

骨质疏松性椎体骨折不愈合临床诊疗指南 (2025 版)

司海朋¹ 李乐¹ 钮俊杰² 张文灿¹ 魏富鑫³ 袁金秋³ 杨强⁴ 王洪立⁵ 王光超⁶
陈诗鸿⁷ 陈允震¹ 程晓光⁸ 董健文⁹ 冯世庆⁷ 顾锐¹⁰ 海涌¹¹ 侯天勇¹² 黄博¹³
江晓兵¹⁴ 臧磊¹¹ 李春海¹⁵ 李念虎¹⁶ 林华¹⁷ 刘宏建¹⁸ 刘鹏¹⁹ 刘新宇¹ 陆声²⁰
鲁世保²¹ 罗春山²² 吕超亮²³ 吕维加²⁴ 马学晓²⁵ 梅伟²⁶ 孟纯阳²⁷ 申才良²⁸
宋纯理²⁹ 宋若先³⁰ 苏佳灿⁶ 滕红林³¹ 盛辉³² 王贝宇³³ 王炳武³⁴ 王亮³⁵
王向阳³⁶ 吴南³⁷ 许国华³⁸ 夏亚一³⁹ 徐进⁴⁰ 徐又佳⁴¹ 许建中¹² 杨操⁴² 杨茂伟⁴³
杨子斌⁴⁴ 叶晓健⁴⁵ 于海龙⁴⁶ 余希杰³³ 岳华⁴⁷ 曾至立⁴⁸ 詹新立⁴⁹ 张辉⁵⁰
张培训⁵¹ 张为⁵² 章振林⁴⁷ 仇建国³⁷ 朱腾月⁵³ 刘强⁵⁴ 杨惠林²

中华医学会骨科学分会微创外科学组 中国医师协会骨科医师分会骨质疏松工作委员会 中国康复医学会骨质疏松预防与康复专业委员会 中国老年保健协会骨科微创分会

¹山东大学齐鲁医院, 济南 250012; ²苏州大学附属第一医院, 苏州 215006; ³中山大学附属第七医院, 深圳 518131; ⁴天津市天津医院, 天津 300211; ⁵复旦大学附属华山医院, 上海 200040; ⁶上海交通大学医学院附属新华医院, 上海 200092; ⁷山东大学第二医院, 济南 250000; ⁸北京积水潭医院, 北京 100035; ⁹中山大学附属第三医院, 广州 510630; ¹⁰吉林大学白求恩第三医院, 长春 130022; ¹¹首都医科大学附属北京朝阳医院, 北京 100020; ¹²陆军军医大学第一附属医院, 重庆 400038; ¹³陆军军医大学第二附属医院, 重庆 400037; ¹⁴广州医科大学附属第二医院, 广州 510405; ¹⁵中山大学孙逸仙纪念医院, 广州 510120; ¹⁶山东中医药大学附属医院, 济南 250011; ¹⁷南京大学医学院附属鼓楼医院, 南京 210000; ¹⁸郑州大学第一附属医院, 郑州 450018; ¹⁹陆军军医大学陆军特色医学中心, 重庆 400042; ²⁰云南省第一人民医院, 昆明 650034; ²¹首都医科大学宣武医院, 北京 100053; ²²贵州省骨科医院, 贵阳 550014; ²³济宁市第一人民医院, 济宁 272002; ²⁴中国科学院深圳先进技术研究院, 深圳 518055; ²⁵青岛大学附属医院, 青岛 266003; ²⁶郑州市骨科医院, 郑州 450052; ²⁷济宁医学院附属医院, 济宁 272000; ²⁸安徽医科大学第一附属医院, 合肥 230000; ²⁹北京大学第三医院, 北京 100083; ³⁰中国人民解放军联勤保障部队第九六〇医院, 济南 250012; ³¹温州医科大学附属第一医院, 温州 325035; ³²同济大学附属第十人民医院, 上海 201821; ³³四川大学华西医院, 成都 610041; ³⁴潍坊市人民医院, 潍坊 261041; ³⁵南方医科大学第三附属医院, 广州 510630; ³⁶温州医科大学附属第二医院, 温州 325027; ³⁷北京协和医院, 北京 100732; ³⁸海军军医大学第二附属医院, 上海 200003; ³⁹兰州大学第二附属医院, 兰州 730030; ⁴⁰山东省立医院, 济南 250021; ⁴¹苏州大学附属第二医院, 苏州 215004; ⁴²华中科技大学同济医学院附属协和医院, 武汉 430022; ⁴³中国医科大学附属第一医院, 沈阳 110001; ⁴⁴大理白族自治州人民医院, 大理 671000; ⁴⁵上海市同仁医院, 上海 200336; ⁴⁶中国人民解放军北部战区总医院, 沈阳 110055; ⁴⁷上海交通大学医学院附属第六人民医院, 上海 200223; ⁴⁸同济大学附属同济医院, 上海 200065; ⁴⁹广西医科大学附属第一医院, 南宁 510120;



⁵⁰甘肃省人民医院,兰州 730000; ⁵¹北京大学人民医院青岛医院,青岛 266000;
⁵²河北医科大学第三医院,石家庄 050051; ⁵³中国人民解放军总医院第六医学中心,
 北京 100048; ⁵⁴山西白求恩医院,太原 030032

通信作者:司海朋, Email: sihaipeng1978@email.sdu.edu.cn; 杨强, Email: yangqiang1980@126.com; 刘强, Email: sxdyylq001@126.com; 杨惠林, Email: suzhospine@163.com

【摘要】 骨质疏松性椎体骨折(OVF)不愈合多见于老年人,可导致顽固性疼痛、椎体塌陷、进行性加重的后凸畸形和神经功能障碍,极大降低患者生活质量。OVF的诊断与治疗面临诸多争议,包括OVF不愈合的临床诊断与分期标准、手术指征把握与术式选择、术后康复方案制订等关键问题。目前,国内针对OVF不愈合的诊疗仍缺乏规范的临床指南或专家共识。为此,由中华医学会骨科学分会微创外科学组、中国医师协会骨科医师分会骨质疏松工作委员会、中国康复医学会骨质疏松预防与康复专业委员会及中国老年保健协会骨科微创分会组织国内脊柱外科、内分泌科及康复领域的相关专家,基于现有文献及临床经验,遵循科学性和实用性原则,制订《骨质疏松性椎体骨折不愈合临床诊疗指南(2025版)》,针对OVF不愈合的诊断和治疗提出13条推荐意见,为OVF不愈合的规范诊疗提供依据。

【关键词】 骨质疏松; 脊柱骨折; 骨折, 不愈合; 指南

【中图分类号】 R683.2; R687.3; R58.9

国际实践指南注册与透明化平台: PREPARE-2024CN892

DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20250628-00371

Clinical guideline for diagnosis and treatment of nonunion of osteoporotic vertebral fractures (version 2025)

Si Haipeng¹, Li Le¹, Niu Junjie², Zhang Wencan¹, Wei Fuxin³, Yuan Jinqiu³, Yang Qiang⁴, Wang Hongli⁵, Wang Guangchao⁶, Chen Shihong⁷, Chen Yunzhen¹, Cheng Xiaoguang⁸, Dong Jianwen⁹, Feng Shiqing⁷, Gu Rui¹⁰, Hai Yong¹¹, Hou Tianyong¹², Huang Bo¹³, Jiang Xiaobing¹⁴, Zang Lei¹¹, Li Chunhai¹⁵, Li Nianhu¹⁶, Lin Hua¹⁷, Liu Hongjian¹⁸, Liu Peng¹⁹, Liu Xinyu¹, Lu Sheng²⁰, Lu Shibao²¹, Luo Chunshan²², Lv Chaoliang²³, Lv Weijia²⁴, Ma Xuexiao²⁵, Mei Wei²⁶, Meng Chunyang²⁷, Shen Cailiang²⁸, Song Chunli²⁹, Song Ruoxian³⁰, Su Jiaca⁶, Teng Honglin³¹, Sheng Hui³², Wang Beiyu³³, Wang Bingwu³⁴, Wang Liang³⁵, Wang Xiangyang³⁶, Wu Nan³⁷, Xu Guohua³⁸, Xia Yayi³⁹, Xu Jin⁴⁰, Xu Youjia⁴¹, Xu Jianzhong¹², Yang Cao⁴², Yang Maowei⁴³, Yang Zibin⁴⁴, Ye Xiaojian⁴⁵, Yu Hailong⁴⁶, Yu Xijie³³, Yue Hua⁴⁷, Zeng Zhili⁴⁸, Zhan Xinli⁴⁹, Zhang Hui⁵⁰, Zhang Peixun⁵¹, Zhang Wei⁵², Zhang Zhenlin⁴⁷, Zhang Jianguo³⁷, Zhu Tengyue⁵³, Liu Qiang⁵⁴, Yang Huilin²

Minimally Invasive Surgery Group, Chinese Orthopedic Association; Osteoporosis Committee, Chinese Association of Orthopedic Surgeons; Prevention and Rehabilitation Committee for Osteoporosis, Chinese Association of Rehabilitation Medicine; Minimally Invasive Orthopedic Surgery Branch, China Association for Geriatric Care

¹Qilu Hospital of Shandong University, Jinan 250012, China; ²First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215006, China; ³Seventh Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Shenzhen 518131, China; ⁴Tianjin Hospital, Tianjin 300211, China; ⁵Huashan Hospital Affiliated to Fudan University, Shanghai 200040, China; ⁶Xinhua Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200092, China; ⁷Second Hospital of Shandong University, Jinan 250000, China; ⁸Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China; ⁹Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, China; ¹⁰Third Bethune Hospital of Jilin University, Changchun 130022, China; ¹¹Affiliated Beijing Chaoyang Hospital of Capital Medical University, Beijing 100020, China; ¹²First Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400038, China; ¹³Second Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400037, China; ¹⁴Second Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510405, China; ¹⁵Sun Yat-sen Memorial Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510120, China; ¹⁶Affiliated Hospital of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250011, China; ¹⁷Affiliated Drum Tower Hospital, Medical School of Nanjing University, Nanjing 210000, China; ¹⁸First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450018, China; ¹⁹Army Medical Center, Army Medical University, Chongqing 400042, China; ²⁰First People's Hospital of Yunnan Province, Kunming 650034, China; ²¹Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China; ²²Guizhou Provincial Orthopedic Hospital, Guiyang 550014, China; ²³Jining First People's Hospital, Jining 272002, China; ²⁴Shenzhen Institute of Advanced Technology, Chinese Academy of



Science, Shenzhen 518055, China; ²⁵Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266003, China; ²⁶Zhengzhou Orthopedic Hospital, Zhengzhou 450052, China; ²⁷Affiliated Hospital of Jining Medical University, Jining 272000, China; ²⁸First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230000, China; ²⁹Peking University Third Hospital, Beijing 100083, China; ³⁰960th Hospital of the Joint Logistics Support Force of the PLA, Jinan 250012, China; ³¹First Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University, Wenzhou 325035, China; ³²Shanghai Tenth People's Hospital of Tongji University, Shanghai 201821, China; ³³West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; ³⁴Weifang People's Hospital, Weifang 261041, China; ³⁵Third Affiliated Hospital of Southern Medical University, Guangzhou 510630, China; ³⁶Second Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University, Wenzhou 325027, China; ³⁷Peking Union Medical College Hospital, Beijing 100732, China; ³⁸Second Affiliated Hospital of Naval Medical University, Shanghai 200003, China; ³⁹Second Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730030, China; ⁴⁰Shandong Provincial Hospital, Jinan 250021, China; ⁴¹Second Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215004, China; ⁴²Union Hospital Affiliated to Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, China; ⁴³First Hospital of China Medical University, Shenyang 110001, China; ⁴⁴Dali Bai Autonomous Prefecture People's Hospital, Dali 671000, China; ⁴⁵Shanghai Tongren Hospital, Shanghai 200336, China; ⁴⁶Northern Theater Command General Hospital of the PLA, Shenyang 110055, China; ⁴⁷Shanghai Sixth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200223, China; ⁴⁸Tongji Hospital Affiliated to Tongji University, Shanghai 200065, China; ⁴⁹First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning 510120, China; ⁵⁰Gansu People's Hospital, Lanzhou 730000, China; ⁵¹Qingdao Hospital, Peking University People's Hospital, Qingdao 266000, China; ⁵²Third Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050051, China; ⁵³Sixth Medical Center of General Hospital of the PLA, Beijing 100048, China; ⁵⁴Shanxi Bethune Hospital, Taiyuan 030032, China

Corresponding authors: Si Haipeng, Email: sihaipeng1978@email.sdu.edu.cn; Yang Qiang, Email: yangqiang1980@126.com; Liu Qiang, Email: sxdyylq001@126.com; Yang Huilin, Email: suzhouspine@163.com

【Abstract】 Nonunion of osteoporotic vertebral fractures (OVF), predominantly affecting the elderly, can lead to intractable pain, vertebral collapse, progressive kyphotic deformity, and neurological impairment, significantly compromising patients' quality of life. There exists considerable debate on diagnosis and management of OVF, encompassing key issues such as clinical diagnosis and staging criteria for nonunion, surgical indications and procedure selection, and postoperative rehabilitation planning. Currently, there lacks standardized clinical guideline and expert consensus on the diagnosis and management of OVF nonunion in China. To address this gap, Minimally Invasive Surgery Group of Chinese Orthopedic Association, Osteoporosis Committee of Chinese Association of Orthopedic Surgeons, Prevention and Rehabilitation Committee for Osteoporosis of Chinese Association of Rehabilitation Medicine and Minimally Invasive Orthopedic Surgery Branch of China Association for Geriatric Care jointly organized domestic experts in spinal surgery, endocrinology, and rehabilitation to formulate the *Clinical guideline for the diagnosis and treatment for nonunion of osteoporotic vertebral fractures (version 2025)*, based on existing literature and clinical experience and adhering to principles of scientific rigor and practicality. The guideline provided 13 evidence-based recommendations encompassing diagnosis and treatment of OVF nonunion, aiming to standardize its clinical management.

【Key words】 Osteoporosis; Spinal fractures; Fractures, ununited; Guidebooks

Practice guideline registration for transparency: PREPARE-2024CN892

DOI:10.3760/cma.j.cn501098-20250628-00371

骨质疏松性椎体骨折(osteoporotic vertebral fractures, OVF)不愈合是指在骨质疏松症的基础上椎体发生骨折,经过充分治疗和数周或数月恢复,骨折部位依然未形成骨性连接,骨折断端仍然分离^[1]。也有学者称之为 Kümmell 病,但 Kümmell 病主要是指老年人在轻微外伤致脊柱疼痛,经历几周至几个月无症状期后,同一部位再次出现疼痛、症状加重并逐渐进展为脊柱后凸畸凸的现象,其更侧重于椎体裂隙征及包含骨质疏松症以外的病因。据统计,OVF 不愈合的概率为 7%~37%^[2]。OVF 不愈合最终

会导致患者顽固性疼痛、椎体塌陷、进行性加重的后凸畸形和神经功能障碍,极大降低患者的生活质量^[3-4]。随着我国人口老龄化,OVF 逐年增多,伴随出现的不愈合逐渐受到临床医师重视。然而,OVF 不愈合的诊断与治疗仍存在诸多争议,包括 OVF 不愈合的临床诊断与分期标准、手术指征把握与术式选择、术后康复方案制订等关键问题。尽管近年来国内已陆续发布多部 OVF 诊疗相关的专家共识与指南,但针对 OVF 不愈合这一特定临床问题的关注仍显欠缺,导致 OVF 不愈合患者的诊治存在不及



时、不规范的现象。目前,国内尚未形成针对 OVF 不愈合诊疗的规范指南或共识。因此,由中华医学学会骨科学分会微创外科学组、中国医师协会骨科医师分会骨质疏松工作委员会、中国康复医学会骨质疏松预防与康复专业委员会及中国老年保健协会骨科微创分会组织国内相关专家,参考国内外相关领域最新指南、共识和临床研究等,遵循循证医学的原则,制订《骨质疏松性椎体骨折不愈合临床诊疗指南(2025 版)》(以下简称“本指南”),针对 OVF 不愈合的诊断和治疗提出 13 条推荐意见,为 OVF 不愈合的规范诊疗提供依据。

1 指南制订流程

1.1 指南发起单位

本指南由中华医学学会骨科学分会微创外科学组、中国医师协会骨科医师分会骨质疏松工作委员会、中国康复医学会骨质疏松预防与康复专业委员会及中国老年保健协会骨科微创分会倡议并负责制订,依托本领域的循证医学专家提供方法学和证据支持。

本指南主要针对 OVF 不愈合的诊断、影像学评估、分型、治疗及康复等方面,组织专家组进行讨论、论证并提出问题,经过整理、归纳与总结,最终确定 13 个临床问题纳入本指南。

1.2 组建指南工作组

本指南根据中华医学会《中国制订/修订临床诊疗指南的指导原则(2022 版)》的流程制订^[5]。指南工作组于 2024 年 6 月成立,并依次组建指导委员会、专家组、秘书组及外审专家组共 4 个工作组。指导委员会由 5 名脊柱外科领域专家组成。专家组由 68 名国内脊柱外科、内分泌科及康复领域的相关专家组成,成员为全国各省(直辖市、自治区)相关领域的一线专家。秘书组由 3 名脊柱外科医师组成。外审专家组由 6 名从事脊柱外科领域相关研究且与本指南无利益冲突的专家组成。

1.3 指南注册

本指南已于 2024 年 7 月在国际指南注册与透明化平台完成双语注册,注册号:PREPARE-2024CN892。该平台尚未见与本指南主题相同或相关的注册记录。

1.4 利益冲突声明与处理

参与指南编订工作的所有成员需对利益关系作出声明,并签署、完成利益冲突声明表。秘书组

将对所有成员是否适宜参与本指南的制订进行综合评估。所有作者已声明无任何利益冲突。

1.5 临床问题调研与确定

本指南涉及临床问题严格遵循指南制订的标准流程来确定。工作组采用线上、线下问卷形式,向长期工作在临床一线专家组征集 OVF 不愈合诊疗实践中最关注的临床问题。同时广泛检索并严格评估相关文献,形成文献来源问题。经过对问题进行去重、合并,最终形成包含诊断、治疗、康复全过程的 13 个候选问题。专家组围绕候选问题展开深入讨论与论证,根据严格评估候选问题所对应的证据文献和证据等级,最终形成基于循证证据的推荐意见。

1.6 文献检索过程

针对纳入的临床问题,解构为人群、干预、对照和结局(PICO)格式。根据解构的临床问题进行证据检索,以“Kümmell’s disease”“Kummell’s disease”“spinal fractures”“osteoporotic vertebral fractures”“fractures, nonunion”“vertebral compression fractures”“delayed union”“intravertebral vacuum cleft”“pseudarthrosis”“compression fractures”“vertebral osteonecrosis”“delayed vertebral collapse”“Kümmell’s 病”“Kummell’s 病”“脊柱骨折”“骨质疏松性椎体骨折”“骨折,骨不连”“椎体压缩性骨折”“骨折延迟愈合”“椎体真空裂隙”“假关节”“压缩性骨折”“椎体骨坏死”“延迟性椎体塌陷”等作为关键词,检索 PubMed、Web of Science、万方数据知识服务平台、中国生物医学文献数据库、中国知网和维普期刊网等数据库。检索时限为建库至 2025 年 3 月。文献纳入标准:(1)研究内容为 OVF 不愈合的诊断、影像学评估、分型及治疗等;(2)研究对象为成人患者;(3)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。文献排除标准:(1)个案报告、会议摘要、信件、评论;(2)文献内容前后严重不符。共检索到 282 篇文献(英文 147 篇,中文 135 篇)。根据文献纳入及排除标准,进行题目、摘要、全文排除和参考文献追踪,最终纳入 90 篇证据文献,其中中英文 72 篇,中文 18 篇。

1.7 证据质量与推荐强度分级

本指南对纳入的文献采用证据推荐分级评估、制订与评估(GRADE)体系^[6]对证据质量进行分级,分为 I~IV 级(表 1)。本指南推荐意见的强度参考 GRADE 体系推荐强度分为强和弱两类(表 2)。

表 1 GRADE 证据质量分级

证据等级	证据质量
I	高质量 RCT、权威指南、高质量系统综述及 Meta 分析
II	有一定局限性的 RCT、队列研究及病例对照研究
III	观察性研究
IV	系列病例观察、个案报告

注: GRADE 为证据推荐分级评估、制订与评价, RCT 为随机对照试验

表 2 GRADE 推荐强度

推荐强度	定义
强	明确显示干预措施利大于弊或弊大于利
弱	利弊不确定或无论质量高低的证据均显示利弊相当

注: GRADE 为证据推荐分级评估、制订与评价

1.8 推荐意见形成

根据检索所得证据的质量, 拟定推荐意见决策表, 明确各条推荐意见、支持文献及其对应的证据等级。形成推荐意见决策后, 组织专家对推荐意见进行投票表决, 参照 GRADE 体系达成共识, 并明确每条推荐意见的强度(强/弱推荐)。当专家组对推荐意见分歧较大时, 根据实际情况确定推荐强度产生方法。第一, 推荐或反对某一干预措施至少需要 50% 的专家认可, <20% 的则选择替代措施, 未满足此项标准将不产生推荐意见。第二, 推荐意见被列为强推荐或弱推荐, 则需要得到至少 70% 的专家认可。最终, 经专家组投票推荐及指导委员会讨论, 确定纳入指南的 13 条推荐意见。本指南适用人群涵盖骨科、神经外科、疼痛科、康复科的医护人员。本指南目标人群: OVF 不愈合患者, 无论是否合并脊柱后凸畸形, 以及是否合并脊髓、马尾神经、神经根损伤。

1.9 推荐意见的外审及批准

在完成最终版的指南草案后, 进行外审专家组的同行评审。通过整体梳理外审专家组的评审意见, 对存在争议或证据等级不足的推荐意见进行补充论证与针对性修订, 并提交指导委员会进行科学性和适用性评估, 经指导委员会最终审核并批准后予以正式发布

1.10 指南的发布、更新及修订

按照卫生实践指南报告标准(RIGHT)^[7]要求完成指南的撰写及发布工作, 汇报指南的制订流程与具体内容。指南的中文全文发表在《中华创伤杂志》上, 并计划在 3~5 年内根据临床问题的增补情况

和检索证据更新情况, 适时对本指南的推荐意见进行补充和更新。

1.11 指南推广

本指南发布后, 将依托中华医学会、中国医师协会、医学平台发布指南全文、结构化解读; 联合医院信息部门, 推动指南融入医疗服务全流程; 主动对接区域医疗质量管理规范, 扩大指南应用覆盖面; 建立推广效果监测机制, 收集临床应用的难点与建议, 形成指南迭代的良性循环。

2 OVF 不愈合诊断的推荐意见

OVF 不愈合作为在骨质疏松基础上椎体发生骨折后的特定情况, 需结合临床症状、体检、影像学及血液学及病理学检查进行综合诊断。同时, 诊断时应明确其临床分期, 为患者制订个体化治疗方案提供依据。

2.1 临床症状

推荐意见 1: 患者常表现为慢性腰背部疼痛, 问诊时应重点询问患者的外伤史及疼痛的变化并评估脊柱后凸畸形情况(推荐强度: 强)。

共纳入文献证据 5 项, 其中 I 级证据 3 项^[8-10], IV 级证据 2 项^[11-12]。

OVF 不愈合经历渐进式的发展阶段, 在发病前常有外伤史或轻微外伤史, 随后出现腰背部疼痛, 这些症状可能经历一段时间的缓解期, 然后再次出现并加重至活动受限, 再到顽固性疼痛、椎体塌陷, 甚至神经功能障碍^[8-9]。患者可能伴有脊柱后凸畸形, 并伴有局部压痛及叩击痛^[10]。患者的腰背部疼痛通常表现为慢性胸、腰背部疼痛, 活动后加剧, 休息后减轻^[11]。部分患者可伴有胸腹部放射痛, 或向腹部、肋间、骶髂部及臀部放射的牵涉痛, 同时存在不同程度的活动受限, 少数患者可能出现神经功能障碍的症状^[12]。

2.2 影像学检查

推荐意见 2: 对于疑似 OVF 不愈合患者, 若 X 线检查无法明确诊断, 需进一步采用 CT 及 MRI 进行鉴别; 若存在肿瘤或感染性病变风险可联合核医学检查辅助鉴别(推荐强度: 强)。

共纳入文献证据 9 项, 其中 I 级证据 3 项^[13-15], II 级证据 2 项^[16-17], III 级证据 3 项^[18-20], IV 级证据 1 项^[21]。

X 线检查可作为疑似 OVF 不愈合患者的初筛手段, 其典型表现为椎体压缩、楔形变或塌陷, 以及椎体内真空裂隙征(IVC)^[13]。动态 X 线通过测量动力



位开合征和 Cobb 角可评估椎体稳定性及后凸畸形程度,但需注意 X 线对 IVC 的检出依赖于裂隙宽度,阴性结果不能排除不愈合^[20]。

若 X 线片提示可疑 IVC 或需明确骨折细节,则需行 CT 联合矢状位、冠状位重建。矢状位和冠状位 CT 重建有助于精确定位 IVC,并检测其形态及椎体各周壁的完整性^[21]。此外,CT 还能清晰显示骨折断端的硬化情况,为判断骨折愈合状态提供依据^[15]。基于定量 CT 的三维骨密度分析可精准评估骨量流失程度与分布,识别骨小梁微结构破坏(如骨空洞),为 OVF 的病因分析及预后判断提供全面信息。将三维骨密度分布信息与生物力学分析技术结合,分析愈合区域的力学响应,可预测骨生长趋势,并指导个体化治疗。

当 CT 诊断存疑或需评估神经压迫风险时,应行 MRI 检查^[17]。MRI 的软组织分辨率优势可明确分型^[14]:A 型(液体型),在 T1WI 上呈低信号,在 T2WI 上呈高信号,表明椎体内有液体积聚,提示活跃的骨坏死和吸收过程;B 型(压缩型),椎体前柱高度明显减低而后柱无明显改变,T1WI 低信号,T2WI 中等信号,提示骨坏死、肉芽形成、骨髓纤维化、反应性新生骨形成;C 型(肉芽组织型),在 T2WI 及脂肪抑制序列上表现为中央高信号区域被外围低信号带环绕,反映外围硬化组织包裹新生肉芽组织的现象;D 型(混合型),MRI 表现为以上各型的混合表现。此外,MRI 可精准判断硬膜囊及神经根受压情况。对于存在非典型表现者(如 IVC 合并椎弓根破坏、多椎体病变伴全身症状),需补充核医学检查^[16][如发射型计算机断层成像(ECT)、正电子发射计算机断层显像(PET)/CT]。全身骨显像 ECT 中,骨质疏松性骨折常表现为局灶性核素浓聚,而多发性骨髓瘤呈“冷区”;PET/CT 可通过代谢活性鉴别肿瘤可能^[18-19]。

2.3 血液学检查

推荐意见 3:对于影像学检查存在 IVC 的患者,可行骨代谢标志物五项、血常规、血生化、钙磷水平及碱性磷酸酶(ALP)检测;若怀疑其他病变,可按需行炎症指标等辅助检测(**推荐强度:强**)。

共纳入文献证据 4 项,其中 I 级证据 3 项^[22-24], II 级证据 1 项^[25]。

随着 OVF 不愈合时长的延长,骨代谢标志物五项 [I 型前胶原氨基端延长肽(PINP)、 β 型胶原羧基端肽(β -CTX)、骨钙素、25-羟基维生素 D、甲状旁腺激

素]可用于监测影像学检查存在 IVC 患者的骨代谢活动水平,反映其骨折愈合状态^[22]。血常规、血生化、钙磷水平及 ALP 检查有助于评估患者的全身健康状况及骨骼代谢状态^[23,25]。在与急性 OVF 进行鉴别诊断时,炎症指标如 C-反应蛋白和红细胞沉降率有助于排除炎症性疾病;对于疑似骨结核或椎体骨髓炎者,建议补充结核感染 T 细胞斑点试验等特异性检测以排除结核性病变。此外,通过检测肿瘤标志物可排除椎体的恶性病变。对于内分泌问题相关的骨质疏松症,应检测甲状腺功能、雌激素和睾酮水平^[24]。上述化验检查可作为辅助手段,帮助医师全面评估患者状况,制订合适的治疗方案。

2.4 骨质疏松状况评估

推荐意见 4:对于影像学检查存在 IVC 的患者,应采用双能 X 线吸收测定法(DXA)评估骨质疏松程度(**推荐强度:强**)。

共纳入文献证据 5 项,其中 I 级证据 3 项^[26-28], II 级证据 2 项^[29-30]。

对于影像学检查存在 IVC 的患者,应该充分评估骨质疏松状况,除上述血液学检查外,DXA 评估必不可少。根据 DXA 检测结果, $-2.5 \text{ SD} < T \text{ 值} < -1.0 \text{ SD}$ 是骨量减少, $T \text{ 值} \leq -2.5 \text{ SD}$ 是骨质疏松, $T \text{ 值} \leq -2.5 \text{ SD}$ 合并脆性骨折是严重骨质疏松^[26-27]。此外,定量 CT(QCT)能够精确定量检测人体骨密度,包括皮质骨和松质骨密度,较 DXA 更敏感准确^[28],且测量不受身高、体质量、脊柱增生、退变和血管钙化的影响。虽然 QCT 在技术上具有优势,但其费用通常比 DXA 高,且目前并非所有医疗机构具备行 QCT 检测的条件。更多的医疗机构常配备普通 CT 设备,CT 值是衡量人体组织密度的一个量化指标,虽然非专门用于骨密度测量,但当无法实施 DXA/QCT 检测时,可参考 L₁ 椎体的 CT 值进行初筛(例如 L₁ 椎体平均 CT 值 $< 110 \text{ HU}$ 提示骨质疏松可能性较高)^[29-30]。在 OVF 不愈合的诊断中,DXA 可直接评估骨密度和椎体结构,对于识别骨质疏松及椎体压缩等关键特征具有更高的相关性。因此,建议采用 DXA 评估骨质疏松程度。

2.5 骨折不愈合临床分期

推荐意见 5:采用 Li Kung-Chia 三阶段对 OVF 不愈合进行临床分期(**推荐强度:弱**)。

共纳入文献证据 5 项,其中 I 级证据 1 项^[31], II 级证据 1 项^[32], III 级证据 3 项^[33-35]。

Li Kung-Chia 三阶段分期是一种基于影像学特



征和病理变化的分类方法^[33-34]。第一阶段(早期):椎体压缩程度较轻,通常不超过椎体高度的 20%。椎体的前柱保持完整或仅有轻度压缩。影像学上观察到椎体内轻微的形态改变,但无明显 IVC。第二阶段(中期):椎体压缩程度加重,压缩高度占整个椎体的 20%~50%。椎体表现为楔形变或双凹形变。影像学上出现 IVC,但椎体后壁仍然完整,未出现破裂。第三阶段(晚期):椎体压缩程度严重,超过 50% 椎体高度,椎体后壁出现破裂,伴有明显后凸畸形。影像学表现出明显 IVC,且可能伴有骨块侵入椎管,引起神经压迫症状。这种分期方式强调 OVF 不愈合的进展性和治疗的时效性。通过准确的分期,可为患者制订个性化治疗计划,以获得最佳的治疗效果^[31-32,35]。

3 OVF 不愈合治疗的推荐意见

对于 OVF 不愈合,治疗目标主要是缓解疼痛、避免骨质疏松症加重、预防脊柱后凸畸形及脊髓神经损伤。本指南强调规范化的抗骨质疏松症治疗作为整体治疗方案的基础,根据临床分期明确非手术治疗、手术治疗(微创椎体强化术、经皮椎弓根螺钉内固定术及开放手术)的指征,同时提出不同手术方案的术后康复治疗策略。

3.1 抗骨质疏松治疗

推荐意见 6: 积极抗骨质疏松治疗应贯穿治疗全程,优先使用具有促进骨形成作用的药物(推荐强度:强)。

共纳入文献证据 12 项,其中 I 级证据 10 项^[24,36-44], II 级证据 2 项^[45-46]。

抗骨质疏松治疗的基础措施分为调整生活方式和给予骨健康基本补充剂。调整生活方式主要包括加强营养,均衡膳食,充足日照,规律运动,戒烟、限酒、避免过量饮用咖啡及碳酸饮料,尽量避免或少用影响骨代谢的药物,采取避免跌倒的生活措施。骨健康基本补充剂主要包括钙剂和维生素 D^[24]。

抗骨质疏松药物主要分为促骨形成药物、骨吸

收抑制剂、双重作用药物、其他机制类药物及中成药^[36-46]。主要代表性药物见表 3。规范的个体化抗骨质疏松药物治疗是 OVF 不愈合患者治疗的重要组成部分,可有效提高骨密度、促进骨折愈合、降低再骨折发生率。对于 OVF 不愈合患者,应当进行更为积极和有效的治疗,首先选用促骨形成药物^[36,45]。建议在给予骨健康基本补充剂的基础上,联合和序贯治疗(特立帕肽或罗莫佐单抗序贯双膦酸盐类药物或地舒单抗),最大限度提高骨密度、改善骨质量、降低再骨折风险。

3.2 非手术治疗

推荐意见 7: 针对视觉模拟评分(VAS)≤4 分、Oswestry 功能障碍指数(ODI)≤40% 或无法耐受手术的 OVF 患者,可采用非手术治疗(推荐强度:弱)。

共纳入文献证据 6 项,其中 I 级证据 3 项^[4,47-48], II 级证据 1 项^[49], III 级证据 2 项^[50-51]。

OVF 不愈合非手术治疗目前尚无突破性进展^[4]。针对 VAS≤4 分、ODI≤40% 或无法耐受手术的患者,可采用类似于轻度胸腰椎骨折的非手术治疗方法,包括卧床休息、腰背肌功能锻炼、应用非甾体类抗炎药物、佩戴硬质支具^[47]。在规范抗骨质疏松治疗的基础上,卧床休息是 OVF 不愈合非手术治疗的重要组成部分。卧床制动能够为病椎提供相对稳定的力学环境,减轻患者腰背部疼痛,促进骨折愈合。建议卧床制动时长控制在 2~3 周,其间需每天监测生命体征,每 3 天评估下肢肌力及感觉功能,并采取预防措施,如间歇充气加压装置预防深静脉血栓、定期翻身预防压疮^[49]。在疼痛可耐受范围内(VAS≤3 分),应于卧床后 48~72 h 内开始床上康复训练,包括踝泵运动、直腿抬高及髌膝关节屈伸活动^[50]。

适时腰背肌功能锻炼可增强核心肌群的力量、有效预防肌肉萎缩,并对病椎施加适当的应力刺激,从而促进骨折修复。常见的功能锻炼方法包括飞燕式、臀桥运动等^[48]。非甾体类抗炎药物能有效缓解疼痛,有助于患者进行功能锻炼、提高生活质量。应用非甾体类抗炎药物时需注意其对胃肠道

表 3 抗骨质疏松药物分类

促骨形成药物	双重作用药物	骨吸收抑制剂	其他机制类药物及中成药
甲状旁腺激素类似物 (特立帕肽) ^[36]	硬骨抑素单克隆抗体(罗莫佐单抗) ^[37] 四烯甲萘醌(维生素 K2 类似物) ^[45]	双膦酸盐药物 ^[38] 降钙素类药物 ^[39] RANKL 单克隆抗体(地舒单抗) ^[40] SERMs 类药物(雷洛昔芬) ^[41]	骨化三醇、阿法骨化醇和艾地骨化醇等 活性维生素 D 及其类似药物 ^[42] 含有人工虎骨粉、淫羊藿、续断、丹参、知母、补骨脂、地黄的中成药 ^[43-44,46]

注:RANKL 为核因子-κB 受体活化因子配体, SERMs 为选择性雌激素受体调节剂



和心血管系统的不良反应。佩戴硬质支具可减少脊柱的屈曲活动范围、分担伤椎的应力、更好维持椎体稳定性,有助于 OVF 不愈合患者下地活动锻炼^[51]。若患者出现以下情况需重新评估手术指征:VAS ≥ 6 分且持续加重、新发神经功能障碍、影像学显示椎体塌陷进展(Cobb角增加 $>10^\circ$)或椎管侵占率 $>30\%$ 。

上述非手术治疗措施的综合应用,可为 OVF 不愈合患者提供有效的疼痛管理和康复支持,同时减少并发症发生。

3.3 微创手术

3.3.1 术式选择

推荐意见 8:对于 Li Kung-Chia 分期中的早、中期患者,以及不伴有神经功能障碍且无明显节段间不稳定的晚期患者,可采用椎体强化术治疗(**推荐强度:强**)。

共纳入文献证据 16 项,其中 I 级证据 8 项^[24,52-58], II 级证据 5 项^[59-63], III 级证据 3 项^[64-66]。

与 OVF 相比,OVF 不愈合随时间推移无法自愈,常成为慢性背痛和功能障碍的根源^[52-53]。因此,对于非手术治疗无效的患者,建议尽早手术干预。相关指南和专家共识已将 OVF 不愈合列为椎体强化术的适应证^[24,54]。因此,对于无神经功能障碍、椎体后缘无明显裂隙且无节段间不稳定的 OVF 不愈合患者,椎体强化术应作为首选^[25,34]。通过骨水泥注入,填充裂隙和周缘松质骨,消除椎体的假关节活动,实现椎体稳定,从而显著缓解疼痛、尽早恢复患者活动能力、避免长期卧床导致的并发症^[64]。

椎体强化术治疗 OVF 不愈合存在绝对禁忌证和相对禁忌证。绝对禁忌证包括不能耐受手术、手术节段的局部感染及无法控制的全身感染、严重凝血功能障碍或对骨填充材料过敏。相对禁忌证则包括骨不愈合椎体严重塌陷但无神经功能受损、椎体后缘有裂隙、有出血倾向、身体其他部位存在活动性感染,以及与椎体骨不愈合无关的神经压迫引起的根性痛。对于相对禁忌证患者,应在充分评估后考虑是否行椎体强化术。

经皮椎体成形术(PVP)和经皮椎体后凸成形术(PKP)治疗 OVF 不愈合均可取得满意疗效,术后患者 VAS 和 ODI 显著改善,但 PKP 在降低骨水泥渗漏、后凸畸形矫正方面优于 PVP^[56,59-61]。PKP 通过术中球囊的扩张,挤压裂隙和扩张区域周缘的松质骨,形成一个周壁相对完整的低压区,有助于降低

骨水泥渗漏风险^[55,65]。然而,球囊的扩张也存在进一步扩大裂隙的风险,术前制订合适的穿刺路径、术中严密监测球囊扩张,可降低甚至避免此类情况的发生。研究结果表明,PVP 治疗椎体骨折不愈合骨水泥渗漏率为 14%~67%,而 PKP 的渗漏率为 9%~23%^[57-58]。

特别需要注意的是,PVP 和 PKP 治疗 OVF 不愈合与原发 OVF 不同,除了骨水泥渗漏风险高,椎体内裂隙周缘常形成一个硬化带或被纤维组织包绕,骨水泥常难以弥散到周围正常松质骨内,注入的骨水泥容易形成团块,术后可发生骨水泥移位,导致手术失败^[55]。椎体强化术后骨水泥移位发生率可达 5.1%,而发生移位的原因主要是骨水泥注入后形成团块,与周围缺少锚合^[62,66]。因此,椎体强化术治疗 OVF 不愈合,须将注入的骨水泥充分填充裂隙,消除假关节活动,防止术后复位的丢失。同时,注入的骨水泥需在裂隙周围的松质骨内形成锚合,防止骨水泥松动,甚至移位^[65]。通过术前 CT 检查可评估 IVC 的空间分布特征,将工作通道准确置入到裂隙内,然后使用专用刮匙在周壁制造出粗糙面,灌注骨水泥时可先推注黏度较高的骨水泥封堵椎体周壁缺损,然后重新调制骨水泥以低黏度状态推注,从而使注入的骨水泥既充分填充裂隙又与周围正常骨形成锚合,呈弥散状分布^[63,65]。此外,使用椎弓根螺钉锚定骨水泥等方法,亦是有效防止骨水泥团块移位的方法。

3.3.2 麻醉方式选择

推荐意见 9:采用局部浸润麻醉或全身麻醉均可(**推荐强度:强**)。

共纳入文献证据 4 项,均为 II 级证据^[67-70]。

椎体强化术的麻醉方式主要包括局部浸润麻醉和全身麻醉。无论采用 PVP 还是 PKP,局部浸润麻醉和全身麻醉均具有良好的安全性和有效性。局部浸润麻醉下行 PKP 手术能有效减少心肺系统并发症及其他与麻醉相关的并发症,促进患者更早下床活动,缩短住院时长,降低手术费用^[67-68]。然而与局部浸润麻醉相比,全身麻醉能更可靠地维持患者生命体征平稳,减轻术中疼痛^[69]。近年来,麻醉性监护在椎体强化术中应用日益广泛,可在局部浸润麻醉的基础上,按需使用镇静、催眠或镇痛药物,提高患者的耐受性和舒适性^[70]。鉴于 OVF 不愈合患者多为高龄、病史较长,且部分患者曾接受一段时间的卧床等非手术治疗,其围术期发生肺部感

染、深静脉血栓的风险较高。因此,术前须全面评估患者的全身状况及麻醉风险,使用美国麻醉医师协会分级、肺功能检查、血栓风险评估表(如 Caprini 评分)等工具,标准化术前准备流程,同时结合术者的习惯等,综合评估采用全身麻醉或局部浸润麻醉。

3.3.3 手术入路选择

推荐意见 10:单侧或双侧入路椎体强化术均能取得良好的临床效果(推荐强度:弱)。

共纳入文献证据 6 项,其中 I 级证据 2 项^[71-72], II 级证据 4 项^[73-76]。

双侧入路椎体强化术治疗椎体骨折不愈合,通过骨折椎体两侧椎弓根或椎弓根旁途径进入椎体;而单侧入路仅通过一侧完成手术。单侧与双侧入路均能有效缓解疼痛、恢复椎体高度、矫正 Cobb 角并恢复脊柱稳定性。与双侧入路相比,单侧入路手术时长和术中透视时长更短,两者骨水泥渗漏率相当;但单侧入路时骨水泥分布不均的风险可能高于双侧^[73-75]。

不论单侧或双侧手术,建立的工作通道均需靶向椎体内裂隙,使注入的骨水泥充分填充裂隙。而选择单侧入路时,使用弯角输送导管或侧开口推杆,有助于骨水泥均匀分布、降低穿刺损伤和骨水泥渗漏风险^[71-72,76]。此外,术者在手术过程中可根据实时透视监测,及时调整推杆的位置和角度,从而进一步降低渗漏风险。因此,采用 PVP 或 PKP 治疗 OVF 不愈合时,术者可根据患者具体情况和自身操作习惯,选择采用单侧或双侧入路。

3.3.4 经皮椎弓根螺钉内固定术

推荐意见 11:对于存在节段间不稳定但无神经功能障碍的 Li Kung-Chia 分期晚期患者,采用后路短节段经皮椎弓根螺钉内固定术(推荐强度:弱)。

共纳入文献证据 4 项,其中 II 级证据 3 项^[68,77-78], III 级证据 1 项^[79]。

对于不伴有神经损伤但存在节段间不稳定的 III 期 OVF 不愈合患者,后路短节段经皮椎弓根螺钉内固定术可视为一种有效的微创治疗手段。短节段通常指固定骨折节段及其相邻的上下各一个椎体,形成跨越 2~3 个椎体的固定结构。相较于单纯椎体强化术,该技术虽然手术创伤稍大,但脊柱后凸畸形的矫正效果更好,故适用于那些后凸畸形较为严重的患者^[77]。此外,对于合并节段间不稳定的 III 期患者时,结合使用后路短节段经皮椎弓根螺钉内固定术与伤椎椎体强化术能够更全面恢复脊柱

整体稳定性并改善局部形态异常。“节段间不稳定”特指在过伸过屈位 X 线片上局部后凸角度变化 $>10^\circ$;后凸角定义为伤椎上位椎体下终板和下位椎体上终板构成的夹角^[78]。

经皮椎弓根螺钉内固定术与伤椎椎体强化术相结合,不仅能够通过螺钉间的撑开机制有效矫正脊柱后凸畸形、恢复椎体高度,还能借助骨水泥的填充进一步增强骨折椎体的机械强度。这种组合疗法特别适合处理无神经系统受累的严重塌陷型 III 期患者^[68,79]。另外,根据患者骨质疏松情况,可给予骨水泥钉道强化,增强螺钉的把持力、降低松动风险。

然而,面对一些极端复杂情况,如椎体极度压缩(椎体塌陷 $>75\%$)伴随严重后凸畸形,且无法通过闭合复位矫正,抑或是存在由椎体后壁骨折块侵入椎管导致的神经压迫症状时,单纯依靠经皮椎弓根螺钉内固定往往难以取得满意结果。此类复杂情形需考虑采取更加个体化的手术策略,包括但不限于开放性减压手术等措施以确保最佳预后。

3.4 开放手术

推荐意见 12:对于 Li Kung-Chia 分期中伴有神经功能障碍的晚期患者,须行开放手术治疗(推荐强度:强)。

共纳入文献证据 14 项,其中 I 级证据 4 项^[24,47,54,80], II 级证据 5 项^[81-85], III 级证据 5 项^[86-90]。

前、后入路选择:开放手术治疗 OVF 不愈合,多可选择后路手术,其手术创伤小、解剖相对简单,可同时达到固定、减压、矫形的目的^[81-82,86]。然而,少数椎体骨折不愈合患者椎管内存在严重压迫,致压物主要为椎体后方突入椎管内的骨块,且后方入路无法有效彻底减压;抑或严重后凸畸形患者,后路截骨无法有效矫正后凸畸形时,可行前路椎体切除,联合人工椎体重建及前路内固定术。前路手术治疗 OVF 不愈合,具有减压彻底、有效重建脊柱前中柱而不损伤后柱的优势^[83,87]。但前路手术创伤大、操作相对复杂,有损伤内脏器官的风险。因此,对于需行开放手术的 OVF 不愈合患者,建议根据患者的具体情况选择后路或前路手术,但前路联合手术一般不建议作为优先选择。

固定节段选择:后路短节段经椎弓根螺钉内固定椎管减压术及联合钉道及伤椎强化术,与后路长节段固定相比,均可有效恢复伤椎高度、矫正局部后凸畸形、显著减轻患者疼痛并促进功能恢复(VAS 和 ODI),同时绝大部分患者可获得不同程度的神经

功能改善(Frankel 分级),但短节段固定出血量更少、住院时长缩短、功能恢复更快^[84,88-89,91]。因此,在不影响固定强度的前提下,短节段固定是更优选择,不应盲目增加固定节段数。然而,对于需要截骨矫形的 OVF 不愈合患者,短节段固定无法获得坚强的固定强度,需要根据具体情况采用长固定节段。

钉道强化:因 OVF 不愈合患者常合并严重的骨质疏松,椎弓根螺钉无法有效被周围骨质把持,容易出现螺钉切割、松动,甚至退钉,螺钉松动率可高达 62.8%^[85,92]。术前须结合患者骨质疏松严重程度,充分评估内固定松动风险,可通过选用骨水泥螺钉、可膨胀螺钉,甚至加长和加粗椎弓根钉,或适当延长固定节段来增强内固定的稳定性^[93-94]。骨水泥螺钉是最常用的钉道强化技术^[24,54,80]。当选用骨水泥螺钉时,建议对固定节段的头尾端进行选择性强化的,每个钉道内注入的适宜骨水泥量为 1.0~2.0 ml^[90]。研究表明,选择性强化与全部节段强化的预后无显著差异,但选择性强化可降低骨水泥渗漏风险。而术中参考术前基于 QCT 检测的三维骨密度分布分析数据,优先强化骨小梁稀疏或骨空洞的钉道区域,可提升螺钉锚定效果并降低并发症风险。

截骨矫形:对于 OVF 不愈合伴严重后凸畸形患者,间接复位无法满意矫正局部畸形,造成顽固性慢性腰背痛和神经功能障碍,甚至造成胸、腹腔压迫,影响呼吸和消化系统功能^[47]。当患者局部后凸畸形 $>30^\circ$,且全身麻醉后体位复位不佳,建议行后路截骨矫形术^[80]。单纯后路截骨矫形术可获得满意的后凸畸形矫正,且手术时长、术中出血量及手术相关并发症明显短于或少于前路或前后路联合手术;尤其对于多节段椎体塌陷导致的后凸畸形,后路截骨矫形术更有效^[81,86]。后路截骨矫形术常需联合长节段椎弓根螺钉固定,以恢复脊柱的稳定性和生理曲度;钉道强化可进一步增强螺钉把持力、减少螺钉松动风险。骨形态发生蛋白在截骨矫形术中的局部应用,可有效促进植骨融合^[95]。骨形态发生蛋白可诱导成骨细胞分化、促进新骨形成、加速骨痂形成和骨愈合过程,并促进骨组织重塑和成熟、提高植骨区域的力学强度。必要时可根据患者情况酌情使用。截骨矫形术创伤较大、术中出血量较多、术后恢复时长延长,须严格把握适应证,并做好围术期各项准备。

3.5 术后康复

推荐意见 13:术后康复时机与方式的选择应基

于患者个体情况,经由康复医师评估后,遵循循序渐进的原则,制订个性化多模式康复治疗计划(**推荐强度:强**)。

共纳入文献证据 7 项,其中 II 级证据 1 项^[96], III 级证据 4 项^[56,97-99], IV 级证据 2 项^[100-101]。

术后康复时机与支具佩戴:术后康复需根据手术类型及患者个体化特征分层管理。对于接受椎体强化术的 Li Kung-Chia 分期中的早期或中期患者,建议术后 1~2 d 内在软性支具保护下开始下床功能锻炼,支具佩戴时长为 1~3 个月^[56,97,100]。针对采用开放性减压内固定术的晚期患者,需结合内固定稳定性和骨质疏松程度制订策略:内固定稳定且骨质疏松较轻者,可在术后 24~48 h 佩戴硬质支具逐步离床活动,但需避免脊柱过度屈伸及旋转;内固定欠牢固或合并严重骨质疏松者(骨密度 T 值 ≤ -2.5 SD 且发生过脆性骨折),可适当延长卧床时长至术后 3 d,其间进行床上踝泵运动、直腿抬高及呼吸训练,离床活动时间不超过术后 5 d^[96]。建议所有 Li Kung-Chia 分期中的晚期患者术后佩戴硬质支具 3 个月,若影像学复查显示骨融合良好,可提前解除支具^[101]。

术后康复治疗:术后康复治疗应分阶段实施。急性期(术后 1 周内)以疼痛控制及并发症预防为主,采用低频脉冲电磁场促进软组织修复,并开展床上等长收缩训练(如腹式呼吸、臀肌收缩)^[98]。亚急性期(术后 1~3 周)逐步增加腰背肌等张训练强度,辅以体外冲击波治疗促进骨愈合,可进行五点支撑臀桥、仰卧位骨盆倾斜等低负荷运动。功能恢复期(术后 3 周后)引入渐进性抗阻训练、全身振动训练及有氧运动(水中步行、固定自行车),每周 3~5 次,每次 20~40 min^[99]。系统性腰背肌强化锻炼(如飞燕式训练)需贯穿全程,强度从每日 1 组 \times 5 次逐步增至 3 组 \times 15 次。术后 4 周后可联合慢跑(≤ 6 km/h)与弹力带抗旋训练,以增强腰椎动态稳定性。

康复过程中动态评估与调整^[96,99]:通过术后 1 周、1 个月、3 个月的定期评估(包括 VAS、ODI 及 CT 骨融合率),优化康复计划。若出现内固定松动(螺钉周缘透亮区 >2 mm)或再骨折高风险(骨密度 T 值 < -3.5 SD),需延长支具使用至 6 个月并强化抗骨质疏松治疗^[98]。物理疗法(如脉冲电磁场、冲击波)与运动训练(有氧运动、抗阻训练)的综合应用可显著改善骨密度、肌肉力量及功能状态,但须严格遵循循序渐进原则,避免过度负荷导致再损伤。

4 总结与说明

本指南基于循证医学证据和临床实践需求,针对 OVF 不愈合的诊断标准、治疗策略提出 13 条关键推荐意见,旨在为临床医师提供规范化诊疗框架。本指南通过规范诊疗流程、优化疗效与预后、降低康复风险、促进资源合理利用等多维度提升临床实践水平,其具有多学科协作导向、循证医学支撑、临床实用性突出等特点。需要特别说明的是,本指南仅为临床实践提供指导性建议,不具备强制约束力,不作为临床医师必须遵循的操作规范或法律依据。临床医师在应用本指南时,应结合患者具体病情特征,制订个体化诊疗方案。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 司海朋、杨强、刘强、杨惠林:指南立项及思路设计、专家委员会召集、专家意见汇总、指南修改及审定;李乐、钮俊杰、张文灿、魏富鑫、袁金秋、王洪立、王光超:文献检索及分析、讨论意见收集、指南撰写及修改;其他作者:指南文献筛选、相关推荐意见讨论

参 考 文 献

- [1] Yasuda H, Hoshino M, Tsujio T, et al. Difference of clinical course between cases with bone union and those with delayed union following osteoporotic vertebral fractures[J]. Arch Osteoporos, 2017, 13(1):3. DOI:10.1007/s11657-017-0411-7.
- [2] Hoshino M, Nakamura H, Terai H, et al. Factors affecting neurological deficits and intractable back pain in patients with insufficient bone union following osteoporotic vertebral fracture[J]. Eur Spine J, 2009, 18(9):1279-1286. DOI:10.1007/s00586-009-1041-6.
- [3] D'oria S, Delvecchio C, Dibenedetto M, et al. Case report of Kummell's disease with delayed onset myelopathy and the literature review[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2018, 28(2):309-316. DOI:10.1007/s00590-017-2039-0.
- [4] Matzaroglou C, Georgiou CS, Panagopoulos A, et al. Kummell's disease: Clarifying the mechanisms and patients' inclusion criteria[J]. Open Orthop J, 2014, 8:288-297. DOI:10.2174/1874325001408010288.
- [5] 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.
- [6] Atkins D, Eccles M, Flottorp S, et al. Systems for grading the quality of evidence and the strength of recommendations I: critical appraisal of existing approaches the GRADE Working Group[J]. BMC Health Serv Res, 2004;4(1):38. DOI:10.1186/1472-6963-4-38.
- [7] 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.
- [8] Chen H, Shi G, Chen M, et al. Double vertebrae Kummell disease: Five cases report and literature review[J]. Orthop Surg, 2023, 15(9):2454-2463. DOI:10.1111/os.13799.
- [9] Li H, Liang CZ, Chen QX. Kummell's disease, an uncommon and complicated spinal disorder: a review[J]. J Int Med Res, 2012, 40(2):406-414. DOI:10.1177/147323001204000202.
- [10] Li H, Liang CZ, Shen CC, et al. Decreases in fluid shear stress due to microcracks: a possible primary pathogenesis of Kummell's disease[J]. Med Hypotheses, 2011, 77(5):897-899. DOI: 10.1016/j.mehy.2011.08.005.
- [11] Swartz K, Fee D. Kummell's disease: a case report and literature review[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33(5):E152-E155. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181657f31.
- [12] Adamska O, Modzelewski K, Stolarczyk A, et al. Is Kummell's disease a misdiagnosed and/or an underreported complication of osteoporotic vertebral compression fractures? A pattern of the condition and available treatment modalities[J]. J Clin Med, 2021, 10(12):2584. DOI:10.3390/jcm10122584.
- [13] Sarli M, Pérez Manghi FC, Gallo R, et al. The vacuum cleft sign: an uncommon radiological sign[J]. Osteoporos Int, 2005, 16(10):1210-1214. DOI:10.1007/s00198-005-1833-4.
- [14] Lee CS, Yu JW, Chung SS, et al. Delayed post-traumatic vertebral collapse: MR categorization and MR-pathology correlation[J]. Asian Spine J, 2007, 1(1):32-37. DOI:10.4184/asj.2007.1.1.32.
- [15] 伍成东. X线片、CT扫描、MRI检查对 Kummells 病的诊断价值[D]. 泸州:西南医科大学, 2015.
- [16] Matzaroglou C, Georgiou CS, Assimakopoulos K, et al. Kummell's disease: pathophysiology, diagnosis, treatment and the role of nuclear medicine. Rationale according to our experience[J]. Hell J Nucl Med, 2011, 14(3):291-299.
- [17] Yu SH, Jeong YM, Lee SW. Revisiting Kummell's disease: MRI findings beyond the intraosseous cavity for improved diagnosis[J]. Neuroradiology, 2022, 64(8):1681-1688. DOI:10.1007/s00234-022-02976-z.
- [18] Love C, Din AS, Tomas MB, et al. Radionuclide bone imaging: an illustrative review[J]. Radiographics, 2003, 23(2):341-358. DOI:10.1148/rg.232025103.
- [19] Kim H, Jun S, Park SK, et al. Intravertebral vacuum cleft sign: a cause of vertebral cold defect on bone scan[J]. Skeletal Radiol, 2016, 45(5):707-712. DOI:10.1007/s00256-016-2331-9.
- [20] McKiernan F, Jensen R, Faciszewski T. The dynamic mobility of vertebral compression fractures[J]. J Bone Miner Res, 2003, 18(1):24-29. DOI:10.1359/jbmr.2003.18.1.24.
- [21] Qin GB, Wu YH, Chen HS, et al. Correlation analysis between morphologic characteristics of the thoracolumbar basivertebral foramen and Kummell's disease in patients with osteoporosis using imaging techniques[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2023, 24(1):513. DOI:10.1186/s12891-023-06609-1.
- [22] Li Z, Xue J, Dong J, et al. A comparative study of bone tissue morphology and bone turnover markers in different stages of Kummell's disease[J]. J Clin Densitom, 2022, 25(4):622-629. DOI:10.1016/j.jocd.2022.02.002.
- [23] Wildemann B, Ignatius A, Leung F, et al. Non-union bone fractures[J]. Nat Rev Dis Primers, 2021, 7(1):57. DOI:10.1038/s41572-021-00289-8.
- [24] 中华医学会骨科学分会. 骨质疏松性骨折诊疗指南(2022年版)[J]. 中华骨科杂志, 2022, 42(22):1473-1491. DOI:10.3760/cma.j.cn121113-20220704-00377.
- [25] Qi H, Qi J, Sun Y, et al. Bone microarchitecture and metabolism in elderly male patients with signs of intravertebral cleft on MRI[J]. Eur Radiol, 2022, 32(6):3931-3943. DOI:10.1007/s00330-021-08458-9.
- [26] Carey JJ, Chih-Hsing Wu P, Bergin D. Risk assessment tools for osteoporosis and fractures in 2022[J]. Best Pract Res Clin Rheu-



- matol, 2022, 36(3):101775. DOI:10.1016/j.berh.2022.101775.
- [27] Khan AA, Slart RHJA, Ali DS, et al. Osteoporotic fractures: Diagnosis, evaluation, and significance from the international working group on DXA best practices[J]. *Mayo Clin Proc*, 2024, 99(7): 1127-1141. DOI:10.1016/j.mayocp.2024.01.011.
- [28] Martel D, Monga A, Chang G. Osteoporosis imaging[J]. *Radiol Clin North Am*, 2022, 60(4):537-545. DOI:10.1016/j.rcl.2022.02.003.
- [29] Min YK, Lee DH, Yoo JH, et al. Estimation of bone mineral density in the femoral neck and lumbar spine using texture analysis of chest and pelvis computed tomography hounsfield unit[J]. *Curr Med Imaging*, 2023, 19(10):1186-1195. DOI:10.2174/1573405619666221116115206.
- [30] Zhang B, Zhou LP, Zhang XL, et al. Which indicator among lumbar vertebral hounsfield unit, vertebral bone quality, or dual-energy X-ray absorptiometry-measured bone mineral density is more efficacious in predicting thoracolumbar fragility fractures? [J]. *Neurospine*, 2023, 20(4):1193-1204. DOI:10.14245/ns.2346998.499.
- [31] Chen S, Yang D, Zhuo C, et al. Comparative analysis of percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty in the treatment of Stage III Kummell's disease without neurological symptoms: a retrospective study[J]. *J Orthop Surg Res*, 2024, 19(1):515. DOI:10.1186/s13018-024-05019-w.
- [32] Tang B, Hu S, Yuan Y, et al. Efficacy and safety of vertebroplasty versus posterior pedicle screw in treating stage III Kummell's disease without neurological deficits: A systematic review and meta-analysis [J]. *J Int Med Res*, 2025, 53(7):3000605251353732. DOI:10.1177/03000605251353732.
- [33] Li KC, Wong TU, Kung FC, et al. Staging of Kummell's disease[J]. *J Musculoskelet Res*, 2004, 8(1):43-55. DOI:10.1142/s0218957704001181.
- [34] Li KC, Li AF, Hsieh CH, et al. Another option to treat Kummell's disease with cord compression[J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(9):1479-1487. DOI:10.1007/s00586-006-0094-z.
- [35] Kan D, Wang J, Qiao G, et al. Efficacy and safety of hollow pedicle screw-anchored bone cement combined with posterior long-segment fixation for stage III Kummell's disease [J]. *Jt Dis Relat Surg*, 2025, 36(1):15-23. DOI:10.52312/jdrs.2024.1834.
- [36] Hadzimiratovic B, Mattes D, Haschka J, et al. Bone anabolic treatment in older subjects: A narrative review [J]. *Gerontology*, 2025:1-10. DOI:10.1159/000547313.
- [37] Shashidhara A, Tahir SH, Syed ZA, et al. An update on the pharmacotherapy of osteoporosis[J]. *Expert Opin Pharmacother*, 2025, 26(7):821-833. DOI:10.1080/14656566.2025.2489122.
- [38] 王鸥, 夏维波, 成志峰, 等. 金天格胶囊治疗原发性骨质疏松症的有效性及安全性:随机、双盲双模拟、阳性药平行对照、多中心临床试验[J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2022, 15(2): 142-151. DOI:10.3969/j.issn.1674-2591.2022.02.004.
- [39] Zhang W, Li L, Zhou X, et al. Concurrent treatment with vitamin K2 and D3 on spine fusion in patients with osteoporosis-associated lumbar degenerative disorders[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2022, 47(4):352-360. DOI:10.1097/BRS.0000000000004309.
- [40] Gehrke B, Alves Coelho MC, Brasil d'Alva C, et al. Long-term consequences of osteoporosis therapy with bisphosphonates [J]. *Arch Endocrinol Metab*, 2023, 68:e220334. DOI:10.20945/2359-4292-2022-0334.
- [41] Li N, Gong YC, Chen J. A meta-analysis of the therapeutic effect of intranasal salmon calcitonin on osteoporosis [J]. *Eur J Med Res*, 2021, 26(1):140. DOI:10.1186/s40001-021-00610-x.
- [42] Händel MN, Cardoso I, von Bülow C, et al. Fracture risk reduction and safety by osteoporosis treatment compared with placebo or active comparator in postmenopausal women: systematic review, network meta-analysis, and meta-regression analysis of randomised clinical trials [J]. *BMJ*, 2023, 381:e068033. DOI:10.1136/bmj-2021-068033.
- [43] Tański W, Kosiorowska J, Szymańska-Chabowska A. Osteoporosis-risk factors, pharmaceutical and non-pharmaceutical treatment [J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2021, 25(9):3557-3566. DOI:10.26355/eurrev_202105_25838.
- [44] Liu H, Wang G, Wu T, et al. Efficacy and safety of eldecalcitol for osteoporosis: A meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 13:854439. DOI:10.3389/fendo.2022.854439.
- [45] Zhang L, Li X, Ying T, et al. The use of herbal medicines for the prevention of glucocorticoid-induced osteoporosis [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2021, 12:744647. DOI:10.3389/fendo.2021.744647.
- [46] 杨文博, 乔莉, 刘红喜, 等. 藤黄健骨胶囊在骨质疏松性椎体压缩骨折经皮椎体成形术中的应用[J]. *中华中医药学刊*, 2021, 39(10):215-218. DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2021.10.051.
- [47] 司海朋, 张文灿, 李乐, 等. Kummells病的危险因素和诊治研究进展 [J]. *山东大学学报:医学版*, 2021, 59(6):25-32. DOI:10.6040/j.issn.1671-7554.0.2021.0052.
- [48] 张鑫, 张艳锋. 脊柱-骨盆矢状位参数对骨质疏松性椎体压缩骨折患者行非手术治疗后骨折愈合情况的影响 [J]. *颈腰痛杂志*, 2022, 43(1):60-63. DOI:10.3969/j.issn.1005-7234.2022.01.013.
- [49] 穆晨晨, 拓源, 贾帅军, 等. 综合保守方法治疗 Kummell 病的临床研究 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27(7):577-581. DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2019.07.01.
- [50] 赵中廷, 武京国, 张喜善. Kummell 病的研究进展 [J]. *泰山医学院学报*, 2020, 41(9):717-720. DOI:10.3969/j.issn.1004-7115.2020.09.019.
- [51] 李宏九, 李志伟, 张晓辉, 等. 骨质疏松性椎体压缩骨折经保守治疗后骨折不愈合的相关因素分析 [J]. *颈腰痛杂志*, 2018, 39(5):662-663. DOI:10.3969/j.issn.1005-7234.2018.05.002.
- [52] Hu Y, Li X, Chen X, et al. Expert consensus on prospective precision diagnosis and treatment strategies for osteoporotic fractures [J]. *Aging Dis*, 2024, 16(1):67-76. DOI:10.14336/AD.2023.1223.
- [53] Zhang H, Hu Y, Chen X, et al. Expert consensus on the bone repair strategy for osteoporotic fractures in China [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 13:989648. DOI:10.3389/fendo.2022.989648.
- [54] 中国康复医学会骨质疏松预防与康复专业委员会. 骨质疏松性椎体压缩骨折诊治专家共识(2021版) [J]. *中华医学杂志*, 2021, 101(41):3371-3379. DOI:10.3760/cma.j.cn112137-20210625-01436.
- [55] Yang H, Pan J, Wang G. A review of osteoporotic vertebral fracture nonunion management [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2014, 39(26 Spec No.):B4-B6. DOI:10.1097/BRS.0000000000000538.
- [56] Wang Y, Liu B, Sun Z, et al. Comparative efficacy of three minimally invasive procedures for Kummell's disease: A systematic review and network meta-analysis [J]. *Front Surg*, 2022, 9:893404. DOI:10.3389/fsurg.2022.893404.
- [57] Wang G, Yang H, Chen K. Osteoporotic vertebral compression fractures with an intravertebral cleft treated by percutaneous balloon kyphoplasty [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2010, 92(11):1553-1557. DOI:10.1302/0301-620X.92B11.24671.



- [58] Huang X, Chang H, Xu H, et al. Comparison of outcomes between percutaneous vertebroplasty and percutaneous kyphoplasty for the treatment of Kümmell's disease: A meta-analysis [J]. *Clin Spine Surg*, 2022, 35(6):276-286. DOI:10.1097/BSD.0000000000001269.
- [59] Zhang J, Fan Y, He X, et al. Is percutaneous kyphoplasty the better choice for minimally invasive treatment of neurologically intact osteoporotic Kümmell's disease? A comparison of two minimally invasive procedures [J]. *Int Orthop*, 2018, 42(6):1321-1326. DOI:10.1007/s00264-018-3832-z.
- [60] 高翔成, 都金鹏, 昌震, 等. 骨质疏松性椎体压缩骨折椎体强化术后骨水泥移位的危险因素分析 [J]. *中华创伤杂志*, 2022, 38(3):205-212. DOI:10.3760/cma.j.cn501098-20211117-00593.
- [61] Chang JZ, Bei MJ, Shu DP, et al. Comparison of the clinical outcomes of percutaneous vertebroplasty vs. kyphoplasty for the treatment of osteoporotic Kümmell's disease: a prospective cohort study [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21(1):238. DOI:10.1186/s12891-020-03271-9.
- [62] Zhang GQ, Gao YZ, Chen SL, et al. Comparison of percutaneous vertebroplasty and percutaneous kyphoplasty for the management of Kümmell's disease: A retrospective study [J]. *Indian J Orthop*, 2015, 49(6):577-582. DOI:10.4103/0019-5413.168752.
- [63] 刘滔, 张志明, 史金辉, 等. 骨水泥温度梯度灌注技术在经皮椎体后凸成形术中的应用 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2015, 25(12):1073-1078. DOI:10.3969/j.issn.1004-406X.2015.12.04.
- [64] 杨惠林, 王根林, 牛国旗, 等. 球囊扩张椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体骨折骨不愈合 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2007, 9(8):760-762. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2007.08.016.
- [65] Zhang B, Chen G, Yang X, et al. Percutaneous kyphoplasty versus percutaneous vertebroplasty for neurologically intact osteoporotic Kümmell's disease: A systematic review and meta-analysis [J]. *Global Spine J*, 2022, 12(2):308-322. DOI:10.1177/2192568220984129.
- [66] 张林林, 干旻峰, 史金辉, 等. 椎体强化术后骨水泥移位的治疗分析 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2023, 25(1):19-24. DOI:10.3760/cma.j.cn115530-20221028-00535.
- [67] Liu J, Wang L, Chai M, et al. Analysis of anesthesia methods in percutaneous kyphoplasty for treatment of vertebral compression fractures [J]. *J Healthc Eng*, 2020, 2020:3965961. DOI:10.1155/2020/3965961.
- [68] Liu Y, Zhu Y, Li R, et al. Comparison between percutaneous kyphoplasty and posterior fixation combined with vertebroplasty in the treatment of stage III Kümmell's disease without neurological deficit [J]. *Biomed Res Int*, 2022, 2022:2193895. DOI:10.1155/2022/2193895.
- [69] Zhang S, Xu S, Yang J, et al. Analysis of percutaneous kyphoplasty under different types of anesthesia for the treatment of multiple osteoporotic vertebral fractures [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21(1):743. DOI:10.1186/s12891-020-03778-1.
- [70] Lee JM, Lee SK, Lee SJ, et al. Comparison of remifentanyl with dexmedetomidine for monitored anaesthesia care in elderly patients during vertebroplasty and kyphoplasty [J]. *J Int Med Res*, 2016, 44(2):307-316. DOI:10.1177/0300060515607385.
- [71] Lv ZD, Chen Z, Chen H, et al. Percutaneous curved vertebroplasty versus unipedicular approach vertebroplasty for acute osteoporotic vertebral compression fractures: A randomized controlled trial [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2023, 48(8):552-558. DOI:10.1097/BRS.0000000000004593.
- [72] Huang Y, Liu Y, Zhong F, et al. Percutaneous curved vertebroplasty versus unilateral percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: A systematic review and meta-analysis [J]. *World Neurosurg*, 2024, 181:29-37. DOI:10.1016/j.wneu.2023.10.035.
- [73] Xiong XM, Sun YL, Song SM, et al. Efficacy of unilateral transverse process-pedicle and bilateral puncture techniques in percutaneous kyphoplasty for Kümmell disease [J]. *Exp Ther Med*, 2019, 18(5):3615-3621. DOI:10.3892/etm.2019.7980.
- [74] Pan D, Chen D. Comparison of unipedicular and bipedicular percutaneous kyphoplasty for Kümmell's disease [J]. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*, 2022, 13:21514593221099264. DOI:10.1177/21514593221099264.
- [75] 任海龙, 王吉兴, 陈建庭, 等. 单侧与双侧穿刺经皮椎体成形术治疗 Kümmell's 病的临床对比 [J]. *南方医科大学学报*, 2014, 34(9):1370-1374. DOI:10.3969/j.issn.1673-4254.2014.09.28.
- [76] 周晓光, 马雪梅, 常晓盼, 等. 单侧双靶点穿刺技术联合侧开口推进器行经皮椎体成形术治疗 Kümmell 病 [J]. *中华创伤杂志*, 2023, 39(6):514-522. DOI:10.3760/cma.j.cn501098-20230313-00134.
- [77] Shen H, Tang W, Yin X, et al. Comparison between percutaneous short-segment fixation and percutaneous vertebroplasty in treating Kümmell's disease: A minimum 2-year follow-up retrospective study [J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2024, 37(1):195-203. DOI:10.3233/BMR-230083.
- [78] 葛朝元, 何立民, 郑永宏, 等. Kümmell 病新分型系统评估及临床应用 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2017, 27(4):312-319. DOI:10.3969/j.issn.1004-406X.2017.04.04.
- [79] Guo X, Qiu Y, Liu X, et al. Percutaneous short segmental fixation combined with bone cement augmentation for stage III Kümmell's disease without nerve deformity [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2024, 103(4):e37087. DOI:10.1097/MD.00000000000037087.
- [80] Jo DJ, Kim YS, Kim SM, et al. Clinical and radiological outcomes of modified posterior closing wedge osteotomy for the treatment of posttraumatic thoracolumbar kyphosis [J]. *J Neurosurg Spine*, 2015, 23(4):510-517. DOI:10.3171/2015.1.SPINE131011.
- [81] Huang YS, Ge CY, Feng H, et al. Bone cement-augmented short-segment pedicle screw fixation for Kümmell disease with spinal canal stenosis [J]. *Med Sci Monit*, 2018, 24:928-935. DOI:10.12659/msm.905804.
- [82] Takenaka S, Mukai Y, Hosono N, et al. Major surgical treatment of osteoporotic vertebral fractures in the elderly: a comparison of anterior spinal fusion, anterior-posterior combined surgery and posterior closing wedge osteotomy [J]. *Asian Spine J*, 2014, 8(3):322-330. DOI:10.4184/asj.2014.8.3.322.
- [83] Sudo H, Ito M, Kaneda K, et al. Anterior decompression and strut graft versus posterior decompression and pedicle screw fixation with vertebroplasty for osteoporotic thoracolumbar vertebral collapse with neurologic deficits [J]. *Spine J*, 2013, 13(12):1726-1732. DOI:10.1016/j.spinee.2013.05.041.
- [84] Zhang GQ, Gao YZ, Zheng J, et al. Posterior decompression and short segmental pedicle screw fixation combined with vertebroplasty for Kümmell's disease with neurological deficits [J]. *Exp Ther Med*, 2013, 5(2):517-522. DOI:10.3892/etm.2012.833.
- [85] Kanayama M, Ishida T, Hashimoto T, et al. Role of major spine surgery using Kaneda anterior instrumentation for osteoporotic vertebral collapse [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2010, 23(1):53-56. DOI:10.1097/BSD.0b013e318193e3a5.
- [86] Lee SH, Im YJ, Kim KT, et al. Comparison of cervical spine biomechanics after fixed-and mobile-core artificial disc replacement:



- a finite element analysis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2011, 36(9): 700-708. DOI:10.1097/BRS.0b013e3181f5cb87.
- [87] Liu C, Zhao M, Zhang W, et al. Biomechanical assessment of different transforaminal lumbar interbody fusion constructs in normal and osteoporotic condition: a finite element analysis[J]. Spine J, 2024, 24(6):1121-1131. DOI:10.1016/j.spinee.2024.01.017.
- [88] Jia C, Zhang R, Xing T, et al. Biomechanical properties of pedicle screw fixation augmented with allograft bone particles in osteoporotic vertebrae: different sizes and amounts[J]. Spine J, 2019, 19(8):1443-1452. DOI:10.1016/j.spinee.2019.04.013.
- [89] Jia C, Zhang R, Wang J, et al. Biomechanical study of 3 osteoconductive materials applied in pedicle augmentation and revision for osteoporotic vertebrae: Allograft bone particles, calcium phosphate cement, demineralized bone matrix[J]. Neurospine, 2023, 20(4):1407-1420. DOI:10.14245/ns.2346760.380.
- [90] Huang YS, Hao DJ, Wang XD, et al. Long-segment or bone cement-augmented short-segment fixation for Kummell disease with neurologic deficits? A comparative cohort study[J]. World Neurosurg, 2018, 116:e1079-e1086. DOI:10.1016/j.wneu.2018.05.171.
- [91] 陈伯华, 陈其昕, 程黎明, 等. 症状性陈旧性胸腰椎骨质疏松性骨折手术治疗临床指南[J]. 中华创伤杂志, 2020, 36(7):577-586. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2020.07.001.
- [92] Liu YY, Xiao J, Yin X, et al. Clinical efficacy of bone cement-injectable cannulated pedicle screw short segment fixation for lumbar spondylolisthesis with osteoporosis[J]. Sci Rep, 2020, 10(1):3929. DOI:10.1038/s41598-020-60980-w.
- [93] Suk SI, Kim JH, Lee SM, et al. Anterior-posterior surgery versus posterior closing wedge osteotomy in posttraumatic kyphosis with neurologic compromised osteoporotic fracture[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2003, 28(18):2170-2175. DOI:10.1097/01.BRS.0000090889.45158.5A.
- [94] El Saman A, Meier S, Sander A, et al. Reduced loosening rate and loss of correction following posterior stabilization with or without PMMA augmentation of pedicle screws in vertebral fractures in the elderly[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2013, 39(5): 455-460. DOI:10.1007/s00068-013-0310-6.
- [95] Williamson TK, Onafowokan OO, Schoenfeld AJ, et al. Developing a risk score to inform the use of rhBMP-2 in adult spinal deformity surgery[J]. Spine Deform, 2025, 13(1):231-239. DOI:10.1007/s43390-024-00946-4.
- [96] Nakano A, Ryu C, Baba I, et al. Posterior short fusion without neural decompression using pedicle screws and spinous process plates: A simple and effective treatment for neurologic deficits following osteoporotic vertebral collapse[J]. J Orthop Sci, 2017, 22(4):622-629. DOI:10.1016/j.jos.2017.03.004.
- [97] 慈元, 迟晓飞, 王坤, 等. 单侧球囊扩张椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体骨折不愈合[J]. 中华创伤杂志, 2011, 27(11): 1010-1011. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2011.11.011.
- [98] Kang H, Wei T, Zeng W, et al. Treatment of kyphotic deformity in Kummell's disease through vertebral body screw fixation and intertransverse process grafting: A case report[J]. Medicine (Baltimore), 2024, 103(4):e37058. DOI:10.1097/MD.000000000000037058.
- [99] Saita K, Hoshino Y, Higashi T, et al. Posterior spinal shortening for paraparesis following vertebral collapse due to osteoporosis[J]. Spinal Cord, 2008, 46(1):16-20. DOI:10.1038/sj.sc.3102052.
- [100] 赵士杰, 李长明, 许建柱, 等. 后路楔形截骨与椎体成形术联合长节段椎弓根螺钉内固定治疗骨质疏松性椎体骨折不愈合伴后凸畸形的疗效比较[J]. 中华创伤杂志, 2022, 38(9):806-813. DOI:10.3760/cma.j.cn501098-20220515-00381.
- [101] Liu FY, Huo LS, Liu S, et al. Modified posterior vertebral column resection for Kummell disease: Case report[J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(5):e5955. DOI:10.1097/MD.00000000000005955.

(收稿日期:2025-06-28)

本文引用格式

司海朋, 李乐, 钮俊杰, 等. 骨质疏松性椎体骨折不愈合临床诊疗指南(2025版)[J]. 中华创伤杂志, 2025, 41(10): 932-945. DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20250628-00371.

· 读者 · 作者 · 编者 ·

《中华创伤杂志》对一稿两投的处理办法

作者在收到本刊的稿件回执后,若3个月内未收到稿件处理结果的通知,系稿件仍在审理过程中。作者可通过电话、电子邮件或在本刊网站上专门通道向本刊编辑查询稿件处理情况。本刊稿件查询电话:023-68757481, Email:zhcszz@163.com, 网站:http://zhcszz.yiigle.com。作者如欲改投他刊,请先与本刊联系,作出说明。切勿一稿两投或多投。

本刊谴责并抵制一稿两投甚至一稿多投行为,一经发现将立即退稿,并作如下处理:(1)刊登撤销该论文及该文系重复发表的声明,并在中华医学会系列杂志上通报;(2)向作者所在单位和该领域内的其他学术期刊通报;(3)本刊2年内拒绝发表该文第一作者的任何来稿。

已在非公开发表的刊物上发表,或曾在学术会议上交流,或已以其他文种发表过的文稿,不属于一稿多投,但作者须在投稿时说明首次发表的刊物及刊出的时间。

《中华创伤杂志》编辑委员会