

脊柱创伤手术部位感染诊疗临床循证指南 (2024 版)

郭柱¹ 王超¹ 相宏飞¹ 陈仲强² 陈亮³ 初同伟⁴ 邓树才⁵ 董健⁶ 杜心如⁷
冯世庆^{8,9} 贺宝荣¹⁰ 贺西京¹¹ 胡建中¹² 海涌⁷ 孔清泉¹³ 梁珪清¹⁴ 廖琦¹⁵
刘忠军² 刘少喻¹⁶ 刘宝戈¹⁷ 刘晓光² 李危石² 李利¹⁸ 李放¹⁹ 林斌²⁰
鲁世保²¹ 牛涛²² 乔真理²³ 阮迪克²⁴ 宋跃明¹³ 司海朋²⁵ 舒钧²⁶ 孙中仪²⁷
王清²⁸ 王自立¹¹ 王欢²⁹ 王洪立³⁰ 王岩¹ 吴晓淋¹ 吴占勇³¹ 闫景龙³² 于腾波³³
张强³⁴ 张国庆¹ 张雪松³⁵ 赵凤东³⁶ 赵杰³⁷ 郑召民¹⁶ 朱庆三³⁸ 郝定均¹⁰ 陈伯华¹
中国医师协会骨科医师分会脊柱感染学组 中国康复医学会脊柱外科分会脊柱感染学组

¹青岛大学附属医院, 青岛 266003; ²北京大学第三医院, 北京 100191; ³苏州大学第一附属医院, 苏州 215006; ⁴陆军军医大学第二附属医院, 重庆 400037; ⁵天津医院, 天津 300211; ⁶复旦大学附属中山医院, 上海 200032; ⁷首都医科大学附属北京朝阳医院, 北京 100020; ⁸天津医科大学总医院, 天津 300052; ⁹山东大学第二医院, 济南 250033; ¹⁰西安交通大学附属红会医院, 西安 710068; ¹¹西安国际医学中心医院, 西安 710100; ¹²中南大学湘雅医院, 长沙 410008; ¹³四川大学华西医院, 成都 610041; ¹⁴福州市第二人民医院, 福州 350003; ¹⁵南昌大学第三附属医院, 南昌 330006; ¹⁶中山大学附属第一医院, 广州 510062; ¹⁷首都医科大学附属北京天坛医院, 北京 100070; ¹⁸中国人民解放军总医院第四医学中心, 北京 100048; ¹⁹中国人民解放军总医院第七医学中心, 北京 100700; ²⁰中国人民解放军联勤保障部队第九〇九医院, 漳州 363000; ²¹首都医科大学宣武医院, 北京 100053; ²²青岛市城阳区人民医院, 青岛 266100; ²³青岛市即墨区人民医院, 青岛 266200; ²⁴中国人民解放军总医院第六医疗中心, 北京 100048; ²⁵山东大学齐鲁医院, 青岛 266001; ²⁶昆明医科大学第二附属医院, 昆明 650101; ²⁷上海市第十人民医院, 上海 200072; ²⁸西南医科大学附属医院, 泸州 646000; ²⁹中国医科大学附属盛京医院, 沈阳 110004; ³⁰复旦大学附属华山医院, 上海 200040; ³¹邢台市骨科医院, 邢台 054099; ³²哈尔滨医科大学附属第二医院, 哈尔滨 150028; ³³青岛市立医院, 青岛 266011; ³⁴首都医科大学附属北京地坛医院, 北京 100015; ³⁵中国人民解放军总医院, 北京 100853; ³⁶浙江大学医学院附属邵逸夫医院, 杭州 310020; ³⁷上海交通大学医学院附属第九人民医院, 上海 200011; ³⁸吉林大学白求恩第三医院, 长春 130012

通信作者: 郝定均, Email: haodingjun@126.com; 陈伯华, Email: bhchen@hotmail.com

【摘要】 脊柱手术部位感染 (SSI) 尤其是内固定术后深部 SSI 治疗困难、病程长、预后差, 是骨科领域极具挑战性的难题之一。目前脊柱 SSI 的诊疗方案仍然存在诸多争议, 总体诊疗效果并不令人满意, 且尚无基于循证医学证据的诊疗指南。为此, 中国医师协会骨科医师分会脊柱感染学组与中国康复医学会脊柱外科分会脊柱感染学组联合组织相关专家, 遵循循证医学的原则, 制订《脊柱手术部位感染诊疗临床循证指南 (2024 版)》, 针对脊柱 SSI 的诊断和治疗提出 10 条推荐意见, 为 SSI 的规范诊疗提供依据。

【关键词】 脊柱; 外科手术; 手术部位感染

指南注册: PREPARE-2023CN879

DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20240810-00478



Evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of surgical site infection in spinal trauma (version 2024)

Guo Zhu¹, Wang Chao¹, Xiang Hongfei¹, Chen Zhongqiang², Chen Liang³, Chu Tongwei⁴, Deng Shucai⁵, Dong Jian⁶, Du Xinru⁷, Feng Shiqing^{8,9}, He Baorong¹⁰, He Xijing¹¹, Hu Jianzhong¹², Hai Yong⁷, Kong Qingquan¹³, Liang Guiqing¹⁴, Liao Qi¹⁵, Liu Zhongjun², Liu Shaoyu¹⁶, Liu Baoge¹⁷, Liu Xiaoguang², Li Weishi², Li Li¹⁸, Li Fang¹⁹, Lin Bin²⁰, Lu Shibao²¹, Niu Tao²², Qiao Zhenli²³, Ruan Dike²⁴, Song Yueming¹³, Si Haipeng²⁵, Shu Jun²⁶, Sun Zhongyi²⁷, Wang Qing²⁸, Wang Zili¹¹, Wang Huan²⁹, Wang Hongli³⁰, Wang Yan¹, Wu Xiaolin¹, Wu Zhanyong³¹, Yan Jinglong³², Yu Tengbo³³, Zhang Qiang³⁴, Zhang Guoqing¹, Zhang Xuesong³⁵, Zhao Fengdong³⁶, Zhao Jie³⁷, Zheng Zhaomin¹⁶, Zhu Qingsan³⁸, Hao Dingjun¹⁰, Chen Bohua¹

Spinal Infection Group of the Orthopedic Branch of the Chinese Medical Doctor Association; Spinal Infection Group of the Spinal Surgery Branch of the Chinese Rehabilitation Medicine Association

¹Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266003, China; ²Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China; ³First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215006, China; ⁴Second Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400037, China; ⁵Tianjin Hospital, Tianjin 300211, China; ⁶Zhongshan Hospital Affiliated to Fudan University, Shanghai 200032, China; ⁷Beijing Chaoyang Hospital, Capital Medical University, Beijing 100020, China; ⁸Tianjin Medical University General Hospital, Tianjin 300052, China; ⁹Second Hospital of Shandong University, Jinan 250033, China; ¹⁰Xi'an Honghui Hospital, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710054, China; ¹¹Xi'an International Medical Center Hospital, Xi'an 710100, China; ¹²Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, China; ¹³West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; ¹⁴Second People's Hospital of Fuzhou, Fuzhou 350003, China; ¹⁵Third Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, China; ¹⁶First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510062, China; ¹⁷Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100070, China; ¹⁸Fourth Medical Center of PLA General Hospital, Beijing 100048, China; ¹⁹Seventh Medical Center of the Chinese People's Liberation Army General Hospital, Beijing 100070, China; ²⁰909th Hospital of the Joint Logistics Support Force of PLA, Zhangzhou 363000, China; ²¹Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China; ²²People's Hospital of Chengyang District, Qingdao, Qingdao 266100, China; ²³People's Hospital of Jimo, Qingdao, Qingdao 266200, China; ²⁴Sixth Medical Center of the PLA General Hospital, Beijing 100048, China; ²⁵Qilu Hospital of Shandong University, Qingdao 266001, China; ²⁶Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650101, China; ²⁷Tenth People's Hospital of Shanghai, Shanghai 200072, China; ²⁸Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Luzhou 646000, China; ²⁹Shengjing Hospital Affiliated of China Medical University, Shenyang 110004, China; ³⁰Huashan Hospital Affiliated to Fudan University, Shanghai 200040, China; ³¹Xingtai Orthopedic Hospital, Xingtai 054099, China; ³²Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150028, China; ³³Qingdao Municipal Hospital, Qingdao 266011, China; ³⁴Beijing Ditan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100015, China; ³⁵PLA General Hospital, Beijing 100853, China; ³⁶Sir Run Run Shaw Hospital, Zhejiang University, Hangzhou 310020, China; ³⁷Shanghai Ninth People's Hospital Affiliated Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200011, China; ³⁸Bethune Third Hospital of Jilin University, Changchun 130012, China

Corresponding authors: Hao Dingjun, Email: haodingjun@126.com; Chen Bohua, Email: bhchen@hotmail.com

【Abstract】 Spinal surgical site infection (SSI), especially deep SSI after internal fixation is difficult in treatment, with long course of disease and poor prognosis. At present, there are many controversies in the diagnosis and treatment of spinal SSI, with unsatisfactory overall efficacy of its diagnosis and treatment. Besides, no diagnosis and treatment guideline based on evidence-based medicine has been in existence. To this end, the Spinal Infection Group of the Orthopedic Branch of the Chinese Medical Doctor Association and the Spinal Infection Group of the Spinal Surgery Branch of the Chinese Rehabilitation Medicine Association jointly organized relevant experts to formulate *Evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of surgical site infection in spinal trauma (version 2024)* based on an evidence-based approach. A total of 10 recommendations were proposed on the diagnosis and treatment of spinal SSI, so as to provide a clinical reference for the diagnosis and treatment of spinal SSI.

【Key words】 Spine; Surgical procedures, operative; Surgical site infection

Registration number of guideline: PREPARE-2023CN879

DOI: 10. 3760/ema. j. cn501098-20240810-00478

脊柱手术部位感染(surgical site infection, SSI)是脊柱外科手术的常见并发症,其发生率为 0.7%~

20%。术后 SSI 总体发生率为 2.1%,成年人为 2.0%,儿童为 2.7%^[1]。脊柱退行性疾病手术 SSI 为 1.4%,



脊柱矫形手术 SSI 发生率为 4.2%^[2], 脊柱创伤会增加术后 SSI 的发生风险, 其发生率为 4.8%^[3]。Zhou 等^[4]的 Meta 分析结果显示, 脊柱 SSI 的发生率为 3.1%, 其中 1.7% 为深部感染, 脊柱融合术后迟发感染发生率为 0.2%~6.9%。脊柱 SSI 的病原菌以金黄色葡萄球菌和表皮葡萄球菌为主, 革兰阴性菌也是重要的致病菌, 而耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)与多次清创手术存在显著相关性。脊柱 SSI 尤其是深部感染不仅延长患者住院时间、增加医疗费用, 还会导致预后结局不良和患者满意度降低^[5]。脊柱 SSI 的总体诊疗效果并不令人满意, 故脊柱 SSI 的预防、早期识别、规范化诊断和治疗对于疾病转归具有重要影响。但目前尚无基于循证医学证据的诊疗指南。为此, 中国医师协会骨科医师分会脊柱感染学组与中国康复医学会脊柱外科分会脊柱感染学组联合组织相关专家, 基于循证医学证据, 制订《脊柱手术部位感染诊疗临床循证指南(2024 版)》(以下简称“本指南”), 针对脊柱 SSI 的诊断和治疗提出 10 条推荐意见, 为脊柱 SSI 的规范诊疗提供依据。

1 方法学

1.1 指南制订方法

中国医师协会骨科医师分会脊柱感染学组与中国康复医学会脊柱外科分会脊柱感染学组组织相关专家成立指南制订专家组和工作组。指南制订流程主要基于《WHO 指南制订手册(第 2 版)》和《中国制订/修订临床诊疗指南的指导原则(2022 版)》^[6]中关于制订标准指南的基本规范, 并遵循指南研究与评价工具(AGREE II)^[7]和卫生保健实践指南的报告条目(RIGHT)原则^[8]。

指南工作组以电子邮件或现场问卷调查方式, 初步收集脊柱外科专家在临床诊疗过程中最关心的脊柱 SSI 相关问题, 经筛选分析初步拟定 10 个问题, 专家组针对这些问题进行深入讨论和论证, 最终确定 10 条推荐意见纳入本指南。为确保本指南的科学性和准确性, 选择适当的关键词对中、英文文献进行检索, 并根据纳入和排除标准对所得文献进行筛选和分析, 最终确定纳入指南的证据文献。评估文献的证据等级和归纳文献信息后, 专家组根据所得文献信息, 提出相应的推荐建议。如果对同一篇文献的理解存在分歧, 则扩大范围进行讨论, 直至 80% 以上专家意见一致。本指南在发布前经

过同行评议, 并根据专家组的评审建议详尽回复和仔细修改。

1.2 文献检索

以“surgical site infection”“postoperative infection”“wound infection”“instrumentation infection”“spine”“cervical”“thoracic”“lumbar”“thoracolumbar”作为关键词, 检索 PubMed、Cochrane Library; 以“手术部位感染”“手术后感染”“伤口感染”“内植物感染”“脊柱”“颈椎”“胸椎”“腰椎”“胸腰椎”作为关键词, 检索中国生物医学文献数据库(CBM)和万方数据知识服务平台。检索时限为建库至 2023 年 10 月 1 日。文献纳入标准: (1) 研究内容为脊柱 SSI 的定义、分类、危险因素、诊断和治疗等, 研究对象为脊柱 SSI 患者; (2) 研究类型为系统评价、Meta 分析、随机对照试验(RCT)、队列研究、病例对照研究等, 研究结果为定量资料; (3) 文献类型为临床论著及系统综述。文献排除标准: (1) 原发性脊柱感染; (2) 经皮椎体成形术(PVP)/经皮椎体后凸成形术(PKP)术后感染; (3) 尚未发表或无法获取主要研究数据等; (4) 患者数量少于 10 例的临床研究。共获得英文文献 9 329 篇, 中文文献 20 242 篇。对检索到的文献进行筛选, 通过题目、摘要、全文、参考文献追踪等方式, 排除与本议题不相关文献, 最终引用文献 131 篇, 其中英文 127 篇, 中文 4 篇。

1.3 证据等级评定标准和推荐强度

本指南的文献证据评估参照美国骨科医师协会制订的评定标准^[9]。证据等级分为 I~IV 级, 证据级别从 I 级向 IV 级依次递减(表 1)。

表 1 美国骨科医师协会文献证据等级评定标准

证据级别	定义
I 级	前瞻性随机对照研究; 进一步研究也不可能改变该疗效评估结果的可信度
II 级	前瞻性非随机对照研究; 进一步研究很可能影响该疗效评估结果的可信度
III 级	回顾性病例对照研究; 进一步研究极有可能影响该疗效评估结果的可信度
IV 级	病例系列报告; 任何疗效的评估均很不确定

本指南推荐意见强度分级的评估借鉴既往指南推荐意见评定方法^[10]。推荐意见共分为 3 级, 推荐强度从 1 级向 3 级依次递减(表 2)。



表2 推荐意见强度评估标准

推荐强度	定义
1级	(1)高质量 I 级证据研究(差异有统计学意义) (2)高质量 I 级证据研究(差异无统计学意义,但可信区间很窄)
2级	(1)质量稍次的 I 级证据研究(如非盲法随机对照、随机化分组方法不合适、随访率<80%) (2)II 级证据研究 (3)研究结果不同质的 I 级证据研究的系统综述 (4)II 级证据研究的系统综述
3级	III 级或 IV 级证据研究

2 脊柱 SSI 的定义、分类与危险因素

脊柱 SSI 是指在接受脊柱手术后 30 d 内或置入假体材料后 90 d 内,手术切口或手术区域发生的感染。脊柱 SSI 是脊柱手术常见并发症之一,严重影响术后疗效和患者康复。

根据严重程度,脊柱 SSI 分为切口浅表感染、深部感染和器官/腔隙感染^[11-14]。切口浅表感染是指术后 30 d 内发生的仅累及切口皮肤或皮下组织的感染;切口深部感染及器官/腔隙感染是指无内植物者术后 30 d 内、有内植物者术后 90 d 内发生的累及深部软组织(如筋膜和肌层)及术中解剖部位(如器官或腔隙)的感染。后两者由于通过临床表现、实验室和影像学检查经常难以鉴别,且治疗原则相似,本指南中所指均为深部感染^[12-13]。亦有脊柱内固定患者术后 1~5 年发生感染 SSI 的报道^[14]。

按照感染发生时间,一般将脊柱 SSI 分为早期感染和迟发性感染,但目前尚未对两者进行统一和规范的界定。为便于疾病的早期诊断和治疗,也为了方便学术探讨和研究比较,将脊柱手术后 30 d 内发生的感染称为早期感染^[15-18],将原手术部位愈合后又新发的感染称为迟发性感染,一般在术后 90 d 至 1 年发生^[17,19-23]。但临床中亦有脊柱内固定术后 1 年以上甚至 9 年发生感染的情况^[14,24]。

诸多因素均会增加脊柱 SSI 发生的风险,可分为患者相关因素和手术相关因素。患者相关因素包括年龄>60 岁、吸烟、肥胖、糖尿病、营养不良,以及美国麻醉医师协会(ASA)健康状况分级评分(≥3 分)、类固醇激素/免疫抑制剂使用史、既往脊柱手术史、泌尿系感染及合并特异性感染等^[25-30]。其他重要器官合并症,如贫血、慢性肝病、恶性肿瘤及心力衰竭,也与脊柱 SSI 发生相关^[29]。泌尿系统感染及神经源性膀胱等原因造成的尿失禁,也会增加脊

柱 SSI 的发生率^[31]。糖尿病患者的免疫功能下降,导致多核白细胞黏附、趋化、吞噬和细胞内杀伤等功能异常,致使感染风险增加^[32]。研究结果表明,营养状况不佳、血液白蛋白水平低和白细胞计数低导致患者免疫力低下;合并特异性感染,如艾滋病、结核、病毒性肝炎等也容易发生感染;合并症也可能随着年龄的增长而出现^[33]。某些脊柱疾病本身也与 SSI 的发生率增加呈正相关^[34-36]。手术相关危险因素包括后路手术、输血(>1 L)、长时间(>3 h)及长节段手术、异体骨及内固定材料的使用、特定疾病的手术治疗(尤其是神经肌肉性脊柱侧凸)等^[29]。对于具有以上危险因素的患者,医疗团队在术前、术中和术后均需要采取额外的预防和监测措施,以减少脊柱 SSI 的风险。

3 脊柱 SSI 的诊断

脊柱 SSI 的发病隐匿,临床表现不典型且不明确,检验与影像学征象的延迟等增加了其早期诊断的难度。正确及时的诊断是治疗的前提,临床表现、影像学改变、检验指标的动态监测及病原学监测是诊断的主要方法。

3.1 临床表现

推荐意见 1:脊柱术后出现持续发热、不缓解或进行性加重的切口周围疼痛、切口裂开或渗液,应怀疑 SSI 的可能,需进一步检查以明确诊断(**推荐强度:3 级**)。

共纳入 IV 级文献证据 7 项^[24,37-42]。

浅表感染通常会出现切口红肿、裂开、渗液等局部症状,但程度较轻,且缺乏全身症状。深部感染缺乏特异性的症状和体征,患者可仅表现为局部手术部位或周围持续性或进行性加重的疼痛、手术切口周围红肿、切口裂开或渗出,也可出现发热、乏力、体重下降等全身症状。深部脓肿形成并压迫神经时可出现相应的神经损害表现。术前症状缓解后再次出现或持续进展是脊柱 SSI 的重要表现,有助于鉴别 SSI 与术后正常的生理性改变^[24,37,43]。症状可因感染部位、病原菌及手术类型等不同而存在差异。相较于早期感染,迟发性感染起病更加缓慢、隐匿,易导致延误诊断。Weinstein 等^[38]报告 46 例脊柱 SSI 患者,其中 43 例(93%)在术后 5~80 d(平均 15 d)出现伤口渗液或流脓,14 例出现发热(30%)。Pappou 等^[39]报告 14 例腰椎融合手术患者术后发生 SSI,其中表现为切口渗出及发热者分别占 93% 及



64.3%,而切口周围疼痛发生率仅为7.1%,这可能与融合内固定手术导致的局部活动度丢失有关。Pull ter Gunne等^[40]报告132例切口深部或浅表脊柱SSI患者,伤口渗液是最常见的主诉(68.2%)。Adam等^[41]报告24例脊柱SSI患者,最常见的症状是腰痛,多位于手术节段椎旁水平,也可放射至臀部和髋部、腹股沟、腹部或会阴,而出现发热和寒战者仅3例,其余患者无发热和红肿热痛等炎症症状。因此,对于无明显临床症状的患者,不能排除脊柱SSI诊断。Hwang等^[42]发现,脊柱术后出现持续发热的患者中发生脊柱SSI的比例[13.2%(9/68)]明显高于未出现持续发热的患者[0.9%(5/530)],提示发热与手术部位感染存在显著相关性。因此,应及时了解切口状况和发现其他原因难以解释的新发、加重或未缓解的症状和体征。对于可疑患者,应行进一步的实验室及影像学检查以明确脊柱SSI的诊断。

脊柱SSI的初步诊断应包括详细的病史、既往脊柱手术病史和体检。目前尚无临床研究描述脊柱SSI背景下特定症状或体征的敏感性、特异性、阳性或阴性预测价值。除局部感染的典型症状(发红、疼痛、肿胀、功能丧失、发热)外,术后症状进展也是其特征,可将脊柱SSI与术后生理性疼痛区分开来。

3.2 实验室检查

推荐意见2:早期怀疑脊柱SSI的患者,可动态监测C-反应蛋白(CRP);若术后72 h CRP不降或反常升高,提示SSI的可能性较大(**推荐强度:2级**)。

共纳入文献证据4项,其中Ⅱ级证据3项^[44-46],Ⅲ级证据1项^[47]。

正常情况下,无论是否置入内固定物,CRP在脊柱术后2~3 d即达到峰值,并在5~14 d时恢复正常。CRP比红细胞沉降率(ESR)更有诊断价值。ESR在脊柱术后4~5 d达到峰值,随后缓慢且不规律下降。许多患者术后21~42 d的ESR水平仍高于术前。ESR和白细胞计数(WBC)因具有非特异性动力学且不敏感,早期识别脊柱SSI的敏感性和特异性均不及CRP。术后4~7 d CRP未下降或再次上升是脊柱术后感染的敏感标志。因此,建议使用CRP作为早期脊柱SSI诊断的可靠和经济的实验室筛查指标,ESR可作为脊柱SSI的重要参考指标。可结合CRP及WBC、中性粒细胞等其他炎症指标,术前及术后进行动态监测,及时发现其异常变化趋势,并根据临床表现和必要的影像学检查进行综合判断^[44-47]。其他炎症相关指标,如降钙素原(PCT)、

淀粉样蛋白A(SAA)及白细胞介素-6(IL-6),在脊柱术后的应用及在SSI早期识别中的优势已有报道,但相关研究较少,需要更多研究证实^[48-50]。PCT对于识别早期细菌感染,尤其是菌血症和脓毒症具有较高的敏感性和特异性,当与其他炎症标志物(如CRP、ESR)联合应用时,可显著提高诊断准确性^[46]。近年来,也有报道采用不同炎症指标指数(如CRP/淋巴细胞计数、CRP/白蛋白)作为早期脊柱SSI的预测工具,但仍需前瞻性、大样本研究结果支持^[51-52]。

3.3 影像学检查

推荐意见3:对于脊柱SSI患者,影像学检查首选MRI;对于存在MRI检查禁忌者,可采用正电子发射断层扫描(PET)/CT检查(**推荐强度:3级**)。

共纳入文献证据11项,其中Ⅱ级证据1项^[53],Ⅲ级证据4项^[54-57],Ⅳ级证据6项^[41-42,58-61]。

对于临床和实验室检查怀疑脊柱SSI者,影像学检查是辅助诊断和患者随访复查的重要方法。MRI是首选影像学检查手段,早期发现脊柱SSI较CT更敏感^[57,59,61-62]。增强MRI可进一步增强炎症与正常组织对比,有助于识别切口深部、硬膜外、椎旁脓肿及其范围,提高诊断准确性^[41,54]。MRI用于诊断脊柱SSI的敏感性为71%,特异性为83%,阳性预测值为87%,阴性预测值为65%,与PET/CT效果相当,优于SPECT/CT。SPECT/CT可以显示病变区域功能或代谢的异常,但不能确定病变的性质等信息^[53,55,58,60,63]。Hwang等^[42]发现,脊柱术后1个月内MRI检测SSI的敏感性和特异性分别为40.0%和90.9%。Kimura等^[56]回顾性分析81例腰椎内固定术后患者的MRI资料(其中证实为SSI者17例),发现椎弓根螺钉尾端液体聚集征象对深部SSI有早期诊断价值,其敏感性为88.2%,特异性为89.1%,阳性预测值为68.1%,阴性预测值为96.6%。应当注意,MRI诊断深部脊柱SSI的影像学特征(椎间盘信号改变、软组织水肿等)在未感染的患者也很常见^[64-65]。术后早期,血肿、脑脊液漏等在MRI上的表现有时也难以与脓性积液区分^[62]。另外,内固定材料的金属伪影会妨碍对内植物周围区域的评估。因此,对于有内固定植入的患者,建议采用低磁场强度(如1.5T)MRI进行检查^[66]。相较于MRI对原发性脊柱感染高达93%的敏感性和97%的特异性,MRI对脊柱SSI诊断的敏感性和特异性均偏低^[67]。随访时需要注意的是,脊柱SSI患者治疗过程中的MRI影像学改变迟于临床表现和CRP等炎症指标^[68]。



X线片、CT对于早期诊断脊柱SSI的价值有限,可作为间接指标。如内植物松动、相邻节段椎间盘间隙高度快速下降、异常软组织肿胀、伤口内是否存在残留异物,CT和MRI均可观察是否存在积液^[61]。尽管CT对于发现脓肿形成等软组织改变的准确率不及MRI,但却是评价骨质破坏和内植物松动情况的最佳方法^[61]。此外,CT引导下经皮穿刺活检及穿刺液/组织培养也是常规方法。对于存在MRI检查禁忌、复杂(如存在脑脊液漏、假性脊膜囊肿、积血、血肿机化、瘢痕、积液等)患者难以确诊或金属伪影严重干扰临床诊断时,建议行PET/CT检查作为替代方案^[53],但由于其成本较高,通常将其作为二线选择。放射性核素骨扫描尽管可以作为脊柱SSI诊断的辅助手段,但由于缺乏敏感性和特异性,并不具有良好的诊断价值^[17,69]。

3.4 病原学检查

推荐意见4:怀疑脊柱SSI者,应尽可能在应用抗生素治疗前获得病原学证据(血培养、CT或B超引导下穿刺活检细菌培养);清创时均应取深部不同部位标本进行需氧及厌氧菌培养;必要时基因测序检测(**推荐强度:3级**)。

共纳入文献证据6项,其中Ⅲ级证据1项^[70],Ⅳ级证据5项^[39-40,61,71-72]。

血培养适用于发热伴寒战,以及存在全身性(系统性)感染迹象(如脓毒症和菌血症)的患者^[73]。对于脊柱SSI早期诊断,CT或B超引导下穿刺活检也是确定诊断和分离致病微生物的重要诊断方法^[40,74-75];但存在标本量少、假阴性率高等缺点,其检出率为19%~91%,差别大,平均检出率为48%^[61]。因此,在初次活检未能成功分离病原菌的情况下,进行重复脊柱活检的情况并不少见^[76]。开放活检虽然能取得大量组织,但创伤较大,一般应用于采取彻底清创手术的患者。清创术中应注意留取最少3~4个不同部位的组织进行需氧菌和厌氧菌培养,以增加检出率^[72]。近年来,脊柱微创诊疗技术得到快速发展,有学者采用经皮椎间盘切除联合引流治疗感染范围较局限的脊柱术后椎间盘炎,在获得足够的活检组织进行组织学分析和培养的同时,既可清除病灶,又避免开放清创带来的创伤,取得良好的临床效果^[71]。当感染合并内植物松动需移除内植物时,由于细菌生物膜的存在,可对内植物进行超声涡旋处理。Sampedro等^[70]采用该方法对获得的冲洗液进行细菌培养的敏感性和特异性分

别为93%和97%,提示该方法比内植物周围组织培养更加灵敏。术后早期取伤口积液培养,因为窦道口处取标本或取表浅部位标本进行培养,常被皮肤常驻菌污染,因此这些培养结果没有诊断价值^[77]。另外,对于复杂患者可加做血清学检查,包括抗酸染色、真菌培养等特殊病原菌检测,除外结核、布氏杆菌、真菌等少见致病菌^[39]。组织病理学结果对于脊柱SSI的辅助诊断也具有积极的意义,但难以明确病原菌^[78]。

尽管微生物培养是脊柱SSI病原学诊断的“金标准”,但由于许多微生物培养条件苛刻、获取培养前使用抗生素、生物膜形成等因素,约1/3的培养结果为阴性^[79]。对此,分子生物学检测技术可起到重要的辅助作用。PCR技术通过扩增病原体DNA,可以检测预先确定的有限病原微生物,较传统培养的敏感性更高,其阳性预测值为35%~90%,但无法确定细菌是否存活^[79-80]。随着基因测序成本的快速下降,宏基因组二代测序(mNGS)技术在敏感性等方面显示出较PCR技术更大的优势,对于常规培养阴性的患者可以考虑采用^[81-83]。但mNGS技术的灵敏性可能受到样本污染、病原体定植和非致病微生物的干扰,其检测结果应结合临床证据进行解读。

4 脊柱SSI的治疗

脊柱SSI的发生发展为一动态进程,需要密切观察,根据病情进展及时采取不同的治疗措施,控制疾患的发展。如果不能控制SSI,可能导致患者感染加重、失能,甚至有致命的风险。常用的治疗方法包括卧床、有效的抗生素治疗、清创术、辅助以各种灌洗或负压吸引等,必要时移除内植物。

4.1 治疗方法选择

推荐意见5:对于脊柱SSI患者,若出现短期(即早期SSI)抗生素治疗无法控制的感染、切口周围或硬膜外脓肿、进行性加重的疼痛与神经功能损害及椎体进行性破坏导致的畸形,需行手术治疗,彻底清创(**推荐强度:2级**)。

共纳入文献证据6项,其中Ⅱ级证据1项^[84],Ⅲ级证据3项^[85-87],Ⅳ级证据2项^[40,88]。

抗生素是脊柱SSI治疗的基础,同时对于浅表感染,应采取积极的换药、负压封闭引流(VSD)或真空辅助闭合(VAC)等方法促进肉芽生长和切口愈合。Pull ter Gunne等^[40]报告的48例浅表脊柱SSI患者,其中35例(72.9%)无须清创即可治愈。Zhang等^[87]报



告的 521 例胸腰椎和腰椎内固定术后 SSI 患者(浅表感染 342 例,深部感染 179 例)中,最终需清创 191 例,其中绝大多数为深部感染患者。

对于深部感染,是否行清创及手术的方式、范围等,应根据原手术方式、患者临床表现、实验室检查、影像学表现综合评估,以及时清除感染源、减少感染扩散、恢复健康状态。对于临床怀疑感染但尚可暂行非手术治疗的患者,应在静脉滴注足量抗生素的前提下,密切关注患者症状和体征、CRP 及 ESR 等炎症指标变化。Lee 等^[85]报告的 20 例后路腰椎间融合术(PLIF)术后脊椎炎患者中,10 例经非手术治疗。Lucasti 等^[88]回顾性分析 74 例脊柱 SSI 患者资料,发现局部换药、卧床、给予抗生素等非手术治疗对 82% 的患者有效,而患者术后出现持续性感染症状,如发热、局部红肿、疼痛等症状,尤其是伴愈合不良或切口渗液等,可能需要清创。影像学检查(如 X 线、CT、MRI 等)显示手术部位有感染迹象,如软组织积液、脓肿形成、内植物松动等,也是进行清创的重要依据。血液检查、穿刺液体培养等实验室检查结果显示感染相关指标异常,如 WBC、CRP 与 ESR 水平升高等,也可作为手术的参考依据。有学者比较 38 例术后椎间盘炎患者非手术与手术治疗的效果,发现手术治疗在功能评分、住院时间和抗生素治疗持续时间方面优于非手术治疗^[84]。Khan 等^[86]系统回顾 1 150 例接受内固定融合术后 SSI 患者资料,其中最初治疗采取清创手术 773 例,非手术治疗 377 例,发现清创组内植物最终移除的绝对风险降低 29%,提示脊柱 SSI 后清创有利于最终内植物的保留。

因此,清创联合静脉滴注抗生素是治疗早期深部感染的有效方法。如非手术治疗无效或有加重趋势,甚至出现神经损害的情况,则应尽快清创。影像学提示软组织、内固定周围或硬膜外脓肿形成,以及内植物松动、骨质破坏严重可能导致后凸畸形等情况,也是清创的重要依据。清创可采用微创或开放手术。微创手术包括透视引导下经皮穿刺或经皮脊柱内镜下活检、病灶清除和冲洗清创,必要时可放置引流^[71,89]。该方法创伤更小、恢复更快、住院时间更短,但应在遵循彻底清创、维持节段稳定性的原则下推广和开展。

推荐意见 6: 对于迟发性脊柱 SSI,由于多已形成致密的生物膜,应采取手术治疗,彻底清创(推荐强度:3 级)。

共纳入文献证据 8 项,其中 III 级证据 2 项^[85,90],

IV 级证据 6 项^[20,22,24,37,91-92]。

迟发性脊柱 SSI 发病隐匿,多缺乏全身性症状。生物膜是迟发性感染重要的病理生理机制,是由微生物附着在内植物表面形成。在早期内植物相关感染中,生物膜多未成熟,抗生素多可穿透并杀灭其中的细菌。而迟发性感染中内植物表面已形成成熟、致密增厚的生物膜,一方面可限制细菌的繁殖和活性,导致机体免疫反应和临床症状轻微,进而延误诊治;另一方面,可保护微生物免受宿主免疫系统的攻击,并对抗菌药物治疗具有耐受性。因此,仅给予抗菌药物难以彻底消除感染病灶,常需行开放、彻底的清创手术^[24,37,91]。手术过程中,除扩大切除失活和坏死组织外,还应仔细、彻底去除附着在内植物表面的生物膜,必要时可根据内植物松动情况和节段融合情况,选择移除或更换内植物,包括椎间融合器^[20,22,85,90,92]。如手术节段尚未完全融合或内固定无松动而决定保留内植物,也可行内植物表面超声处理,尽可能去除附着的生物膜。

4.2 清创辅助措施

推荐意见 7: 对于脊柱 SSI,在行彻底清创的基础上,若切口软组织血运良好、软组织和皮肤缺损较小,可采取 I 期闭合切口、闭合灌洗引流(CSIS);若切口软组织血运较差或缺损较大,难以 I 期闭合,可采用负压伤口治疗(NPWT)、II 期闭合切口(推荐强度:3 级)。

共纳入文献证据 12 项,其中 III 级证据 3 项^[87,93-94],IV 级证据 9 项^[95-103]。

对于采用 CSIS 的患者,多数经彻底清创和 1 次 CSIS 即可达到治愈^[14,87,94-96]。Zhang 等^[87]报告 521 例胸腰椎和腰椎内固定术后 SSI 患者,其中 191 例(36.7%)行清创术并均采用 CSIS,包括经 1 次清创治愈 152 例(79.6%),经 2 次清创治愈 36 例(18.8%),经 3 次及以上清创治愈者仅 3 例(1.6%)。持续灌洗时间应根据切口愈合情况、体温及局部疼痛变化、血常规及炎症指标改善情况综合判断,一般于术后 7~14 d 引流液清亮和引流液细菌培养阴性后拔除冲洗管,并于冲洗管拔除后 1~2 d 及 24 h 引流量<30 ml 后拔除引流管^[87,93,101,104]。灌洗液多选用生理盐水,局部加用抗生素(如庆大霉素)虽有报道^[14,105-106],但局部应用抗生素可增加细菌耐药性,且缺乏系统性研究支持。因此,在脊柱术后 SSI 行 CSIS 的灌洗液中不建议常规添加抗生素^[87,93,95-96,101,104]。对于行 I 期闭合切口 CSIS 的患者,也可联合切口表面的 NPWT,



以利于切口愈合^[87,104]。

NPWT 技术在脊柱内固定术后 SSI 中的应用报道较多^[97-98,100,102-103],可在有或没有伤口清创的情况下使用,改善创面血液循环、减少局部水肿及渗出、促进肉芽组织形成和创面愈合。持续负压一般约为 125 mmHg,以保持 VSD 与创面的牢固贴合,将渗出液实时引流。术后每天记录引流量,VSD 每 3~7 d 更换,同时观察切口渗液、肉芽组织长入情况。如渗出明显,应再次探查,必要时再次清创及放置 VSD。定期复查血常规及炎症指标并动态观察变化情况。研究结果表明,对于复杂脊柱 SSI,NPWT 在清创和延迟闭合后连续冲洗脊柱伤口的效果显著^[99,103]。需要注意的是,硬膜囊暴露虽不是 NPWT 的禁忌,但应将负压压力减少至 50 mmHg^[100,102]。对于脑脊液漏、NPWT 敷料过敏和有出血倾向的患者,NPWT 应作为禁忌^[103]。研究结果表明,CSIS 和 NPWT 在治疗脊柱内固定术后深部 SSI 中效果相当^[93,101,104]。两项技术各有优点,CSIS 更经济,有望伤口 I 期闭合后愈合;而 NPWT 方便护理,减少频繁换药给患者带来的痛苦,但需 II 期闭合伤口。

4.3 内植物保留与否

推荐意见 8: 对于早期脊柱 SSI,首选彻底清创和应用抗生素的同时保留内植物;对于迟发性脊柱 SSI,应根据感染严重程度、内植物材料和稳定性、患者健康状况、手术操作复杂性及术中所见病变程度等具体情况选择保留或移除内植物(推荐强度:3 级)。

共纳入文献证据 18 项,其中 III 级证据 3 项^[68,85,87],IV 级证据 15 项^[20-22,24,37,40,91-92,107-113]。

SSI 的内固定与椎间融合器装置是否保留需多因素综合考量。目前尚未见前瞻性临床研究比较早期或迟发性脊柱 SSI 移除或保留内植物的优劣。关键问题是保留脊柱稳定性和彻底清除感染之间的权衡和取舍。虽然是否保留内植物的争议较大,但对于该问题的认识仍具有原则性的共识^[114-115]。早期深部感染,内植物取出可能会导致脊柱不稳定,且面临神经损伤的风险^[20-21,24]。同时,在内植物周围存在的生物膜多尚未稳定和成熟,早期彻底清创能有效将其去除^[37,40]。若感染程度较轻、患者整体健康状况良好,内植物与相邻骨质结合牢固无松动,可考虑在敏感抗生素全身治疗和局部彻底清创及采取必要的辅助措施(CSIS、VAC、NPWT 等)的前提下,尽量保留内植物^[85,87,108,114-115]。Picada 等^[111]报告的 26 例脊柱内固定术后 SSI 患者中,24 例(92.3%)

通过清创、静脉滴注抗生素、营养支持和 I 期/延期切口闭合成功治愈。Kowalski 等^[68]回顾性分析包括早期和迟发性感染的 81 例脊柱内固定术后 SSI 患者,在早期感染患者中,93%(28/30)的内植物得以保留,2 年预测治疗成功概率为 71%;而迟发性感染患者中,63%(32/51)需要取出内植物,2 年治疗成功概率为 84%。Maruo 和 Berven^[110]报告的 225 例脊柱 SSI 患者中,126 例(76%)通过清创、静脉滴注抗生素成功保留内植物,而内植物无法保留与迟发性感染、长节段融合、混合微生物感染和痤疮丙酸杆菌相关。Núñez-Pereira 等^[112]认为,取出内植物的原因与脓毒症和长节段(>3 个)融合相关。Tominaga 等^[113]报告 16 例脊柱内固定术后 SSI 患者,其中 12 例(75%)成功保留内植物。他们认为,保留内植物的相关危险因素为以往脊柱手术病史、术前低血红蛋白、术前高肌酐和 MRSA 感染等情况。Kanayama 等^[59]认为,在 MRI 上发现明显的椎体骨髓炎和(或)椎间脓肿则是取出内植物的重要参考。

迟发性脊柱 SSI 的生物膜多已成熟且与内植物牢固连接,单纯清创往往难以将其从内植物表面完全清除。因此,为降低复发风险,可考虑取出内植物,尤其是对于内植物松动、内植物突出体表产生疼痛或已有明确融合证据的患者。Lall 等^[108]认为,首次清创时即应取出内植物。研究结果表明,在迟发性脊柱 SSI 中保留内植物的感染复发率为 20%~50%,甚至有所有保留内植物的迟发性脊柱 SSI 患者均因感染复发最终取出内植物的报道^[22,107,115]。但也有学者认为,对于迟发性脊柱 SSI,即使保留内植物也可能获得良好治愈率。Yin 等^[92]报告以金黄色葡萄球菌为主要病原体的 42 例迟发性深部脊柱 SSI 患者,除 1 例清创时因内植物松动而取出外,其余患者均保留内植物且无感染复发。对于脊柱畸形等需要内植物来维持脊柱稳定和矫形效果的情况,也面临两难境地,因为即使观察到影像学明确的融合表现,取出内植物也可能导致明显的矫形角度丢失^[108]。对于该类患者无法保留内植物的情况,先取出内植物并控制感染后,如果畸形进展明显或假关节形成,再考虑翻修手术可能是一种较为理想的选择。

因此,脊柱内固定术后 SSI 是否取出内植物,通常需由经验丰富的脊柱外科医师根据患者一般情况、感染控制情况、内植物状态和手术节段的融合情况综合评估而作出决定,以确保最大限度清除



感染,并恢复和维持脊柱的稳定性。此外,有学者发现,延迟使用敏感抗生素可显著导致内植物的取出^[91,109]。因此,及时诊断和使用抗菌药物是降低内植物取出风险的重要因素。对于椎间融合器是否应取出,尚缺乏可供参考的大样本临床资料支持。Divi 等^[114]建议,在没有椎间融合器松动、移位或压迫神经和血管的临床及影像学征象的情况下,保留椎间融合器。如果通过灌洗、清创和静脉滴注抗生素治疗后仍存在感染,则应取出椎间融合器。

4.4 抗生素应用

推荐意见 9: 对于脊柱 SSI,应用抗生素是治疗的基础,应根据致病菌特点和患者个体情况制订预防与治疗方案(种类、持续时间),确保最佳治疗效果和患者安全(推荐强度:3 级)。

共纳入文献证据 15 项,其中 II 级证据 1 项^[16], III 级证据 4 项^[87,116-118],IV 级证据 10 项^[18,91,110,114,119-124]。

迄今为止,尚未见关于抗生素应用的最佳途径(静脉、口服)及治疗时间的随机对照研究报道。抗生素在 SSI 预防/治疗中扮演着至关重要的角色,应贯穿整个治疗的始终。病原学证据和药敏试验对于选择有效、经济、不良反应小的敏感抗生素非常重要^[117]。临床上并不少见的混合微生物感染、病原菌尚未查明的严重感染(包括免疫缺陷)、单一抗菌药物不能控制的严重感染及多重耐药菌或泛耐药菌感染,可能需要多种抗生素联合用药。必要时,应进行有药理学和临床微生物学专家参与的多学科会诊或有关预防性抗生素应用的讨论,包括静脉滴注抗生素与切口局部万古霉素粉剂的应用,可有效减少脊柱 SSI 的发生^[119-120]。抗生素的选择、给药途径和治疗时间受到患者个体因素、感染情况(病原菌种类、早发/迟发性感染)、内植物情况(是否存在内植物、内植物是否被移除及何时被移除)的影响。另外,脊柱外科医师个人的经验也发挥了重要作用。对于同样的患者,不同医师给出的抗生素治疗方案也会存在差异,尽管其可能并不影响治疗结局。

影响抗生素治疗的因素及抗生素治疗的用药途径、持续时间和治疗效果并不是感染复发的危险因素,但内植物对脊柱 SSI 的抗生素治疗时间具有重要影响^[116]。Maruo 和 Berven^[110]比较 59 例非内固定融合和 166 例内固定融合术后 SSI 患者的情况,发现内固定患者接受抗生素治疗时间较长(平均内固定静脉用药 40 d,非内固定 25.4 d;平均内固定口服 255 d,非内固定 42 d)。对于内固定术后脊柱 SSI 患

者,内植物的归宿,即保留与否对抗生素使用时间也存在影响。保留内植物的抗生素治疗方案中,抗生素治疗持续时间亦有很大差异。多数抗生素治疗持续时间为 12 周,其中静脉滴注抗生素治疗 4~8 周,随后改为口服敏感抗生素继续治疗^[16,18,24,87,91,121,124-125]。Kepler 等^[122]建议,在早期感染和内植物保留的情况下进行最少 12 周的抗生素治疗,如果内植物被取出,则进行最少 6 周的抗生素治疗,而在未取出内植物的迟发性感染中,应适当延长治疗时间。内植物取出的时机也是指导抗生素治疗的重要参考。通常情况下,将内植物取出作为初始治疗时,抗生素疗程倾向于更短;相比之下,当因治疗失败而取出内植物时,抗生素治疗时间则可能延长^[122-123]。由于不同患者之间差异明显,抗生素治疗亦应采用个体化方案。Divi 等^[114]报告的 81 例脊柱 SSI 患者中,39 例接受抗生素治疗,在术后 2 年末次随访时,7 例仍在接受抗生素治疗^[114]。因此,对于脊柱 SSI 患者,抗生素治疗的最佳时长目前缺乏循证医学建议。虽然最常用的抗生素治疗方案为 12 周,但各研究报道的抗生素治疗持续时间差异很大。

静脉滴注头孢唑林联合切口局部万古霉素粉剂在胸腰椎融合术后感染发生率方面明显低于单纯静脉用药(0.2%:2.6%, $P<0.01$)^[118,126],但应注意头孢唑林联合万古霉素粉剂的不良反应及增加耐药菌感染的可能性。因此,对于有感染高危因素、复杂脊柱手术患者,可考虑伤口内局部应用万古霉素并延长术后静脉滴注抗生素的持续时间,伤口内局部应用万古霉素与北美脊柱学会(NASS)关于脊柱外科预防性应用抗生素的循证临床指南(2013 版)建议一致^[126]。

4.5 康复措施

脊柱术后加速康复外科(ERAS)可有效预防或减少 SSI 的发生。而脊柱 SSI 后的康复措施,包括早期卧床休息、物理治疗、康复运动、疼痛管理及营养、心理支持等也可有效提升脊柱 SSI 治疗的疗效,密切监测病情进展、预防相关并发症,则是脊柱 SSI 康复的必要手段。

推荐意见 10: 制订脊柱 SSI 个体化康复计划及围术期管理方案,包括早期卧床休息、物理治疗、康复运动、疼痛管理及心理支持等。密切监测病情进展,预防相关并发症,有益于脊柱 SSI 治疗后功能恢复、预防复发(推荐强度:3 级)。

共纳入文献证据 5 项,其中 III 级证据 2 项^[127-128],



IV 级证据 3 项^[129-131]。

大量研究结果表明,ERAS 可有效降低脊柱 SSI 发生率。Chakravarthy 等^[127]首创并实施脊柱外科综合性 ERAS 方案。该方案独特之处在于为每例脊柱疾病患者量身定制围术期 ERAS 方案,包括术前感染控制措施(洗氯己定和葡萄糖酸盐洗涤、金黄色葡萄球菌鼻部筛查)和术后感染控制措施(每日手术换药护理)。非 ERAS 组 40 例发生 SSI(4.12%),ERAS 组仅为 16 例(2.00%),ERAS 组 SSI 发生率明显降低。Yuan 等^[129]分析因退行性脊柱畸形接受开放矫正手术的 108 例患者资料,发现 ERAS 组较对照组 SSI 发生率更低,术后住院时间更短(12.0 d:15.1 d),术后生理功能显著提高,辅助行走和排便功能恢复平均分别提前 1.9 d(2.5 d:4.4 d)和 1.7 d(1.9 d:3.6 d)。研究结果表明,脊柱术后早期活动可减少围术期并发症,并将住院时间降低 34%^[131]。

脊柱 SSI 可能导致其他术后并发症的发生,如手术部位疼痛、肿胀和功能障碍,影响患者运动康复的能力和效果。卧床休息至关重要,有助于稳定脊柱,避免因不当活动引发并发症,促进手术切口愈合、椎间或植骨处的融合,也可减轻手术部位疼痛和不适^[130],但需要遵循医师的具体建议。脊柱 SSI 术后初期(前几天到几周)需要较长时间卧床,应逐渐增加适度活动,以防止深静脉血栓形成或肌肉萎缩,具体时间视手术类型和个体情况而定。脊柱 SSI 发生后需要调整原先的康复计划,延迟或修改康复运动,以避免对感染部位造成进一步损伤。根据康复进度,逐步增加活动量,包括适当的伸展和强化练习,以促进功能恢复。均衡饮食,确保摄入充足蛋白质、维生素和矿物质对康复与免疫力增强非常重要^[128,131]。

6 总结与说明

本指南针对脊柱 SSI 的定义、分类、危险因素及诊断与治疗等方面给出推荐意见,为其规范诊疗提供可靠的临床依据。本指南仅阐述高质量研究证据的建议,不是制订医疗实践决定的唯一准则。随着对脊柱 SSI 研究的深入、手术方式和器械的改进与发展,以及更多高质量临床研究证据的积累,本指南目前的一些观点将不断得到更新。本指南仅作为学术性指导建议,不作为医疗纠纷的法规依据;不适用于各种特殊情况,所涉及内容不承担医患双方及任何第三方依据本指南制订及履行诊疗过

程中的任何决定所产生的任何损失的赔偿责任。医护人员在使用本指南的同时,还需综合考虑患者病情的个体差异及临床具体情况来进行决策。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 郭柱、王超、相宏飞:资料收集及分析、指南撰写;郝定均、陈伯华:指南制订指导、资料分析及解释、指南修改;其他作者:指南文献筛选和相关推荐意见讨论

参 考 文 献

- [1] Kasliwal MK, Tan LA, Traynelis VC. Infection with spinal instrumentation: Review of pathogenesis, diagnosis, prevention, and management[J]. Surg Neurol Int, 2013, 4(Suppl 5):S392-S403. DOI:10.4103/2152-7806.120783.
- [2] Smith JS, Shaffrey CI, Sansur CA, et al. Rates of infection after spine surgery based on 108,419 procedures: a report from the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2011, 36(7):556-563. DOI:10.1097/BRS.0b013e3181eadd41.
- [3] Dubory A, Giorgi H, Walter A, et al. Surgical-site infection in spinal injury: incidence and risk factors in a prospective cohort of 518 patients[J]. Eur Spine J, 2015, 24(3):543-554. DOI:10.1007/s00586-014-3523-4.
- [4] Zhou J, Wang R, Huo X, et al. Incidence of surgical site infection after spine surgery: A systematic review and meta-analysis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2020, 45(3):208-216. DOI:10.1097/BRS.0000000000003218.
- [5] Abdul-Jabbar A, Berven SH, Hu SS, et al. Surgical site infections in spine surgery: identification of microbiologic and surgical characteristics in 239 cases[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2013, 38(22):E1425-E1431. DOI:10.1097/BRS.0b013e3182a42a68.
- [6] 陈耀龙, 杨克虎, 王小钦, 等. 中国制订/修订临床诊疗指南的指导原则(2022 版)[J]. 中华医学杂志, 2022, 102(10):697-703. DOI:10.3760/cma.j.cn112137-20211228-02911.
- [7] Brouwers MC, Kho ME, Browman GP, et al. AGREE II: advancing guideline development, reporting and evaluation in health care[J]. CMAJ, 2010, 182(18):E839-E842. DOI:10.1503/cmaj.090449.
- [8] Chen Y, Yang K, Marušić A, et al. A reporting tool for practice guidelines in health care: The RIGHT statement[J]. Ann Intern Med, 2017, 166(2):128-132. DOI:10.7326/M16-1565.
- [9] McGuire R. AAOS Clinical practice guideline: the treatment of symptomatic osteoporotic spinal compression fractures[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2011, 19(3):183-184. DOI:10.5435/00124635-201103000-00008.
- [10] 张嘉男, 陈伯华, 初同伟, 等. 成人强直性脊柱炎合并胸腰椎骨折临床诊疗指南(2023 版)[J]. 中华创伤杂志, 2023, 39(3):204-213. DOI:10.3760/cma.j.cn501098-20221221-00810.
- [11] Horan TC, Gaynes RP, Martone WJ, et al. CDC definitions of nosocomial surgical site infections, 1992: a modification of CDC definitions of surgical wound infections[J]. Am J Infect Control, 1992, 20(5):271-274. DOI:10.1016/S0195-6553(05)80201-9.
- [12] Owens CD, Stoessel K. Surgical site infections: epidemiology, microbiology and prevention[J]. J Hosp Infect, 2008, 70 Suppl 2:3-10. DOI:10.1016/S0195-6701(08)60017-1.
- [13] Nota SP, Braun Y, Ring D, et al. Incidence of surgical site infection after spine surgery: what is the impact of the definition of



- infection? [J]. Clin Orthop Relat Res, 2015, 473(5):1612-1619. DOI:10. 1007/s11999-014-3933-y.
- [14] Soultanis K, Mantelos G, Pagiatakis A, et al. Late infection in patients with scoliosis treated with spinal instrumentation [J]. Clin Orthop Relat Res, 2003, (411):116-123. DOI:10. 1097/01. blo. 0000068357. 47147. 10.
- [15] Christodoulou AG, Givissis P, Symeonidis PD, et al. Reduction of postoperative spinal infections based on an etiologic protocol [J]. Clin Orthop Relat Res, 2006, 444:107-113. DOI:10. 1097/01. blo. 0000201174. 10506. cc.
- [16] Dubée V, Lenoir T, Leflon-Guibout V, et al. Three-month antibiotic therapy for early-onset postoperative spinal implant infections [J]. Clin Infect Dis, 2012, 55(11):1481-1487. DOI:10. 1093/cid/cis769.
- [17] Dowdell J, Brochin R, Kim J, et al. Postoperative spine infection: Diagnosis and management [J]. Global Spine J, 2018, 8(4 Suppl): 37S-43S. DOI:10. 1177/2192568217745512.
- [18] Sierra-Hoffman M, Jinadatha C, Carpenter JL, et al. Postoperative instrumented spine infections: a retrospective review [J]. South Med J, 2010, 103(1):25-30. DOI:10. 1097/SMJ. 0b013e3181c4e00b.
- [19] Sarraj M, Alqahtani A, Thornley P, et al. Management of deep surgical site infections of the spine: a Canadian nationwide survey [J]. J Spine Surg, 2022, 8(4):443-452. DOI:10. 21037/jss-22-47.
- [20] Liu L, Luo L, Zhao C, et al. Postoperative management strategy of surgical site infection following lumbar dynesys dynamic internal fixation [J]. Pain Res Manag, 2021, 2021:2262837. DOI:10. 1155/2021/2262837.
- [21] Cahill PJ, Warnick DE, Lee MJ, et al. Infection after spinal fusion for pediatric spinal deformity: thirty years of experience at a single institution [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2010, 35(12):1211-1217. DOI:10. 1097/BRS. 0b013e3181c212d1.
- [22] Hedequist D, Haugen A, Hresko T, et al. Failure of attempted implant retention in spinal deformity delayed surgical site infections [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2009, 34(1):60-64. DOI:10. 1097/BRS. 0b013e31818ed75e.
- [23] 郑召民. 以循证医学为基础指导脊柱手术部位感染防治 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2015, 25(11):962-964. DOI:10. 3969/j. issn. 1004-406X. 2015. 11. 01.
- [24] Collins I, Wilson-Macdonald J, Chami G, et al. The diagnosis and management of infection following instrumented spinal fusion [J]. Eur Spine J, 2008, 17(3):445-450. DOI:10. 1007/s00586-007-0559-8.
- [25] Meng F, Cao J, Meng X. Risk factors for surgical site infections following spinal surgery [J]. J Clin Neurosci, 2015, 22(12):1862-1866. DOI:10. 1016/j. joen. 2015. 03. 065.
- [26] Pull ter Gunne AF, Hosman AJ, Cohen DB, et al. A methodological systematic review on surgical site infections following spinal surgery: part 1: risk factors [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2012, 37(24):2017-2033. DOI:10. 1097/BRS. 0b013e31825bfca8.
- [27] Aleem IS, Tan LA, Nassr A, et al. Surgical site infection prevention following spine surgery [J]. Global Spine J, 2020, 10(1 Suppl): 92S-98S. DOI:10. 1177/2192568219844228.
- [28] Tsantes AG, Papadopoulos DV, Lytras T, et al. Association of malnutrition with surgical site infection following spinal surgery: systematic review and meta-analysis [J]. J Hosp Infect, 2020, 104(1):111-119. DOI:10. 1016/j. jhin. 2019. 09. 015.
- [29] Atesok K, Papavassiliou E, Heffernan MJ, et al. Current strategies in prevention of postoperative infections in spine surgery [J]. Global Spine J, 2020, 10(2):183-194. DOI:10. 1177/2192568218819817.
- [30] Pawar AY, Biswas SK. Postoperative spine infections [J]. Asian Spine J, 2016, 10(1):176-183. DOI:10. 4184/asj. 2016. 10. 1. 176.
- [31] Olsen MA, Mayfield J, Laurysen C, et al. Risk factors for surgical site infection in spinal surgery [J]. J Neurosurg, 2003, 98(2 Suppl):149-155. DOI:10. 3171/spi. 2003. 98. 2. 0149.
- [32] Luo M, Cao Q, Wang D, et al. The impact of diabetes on postoperative outcomes following spine surgery: A meta-analysis of 40 cohort studies with 2. 9 million participants [J]. Int J Surg, 2022, 104: 106789. DOI:10. 1016/j. ijsu. 2022. 106789.
- [33] Sasso RC, Garrido BJ. Postoperative spinal wound infections [J]. J Am Acad Orthop Surg, 2008, 16(6):330-337. DOI:10. 5435/00124635-200806000-00005.
- [34] Gu W, Tu L, Liang Z, et al. Incidence and risk factors for infection in spine surgery: A prospective multicenter study of 1764 instrumented spinal procedures [J]. Am J Infect Control, 2018, 46(1):8-13. DOI:10. 1016/j. ajic. 2017. 09. 025.
- [35] Schimmel JJ, Horsting PP, De Kleuver M, et al. Risk factors for deep surgical site infections after spinal fusion [J]. Eur Spine J, 2010, 19(10):1711-1719. DOI:10. 1007/s00586-010-1421-y.
- [36] Chaichana KL, Bydon M, Santiago-Dieppa DR, et al. Risk of infection following posterior instrumented lumbar fusion for degenerative spine disease in 817 consecutive cases [J]. J Neurosurg Spine, 2014, 20(1):45-52. DOI:10. 3171/2013. 10. Spine1364.
- [37] Kalfas F, Severi P, Scudieri C. Infection with spinal instrumentation: A 20-year, single-institution experience with review of pathogenesis, diagnosis, prevention, and management [J]. Asian J Neurosurg, 2019, 14(4):1181-1189. DOI:10. 4103/ajns. AJNS_129_19.
- [38] Weinstein MA, McCabe JP, Cammisa FP. Postoperative spinal wound infection: a review of 2,391 consecutive index procedures [J]. J Spinal Disord, 2000, 13(5):422-426. DOI:10. 1097/00002517-200010000-00009.
- [39] Pappou IP, Papadopoulos EC, Sama AA, et al. Postoperative infections in interbody fusion for degenerative spinal disease [J]. Clin Orthop Relat Res, 2006, 444:120-128. DOI:10. 1097/01. blo. 0000203446. 06028. b5.
- [40] Pull ter Gunne AF, Mohamed AS, Skolasky RL, et al. The presentation, incidence, etiology, and treatment of surgical site infections after spinal surgery [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2010, 35(13):1323-1328. DOI:10. 1097/BRS. 0b013e3181bcde61.
- [41] Adam D, Papacoea T, Hornea I, et al. Postoperative spondylodiscitis. A review of 24 consecutive patients [J]. Chirurgia (Bucur), 2014, 109(1):90-94.
- [42] Hwang CJ, Park S, Park JY, et al. Sustained postoperative fever without evident cause after spine instrumentation as an indicator of surgical site infection [J]. J Bone Joint Surg Am, 2020, 102(16): 1434-1444. DOI:10. 2106/JBJS. 19. 01490.
- [43] Karczewski D, Schnake KJ, Osterhoff G, et al. Postoperative spinal implant infections (PSII)-A systematic review: What do we know so far and what is critical about it? [J]. Global Spine J, 2022, 12(6):1231-1246. DOI:10. 1177/21925682211024198.
- [44] Mok JM, Pekmezci M, Piper SL, et al. Use of C-reactive protein after spinal surgery: comparison with erythrocyte sedimentation rate as predictor of early postoperative infectious complications [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33(4):415-421. DOI:10. 1097/BRS. 0b013e318163f9ee.
- [45] Kang BU, Lee SH, Ahn Y, et al. Surgical site infection in spinal



- surgery: detection and management based on serial C-reactive protein measurements[J]. *J Neurosurg Spine*, 2010, 13(2):158-164. DOI:10. 3171/2010. 3. SPINE09403.
- [46] Zheng S, Wang Z, Qin S, et al. Usefulness of inflammatory markers and clinical manifestation for an earlier method to diagnosis surgical site infection after spinal surgery[J]. *Int Orthop*, 2020, 44(11):2211-2219. DOI:10. 1007/s00264-020-04567-0.
- [47] Hoeller S, Roch PJ, Weiser L, et al. C-reactive protein in spinal surgery: more predictive than prehistoric[J]. *Eur Spine J*, 2021, 30(5):1261-1269. DOI:10. 1007/s00586-021-06782-8.
- [48] Aljabi Y, Manca A, Ryan J, et al. Value of procalcitonin as a marker of surgical site infection following spinal surgery[J]. *Surgeon*, 2019, 17(2):97-101. DOI:10. 1016/j. surge. 2018. 05. 006.
- [49] Deguchi M, Shinjo R, Yoshioka Y, et al. The usefulness of serum amyloid A as a postoperative inflammatory marker after posterior lumbar interbody fusion[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2010, 92(4):555-559. DOI:10. 1302/0301-620X. 92B4. 22807.
- [50] Lenski M, Tonn JC, Siller S. Interleukin-6 as inflammatory marker of surgical site infection following spinal surgery[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2021, 163(6):1583-1592. DOI:10. 1007/s00701-020-04628-8.
- [51] Wu X, Ma X, Zhu J, et al. C-reactive protein to lymphocyte ratio as a new biomarker in predicting surgical site infection after posterior lumbar interbody fusion and instrumentation[J]. *Front Surg*, 2022, 9:910222. DOI:10. 3389/fsurg. 2022. 910222.
- [52] Qu S, Sun M, Sun H, et al. C-reactive protein to albumin ratio (CAR) in predicting surgical site infection (SSI) following instrumented posterior lumbar interbody fusion (PLIF)[J]. *Int Wound J*, 2023, 20(1):92-99. DOI:10. 1111/iwj. 13843.
- [53] Paez D, Sathekge MM, Douis H, et al. Comparison of MRI, [¹⁸F] FDG PET/CT, and ^{99m}Tc-UBI 29-41 scintigraphy for postoperative spondylodiscitis-a prospective multicenter study[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2021, 48(6):1864-1875. DOI:10. 1007/s00259-020-05109-x.
- [54] Han JS, Kim SH, Jin SW, et al. The use of gentamicin-impregnated collagen sponge for reducing surgical site infection after spine surgery[J]. *Korean J Spine*, 2016, 13(3):129-133. DOI:10. 14245/kjs. 2016. 13. 3. 129.
- [55] Van Goethem JW, Parizel PM, van den Hauwe L, et al. The value of MRI in the diagnosis of postoperative spondylodiscitis[J]. *Neuroradiology*, 2000, 42(8):580-585. DOI:10. 1007/s00234000 0361.
- [56] Kimura H, Shikata J, Odate S, et al. Pedicle screw fluid sign: An indication on magnetic resonance imaging of a deep infection after posterior spinal instrumentation[J]. *Clin Spine Surg*, 2017, 30(4):169-175. DOI:10. 1097/BSD. 0000000000000040.
- [57] Divi SN, Kepler CK, Segar AH, et al. Role of imaging, tissue sampling, and biomarkers for diagnosis of SSI in spine surgery[J]. *Clin Spine Surg*, 2020, 33(5):E199-E205. DOI:10. 1097/BSD. 000 0000000000868.
- [58] Follenfant E, Balamoutoff N, Lawson-Ayayi S, et al. Added value of [¹⁸F] fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography for the diagnosis of post-operative instrumented spine infection[J]. *Joint Bone Spine*, 2019, 86(4):503-508. DOI:10. 1016/j. jbspin. 2019. 01. 009.
- [59] Kanayama M, Hashimoto T, Shigenobu K, et al. MRI-based decision making of implant removal in deep wound infection after instrumented lumbar fusion[J]. *Clin Spine Surg*, 2017, 30(2): E99-E103. DOI:10. 1097/BSD. 0b013e3182aa4c72.
- [60] Kim SJ, Lee SH, Chung HW, et al. Magnetic resonance imaging patterns of post-operative spinal infection: Relationship between the clinical onset of infection and the infection site[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2017, 60(4):448-455. DOI:10. 3340/jkns. 2015. 0505. 010.
- [61] Pichler L, Li Z, Khakzad T, et al. Microbial spectrum, patient-specific factors, and diagnostics in implant-related postoperative spondylodiscitis[J]. *Bone Jt Open*, 2023, 4(11):832-838. DOI: 10. 1302/2633-1462. 411. BJO-2023-0087. R1.
- [62] Zippelius T, Bürger J, Schömig F, et al. Clinical presentation and diagnosis of acute postoperative spinal implant infection (PSII)[J]. *J Spine Surg*, 2020, 6(4):765-771. DOI:10. 21037/jss-20-587.
- [63] Gnanasegaran G, Paycha F, Strobel K, et al. Bone SPECT/CT in Postoperative Spine[J]. *Semin Nucl Med*, 2018, 48(5):410-424. DOI:10. 1053/j. semnuclmed. 2018. 06. 003.
- [64] McDermott H, Bolger C, Humphreys H. Postprocedural discitis of the vertebral spine: challenges in diagnosis, treatment and prevention[J]. *J Hosp Infect*, 2012, 82(3):152-157. DOI:10. 1016/j. jhin. 2012. 07. 009.
- [65] Laur O, Schonberger A, Gunio D, et al. Imaging assessment of spine infection[J]. *Skeletal Radiol*, 2024, 53(10):2067-2079. DOI:10. 1007/s00256-023-04558-3.
- [66] Park JH, Kim DH, Chai JW, et al. Imaging evaluation of early and long-term complications associated with the postoperative spine[J]. *J Korean Soc Radiol*, 2024, 85(1):36-53. DOI:10. 3348/jksr. 2023. 0147.
- [67] Maiuri F, Iaconetta G, Gallicchio B, et al. Spondylodiscitis. Clinical and magnetic resonance diagnosis[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1997, 22(15):1741-1746. DOI:10. 1097/00007632-1997 08010-00012.
- [68] Kowalski TJ, Layton KF, Berbari EF, et al. Follow-up MR imaging in patients with pyogenic spine infections: lack of correlation with clinical features[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2007, 28(4): 693-699.
- [69] Hayashi D, Roemer FW, Mian A, et al. Imaging features of postoperative complications after spinal surgery and instrumentation[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2012, 199(1):W123-W129. DOI: 10. 2214/AJR. 11. 6497.
- [70] Sampedro MF, Huddleston PM, Piper KE, et al. A biofilm approach to detect bacteria on removed spinal implants[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35(12):1218-1224. DOI:10. 1097/BRS. 0b013e3181c3b2f3.
- [71] Li J, Yan D, Duan L, et al. Percutaneous discectomy and drainage for postoperative intervertebral discitis[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2011, 131(2):173-178. DOI:10. 1007/s00402-010-1115-2.
- [72] Bémer P, Corvec S, Tarel S, et al. Significance of *Propionibacterium acnes*-positive samples in spinal instrumentation[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2008, 33(26): E971-E976. DOI: 10. 1097/ BRS. 0b013e31818e28dc.
- [73] Dobran M, Marini A, Gladi M, et al. Deep spinal infection in instrumented spinal surgery: diagnostic factors and therapy[J]. *G Chir*, 2017, 38(3):124-129. DOI:10. 11138/gchir/2017. 38. 3. 124.
- [74] Rimondi E, Staals EL, Errani C, et al. Percutaneous CT-guided biopsy of the spine: results of 430 biopsies[J]. *Eur Spine J*, 2008, 17(7):975-981. DOI:10. 1007/s00586-008-0678-x.
- [75] Enoch DA, Cargill JS, Laing R, et al. Value of CT-guided biopsy in the diagnosis of septic discitis[J]. *J Clin Pathol*, 2008, 61(6): 750-753. DOI:10. 1136/jcp. 2007. 054296.



- [76] Czuczman GJ, Marrero DE, Huang AJ, et al. Diagnostic yield of repeat CT-guided biopsy for suspected infectious spondylodiscitis[J]. *Skeletal Radiol*, 2018, 47(10):1403-1410. DOI:10.1007/s00256-018-2972-y.
- [77] Lazenec JY, Fourniols E, Lenoir T, et al. Infections in the operated spine: update on risk management and therapeutic strategies[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2011, 97(6 Suppl):S107-S116. DOI:10.1016/j.otsr.2011.07.002.
- [78] Miksić NG. Spinal infections with and without hardware: the viewpoint of an infectious disease specialist[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2013, 23 Suppl 1:S21-S28. DOI:10.1007/s00590-013-1239-5.
- [79] Kullar R, Chisari E, Snyder J, et al. Next-generation sequencing supports targeted antibiotic treatment for culture negative orthopedic infections[J]. *Clin Infect Dis*, 2023, 76(2):359-364. DOI:10.1093/cid/ciac733.
- [80] Blackmur JP, Tang EY, Dave J, et al. Use of broth cultures peri-operatively to optimise the microbiological diagnosis of musculoskeletal implant infections[J]. *Bone Joint J*, 2014, 96-B(11):1566-1570. DOI:10.1302/0301-620X.96B11.33852.
- [81] Wang CX, Huang Z, Fang X, et al. Comparison of broad-range polymerase chain reaction and metagenomic next-generation sequencing for the diagnosis of prosthetic joint infection[J]. *Int J Infect Dis*, 2020, 95:8-12. DOI:10.1016/j.ijid.2020.03.055.
- [82] Zhang N, Ma L, Ding W. The diagnostic value of blood next-generation sequencing in early surgical site infection after spine surgery[J]. *Int J Gen Med*, 2023, 16:37-45. DOI:10.2147/IJGM.S394255.
- [83] Tan J, Liu Y, Ehnert S, et al. The effectiveness of metagenomic next-generation sequencing in the diagnosis of prosthetic joint infection: A systematic review and meta-analysis[J]. *Front Cell Infect Microbiol*, 2022, 12:875822. DOI:10.3389/fcimb.2022.875822.
- [84] Ahsan K, Hasan S, Khan SI, et al. Conservative versus operative management of postoperative lumbar discitis[J]. *J Craniovertebr Junction Spine*, 2020, 11(3):198-209. DOI:10.4103/jcvjs.JCVJS_111_20.
- [85] Lee JS, Ahn DK, Chang BK, et al. Treatment of surgical site infection in posterior lumbar Interbody fusion[J]. *Asian Spine J*, 2015, 9(6):841-848. DOI:10.4184/asj.2015.9.6.841.
- [86] Khan SA, Choudry U, Salim A, et al. Current management trends for surgical site infection after posterior lumbar spinal instrumentation: A systematic review[J]. *World Neurosurg*, 2022, 164:374-380. DOI:10.1016/j.wneu.2022.05.138.
- [87] Zhang T, Lian X, Chen Y, et al. Clinical outcome of postoperative surgical site infections in patients with posterior thoracolumbar and lumbar instrumentation[J]. *J Hosp Infect*, 2022, 128:26-35. DOI:10.1016/j.jhin.2022.06.014.
- [88] Lucasti CJ, Dworkin M, Radcliff KE, et al. What factors predict failure of nonsurgical management of a lumbar surgical site infection?[J]. *Int J Spine Surg*, 2019, 13(3):239-244. DOI:10.14444/6032.
- [89] Yang SC, Chiu YC, Chen HS, et al. Percutaneous endoscopic debridement and drainage for the treatment of instrumented lumbar spine infection[J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2019, 27(3):2309499019863356. DOI:10.1177/2309499019863356.
- [90] Khanna K, Janghala A, Sing D, et al. An analysis of implant retention and antibiotic suppression in instrumented spine infections: A preliminary data set of 67 patients[J]. *Int J Spine Surg*, 2018, 12(4):490-497. DOI:10.14444/5060.
- [91] Chen SH, Lee CH, Huang KC, et al. Postoperative wound infection after posterior spinal instrumentation: analysis of long-term treatment outcomes[J]. *Eur Spine J*, 2015, 24(3):561-570. DOI:10.1007/s00586-014-3636-9.
- [92] Yin D, Liu B, Chang Y, et al. Management of late-onset deep surgical site infection after instrumented spinal surgery[J]. *BMC Surg*, 2018, 18(1):121. DOI:10.1186/s12893-018-0458-4.
- [193] Zeng J, Sun X, Sun Z, et al. Negative pressure wound therapy versus closed suction irrigation system in the treatment of deep surgical site infection after lumbar surgery[J]. *World Neurosurg*, 2019, 127:e389-e395. DOI:10.1016/j.wneu.2019.03.130.
- [94] Shi H, Zhu L, Chen L, et al. A novel technique for treating early deep surgical site infection after posterior lumbar fusion with instrumentation[J]. *World Neurosurg*, 2021, 156:e167-e174. DOI:10.1016/j.wneu.2021.09.016.
- [95] Rohmiller MT, Akbarnia BA, Raiszadeh K, et al. Closed suction irrigation for the treatment of postoperative wound infections following posterior spinal fusion and instrumentation[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35(6):642-646. DOI:10.1097/BRS.0b013e3181b616eb.
- [96] Lian XF, Xu JG, Zeng BF, et al. Continuous irrigation and drainage for early postoperative deep wound infection after posterior instrumented spinal fusion[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2014, 27(8):E315-E317. DOI:10.1097/BSD.0000000000000122.
- [97] Canavese F, Marengo L, Corradin M, et al. Deep postoperative spine infection treated by negative pressure therapy in patients with progressive spinal deformities[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2018, 138(4):463-469. DOI:10.1007/s00402-017-2860-2.
- [98] Watt JP, Dunn RN. The use of vacuum dressings for dead space management in deep surgical site infections allows implant and bone graft retention[J]. *Global Spine J*, 2017, 7(8):756-761. DOI:10.1177/2192568217696694.
- [99] Alcalá-Marquez C, Torrealba R, Mehdod AA, et al. Recurrent surgical site infections in the spine after treatment with the vacuum-assisted closure (VAC) system[J]. *Clin Spine Surg*, 2018, 31(8):351-355. DOI:10.1097/BSD.0000000000000668.
- [100] Lee R, Beder D, Street J, et al. The use of vacuum-assisted closure in spinal wound infections with or without exposed dura[J]. *Eur Spine J*, 2018, 27(10):2536-2542. DOI:10.1007/s00586-018-5612-2.
- [101] Yuan W, Liu X, Zhou X, et al. Management of early deep wound infection after thoracolumbar instrumentation: Continuous irrigation suction system versus vacuum-assisted closure system[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2018, 43(18):E1089-E1095. DOI:10.1097/BRS.0000000000002615.
- [102] Ridwan S, Grote A, Simon M. Safety and efficacy of negative pressure wound therapy for deep spinal wound infections after dural exposure, durotomy, or intradural surgery[J]. *World Neurosurg*, 2020, 134:e624-e630. DOI:10.1016/j.wneu.2019.10.146.
- [103] Ousey KJ, Atkinson RA, Williamson JB, et al. Negative pressure wound therapy (NPWT) for spinal wounds: a systematic review[J]. *Spine J*, 2013, 13(10):1393-1405. DOI:10.1016/j.spinee.2013.06.040.
- [104] Shi H, Zhu L, Jiang ZL, et al. The use of incisional vacuum-assisted closure system following one-stage incision suture combined with continuous irrigation to treat early deep surgical site infection after posterior lumbar fusion with instrumentation[J].



- J Orthop Surg Res, 2021, 16(1):445. DOI:10.1186/s13018-021-02588-y.
- [105] Vender JR, Hester S, Houle PJ, et al. The use of closed-suction irrigation systems to manage spinal infections[J]. J Neurosurg Spine, 2005, 3(4):276-282. DOI:10.3171/spi.2005.3.4.0276.
- [106] 陈飞, 吕国华, 康意军, 等. 胸腰椎后路内固定术后深部感染的治疗[J]. 中华外科杂志, 2005, 43(20):1325-1327. DOI:10.3760/j.issn.0529-5815.2005.20.008.
- [107] Di Silvestre M, Bakaloudis G, Lolli F, et al. Late-developing infection following posterior fusion for adolescent idiopathic scoliosis[J]. Eur Spine J, 2011, 20Suppl 1(Suppl 1):S121-S127. DOI:10.1007/s00586-011-1754-1.
- [108] Lall RR, Wong AP, Lall RR, et al. Evidence-based management of deep wound infection after spinal instrumentation[J]. J Clin Neurosci, 2015, 22(2):238-242. DOI:10.1016/j.jocn.2014.07.010.
- [109] Tsubouchi N, Fujibayashi S, Otsuki B, et al. Risk factors for implant removal after spinal surgical site infection[J]. Eur Spine J, 2018, 27(10):2481-2490. DOI:10.1007/s00586-017-5294-1.
- [110] Maruo K, Berven SH. Outcome and treatment of postoperative spine surgical site infections: predictors of treatment success and failure[J]. J Orthop Sci, 2014, 19(3):398-404. DOI:10.1007/s00776-014-0545-z.
- [111] Picada R, Winter RB, Lonstein JE, et al. Postoperative deep wound infection in adults after posterior lumbosacral spine fusion with instrumentation: incidence and management[J]. J Spinal Disord, 2000, 13(1):42-45. DOI:10.1097/00002517-200002000-00009.
- [112] Núñez-Pereira S, Pellisé F, Rodríguez-Pardo D, et al. Implant survival after deep infection of an instrumented spinal fusion[J]. Bone Joint J, 2013, 95-B(8):1121-1126. DOI:10.1302/0301-620X.95B8.30784.
- [113] Tominaga H, Setoguchi T, Kawamura H, et al. Risk factors for unavoidable removal of instrumentation after surgical site infection of spine surgery: A retrospective case-control study[J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95(43):e5118. DOI:10.1097/MD.00000000000005118.
- [114] Divi SN, Kepler CK, Boody BS, et al. Consensus on implants in infections after spine surgery[J]. Clin Spine Surg, 2020, 33(4):163-171. DOI:10.1097/bsd.0000000000000855.
- [115] Prinz V, Vajkoczy P. Surgical revision strategies for postoperative spinal implant infections (PSII)[J]. J Spine Surg, 2020, 6(4):777-784. DOI:10.21037/jss-20-514.
- [116] Billières J, Uçkay I, Faundez A, et al. Variables associated with remission in spinal surgical site infections[J]. J Spine Surg, 2016, 2(2):128-134. DOI:10.21037/jss.2016.06.06.
- [117] Karamian BA, Lambrechts MJ, Sirch F, et al. Does postoperative spine infection bacterial gram type affect surgical debridement or antibiotic duration?[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2022, 47(21):1497-1504. DOI:10.1097/BRS.0000000000004405.
- [118] Tan T, Lee H, Huang MS, et al. Prophylactic postoperative measures to minimize surgical site infections in spine surgery: systematic review and evidence summary[J]. Spine J, 2020, 20(3):435-447. DOI:10.1016/j.spinee.2019.09.013.
- [119] Messina AF, Berman DM, Ghazarian SR, et al. The management and outcome of spinal implant-related infections in pediatric patients: a retrospective review[J]. Pediatr Infect Dis J, 2014, 33(7):720-723. DOI:10.1097/INF.0000000000000264.
- [120] Miyazaki S, Kakutani K, Maeno K, et al. Surgical debridement with retention of spinal instrumentation and long-term antimicrobial therapy for multidrug-resistant surgical site infections after spinal surgery: a case series[J]. Int Orthop, 2016, 40(6):1171-1177. DOI:10.1007/s00264-015-3073-3.
- [121] Wille H, Dauchy FA, Desclaux A, et al. Efficacy of debridement, antibiotic therapy and implant retention within three months during postoperative instrumented spine infections[J]. Infect Dis (Lond), 2017, 49(4):261-267. DOI:10.1080/23744235.2016.1255351.
- [122] Kepler CK, Divi SN, Russo GS, et al. Consensus on the role of antibiotic use in SSI following spinal surgery[J]. Clin Spine Surg, 2020, 33(3):E116-E126. DOI:10.1097/bsd.0000000000000856.
- [123] Prost M, Röckner ME, Flüh G, et al. Surgical site infection after posterior stabilization of the spine - When do we have to remove the implants?[J]. Clin Spine Surg, 2023, 36(4):E135-E138. DOI:10.1097/bsd.0000000000001388.
- [124] Hong HS, Chang MC, Liu CL, et al. Is aggressive surgery necessary for acute postoperative deep spinal wound infection?[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33(22):2473-2478. DOI:10.1097/BRS.0b013e3181894ff0.
- [125] Mirovsky Y, Floman Y, Smorgick Y, et al. Management of deep wound infection after posterior lumbar interbody fusion with cages[J]. J Spinal Disord Tech, 2007, 20(2):127-131. DOI:10.1097/01.bsd.0000211266.66615.e5.
- [126] Shaffer WO, Baisden JL, Fernand R, et al. An evidence-based clinical guideline for antibiotic prophylaxis in spine surgery[J]. Spine J, 2013, 13(10):1387-1392. DOI:10.1016/j.spinee.2013.06.030.
- [127] Chakravarthy VB, Yokoi H, Coughlin DJ, et al. Development and implementation of a comprehensive spine surgery enhanced recovery after surgery protocol: the cleveland clinic experience[J]. Neurosurg Focus, 2019, 46(4):E11. DOI:10.3171/2019.1.FOCUS18696.
- [128] Lener S, Hartmann S, Barbagallo GMV, et al. Management of spinal infection: a review of the literature[J]. Acta Neurochir (Wien), 2018, 160(3):487-496. DOI:10.1007/s00701-018-3467-2.
- [129] Yuan Y, Wang SK, Chai XY, et al. The implementation of enhanced recovery after surgery pathway in patients undergoing posterior thoracolumbar fusion for degenerative spinal deformity[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2023, 24(1):29. DOI:10.1186/s12891-023-06146-x.
- [130] Nasto LA, Colangelo D, Rossi B, et al. Post-operative spondylodiscitis[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2012, 16 Suppl 2:50-57.
- [131] Dietz N, Sharma M, Adams S, et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) for spine surgery: A systematic review[J]. World Neurosurg, 2019, 130:415-426. DOI:10.1016/j.wneu.2019.06.181.

(收稿日期:2024-08-10)

本文引用格式

郭柱, 王超, 相宏飞, 等. 脊柱创伤手术部位感染诊疗临床循证指南(2024版)[J]. 中华创伤杂志, 2024, 40(12): 1057-1070. DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20240810-00478.

