·指南·共识·规范·

创伤性肋骨、胸骨骨折外科诊疗中国专家共识

中国胸部创伤临床研究协作组

通信作者:杨异 Email: 7250012312@shsmu.edu.cn

注册号:国际实践指南注册与透明化平台(PREPARE-2023CN420)
DOI:10.3760/cma.j.cn112434-20230810-00023

Chinese consensus on diagnosis and treatment of traumatic rib and sternal fractures

China Chest Injury Research Society

Corresponding author: Yang Yi Email: 7250012312@shsmu.edu.cn

Registration Number: Practice Guideline Registration for Transparency(PREPARE-2023CN420)
DOI:10.3760/cma.j.cn112434-20230810-00023

前 言

创伤是人类非正常死亡的重要原因,胸部创伤占创伤约25%,肋骨骨折是最常见的胸壁损伤(>50%)[1]。近十年,无论是国外还是国内,得益于手术材料和器械的日益进步,肋骨骨折切开复位内固定手术(surgical stabilization of rib fracture,SSRF)在各阶层医院广泛开展,大量的病患获益。尽管国内外已经有了一些专家共识或指南,但由于缺乏系统性临床研究,循证医学证据少而且级别低,存在涉及面窄、观点模糊等一系列问题,在很多方面存在盲区。胸骨骨折约占胸部创伤入院患者的3%~8%[2],以往保守治疗为主,对于有明显移位的胸骨骨折,保守治疗经常失败,骨不连、严重胸痛、呼吸困难和胸壁矛盾运动等,手术固定越来越广泛开展。目前胸外科、急诊外(创伤)科、骨科、普外科医师均在做相关手术,由于缺乏统一、规范的纲领性指导,存在过度医疗或延误治疗现象。由全国数十家医院共同发起成立的"中国胸部创伤临床研究协作组China Chest Injury Research Society(CCIRS)"[3],在胸部创伤方面进行了大量的单中心及多中心临床研究,在此基础上,由中华医学会胸心血管外科学分会牵头,筹划制定"创伤性肋骨、胸骨骨折外科诊疗中国专家共识"。共识侧重于外科手术,而非胸部损伤的一般处理,故省略了一些基本问题,例如对肺挫伤、机械通气等的处理。

方法与证据

1. 制定程序与方法

首先,在全国范围内,采用线上及书面形式征求需涉及的临床问题,经汇总归纳,由专家组讨论,列出具有代表性的问题。分别邀请国内相关领域权威性大型医学中心专家,分工完成各内容。专家分为三组:①撰写专家组,要求SSRF>500例,并且发表相关SCI文章2篇以上,共10位专家组成(其中8人SSRF>1 000例);②讨论专家组,由SSRF>300例,或省级以上创伤学术组织负责人同时为CCIRS核心专家,共21位;③审核专家组,由国内业界公认的权威组成。撰写及讨论专家中,2位为急诊外科医师,2位为急诊创伤科医师,其余为胸外科医师。根据撰写专家研究方向分配相关问题,各自查阅国内外相关文献结合本人经验,提出推荐意见并阐述相关证据及级别。先后2次由撰写与讨论专家组共同讨论修改,对制定的每个条目进行不记名投票表决,超过80%同意为通过,否则共同商议并进一步查阅国内外文献,重新制订,如仍无法通过,则取消相关内容。最终通过的推荐意见共51条,汇总完成初稿,交由审阅专家指导修改后,最终定稿。

2. 资料来源

英文数据库包括PubMed、Embase、Clinicaltrial.org和Cochrane Library,检索词为"rib fractures""flailchest""surgical treatment""surgical stabilization of rib fractures""open reductionand internal fixation"等。检索中文数据库包括中国知网、万方数据库,检索词为"肋骨骨折""连枷胸""手术治疗""内固定"等。同时对纳入研究的参考文献辅以二次检索。检索时限为1981年1月至2023年6月。文献纳入标准:(1)与肋骨骨折、胸骨骨折手术治疗相关的系统评价/meta分析;(2)随机对照临床试验(RCT)、队列研究、回顾性研究、病例对照研究、病例报告等。文献排除标准:(1)索引目录;(2)非英语或汉语发表的论文;(3)会议壁报、摘要、讲座、学位论文。

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

撰写专家通过阅读和筛选进行精读和整理归纳，最终共引用了 185 篇作为证据、列入参考文献。

3. 证据级别及推荐级别

采用牛津循证医学中心推荐的证据分级并参考 Grade 推荐分级法[4-5]（表 1）。每一条推荐意见，注明证据等级及推荐级别，例如（Level 2b，Grade B）。

表 1 证据级别标准及推荐等级标准

推荐意见	证据类型
证据级别	
1a	同质性较好的 RCT 系统综述或同质性良好的队列研究系统综述
1b	95% *CI* 较窄的单项 RCT；单项起点一致的队列研究，随访率 > 80%
1c	传统治疗全部无效；系列病例报告全部死亡或全部生存
2a	同质性较好的队列研究的系统综述；回顾性队列或对照组为空白对照（未治疗）的/RCT 的系统综述
2b	单项队列研究及质量较差的 RCT；单项回顾性队列或对照组为空白对照（未治疗）的/RCT
2c	结局研究（全或无）
3a	同质性较好的病例对照研究的系统综述
3b	单项病例对照研究
4	系列病例分析或质量差的病例对照研究 系列病例报告 /质量差的队列，随访率 < 80%
5	无分析评价的专家意见或在病理生理基础上的意见
推荐级别	
A	证据极有效（证据等级为 1 级），推荐
B	证据有效（证据等级为 2 级和 3 级），可推荐，可能会在将来出现更高质量的新证据后而改变
C	证据在一定条件下有效（证据等级为 4 级），应谨慎应用研究结果
D	证据的有效性具有局限性（证据等级为 5 级），只在较窄的范围内有效

注：RCT：随机对照临床试验

推荐意见

1. 诊断及检查

1.1 肋骨、胸骨骨折的诊断及检查

对肋骨、胸骨骨折的诊断以及骨折部位及程度的准确评估是决定治疗策略的关键。除了外伤病史及症状，临床常通过影像学手段明确。

1.1.1 胸部 X 线片

通常作为一种急诊初步筛查胸部创伤的方法，能迅速识别气胸、血胸、心包压塞等危及生命的胸腔内损伤，然而其对肋骨、胸骨骨折的诊断敏感度均较低[6]。尤其是对非移位骨折、肋软骨骨折以及肋弓处骨折的漏诊率更高，另外，正位片对胸骨骨折的检出率仅为 50%，而侧位片对胸骨骨折的检出率比正位片仅略提高[6-8]，大多数医院已用 CT 取代 X 线片作为初筛手段。

推荐意见 1：胸部 X 线平片可用于急诊初步筛查肋骨、胸骨骨折（Level 2b，Grade B）。

1.1.2 胸部 CT / 影像重建技术

CT 检查是评估胸部创伤的重要影像手段，它不仅能更准确地发现肋骨、胸骨骨折，还能发现潜在的肺挫裂伤、纵隔血肿、心脏大血管损伤等胸腔内器官损伤[6,9-10]。胸部 CT 三维重建技术（multiple planar reconstruction，MPR）可以更准确地定位肋骨、胸骨骨折和评估骨折错位程度，在隐匿性骨折以及肋软骨骨折的诊断上也有独特的优势，能清晰显示骨折线的走向、移位情况，为治疗方式选择、手术切口选择和手术方式等提供参考及依据[10]。MPR 对于诊断胸骨骨折尤为重要，胸骨矢状面、横截面、冠状面的 CT 影像能够准确评估骨折错位程度[11]。然而，即使先进的多层螺旋 CT 三维重建，肋骨骨折的漏诊率也达到 5% 左右，为了准确诊断，往往需要短期复查胸部 CT。

推荐意见 2：①对于怀疑存在肋骨、胸骨骨折的胸部外伤患者，推荐常规进行胸部 CT 扫描；②对拟行肋骨骨折手术的患者，术前推荐常规进行胸部 CT 平扫和三维重建；③对于胸骨骨折的患者，推荐胸部 CT/多平面重建（Level 2b，Grade B）。

1.1.3 超声检查

胸部创伤常合并腹部脏器损伤，常规超声检查有助于避免漏诊，也可用于诊断肋骨骨折以及肋软骨骨折等，且具有便携、无辐射的优点，还可用于术前对骨折断端进行定位，并为椎旁神经阻滞麻醉提供定位参考。但超声下肋骨皮质和胸膜看起来很相似，亦无法发现肩胛骨深处的后部骨折。对于胸骨骨折，超声检查相比于胸部 X 线平片有更高的敏感度和特异度[11-14]。

推荐意见 3：超声检查可用于术前对骨折进行定位，也可用来识别肋骨、胸骨、肋软骨骨折和伴随的胸腔积液、气胸、血胸、腹部脏器损伤以及评价血流动力学状态（Level 2a，Grade A）。

1.2 大血管损伤

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

有报道第 1 肋骨骨折合并锁骨下血管损伤，未有研究显示第 1 肋骨骨折的位置、移位程度与血管损伤的存在直接关联[15-16]。大多数研究认为，第 1 肋骨骨折的患者没有必要全部行血管造影检查，仅在怀疑出现明显血管损伤的临床表现（比如双侧上肢血压差异较大、上肢脉搏缺失）或影像学提示血管损伤时（大量血胸、血管损伤），建议锁骨下血管造影除外损伤[15-19]。肋骨骨折致主动脉损伤多为单个病例报道，十分罕见[20-22]，尽管肋骨骨折所致的主动脉损伤发病率很低，但是由于致命后果，对左侧 4~10 后肋多处肋骨骨折，尤其是伴有进行性血胸的患者应警惕[23-24]。

推荐意见 4：应警惕第 1 肋骨骨折导致血管损伤可能，当影像及临床提示血管损伤时，建议锁骨下血管造影检查（level 2c，Grade B）；

推荐意见 5：对左侧 4~10 后肋多处肋骨骨折，尤其是伴有进行性血胸者，应警惕主动脉损伤可能，必要时行血管造影（level 4，Grade C）。

1.3 肋骨骨折移位分级及不稳定型肋骨骨折

肋骨骨折是否移位及程度对决定治疗方案十分重要，但目前没有广为认可的分型方法，参照骨科骨折移位分型方法，将其分为 4 种，临床上有时几种移位合并存在：①成角移位（angulation displacement）：两骨折段之纵轴线交叉成角，角顶的凸向即为成角方向，如向前、向后、向上或向下成角；②侧方移位（lateral displacement）：移位方向为向前、后、上、下方移位；③缩短移位（shortened displacement）：两骨折段互相重叠；④分离移位（segregated displacement）：两骨折段在同一纵轴上互相分离[25]。肋骨骨折移位程度通常分为 4 种情况，①无移位：两侧骨皮质都无移位；②轻度移位：肋骨断端移位为肋骨宽度的 1%~50%；③重度移位：肋骨断端移位为肋骨宽度的 50%~99%。对于虽然没有明显皮质移位，但骨折处皮质成角畸形，也属于此类；④严重移位：肋骨断端移位大于肋骨宽度的 100%，即肋骨骨折某一断端的内侧皮质超过其另一断端的外侧皮质，包括缩短移位[26-27]。

肋骨是胸壁的重要组成结构，参与了胸壁的呼吸运动，会随着呼吸运动而转动与变形。研究表明，肋骨骨折是动态变化并且不稳定的[26,28]。有回顾性队列研究发现，无论是否移位，双皮质肋骨骨折，会随着时间出现移位或加重，尤其是在后外侧多根肋骨骨折区域[29-30]。对于肋骨骨折移位会随着时间的推移而加重的现象，临床上也会碰到初诊时无明显移位及血气胸，数天后进展为严重移位并刺破血管或肺，大量血气胸，甚至休克。因此，建议对于肋骨内外双皮质骨折，骨折线两侧不在同一直线上的肋骨骨折，定义为“不稳定型肋骨骨折（unstable rib fracture）”。

推荐意见 6：对于不稳定型肋骨骨折，伤后 7 天内应复查胸部 CT，重新评估胸部情况（level 2b，Grade B）。

2. 手术指征

2.1 连枷胸

临床上通常把肋骨骨折分为连枷胸及非连枷胸。连枷胸被定义为 3 根或以上连续的肋骨（含肋软骨），每根发生 2 处或更多的骨折，导致局部胸壁软化，出现反常呼吸运动[31]。连枷胸是一种严重的胸部创伤，是钝性胸部创伤患者预后不良的独立预测指标，病死率很高[32]，可导致呼吸衰竭、肺部感染等急性期并发症和胸廓畸形、慢性疼痛、呼吸功能受限等远期并发症[33-34]。非手术治疗方法效果不佳，有很高的并发症发生率和病死率，ICU 和住院时间明显延长，很多患者会遗留慢性功能障碍和生活质量下降[34-36]。

越来越多的研究发现，手术治疗能明显改善连枷胸患者的预后，有 4 项前瞻性 RCT 研究及 7 项 meta 分析显示：SSRF 可以缩短机械通气时间和 ICU 治疗时间，降低肺炎、气管切开等并发症发生率，改善患者肺功能[37-38]。虽然上述研究有一定局限性，但已足以证实手术治疗连枷胸相对于保守治疗具有明显优势。

推荐意见 7：所有连枷胸患者都应考虑 SSRF（Level 2a，Grade B）。

2.2 非连枷胸肋骨骨折

非连枷胸的手术治疗存在一定争议，随着临床上的重视，越来越多的高级别临床研究支持 SSRF。

研究显示，肋骨骨折后会出现肺通气功能降低，仅为平均预测值 40%~50%，4 个月后逐渐改善，伤后 6 个月才能恢复正常（平均为预测的 65%~90%）[39]。另一项关于肋骨骨折特征对肺通气功能影响的回顾性研究发现，肋骨骨折患者肺功能（VC、FEV1 和 PEF）明显低于正常对照组，当超过 5 根时，肺通气功能下降更为明显[40]。通气功能的明显下降，往往会导致缺氧等一系列问题，增加并发症发生率。肋骨骨折患者肺活量每增加 10%，肺部并发症就会减少 36%[41]。

3 根或更多移位肋骨骨折患者出现血胸、气胸、肺挫伤和肺炎发生率明显增加，是发生肺部并发症的最重要预测因素，具有很高的特异性[26]。前瞻性研究显示，对于≥3 根以上错位肋骨骨折，SSRF 可以缩短机械通气时间、ICU 治疗和住院时间，减少肺

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

炎、气管切开等并发症，改善患者疼痛等胸部不适症状和肺通气功能，促使患者及早恢复正常工作和生活[42-45]。对胸廓明显畸形的肋骨骨折患者进行SSRF，发现并发症发生率明显降低，纠正了胸壁畸形，改善了胸壁不适症状[43,45]。

一项基于单中心和美国国家创伤数据库数据的回顾性队列研究发现，肋骨骨折超过 5 处的患者，非手术组的死亡比例增加，提示对于 5 根以上肋骨骨折的患者，手术治疗可能更能获益[46]。

疼痛是肋骨骨折最常见的症状，可因呼吸、咳嗽及体位改变等而加重，患者往往因此不敢咳痰。研究发现：疼痛是导致呼吸功能不全的主要原因，其次是由于肋骨骨折后导致的胸壁畸形[47]。在一项对 118 例肋骨骨折患者（大部分患者 2~3 根骨折）的前瞻性研究中，根据疼痛程度（numerical rating scale，NRS 数字疼痛评分），对轻中度疼痛患者进行保守治疗，对重度疼痛患者 SSRF，手术组在减轻疼痛程度和早日恢复正常活动方面优于保守治疗[48]。另外，很多已发表共识中，均提出对于疼痛控制等最佳非手术治疗效果不佳的患者，建议 SSRF[1,37-38]。

第 11、12 肋骨的骨折对胸廓稳定性无明显影响，不建议手术。但是，由于其紧邻腹腔，存在损伤腹腔脏器可能。明显错位的下肋骨骨折患者发生膈肌损伤和血胸比例较高，其膈肌损伤更容易被血胸掩盖，不易通过影像学检查发现，建议对于有错位的低位肋骨骨折患者，积极手术，以探查和处理隐匿性膈肌损伤[49]。

虽然越来越多的证据显示手术治疗非连枷胸可以给病患带来获益，但是，手术本身同时也会带来伤害，最少几根肋骨骨折时手术可使患者获益更佳，目前尚无相关研究。

既往大部分研究，聚焦于肋骨骨折手术对于患者住院期间的治疗作用，对患者远期生活质量和功能研究较少。随着技术改进、理念进步，SSRF 的研究开始关注肋骨骨折患者的生活质量和功能。多项研究均显示，SSRF 后患者生活质量良好[44,50-52]。

推荐意见 8：SSRF 可以改善肋骨骨折患者疼痛症状，提高生活质量，及早恢复正常工作（Level 2b，Grade B）。

推荐意见 9：非连枷胸的肋骨骨折 SSRF 适应证：

（1）≥3 根移位的肋骨骨折（Level 2a，Grade B）；

（2）≥5 根移位不明显的不稳定型肋骨骨折（Level 2b，Grade B）；

（3）因血气胸等需要胸腔探查合并同侧不稳定型肋骨骨折者（Level 2b，Grade B）；

（4）有移位的 1~2 根肋骨骨折，NRS≥7，早期最佳保守治疗措施无效（Level 4，Grade C）；

（5）有移位的低位肋骨骨折，存在损伤相关脏器或血管可能时，可考虑手术固定并探查胸或腹腔（Level 4，Grade C）。

2.3 特殊类型肋骨骨折

2.3.1 脊柱旁肋骨骨折

后肋脊柱旁或紧邻横突的肋骨骨折，由于距离横突近、固定距离短，局部肌层厚，解剖复杂，固定困难，既往不建议对距横突≤2.5 cm 的骨折 SSRF[39]。但是，一项回顾性研究提示，左第 4~10 后肋不稳定型肋骨骨折患者，当出现：≥4 根肋骨骨折或单根肋骨多处骨折；尤其是骨折端在竖脊肌外缘内侧时，存在肋骨断端损伤降主动脉风险，推荐积极手术干预。可以通过手术截骨钝化断端、去除游离骨碎片，或一端固定于横突上或切除部分横突显露脊柱侧肋骨进行固定稳定胸壁以消除风险[24]。Schuette 等[53]对进行脊柱旁 SSRF 回顾性分析显示，有 22.8% 的患者进行了跨越肋横突关节固定，术后并发症发生率低，术后预后良好，其效果（住院时间、ICU 时间、气管切开、术后肺炎和机械通气时间）与其他有关 SSRF 的文献相当，说明该手术方式是安全和有效的。

推荐意见 10：对于脊柱旁或紧邻横突的骨折，尤其是左侧存在主动脉损伤潜在风险的患者，建议手术治疗。固定于横突上可以提供满意的胸壁稳定性（Level 4，Grade C）。

2.3.2 肋软骨骨折（含肋弓）

普通的 X 线胸片很难发现肋软骨骨折。常规胸部 CT 肋骨三维重建通常进行的是骨窗重建，也很难发现。因此在前胸壁受到暴力创伤时，应该高度重视 CT 的横截面影像，以避免遗漏肋软骨骨折。在怀疑有肋软骨骨折或横截面影像提示有肋软骨骨折时，进行软骨三维成像可以很好的显示肋软骨骨折[54]。亦有文献报道超声诊断可用于帮助发现肋软骨骨折[55]。肋软骨骨折会导致胸廓完整性受损。即使只有少量的肋软骨骨折（2~3 根）同样会导致胸廓局部塌陷、浮动，从而影响通气功能[56]。肋弓骨折会导致严重疼痛及胸壁畸形。

软骨是特殊的结缔组织，由软骨组织和软骨膜构成，较脆，易折断。因此缺乏成熟可靠的固定方法。由于骨折通常靠近胸骨侧，因此抓握式结构很难固定，有学者尝试用可锁定的板钉结构，将钛板两端分别固定在肋骨及胸骨表面，或一端固定于骨性部位，另一端直接固定于软骨，术中尽量避免过多分

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

离骨折的断端，保证断端有充足的血供，均取得稳定固定，随访未发生继发软骨断裂或脱钉情况[54,56-57]。

推荐意见 11：对于符合手术指征的有移位的肋软骨骨折（含肋弓），建议进行 SSRF；推荐应用带锁定功能的板钉材料固定（Level 4，Grade C）。

2.3.3 老年人的肋骨骨折

根据世界卫生组织定义，将年龄≥60 周岁以上的人群定义为老年人。老年人受伤后易导致通气不足、肺容积下降、气体交换受损，肺部感染等呼吸系统的并发症、病死率增加。研究显示损伤程度相当时，≥65 岁人群死亡率升高至 5 倍[58]。高龄患者单根肋骨骨折的病死率为 5.8%，3 根及以上肋骨骨折病死率提高 1 倍，8 根以上肋骨骨折病死率上升至 34%[59]。其死亡发生较晚，统计显示多为 72 h 之后发生，多死于继发的呼吸功能不全、肺部感染引起的多器官衰竭。保守治疗存在远期风险，1 年内的全因死亡率，包括心脑血管意外、动静脉栓塞等是 SSRF 的 7.8 倍，女性人群增加 4.9 倍[58-60]。多项研究显示，高龄患者实施 SSRF 手术，可以有效的降低患者的病死率，手术不增加额外的死亡风险。同时，SSRF 可以改善老年患者急、慢性疼痛，加速康复，更早地返回社会活动[61-63]。

伤后 72 h 内与伤后 72 h 后实施手术，对于降低手术死亡比率差异无统计学意义[61-63]。因此，对于高龄肋骨骨折患者实施 SSRF 与成年人不同，手术时机的选择不宜过早进行，充分评估伤情及全身情况，积极对症、支持治疗后再手术可能更稳妥。

推荐意见 12：老年肋骨骨折患者，恢复能力差，同等伤情病死率高于青壮年，在充分评估伤情及患者手术耐受情况后行 SSRF，可以减少呼吸系统并发症，降低病死率，改善生活质量（Level 2a，Grade B）。

2.3.4 儿童肋骨骨折

儿童胸壁柔韧性好，不易发生肋骨骨折，致伤能量可由胸壁传递至胸腔内，因此儿童肋骨骨折往往合并肺挫伤等脏器损伤，血胸、气胸的比例亦高于成人[64-66]。儿童肋骨骨折多采取保守治疗，但若出现连枷胸等严重影响呼吸功能、胸壁严重畸形情况时仍可以考虑行 SSRF。金属内固定材料对儿童的胸廓生长发育存在一定影响可能，应考虑取内固定材料。

推荐意见 13：儿童肋骨骨折需警惕合并其他严重损伤，采取多学科理念对伤情进行评估及管理，多采取保守治疗（Level 4，Grade C）。

推荐意见 14：儿童肋骨骨折，出现连枷胸或畸形等，严重影响呼吸功能或美观的情况时，可考虑行 SSRF（Level 5，Grade D）。

2.3.5 开放性肋骨骨折

开放性肋骨骨折往往存在伤口污染，植入内固定材料，作为异物，会增加感染的风险，增加肋骨骨髓炎、脓胸等并发症风险，是否可以一期 SSRF，存在争议。有病例报道在清创缝合同期行 SSRF，术后切口一期愈合[67]。对于严重开放肋骨骨折、连枷胸，严重影响呼吸功能的情况下，需综合评估伤情，充分清创后 SSRF 以帮助度过危险期，但需告知患者及家属术后出现感染等严重并发症风险。手术应常规放置胸腔及胸壁引流管，术后加强观察，及时发现并进行相应的处理，避免感染局部积聚引起相关并发症。一旦发生，多需取出固定材料，清除髓腔或切除部分肋骨。

推荐意见 15：开放性肋骨骨折行 SSRF 需结合局部污染程度、伤情、胸廓的稳定性等情况综合判断，严重污染、合并显著感染者不建议常规进行 SSRF（Level 5，Grade D）。

2.3.6 受伤超过 1 个月的肋骨骨折（含骨不连）

严重错位的肋骨骨折，保守治疗会出现胸壁畸形甚至胸腔容积缩小，除了影响美观，往往会出现顽固性胸痛、胸闷等不适，严重影响患者生活。有研究随访了 203 例未接受手术治疗的肋骨骨折患者，采用 McGill Pain Questionnaire 评估患者疼痛，发现伤后 6 个月仍存在疼痛的比例高达 22%，其中 89 例仅为单根骨折的患者，慢性疼痛比例高达 28%[68]。另有报道伤后 2 个月后的慢性疼痛比例达到 59%[69]，肋骨骨折患者在伤后 0.5 个月、3 个月及 6 个月疼痛评分均较高，需要长期服用止痛药物治疗[70]。对于超过 1 个月的类似患者，SSRF 是缓解上述问题的有效手段，但是，由于错位愈合，骨痂形成及局部纤维组织增生，手术中可能损伤肋间神经。对胸廓明显畸形的肋骨骨折患者进行 SSRF，可减轻疼痛，纠正胸壁畸形，改善胸壁不适症状[42-43]。

专家组认为，骨科将 9 个月不愈合的骨折定义为骨不连不适合肋骨骨折，由于持续呼吸运动，伤后 3 个月仍无影像学骨折愈合征象的肋骨骨折，愈合的可能性低，即可称为骨不连。肋骨骨折骨不连会导致慢性疼痛，需要长期服用止痛药物。研究发现 5%～10% 的人群会出现慢性骨不连，吸烟、使用类固醇或非甾体类抗炎药、酗酒、营养不良、糖尿病、VitC 缺乏是骨不连的危险因素[37]，对于合并有高危因素的患者积极行 SSRF，可有效降低骨不连的发生率[71-72]。对于症状性骨不连，外科治疗是唯一的办法[37]。有关骨不连的手术方式，大多沿用骨科的理念：包括暴露、畸形矫正、切除无活性的组织和假关

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

节、髓管开放、钢板固定[73-76]。因肋骨骨折愈合对功能恢复及对位对线要求不同于四肢骨及关节，仅需要切除假关节、清除关节面坏死组织，内固定材料固定肋骨断端即可。小范围骨质缺损也可以通过游离肋骨周围组织获取游离度，将骨折断端拉拢进行钢板固定，如缺损较大，可加入自体骨或人工材料，降低金属应力，促进骨折愈合，降低钢板固定失败的风险。

推荐意见 16：对于超过 1 个月的肋骨骨折，如有胸廓畸形或胸廓容积减少影响肺通气功能，SSRF 有利于矫正畸形、改善症状（Level 2b，Grade B）；

推荐意见 17：对于有糖尿病、长期服用激素等骨不连高危因素的肋骨骨折，SSRF 有助于降低骨不连的发生率（Level 4，Grade C）；

推荐意见 18：有症状的骨不连患者，为有效缓解症状，建议行 SSRF（Level 4，Grade C）。

2.4 合并其他严重损伤的肋骨骨折

两项回顾性研究显示，对于合并头、腹、四肢、脊柱和骨盆损伤的多发肋骨骨折患者进行 SSRF，虽然治疗时间有所延长，但可以降低病死率。严重多部位受伤患者的 SSRF 是可行的，并且与较差的短期结果无关[77-78]。

2.4.1 肺挫伤

肺挫伤是肋骨骨折常见合并症，是胸部创伤呼吸道并发症重要因素。以往认为严重的肺挫伤是 SSRF 的相对禁忌[38,79-80]。近期的一些研究证实，对合并肺挫伤的肋骨骨折患者进行 SSRF 是安全和有效的。合并轻中度肺挫伤肋骨骨折行 SSRF，可以缩短 ICU 时间和机械通气时间，而重度肺挫伤患者，SSRF 并未增加肺挫伤患者的风险。所以，无论挫伤的严重程度如何，肺挫伤都不是 SSRF 的禁忌证。相反，SSRF 可能对临床结果有益，尤其是存在轻度至中度肺挫伤的情况下[81-83]。

推荐意见 19：肺挫伤不是 SSRF 手术禁忌，适时的 SSRF 可改善合并肺挫伤肋骨骨折患者的结局（Level 2b，Grade B）

2.4.2 脊柱骨折

脊柱骨折手术常需要俯卧体位，压迫不稳定肋骨骨折可能导致错位加重发生意外，而且脊柱骨折需要较长时间卧床，肋骨骨折会明显增加呼吸道并发症发生率。接受手术之前或后是否需要 SSRF，尚无定论。一项回顾性队列研究，将伴有椎体骨折合并不稳定肋骨骨折与单纯椎体骨折患者进行对照分析，两组之间总住院时间、脊髓损伤的频率、出院至康复中心/疗养院比率相似；对于合并不稳定肋骨骨折的患者，先进行脊柱骨折手术，围术期心肺并发症的风险增加（5.2%）[84]。

推荐意见 20：在不明显增加脊髓损伤前提下，建议在脊柱手术前进行 SSRF 以稳定胸壁，降低围术期并发症（Level 4，Grade C）。

2.4.3 创伤性脑损伤（traumatic brain injury，TBI）

TBI 神经功能损伤结果难以预测，是 SSRF 的传统禁忌证[38-39,61]。但一项合并中重度 TBI 的多发肋骨骨折患者的回顾性研究结果显示，TBI 患者的 SSRF 是安全的，可以相对较早地进行，无围术期神经功能损伤且并发症发生率低[85]。另一项回顾性队列研究结果显示，TBI 和非连枷骨折的患者中，SSRF 组的肺炎风险显著降低；TBI 和连枷胸患者中，SSRF 组的 ICU 治疗时间显著缩短；两组 SSRF 都是安全的，未影响脑外伤患者神经功能恢复[86]。一项最新的基于大型数据库（American College of Surgeons Trauma Quality Improvement Program，ACS TQIP）的回顾性队列研究同样证实，SSRF 与 TBI 院内病死率显著降低相关，其优势在严重 TBI 患者中更为明显[87]。

推荐意见 21：肋骨骨折合并 TBI 行 SSRF 是可行的，可以降低死亡率和并发症发生率。重度 TBI 不应作为 SSRF 的绝对禁忌证（Level 2b，Grade B）。

2.5 胸骨骨折

胸骨骨折以往保守治疗为主，大多数没有错位的骨折通常可自愈[88-90]，伴有明显错位的不稳定骨折，可能发生骨不连，严重胸痛，呼吸困难，持续咳嗽以及胸壁矛盾运动等一系列严重症状。早期牢靠的内固定治疗可快速缓解患者的疼痛，恢复呼吸功能同时也避免了远期骨不连的风险。对于伴有胸腰椎骨折的胸骨骨折，胸骨骨折内固定复位有利于胸腰椎的稳定。文献报道，胸骨骨折的手术适应证包括（1）胸骨骨折存在移位和胸骨畸形；（2）骨折不愈合，超过 6 周以上；（3）持续的胸痛，超过 2～8 周[91-92]。手术多采取仰卧位，胸部轻度垫高，有利于帮助胸骨复位。切口常选择正中纵行切口，长度在骨折线上下约 4～5 cm 即可。清理骨折处卡压的软组织，可利用点式复位钳提拉错位的胸骨进行复位，或可利用骨膜剥离器插入骨折处，利用杠杆原理将错位的胸骨撬起复位。目前主要应用可锁定螺钉的胸骨钛板，根据胸骨形状适当塑形，由于胸骨表面并非完全平整的表面，尤其是胸骨柄体交界处，不必强求完全贴合，骨折端每侧应不少于 3 颗螺钉，以保证固定的强度[93]。

推荐意见 22：对符合以下指征的胸骨骨折可手术治疗：（1）胸骨骨折存在移位，骨皮质移位超过横

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

截面 50%；(2)骨折延迟愈合超过 6 周以上；(3) 持续的胸痛，超过 2~8 周(Level 4, Grade C)。

推荐意见 23：建议使用可锁定的板钉材料进行胸骨内固定手术(Level 4, Grade C)。

2.6 手术时机

肋骨骨折手术最佳时机一直存在争议，几项基于大型数据库的回顾性研究显示，早期(≤3 天)手术，与晚期(>3 天)手术相比，可以缩短 ICU 时间、住院时间和机械通气时间，降低肺炎、气管切开和深静脉血栓等并发症发生率[63,94-95]；伤后 48h 内进行 SSRF，可以获得更好的效果[96-97]。

一项大型多中心回顾性队列研究根据患者入院到 SSRF 的时间，分为早期(24 h 内)、中期(1~2 天)和晚期(3~10 天)3 组，回归分析显示 SSRF 的时间每延后 1 天，肺炎、机械通气 >24 h 和气管切开的可能性分别增加 31%、27% 和 26%[62]。一项针对手术时机的系统综述分析结果与之类似[98]。

合并其他部位严重创伤的患者，SSRF 手术时机选择仍是挑战。对于部分合并其他部位骨折的患者，同期联合手术可缩短治疗时间，减少多次麻醉带来的创伤和风险，并降低治疗费用，是经济、有效且安全的[99]。

尽管证据显示尽早手术可以让患者获益更早、更多，但无证据提示延迟手术会导致不获益或有害，临床工作中 SSRF 时机大多有所延后[77,85]。由于不同医疗机构条件有很大差异，一切以患者安全为重，不应片面强调手术时间。

推荐意见 24：应尽可能早行 SSRF，缩短治疗时间，使患者尽早获益。(Level 2b, Grade B)

推荐意见 25：合并其他部位创伤(如四肢骨折)的患者，条件允许下，可考虑同期联合手术(Level 2b, Grade B)

推荐意见 26：对于合并严重颅脑、脊柱、腹部创伤的多发肋骨骨折患者，应充分权衡各个部位创伤的严重程度，优先处理危及生命的创伤，SSRF 可适当延后(Level 4, Grade C)。

2.7 手术禁忌证

肋骨骨折手术的禁忌证，目前尚无明确结论，相关研究少。尽管无明确的证据，但血流动力学不稳定、开放性胸部外伤和无法进行侧卧位的不稳定脊柱或骨盆骨折仍然是研究中列为 SSRF 排除范围的最常见的 3 种情况[38,45,61,100]。也有研究将胸腔或纵隔内感染列为手术禁忌[100]。

对开放性肋骨骨折进行 SSRF 的报道仅为极少数的病例报道[67]。

对于合并不稳定或有脊髓损伤风险的脊柱骨折，在脊柱稳定前进行 SSRF，术中体位摆放，存在加重脊髓损伤的巨大风险。

由于技术及理念的不断更新，很多手术禁忌通过积极处理后已不再是禁忌。鉴于目前的认识，专家组提出如下意见。

推荐意见 27：SSRF 手术禁忌证(相对)：

(1)血流动力学不稳定(Level 2a, Grade B)；

(2)合并严重颅脑创伤(GCS≤8)，需要长时间机械通气支持者(Level 2a, Grade B)；

(3)不稳定或有脊髓损伤风险的脊柱骨折，不稳定的骨盆骨折(Level 2a, Grade B)；

(4)胸部开放性损伤，创面严重污染者(Level 3a, Grade B)；

(5)合并严重急、慢性疾病或凝血功能异常，无法耐受手术(Level 5, Grade B)。

3. 手术方式、原则、技术要领、固定材料的选择

3.1 手术方式

传统切口 SSRF 由于广泛的肌肉和神经血管损伤，损伤大，且增加了感染等风险[91,100-101]。随着理念、技术、器械的进步，微创的手术技术越来越被广泛采纳，大大降低了手术并发症的发生率，用尽可能小的切口和肌肉保护技术进行 SSRF，正逐渐成为标准微创术式[44-45,102-105]。一项非随机前瞻性队列研究表明，对于≥3 根肋骨移位的非连枷式肋骨骨折患者，采用 5~7 cm 的微创小切口，在尽可能不切断肌肉的情况下，进行 SSRF，可大大降低了手术创伤、显著缓解胸痛，快速恢复肺功能，提高患者的长期生活质量[106]。

胸壁大切口的手术入路可以被保留肌肉的小切口入路组合所取代[107]。通过使用特殊工具及技术，甚至可以固定整个患侧胸壁的肋骨骨折。一项回顾性研究中，医师依据局部解剖特点，根据自创分区法结合肋骨断端位置，采取个性化的微创小切口 SSRF，取得良好效果[108]。一项针对 60 岁以上的老年患者的微创 SSRF 研究表明，采用更有针对性保留肌肉的小切口 SSRF，可以改善老年严重肋骨骨折患者的肺功能且安全可行[109]。

推荐意见 28：应尽可能采用小切口、胸壁肌肉保留技术进行 SSRF(Level 2b, Grade B)。

3.2 切口的选择

SSRF 切口首先考虑就近原则，尽可能提供最广泛的覆盖面，同时考虑美容的需求。

根据肋骨骨折部位，通常分为：

前、侧肋区域(Ⅰ区)：常采用胸大肌外侧缘或腋下纵行或斜行切口，或通过前胸一个小的横切口分离胸大肌和胸小肌的纤维显露。对于女性乳腺覆

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

盖区域，可选沿乳腺下褶皱切口，分离乳腺后方的胸肌表面间隙，再通过肌间隙入路显露肋骨。Ⅰ区应注意保护胸长神经，背阔肌前缘深面的胸背神经，以及位于腋中线附近由第 2 肋间开始肋间神经发出的肋间臂神经、外侧皮支、近胸骨处发出的前皮支。

后肋区域（Ⅱ区）：该区主要涉及第 2~8 后肋部分，通常可采用听诊三角弧形切口。将肩胛骨向上牵拉，即可暴露包括肩胛骨覆盖的第 4~7 肋后肋部分，向下最低可达第 9 肋后肋。该切口可根据骨折情况适当向前或后上延长以方便暴露。如沿脊柱向上延长切口，最高至肩胛骨上角水平，切断部分斜方肌及大菱形肌后，将肩胛骨向前上方牵引，可暴露最高至第 2 肋。对于靠近脊柱部分的骨折，手术时应注意保护竖脊肌，通过充分游离、牵拉竖脊肌，基本上可以完成靠近脊柱的 SSRF，如切断部分竖脊肌肌纤维，术毕应垂直方向褥式缝合修复。

低位肋骨区域（Ⅲ区）：此区域内涉及的主要是 8~12 肋以及部分 6、7 前肋的骨折。该区域内无肩胛骨的遮挡，软组织游离后的活动度较大，切口选择以骨折点定位为依据。

胸骨、肋软骨区域（Ⅳ区）：该区域涉及部分主要是胸骨骨折以及肋软骨骨折。如有肋软骨骨折，切口应从骨折处的胸肋关节水平开始，做正中切口延长至骨折侧乳房下缘约 2~3 cm 即可，无需沿乳房下缘完全切至腋前线。沿肋骨表面游离胸大肌向后外方牵拉，可暴露至肋骨骨性部分，此切口可暴露 1~5 肋软骨骨折。

多根多处跨区域肋骨骨折，可采用 2 或 3 个上述切口联合完成手术。

推荐意见 29：应依据肋骨骨折断端位置就近、灵活掌握切口部位和数量，个体化选择（Level 4，Grade D）；

推荐意见 30：对女性乳腺覆盖区骨折，宜选择在腋窝下胸大肌外缘纵切口或乳腺侧或下方皱褶处切口，避免乳腺腺体损伤（Level 5，Grade D）；

推荐意见 31：应尽可能遵从肌肉保护原则，沿着肌纤维方向分离显露而不是离断肌肉（Level 4，Grade C）；

推荐意见 32：应尽可能保护胸背部相关神经、血管（Level 5，Grade D）。

3.3 胸腔镜的应用

3.3.1 胸腔镜辅助下经胸膜外路径 SSRF

通过胸壁肌肉和肋骨表面间的间隙，在电视胸腔镜（VATS）辅助下完成 SSRF，VATS 可以提供更良好的光照，更清晰、全面观察骨折的具体情况，有助于手术操作，有效防止肋间血管神经的损伤[110-111]。

推荐意见 33：需要时，可 VATS 辅助以增加手术可视性及操作便利性（Level 4，Grade C）。

3.3.2 完全胸腔镜胸膜腔路径 SSRF

完全胸腔镜内固定手术，是指肋骨骨折的显露、复位、内固定均完全在胸腔镜监视下由胸膜腔途径来完成。目前更多应用于高位后肋、尤其肩胛骨覆盖区附近的肋骨骨折。胸腔镜下 SSRF 与开放式 SSRF 相比，在理论上有如下优势：切口小，更广阔的胸腔内视野，避免了胸壁肌层的广泛游离，内固定物与肩胛骨的摩擦等[112-115]。但其缺点同样明显：需要专门的器械，大面积胸膜损伤，术后肺、胸壁致密粘连，对内固定物取出及因其他原因导致再次开胸手术带来极大困难。目前器械及内固定物的设计，还不能完全满足肋骨三维形态及胸腔镜手术特殊要求，对术中肋骨断端复位对位对线情况的判定亦较为困难、交感神经损伤的可能等[114,116]。目前尚无全腔镜下肋骨内固定手术优于传统手术方式的证据。综上所述，胸腔镜下肋骨骨折内固定手术，提供了新的入路方式选择，可作为常规手术的补充，值得有经验的单位尝试和探索，总结经验，以在材料、器械、手术技术进一步改进。

推荐意见 34：不建议常规开展全胸腔镜下 SSRF，有条件者可开展相关临床试验和研究（Level 5，Grade D）。

3.3.3 胸腔探查

肋骨骨折往往合并血胸和/或气胸的发生，文献报道，钝性胸部损伤无肋骨骨折、1~2 根肋骨骨折、>2 根肋骨骨折的患者中分别有 6.7%、24.9% 及 81.4% 的患者并发血胸和/或气胸（339 例）[117]。一项回顾性队列研究也得出类似的结论[118]。血气胸存在活动性出血，继发感染风险，因此，肋骨骨折并发血胸（>300 ml）和/或气胸且有指征行 SSRF 的患者，建议术中常规行胸腔探查术，清除胸腔积血、血块，修补肺裂伤等损伤[119-120]。明显错位的低位肋骨骨折患者发生膈肌损伤和血胸比率较高，应该积极手术探查，以检测和处理隐匿性膈肌损伤[49]。

推荐意见 35：合并明显血胸和/或气胸，SSRF 时可行 VATS 胸腔探查，明确出血、漏气原因，清除血块，止血，修补肺创面（Level 4，Grade C）；

推荐意见 36：怀疑合并有膈肌、食管、气管等器官损伤，SSRF 时可行胸腔镜探查、修补（Level 4，Grade C）。

3.4 手术原则及技术要领

3.4.1 骨膜保护

保留骨膜有利于骨折愈合，骨折断端愈合效果

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

更加满意[38,121-122]。我国多项单中心关于肋骨骨折骨膜内固定(剥离骨膜)及骨膜外固定(保留骨膜)研究证实:相较于剥离骨膜,保留骨膜 SSRF 的手术时间、住院时间、肺不张、肺部感染并发症发生率、术中出血量、术后 7 天、1 个月、3 个月 VAS 评分均有显著优势[123-126]。对陈旧性肋骨骨折,为了进行良好的骨折复位,常需剥离肋骨断端处骨痂及部分骨膜;在应用爪形环抱器时为防止对肋间血管神经束的卡压,减少术后肋间神经痛发生,建议剥离固定区域肋骨下缘部分骨膜,以保护肋间血管神经束。

推荐意见 37:在 SSRF 时,应在不妨碍骨折复位及固定的情况下,尽可能保留肋骨骨膜(Level 4, Grade C)。

3.4.2 固定比例

SSRF 时,哪些骨折点需要固定,一直存在争议。一项回顾研究发现,仅固定连枷胸一侧骨折时,未固定的骨折导致肋骨末端严重重叠,胸廓明显畸形和胸腔明显容积损失,存在顽固性的疼痛[72]。随着对 SSRF 后生活质量的重视,避免胸廓畸形、减少疼痛越来越受到关注[44,51-52]。而肋骨骨折断端移位、随呼吸等活动而微动,压迫刺激肋间神经是疼痛的主要原因,错位愈合是胸廓畸形的根本原因。国外文献中固定比例均在 50% 以下,可能是手术结果不甚理想的重要原因。不稳定肋骨骨折几乎都存在延迟移位情况,提示 SSRF 时固定不稳定肋骨骨折断端的必要性。但是,如果对所有骨折进行固定,手术时间长、创伤更大,患者经济负担加重。何种固定比例患者获益最大,需要综合患者临床获益及经济花费,结合循证医学证据考量。

第 1、第 2 肋骨位置较深,不易暴露,活动性较低,尤其是第 1 肋圈有重要的血管和神经,手术风险相对较高,一般不建议固定。

推荐意见 38:在不增加额外损伤的前提下,应尽可能对不稳定肋骨骨折进行固定(Level 2b, Grade B)。

3.4.3 固定材料

按照固定方式分为肋骨板螺钉固定、环抱式(爪形)固定和髓腔内固定,按材料可分为金属材料和可吸收材料两类。

肋骨板及锁定螺钉是目前主流的肋骨内固定材料,是一种基于人体肋骨生物力学和解剖学的预成形钛合金肋骨固定装置[102]。其优点是生物相容性好,符合肋骨的生理曲度,可根据骨折情况调整长度、塑形,固定在肋骨表面,无需去除骨膜,避免损伤血管神经束。使用锁定螺钉,钉板一体,不易脱出,固定牢固,可用于多种类型和部位的骨折[53,56,127]。而且,在刚性稳定性和载荷等生物力学特性方面,与其他材料相比,表现更出色[128-129]。

理论上,单皮质锁定可能无法获得可靠的固定,双皮质锁定虽然固定牢靠,但是容易损伤胸膜、肺部等胸腔内结构。单皮质锁定与双皮质锁定可以获得同样的稳定性,故建议在 SSRF 中,进行单皮质锁定即可[130]。

常用的环抱器(爪形)有记忆合金环抱器和纯钛环抱式接骨板。两者共同的优点是操作方便,固定快捷,而且价格相对便宜。缺点是需要剥离骨膜,不可避免地破坏肋骨的血液供应,存在损伤肋间血管神经束风险,导致持续胸痛或紧绷感[131]。记忆合金环抱器是预成形,术中无法塑形,无法准确适应肋骨的曲率,可能移位脱开,发生植入物应力性骨折[127]。纯钛环抱式接骨板可以塑形,但是对于粉碎性骨折、邻近脊柱横突的骨折、肋软骨骨折无法进行有效固定[131]。

髓内固定可以避免骨膜剥离等,是治疗单纯性、非粉碎性骨折的一种固定方法,对于后肋的骨折有一定优势。但是髓内固定在技术上比外皮质板固定要求更高,操作复杂,容易脱出移位。髓内钉穿透皮质进入胸壁肌肉或胸膜导致损伤[132],在临床实践中使用逐渐减少。

目前使用的可吸收肋骨固定系统采用的是聚乳酸材料,主要是可吸收肋骨钉,已应用于包含连枷胸在内的多发肋骨骨折[133-134]。由于可吸收,无需再次手术取除,对影像学检查成像无影响。但是,在前肋骨骨折或粉碎性骨折、肋骨狭窄、骨髓腔小的患者中,使用受到限制[127]。另一个缺点是固定的强度不如金属材料,容易发生移位,尤其是后肋骨骨折[135-136]。

推荐意见 39:建议使用可锁定的板钉材料和环抱器 SSRF,可锁定的板钉材料的适用性更佳(Level 2c, Grade B);

推荐意见 40:没有足够的证据推荐 SSRF 中应用钉板系统时优先选择双皮质固定还是单皮质固定(Level 2c, Grade B)。

4. 围术期处理

4.1 疼痛管理

肋骨骨折后的疼痛直接影响患者恢复和预后[137]。研究发现,休息状态下与活动时疼痛评分差异很大[138],充分的疼痛控制有助于通气功能改善,并降低肺部并发症的风险[139-141]。

疼痛干预前需要进行疼痛强度评估,首选数字评价量表 NRS[142],患者用 0~10 这 11 个数字描述疼痛强度,数字越大疼痛程度越来越严重。评价标

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

准:0 表示无痛;1~3 表示轻度疼痛(疼痛不影响睡眠);4~6 表示中度疼痛;7~9 表示重度疼痛(不能入睡或者睡眠中痛醒);10 表示剧痛。NRS 与使用视觉模拟量表(VAS)的结果正相关,一般用口头评估的 NRS 替代 VAS[143]。

可以根据疼痛强度和患者情况选择口服、肌肉注射、静脉注射、硬膜外镇痛、神经阻滞等不同给药方法和途径[137-138],一般轻度疼痛选择非甾体类口服镇痛药物,中度疼痛可选择口服弱阿片类口服药物,重度疼痛或剧痛者可选择阿片类口服药物[141],也可选择经皮、肌注、静脉用药(包括自控镇痛泵)[137,139-140]。由于硬膜外镇痛存在许多禁忌证和潜在并发症,并且实施效果高度依赖麻醉医师的技术能力,其使用存在争议,临床上较少应用[142-143]。神经阻滞(包括胸椎旁阻滞、肋间神经阻滞、胸腔内镇痛等)在胸部创伤患者中的使用情况尚未得到充分研究并通过大型临床试验的检验,因此暂不做推荐[144-146]。对于重症胸部创伤、机械通气、或需要有创操作的患者,疼痛可采取镇静和镇痛联合治疗,适当的使用镇静药物有助于增加镇痛药物的效果[147-148],并改善术后早期肺功能[149]。

推荐意见 41:肋骨骨折后应进行疼痛强度的评估,首选使用数字评分表(NRS)方法,应关注活动状态疼痛变化(Level 2c,Grade B);

推荐意见 42:推荐使用多模式、个性化镇痛方案,而不是单独使用阿片类药物来改善镇痛(Level 2b,Grade B)。

4.2 静脉血栓栓塞症(venous thromboembolism,VTE)的预防

VTE 包括深静脉血栓形成(deep venous thromboembolism,DVT)和肺血栓栓塞症(pulmonary embolism,PE)。创伤相关的静脉血栓栓塞(VTE)发生率为 1%~58%,并导致较高的病死率和并发症[150]。而胸部创伤占所有创伤的 25% 以上,其中肋骨骨折占胸部创伤的 50%~70%[1],急性胸部创伤尤其肋骨骨折患者 VTE 的发生情况鲜有报道,一项来自 CCIRS 共 32 家成员医院的回顾性分析显示,肋骨骨折 VTE 发生率较高。

传统观念认为 PE 最常见的来源是 DVT。然而一项针对 2 370 例胸部创伤患者的分析结果提示,PE 和 DVT 在临床上可能是不同的事件[151]。胸部损伤后发生的肺局部炎症、血管损伤、低流量状态、蛋白 C 的消耗、高凝状态以及创伤后肾上腺素能反应均易导致局部血栓形成,这可能是发生独立 PE 的原因[152-154]。

微创 SSRF 大大减少了手术创伤,可显著缓解胸痛,迅速恢复肺功能,并改善患者的长期生活质量,促使患者早期开展呼吸道和运动功能训练,降低 VTE 的风险[1,44,107]。CCIRS 研究显示,对 3 根以上的单纯肋骨骨折 SSRF 治疗可降低该人群 VTE 的发生。

推荐意见 43:胸部创伤患者是 VTE 高危人群,需积极筛查和预防 VTE 的发生(Level 1a,Grade A);

推荐意见 44:胸部创伤患者 PE 更容易发生,需高度重视(Level 4,Grade C);

推荐意见 45:对于具备 SSRF 适应证且同时存在 VTE 高风险因素的胸部创伤患者,建议采取更为积极的手术治疗策略(Level 4,Grade C)。

4.3 肺功能检测

对于肋骨骨折的肺功能检测常被用于病情程度及预后的判断,也常作为治疗效果的评价[155-164]。

用力肺活量(forced vital capacity,FVC)是肺部并发症的独立预测因子[41]。FVC > 1 500 ml 是肋骨骨折患者出院安全标准[26]。

2021 年 Billings 等[165]提出基于 FVC 结果进行创伤中心急诊科的肋骨骨折患者的分流标准:FVC < 1 000 ml 或 FVC% < 25% 应收治于 ICU;FVC 1 000~1 500 ml 或 FVC% 25%~45% 应进入创伤外科监护病房;FVC > 1 500 ml 或 FVC% > 45% 可进入创伤病房。

床旁肺活量(vital capacity, VC)和预测肺活量百分比与患者的住院天数呈负相关,可以预测老年肋骨骨折患者的住院天数[166]。VC 每增加 10%,肺部并发症的可能性就会降低 36%。VC 大于 50% 的患者与肺部并发症的相关性显著降低,VC 小于 30% 的患者出现肺部并发症的相关性较强[41]。除了床旁肺功能仪以外,激励性肺活量仪(incentive spirometry volume,ISV;亦称呼吸训练器)也是其中一种重要的检测方法,可以在改善肋骨骨折患者的肺功能发挥作用[167]。超声隔膜评定法、CT 扫描肺容量测定也可用于肺功能评估。

推荐意见 46:建议有条件的医院进行肺功能测定并动态随访,以评估病情程度和变化,辅助治疗(Level 2C,Grade B)。

4.4 胸腔及术野引流

肋骨骨折根数越多,血胸或气胸的发生率越大[117],胸腔闭式引流是治疗血/气胸最常用方法,充分的引流是维持肺扩张,减少并发症的关键[168-169]。若术前胸部创伤严重,有明显胸腔积气、积液,或怀疑有持续性出血、漏气,应放置闭式引流。如术中胸膜破损,或进行过胸腔探查等侵袭性操作,

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

应常规放置胸腔引流管。

SSRF 术毕放置术野引流管可以有效减少术后皮下积液、切口感染、皮瓣坏死的发生率，缩短切口拆线时间及患者住院天数，提升患者生活质量评分[170-172]。

推荐意见 47：术前无明显胸腔积液及积气、术中胸膜无破损者，不推荐常规放置胸腔闭式引流（Level 5，Grade D）；

推荐意见 48：建议 SSRF 术野常规放置引流管（Level 2b，Grade B）。

4.5 营养支持

创伤应激会改变机体的激素、代谢和免疫系统，导致严重的高分解代谢状态[173]，可能导致严重的能量-蛋白质营养不良，增加了围手术期并发症的风险，并加剧创伤后的营养恶化[174]。胸部创伤肋骨骨折患者的营养管理中，营养评估非常重要[175]。建议对胸部创伤患者进行广泛的多因素营养评估，不仅关注 C-反应蛋白、白蛋白等血清学指标，还应关注饮食情况及短期体质量变化等指标[173]。

研究表明，早期肠内营养可以维持肠道完整性，减轻氧化应激，调节全身免疫[176]，并与降低死亡率和肺炎发生率显著相关[177]，有助于胸部创伤患者的整体康复，缩短住院时间[178]。对于危重病患者的营养支持，肠内营养应作为首选[179]。临床医师应根据患者能量需求确定肠内营养目标剂量[180-181]，胸部外伤后早期滴定式肠内营养支持[每小时 41.84~83.68 kJ（10~20 kcal）或每天最多 2 092 kJ（500 kcal）]；急性期可以减轻肠道和循环系统的压力，有助于保护患者的肠道功能并预防并发症，通常在病情稳定后逐渐增加至全肠内营养[182-183]。

推荐意见 49：建议对胸部创伤患者入院 24h 内进行营养评估，根据结果酌情予以营养支持（Level 3a，Grade B）；

推荐意见 50：对于严重胸部创伤患者，只要胃肠道解剖与功能允许，应尽早开始肠内营养支持治疗（Level 2a，Grade B）。

5. 取内固定装置

SSRF 后，是否需要取出内固定装置目前尚无共识，缺乏高级别的循证医学证据。一项骨科相关研究，分析了 332 例不同位置的内固定移除原因，仅 31% 是功能或活动障碍，该亚组三分之二的患者在拆除内固定后症状得到改善[184]。上海市第六人民医院对 143 例取 SSRF 固定装置病例回顾性研究显示，51% 因有不适症状手术，其余为无症状但坚决要求。最常见的症状是疼痛和胸部异物感，其他为麻木感、紧缚感、螺钉滑脱、胸闷以及置入物排异等，其中 82% 症状缓解。绝大多数病例均在术后 1 年后手术，术后并发症发生率 3%，主要为术中取固定物困难导致肋骨骨折及术后伤口感染，无严重并发症发生。10% 无症状患者术后 10% 出现新的不适症状[185]。

推荐意见 51：对于 SSRF 术后（6 个月以上）有症状者，手术取出内固定装置有利于缓解症状；可根据患者是否有不适症状及主观意愿决定是否取内固定装置（Level 4，Grade C）。

总 结

虽然越来越多的研究显示 SSRF 可以使病患获益，且 SSRF 在世界范围越来越广泛开展，但是，仍然缺乏足够高级别循证医学证据，这也是很多医患不愿意接受 SSRF 的重要原因之一。本共识基于目前的循证医学证据及专家经验，希望能为 SSRF 提供标准化、规范化的指导、建议。随着研究的深入，一些观点可能需要随之更新。对于创伤患者，处理危及生命的损伤永远是优先选项，在生命安全得到足够保障情况下，应充分考虑 SSRF 可能带给患者的益处，改变传统观念，重视 SSRF 对生活质量的改善、帮助患者尽早回归工作岗位的作用，才有可能发现更多、更高级别证据，促进 SSRF 的科学发展。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] He W, Yang Y, Wu W, et al. Chest wall stabilization (CWS) in China: current situation and prospect[J]. J Thorac Dis, 2019, 11 (Suppl 8): S1044-S1048. doi: 10.21037/jtd.2019.03.31.

[2] 何伟伟, 杨异. 第二届手术治疗肋骨骨折高峰论坛暨胸部创伤论坛会议纪要[J]. 中华创伤杂志, 2021, 37(8): 768. doi: 10.3760/cma.j.cn501098-20210803-00418.
He WW, Yang Y. Summary of Second China Summit Forum on surgical treatment of rib fracture and chest trauma[J]. Chin J Trauma, 2021, 37(8): 768. doi: 10.3760/cma.j.cn501098-20210803-00418.

[3] Dongel I, Coskun A, Ozbay S, et al. Management of thoracic trauma in emergency service: analysis of 1139 cases[J]. Pak J Med Sci, 2013, 29(1): 58-63. doi: 10.12669/pjms.291.2704.

[4] OCEBM Levels of Evidence Working Group. Oxford centre for evidence-based medicine: levels of evidence (March 2009)[J]. https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/oxford-centre-for-evidence-based-medicine-levels-of-evidence-march-2009.

[5] Guyatt GH, Oxman AD, Kunz R, et al. Going from evidence to recommendations[J]. BMJ. 2008, 336(7652): 1049-1051. doi: 10.1136/bmj.39493.646875.AE.

[6] He Z, Zhang D, Xiao H, et al. The ideal methods for the management of rib fractures[J]. J Thorac Dis, 2019, 11(Suppl 8): S1078-S1089. doi: 10.21037/jtd.2019.04.109.

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

[7] Brookes JG, Dunn RJ, Rogers IR. Sternal fractures: a retrospective analysis of 272 cases[J]. J Trauma, 1993, 35(1): 46-54. doi: 10.1097/00005373-199307000-00008.

[8] Majercik S, Pieracci FM. Chest Wall Trauma[J]. Thorac Surg Clin, 2017, 27(2): 113-121. doi: 10.1016/j.thorsurg.2017.01.004.

[9] Cho SH, Sung YM, Kim MS. Missed rib fractures on evaluation of initial chest CT for trauma patients: pattern analysis and diagnostic value of coronal multiplanar reconstruction images with multidetector row CT[J]. Br J Radiol, 2012, 85(1018): e845-e850. doi: 10.1259/bjr/28575455.

[10] Sridhar S, Raptis C, Bhalla S. Imaging of blunt thoracic trauma[J]. Semin Roentgenol, 2016, 51(3): 203-214. doi: 10.1053/j.ro.2015.12.002.

[11] Thoongsuwan N, Kanne JP, Stern EJ. Spectrum of blunt chest injuries[J]. J Thorac Imaging, 2005, 20(2): 89-97. doi: 10.1097/01.rti.0000148210.89718.f5.

[12] Turk F, Kurt AB, Saglam S. Evaluation by ultrasound of traumatic rib fractures missed by radiography[J]. Emerg Radiol, 2010, 17(6): 473-477. doi: 10.1007/s10140-010-0892-9.

[13] Lahham S, Patane J, Lane N. Ultrasound of sternal fracture[J]. West J Emerg Med, 2015, 16(7): 1057-1058. doi: 10.5811/westjem.2015.9.28645.

[14] Bentley TP, Ponnarasu S, Journey JD. Sternal Fracture[M/OL]. [Update 2022-09-26] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507790/.

[15] Livoni JP, Barcia TC. Fracture of the first and second rib: incidence of vascular injury relative to type of fracture[J]. Radiology, 1982, 145(1): 31-33. doi: 10.1148/radiology.145.1.6750686.

[16] Gupta A, Jamshidi M, Rubin JR. Traumatic first rib fracture: is angiography necessary? A review of 730 cases[J]. Cardiovasc Surg, 1997, 5(1): 48-53. doi: 10.1016/s0967-2109(97)00060-4.

[17] Phillips EH, Rogers WF, Gaspar MR. First rib fractures: incidence of vascular injury and indications for angiography[J]. Surgery, 1981, 89(1): 42-47.

[18] Poole GV. Fracture of the upper ribs and injury to the great vessels[J]. Surg Gynecol Obstet, 1989, 169(3): 275-282.

[19] Fokin A, Wycech J, Picard E, et al. Is first rib fracture a culprit or a sign of injury severity? It is both[J]. J Orthop Trauma, 2018, 32(8): 391-396. doi: 10.1097/BOT.0000000000001189.

[20] Bruno VD, Batchelor TJ. Late aortic injury: a rare complication of a posterior rib fracture[J]. Ann Thorac Surg, 2009, 87(1): 301-303. doi: 10.1016/j.athoracsur.2008.05.075.

[21] Kitamura R, Colon M, Dave J. Delayed presentation of aortic laceration from seventh rib fracture: an uncommon complication[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2012, 144(5): e121-e123. doi: 10.1016/j.jtcvs.2012.08.036.

[22] Sun J, Ren K, Zhang L, et al. Traumatic blunt thoracic aortic injury: a 10-year single-center retrospective analysis[J]. J Cardiothorac Surg, 2022, 17(1): 335. doi: 10.1186/s13019-022-02094-0.

[23] Gundry SR, Williams S, Burney RE, et al. Indications for aortography in blunt thoracic trauma: a reassessment[J]. J Trauma, 1982, 22(8): 664-671. doi: 10.1097/00005373-198208000-00003.

[24] Wang L, Wu W, Guo X, et al. The clinical characteristics and surgical treatment for delayed blunt thoracic aortic injury-a case series[J]. J Thorac Dis, 2022, 14(10): 4136-4142. doi: 10.21037/jtd-22-1359.

[25] 陈孝平. 外科学[M]. 第 2 版, 北京: 人民卫生出版社, 2010: 895.
Chen XP. Surgery[M]. 2nd ed. Beijing: People's Health Publishing House, 2010: 895.

[26] Chien CY, Chen YH, Han ST, et al. The number of displaced rib fractures is more predictive for complications in chest trauma patients[J]. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2017, 25(1): 19. doi: 10.1186/s13049-017-0368-y.

[27] Bauman ZM, Binkley J, Pieper CJ, et al. Discrepancies in rib fracture severity between radiologist and surgeon: A retrospective review[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2021, 91(6): 956-960. doi: 10.1097/TA.0000000000003377.

[28] Owattanapanich N, Lewis MR, Benjamin ER, et al. Surgical rib fixation in isolated flail chest improves survival[J]. Ann Thorac Surg, 2022, 113(6): 1859-1865. doi: 10.1016/j.athoracsur.2021.05.085.

[29] Bauman ZM, Grams B, Yanala U, et al. Rib fracture displacement worsens over time[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2021, 47(6): 1965-1970. doi: 10.1007/s00068-020-01353-w.

[30] Head W, Kumar N, Thomas C, et al. Are rib fractures stable? An analysis of progressive rib fracture offset in the acute trauma setting[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2021, 91(6): 917-922. doi: 10.1097/TA.0000000000003384.

[31] Dehghan N, de Mestral C, McKee MD, et al. Flail chest injuries: a review of outcomes and treatment practices from the National Trauma Data Bank[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2014, 76(2): 462-468. doi: 10.1097/TA.0000000000000086.

[32] Ciraulo DL, Elliott D, Mitchell KA, et al. Flail chest as a marker for significant injuries[J]. J Am Coll Surg, 1994, 178(5): 466-470.

[33] Tanaka H, Yukioka T, Yamaguti Y, et al. Surgical stabilization of internal pneumatic stabilization? A prospective randomized study of management of severe flail chest patients[J]. J Trauma, 2002, 52(4): 727-732; discussion 732. doi: 10.1097/00005373-200204000-00020.

[34] Kerr-Valentic MA, Arthur M, Mullins RJ, et al. Rib fracture pain and disability: can we do better?[J]. J Trauma, 2003, 54(6): 1058-1063; discussion 1063-1064. doi: 10.1097/01.TA.0000060262.76267.EF.

[35] Landercasper J, Cogbill TH, Lindesmith LA. Long-term disability after flail chest injury[J]. J Trauma, 1984, 24(5): 410-414. doi: 10.1097/00005373-198405000-00007.

[36] Beal SL, Oreskovich MR. Long-term disability associated with flail chest injury[J]. Am J Surg, 1985, 150(3): 324-326. doi: 10.1016/0002-9610(85)90071-6.

[37] Pieracci FM, Majercik S, Ali-Osman F, et al. Consensus statement: Surgical stabilization of rib fractures rib fracture colloquium clinical practice guidelines[J]. Injury, 2017, 48(2): 307-321. doi: 10.1016/j.injury.2016.11.026.

[38] de Campos J, White TW. Chest wall stabilization in trauma patients: why, when, and how?[J]. J Thorac Dis, 2018, 10(Suppl 8): S951-S962. doi: 10.21037/jtd.2018.04.69.

[39] Livingston DH, Richardson JD. Pulmonary disability after severe

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

blunt chest trauma[J]. J Trauma, 1990,30(5):562-566; discussion 566-567. doi:10.1097/00005373-199005000-00006.

[40] Wu W, Zhao T, Li Y, et al. Preliminary study of the characteristics of rib fractures and their impact on pulmonary ventilatory function[J]. J Cardiothorac Surg, 2021,16(1):155. doi:10.1186/s13019-021-01538-3.

[41] Carver TW, Milia DJ, Somberg C, et al. Vital capacity helps predict pulmonary complications after rib fractures[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2015, 79(3): 413-416. doi: 10.1097/TA.0000000000000744.

[42] Wu WM, Yang Y, Gao ZL, et al. Which is better to multiple rib fractures, surgical treatment or conservative treatment? [J]. Int J Clin Exp Med, 2015,8(5):7930-7936.

[43] Pieracci FM, Lin Y, Rodil M, et al. A prospective, controlled clinical evaluation of surgical stabilization of severe rib fractures [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2016,80(2):187-194. doi:10.1097/TA.0000000000000925.

[44] Li Y, Gao E, Yang Y, et al. Comparison of minimally invasive surgery for non-flail chest rib fractures: a prospective cohort study[J]. J Thorac Dis, 2020,12(7):3706-3714. doi: 10.21037/jtd-19-2586.

[45] Pieracci FM, Leasia K, Bauman Z, et al. A multicenter, prospective, controlled clinical trial of surgical stabilization of rib fractures in patients with severe, nonflail fracture patterns(Chest Wall Injury Society NONFLAIL)[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2020,88(2):249-257. doi:10.1097/TA.0000000000002559.

[46] Kane ED, Jeremitsky E, Bittner KR, et al. Surgical stabilization of rib fractures: a single institution experience[J]. J Am Coll Surg, 2018,226(6):961-966. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2017.11.008.

[47] Pressley CM, Fry WR, Philp AS, et al. Predicting outcome of patients with chest wall injury[J]. Am J Surg, 2012,204(6):910-913; discussion 913-914. doi:10.1016/j.amjsurg.2012.05.015.

[48] Khandelwal G, Mathur RK, Shukla S, et al. A prospective single center study to assess the impact of surgical stabilization in patients with rib fracture[J]. Int J Surg, 2011,9(6):478-481. doi:10.1016/j.ijsu.2011.06.003.

[49] Kim S, Choi WJ, Lee KH, et al. The clinical implications of severe low rib fracture in the management of diaphragm injury: a case control study[J]. Int J Surg, 2017,42:178-182. doi:10.1016/j.ijsu.2017.04.055.

[50] Marasco SF, Balogh ZJ, Wullschleger ME, et al. Rib fixation in non-ventilator-dependent chest wall injuries: A prospective randomized trial[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2022,92(6):1047-1053. doi:10.1097/TA.0000000000003549.

[51] Zhang JP, Sun L, Li WQ, et al. Surgical treatment ofpatients with severe non-flail chest rib fractures[J]. World J Clin Cases, 2019,7(22):3718-3727. doi:10.12998/wjcc.v7.i22.3718.

[52] Peek J, Kremo V, Beks R, et al. Long-term quality of life and functional outcome after rib fracture fixation[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2022,48(1):255-264. doi: 10.1007/s00068-020-01470-6.

[53] Schuette HB, Glazier MT, Triplet JJ, et al. Far posterior rib plating: Preliminary results of a retrospective case series[J]. Injury, 2021,52(5):1133-1137. doi:10.1016/j.injury.2020.12.021.

[54] Sollender GE, White TW, Pieracci FM. Fracture of the costal cartilage: presentation, diagnosis, and management[J]. Ann Thorac Surg, 2019,107(4):e267-e268. doi:10.1016/j.athoracsur.2018.08.076.

[55] Bortolotto C, Federici E, Draghi F, et al. Sonographic diagnosis of a radiographically occult displaced fracture of a costal cartilage[J]. J Clin Ultrasound, 2017,45(9):605-607. doi: 10.1002/jcu.22480.

[56] Li Y, Zhao Y, Yang Y, et al. Surgical treatment of costal cartilage fractures with titanium plate internal fixation[J]. J Cardiothorac Surg, 2022,17(1):57. doi:10.1186/s13019-022-01801-1.

[57] Gao E, Li Y, Zhao T, et al. Simultaneous surgical treatment of sternum and costal cartilage fractures[J]. Ann Thorac Surg, 2019,107(2):e119-e120. doi:10.1016/j.athoracsur.2018.06.044.

[58] Bergeron E, Lavoie A, Clas D, et al. Elderly trauma patients with rib fractures are at greater risk of death and pneumonia[J]. J Trauma, 2003,54(3):478-485. doi: 10.1097/01.TA.0000037095.83469.4C.

[59] Coary R, Skerritt C, Carey A, et al. New horizons in rib fracture management in the older adult[J]. Age Ageing, 2020,49(2):161-167. doi:10.1093/ageing/afz157.

[60] Barry R, Thompson E. Outcomes after rib fractures in geriatric blunt trauma patients[J]. Am J Surg, 2018,215(6):1020-1023. doi:10.1016/j.amjsurg.2018.03.011.

[61] Kasotakis G, Hasenboehler EA, Streib EW, et al. Operative fixation of rib fractures after blunt trauma: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2017,82(3):618-626. doi:10.1097/TA.0000000000001350.

[62] Pieracci FM, Coleman J, Ali-Osman F, et al. A multicenter evaluation of the optimal timing of surgical stabilization of rib fractures [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2018,84(1):1-10. doi:10.1097/TA.0000000000001729.

[63] Chen Zhu R, de Roulet A, Ogami T, et al. Rib fixation in geriatric trauma: Mortality benefits for the most vulnerable patients[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2020,89(1):103-110. doi:10.1097/TA.0000000000002666.

[64] Nakayama DK, Ramenofsky ML, Rowe MI. Chest injuries in childhood[J]. Ann Surg, 1989,210(6):770-775. doi: 10.1097/00000658-198912000-00013.

[65] Ceran S, Sunam GS, Aribas OK, et al. Chest trauma in children [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2002,21(1):57-59. doi:10.1016/s1010-7940(01)01056-9.

[66] Kessel B, Dagan J, Swaid F, et al. Rib fractures: comparison of associated injuries between pediatric and adult population[J]. Am J Surg, 2014,208(5):831-834. doi: 10.1016/j.amjsurg.2013.10.033.

[67] Feng K, Yin D, Zheng W, et al. Treatment of open chest rib fractures with the matrix rib internal fixation system: A case report[J]. Medicine(Baltimore), 2019,98(20):e15683. doi:10.1097/MD.0000000000015683.

[68] Gordy S, Fabricant L, Ham B, et al. The contribution of rib fractures to chronic pain and disability[J]. Am J Surg, 2014,207(5):659-662. doi:10.1016/j.amjsurg.2013.12.012.

[69] Fabricant L, Ham B, Mullins R, et al. Prolonged pain and disabil-

中華醫學會雜志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

ity are common after rib fractures[J]. Am J Surg, 2013, 205(5): 511-515; discusssion 515-516. doi: 10.1016/j.amjsurg.2012.12.007.

[70] Tulay CM, Yaldiz S, Bilge A. Do we really know the duration of pain after rib fracture? [J]. Kardiochir Torakochirurgia Pol, 2018, 15(3): 147-150. doi: 10.5114/kitp.2018.78437.

[71] Mayberry JC, Kroeker AD, Ham LB, et al. Long-term morbidity, pain, and disability after repair of severe chest wall injuries[J]. Am Surg, 2009, 75(5): 389-394.

[72] Marasco S, Liew S, Edwards E, et al. Analysis of bone healing in flail chest injury: do we need to fix both fractures per rib? [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2014, 77(3): 452-458. doi: 10.1097/TA.0000000000000375.

[73] Cacchione RN, Richardson JD, Seligson D. Painful nonunion of multiple rib fractures managed by operative stabilization[J]. J Trauma, 2000, 48(2): 319-321. doi: 10.1097/00005373-200002000-00023.

[74] Ng AB, Giannoudis PV, Bismil Q, et al. Operative stabilisation of painful non-united multiple rib fractures[J]. Injury, 2001, 32(8): 637-639. doi: 10.1016/s0020-1383(01)00017-1.

[75] Fabricant L, Ham B, Mullins R, et al. Prospective clinical trial of surgical intervention for painful rib fracture nonunion[J]. Am Surg, 2014, 80(6): 580-586.

[76] Gauger EM, Hill BW, Lafferty PM, et al. Outcomes after operative management of symptomatic rib nonunion[J]. J Orthop Trauma, 2015, 29(6): 283-289. doi: 10.1097/BOT.0000000000000254.

[77] Becker L, Schulz-Drost S, Spering C, et al. Effect of surgical stabilization of rib fractures in polytrauma: an analysis of the Trauma Register DGU(?)[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2022, 48(4): 2773-2781. doi: 10.1007/s00068-021-01864-0.

[78] Harfouche MN, Nigam R, Efron DT, et al. Surgical stabilization of rib fractures in severe injury is not associated with worse outcomes[J]. J Surg Res, 2023, 284: 106-113. doi: 10.1016/j.jss.2022.11.053.

[79] Voggenreiter G, Neudeck F, Aufmkolk M, et al. Operative chest wall stabilization in flail chest-outcomes of patients with or without pulmonary contusion[J]. J Am Coll Surg, 1998, 187(2): 130-138. doi: 10.1016/s1072-7515(98)00142-2.

[80] de Moya M, Nirula R, Biffl W. Rib fixation: who, what, when? [J]. Trauma Surg Acute Care Open, 2017, 2(1): e000059. doi: 10.1136/tsaco-2016-000059.

[81] Jiang Y, Wang X, Teng L, et al. Comparison of the Effectiveness of surgical versus nonsurgical treatment for multiple rib fractures accompanied with pulmonary contusion[J]. Ann Thorac Cardiovasc Surg, 2019, 25(4): 185-191. doi: 10.5761/atcs.oa.18-00295.

[82] Van Wijck S, Pieracci FM, Smith EF, et al. Rib fixation in patients with severe rib fractures and pulmonary contusions: is it safe? [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2022, 93(6): 721-726. doi: 10.1097/TA.0000000000003790.

[83] Wang L, Zhao Y, Wu W, et al. Development and validation of a pulmonary complications prediction model based on the Yang's index[J]. J Thorac Dis, 2023, 15(4): 2213-2223. doi: 10.21037/jtd-23-378.

[84] Pennington MW, Roche AM, Bransford RJ, et al. A technique to allow prone positioning in the spine surgery patient with unstable spine fracture and flail segment rib fractures[J]. A A Case Rep, 2016, 7(1): 2-4. doi: 10.1213/XAA.0000000000000319.

[85] Prins J, Van Lieshout E, Ali-Osman F, et al. Outcome after surgical stabilization of rib fractures versus nonoperative treatment in patients with multiple rib fractures and moderate to severe traumatic brain injury(CWIS-TBI)[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2021, 90(3): 492-500. doi: 10.1097/TA.0000000000002994.

[86] Prins J, Van Lieshout E, Ali-Osman F, et al. Surgical stabilization versus nonoperative treatment for flail and non-flail rib fracture patterns in patients with traumatic brain injury[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2022, 48(4): 3327-3338. doi: 10.1007/s00068-022-01906-1.

[87] Lagazzi E, de Roulet A, Proaño-Zamudio JA, et al. Is severe traumatic brain injury no longer a contraindication for surgical stabilization of rib fractures in patients with multiple rib fractures? A propensity-matched analysis[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2023, 94(6): 823-830. doi: 10.1097/TA.0000000000003954.

[88] Coons DA, Pitcher JD, Braxton M, et al. Sternal nonunion[J]. Orthopedics, 2002, 25(1): 89-91. doi: 10.3928/0147-7447-20020101-12.

[89] Potaris K, Gakidis J, Mihos P, et al. Management of sternal fractures: 239 cases[J]. Asian Cardiovasc Thorac Ann, 2002, 10(2): 145-149. doi: 10.1177/021849230201000212.

[90] Velissaris T, Tang AT, Patel A, et al. Traumatic sternal fracture: outcome following admission to a thoracic surgical unit[J]. Injury, 2003, 34(12): 924-927. doi: 10.1016/s0020-1383(02)00415-1.

[91] Mayberry JC, Ham LB, Schipper PH, et al. Surveyed opinion of American trauma, orthopedic, and thoracic surgeons on rib and sternal fracture repair[J]. J Trauma, 2009, 66(3): 875-879. doi: 10.1097/TA.0b013e318190c3d3.

[92] Divisi D, Di Leonardo G, Crisci R. Surgical management of traumatic isolated sternal fracture and manubriosternal dislocation[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2013, 75(5): 824-829. doi: 10.1097/TA.0b013e3182a686a5.

[93] Zhao Y, Yang Y, Gao Z, et al. Treatment of traumatic sternal fractures with titanium plate internal fixation: a retrospective study[J]. J Cardiothorac Surg, 2017, 12(1): 22. doi: 10.1186/s13019-017-0580-x.

[94] Otaka S, Aso S, Matsui H, et al. Correction to: Effectiveness of surgical fixation for rib fractures in relation to its timing: a retrospective Japanese nationwide study[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2022, 48(2): 1509-1511. doi: 10.1007/s00068-020-01573-0.

[95] Simmonds A, Smolen J, Ciurash M, et al. Early surgical stabilization of rib fractures for flail chest is associated with improved patient outcomes: An ACS-TQIP review[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2023, 94(4): 532-537. doi: 10.1097/TA.0000000000003809.

[96] Iqbal HJ, Alsousou J, Shah S, et al. Early surgical stabilization of complex chest wall injuries improves short-term patient outcomes[J]. J Bone Joint Surg Am, 2018, 100(15): 1298-1308. doi: 10.2106/JBJS.17.01215.

[97] Harrell KN, Jean RJ, Dave Bhattacharya S, et al. Late operative rib fixation is inferior to nonoperative management[J]. Am Surg, 2020, 86(8): 944-949. doi: 10.1177/0003134820942185.

[98] Prins J, Wijffels M, Pieracci FM. What is the optimal timing to perform surgical stabilization of rib fractures? [J]. J Thorac Dis,

中華醫學會雜誌社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

2021,13(Suppl 1):S13-S25. doi:10.21037/jtd-21-649.

[99]何伟伟, 杨异, 吴伟铭, 等. 多发肋骨骨折患者手术时机和合并伤联合手术的临床研究[J]. 上海医学,2020,43(7):407-412. doi:10.19842/j.cnki.issn.0253-9934.2020.07.006
He WW, Yang Y, Wu WM, et al. Optimal operation timing and combined surgery of concomitant injury in patients with multiple rib fractures[J]. Shanghai Med J, 2020,43(7):407-412. doi:10.19842/j.cnki.issn.0253-9934.2020.07.006.

[100]Fokin AA, Hus N, Wycech J, et al. Surgical stabilization of rib fractures: indications, techniques, and pitfalls[J]. JBJS Essent Surg Tech, 2020,10(2):e0032. doi:10.2106/JBJS.ST.19.00032.

[101]Bemelman M, van Baal M, Yuan JZ, et al. The role of minimally. invasive plate osteosynthesis in rib fixation: a review[J]. Korean J Thorac Cardiovasc Surg, 2016,49(1):1-8. doi:10.5090/kjtcs.2016.49.1.1.

[102]Bottlang M, Walleser S, Noll M, et al. Biomechanical rationale and evaluation of an implant system for rib fracture fixation[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2010,36(5):417-426. doi:10.1007/s00068-010-0047-4.

[103]Hasenboehler EA, Bernard AC, Bottiggi AJ, et al. Treatment of traumatic flail chest with muscular sparing open reduction and internal fixation: description of a surgical technique[J]. J Trauma, 2011,71(2):494-501. doi:10.1097/TA.0b013e3182255d30.

[104]De Palma A, Sollitto F, Loizzi D, et al. Chest wall stabilization and reconstruction: short and long-term results 5 years after the introduction of a new titanium plates system[J]. J Thorac Dis, 2016,8(3):490-498. doi:10.21037/jtd.2016.02.64.

[105]Duong W, Grigorian A, Nahmias J, et al. An increasing trend in geriatric trauma patients undergoing surgical stabilization of rib fractures[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2022,48(1):205-210. doi:10.1007/s00068-020-01526-7.

[106]Langenbach A, Oppel P, Grupp S, et al. Reduced invasive and muscle-sparing operative approaches to the posterolateral chest wall provide an excellent accessibility for the operative stabilization!: Minimized approaches to the posterolateral chest wall[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2018,44(3):471-481. doi:10.1007/s00068-017-0877-4.

[107]Zhang D, Zhou X, Yang Y, et al. Minimally invasive surgery rib fracture fixation based on location and anatomical landmarks[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2022,48(5):3613-3622. doi:10.1007/s00068-021-01676-2.

[108]Fredric, M, Pieracci, et al. Surgical stabilization of severe rib fractures[J]. Journal of Trauma & Acute Care Surgery, 2015, DOI: 10.1097/TA.0000000000000581.

[109]Ali-Osman F, Mangram A, Sucher J, et al. Geriatric(G60) trauma patients with severe rib fractures: Is muscle sparing minimally invasive thoracotomy rib fixation safe and does it improve post-operative pulmonary function?[J]. Am J Surg, 2018,216(1):46-51. doi:10.1016/j.amjsurg.2018.02.022.

[110]Merchant NN, Onugha O. Novel extra-thoracic VATS minimally invasive technique for management of multiple rib fractures[J]. J Vis Surg, 2018,4:103. doi:10.21037/jovs.2018.05.08.

[111]Xia H, Zhu P, Li J, et al. Thoracoscope combined with internal support system of chest wall in open reduction and internal fixation for multiple rib fractures[J]. Exp Ther Med, 2018,16(6):4650-4654. doi:10.3892/etm.2018.6817.

[112]Ke S, Duan H, Cai Y, et al. Thoracoscopy-assisted minimally invasive surgical stabilization of the anterolateral flail chest using Nuss bars[J]. Ann Thorac Surg, 2014,97(6):2179-2182. doi:10.1016/j.athoracsur.2013.08.066.

[113]苏志勇, 张镱镭, 苏百晗, 等. 胸腔镜下肋骨骨折内固定适应证及关键技术探讨[J]. 中华胸心血管外科杂志,2015,31(9):561. doi:10.3760/cma.j.issn.1001-4497.2015.09.013.
Su ZY, Zhang YL, Su BH, et al. Discussion on indications and key techniques for thoracoscopic internal fixation of rib fractures[J]. Chin J Thorac Cardiovasc Surg. 2015,31(9):561. doi:10.3760/cma.j.issn.1001-4497.2015.09.013.

[114]Pieracci FM. Completely thoracoscopic surgical stabilization of rib fractures: can it be done and is it worth it?[J]. J Thorac Dis, 2019,11(Suppl 8):S1061-S1069. doi:10.21037/jtd.2019.01.70.

[115]Zhang J, Hong Q, Mo X, et al. Complete video-assisted thoracoscopic surgery for rib fractures: series of 35 cases[J]. Ann Thorac Surg, 2022,113(2):452-458. doi:10.1016/j.athoracsur.2021.01.065.

[116]Zhao W, Yang Y. Is complete video-assisted thoracoscopic surgery suitable for rib fractures?[J]. Ann Thorac Surg, 2022,114(2):600-601. doi:10.1016/j.athoracsur.2021.06.042.

[117]Liman ST, Kuzucu A, Tastepe AI, et al. Chest injury due to blunt trauma[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2003,23(3):374-378. doi:10.1016/s1010-7940(02)00813-8.

[118]Lin FC, Li RY, Tung YW, et al. Morbidity, mortality, associated injuries, and management of traumatic rib fractures[J]. J Chin Med Assoc, 2016,79(6):329-334. doi:10.1016/j.jcma.2016.01.006.

[119]康珀铭, 谭群友, 王如文, 等. 电视胸腔镜手术诊断探查及外科治疗胸部创伤56例[J]. 创伤外科杂志,2014,16(4):297-300.
Kang PM, Tan QY, Wang RW, et al. Video-assisted thoracic surgery for thoracic trauma in 56 patients[J]. J Trauma Surg,2014,16(4):297-300.

[120]Lin HL, Tarng YW, Wu TH, et al. The advantages of adding rib fixations during VATS for retained hemothorax in serious blunt chest trauma-A prospective cohort study[J]. Int J Surg, 2019,65:13-18. doi:10.1016/j.ijsu.2019.02.022.

[121]吕振业, 冯兢, 邹宗望, 等. 不剥离骨膜法可吸收肋骨钉内固定治疗多发性肋骨骨折的研究[J]. 现代实用医学,2011,23(1):95-96. doi:969/j.issn.1671-0800.2011.01.047.
Lv ZY, Feng J, Zou ZW, et al. Study on internal fixation of multiple rib fractures with absorbable rib pin by the method of no periosteum stripping[J]. Moden Practical Medcine. 2011,23(1):95-96. doi:969/j.issn.1671-0800.2011.01.047.

[122]周金强, 王辉, 张金燕, 等. 保留肋骨骨膜内固定术治疗多发肋骨骨折后肺部并发症的临床研究[J]. 中国医药导报,2014,11(9):95-97.
Zhou JQ, Wang H, Zhang JY, et al. Effect on reducing the pulmonary complications after the operation with fracture internal fixation reserving rib periosteum for treating the multiple ribs fractures[J]. Chin Med Hearld,2014,11(9):95-97.

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

[123] 王辉, 周金强, 张金燕. 保留肋骨骨膜肋骨内固定术治疗多发肋骨骨折临床研究[J]. 中国医药导报, 2013, 10(33): 72-74, 77.
Wang H, Zhou JQ, Zhang JY. Clinical research of rib internal fixation with rib periosteum retention in the treatment of multiple rib fracture[J]. Chin Med Hearld, 2013, 10(33): 72-74, 77.

[124] 何晓辉, 王明森, 汪道清, 等. 保留骨膜的肋骨内固定术对减轻多发性肋骨骨折术后肋间神经痛的效果[J]. 中国现代手术学杂志, 2015, 19(5): 368-371.
He XH, Wang MS, Wang DQ, et al. Periosteal Reserved Rib Fixation for the Relief of the Postoperative Intercostal Neuralgia in Multiple Rib Fractures[J]. Chin J Mod Oper Surg, 2015, 19(5): 368-371. doi: 10.16260/j.cnki.1009-2188.2015.05.012.

[125] 闻作川, 郑翔, 王辉, 等. 保留骨膜应用于环抱型肋骨接骨板治疗创伤性连枷胸的临床研究[J]. 医学研究杂志, 2016, 45(6): 90-93.
Wen ZC, Zheng X, Wang H, et al. Clinical study of preserving periosteum in rib embracing osteosynthesis plates for the treatment of traumatic flail chest[J]. J Med Res, 2016, 45(6): 90-93.

[126] 彭兵锋. 保留肋骨骨膜肋骨内固定术对多发性肋骨骨折患者疼痛程度的影响[J]. 当代医学, 2022, 28(18): 110-113. doi: 10.3969/j.issn.1009-4393.2022.18.036.
Peng BF. Effect of rib preserving periosteum internal fixation on pain degree of patients with multiple rib fractures[J]. Contemporary Medicine. 2022, 28(18): 110-113. doi: 10.3969/j.issn.1009-4393.2022.18.036.

[127] Zhang Q, Song L, Ning S, et al. Recent advances in rib fracture fixation[J]. J Thorac Dis, 2019, 11(Suppl 8): S1070-S1077. doi: 10.21037/jtd.2019.04.99.

[128] Huang G, Li P, Li G, et al. Biomechanical study of embracing and non-embracing rib plates[J]. J Appl Biomater Funct Mater, 2022, 20: 22808000221099132. doi: 10.1177/22808000221099132.

[129] Prins J, Van Wijck S, Leeflang SA, et al. Biomechanical characteristics of rib fracture fixation systems[J]. Clin Biomech(Bristol, Avon), 2023, 102: 105870. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2023.105870.

[130] Choke A, Wong YR, Joethy JV. Biomechanical comparison of monocortical and bicortical plate fixation for rib fractures in a cadaveric model using a locking plate system[J]. J Thorac Dis, 2019, 11(12): 4966-4971. doi: 10.21037/jtd.2019.12.31.

[131] Zhang X, Guo Z, Zhao C, et al. Management of patients with flail chest by surgical fixation using claw-type titanium plate[J]. J Cardiothorac Surg, 2015, 10: 145. doi: 10.1186/s13019-015-0363-1.

[132] Marasco S, Quayle M, Summerhayes R, et al. An assessment of outcomes with intramedullary fixation of fractured ribs[J]. J Cardiothorac Surg, 2016, 11(1): 126. doi: 10.1186/s13019-016-0510-3.

[133] 杨异, 何伟伟, 高宗礼, 等. 可吸收肋骨钉治疗多发肋骨骨折[J]. 中华胸心血管外科杂志, 2011, 27(7): 439-440. doi: 10.3760/cma.j.issn.1001-4497.2011.07.020.
Yang Y, He WW, Gao ZL, et al. Treatment of multiple rib fractures with absorbable rib pins[J]. Chin J Thorac Cardiovasc Surg, 2011, 27(7): 439-440. doi: 10.3760/cma.j.issn.1001-4497.2011.07.020.

[134] Chai X, Lin Q, Ruan Z, et al. The clinical application of absorbable intramedullary nail and claw plate on treating multiple rib fractures[J]. Minerva Chir, 2013, 68(4): 415-420.

[135] Marasco SF, Sutalo ID, Bui AV. Mode of failure of rib fixation with absorbable plates: a clinical and numerical modeling study[J]. J Trauma, 2010, 68(5): 1225-1233. doi: 10.1097/TA.0b013e3181d27cab.

[136] Ashley DW, Christie DB 3rd, Long EL, et al. Prospective randomized trial of metal versus resorbable plates in surgical stabilization of rib fractures[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2022, 93(2): 147-156. doi: 10.1097/TA.0000000000003642.

[137] Solak O, Oz G, Kokulu S, et al. The effectiveness of transdermal opioid in the management multiple rib fractures: randomized clinical trial[J]. Balkan Med J, 2013, 30(3): 277-281. doi: 10.5152/balkanmedj.2013.8191.

[138] Peek J, Smeeing D, Hietbrink F, et al. Comparison of analgesic interventions for traumatic rib fractures: a systematic review and meta-analysis[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2019, 45(4): 597-622. doi: 10.1007/s00068-018-0918-7.

[139] Kavanagh BP, Katz J, Sandler AN. Pain control after thoracic surgery. A review of current techniques[J]. Anesthesiology, 1994, 81(3): 737-759. doi: 10.1097/00000542-199409000-00028.

[140] Moon MR, Luchette FA, Gibson SW, et al. Prospective, randomized comparison of epidural versus parenteral opioid analgesia in thoracic trauma[J]. Ann Surg, 1999, 229(5): 684-691; discussion 691-692. doi: 10.1097/00000658-199905000-00011.

[141] Wei S, Green C, Truong V, et al. Implementation of a multi-modal pain regimen to decrease inpatient opioid exposure after injury[J]. Am J Surg, 2019, 218(6): 1122-1127. doi: 10.1016/j.amjsurg.2019.09.032.

[142] Peek J, Beks RB, Kingma BF, et al. Epidural analgesia for severe chest trauma: an analysis of current practice on the efficacy and safety[J]. Crit Care Res Pract, 2019, 2019: 4837591. doi: 10.1155/2019/4837591.

[143] Carrier FM, Turgeon AF, Nicole PC, et al. Effect of epidural analgesia in patients with traumatic rib fractures: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Can J Anaesth, 2009, 56(3): 230-242. doi: 10.1007/s12630-009-9052-7.

[144] Simon BJ, Cushman J, Barraco R, et al. Pain management guidelines for blunt thoracic trauma[J]. J Trauma, 2005, 59(5): 1256-1267. doi: 10.1097/01.ta.0000178063.77946.f5.

[145] Truitt MS, Murry J, Amos J, et al. Continuous intercostal nerve blockade for rib fractures: ready for primetime?[J]. J Trauma, 2011, 71(6): 1548-1552; discussion 1552. doi: 10.1097/TA.0b013e31823c96e0.

[146] Ding X, Jin S, Niu X, et al. A comparison of the analgesia efficacy and side effects of paravertebral compared with epidural blockade for thoracotomy: an updated meta-analysis[J]. PLoS One, 2014, 9(5): e96233. doi: 10.1371/journal.pone.0096233.

[147] Miner JR, Gray RO, Bahr J, et al. Randomized clinical trial of propofol versus ketamine for procedural sedation in the emergency department[J]. Acad Emerg Med, 2010, 17(6): 604-611. doi: 10.1111/j.1553-2712.2010.00776.x.

[148] Baron R, Binder A, Biniek R, et al. Evidence and consensus based guideline for the management of delirium, analgesia, and

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

sedation in intensive care medicine. Revision 2015 (DAS-Guideline 2015) - short version[J]. Ger Med Sci, 2015, 13: 19. doi: 10.3205/000223.

[149] Michelet P, Guervilly C, Hélaine A, et al. Adding ketamine to morphine for patient-controlled analgesia after thoracic surgery: influence on morphine consumption, respiratory function, and nocturnal desaturation[J]. Br J Anaesth, 2007, 99(3): 396-403. doi: 10.1093/bja/aem168.

[150] Azu MC, McCormack JE, Huang EC, et al. Venous thromboembolic events in hospitalized trauma patients[J]. Am Surg, 2007, 73(12): 1228-1231. doi: 10.1177/000313480707301206.

[151] Ageno W, Dentali F, Imberti D. A survey of thrombosis prophylaxis use in patients undergoing arthroscopic surgery[J]. J Thromb Haemost, 2004, 2(11): 1901-1902. doi: 10.1111/j.1538-7836.2004.00984.x.

[152] Knudson MM, Gomez D, Haas B, et al. Three thousand seven hundred thirty-eight posttraumatic pulmonary emboli: a new look at an old disease[J]. Ann Surg, 2011, 254(4): 625-632. doi: 10.1097/SLA.0b013e3182300209.

[153] Schutzman LM, Rigor RR, Khosravi N, et al. P-selectin is critical for de novo pulmonary arterial thrombosis following blunt thoracic trauma[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2019, 86(4): 583-591. doi: 10.1097/TA.0000000000002166.

[154] Bahloul M, Dlela M, Bouchaala K, et al. Post-traumatic pulmonary embolism: incidence, physiopathology, risk factors of early occurrence, and impact outcome. A narrative review[J]. Am J Cardiovasc Dis, 2020, 10(4): 432-443.

[155] Gabram SG, Schwartz RJ, Jacobs LM, et al. Clinical management of blunt trauma patients with unilateral rib fractures: a randomized trial[J]. World J Surg, 1995, 19(3): 388-393. doi: 10.1007/BF00299166.

[156] Govindarajan R, Bakalova T, Michael R, et al. Epidural buprenorphine in management of pain in multiple rib fractures[J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2002, 46(6): 660-665. doi: 10.1034/j.1399-6576.2002.460605.x.

[157] Osinowo OA, Zahrani M, Softah A. Effect of intercostal nerve block with 0.5% bupivacaine on peak expiratory flow rate and arterial oxygen saturation in rib fractures[J]. J Trauma, 2004, 56(2): 345-347. doi: 10.1097/01.TA.0000046257.70194.2D.

[158] Granetzny A, Abd El-Aal M, Emam E, et al. Surgical versus conservative treatment of flail chest. Evaluation of the pulmonary status[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2005, 4(6): 583-587. doi: 10.1510/icvts.2005.111807.

[159] Caragounis EC, Fagevik Olsén M, Pazooki D, et al. Surgical treatment of multiple rib fractures and flail chest in trauma: a one-year follow-up study[J]. World J Emerg Surg, 2016, 11: 27. doi: 10.1186/s13017-016-0085-2.

[160] Fagevik Olsén M, Slobo M, Klarin L, et al. Physical function and pain after surgical or conservative management of multiple rib fractures - a follow-up study[J]. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2016, 24(1): 128. doi: 10.1186/s13049-016-0322-4.

[161] Nickerson TP, Thiels CA, Kim BD, et al. Outcomes of complete versus partial surgical stabilization of flail chest[J]. World J Surg, 2016, 40(1): 236-241. doi: 10.1007/s00268-015-3169-3.

[162] Yeying G, Liyong Y, Yuebo C, et al. Thoracic paravertebral block versus intravenous patient-controlled analgesia for pain treatment in patients with multiple rib fractures[J]. J Int Med Res, 2017, 45(6): 2085-2091. doi: 10.1177/0300060517710068.

[163] Zhang L, Liu W, You H, et al. Assessing the analgesic efficacy of oral epigallocatechin-3-gallate on epidural catheter analgesia in patients after surgical stabilisation of multiple rib fractures: a prospective double-blind, placebo-controlled clinical trial[J]. Pharm Biol, 2020, 58(1): 741-744. doi: 10.1080/13880209.2020.1797123.

[164] Peek J, Beks RB, Kremo V, et al. The evaluation of pulmonary function after rib fixation for multiple rib fractures and flail chest: a retrospective study and systematic review of the current evidence[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2021, 47(4): 1105-1114. doi: 10.1007/s00068-019-01274-3.

[165] Billings JD, Khan AD, Clement LP, et al. A clinical practice guideline using percentage of predicted forced vital capacity improves resource allocation for rib fracture patients[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2021, 90(5): 769-775. doi: 10.1097/TA.0000000000003083.

[166] Bakhos C, O'Connor J, Kyriakides T, et al. Vital capacity as a predictor of outcome in elderly patients with rib fractures[J]. J Trauma, 2006, 61(1): 131-134. doi: 10.1097/01.ta.0000223463.88422.6a.

[167] Martin TJ, Eltorai AS, Dunn R, et al. Clinical management of rib fractures and methods for prevention of pulmonary complications: A review[J]. Injury, 2019, 50(6): 1159-1165. doi: 10.1016/j.injury.2019.04.020.

[168] Chou YP, Lin HL, Wu TC. Video-assisted thoracoscopic surgery for retained hemothorax in blunt chest trauma[J]. Curr Opin Pulm Med, 2015, 21(4): 393-398. doi: 10.1097/MCP.0000000000000173.

[169] Feenstra TM, Dickhoff C, Deunk J. Systematic review and meta-analysis of tube thoracostomy following traumatic chest injury; suction versus water seal[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2018, 44(6): 819-827. doi: 10.1007/s00068-018-0942-7.

[170] 杨敏. 胸壁负压引流对肋骨骨折内固定术后康复的影响[J]. 中国临床医学, 2016, 23(4): 502-504. doi: 10.12025/j.issn.1008-6358.2016.20160114.
Yang M. Effect of chest wall negative pressure drainage on postoperative rehabilitation of rib fracture patients after internal fixation[J]. Chinese Journal of Clinical Medicine, 2016, 23(4): 502-504. doi: 10.12025/j.issn.1008-6358.2016.20160114.

[171] 石静, 范苗静, 陈颖, 等. 胸壁切口负压引流对肋骨骨折内固定术后并发症的影响[J]. 中华灾害救援医学, 2019, 7(01): 57-58.
Shi J, Fan MJ, Chen Y, et al. The effect of negative pressure drainage through chest wall incision on postoperative complications of rib fracture internal fixation[J]. Chin J Disaster Med, 2019, 7(1): 57-58. doi: 10.13919/j.issn.2095-6274.2019.01.016.

[172] 张伟. 胸壁负压引流对肋骨骨折内固定术后康复的影响[J]. 医学食疗与健康, 2021, 19(12): 215-216.
Zhang W. The effect of negative pressure drainage of chest wall on postoperative rehabilitation after internal fixation of rib fractures[J]. Medical Dietary Therapy and Health, 2021, 19(12): 215-216.

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

[173] Blackburn GL. Metabolic considerations in management of surgical patients[J]. Surg Clin North Am, 2011, 91(3): 467-480. doi: 10.1016/j.suc.2011.03.001.
[174] Garwe T, Albrecht RM, Stoner JA, et al. Hypoalbuminemia at admission is associated with increased incidence of in-hospital complications in geriatric trauma patients[J]. Am J Surg, 2016, 212(1): 109-115. doi: 10.1016/j.amjsurg.2015.06.013.
[175] Enomoto TM, Larson D, Martindale RG. Patients requiring perioperative nutritional support[J]. Med Clin North Am, 2013, 97(6): 1181-1200. doi: 10.1016/j.mcna.2013.07.003.
[176] Heyland DK, Dhaliwal R, Drover JW, et al. Canadian clinical practice guidelines for nutrition support in mechanically ventilated, critically ill adult patients[J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2003, 27(5): 355-373. doi: 10.1177/0148607103027005355.
[177] Doig GS, Heighes PT, Simpson F, et al. Early enteral nutrition, provided within 24 h of injury or intensive care unit admission, significantly reduces mortality in critically ill patients: a meta-analysis of randomised controlled trials[J]. Intensive Care Med, 2009, 35(12): 2018-2027. doi: 10.1007/s00134-009-1664-4.
[178] Marik PE, Zaloga GP. Early enteral nutrition in acutely ill patients: a systematic review[J]. Crit Care Med, 2001, 29(12): 2264-2270. doi: 10.1097/00003246-200112000-00005.
[179] Gramlich L, Kichian K, Pinilla J, et al. Does enteral nutrition compared to parenteral nutrition result in better outcomes in critically ill adult patients? A systematic review of the literature[J]. Nutrition, 2004, 20(10): 843-848. doi: 10.1016/j.nut.2004.06.003.
[180] Barr J, Hecht M, Flavin KE, et al. Outcomes in critically ill patients before and after the implementation of an evidence-based nutritional management protocol[J]. Chest, 2004, 125(4): 1446-1457. doi: 10.1378/chest.125.4.1446.
[181] Artinian V, Krayem H, DiGiovine B. Effects of early enteral feeding on the outcome of critically ill mechanically ventilated medical patients[J]. Chest, 2006, 129(4): 960-967. doi: 10.1378/chest.129.4.960.
[182] Rice TW, Mogan S, Hays MA, et al. Randomized trial of initial trophic versus full-energy enteral nutrition in mechanically ventilated patients with acute respiratory failure[J]. Crit Care Med, 2011, 39(5): 967-974. doi: 10.1097/CCM.0b013e31820a905a.
[183] Rice TW, Wheeler AP, Thompson BT, et al. Initial trophic vs full enteral feeding in patients with acute lung injury: the EDEN randomized trial[J]. JAMA, 2012, 307(8): 795-803. doi: 10.1001/jama.2012.137.
[184] Reith G, Schmitz-Greven V, Hensel KO, et al. Metal implant removal: benefits and drawbacks--a patient survey[J]. BMC Surg, 2015, 15: 96. doi: 10.1186/s12893-015-0081-6.
[185] Li Y, Jiang K, Zhao T, et al. If we should remove internal fixation devices for rib fractures? [J]. J Cardiothorac Surg, 2023, 18(1): 214. doi: 10.1186/s13019-023-02330-1.

（收稿日期：2023-08-10）
（本文编辑：刘群力）

共识专家组成员（按姓氏拼音排序）

撰写专家：何伟伟（上海市第六人民医院） 金龙玉（中南大学湘雅三医院） 林锋（四川大学华西医院） 王冬滨（天津市天津医院） 吴伟铭（上海市第六人民医院） 徐恩五（中国人民解放军南部战区总医院） 杨异（上海市第六人民医院） 张东升（石家庄市第三医院） 张强（北京市积水潭医院） 赵天成（上海市第六人民医院）

讨论专家：范兴龙（山东大学齐鲁医院） 郭光伟（山西医科大学第二医院） 郭占林（内蒙古医科大学附属医院） 何进喜（宁夏医科大学总医院） 胡坚（浙江大学医学院附属第一医院） 胡平（重庆市第四人民医院） 李辉（首都医科大学附属北京朝阳医院） 李晓良（青海红十字医院） 李震宇（贵州省人民医院） 李志宏（吉林大学第一医院） 刘文攀（昆明市第一人民医院） 乔勇（四川省骨科医院） 滕继平（上海交通大学医学院附属第九人民医院） 夏飞（贵州医科大学附属医院） 徐全（江西省人民医院） 许咏冬（复旦大学附属浦东医院） 邹志强（中国人民解放军联勤保障部队第九六〇医院） 张恒（中南大学湘雅医院） 郑敏（上海交通大学医学院附属同仁医院） 周志明（沈阳医学院附属中心医院） 赵扬（江苏省中西医结合医院）

审阅专家：何建行（广州医科大学附属第一医院） 姜格宁（上海市肺科医院） 刘伦旭（四川大学华西医院） 张逊（天津市胸科医院） 周允中（上海市胸科医院）

顾问：赫捷

中華醫學會雜志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究