的风险，还会诱导尿钙增加加重低钙血症。因此，不常规使用袢利尿剂预防或治疗 AKI^[109]。然而，这些药物可能在治疗容量负荷过重时是有效的，特别作为透析前的临时治疗措施。如果使用袢利尿剂，应静脉给予一个试验剂量的呋塞米（120~200mg）。如果尿量在 6 小时内明显增加，可每 6 小时重复一剂^[226]。然而，应注意，如果需要透析，利尿剂的使用不应当延迟开始透析的时间^[30]。

多巴胺：低剂量多巴胺被认为可以通过改善肾脏血流减少 AKI 的风险。然而，前瞻性对照试验及仔细的 meta 分析已经显示，多巴胺不能减少死亡率，也不能促进肾功能恢复^[117, 119, 227]，并且“肾脏剂量”多巴胺甚至可能损害肾脏灌注，因为在已经发生 AKI 的患者其肾脏的阻力指数会反射性增加^[228]。因此，不使用多巴胺预防挤压相关 AKI。

其它药物：在实验研究中，几种其他药物，如一氧化氮合成酶抑制剂或一氧化氮清除剂^[229]、己酮可可碱^[230]、谷胱甘肽^[231]、氨基类固醇^[232, 233]、去铁胺^[234, 235]、超氧化物歧化酶、维生素 C 和 E^[236] 以及对乙酰氨基酚^[237] 被证实可预防横纹肌溶解导致的 AKI。然而，其

有效性并未被临床试验所证实，因此，不使用这些药物预防挤压相关 AKI。

5.2：挤压相关 AKI 少尿期的保守治疗

5.2.A： 决定治疗措施时，始终要注意尿量，往往初期少尿，稍后发展成多尿。

5.2.B： 当患者少尿时：

5.2.B.1： 避免、去除或治疗影响肾功能恢复的因素，如肾毒性药物、尿路梗阻、泌尿系统或全身性感染、低血压、高血压、心力衰竭、消化道出血和贫血。

5.2.B.2： 监测容量和电解质平衡，尽快处理所有的异常；测定血清钾，每天至少两次；监测液体入量和出量、血清钠、磷和钙的水平，每天至少一次。

5.2.B.3： 测量血气参数，每天至少一次。如果血清pH值低于7.1，开始补充碳酸氢钠。如果采用上述措施，pH值仍继续下降，增加碳酸氢钠的用量。碳酸氢钠仅临时使用，直到可以透析为止。

5.2.B.4： 通过均衡的蛋白质、碳水化合物和脂肪摄入，维持适当的营养状况以防止分解代谢并促进伤口愈合。

5.2.B.5： 持续评估医疗和手术并发症，并妥善处理。

原理

5.2.A： 决定治疗措施时，始终要注意尿量，往往初期少尿，稍后发展成多尿。

挤压伤后AKI常常（但不总是）以出现少尿期为特点，时间为7~21天不等^[23, 70]。总的来说，少尿型AKI与不良预后相关^[238, 239]。在马尔马拉地震中，61%的挤压伤患者在入院时出现少尿；相对于非少尿型病例，这些病例有更高的死亡率和透析需求^[23]，与在一般AKI患者中所观察到的情况一致^[109, 240, 241]。然而，在对需要透析患者的一项观察性研究中发现，更多的尿量与更高的住院死亡率独立相关的^[242]。对这个单独的相反观察结果的一个可能解释也许是延后了非少尿AKI患者的透析治疗或低估了其严重性。

在少尿的早期，患者有严重的尿毒症和水电解质紊乱，他们的治疗方法明显区别于多尿期。

少尿期长短主要取决于起初缺血的时间和严重程度，缺血的复发，以及与肾毒性药物损害的关系。一些患者在数天内恢复，而其他患者需要透析数周。既然大多威胁生命的并发症发生在少尿期，因此对挤压伤患者在开始的2周内应密切监测。一旦患者度过该期，大多数将最终恢复肾功能并出院。除了保守治疗（如下所述）外，开始透析并根据需要尽可能强化透析（见5.3.B，第42页）。

5.2.B： 当患者少尿时应考虑以下问题：

5.2.B.1： 避免、去除或治疗影响肾功能恢复的因素，如肾毒性药物、尿路梗阻、泌尿系统或全身性感染、低血压、高血压、心力衰竭、消化道出血和贫血。

避免或停止任何可能的肾毒性药物（如：氨基糖甙类、非甾体抗炎药、放射对比剂），

以利于损伤的小管细胞恢复^[243-245]。如果不能避免，根据肾功能调整药物剂量，并监测血药浓度（如：氨基糖甙类）以使额外的肾毒性作用最小化^[213, 246]。同样，监测并治疗其它同时存在并且可能干扰肾功能恢复的情况，例如：尿道梗阻、泌尿系统和/或全身性感染、低血压、高血压、心功能衰竭、胃肠道出血和贫血（见第6节，第47页）。

5. 2. B. 2: 监测容量和电解质平衡，尽快处理所有的异常；测定血清钾，每天至少两次；监测液体入量和出量、血清钠、磷和钙的水平，每天至少一次。

液体和电解质的管理是AKI患者治疗的主要内容之一。

液体平衡：每日评估液体状态。大量评价AKI患者液体状态的方法都是可行的。但不是所有的方法都适合每位患者及每种状况。所以，首先对液体状态做出临床判断^[109]。强烈的口渴感，喜盐，直立性晕厥，语言不流利，以及肌肉痉挛常常是细胞外液丢失的症状；因此，检查血流动力学指标（生命体征、入量和出量、及每日体重）以排除脱水。也要意识到少尿患者可能在混乱的灾难现场接受了不合理的液体治疗而出现的容量负荷过重的体征（水肿、颈静脉怒张、肝界扩大、肝颈回流征）。

虽然中心静脉压（CVP）评估可以用于评价容量状态，但绝对的数值通常没有帮助^[109]。仅有系列的CVP测定可能是有用的，但仍然有局限性。

血清钠水平可以大致反应容量状态；低钠血症提示相对过量的水潴留，而高钠血症提示水补充不足。

对于那些不再出现液体向肌肉间隙转移的患者，根据非挤压综合征AKI的经验，在前一天尿量及其他丢失液体量的基础上额外加400-500ml能够维持液体平衡^[30]。

钾：在可能的情况下，每日至少两次监测血清钾水平，特别是对于那些因合并症（如感染、胃肠道出血或外科手术）而存在分解代谢的患者。如果钾升高超过6.5 mmol/L，或即使浓度低于该阈值但快速上升，或存在高钾临床体征时（见3. 2. C，第25页），开始紧急降钾治疗，血液透析是最有效的方法（表8，第28页）。然而，即使在已经透析治疗的患者，威胁生命的高钾血症仍可能发生，有必要加用额外的治疗方法或1天内进行多次的透析治疗^[247]。就快速反弹的高钾血症而言，应警惕一些未注意到的原因，比如进展期的筋膜室综合征、巨大血肿、严重的高分解代谢、酸中毒、或保钾药物。

在这一期，采取如下预防措施避免高钾血症^[12, 151]。

- 避免输入含钾液体。
- 给予高碳水化合物，低钾饮食。含钾丰富的食物包括（但不限于）：土豆、香蕉、桔子、西红柿、西兰花、甘蓝、南瓜、球芽甘蓝、芽菜、西葫芦、草莓、杏干、葡萄干、蘑菇、巧克力、菠菜、四季豆及水果汁^[248]。降钾树脂阻止肠道吸收食物钾；即使没有食物摄入，这种树脂每克也能清除近1mmol的钾离子（见3. 2. D，第27页）^[249]。对挤压伤患者推荐使用降钾树脂钠盐，不使用其钙盐，因为有钙潴留在受损肌肉中，其后期释放可引起高钙血症的风险。

磷：磷结合剂可以减少肠道磷的重吸收。然而，含钙药物可能增加钙磷复合物在软组织

中沉积的风险。因此，给予口服氢氧化铝（300-600mg，3次/日，餐时服用）或其它不含钙的磷结合剂以阻止食物中磷的吸收。限制蛋白质可以减轻高磷血症，但增加了分解代谢患者营养不良的风险。如果严重高磷血症，应考虑增加透析频率或延长透析时间。

钙：低钙血症在挤压伤患者中常见，可能引起手足抽搐、癫痫，并加重高钾血症的心脏毒性作用^[162, 250]。然而，由于有钙沉积于受损肌肉^[50, 174]，进一步加重细胞损害的风险^[251]，因此对无症状低钙血症不予治疗。

另一方面，监测和治疗有症状的低钙血症如前所述（见3.2.H 第29页）。

5.2.B.3: 测量血气参数，每天至少一次。如果血清pH值低于7.1，开始补充碳酸氢钠。如果采用上述措施，pH值仍继续下降，增加碳酸氢钠的用量。碳酸氢钠仅临时使用，直到可以透析为止。

高阴离子间隙代谢性酸中毒在横纹肌溶解诱导的AKI中常见^[9]（见3.2.H 第29页），有时因呼吸性酸中毒加重^[124]。当血PH低于7.1时给予肠外碱性液治疗，仅作为透析治疗前的临时抢救措施。碳酸氢钠治疗同时带来许多缺点，比如高钠血症、容量负荷过重、过量导致的碱中毒、组织缺氧以及反常性细胞内酸中毒^[12, 122]。此外，使用碱性液快速纠正酸中毒可带来血清离子钙减少的危险，导致手足抽搐。

如果存在严重的持续性酸中毒，联合肠外碳酸氢钠和透析治疗。

5.2.B.4: 通过均衡的蛋白质、碳水化合物和脂肪摄入，维持适当的营养状况以防止分解代谢并促进伤口愈合。

充足的营养是维持体重，免疫力，保证伤口愈合及阻止高分解代谢所必需的^[252-254]。营养不良状态，低蛋白血症和低胆固醇血症与AKI患者死亡率增加相关^[255, 256]。

没有其它原因，而连续两日出现BUN增加>30 ng/dL/d，或血钾增加>2mmol/L/d，或体重下降>1kg，均提示严重的分解代谢，是预后不良的征象^[257]。这在一般的创伤和挤压伤患者中常常出现^[258]。在创伤患者中引起分解代谢增多的主要原因有：(a) 严重创伤；(b) 大型的外科干预治疗；(c) 并发症，如感染；以及(d) 炎症^[23, 254]。

为了减轻分解代谢程度，合理的营养是必需的。KDIGO AKI指南推荐所有非分解代谢的AKI患者给予20-30 kcal/kg/d热量^[109]。对于大型灾难中的创伤患者建议给予高热量30-45 kcal/kg/d，因为他们存在高分解状态^[254]。为提供这些能量，应给予3-5（最大7）g/kg/d的碳水化合物和0.8-1.2（最大1.5）g/kg/d的脂肪。

对AKI患者最重要的营养是高生物价蛋白。给予肾脏替代治疗（RRT）患者至少1-1.5 g/kg/d蛋白；当使用高通量透析器和/或持续肾脏替代治疗模式，以及腹膜透析时，应增加0.2 g/kg/d蛋白摄入以补偿丢失的蛋白质和氨基酸。另一方面，避免给予过多的蛋白质，因为高蛋白摄入可能引起酸中毒和氮质血症，从而增加对透析剂量的需求^[109]。营养支持应该提供最大1.7g/kg/d的氨基酸。对于没有高分解代谢和没有行RRT的AKI患者，短期内富含必需氨基酸的较低蛋白（0.8~1.0 g/kg/d）摄入，将是足够的^[259, 260]。避免以防止或延缓RRT为目的而限制蛋白质摄入^[109]。

经口进食是首选的途径，因为它可以维持肠道功能的完整性，防止肠道的萎缩，以及细菌和毒素通过肠壁易位。此外，经口进食可减少应激性溃疡或出血的风险，但对于有胃肠道动力损害或因为肠道水肿导致吸收功能下降的患者可能较为困难^[261]。一般对于AKI患者，如果不能经口进食，在24小时内开始肠内进食（管饲）是安全有效的^[262, 263]。由于透析丢失，需按如下剂量补充水溶性维生素：叶酸(1 mg/d)，吡哆醇(10–20 mg/d)，维生素C(30–60 mg/d)。脂溶性维生素通常不需要补充^[259]。

对通过传统途径不能摄入足够蛋白质和热量的患者，可以给予特殊的口服或肠外溶液，其中包含糖、脂肪和氨基酸。

由于病员超负荷、混乱以及医务人员有限，在灾难环境下患者不可能得到密切的观察。此外，许多挤压伤患者因为有筋膜室综合征、骨盆和下肢创伤、外科处置、引流管和/或置管，导致其不能活动。这些患者需要帮助以进食食物，药物和饮用水。因此，对没有陪护且不能活动的患者应予以规律间隔床旁提供必需的水和营养品。

5.2.B.5: 持续评估医疗和手术并发症，并妥善处理。

挤压综合征相关AKI患者可发生许多外科和内科并发症，特别是在少尿期内。合理治疗这些并发症改善预后（见第4节，第33页）。

混乱常常导致复杂的患者资料不能完整记录，进而可能导致随访不充分和资料归档不完整。由RDRTF准备的表格已经被证实在灾难伤员的治疗和随访中是有用的。表11提供了这类表格的模版。这类表格目的是便于巨大灾难中在超负荷运转的医院中随诊挤压综合征病例。由RDRTF制作的其它表格被列在附录中（第74页）。

表11. 国际肾脏病学会肾脏灾难救助工作小组发布的挤压综合征患者临床随访观察表

患者姓名:				性别:		年龄:			入院时间:						
Dat	BP	Temp	Intake	Urine volume	Hct	WBC	Plt	CK	Crea	BUN	Na	K	Alb	HD (y/N)	OTHER

注: dat: 日期; BP: 血压; Temp: 体温; Intake: 口服和肠外液体入量; Hct: 红细胞压积; WBC: 白细胞; Plt: 血小板; CK: 肌酸磷酸激酶; Crea: 血肌酐; BUN: 血尿素氮; Na: 血钠; K: 血钾; ALB: 白蛋白; HD: 血液透析。

5.3: 挤压相关 AKI 的透析治疗

5.3.A: 透析是挽救生命的措施。当挤压伤员出现液体、电解质和酸碱平衡变化时，尽一切可能给予透析。

5.3.B: 个体化透析剂量；决定透析频率和强度时，目标是纠正尿毒症危及生命的并发症。

5.3.C: 为及时启动透析，密切监测伤员出现的透析指征，特别是高血钾、高血容量和严重的尿毒症中毒症状。

5.3.D: 虽然根据可行性和病人的需求，可以使用连续肾脏替代治疗（CRRT）或腹膜透析（PD），仍优先以间歇性血液透析（IHD）作为肾脏替代治疗的首选。

5.3.E: 对出血倾向的患者，采用非抗凝的血液透析或采用PD。

5.3.F: 停止透析支持时，密切监测患者的任何可能需要重新透析的临床或实验室恶化征象。

原理

5.3.A: 透析是挽救生命的措施。当挤压伤员出现液体、电解质和酸碱平衡变化时，尽一切可能给予透析。

肾脏替代治疗对保证挤压综合征AKI患者存活至关重要，以预防或治疗其频发的危及生命的体液、电解质和酸碱平衡失调^[247, 264, 265]。

在灾难中影响透析实施的重要后勤因素包括：

- 当地透析中心的承载力可能毁损或不足^[64, 265–267]，
- 供水和供电的基础设施可能被破坏^[28, 268, 269]，
- 当地透析工作人员和他们的家庭可能受到影响^[27, 28]。

因此，在易受灾地区，灾难反应预案应提前做好应对这些后勤问题的准备（见第8节，第56页）。

5.3.B: 个体化透析剂量；决定透析频率和强度时，目标是纠正尿毒症危及生命的并发症。

关于AKI患者的理想透析强度（频率和剂量）仍然存在争议。以目标尿素和肌酐水平决定透析剂量较片面，因为它们受到很多肾外因素的影响，如种族、年龄、性别、营养、肝脏疾病、脓毒血症、肌肉损伤及药物等。因此，在设置透析参数时，除了小分子溶质的清除外，液体平衡、酸碱状态、电解质紊乱及营养状态必需被考虑到。

采用强化每日透析治疗代替隔日透析治疗，可以更好控制尿毒症，防止透析中低血压，降低死亡率^[270–273]。然而，在一些AKI的研究中发现，强化的肾脏替代治疗相比非强化治疗，并没能改善肾脏及患者预后^[274, 275]，尽管疾病及合并症的严重性可能是混杂因素。测量每次透析治疗实际剂量对于下一次透析治疗处方的制定有帮助^[109]。

鉴于大多数的灾难中透析措施的有限性，治疗的理想剂量或频率不仅要考虑电解质，酸碱和液体平衡，也要考虑当地的后勤因素。

5.3.C 为及时启动透析，密切监测伤员出现的透析指征，特别是高血钾、高血容量和严重的尿毒症中毒症状。

虽然从直觉上认为早期开始透析治疗似乎是有益的，但有关AKI患者开始RRT的理想指征和时机的文献并没有结论^[276]。用于终末期肾脏疾病患者的传统RRT指征可能不适用于AKI患者。大多数关于AKI患者RRT起始治疗的研究都是观察性的，包括了不同病因的AKI患者，透析处方也不相同，因此难以得出普遍性的结论^[109]。此外，挤压相关AKI与其它病因所致的AKI不同，因为前者伴随高分解代谢状态，快速进展，威胁生命的状况发生率高（比如：严重高钾血症、酸中毒、肺水肿和尿毒症并发症）。目前没有研究特别提到了早期和晚期开始透析对挤压相关AKI患者的影响。一项包括100名成人普通创伤相关AKI患者研究，根据开始CRRT治疗前BUN是否超过60mg/dL，将患者分为“早”期或“晚”期透析。相比晚期透析患者，早期透析患者存活率明显升高，提示在BUN水平较低时开始CRRT治疗对创伤患者有益^[277]。

因此，考虑到潜在的并发症，对挤压综合征患者应给予更宽松的开始透析治疗的指征。绝对的透析指征包括^[12, 109, 278, 279]：

- 1、血钾 ≥ 6.5 mmol/L，或对其他治疗无反应的血钾快速升高，
 - 2、酸中毒：血PH ≤ 7.1 ，
 - 3、BUN ≥ 100 mg/dL (30 mmol/L)或血肌酐 ≥ 8 mg/dL (700 μ mol/L)，
 - 4、尿毒症症状，如容量负荷过重、心包炎、出血或不能解释的精神状态改变，
 - 5、给予足够的液体复苏后仍持续存在的少尿或无尿。
- 5.3.D 虽然根据可行性和病人的需求，可以使用连续肾脏替代治疗（CRRT）或腹膜透析（PD），仍优先以间歇性血液透析（IHD）作为肾脏替代治疗的首选。

所有的肾脏替代治疗形式（IHD, CRRT和PD）均可用于挤压综合征AKI患者的治疗。

多项RCT和net a分析比较了CRRT和IHD在AKI患者中的使用。纳入最多的net a分析是由Cochrane协作组完成的，共分析了15个RCT研究的1550名AKI患者。其结论是，CRRT和IHD对危重症AKI患者预后指标，包括住院死亡率、ICU死亡率、住院时间及存活患者肾脏恢复的影响是相似的^[280]。其他的net a分析也得到类似的结果^[278, 281]。

三种治疗模式的优缺点见表12。

针对大型灾害，IHD治疗的优势包括有效的小分子清除（如钾和尿素），每天可使用同一台机器治疗多个病人，以及尽量少用或不用抗凝剂，使之成为治疗选择。

如果PD是唯一的选择，需要进行快速交换以更有效地清除钾；使用高糖溶液进行频繁地交换，以获得最大的超滤。另一方面，当由一只有经验的医疗队伍操作时，PD可以有效地用于小儿的治疗。

“REDY”（再循环透析）吸附透析系统可以使透析液再生，需要很少量的城市用水，因此被用于大型灾难^[202]。然而，尿毒症毒素清除不充分和高成本限制了它的使用。

总之，对于所有的AKI患者，没有哪种RRT方式是理想的。根据患者个体需求及其潜在变化选择透析方式。除了患者个体特点外，可采用的技术，资源和后勤条件也作为最终透析方

式选择的重要决定因素。在混乱的大型灾难时，透析治疗应该尽可能有效和简单。

表12. 各种肾脏替代治疗方式在灾难创伤患者救治中的优势和缺点。

透析模式	优势	缺点	评价
IHD	- 低分子量溶质的高清除率。 - 可能进行不抗凝透析。 - 每天使用同一台机器治疗多个病人。	- 需要有经验的工作人员和技术助理。 - 需要一些液体作为预充液，否则，透析可能加重已经存在的低血压或诱发低血压。 - 增加失衡综合征的危险。	- 在灾难情况下最适用的RRT模式。
CRRT	- 更好地控制液体状态。 - 逐渐清除溶质，减少失衡综合征的危险。 - 为给予更多的热量治疗创造条件。 - CAMH有不需要泵和电的优势，仅需要很小的装置。	- 需要持续肝素化，导致患者出血或出血倾向。 - 对像钾一样的小分子物质清除能力低。 - 每台机器每天仅治疗一个病人。 - 庞大的液体袋要被运到受灾地区。	- RCT研究没有发现其对存活的影响优于IHD。 - 比IHD和PD需要更多的劳动力，价格更昂贵。 - CAMH仅可能在极少数的患者中实施，因为许多患者低血压，在灾难情况下，进行动脉置管困难。
PD	- 不需要血管通路。 - 技术简单，很少发生血流动力学不稳定。 - 不需要水和电。	- 小分子物质清除率低（如，钾）。 - 维持消毒技术困难。 - 如果患者不能躺下，腹壁感染，肠道梗阻，大的腹壁疝，过度肥胖和/或动脉瘤，难以实施。 - 庞大的液体袋要被运到受灾地区。	- 在有胸廓、肺和腹壁损伤患者很难进行PD。 - 当IHD不能使用时，可作为临时抢救措施。 - 患者应该被密切监测有无高钾血症。

IHD, 间歇性血液透析; CRRT, 连续肾脏替代治疗; PD, 腹膜透析; CAMH, 连续动-静脉血液滤过。

5.3.E: 对出血倾向的患者，采用非抗凝的血液透析或采用PD。

IHD或CRRT治疗需要置管建立血管通路，但可能引起出血并发症，比如：血胸、心包填塞或纵膈出血，特别是在凝血功能紊乱的患者。小的便携式超声仪可有效辅助进行中心导管置入，并减少并发症的发生；然而，在灾难时，常常无法提供这样的仪器。

IHD及CRRT治疗中需要的抗凝剂可能增加出血风险^[284]；这样，对有出血倾向的患者，使用无抗凝的血液透析或使用PD。虽然在高风险患者中可以考虑使用枸橼酸抗凝^[285-287]，但必须要有技术经验，并可能发生威胁生命的代谢性并发症，比如低血钙、代谢性碱中毒及枸橼酸中毒^[278]。在混乱的灾难情况下，这些并发症发生风险会增加。因此，在这种临床条件下不使用局部枸橼酸抗凝。

对这一主题进行更深入的讨论可参考KDIGO AKI 指南^[109]。

5.3.F: 停止透析支持时，密切监测患者的任何可能需要重新透析的临床或实验室恶化征象。

大多需要RRT的患者在恢复足够的肾功能后停止透析。在AKI中，平均的透析治疗周期是12~13天^[274]。这个透析周期同横纹肌溶解相关AKI患者的透析期（平均14.6天）^[288]及大型灾害挤压伤病例相似（如，在马尔马拉地震平均是13.4天）^[159]。

关于AKI患者什么时候停止透析目前没有一个清晰的判断流程。为此目的进行肾功能的评价并不容易，且因为不同的透析模式容易出现偏倚。IHD时，溶质水平波动不能达到稳定状态，应该进行肾脏清除率计算。固有的肾功能仅能在透析治疗间期，通过评价尿量、尿肌酐排泄、血清肌酐或尿素氮水平的变化进行评价，但在灾难条件下很难做到。同时，必需考虑到尿素氮和肌酐水平可以受到肾外因素的影响而变化，比如容量状态、分解代谢率。

IHD频率的减少，比如从每日到隔日，是作为检测患者自身肾脏功能恢复的方法^[109]。在这种治疗方式中密切监测患者临床状态、尿量和生化指标。如果任何临床或实验室指标恶化，不要犹豫再次开始透析治疗。如果指标在透析间期保持稳定，或持续改善，尿量开始明显增加，可以彻底地停止透析。

5.4: 挤压相关 AKI 多尿期的治疗

5.4.A: 在挤压相关AKI的恢复阶段通常表现为多尿，应避免低血容量并维持电解质平衡。

5.4.B: 一旦肾功能开始改善，逐步减少补液量，同时继续密切监测临床和实验室指标。

原理

5.4.A: 在挤压相关AKI的恢复阶段通常表现为多尿，应避免低血容量并维持电解质平衡。

少尿型急性肾衰竭，通常在1-3周后进入多尿期^[23]。

根据每天水和电解质的排出量调整治疗。没有严格的治疗规则。为了避免脱水及导致肾脏低灌注，给予合适的液体量，其量等于前一天尿量及其他丢失量的基础上加400ml液体。无论患者是合成代谢型、分解代谢型或液体超负荷，没有体重的改变说明所给予的液体量是合适的。如果液体超负荷，则减少补液量使其少于尿量（通常为前日尿量的2/3）。根据生化检查及反应体液状态的临床体征评价容量过多还是不足。随访中体重的变化至关重要。

多尿带来过多丢失电解质的风险；甚至在创伤性横纹肌溶解的病例因为尿中排钾过多出现低钾血症^[122]。然而，一些病例，因为肾脏处理钾的能力持续不足，在多尿期仍然有高钾血症的风险。因此，每日检测血清电解质使它们得到合适的治疗。如果可能，将这些数据与每日的尿量及电解质含量进行对比^[151]。

5.4.B: 一旦肾功能开始改善，逐步减少补液量，同时继续密切监测临床和实验室指标。

为避免持续多尿，密切监测临床和实验室指标，一旦血生化正常，逐步减少补液量。给予前日总液体丢失量的2/3加400-500ml液体，将逐步减轻多尿^[151]。如果严格限制液体，而小管功能没有完全恢复，持续多尿会带来脱水和肾功能不全再次发生的风险。对这样的病例，应增加补液量至以前的水平。容量恢复后，再试着限制液体；但此时容量的限制应少于之前，以避免脱水再次发生。尿量减少，同时临床和生化指标正常提示小管功能已经恢复。患者可以出院，在出院的3-4天后复查血指标。

5.5：长期随访

5.5.A 出院后至少每年评估挤压综合征患者，检测其后期的肾脏和全身不良后果。

原理

5.5.A 出院后至少每年评估挤压综合征患者，检测其后期的肾脏和全身不良后果

AKI的长期预后尚没有得到很好认识。许多研究中发现，AKI患者随后出现慢性肾脏疾病^[289, 290]。老年患者和以前有慢性肾脏疾病的患者进展至终末期肾脏疾病（ESRD）的危险明显增加，提示AKI的发生可能加速肾脏疾病的进展^[291]。即使在最好的状况下（即在住院期间存活并且肾功能恢复至足以停止透析一个月的水平），在未来几年中仍然有大约10%的患者需要慢性透析^[292]。这些报道强调了AKI作为ESRD病因的重要性。

除了ESRD风险，许多单中心和多中心分析提示尽管肾脏恢复，AKI与长期死亡率增加独立相关^[293-296]，并强调其作为重要的健康问题。

特别是挤压相关AKI患者的长期预后尚不知道。大多数挤压伤患者短期内有望完全恢复^[9, 70, 211, 264]，但没有研究调查其最终的预后。有报道创伤后急性小管坏死的预后通常是良好的^[297]。然而，这一结论可能不适用于挤压伤病例。极少数病例在横纹肌溶解诱导的AKI后出现永久的肾脏损伤，比如间质性肾炎和新月体肾小球肾炎^[124]；但它们与原始事件的关系不清楚。

一项对美国地震后续2-4年的分析，35000人经历了此次灾难，在灾难后的最初6个月，心源性死亡明显增加。一个或多个家庭成员的丧失或财产的丧失与风险的增加相关^[298]。既然挤压伤患者也有上述损失的表现，也应该长期密切监测他们的心血管并发症。

第六节 挤压相关 AKI 临床过程中医疗并发症的诊断，预防与治疗

6.1: 挤压相关 AKI 临床过程中医疗并发症的诊断，预防与治疗

6.1.A: 预测和预防挤压相关AKI的并发症，以优化干预和改善预后。

6.1.B: 及早并适当地检查和治疗感染。

6.1.C: 尽早拔出血管内导管，以避免菌血症和败血症的风险。

6.1.D: 鉴别筋膜室综合征与脊索损伤导致的周围神经损伤，以采用合适的治疗。

6.1.E: 需要亲属，专业人员或者伤员关系密切者提供心理支持，尤其是对那些有自杀倾向的伤员。

原理

6.1.A: 预测和预防挤压相关 AKI 的并发症，以优化干预和改善预后。

由于诸多外科和内科的问题，挤压综合征相关AKI的临床过程非常复杂（表13）^[23]。

无论什么原因导致的AKI，特别是挤压伤导致的，肾外并发症（感染或肺炎，心血管，血液系统，胃肠道，神经系统和心理问题）（表13）会加重疾病进程并增加并发症和死亡率^[256, 257, 299, 300]。

表13. 挤压相关AKI临床过程中各系统并发症

系统	并发症	病因
心血管	心肌梗塞	灾害相关应激，降压药物和抗缺血药物中断，容量负荷过重 ^[115, 125, 126, 301–304]
	充血性心衰	
	高血压	
血液系统	贫血，白细胞增多，血小板减少症	创伤出血，少尿/无尿患者血液稀释，横纹肌溶解，感染，DIC ^[123, 124, 305]
肺部	支气管炎，肺炎，哮喘	不良的生活条件，应激，受压时吸入尘土，异物吸入，容量负荷过重 ^[90, 306, 307]
胃肠道	出血，消化性溃疡	应激，促胃酸分泌药物，破坏胃上皮细胞完整性药物，因DIC或尿毒症引起的出血倾向 ^[12, 306, 307]
神经系统	周围神经病变，轻瘫，瘫痪	因筋膜室压力导致外周神经牵拉，固定或受压缩；脊椎损伤 ^[308]
精神系统	抑郁，精神错乱，创伤后压力紊乱症	灾难相关应激，失去家庭成员或财产 ^[306, 309]
代谢系统	血糖控制被损坏	应激，无规律饮食，外科或内科并发症的出现，规律治疗的问题 ^[307, 310–313]

除了每日的护理评估，如果可能，应行实验室检查[每日血细胞计数和尿液分析；每周两次各种体液培养（如：尿液，伤口分泌物，引流液）]及影像学检查（每周至少一次胸部X线检查），以早期诊断和治疗潜在的临床并发症。

6. 1. B: 及早并适当地检查和治疗感染。

灾难伤伤员因为伤口污染，创伤和外科伤口护理不佳，尿路或血管置入导管，插管和免疫缺陷，常常发生败血症、伤口感染、肺炎、脓肿、尿道感染和破伤风（表14）^[314-316]。

因为感染的关键表现如发热和白细胞增多可能由其他因素如横纹肌溶解，血肿或肺栓塞引起，所以诊断挤压伤患者系统感染较困难^[317]。此外，在灾难情况下实验室检查可能不能有效运行。因此，即使体征和实验室结果不能肯定感染存在，仍应保持高度怀疑并考虑它们存在。因为感染导致钝器伤和贯通伤患者30%-88%的死亡率^[161, 317-319]。

表14. 挤压综合征患者感染的易感因素和预防

感染类型	易感因素	预防
败血症	免疫抑制，营养不良，内置导管，菌血症	仔细的导管护理，尽早拔除导管，发热病人行血培养，充足的营养
伤口	伤口沾染外来物体，在混乱的灾难情况下伤口护理不足	仔细的伤口护理，感染和坏死组织的彻底清创术，抗生素的使用
尿道	尿道插管，少尿	尽早拔除导尿管
呼吸道	长时间受压，尘土吸入，既往有肺部疾病	定期胸部X线检查，监测氧饱和度
破伤风	任何开放性伤口	破伤风类毒素疫苗（见3.1.E部分，第22页）

6. 1. C: 尽早拔出血管内导管，以避免菌血症和败血症的风险。

血管内导管相关感染在挤压伤患者常见，可以发展为菌血症或败血症。仔细注意插管过程中无菌操作，出口处护理，以及及早拔除导管可以减少感染风险。

如果怀疑感染，应拔除导管，除了血和出口处培养外，同时培养导管尖部。定量培养是最有效的方法。如果拔管不安全，从管路和外周采血培养后，在培养结果出来前开始经验性抗生素治疗。为了方便，要求仅在透析治疗后使用抗生素（万古霉素，替考拉林，先锋霉素V，头孢他定，达托霉素）^[320]。金黄色葡萄球菌和凝固酶阴性的葡萄球菌是血管通路置管相关细菌感染最常见的病原菌。如果可能，应使用万古霉素或替考拉林进行血管导管感染经验治疗（肾衰竭时使用剂量见表10），特别是如果伤者所在医院或地区耐甲氧西林金黄色葡萄球菌是主要的感染病原时。已经经验性给予万古霉素或替考拉林治疗的患者，排除了耐甲氧西林的金黄色葡萄球菌感染，可以换用先锋霉素V或达托霉素治疗。在没有耐甲氧西林的金黄色葡萄球菌感染的患者继续使用万古霉素治疗，会增加治疗失败的风险^[320]。治疗万古霉素耐药的肠球菌，每次透析治疗后给予达托霉素治疗。

革兰氏阴性细菌可以引起导管相关细菌感染。大多数（95%）对氨基糖甙类和第三代头孢霉素类抗生素敏感。虽然单剂量氨基糖甙类药物可以发挥快速抗菌作用^[320]，由于其后可能发生不可逆的氨基糖甙药物所致的耳毒性，前庭毒性和肾毒性，推荐选择第三代头孢。因为抗生素大量从肾脏或透析排除，当决定抗生素剂量和治疗频率时，应考虑肾功能和透析充分性（表10）。

6.1.D 鉴别筋膜室综合征与脊索损伤导致的周围神经损伤，以采用合适的治疗。

由于筋膜室压力增加导致神经牵拉，固定，受压引起的外周神经损伤是挤压综合征患者神经系统最常见的并发症^[308, 322]。常见的临床体征是弛缓性麻痹和感觉丧失，偶尔可能被误诊为脊索损伤。因为治疗方案不同，应通过检查尿道括约肌控制力和膀胱插管的疼痛感觉排除脊索问题^[50, 308]。出现周围神经损害，物理治疗和康复治疗是保存或改善肢体功能的重要治疗方法。在后期可能由专业外科医生进行外科神经重建。如果诊断或怀疑脊索损伤，尽可能固定并转运患者到专业的治疗中心。

6.1.E 需要亲属，专业人员或者伤员关系密切者提供心理支持，尤其是对那些有自杀倾向的伤员。

精神和心理问题在灾难伤伤员中常见^[91, 323, 324]。因此，如果可能，由经过培训的人员提供精神或心理支持。因为高的自杀风险^[325, 326]，密切监测所有大型灾害挤压伤患者，特别是失去家庭成员或财产的患者。如果可能，安排一个亲属，一名专业人员或与伤员关系密切者陪伴他们，直到这种风险减少或他们的心理状态改善。

第七节 挤压综合征伤员治疗中的后勤保障问题

7.1：救灾的后勤保障

7.2：针对医务人员和医用物资的一般后勤计划

7.3：针对医务人员和医用物资的肾脏后勤计划

7.1：救灾的后勤保障

7.1.A: 组织有效的后勤保障之前，评估重大灾难的严重程度和范围。

7.1.B: 尽快估算挤压伤员的数量和发生率，制定有效的抢救计划。

7.1.C: 评估当地医疗机构的状态，排除与材料受损或缺乏相关的所有问题。

7.1.D: 以最快的速度将挤压伤员从灾害现场转移至更安全、远离灾害现场并且有良好设备的医疗机构。

7.1.E: 估算住院的频率和时机，以适当地组织医疗保障。

7.1.F: 尽快将尸体从灾害现场转移走，避免精神问题和医疗风险。

原理

7.1.A: 组织有效的后勤保障之前，评估重大灾难的严重程度和范围。

后勤指的是“人员及物资的募集、维护、分配和更换”，以便保证“正确的事物在正确的时间出现在正确的地点”。尽管后勤准备在常规实践中通常并不是必需的，但在面临大规模灾难时至关重要，因为即使有丰富灾难应对经验的国家也面临着患者增多、资源不足以及相当混乱的问题^[7, 41, 269, 306]。

针对灾难的准备可以减少混乱，并且防止或减少灾难中的错误^[327, 328]。

为了保证有效的后勤支持，应当尽快对问题的总体情况进行评估。执行后勤保障最重要的人员是救灾协调员，他们在灾后立即评估问题的大小，以便：

- 1) 预计伤员数量，
- 2) 确定当地卫生部门的能力和转运可能性，
- 3) 预测住院时机。

7.1.B: 尽快估算挤压伤员的数量和发生率，制定有效的抢救计划。

在发生里氏 6.4 级以上的地震后，死亡人数与伤员的比值介于 1:2.5 至 1:3 之间，但可能因当地环境不同而异^[35, 71, 211, 329, 330]。与此类似，在伤员中挤压综合征的发生率在 2-20% 之间，在有多层混凝土建筑的人口密集地区发生率最高。在灾难之后可以减少挤压伤相关死亡人数及影响存活的因素包括^[1]：

- 受累伤员人数众多，而相应的救援可能性非常有限(例如 2001 年印度古吉拉特邦地震^[331]，2005 年巴基斯坦的克什米尔地震^[43]和 2010 年海地地震^[132])，

- 建筑物突然迅速倒塌(例如 9/11 纽约恐怖袭击)^[332],
- 缺乏多层混凝土建筑(例如 2003 年伊朗巴姆地震^[43], 2010 年海地地震^[132]),
- 白天发生, 温和的气象环境(例如 2005 年的克什米尔地震)^[43]。

为了制订有效的救援计划, 提前估计最终的挤压伤员人数需要考虑上述因素并对整个地区逐日仔细随访。

7.1.C 评估当地医疗机构的状态, 排除与材料受损或缺乏相关的所有问题。

由于挤压伤员复杂的临床需要, 在装备不足的野战医院无法进行治疗。因此, 第一步措施是确定邻近震中的当地医疗机构状态, 以排除妨碍这些机构将来作为定点中心的任何损害或材料缺乏^[26]。

7.1.D 以最快速度将挤压伤员从灾害现场转移至更安全、远离灾害现场并且有良好设备的医疗机构。

在当地基础设施出现严重损坏的情况下, 利用最早的交通工具将挤压伤员从接近震中的地区转运出来, 原因如下^[333, 334]:

1. 灾区医院在震后通常已经被严重破坏或在余震中有坍塌的风险;
2. 急救野战医院是临时处理急性并发症最有效的地方;
3. 在后期由于继发性并发症的原因转移挤压伤员可能有困难;
4. 当地医院的空间和设备应当为无法转运的伤员开放;
5. 相比转运至适当环境接受治疗的伤员, 就地治疗的患者死亡风险更高。

在可能的情况下尽量将挤压伤员转至有经验且设备良好的医院, 医院要有重症监护室、透析和创伤处置设施。出现大规模灾难时转运可能有问题, 但可以与当地政府和非政府组织协作来促进转运^[335], 通过使用船只、直升机或飞机完成^[1, 45]。

7.1.E 估算住院的频率和时机, 以适当地组织医疗保障。

合理的疏散时, 大部分住院事件发生在灾后最初 3 天内^[7, 71, 90, 94, 336], 此时大量伤员可能导致医院床位短缺。轻伤伤员在灾后很快通过自己的方式到达医院, 可能占据了受伤更重的伤员所需要的床位, 因后者往往更晚到达^[37, 337]。因此, 需要分检出轻伤员并让其尽快出院。口头和书面指导他们监测自己横纹肌溶解和挤压综合征的征象, 并在出现这些征象时返回医院。

7.1.F 尽快将尸体从灾害现场移走以避免精神问题和医疗风险。

要注意到灾难中未掩埋的尸体可能成为感染源, 尽管这在孤立的创伤性死者中是不可能的^[90, 329]。但如果未转移走的尸体污染了河水、井水或其他水源时, 则可能向幸存者传播胃肠炎或造成食物中毒。除了这些小的风险外, 转移尸体的必要性还体现在他们会造成严重的精神问题。相关负责人员应当在伤员聚集点附近建立临时太平间, 需要在单独的区域, 并且充分隔绝公众的视线。必须严格限制其进入权限^[37]。对已死亡伤员可以拍照供身份鉴别。

在各种处理方法中, 火葬不是实用, 因其与多种宗教信仰不相符, 会造成意志消沉,

并且需要大量燃料^[90]。集体掩埋是一种更合适的选择，在近期的大规模灾难中已经得到了实施，例如 1999 年马尔马拉（土耳其）地震、2003 年巴姆地震(伊朗)和 2010 年海地地震。

7.2：针对医务人员和医用物资的一般后勤计划

7.2.A: 避免医务人员不停歇劳动导致精疲力竭。应当指定一名监督员评估其疲劳状况并决定医务人员何时必须休息。

7.2.B: 在灾难最初数天内安排最有经验的医务人员轮值。

7.2.C: 谨慎使用已有的医疗资源，直到收到有效的外部支援。

7.2.D: 当预见到需要大量使用血制品时，计划并号召献血，以避免出现过剩阶段和短缺阶段交替的情况。

原理

7.2.A: 避免医务人员不停歇劳动导致精疲力竭。应当指定一名监督员评估疲劳情况并在医务人员必须休息时作出决定。

如果当地医务人员或其家人受到灾难影响，他们可能无法提供医疗服务。在日本神户地震第 1 天，有 42–69% 的医务人员和管理人员因为受伤或交通困难无法投入工作^[25]。可以投入工作的人员由于惊吓、焦虑或悲伤等原因使其可能不能充分发挥作用^[37, 40]。应当避免使有效工作的人员不停歇地劳动来弥补人手短缺或同事效率低下，以防止他们精疲力竭。应当认真制定排班表来预防这些缺陷。

7.2.B: 在灾难最初数天内安排最有经验的医务人员轮值。

应当将最有经验的人员安排在预计会出现最复杂伤员的时候，即灾难后的最初数天内。因为灾后前 3 天收治伤员的死亡风险更高^[7]。马尔马拉地震之后，前 3 天入院的伤员死亡率为 18%，而其后入院的伤员中这一数字为 10%^[71]。

在灾难的后期分配经验相对少的人员将最大程度减少工作失误的风险。

7.2.C: 谨慎使用已有的医疗物资，直到收到有效的外部支援。

需要处理大量有多种治疗需求的患者，而医疗供给和设施受到破坏，常常导致物资短缺。在收到有效的外部支援前(通常需要 1 周)，现有的医疗用品必需要谨慎使用^[1, 306]。

应当认真监测 AKI 病例数的逐日演变情况，以预测供应需求。其他供应到达之后无限制地使用医疗设备也是不合理的，因为应当为在灾难事件后期出现严重并发症的患者保留一定用品。

7.2.D: 当预见到需要使用大量血制品时，计划并号召献血，以避免出现过剩阶段和短缺阶段交替的情况。

挤压伤员在治疗过程中需要大量血液和血制品^[115, 338]。血制品最重要的问题是半衰期短^[1, 336]。在灾难环境中，可能出现因为血库被破坏无法有效储存血液，或者储备不足以满足巨大的需求^[339]。应当对号召献血做出计划，使之覆盖预计需求血制品的整个期间，以

维持稳定的供应满足需要。如果不这样做，在灾难之后早期可能收集到过多的血制品，而不得不销毁未使用的资源，造成后续的短缺^[340]。尽管在发达国家小规模灾难之后献血可能是安全的^[341]，但在巨大灾难混乱的情况下出现典型的输血相关医学并发症^[113, 342]的概率特别高^[339, 343]。应当注意尽量减少这类医学和后勤问题^[344]。

7.3：针对医务人员和医用物资的肾脏后勤计划

7.3.A： 容易受灾的地区及其周围的肾脏病区应当建立自己详细的灾害预案，以应对挤压伤员突然涌入的情况。

7.3.B： 应当事先确定治疗挤压综合征伤员的医用耗材准确需求，以便有足够的储备物资和从灾区外组织紧急援助。

7.3.C： 应当按照需要将透析工作人员从非工作单元重新分配至工作单元。

7.3.D： 应当提前计划慢性透析患者的转移。

原理

7.3.A： 容易受灾地区及其周围的肾脏单元应当建立自己详细的灾害预案，以应对挤压伤员突然涌入的情况。

灾难往往增加了透析需求，但同时透析设施可能受到破坏或被摧毁，从而严重增加了其余有功能的单元的工作负荷^[27, 28, 345]。因此，容易受灾地区及其周围的每一个肾脏单元都应当准备自己详细的“灾难计划”，以应对挤压伤员突然涌入的情况^[346]。这一项目应当包括：

- 药物和消耗品储备的充分补充和更换，以避免短缺；
- 额外人员的动员计划；
- 准备那些分发给救援团队和一线医疗服务人员的信息材料，以增加他们对挤压综合征及其处理的认识；
- 灾难后可以接收慢性透析患者的医疗机构的地图。

挤压伤员患有多种必须要到设备完整医院接受治疗的并发症。将这些医院常规维持性透析的慢性透析患者转至附近的卫星门诊透析单元，为从地震灾区转移出来的挤压伤员保留医疗资源^[347]。

7.3.B： 应当事先确定治疗挤压综合征伤员的医用耗材准确需求，以便有足够的储备物资和从灾区外组织紧急援助。

预估挤压伤患者的医疗需求对号召全国性和国际性的支持至关重要。大规模灾难之后往往需要这些帮助，因为需要的医疗用品数量可能相当庞大^[11, 115, 211]。应当评估治疗地震挤压综合征伤员时需要频繁消耗的医疗用品(例如血液和血制品，透析耗材，晶体溶液和降钾树脂)的数量(表 15)。

在物资方面，在组织早期支援之前，根据表 15 对灾难头 3 天进行推算，每 1000 例挤压综合征患者将需要 15 000L 晶体溶液。此外，按照每名患者 15 g/ 天的常用剂量，这些伤员将需要 45 kg 聚苯乙烯磺酸钠(降钾树脂)。根据马尔马拉地震中的数字，1000 例挤压伤患者需要的透析套装和血液/ 血制品数量将分别为 8250 套和 13000 单位。

表 15. 地震挤压综合征伤员需要的血液和血制品、透析物品、胶体溶液和降钾树脂的量。

输血	N	透析	N	其他	N
每名患者输血的平均次数	4.6 ± 9.0	每名患者 HD 次数(血液透析伤员)	11.2± 8.0	胶体液	5109± 1711mL/ 天
每名患者输 FFP 的平均次数	4.6 ± 9.0	每名患者的 HD 次数(透析+非透析)	8.2± 8.4	降钾树脂	15g/ 伤员/ 天
每名患者输 HA 的平均次数	4.6 ± 9.0				

输血和透析数字以及胶体溶液量以马尔马拉地震中的经验为基础；降钾树脂量根据文献数据估算得到[1, 115, 166]。

*: 考虑了输血和未输血的患者。

缩略词: Pt: 患者; FFP: 新鲜冰冻血浆, trans.: 输血, HA 人白蛋白; HD 血液透析。

在医务人员方面，理想的评估团队应当包括 2 名肾脏科医师(1 名完成透析，1 名解决医疗问题)，1 名透析护士和 1 名技术员。随访团队应当包括 1-2 名肾脏科医师，3-5 名护士和 1 名技术员。但根据当地需求这些数字可能有差异。在马尔马拉地震中，有 158 名土耳其医生(肾脏科医生，内科医生或全科医生)和 387 名血液透析护士参加了对 477 名透析伤员的治疗。另外有来自不同国家的无国界医生组织(MSF)的 6 名肾脏科医生、35 名血液透析护士和 20 名成员参加了肾脏灾难救助工作小组(RDRIF)的工作^[159, 348]。值得指出的是，医务人员不仅仅参与治疗 AKI 和透析患者；当地人员继续治疗了其他肾脏问题和非肾脏疾病，而 MSF 成员积极参加了很多其他的非肾脏项目以及外交、信息提供、教育和后勤活动。

救援形势和需求根据灾难及其位置而不同^[349, 350]。例如，在海地地震中，由于灾难的程度、伤员数量、干预时间和基础设施破坏，由 9 名医生、11 名护士和 5 名透析技术员组成的 RDRIF 团队仅仅治疗了 27 名 AKI 透析患者，而 MSF 团队最大的时候包含了 100 多位救援人员^[132]。

7.3. C 应当按照需要将透析工作人员从无功能单元重新分配至有功能单元。

正当灾后很多透析单元由于破坏无法开展工作时^[28, 345, 351]，需要透析的患者人数却显著增加。这必须要在仍然有功能的单元安排额外的透析班次。当地人员可能不足以处理增加的病患负担；因此无功能透析单元的人员应当被重新分配至有功能的单元^[1, 327]。应当早期寻求外部、当地和国际支援以帮助解决这一短缺问题。

7.3. D 应当提前计划慢性透析患者的转移。

灾难对慢性透析患者有强烈影响，因为可能使这些患者很难接受到透析治疗。卡特里娜飓风发生后，有超过 40%的透析患者错过了至少 1 次透析治疗，约 17%的患者在风暴后 1 个月以内错过了 3 次或以上的透析治疗，导致住院率升高^[352, 353]。灾区几乎所有 2500 名慢性透析患者不得不转移到美国范围内的其他透析中心^[354]。为了减少混乱，对于飓风或火山喷发等可预测的灾难，应当提前计划慢性透析患者的转运；但对于地震等不可预测的灾难这种计划则不可能。

在所有容易受灾的地区，当地医务人员应当熟悉在灾难当时及之后转运患者的流程和

措施^[355]。

第八节 肾救灾应变计划的执行情况

8.1: 灾难前的准备

8.2: 灾难后将要采取的措施

8.1: 灾难前的准备

8.1.A: 肾救灾策略应当包括制定灾难后实施的高级措施。

8.1.B: 肾灾难应变团队应当由行动协调员, 评估小组成员, 救援人员和医务人员组成。

8.1.C: 应当提前绘制当地透析机构和转诊医院的地图, 以备在灾难发生后立即开展有效的灾难应对。

8.1.D: 应当建立针对公众、救援团队、医疗和医疗辅助人员以及慢性透析患者的教育项目, 并在任何灾难发生之前实施。

8.1.E: 应当提前规划外部和当地医疗及医疗辅助人员的部署、物资供应的分配和透析服务的供给。

8.1.F: 应当准备与外来救援组织合作的灾难应对方案。

原理

8.1.A: 肾救灾策略应当包括在灾难后实施的高级措施计划。

高级计划和准备(后面将进一步描述)对灾难情况下减少混乱和提供最有效的医疗至关重要^[350, 355]。

这些准备应当包括: 灾难应变小组的构成, 教育活动的组织, 干预以及与外部机构协作的计划(图6)。

8.1.B: 肾灾难应变小组应当由行动协调员, 评估小组成员, 救援人员, 医务人员组成。

为了减少灾后混乱, 应当提前建立肾脏灾难应变小组。不同的特点和专业知识的救援人员应当在1个或多个团队中密切合作, 这些团队是由来自当地和/或灾区之外(多数来自国外)的成员组成。理想情况下, 团队中应当包括^[42]:

1. 协调员[如, 当地核心人员, 救灾协调员和肾脏灾难救助工作小组(RDRIF)或其他任何类似救灾组织的主席来计划、组织和监督救灾活动];
2. 评估小组成员, 尽快访问灾区, 现场确定需要的帮助;
3. 在灾难地区、野战医院、指定的医院或透析单元直接主动参加干预的救援人员和医务人员。

由于大部分灾难都是意外发生的, 且灾难地区有资质的人员可能由于各种原因不能工作, 因此应当为每项职能分配备用人员, 尤其是协调员。

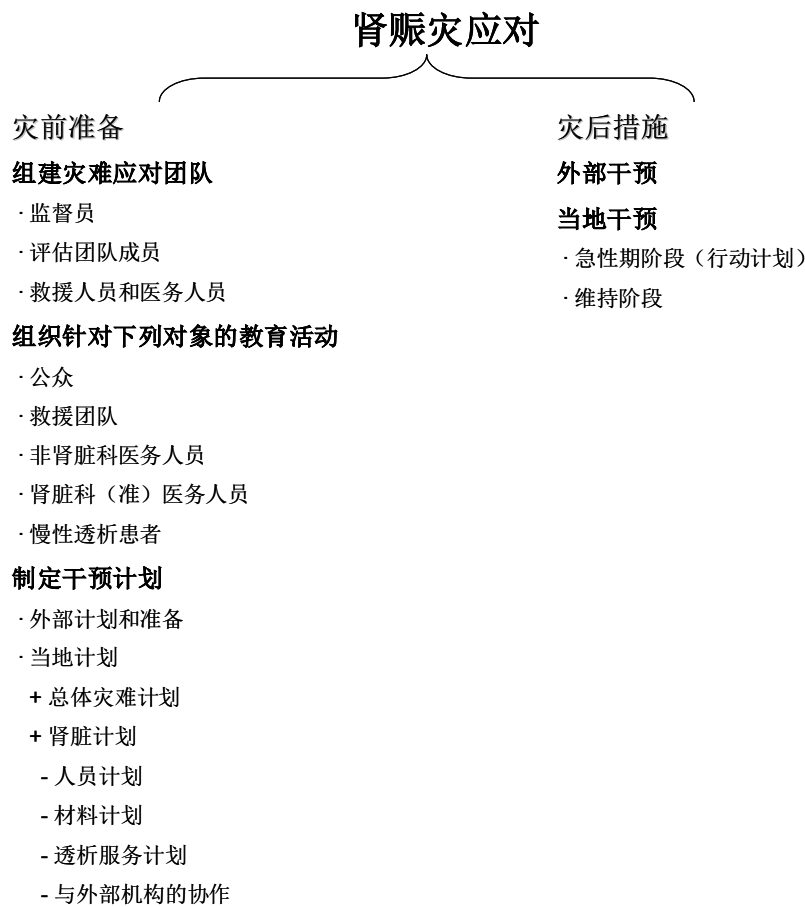


图 6. 肾脏灾难应对的主要步骤(经允许后复制自参考文献^[42])

8. 1. C 应当提前绘制当地透析机构和转诊医院的地图,以备在灾难发生后立即开展有效的灾难应对。

在危险地区透析设施和转诊医院的储备具有至关重要的意义^[355]。这应当包括建筑物的结构特征和灾难后的破坏风险等信息,以便预测哪些单元在灾难后保存功能的几率更大(表 16)。一旦确定这些单元确实没有受到损坏,应当将其作为灾区的一线转诊场所。应当记录每个单元中慢性透析患者和透析机的数量,以及医疗/非医疗人员的人数和紧急联系信息(姓名,地址,电话,移动电话等等),供制定计划时使用。

应急计划中应当可以很容易地获取这些信息并定期更新。应当与相关医院达成协议,并在灾后访问现场后确认。这些计划应当可以通过互联网(例如全国肾脏协会的网页)和当地医疗管理部门获得。遗憾的是这些计划往往不够准确或没有及时更新,可能不完全可靠,但即使在考虑了这些缺点仍然可能有用。

表 16. 关于透析单元信息收集的清单

· 单元名称
· 私立/ 公立状态
· 建筑物的结构特征
· 在方圆 1 km 范围内降落直升机的可能性
· 血液透析机器的数量，机器类型
· 正常人员编制
· 血液透析护士的人数及其联系信息，例如电话、移动电话和电子邮件
· 肾脏科医生的人数及其联系信息
· 非肾脏科医生的人数及其联系信息
· 该单元慢性透析患者的人数；他们的姓名及联系方式
· 在该区域或其他单元可以提供医疗服务的医生人数
· 在该区域或其他单元可以提供医疗服务的血液透析护士和技术员的人数
· 在该特定单元可以治疗的患者的最多人

8.1.D 应当建立针对公众、抢救团队、医疗和医疗辅助人员以及慢性透析患者的教育项目，并在任何灾难出现之前实施。

灾难本身就会带来混乱。应当提前对预计会受到影响或干扰的每个人进行教育(图 6)。教育内容应当直接针对下列对象^[42, 355]。

公众：生活在容易受灾地区的居民应当训练在地震发生前、发生中及发生后如何自救、如何降低受伤及相关并发症的风险^[356–360]，以及关于自己未受伤时如何参加救援伤员的培训^[45, 74, 361]。

救援团队：最佳救援团队应当包括医务人员；但在大规模灾难时通常是无法实现的。因此应当培训非医疗救援团队的成员如何识别和处理早期营救过程中受压肢体相关的医疗问题及并发症^[47]。

非肾脏科医疗（辅助）人员：日常工作中极少遇见挤压综合征，因此并不是所有医务人员均熟悉该疾病的处理^[27]。为了避免这一缺陷，应当组织定期的灾前教育项目以更新关于挤压综合征伤员治疗的知识^[42, 362]。

肾脏科医疗（辅助）人员：灾难中 AKI 伤员的治疗与日常临床工作中 AKI 患者的治疗不同。应当对肾脏科医生和透析护士进行挤压相关 AKI 治疗的培训。应培训透析护士当血液透析过程中发生灾难时需遵守的合理的措施^[363]。

慢性透析患者：应当培训血液透析患者在灾难中如何应对，尤其是发生在透析过程中时。应当告知患者他们可能面临的问题并提供克服这些困难的可行的解决方案。特别应当告知患者当医务人员无法到来或在灾难发生中受伤时如何将自己与透析机器分离；以及在下次透析被推迟的情况下如何控制他们的液体、食物和电解质摄入(表 17)^[28, 346]。透析患者还应当向透析单元提供他们的联系信息。他们应当有透析机构的地图和紧急呼叫电话号码或网页以便咨询有关他们持续治疗的问题。

应当向慢性腹膜透析患者进行下列方面的教育：

- a) 在不卫生的情况下如何行动；
 - b) 尤其是当正在进行自动腹膜透析时如何分离；以及
 - c) 在考虑透析液和其他药物配送问题的前提下，需要储备的医疗物资的数量^[364–366]。
- 8.1.E: 应当提前规划外部和当地医疗及医疗辅助人员的部署、物资供应的分配和透析服务的供给。

要认识到肾脏救灾是总体救灾过程的一部分，应当与总体指令和控制配合。只有当抢救团队融入更大(政府和非政府)机构时才可能实现肾脏救灾,包括医疗角度和后勤角度(请参照附件)。

为了实现有效的灾难应对，应当计划外部和当地的医疗和医务（辅助）人员的部署，以及材料和透析服务的分配。

1. 外部计划

为了便于灾后来自于灾区外的快速干预，高级计划应当包括^[26, 205, 350, 367]：

- 列出国际应变小组的志愿者，他们包括评估员、协调员、成人和儿科肾脏病医师、重症医学科医师、透析护士和技术员；
- 与其他组织的协作(例如国际的和当地的肾脏病学会)；
- 安排人员与灾难中可接触到的当地联络员建立联系；
- 与灾难情况下有后勤经验的非政府组织协作。

2. 当地计划

应当有 1 名主要的救灾协调员在灾前负责总体的肾脏病计划。一个国家应当被分为若干区，每个区应当指派一名区级协调员作为该区域的主要协调员，当该区任何地方发生灾难时提供支持^[42]。

肾脏病灾难协调员最重要的责任之一是为急性和慢性患者制定透析服务的计划：

- a) 如果透析单元和当地基础设施没有被破坏，并且透析人员和透析材料的储备保持完整，则可能必须增加透析班次以应对挤压伤患者额外的透析需求；
- b) 如果透析材料、单元和城市的基础设施保持完整，但透析人员的数量不足，则应当从其他地区的透析单元或国外招募支援人员^[1, 327]；
- c) 如果当地基础设施和透析单元被广泛破坏，唯一的选择是将患者转移至国家的其他地区，甚至国外^[327, 335, 368]。

为了克服这些问题，肾脏救灾计划制定者必须提前准备其所在国家的透析单元清单，包括它们的机器和人员容量、可以容纳的多余患者人数以及紧急联系信息。应当提前探明当地的运输能力。

当地协调员应当时刻掌握所有材料和伤员转运的可能方式(车队时间，当地航班，直升机往返，船只运输等等)^[39, 40, 43, 335]。

当出现严重转运问题时，最好的折衷方法可能是在灾区附近建立临时透析单元。仅仅

在确实没有其他选择时才考虑这一方案，因为这种独立的单元常常缺乏其他的支撑单元，例如邻近的重症监护室等。在海地地震中，RDRIF/ISN建立了一个几乎是全新的透析单元，运来了机器并维修了被严重破坏的现有单元的水系统。这类干预方式的长期可持续性有待于证实^[132]。第7节中已经详细描述了肾脏科人员和供应的当地后勤计划。

表 17. 慢性血液透析患者可能出现的问题以及处理这些问题的可行解决方法^[42, 355]

问题	作为指导的解决方案
与透析相关	
灾难中的措施	- 使自己脱离透析及其并寻求保护。
灾难后早期的措施	- 在不取出透析针的情况下尽快离开建筑物。
与透析间期有关	
防止体液负荷过重	- 限制盐和液体的摄入。
防止高血压	- 继续规律服用降压药。
防止高钾血症	- 限制含钾的食物并使用降钾树脂(灾难前应当储备)。
缺失透析治疗	- 相信缺失 1 次甚至 2 次透析治疗是可以耐受的。 - 寻求可以提供血液透析的替代场所。

8.1.F: 应当准备与外来救援组织合作的灾难应对方案。

大规模灾难之后，由于多种原因外部协作至关重要^[39, 40, 205, 367]：

1. 可以从外界补充透析硬件的短缺；
2. 经验丰富的协调员和肾脏科医师的参与对组织援助至关重要，只要他们没有受到家人或财产受创的影响；
3. 有经验的外部人员可以减少当地医务人员和医疗服务的工作负荷；
4. 来自其他地区或国家的人员可以为当地人员提供情绪和心理支持，后者出现精疲力竭的风险高。

因此应当提前准备与外部抢救组织协作的计划。

8.2: 灾难后将采取的措施

8.2.A: 应当尽快联系肾脏灾难救助工作小组 (RDRIF) 的主席和地方当局。

8.2.B: 应当在预先指定的协调员的指导下尽早执行之前建立的行动计划。

原理

8.2.A: 应当尽快联系肾脏灾难救助工作小组 (RDRIF) 的主席和地方当局。

在肾脏救灾中应当考虑两个水平的协调: 1. 全球性的协调, 2. 当地的协调(图 7)。

1. 全球性的协调: 由全球性救援组织的协调员[在肾脏灾难时为肾脏灾难救助工作小组 (RDRIF)] 根据国际通讯资源(例如 BBC 在线)和电话或电子邮件与当地联络员的沟通结果评估救灾需求, 并预计挤压综合征伤员的人数。其他救援组织常常不熟悉肾脏支持或透析的

时机^[55]。此时与联合国人道主义事务协调办公室(OCHA)沟通或它的参与可能有所帮助。当然需要进行有效的机构间沟通。配备全日制的联络官或技术员参加协调会议可能有用,并且能够挽救生命。

如果需要,国际组织的协调员将指派一名当地的主要救灾协调员,派遣肾脏评估小组并提供支持(图7)^[26, 205]。

2. **当地协调:** 当地的主要救灾协调员访问灾害现场,评估破坏的程度,并在当地不能应对灾害时请求全国或国际支援。他/她应当尽快与全球协调员联系以防止任何国际干预的拖延、误解或冗余。

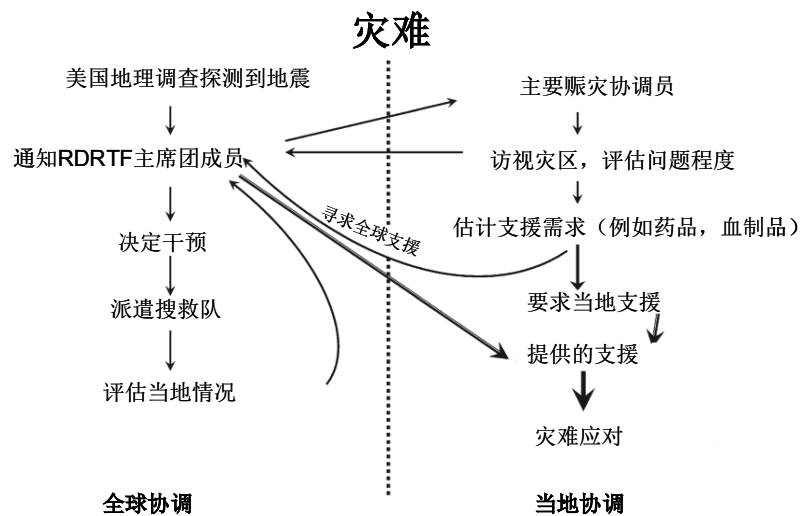


图7. 肾救灾工作全球性协调和当地协调中的主要步骤(同时参见图8)。(经允许后复制自参考文献^[42])

8. 2. B: 应当在预先指定的协调员的指导下尽早执行之前建立的行动计划。

之前建立的灾难应对计划包含了一系列以有效灾难应对为目的的措施。救灾行动由主要救灾协调员启动,除非该人员出现了残疾或不能工作,此时应当按照逐步替代分配顺序,在需要时选择下一级别的替代人员(图8)^[42]。如果后来联系到之前未能联系到的主要救灾协调员,则取消替代协调员,使救灾活动恢复到之前确定的水平。

在急性期,主要包括前3天,主要救灾协调员应当确定破坏的程度,先访问受影响最严重的区域(图7和8),以评估基础设施和医疗机构的状态。应当与当地协调员联系,并给予关于优化支持应答的简要指导(图8)^[42]。这项首次评估的结果应当送交全国性(政府的和非政府的)和国际性的组织(在肾脏救援时主要是RDRIF),这将影响关于所需要的医疗物资和人员的运输的决定^[26, 43, 205]。不鼓励没有特殊的和明确的要求的自发捐赠^[361]。它们会造成当地分配和后勤保障系统负担过重,加重现有的混乱^[369]。例如,海地地震之后,RDRIF接收到数千升主动捐助的腹膜透析(PD)液,在这一特定灾难中完全没有用处。这一捐助使得无国界医生组织(MSF)不得不对其进行运输、包装、分类和储存,最终销毁了数吨没有用处的材料。因此物资捐助应当局限于要求捐助的部分,并且应当与现场团队进行协调^{[132, 350,}

对于能够同时治疗更多伤员并且尽可能占用最少运输能力的设备和救灾物资，具有配送的优先权(表 18)。

灾难发生后，主要协调员应立即当将患者协调至不同的医院，并引导伤员到适当的终端。

大规模灾难往往伴随着混乱，需要紧急救援和医疗干预。为了避免急性期的恐慌和困惑，应当制定并分发简要流程图，描述在灾区或野战医院和三级医院的总体和特殊任务(表 19)。

在包括灾难后最初 1 个月的维持阶段中应考虑下列内容：

- 定期访视受灾地区、医院和透析单元，确定当前需求。
- 分配来自全国和国际上的所需材料和人员支援。
- 随访所有挤压患者。记录他们的透析需求和结果(肾功能的恢复，出院，死亡和并发症)。定期向医学会报告肾脏病患者的短期结局。
- 给治疗挤压伤员的转诊医院分发收集医疗数据的跟踪数据单，建立数据库以便对结局相关结果和因素进行因果分析，有助于改善今后干预措施。(见附录，第 74-75 页)^[42]。

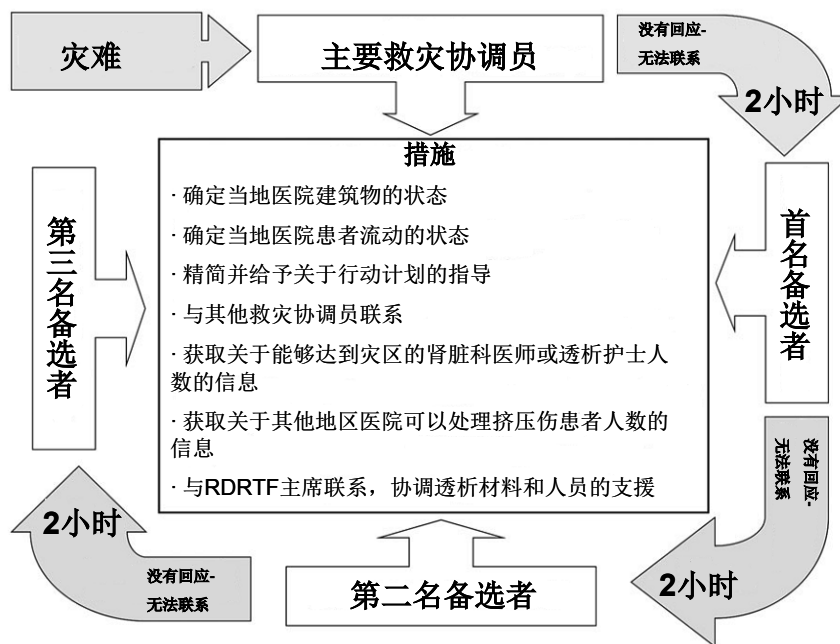


图 8. 严重灾难的急性阶段中在当地水平肾救援的主要步骤。总结了主要救灾协调员采取的措施。即使是在所显示的 2 小时限制之前，备选者应当与主要救灾协调员和其他备选者联系，从而尽早了解其他人的状态和可获得性(经允许后复制自参考文献^[42])。

缩略词：RDRTF：肾救灾协作组；hrs：小时。

表 18. 设备和救灾供应的优先性列表

可以人工携带的消耗品	按照货物运输的消耗品
• 透析导管 • 定点照护器械(例如 I-stat[®]) • 气道器械 • 头灯 • 记录化验值的打印单 • 尿检试纸 • 急救药物 • 抗心律失常药 • 抗生素 • 抗组胺药针剂 • 降压药(长效和短效) • 硫酸阿托品针剂 • 葡萄糖酸钙针剂 • 糖皮质激素针剂 • DDAMP 针剂 • 地高辛针剂 • H₂受体拮抗剂针剂 • 氟哌啶醇针剂 • 肝素针剂 • 胰岛素(常规和长效) • 氯胺酮针剂 • 聚苯乙烯磺酸钠(降钾树脂) • 局麻药物 • 硫酸镁针剂 • 吗啡硫酸盐针剂 • 硝普钠针剂 • NaCl (3%和 5%) 针剂 • NaHCO₃ (8.4%) 针剂 • 硝酸甘油针剂 • 去甲肾上腺素针剂 • 氯化钾针剂 • 硫酸精蛋白针剂 • 沙丁胺醇针剂 • 短效硝酸盐制剂 • 适合于在透析单元每日一次给药的抗生素 (例如头孢曲松, 左氧氟沙星和万古霉素)	• 透析材料 - 机器 - 透析过滤器 - 动/静脉管路, 血液管路系统(管道) - 针头 - 浓缩透析液 • 静脉液体(胶体液) • 除颤仪 • 自充气气囊 • ECG 机器 • 呼吸机 • 含 2%氯己定的 70%异丙醇 • 一次性的纸张、手术手套和敷料 • 消毒剂(过氧乙酸) • 纱布 • 口罩 • 无菌和非无菌手套 • 注射器(2 cc 和 10 cc) • 胶带 • 缝合材料, 剪刀 • 注射用无菌盐水和注射用水 • 氧气管道(鼻导管, 面罩) • 水检测材料(例如氯/氯胺试纸)

缩略词: IV: 静脉内; ECG 心电图; DDAMP: 去氨-8-D-精氨酸血管加压素。

表 19. 大规模灾难后医务人员的主要焦点和责任(关于这些任务的详细描述参见[第二和三节](#)，分别为 5 和 21 页)。

地点	全球任务	特殊任务
灾区或野战医院	确定人员状态	- 解决本身疾病相关的问题，并针对自己家庭要求制定计划。 - 如果不能参加总体救援，通知协调单位。
	营救前的干预	- 在接近被破坏建筑物时考虑自身安全。 - 一旦建立联系立即开始对被埋伤员的医学评估。 - 如果可能，在营救前开始以 1000 mL/h 速度输入等张盐水。
	营救过程中的干预	- 如果可能，在营救过程中重新评估伤员 - 对成年人在最初 2h 内继续以 1000 mL/h 速度输入等张盐水。 - 如果营救过程超过 2h，在成年人中调整输液速度不超过 500 mL/h。
	营救后对伤员的一般措施	- 尽快将伤员从建筑物坍塌位置移开。 - 检查生命体征并进行“初筛”。 - 进行伤员分类。 - 治疗所有威胁生命的急症。 - 进行“二次筛查”。
	营救后的输液和尿量检测	- 在成年人中继续(或开始)以 1000 mL/h 速度输入等张盐水。 - 确定液体需要量时考虑环境条件。 - 留置尿管监测尿量。
	营救后采取的其他措施	- 治疗挤压损伤之外的问题，例如气道阻塞，呼吸窘迫，难治性疼痛。 - 尽早诊断并治疗高钾血症。 - 患者一旦稳定准备转运至医院。
三级医院	对所有伤员的一般措施	- 进行分级鉴定将伤员分配至适当的治疗区 - 按照公认的创伤指南治疗伤员 - 评估并治疗液体问题；在低容量伤员中，确定并治疗原发病 - 纠正如果存在的低体温 - 早期并适当地治疗感染 - 保留患者记录
	对挤压伤患者的措施	- 检查所给液体类型；停止输注含钾溶液 - 尽快采用任何可以利用的方式确定血清钾水平 - 立即治疗高钾血症 - 如果需要插入尿管监测尿量 - 当少尿伤员出现容量过多时，限制液体量并开始超滤 - 治疗其他急症，例如酸中毒、碱中毒、感染、有症状的低血钙 - 根据需要预防并治疗 AKI；如果有适应证可以早期开始透析 - 如果可能避免使用所有肾毒性药物 - 根据肾功能和透析充分性确定药物剂量

缩略词: AKI: 急性肾损伤; h: 小时。

附录

- I. 地震后对创伤伤员的初始评估和处理
- II. 检伤分类
- III. 国际肾脏病学会的肾脏灾难救助工作小组
- IV. 无国界医生组织 (MSF)
- V. 欧洲肾脏最佳实践
- VI. 前瞻性数据收集和评估表格

I. 地震后对创伤伤员的初始评估和处理

针对创伤应对中所涉及不同专业，目前已经建立了不同场景的不同方案[例如，高级创伤生命支持 (ATLS)，院前创伤生命支持]，以减少可以预防的死亡和降低创伤后的患病率。这些方案强调了对致命创伤的早期识别和对资源的选择性分配。

与地震特异相关的问题

尽管创伤患者初始评估和处理的原则是通用的，但医疗基础设施的破坏可能会使应对者不得不采用不同于日常工作中的方法来处理伤员。

在灾难现场，到达现场的医疗团队有一些优先权。按时间先后顺序排列如下：

- 对现场和伤员进行总体评估以预防进一步损伤；
- 开展初筛；
- 迅速转运至最近的“适当”医疗机构，和
- 在现场或转运途中开始针对性的治疗。

然而，上述目标中的部分内容实际上可能无法完成。

被埋伤员的特殊问题

被埋在废墟下的伤员会出现特殊问题；其评估和治疗都因为环境狭窄而受到限制(表 20)^[46, 371, 372, 373]。

对被困伤员的医学评估应当在与其建立联系后立即开始。口头交流可能是最初的唯一评估方式。直到获救前一刻，甚至只有在获救之后才能完成初筛的体格检查，这种情形并不少见。必须意识到即使伤员完全清醒且非常配合，仍然可能存在严重的并发症。

埋在废墟下的伤员在一些方面可能有别于其他情况下受创的伤员：

- 常常因为多种机制造成气道和呼吸问题；
- 这些患者常常(尽管不是总是)有脱水；
- 严重肢体挤压伤的患者在急性期和之后阶段有出现威胁生命的心律失常的风险；在后期有败血症和肾衰竭的风险；

- 这些威胁生命的情况具有潜在的可逆性，可以通过适当的液体复苏和对断肢的适当治疗而减轻；
- 肢体的麻木感和刺痛感提示脊髓损伤，但被埋往往导致患者在获救之前无法进行脊柱制动。

推荐尽快建立大口径静脉通路以实现早期输液(见第二节 7 页)。

获救后，在转运到有功能的医院按照目前公认的创伤指南进行重新评估和治疗之前，应当评估患者并确定其损伤的程度。

表 20. 埋在废墟下的伤员的治疗和评估

初筛	需要考虑的问题	干预措施
气道	- 考虑到气道可能被破坏	- 保持气道通畅；保护颈椎
呼吸	- 考虑到可能因为吸入灰尘或有毒气体和/或直接创伤导致通气被破坏	- 通过提供防尘口罩保护患者不吸入灰尘 - 可获得空间的局限性可能影响安全的插管 - 氧气供应可能受到安全局限措施的限制 - 麻醉药物可能辅助肋骨骨折患者的呼吸
循环	- 排除脱水 - 除非可以明确排除，否则假设存在有挤压损伤 - 如果受害者已经被困长时间并且仍然存活，假设很可能没有严重的活动性出血	- 控制外出血 - 评估体液状态，然后在考虑医学环境和后勤可能性的前提下尽可能多给予液体。
残疾	- 考虑到神经系统检查可能造成相关病变未被识别	- 安装或维持脊柱保护
暴露	- 考虑到低体温的可能性 - 仅在挽救生命确实绝对需要时才暴露身体部分	- 如果有暴露，覆盖以避免低体温

缩略词：IV：静脉内。

II. 检伤分类

检伤分类是指当同时有数个伤员时，通过快速和准确的评估程序来以确定他们的损伤程度，所需医疗照护的最适宜水平和治疗的先后顺序。

创伤后检伤分类的决定通常需要在很短的时间内做出，并且赖以决定的信息有限。大型灾难中，检伤分类对临床干预有指导作用，从而长期挽救最大数量的生命^[373]。不同检伤分类系统都是基于生理学标准，解剖学标准，或者二者联合的基础上建立起来的^[374]。

生理学标准包括心率、血压、毛细血管回流、呼吸频率和动度、意识和体温情况。

解剖学标准是指身体不同部位的受伤情况和程度（头、颈、胸、腹、骨盆、四肢）。

受伤的机制（钝器伤或贯通伤）、年龄和极端的环境条件能很大程度地影响结局，所以在做检伤分类决定时应予以考虑^[34]。遗憾的是这些标准的局限性影响了其在灾害中的有效性，哪怕是由经验丰富的医务人员应用^[373]。

目前存在多种检伤分类系统，如院前指数，**CRAMS**（循环、呼吸、腹/胸、运动、语言）检伤分类系统，修订版的创伤评分，**START**（简单急救检伤分类及快速治疗流程）^[375]和**CCS**（格拉斯哥昏迷量表）^[376]。对这些标准的全面讨论超出了本专刊的范围。图9列出了最常用和最准确的检伤分类系统之一——改良的**START**。**START**系统检伤分类出可以送回家或到避难所的轻伤病人，余下的伤员被分为三组：

需要紧急处理的伤员，

可暂缓处理的伤员，

已经死亡或即将死亡的伤员（图9）^[36]。

归为紧急或暂缓处理的伤员将接受进一步评估和治疗。而那些即将死亡的伤员将被分开安放并保持其舒适。轻伤员还可以作为志愿者以帮助其他伤员。归入处理组的伤员还需要进行定期评估，如果他们的伤情变化将再进行新一轮检伤分类评估。一旦伤情稳定，伤员将被转移至新建的野战医院或灾区以外尚有功能的医院。

给伤员戴上腕带在医疗和社会方面的都是有用的，腕带上记录有灾区的临床信息和人口学特征（如被营救的时间、被营救的地点、诊断、所采用的治疗、与亲属的联系信息），以及在医院的临床信息和人口学特征（如在医院中的位置、完整的诊断、主治医生的名字、需要避免使用的药物）

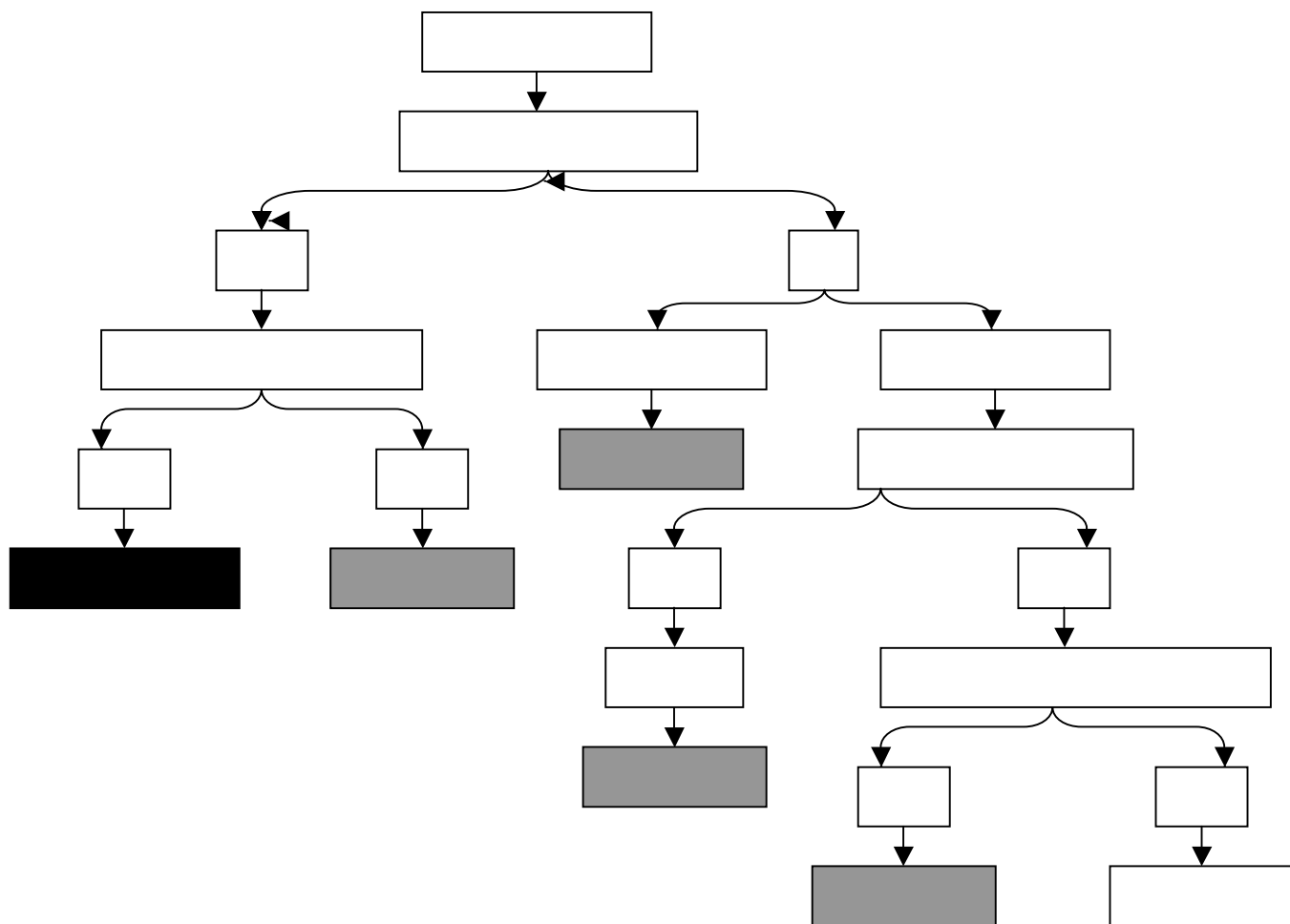


图 9 改良的简单急救检伤分类及快速治疗流程。能走的伤者最先被检出并只接受急救措施处理。余下的伤员按流程分组。那些需要立即处理的伤员要先于可暂缓处理的伤员进行评估和治疗。该流程在小于 8 岁的儿童中应用时应谨慎(经许可改编自[36])。

III. 国际肾脏病学会的肾脏灾难救助工作小组

肾脏灾难救助工作小组（RDRIF）是由国际肾脏病学会（ISN）创建的人道主义救援组织。RDRIF 通常与无国界医生组织（MSF）合作并得到它们的后勤支援而共同开展工作的。救灾工作组由全世界管理急性肾损伤和挤压伤的专家组成。在发生地震和其它灾难后，该组织派出志愿的肾脏病医生、危重症专家、透析护士和透析技师来提供救援，他们对挤压导致的急性肾损伤进行处理，也对灾难后其它问题导致的肾功能衰竭进行处理，同时提供物质和精神上的支持和培训^[205, 368]。

志愿者必须满足下述多种条件（表 21）

受影响国家的本地工作人员和国际志愿者共同努力以达到最有效的灾难救治和挽救尽可能多的生命（表 22）。

RDRIF 已备有图表以促进和规范伤员的数据收集，它们分别是：

挤压综合征患者的临床随访（表 11）；

灾后早期，对挤压伤患者涌入不同医院进行监测（见“前瞻性数据收集和评估表格” -- 表格 1, P74）；

在超负荷医院混乱的状况下挤压综合征患者流行病学资料的收集（见“前瞻性数据收集和评估表格” -- 表格 2, P i 57-58）

表 21 肾脏救援志愿者需具备的条件

强制具有

- 真实的国际护照
- 有肾脏病医师、肾脏病护士、透析技师或危重症医师资格
- 接种了破伤风、白喉、甲肝、乙肝、脊髓灰质炎和黄热病疫苗
- 准备好了在压力和压抑的环境中工作
- 工作时要遵守与其合作的非政府组织（在肾脏救援时为 MSF）的规则和习惯
- 尊重当地的医务工作者和受影响地区的伤者以及尊重当地风俗
- 能适应团队工作并尊重领队人员
- 具备组织能力

最好具有

- 透析经验
- 灾难处理的经验
- 接种伤寒、狂犬病和流行性脑脊髓膜炎疫苗
- 外语能力（包括地震高发区的当地语言，如乌尔都语、盖丘亚语）
- 工作单位允许参加

肾脏灾难救助工作小组信息可以从协调中心秘书处获得：rdrtf@gent.be 或 http://www.isn-online.org/isn/society/about/isn_20011.html。

表 22 肾脏灾难救助工作小组成员及其职责

人员	职责
地区（国家） 级别	首席救灾协调员 开展备灾工作，组织进行继续教育 在混乱的情况下尽量减少治疗差错（准备清晰的流程） 制定医疗物资、人员和透析设备管理的后勤计划 准备行动计划（或灾难应对方案） 当地协调员 在其特定区域作为主要协调员 支持首席协调员工作并作为他/她的替补人员 肾脏病学家 与日常查房相似，但要处理更多复杂情况 后勤支持小组 ^a 保证医疗物资供给，修复灾区受损的基础设施 支持其他团队成员的日常活动和后勤需要 血液透析护士 为慢性肾病和大量急性肾损伤患者提供透析治疗 技术员 解决当地基础设施的技术问题
地区外（国际） 级别	肾脏灾难救助工作小组主席 制定和整合高级应对计划，教材，志愿者名单，物资库存 与政府和非政府组织合作，以迅速介入 尽可能地提供组织咨询，医疗物资和人员的支持 评估团队成员 ^b 代表救灾工作组首先到达灾区 向救灾工作组主席汇报灾区情况和所需帮助 协调员 ^{c, d} 在后勤管理上与地方当局官员及其同事合作 如果需要的话也会提供医疗服务 后勤支持小组 ^a 对当地的后勤团队提供帮助 支持其他团队成员的日常活动和后勤需要 随访小组 ^c 通常由医生、护士和技术员组成 与评估小组或前后跟进小组的任务重叠 对当地医疗人员提供帮助

^a 后勤支持小组包括后勤人员、翻译和司机

^b 理想的评估团队应至少包括两名肾脏病相关专业人员（至少一名护士和一名危重/肾脏专业医生），在到达灾区 2-3 天后如果没有工作开展可以回家。

^c 通常 10-22 天，包括路上的时间。

^d 国际协调员应为肾脏病或危重症专业医师，如果可能的话应为有灾难救援经验的医师。

IV. 无国界医生组织 (MSF)

MSF 是一个国际性的独立的医疗人道主义组织，尤其针对武装冲突、地方病和流行病、缺乏医疗保健、自然或人为灾难的紧急救援。它有一个联合机构，一些操作性决策很大程度上由五个执行中心独立决定（阿姆斯特丹、巴塞罗那、布鲁塞尔、日内瓦和巴黎）。核心问题上的共同政策由国际理事会协调，它可以代表每一分部（即国家办公室，2009 年共有 19 个分部）。

2008 年，有超过 26000 名（大部分为本地人员）医生、护士、其他医疗专业人员、后勤专家、水和卫生设施工程师和管理人员对将近 80 个国家提供了医疗救援。约 2000 人为外籍救援人员。私人捐助者提供了组织近 80% 的资金，余下部分由政府和企业捐助，MSF 年度预算约为 6.5 亿美元（2008 年数字）。

MSF 荣获了 1999 年诺贝尔和平奖，以表彰其成员在严重危机下持续提供医疗救援，同时让潜在可能发生的人道主义灾难得到了国际的重视。更多信息请登录 www.msf.org。

MSF 外地工作组

MSF 在约 80 个国家有外地工作组，大部分（但不是全部）在发展中国家。这些特派团提供广泛意义上的医疗保健支持，包括预防、水和卫生、营养、心理健康等。

在一个国家建立外地工作组之前，一个 MSF 小队将访问该地区来确定人道主义紧急情况的性质、该地区的安全情况及该地区需要何种救援。尽管一些工作组提供水质净化和营养方面的帮助，但医疗救援是大部分工作组的目的。

一个外地工作组队通常由一小部分协调者组成，每位带领工作组中的一部分（医疗、后勤、管理），工作组领队向总部负责。工作组领队负责监督和整合不同的任务，并处理与传媒、当地政府成员和其他人道主义组织的关系。

医疗志愿者包括内科医生、外科医生、护士和其他不同专业专家。MSF 志愿者需满足的条件在表 23 中列出。除了负责区域性提供医疗和营养用品的任务外，这些志愿者有时会负责对当地医疗人员进行培训。

表 23 MSF 志愿者需具备的条件

强制具有
专业资格和执业资格（MSF 不接受本科生）
语言要求：法语和/或英语
最好具备的
成员在医疗协调员和急诊协调员的协调下接受工作（遵守 MSF 安全、通讯和医疗重点原则）
成员要遵守无国界医生宪章

MSF 宪章

MSF 是一私营的国际协会。这一组织主要由医生和卫生部门工作者组成，同时也会纳入对其救援有帮助的其他专业人员，所有的成员要同意遵守以下原则：

MSF 对遇险人群、自然或人为灾难受害者及武装冲突受害者提供帮助，不论种族、宗教、信仰和政治信念。

无国界医生严格遵守国际医疗守则，及坚守提供人道援助的权利，并且保持中立不偏之立场，无国界医生亦要求在进行救援行动时不受到任何阻挠。

无国界医生之志愿工作者同意遵守其专业操守，并坚守政治、经济及宗教的中立场

作为志愿工作者，无国界医生的成员明了执行任务时自身面对的危险，并且不会要求无国界医生组织作多于该组织所能提供的赔偿。

MSF 在自然灾害发生时的紧急救援

当自然灾害发生时，分析初步提供的信息来决定是否需要提供支援。大多数情况下的决定是开展需求评估。这可由发生灾难国家中的工作组成员来完成，只有发生大规模紧急情况时才会从总部的紧急部门派出人员。基于初始信息和内容，能够确定开展需求评估，以决定最终的干预。然而多数情况下，开始评估团队最好足够大，以便在评估的同时给予最早干预以应对紧急需求。一个完整的评估团队（最终与初始干预团队合并）包括急诊协调员、不同专业背景的医务工作者（如全科医生、外科医生、巡回护士）、后勤人员、水和卫生专家、心理专家。来自 RDRIF 的“评估者”也可以整合进该队伍。是否干预、干预的目标和范围通常由评估的结果和其他来源信息所决定。干预的决定会在总部的项目委员会会议正式提出，会议上将分配初始预算。

V. 欧洲肾脏最佳实践

ERA-EDTA 已经提名成立了一个咨询委员会来讨论和定义未来欧洲肾脏病的建议和指导。该委员会在 2008 年 1 月举行第一次会议。由于观念上的实质性改变，该委员会决定更改该倡议的名字，由“欧洲最佳实践方针”更改为“欧洲肾脏最佳实践”。ERBP 的主要目的是为了提高欧洲肾脏病的建议和指导的影响力和实施力以及提高欧洲和世界各地肾脏疾病的治疗质量。

ERBP 根据肾脏团体的需求和可获得的证据来发表指南、建议、立场声明和其他的指导性文件^[6, 320, 377-388]。更多详情请登录

<http://www.era-edta.org/page-8-38-0-38-erbp-european-renal-best-practice.html>

VI. 前瞻性数据收集和评估表格

该章节的其他表格在本文中的表 11 中。

表 1 国际肾脏协会的肾脏灾难救助工作小组-挤压综合征登记表格。此表格的目的是便于对大量挤压综合征患者的随访。它只为协调员使用同时告知国际协调中心以及当地当局。由于混乱的环境通常会导致记录的丢失，故建议每日更新表格及每周传输数据到指挥中心 2-3 次。

国际肾脏协会的肾脏灾难救助工作小组-挤压综合症登记表格

日期	医院名称	挤压患者数目						
		仍需透析治疗	之前接受透析,但目前脱离透析	目前为止不需透析	AKI 恢复	出院	死亡	总数

定义:

仍需透析治疗: 需要至少一周一次透析

之前接受透析, 但目前脱离透析: 连续 7 天不用透析

AKI 恢复: 血肌酐降至 2mg/dl 以下并且连续 7 天不用透析

表 2 国际肾脏协会的肾脏灾难救助工作小组-挤压综合征病人问卷调查表 此表格意在收集挤压综合征患者流行病学资料以避免医疗记录的丢失, 因此, 建议方便时尽早填补这些问卷。这可能也有助于辨认挤压综合征的患者。

肾脏灾难救助工作小组-挤压综合症病人问卷调查表 I 页* (医院:)

病例号	人口学资料								伤情			
	名字	年龄	性别	既往慢性疾病	籍贯	就治城市	入院日期	被压时间(小时)	四肢	腹部	胸部	其他部位
1												
2												
2												

*实际上, 该图表每一页有 10 行, 每一行代表一个病人的情况, 但因为版面的问题, 这里只显示了 3 行。

肾脏灾难救助工作小组-挤压综合症病人问卷调查表 II 页*

病例号	入院检查结果													RIFLE 标准				
	血压	第一个 24 小时尿量	最初小便颜色	CK	BUN	肌酐	K	Hb	WBC	Plt	Ca	P	尿酸	R	I	F	L	E
1																		
2																		
3																		

*实际上, 该图表每一页有 10 行, 每一行代表一个病人的情况, 但因为版面的问题, 这里只显示了 3 行。

R: 危险 I: 损伤 F: 衰竭 L: 丧失 E: 终末期肾衰

肾脏灾难救助工作小组-挤压综合症病人问卷调查表 III 页*

病例号	入院时外科手术		入院时药物治疗		住院期间外科手术		住院期间药物治疗	
	筋膜切开/截肢	其他	抗生素	其他	筋膜切开/截肢	其他	抗生素	其他
1								
2								
3								

*实际上, 该图表每一页有 10 行, 每一行代表一个病人的情况, 但因为版面的问题, 这里只显示了 3 行。

肾脏灾难救助工作小组-挤压综合症病人问卷调查表 IV 页*

病例号	透析			输血浆制品			并发症	结局 出院/死亡	出院/死亡日期
	类型/透析的天数	开始透析日期	结束透析日期	输血量	FFP 用量	Hum Alb 用量			
1									
2									
3									

*实际上, 该图表每一页有 10 行, 每一行代表一个病人的情况, 但因为版面的问题, 这里只显示了 3 行。

FFP: 新鲜冰冻血浆; Hum Alb: 人血白蛋白

致谢

MSF（无国界医生组织）对该项目做出了重要贡献。

此文件已被欧洲肾脏最佳实践顾问委员会和 ERA-EDTA 理事会批准。

R Vanholder, K U Eckardt, A Covic and W Van Biesen 为欧洲肾脏最佳实践顾问委员会成员，其他成员有：D Abramovicz, J. Cannata-Andia, P. Cochat, O Heinburger, K Jäger, S. Jenkins, E. Lindley, A McLeod, A Miti-Monros, J. Tattersall, A Wecek and C Wanner。

经费：ERBP 经费全由 ERA-EDTA 赞助

参考文献（略）