

# 老年骨质疏松性胸腰椎压缩骨折经皮椎体强化术术后椎体再骨折诊疗指南(2025 版)

杨勇<sup>1</sup> 周晓光<sup>1</sup> 陈其昕<sup>2</sup> 陈建<sup>3</sup> 董健<sup>4</sup> 杜良杰<sup>5</sup> 范顺武<sup>6</sup> 凡进<sup>7</sup> 方忠<sup>8</sup>  
冯皓宇<sup>9</sup> 冯世庆<sup>10</sup> 关海山<sup>11</sup> 高爱国<sup>12</sup> 高延征<sup>13</sup> 海涌<sup>14</sup> 何达<sup>15</sup> 何登伟<sup>16</sup>  
贺海恽<sup>17</sup> 蒋电明<sup>18</sup> 康学文<sup>19</sup> 林斌<sup>20</sup> 刘宝戈<sup>21</sup> 李长青<sup>22</sup> 李放<sup>23</sup> 李利<sup>24</sup>  
李方财<sup>2</sup> 李危石<sup>25</sup> 刘晓光<sup>25</sup> 刘宏建<sup>26</sup> 刘新宇<sup>27</sup> 刘勇<sup>28</sup> 刘忠军<sup>25</sup> 鲁世保<sup>29</sup>  
卢旭华<sup>30</sup> 罗飞<sup>31</sup> 马玉海<sup>32</sup> 毛克亚<sup>24</sup> 马学晓<sup>33</sup> 孟斌<sup>34</sup> 宁旭<sup>35</sup> 戎利民<sup>36</sup>  
桑宏勋<sup>37</sup> 舒钧<sup>38</sup> 孙天胜<sup>23</sup> 田大胜<sup>39</sup> 王征<sup>24</sup> 王冰<sup>40</sup> 王林峰<sup>41</sup> 王庆德<sup>1</sup> 王庆贺<sup>42</sup>  
魏岚<sup>1</sup> 吴继功<sup>43</sup> 徐宝山<sup>44</sup> 徐又佳<sup>45</sup> 殷国勇<sup>7</sup> 闫景龙<sup>46</sup> 颜峰<sup>47</sup> 杨操<sup>48</sup> 杨惠林<sup>34</sup>  
杨强<sup>44</sup> 赵斌<sup>11</sup> 赵杰<sup>49</sup> 朱悦<sup>50</sup> 仇建国<sup>51</sup> 张文志<sup>52</sup> 张忠民<sup>53</sup> 郑召民<sup>54</sup> 曾岩<sup>55</sup>  
贺宝荣<sup>56</sup> 梅伟<sup>1</sup>

中国医师协会骨科医师分会脊柱创伤学组

<sup>1</sup>郑州市骨科医院, 郑州 450052; <sup>2</sup>浙江大学医学院附属第二医院, 杭州 310009;  
<sup>3</sup>银川国龙医院, 银川 750001; <sup>4</sup>复旦大学附属中山医院, 上海 200032; <sup>5</sup>中国康复研究中心北京博爱医院, 北京 100068; <sup>6</sup>浙江大学医学院附属邵逸夫医院, 杭州 310016; <sup>7</sup>江苏省人民医院, 南京 210029; <sup>8</sup>华中科技大学同济医学院附属同济医院, 武汉 430030; <sup>9</sup>山西白求恩医院, 太原 030032; <sup>10</sup>山东大学第二医院, 济南 250033;  
<sup>11</sup>山西医科大学第二医院, 太原 030001; <sup>12</sup>无锡市人民医院, 无锡 214023; <sup>13</sup>河南省人民医院, 郑州 450003; <sup>14</sup>首都医科大学附属北京朝阳医院, 北京 100020; <sup>15</sup>首都医科大学附属北京积水潭医院, 北京 100035; <sup>16</sup>温州医科大学附属第五医院, 丽水 323020; <sup>17</sup>三门峡市中心医院, 三门峡 472099; <sup>18</sup>重庆医科大学附属第三医院, 重庆 401120; <sup>19</sup>兰州大学第二医院, 兰州 730030; <sup>20</sup>中国人民解放军联勤保障部队第九〇九医院, 漳州 363099; <sup>21</sup>首都医科大学附属北京天坛医院, 北京 100070; <sup>22</sup>陆军军医大学第二附属医院, 重庆 400037; <sup>23</sup>中国人民解放军总医院第七医学中心, 北京 100026; <sup>24</sup>中国人民解放军总医院, 北京 100853; <sup>25</sup>北京大学第三医院, 北京 100191; <sup>26</sup>郑州大学第一附属医院, 郑州 450052; <sup>27</sup>山东大学齐鲁医院, 济南 250012; <sup>28</sup>西藏自治区人民医院, 拉萨 850010; <sup>29</sup>首都医科大学宣武医院, 北京 100053; <sup>30</sup>海军军医大学第二附属医院, 上海 200003; <sup>31</sup>陆军军医大学第一附属医院, 重庆 400038; <sup>32</sup>上海交通大学医学院附属新华医院, 上海 200092; <sup>33</sup>青岛大学附属医院, 青岛 266003; <sup>34</sup>苏州大学附属第一医院, 苏州 215006; <sup>35</sup>贵州医科大学附属医院, 贵阳 550001; <sup>36</sup>中山大学附属第三医院, 广州 510630; <sup>37</sup>南方医科大学深圳医院, 深圳 518000; <sup>38</sup>昆明医科大学第二附属医院, 昆明 650106; <sup>39</sup>安徽医科大学第二附属医院, 合肥 230601; <sup>40</sup>中南大学湘雅二医院, 长沙 410012; <sup>41</sup>河北医科大学第三医院, 石家庄 050051; <sup>42</sup>南方科技大学医院, 深圳 518055; <sup>43</sup>中国人民解放军战略支援部队特色医学中心, 北京 100101; <sup>44</sup>天津医院, 天津 300202; <sup>45</sup>苏州大学附属第二医院, 苏州 215004; <sup>46</sup>哈尔滨医科大学附属第二医院, 哈尔滨 150001; <sup>47</sup>上海中医药大学台州医院, 台州 318020; <sup>48</sup>华中科技大学同济医学院附属协和医院, 武汉 430023; <sup>49</sup>上海交通大学医学院附属第九人民医院, 上海 200011; <sup>50</sup>中国医科大学附属



第一医院, 沈阳 110001; <sup>51</sup>北京协和医院, 北京 100032; <sup>52</sup>中国科学技术大学附属第一医院, 合肥 230001; <sup>53</sup>南方医科大学南方医院, 广州 510515; <sup>54</sup>中山大学附属第一医院, 广州 510080; <sup>55</sup>北京大学人民医院, 北京 100044; <sup>56</sup>西安交通大学附属红会医院, 西安 710054

通信作者: 梅伟, Email: meiwei9606@163.com; 贺宝荣, Email: hebr888@163.com

**【摘要】** 老年骨质疏松性胸腰椎压缩骨折(OTLCF)患者行经皮椎体强化术(PVA)术后发生椎体再骨折临床常见, 可导致疼痛复发、椎体高度丢失、后凸畸形加重, 甚至引发神经功能障碍, 显著降低患者生活质量。其诊治存在诸多挑战, 如漏诊率高、手术与非手术治疗方案选择困难、术式操作缺乏规范、强化椎体内部骨水泥对手术存在操作干扰、骨质疏松条件下内固定稳定性不足、抗骨质疏松治疗率低且依从性差等, 亟需建立规范化诊治体系。为规范老年 OTLCF 患者 PVA 术后椎体再骨折的诊疗流程、提升诊疗效果, 由中国医师协会骨科医师分会脊柱创伤学组组织相关领域专家, 基于现有文献及临床经验, 遵循科学性和实用性原则, 制订《老年骨质疏松性胸腰椎压缩骨折经皮椎体强化术后椎体再骨折诊疗指南(2025 版)》, 从诊断、治疗及康复方面提出 11 条推荐意见, 旨在为老年 OTLCF 患者 PVA 术后椎体再骨折的规范诊疗提供依据。

**【关键词】** 骨质疏松; 脊柱骨折; 胸椎; 腰椎; 实践指南

**【中图分类号】** R683.2; R722.14+1; R687.3

国际实践指南注册与透明化平台: PREPARE-2025CN236

DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20250419-00237

### Guideline for the diagnosis and treatment of vertebral refracture after percutaneous vertebral augmentation in elderly patients with osteoporotic thoracolumbar compression fractures (version 2025)

Yang Yong<sup>1</sup>, Zhou Xiaoguang<sup>1</sup>, Chen Qixin<sup>2</sup>, Chen Jian<sup>3</sup>, Dong Jian<sup>4</sup>, Du Liangjie<sup>5</sup>, Fan Shunwu<sup>6</sup>, Fan Jin<sup>7</sup>, Fang Zhong<sup>8</sup>, Feng Haoyu<sup>9</sup>, Feng Shiqing<sup>10</sup>, Guan Haishan<sup>11</sup>, Gao Aiguo<sup>12</sup>, Gao Yanzheng<sup>13</sup>, Hai Yong<sup>14</sup>, He Da<sup>15</sup>, He Dengwei<sup>16</sup>, He Haiyi<sup>17</sup>, Jiang Dianming<sup>18</sup>, Kang Xuwen<sup>19</sup>, Lin Bin<sup>20</sup>, Liu Baoge<sup>21</sup>, Li Changqing<sup>22</sup>, Li Fang<sup>23</sup>, Li Li<sup>24</sup>, Li Fangcai<sup>25</sup>, Li Weishi<sup>25</sup>, Liu Xiaoguang<sup>25</sup>, Liu Hongjian<sup>26</sup>, Liu Xinyu<sup>27</sup>, Liu Yong<sup>28</sup>, Liu Zhongjun<sup>25</sup>, Lu Shibao<sup>29</sup>, Lu Xuhua<sup>30</sup>, Luo Fei<sup>31</sup>, Ma Yuhai<sup>32</sup>, Mao Keya<sup>24</sup>, Ma Xuexiao<sup>33</sup>, Meng Bin<sup>34</sup>, Ning Xu<sup>35</sup>, Rong Limin<sup>36</sup>, Sang Hongxun<sup>37</sup>, Shu Jun<sup>38</sup>, Sun Tiansheng<sup>23</sup>, Tian Dasheng<sup>39</sup>, Wang Zheng<sup>24</sup>, Wang Bing<sup>40</sup>, Wang Linfeng<sup>41</sup>, Wang Qingde<sup>1</sup>, Wang Qinghe<sup>42</sup>, Wei Lan<sup>1</sup>, Wu Jigong<sup>43</sup>, Xu Baoshan<sup>44</sup>, Xu Youjia<sup>45</sup>, Yin Guoyong<sup>7</sup>, Yan Jinglong<sup>46</sup>, Yan Feng<sup>47</sup>, Yang Cao<sup>48</sup>, Yang Huilin<sup>34</sup>, Yang Qiang<sup>44</sup>, Zhao Bin<sup>11</sup>, Zhao Jie<sup>49</sup>, Zhu Yue<sup>50</sup>, Zhang Jianguo<sup>51</sup>, Zhang Wenzhi<sup>52</sup>, Zhang Zhongmin<sup>53</sup>, Zheng Zhaomin<sup>54</sup>, Zeng Yan<sup>55</sup>, He Baorong<sup>56</sup>, Mei Wei<sup>1</sup>

Spinal Trauma Group, Orthopedic Surgeons Branch, Chinese Medical Doctor Association

<sup>1</sup>Zhengzhou Orthopedic Hospital, Zhengzhou 450052, China; <sup>2</sup>Second Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310009, China; <sup>3</sup>Yinchuan Guolong Hospital, Yinchuan 750001, China; <sup>4</sup>Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China; <sup>5</sup>Beijing Boai Hospital, China Rehabilitation Research Center, Beijing 100068, China; <sup>6</sup>Sir Run Run Shaw Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310016, China; <sup>7</sup>Jiangsu Province Hospital, Nanjing 210029, China; <sup>8</sup>Tongji Hospital Affiliated to Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China; <sup>9</sup>Shanxi Bethune Hospital, Taiyuan 030032, China; <sup>10</sup>Second Hospital of Shandong University, Jinan 250033, China; <sup>11</sup>Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China; <sup>12</sup>Wuxi People's Hospital, Wuxi 214023, China; <sup>13</sup>Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou 450003, China; <sup>14</sup>Beijing Chaoyang Hospital, Capital Medical University, Beijing 100020, China; <sup>15</sup>Beijing Jishuitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100035, China; <sup>16</sup>Fifth Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University, Lishui 323020, China; <sup>17</sup>Sanmenxia Central Hospital, Sanmenxia 472099, China; <sup>18</sup>Third Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 401120, China; <sup>19</sup>Second hospital, Lanzhou University, Lanzhou 730030, China; <sup>20</sup>909th Hospital of Joint Logistics Support Force of PLA, Zhangzhou 363099, China; <sup>21</sup>Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100070, China; <sup>22</sup>Second Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400037, China; <sup>23</sup>Seventh Medical Center of PLA General Hospital, Beijing 100026, China; <sup>24</sup>PLA General Hospital, Beijing 100853, China; <sup>25</sup>Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China; <sup>26</sup>First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China; <sup>27</sup>Qilu Hospital of Shandong University, Jinan 250012, China; <sup>28</sup>Tibet Autonomous Region People's Hospital, Lhasa 850010,



China; <sup>29</sup>Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China; <sup>30</sup>Second Affiliated Hospital of Naval Medical University, Shanghai 200003, China; <sup>31</sup>First Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400038, China; <sup>32</sup>Xinhua Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200092, China; <sup>33</sup>Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266003, China; <sup>34</sup>First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215006, China; <sup>35</sup>Affiliated Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang 550001, China; <sup>36</sup>Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, China; <sup>37</sup>Shenzhen Hospital of Southern Medical University, Shenzhen 518000, China; <sup>38</sup>Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650106, China; <sup>39</sup>Second Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230601, China; <sup>40</sup>Second Xiangya Hospital of Central South University, Changsha 410012, China; <sup>41</sup>Third Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050051, China; <sup>42</sup>Southern University of Science and Technology Hospital, Shenzhen 518055, China; <sup>43</sup>Specialty Medical Center of PLA Strategic Support Force, Beijing 100101, China; <sup>44</sup>Tianjin Hospital, Tianjin 300202, China; <sup>45</sup>Second Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215004, China; <sup>46</sup>Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, China; <sup>47</sup>Taizhou Hospital, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Taizhou 318020, China; <sup>48</sup>Union Hospital Affiliated to Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430023, China; <sup>49</sup>Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200011, China; <sup>50</sup>First Affiliated Hospital of China Medical University, Shenyang 110001, China; <sup>51</sup>Peking Union Medical College Hospital, Beijing 100032, China; <sup>52</sup>First Affiliated Hospital of University of Science and Technology of China, Hefei 230001, China; <sup>53</sup>Nanfang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China; <sup>54</sup>First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China; <sup>55</sup>Peking University People's Hospital, Beijing 100044, China; <sup>56</sup>Honghui Hospital Affiliated to Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710054, China

Corresponding authors: Mei Wei, Email: meiwei9606@163.com; He Baorong, Email: hebr888@163.com

**【Abstract】** Vertebral refracture following percutaneous vertebral augmentation (PVA) is commonly seen in elderly patients with osteoporotic thoracolumbar compression fractures (OTLCF). It can lead to recurrent pain, loss of vertebral height, progression of kyphosis, and even neurological dysfunction, significantly impairing patients' quality of life. Current diagnosis and treatment face multiple challenges, including high misdiagnosis rate, difficulty in choosing between surgical and non-surgical treatment options, lack of standardized surgical protocols, interference from intralaminar bone cement during procedures, inadequate stability of internal fixation in osteoporotic bone, and suboptimal compliance of anti-osteoporotic therapy. Establishing a standardized diagnostic and therapeutic framework is urgently needed. To standardize the management process and improve outcomes for vertebral refractures after PVA in elderly OTLCF patients, Spinal Trauma Group of the Orthopedic Branch of Chinese Medical Doctor Association organized experts in the field to develop *Guideline for the diagnosis and treatment of vertebral refracture after percutaneous vertebral augmentation in elderly patients with osteoporotic thoracolumbar compression fractures (version 2025)*, based on current literature and clinical experience, and adhering to principles of scientific rigor and clinical applicability. A total of 11 recommendations were proposed, encompassing diagnosis, treatment, and rehabilitation of vertebral refracture after PVA in elderly patients with OTLCF, aiming to provide a foundation for a standardized management.

**【Key words】** Osteoporosis; Spinal fractures; Thoracic vertebrae; Lumbar vertebrae; Practice guideline

**Practice guideline registration for transparency:** PREPARE-2025CN236

DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20250419-00237

经皮椎体强化术(percutaneous vertebral augmentation, PVA)包括经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)及经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)等,具有创伤小、操作简便、快速止痛、即刻稳定等特点,是治疗老年骨质疏松性胸腰椎压缩骨折(osteoporotic thoracolumbar compression fracture, OTLCF)的有效方法<sup>[1-3]</sup>。PVA术后椎体再骨折是指患者术后经历症状缓解期后,再次出现以腰背部机械性疼痛(如翻身、起坐时)为

特征的临床表现,并经影像学检查证实原强化椎体或其上下直接相邻椎体出现新的骨折。强化椎体再骨折与骨水泥分布不均匀密切相关,邻近椎体骨折与原椎体骨折所致生物力学改变密切相关,PVA是否增加邻近椎体骨折风险尚存争议,非邻近骨折与原椎体骨折及PVA均不相关,多归因于骨质疏松进程或全身性因素,故PVA术后再骨折范畴被限定为原强化椎体及其上下直接相邻椎体<sup>[4,9]</sup>。强化椎体再骨折发生率为0.56%~30%,邻近椎体再骨折发



生率为 8%~52%，椎体再骨折不仅会导致疼痛复发、椎体高度进行性丢失、后凸畸形加重，甚至可能引发神经功能障碍，显著降低患者生活质量<sup>[10-11]</sup>。尽管近年来已发布多部关于老年 OTLCF 诊疗相关的专家共识和指南，但针对 PVA 术后椎体再骨折这一特定问题的关注仍显不足：其诊断及治疗仍面临诸多困难，缺乏规范的治疗策略和临床共识，包括患者既往骨折史和手术史的干扰，加之椎体塌陷征象可能较为隐匿，如何结合临床表现及影像学检查避免漏诊；如何应用标准化分型系统客观评估骨折状况，并将分型量化指标与患者疼痛程度、骨密度水平及神经功能等多因素整合，从而明确手术与非手术的界定标准并指导手术方式选择；如何规避强化椎体内骨水泥对再次 PVA、椎弓根置钉、截骨或神经减压等手术操作的技术干扰；如何依据椎体骨折程度，在长节段与短节段内固定之间做出合理选择；合并矢状面失衡时，如何根据后凸形态选择截骨术式；如何解决严重骨质疏松条件下内固定稳定性不足的难题；如何解决抗骨质疏松治疗率低、依从性差的临床痛点；如何规范下床活动、支具佩戴和功能锻炼方案，以促进患者快速康复。为规范老年 OTLCF 患者 PVA 术后椎体再骨折的诊疗流程、提升诊疗效果，由中国医师协会骨科医师分会脊柱创伤学组组织相关领域专家，基于现有文献证据及临床实践经验，遵循科学性和适用性原则，制订《老年骨质疏松性胸腰椎压缩骨折经皮椎体强化术术后椎体再骨折诊疗指南(2025 版)》(以下简称“本指南”)，从诊断、治疗及康复等方面提出 11 条推荐意见，旨在为老年 OTLCF 患者 PVA 术后椎体再骨折的规范诊疗提供依据。

## 1 指南制订流程

### 1.1 指南发起单位

本指南由中国医师协会骨科医师分会脊柱创伤学组提出立项申请，出于规范老年 OTLCF 患者 PVA 术后椎体再骨折的临床诊疗目的，依据中华医学会《中国制订/修订临床诊疗指南的指导原则(2022 版)》<sup>[12]</sup>制订本指南。本指南的制订符合美国医学科学院与世界卫生组织指南制订手册对于临床实践指南构建的概念与过程框架<sup>[13-14]</sup>。

### 1.2 组建指南工作组

指南工作组于 2024 年 6 月成立，并依次建立组建指导委员会、专家组、秘书组及外审专家组共 4 个工作组。

#### 1.2.1 指导委员会

指导委员会由 5 名脊柱外科领域专家构成。核心工作任务：(1)确定本指南的主题和大纲；(2)组建指南专家组、秘书组及外审专家组，并管理利益冲突声明；(3)统筹规划与制订指南工作的流程安排；(4)批准指南的发表并推进指南的出版和推广。

#### 1.2.2 专家组

在综合考虑地域代表性因素的前提下，组建专家组，成员 70 名，主要由脊柱外科领域的专家组成，所有成员为全国各省(直辖市、自治区)相关领域的一线专家，涉及单位覆盖全国 60% 以上的省级行政区。核心职责：(1)审核指南定义的临床问题；(2)对推荐意见草稿进行表决；(3)参与指南全文的修订并提出修改意见，最终审定指南终稿。

#### 1.2.3 秘书组

由 3 名脊柱外科医师组成。核心职责：(1)完成指南注册；(2)撰写指南计划书；(3)系统梳理临床问题并组织问卷调查；(4)起草、修订和完善指南；(5)协调组织指南讨论会议(包括线上视频会议与线下现场会议)，做好会议记录及决议整理。

#### 1.2.4 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外审专家组。核心任务：(1)评估临床实践指南所涉及问题及推荐意见的科学性和适用性；(2)对重要决策作出最终抉择。

### 1.3 指南注册

本指南已在国际指南注册与透明化平台完成双语注册，注册号：PREPARE-2025CN236。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 文献检索过程

按照目标人群、干预方式、对照、结局、研究类型(PICOS)原则构建临床问题，系统性检索相关临床问题证据，经各小组讨论后审定。以“spine”“thoracic”“lumbar”“thoracolumbar”“osteoporosis”“osteoporotic”“fracture”“compression fracture”“vertebral collapse”“vertebroplasty”“kyphoplasty”“recollapse”“refracture”“recompression”等作为英文关键词，以“脊柱”“胸椎”“腰椎”“腰胸椎”“骨质疏松”“骨折”“压缩性骨折”“椎体塌陷”“椎体成形术”“椎体后凸成形术”



“再塌陷”“再骨折”“再压缩”等作为关键词,分别检索 PubMed、Web of Science、中国知网、万方数据知识服务平台、维普等数据库。检索时限为建库至 2025 年 4 月 30 日。文献纳入标准:(1)研究内容与老年 OTLFCF 患者 PVA 术后椎体再骨折诊疗相关;(2)研究类型包括系统评价、Meta 分析、随机对照试验(RCT)、队列研究、病例对照研究、病例报告等;(3)文献类型为论著、综述、临床指南、专家共识或著作等;(4)有明确研究结果且为定量资料。文献排除标准:(1)内容与题目严重不符;(2)内容重复及无法获得全文。优先检索 5 年内的系统评价、Meta 分析及 RCT。共得到文献 7 261 篇,除去重复文献 876 篇后,根据文献纳入和排除标准、文献评价及补充指南相关问题需要,最终引用 107 篇文献,其中英文 76 篇,中文 31 篇。

### 1.6 临床问题与结局指标的收集与确定

临床问题的调研、遴选与确定严格遵循指南制定的标准流程。首先采用电子邮件结合现场问卷形式,向脊柱外科领域专家征集老年 OTLFCF 患者 PVA 术后椎体再骨折诊疗实践中最关注的临床问题。经系统梳理与分析,初步遴选出 11 个候选问题。专家组围绕候选问题展开深入讨论与论证,同时广泛检索并严格评估相关文献,系统归纳文献信息并评判证据等级。在此基础上,最终形成基于循证证据的推荐意见。

### 1.7 证据质量与推荐强度分级

指南根据证据推荐分级评估、制订与评价(GRADE)体系<sup>[15]</sup>对证据质量和推荐强度进行分级(表 1、2)。

表 1 GRADE 证据质量分级

证据级别	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	个案报道、专家意见

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 推荐强度分级

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

秘书组将依据检索所得证据的质量,系统拟定推荐意见决策表,明确各条推荐意见、支持依据及其对应的证据等级。形成推荐意见决策后,通过 3 轮 Delphi 法(包括同行评审、线上函评及线下会议),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(强推荐/弱推荐)。最终,经上述流程确定纳入指南的 11 条推荐意见。本共识的适用对象涵盖骨科、神经外科、疼痛科、介入科、康复科的医护人员。

### 1.9 推荐意见的外审及批准

秘书组完成最终版的指南草案后,先进行外审专家组的同行评审流程,秘书组通过系统梳理外审专家的评审意见,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内容的科学性和适用性终审评估,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

秘书组按照卫生实践指南报告标准(RIGHT)<sup>[16]</sup>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 2~3 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。

## 2 老年 OTLFCF 患者 PVA 术后椎体再骨折诊断、治疗及康复的推荐意见

### 2.1 诊断

本指南对骨质疏松症的诊断标准为双能 X 线吸收测定法(DXA)测定骨密度 T 值 $\leq -2.5$  SD,或者定量 CT(QCT)法测定骨密度 $\leq 80$  mg/cm<sup>3</sup>,或者发生 1 处以上脆性骨折<sup>[17]</sup>。

老年 OTLFCF 患者 PVA 术后椎体再骨折的原因多为低能量损伤,具有隐匿性高的特点,且存在既往骨折史和手术史的干扰,漏诊率较高<sup>[18-20]</sup>。明确诊断需综合患者的临床症状、体征,并结合影像学检查(包括 X 线、CT 及 MRI)进行系统评估,精准识别再骨折的责任节段,评估骨折的严重程度,为制订个体化治疗策略提供必要依据。

#### 2.1.1 临床表现

**推荐意见 1:**老年 OTLFCF 患者 PVA 术后出现腰背部机械性疼痛,无论是否存在外伤史,均应高度警惕椎体再骨折可能(推荐强度:强)。

共纳入文献证据 8 项,其中 I 级证据 2 项<sup>[2,21]</sup>, II 级证据 5 项<sup>[5,19,22-24]</sup>, III 级证据 1 项<sup>[25]</sup>。

老年 OTLFCF 患者为椎体再骨折的高危人群,既往椎体骨折史显著增加其再骨折风险,且距离骨折椎体越近继发再骨折风险越高,骨折椎体越多继发再骨折风险越高<sup>[5,21,25]</sup>。尽管 PVA 能强化目标椎体,但其无法阻断骨质疏松的自然进程,且骨水泥注入会改变椎体的生物力学特性(如强度与刚度),而骨水泥分布不均可导致椎体内应力分布失衡,这是引发强化椎体再骨折的重要危险因素<sup>[23-24]</sup>。老年 OTLFCF 患者发生椎体再骨折的原因常为低能量损伤,无明显外伤或仅有轻度外伤如扭伤、颠簸及平地滑倒等,甚至咳嗽、喷嚏及弯腰等日常动作即可诱发椎体再骨折<sup>[2,19]</sup>。其典型临床表现为 PVA 术后经历症状缓解期后,再次出现腰背部机械性疼痛,体位变换(如翻身、起坐)时疼痛显著加剧<sup>[22]</sup>。因此,老年 OTLFCF 患者 PVA 术后再次出现腰背部机械性疼痛,无论是否存在明确外伤史,均应高度警惕椎体再骨折的可能。临床医师应进一步完善体检,通常有原强化椎体周围压痛、叩击痛体征,一般无下肢感觉异常、肌力减退及反射改变等神经损伤症状,但若椎体后凸畸形严重继发椎管狭窄、骨折块或骨水泥团块后移,则可能出现神经损伤症状<sup>[2]</sup>。

### 2.1.2 影像学评估

**推荐意见 2:**对于怀疑发生椎体再骨折患者,应行 X 线、CT 及 MRI 检查,若存在 MRI 检查禁忌(如心脏起搏器、金属置入物)且无法明确诊断,可行单光子发射计算机断层显像(SPECT)/CT 检查(**推荐强度:强**)。

共纳入文献证据 14 项,其中 I 级证据 2 项<sup>[21,26]</sup>, II 级证据 2 项<sup>[20,27]</sup>, III 级证据 10 项<sup>[18,28-36]</sup>。

在临床中,X 线检查作为腰背部疼痛患者应用最广泛的影像学评估手段,具有快速诊断的优势,通过观察椎体形态特征变化(如楔形变、双凹形改变等)识别椎体骨折,但强化椎体内部填充的骨水泥因高密度特性产生影像遮蔽效应,可能掩盖骨折线或骨小梁结构的变化,加上 OTLFCF 患者椎体骨折多为低能量损伤所致,椎体可能无明显楔形改变,X 线检查漏诊率高达 34%~45%<sup>[20]</sup>。CT 检查能更清晰显示椎体骨折细节(如骨折线走向、骨小梁断裂情况等)、提高诊断的准确性,但难以区分新鲜骨折及畸形愈合的陈旧性骨折,漏诊率仍高达 13.1%~29.4%<sup>[18,21]</sup>。但 X 线与 CT 检查为基于脊柱形态学的

脊柱分型系统[如骨质疏松性胸腰椎损伤分类及严重程度评分(OTLICS)、骨质疏松性骨折(OF)分型等]提供了关键的影像学依据,是制订手术策略不可缺少的影像学检查<sup>[26,28]</sup>。

MRI 检查是诊断椎体骨折最准确的影像学检查<sup>[29]</sup>,也常用于鉴别肿瘤性椎体骨折和椎体感染<sup>[30-31]</sup>。MRI 的脂肪抑制序列(STIR)能有效抑制正常骨髓、皮下脂肪的高信号,敏感监测脊柱损伤后引起的骨髓、韧带及软组织水肿情况,是目前鉴别椎体新鲜与陈旧骨折的“金标准”<sup>[32]</sup>。典型的椎体骨折 MRI 信号改变是 T1WI 序列呈低信号,STIR 序列呈高信号,而 T2WI 序列则呈多样化表现(低信号、中低信号多见)<sup>[33]</sup>。此外,MRI 信号变化可提示椎体骨折的修复过程,椎体骨髓水肿导致的异常信号在骨折后 2 个月内会持续存在,待椎体骨髓脂肪替代完成后,其 MRI 信号特征与正常椎体趋于一致<sup>[34]</sup>。骨水泥主要成分为聚甲基丙烯酸甲酯聚合物,因其不含氢离子,在 T1WI、T2WI 及 STIR 序列中均呈黑色低信号,且该信号特征不随时间改变<sup>[35]</sup>。

若患者因身体原因无法行 MRI 检查,且 X 线与 CT 检查无法明确诊断时,可选择 SPECT/CT 检查,因该检查判断新鲜椎体骨折责任节段的准确性和 MRI 检查高度一致<sup>[27,36]</sup>。但 SPECT/CT 具有辐射且尚未普及,不应作为常规检查,仅适用于存在 MRI 检查禁忌的替代检查。

## 2.2 治疗

对于老年 OTLFCF 患者 PVA 术后椎体再骨折,治疗目标应不仅能有效缓解疼痛、改善功能,更能预防继发畸形、神经损伤等远期并发症。本指南基于 OTLICS 评分系统、OF 分型及 OF 评分系统,并整合脊柱后凸程度、矢状面平衡、骨密度、疼痛及神经功能等关键因素制订涵盖非手术、微创介入手术直至开放内固定手术的阶梯化治疗策略<sup>[26,28,37]</sup>。需要特别强调的是,无论采取何种治疗方案,规范化抗骨质疏松治疗均须尽早启动并贯穿全程,这是改善患者远期预后、降低再骨折风险的根本保障<sup>[17]</sup>。

### 2.2.1 骨折分型系统

**推荐意见 3:**可采用 OTLICS 评分系统或 OF 分型及 OF 评分系统决定手术治疗或非手术治疗,并采用 OF 分型及 OF 评分系统选择手术方案(**推荐强度:强**)。

共纳入文献证据 4 项,其中 I 级证据 2 项<sup>[26,37]</sup>, III 级证据 2 项<sup>[28,38]</sup>。



脊柱骨折分型系统通过多维度量化脊柱骨折相关特征,为临床治疗方案的制订提供科学的决策依据。目前学术界尚未针对PVA术后椎体再骨折建立独立分型系统,治疗决策建议参考原发性骨质疏松性椎体骨折分型系统,同时还需充分考量原椎体内骨水泥对局部生物力学特性改变和手术操作的限制。建议参考的分型系统如下:(1)OTLICS评分系统:2015年,西安交通大学附属红会医院制订OTLICS评分系统<sup>[28]</sup>,该系统包括形态学改变、MRI检查、骨密度及临床表现4个部分。总分 $\leq 3$ 分,建议非手术治疗;总分=4分,非手术治疗和手术治疗均可;总分 $\geq 5$ 分,建议手术治疗。该分型将影像学与临床症状相结合,对手术治疗的必要性有重要的指导意义,但未对手术方式的选择给出建议。(2)OF分型及OF评分系统:2018年,德国骨科和创伤学会(DGOU)脊柱分会制订OF分型<sup>[26]</sup>及基于OF分型的OF评分系统<sup>[36]</sup>,该系统包括基于形态学改变的OF分型、骨密度、骨折进展、疼痛程度、神经功能障碍、镇痛下活动能力及健康状况7个部分。总分 $\leq 5$ 分,建议非手术治疗;总分=6分,非手术治疗和手术治疗均可;总分 $> 6$ 分,建议手术治疗。对于OF分型1~2型建议非手术治疗,3~5型建议手术治疗。OF分型及OF评分系统对影像学不同分型描述更为详细,结合骨折进展程度和身体健康状况进行了综合评估,对手术治疗的必要性及手术方式的选择均有重要的指导意义。Scherer等<sup>[38]</sup>对OF分型进行可靠性评估,发现此分型有较好的观察者内一致性,但观察者间一致性中等,为提高分型的准确性,需依靠X线、CT及MRI检查综合判断。

## 2.2.2 非手术治疗

**推荐意见 4:**OTLICS评分系统 $\leq 3$ 分或OF分型1~2型骨折且OF评分系统 $< 6$ 分,可行非手术治疗,需做好镇痛管理(推荐强度:强)。

共纳入文献证据13项,其中I级证据9项<sup>[26,37,39-45]</sup>,II级证据2项<sup>[46-47]</sup>,III级证据1项<sup>[28]</sup>,IV级证据1项<sup>[48]</sup>。

对于OTLICS评分系统 $\leq 3$ 分或OF分型1~2型骨折且OF评分系统 $< 6$ 分者,均建议选择非手术治疗<sup>[26,28,37]</sup>。OTLICS评分系统 $\leq 3$ 分,骨折类型为稳定性损伤,不伴神经功能障碍,且脊柱后韧带复合体结构完整,同时低评分反映患者疼痛可控、活动能力未受显著限制<sup>[37]</sup>。OF分型1~2型骨折稳定性较高,OF评分系统 $< 6$ 分表明患者骨密度相对较好、无神经损伤症状、疼痛可控、日常活动能力可维持及

脊柱畸形风险低<sup>[26,28]</sup>。对于此类患者,非手术治疗如镇痛管理、规范休息及支具保护等,既能有效缓解症状,又可避免不必要的手术风险,成为首选治疗方案<sup>[26,28,37]</sup>。

疼痛管理是非手术治疗中的关键环节,建议非甾体类抗炎药物(NSAIDs)作为首选用药,NSAIDs可用于骨质疏松性椎体骨折所致的各类疼痛<sup>[39]</sup>。NSAIDs短期使用( $< 4$ 周)通常安全,长期使用( $> 6$ 周)可能增加骨折不愈合的潜在风险<sup>[40]</sup>。同时NSAIDs有最大日剂量限制,使用不当可能增加胃肠道溃疡、出血及心血管不良事件等风险,若存在NSAIDs使用禁忌,可使用对乙酰氨基酚替代<sup>[41]</sup>。使用NSAIDs建议联合乙哌立松,乙哌立松有助于缓解椎旁肌肉痉挛导致的疼痛,阻止OTLICS引发的疼痛与椎旁肌肉痉挛之间的恶性循环<sup>[42]</sup>。如果NSAIDs疗效欠佳,可短期使用弱阿片类药物,长期使用阿片类药物存在加重骨质疏松的风险<sup>[46]</sup>,且强阿片类药物存在潜在成瘾风险<sup>[43]</sup>。特立帕肽具有治疗椎体脆性骨折所致疼痛及抗骨质疏松的双重作用,疗效确切,也可作为首选用药<sup>[39]</sup>。降钙素也具有治疗椎体脆性骨折所致疼痛及抗骨质疏松的双重作用<sup>[44]</sup>,但其仅对椎体脆性骨折所致急性疼痛有效,而对慢性疼痛疗效欠佳<sup>[45]</sup>。建议佩戴脊柱支具缓解腰背部疼痛,但需防止皮肤压力性损伤<sup>[47]</sup>。此外,长期卧床期间应指导循序渐进的床上运动训练(四肢关节活动、心肺功能训练及轴线翻身等),以维持肌肉骨骼健康和功能,并减少深静脉血栓、关节僵硬、肺部感染及压疮等并发症的发生<sup>[48]</sup>。

## 2.2.3 手术治疗

### 2.2.3.1 PVA

**推荐意见 5:**OF分型1~2型骨折且OF评分系统 $\geq 6$ 分者,可行PVA。强化椎体再次行PVA时,可选择PVP,需将骨水泥填充到椎体再骨折区域。邻近椎体行PVA时,选择PVP或PKP均可(推荐强度:强)。

共纳入文献证据12项,其中I级证据5项<sup>[26,37,49-51]</sup>,II级证据4项<sup>[22,52-54]</sup>,III级证据3项<sup>[55-57]</sup>。

对于OF分型1~2型骨折且OF评分系统 $> 6$ 分者,骨折形态虽稳定,但评分 $> 6$ 分表明存在骨密度极低( $T$ 值 $\leq -3.0$  SD)、疼痛失控[视觉模拟评分(VAS) $\geq 4$ 分]、椎体进行性压缩或活动障碍等高危因素,非手术治疗易引发再骨折、失能恶性循环及长期卧床并发症。而PVA能实现快速疼痛缓解、即刻椎体支撑与早期功能恢复,从而有效阻断失能恶

性循环链条,使骨折局部相对稳定,无须开放手术重建其稳定性,是平衡疗效与安全的最优选择<sup>[26,37]</sup>。但对于符合 OF 分型 1~2 型骨折且 OF 评分系统=6 分者,OF 分型及 OF 评分系统未能明确治疗方式,导致临床决策存在争议。一项通过受试者工作特征(ROC)曲线分析评估 OF 评分在预测手术指征有效性的研究结果显示,将 OF 评分手术指征阈值设定为 5.5 分,能更有效指导临床治疗,患者的结局良好率更高<sup>[52]</sup>。因此,建议将符合 OF 分型 1~2 型骨折且 OF 评分系统=6 分也纳入 PVA 适应证范畴,以减少临床医师决策的不确定性。

对于强化椎体再骨折,因椎体内已有骨水泥填充,PKP 球囊复位受限,建议对强化椎体再骨折手术选择 PVP,能够显著减轻疼痛症状<sup>[22,55]</sup>。强化椎体再骨折主要发生在无骨水泥分布支撑的椎体区域<sup>[49]</sup>。对于此类再骨折的手术治疗,精准的再骨折区域定位和路径规划是技术关键,需克服首次手术遗留的骨水泥团块对穿刺路径的阻挡和对术中透视的遮挡。术前可通过 CT 和 MRI 检查明确骨水泥空间分布特征,准确定位椎体再骨折区域,做好穿刺路径规划,术中在 C/G 形臂透视下调整穿刺导针的方向,规避原骨水泥团块的阻挡,确保工作通道达到再骨折区域<sup>[53,55]</sup>。如有条件,借助导航或机器人更容易实现精准穿刺操作,但昂贵的费用制约其在基层医院开展应用<sup>[50,56]</sup>。为躲避原骨水泥团块的阻挡,针对不同解剖条件,建议采用个体化入路方案。若一侧椎弓根被骨水泥遮挡时,优先选择对侧椎弓根入路<sup>[54]</sup>。若双侧椎弓根均被骨水泥遮挡时,可考虑椎弓根外穿刺途径<sup>[55]</sup>。由于原骨水泥团块已占据椎体部分有效空间,翻修手术骨水泥注入量应根据残余椎体体积来评估,骨水泥渗漏风险较初次手术增加,不宜过度追求椎体高度的恢复<sup>[28,57]</sup>。对于邻近椎体骨折,椎体内无骨水泥填充的影响,选择 PVP 或 PKP 均可,但 PKP 在椎体高度恢复及脊柱后凸矫正方面更具优势<sup>[51]</sup>。

### 2.2.3.2 后路短节段椎弓根螺钉固定

**推荐意见 6:** OF 分型 3~4 型且 Cobb 角 $\leq 30^\circ$ ,可行后路短节段椎弓根螺钉固定(固定范围为伤椎上下各 1 个椎体)联合伤椎置钉或伤椎骨水泥强化治疗(推荐强度:强)。

共纳入文献证据 13 项,其中 I 级证据 4 项<sup>[26,37,58-59]</sup>, II 级证据 4 项<sup>[60-63]</sup>, III 级证据 5 项<sup>[64-68]</sup>。

对于 OF 分型 3~4 型者,骨折累及椎体后壁,存

在显著椎体塌陷,稳定性差,单纯 PVA 无法提供可靠支撑,可能继发椎体再塌陷及后凸畸形等不良后果,需通过内固定手术重建脊柱稳定性<sup>[26,37,64]</sup>。但单纯后路内固定在骨质疏松条件下螺钉抗拔出力下降,且因缺乏有效前中柱支撑,后柱结构需承担过大轴向载荷和应力,远期易发生内固定松动及椎体再塌陷<sup>[60]</sup>。联合伤椎置钉能显著提升其生物力学稳定性,伤椎置钉能对损伤椎体进行直接撬拨复位,有利于骨折复位和椎体高度的恢复,有助于消除复位后椎体内部的“蛋壳效应”,承担部分屈曲应力以改善内固定系统的应力分布,有效减少前中柱的负荷<sup>[61]</sup>。若椎体塌陷严重,伤椎置钉困难,可联合伤椎骨水泥强化弥补前中柱支撑不足,对预防远期椎体再塌陷及内固定松动效果显著<sup>[58,65]</sup>。在 Cobb 角 $\leq 30^\circ$ 的情况下,短节段固定联合伤椎置钉或伤椎骨水泥强化可获得与长节段固定相当的生物力学稳定性,兼具微创、运动节段保留多等优势,建议作为优先选择方案<sup>[59,63,66-67]</sup>。单纯前路手术虽能有效重建前柱稳定性,但受限于骨质疏松易导致前路固定失效,常需联合后路手术,但前后路联合手术创伤较大,在此类患者中非优先选择方案<sup>[62]</sup>。若需在已行 PVA 的椎体置钉,原强化椎体的骨水泥单侧弥散时可选择对侧置钉,双侧弥散时可选择短椎弓根螺钉或皮质骨轨迹(CBT)螺钉固定,但上胸椎( $T_1 \sim T_8$ )椎弓根狭窄且毗邻重要神经血管结构,其解剖特点限制了 CBT 螺钉的应用,该技术更适用于下胸椎和腰椎<sup>[68]</sup>。

### 2.2.3.3 后路长节段椎弓根螺钉固定

**推荐意见 7:** OF 分型 4 型且 Cobb 角 $> 30^\circ$ 或 OF 分型 5 型,可行后路长节段椎弓根螺钉固定(固定范围为伤椎上下各 2 个及以上椎体)联合伤椎骨水泥强化治疗。若存在矢状位失衡,可联合后路截骨矫形术重建脊柱矢状位平衡(推荐强度:弱)。

共纳入文献证据 13 项,其中 I 级证据 4 项<sup>[37,59,69-70]</sup>, II 级证据 4 项<sup>[71-74]</sup>, III 级证据 5 项<sup>[65,75-78]</sup>。

对于 OF 分型 4 型且后凸 Cobb 角 $> 30^\circ$ 者,属完全爆裂性骨折,椎体塌陷严重,而对于 OF 分型 5 型者,骨折同时累及三柱骨性结构和韧带复合体,上述类型均属于极不稳定骨折<sup>[37]</sup>。对于此类骨折,后路短节段固定因力学稳定性不足,难以有效分散屈曲旋转应力,易导致内固定松动及断钉发生。而后路长节段固定能更有效分散应力,扩大纵向承载力分布范围,并有效对抗三柱破坏产生的复杂应力,从而降低远期内固定失败风险。因此,建议将后路



短节段固定升级为后路长节段固定<sup>[59,72-73]</sup>。由于伤椎塌陷严重导致伤椎置钉困难,单纯后路长节段固定仍缺少对前中柱的支撑,易致远端螺钉剪切应力增大及松动拔出,建议联合伤椎骨水泥强化,可有效弥补前中柱支撑,恢复脊柱负载均衡,从而降低远期内固定失败风险<sup>[65,75]</sup>。

脊柱后凸畸形失代偿后可出现矢状位失衡,可联合截骨矫形术重建整体脊柱矢状位平衡。截骨术式的选择可参照根据后凸形态(弧形/角状)、程度、矢状面指数(SI)(SI=伤椎局部后凸角-该节段正常矢状面角)<sup>[71]</sup>、前中柱承载能力和塌陷程度等制订的 OTLCF 后凸畸形分级策略<sup>[76]</sup>。SI<20°的弧形后凸无神经受压行 II 级截骨;SI>15°的角状后凸伴神经受压行 III 级或 IV 级截骨;伤椎严重塌陷且 SI>15°,若 III~IV 级截骨后无法利用伤椎恢复前中柱支撑,行 V 级截骨<sup>[76]</sup>。对于强化椎体再骨折,椎体内有骨水泥填充影响截骨,III 级截骨难以清除椎体内及渗漏到椎间盘的骨水泥,影响截骨面愈合,假关节形成风险高<sup>[77-78]</sup>。IV 级截骨将椎体中的骨水泥清除后残余骨质质量较差,假关节形成风险仍高,失去了保留椎体一端骨质的意义<sup>[78]</sup>。V 级截骨可完整切除伤椎、残留骨水泥和椎间盘,应用人工椎体置入重建脊柱矢状位序列,更易实现骨性融合<sup>[77-78]</sup>。邻近椎体骨折因无骨水泥填充,截骨选择不受影响。后路截骨在畸形纠正、症状缓解、功能恢复及远期疗效上优于或等同于前路及前后路联合手术,且单一后路入路即可完成螺钉置入和截骨操作,无须变换体位,创伤更小,对于此类骨折,更建议采用后路手术<sup>[59,69]</sup>。在取出大块骨水泥时,可利用超声骨刀将水泥团块切开,此法较传统骨刀可减少振动和冲击、降低出血量,更为安全<sup>[70]</sup>。鉴于此类手术创伤大、出血多且神经损伤风险高,临床决策应谨慎,临床医师及麻醉医师需在术前对患者生理状况及手术风险做出全面评估,并建议术中应用神经电生理监测<sup>[74]</sup>。

#### 2.2.3.4 螺钉骨水泥强化

**推荐意见 8:**当骨密度 T 值<-3.0 SD 或置钉过程阻力感过小时,行后路椎弓根螺钉内固定时可联合螺钉骨水泥强化,包括短节段固定全部强化及长节段固定部分强化(推荐强度:强)。

共纳入文献证据 7 项,其中 I 级证据 4 项<sup>[59,79-81]</sup>, II 级证据 1 项<sup>[82]</sup>, III 级证据 2 项<sup>[83-84]</sup>。

对于 T 值<-3.0 SD 者,其骨小梁结构严重疏松,导致常规椎弓根螺钉置入后的抗拔出力量显著不足,

螺钉松动风险高,螺钉骨水泥强化术通过增强钉-骨界面把持力,可显著降低螺钉松动风险,建议联合螺钉骨水泥强化术<sup>[59,80]</sup>。但 DXA 测量的椎体骨密度可因骨赘增生、骨折后硬化或骨水泥影响而提高测量值,还需结合术者操作手感评估,椎弓根螺钉置入扭矩与钉-骨界面强度正相关,若置钉过程(钻孔、攻丝和螺钉拧入)阻力感过小,提示螺钉把持力不足,也建议联合螺钉骨水泥强化术<sup>[82-83]</sup>。

螺钉骨水泥强化术主要分为两种,一是先灌注骨水泥再置入传统实心螺钉,二是先置入空心侧孔螺钉再注射骨水泥。相较于传统椎弓根螺钉固定,两种技术均能显著提升螺钉的稳定性,其中空心侧孔螺钉骨水泥强化较传统实心螺钉骨水泥强化能更有效降低骨水泥渗漏及螺钉松动等风险<sup>[81]</sup>。对于 T 值≤-2.5 SD 者,钉道骨水泥最佳注入量阈值约为 3 ml,过量注入不仅稳定性提升有限,而且增加渗漏风险<sup>[84]</sup>。鉴于螺钉松动好发于固定节段的近端及远端椎体,故在行短节段固定时可对所有螺钉进行强化;长节段固定时则可强化头端和尾端 1~2 对螺钉;截骨矫形时,位于截骨区附近的承受较大应力的中间螺钉也应强化<sup>[59,79]</sup>。

#### 2.2.3.5 神经减压

**推荐意见 9:**若合并神经损伤症状,可联合后路神经减压(推荐强度:强)。

共纳入文献证据 8 项,其中 I 级证据 2 项<sup>[26,59]</sup>, II 级证据 3 项<sup>[62,85-86]</sup>, III 级证据 3 项<sup>[57,87-88]</sup>。

OF 分型 1~2 型为稳定性骨折,合并神经损伤症状风险较低,而 3~5 型稳定性差,神经损伤症状发生风险显著升高<sup>[26]</sup>。骨折块或松动的骨水泥块向后移位,椎体塌陷导致脊柱后凸畸形继发椎管狭窄,均可能引起神经损伤症状,对于合并椎管内脊髓或神经受压引起神经损伤症状的患者,单纯 PVA 为禁忌证,需要联合神经减压才能解除神经压迫<sup>[57]</sup>。相较于前路固定联合前路减压术,后路固定联合后路减压术不仅并发症发生率更低,且可通过单一切口同时实现神经减压与脊柱稳定,因此,建议选择后路固定减压术<sup>[59,62,87]</sup>。椎体后上缘骨折块移位和翻转是胸腰椎骨折引起椎管压迫和神经功能障碍的主要原因,后路内固定手术可应用间接复位技术来复位硬膜囊前方的椎体后上缘骨块,但椎体内部遗留的骨水泥可能影响椎体复位及椎体后上缘骨块复位<sup>[85]</sup>。邻近椎体骨折行后路神经减压时,对于突入椎管且无法复位的骨折块可尝试打击复位,但在



强化椎体再骨折行后路神经减压时,因椎体内骨水泥占据空间形成刚性支撑,骨折块难以通过打击实现复位,且打击过程中产生的反作用力可能直接传导至硬膜囊,存在医源性神经损伤风险,故强化椎体再骨折应列为打击复位的操作禁忌,对于突入椎管的骨块或骨水泥团块,建议直接取出<sup>[86,88]</sup>。

#### 2.2.4 规范化抗骨质疏松治疗

**推荐意见 10:**老年椎体再骨折患者均应尽早启动规范化抗骨质疏松治疗(推荐强度:强)。

共纳入文献证据 10 项,其中 I 级证据 5 项<sup>[17,89-92]</sup>, II 级证据 3 项<sup>[93-95]</sup>, III 级证据 2 项<sup>[96-97]</sup>。

骨质疏松是椎体再骨折的重要危险因素,PVA 虽能有效缓解椎体再骨折急性疼痛,但无法干预骨质疏松的进程<sup>[93,97]</sup>。研究表明,骨密度与椎体再骨折发生风险呈负相关,当 T 值 $\leq -2.2$  SD 时,椎体再骨折风险显著增加,椎体再骨折者平均 T 值为 $-2.86$  SD<sup>[93]</sup>。抗骨质疏松治疗可显著降低椎体再骨折风险,骨密度值每提高 1%,椎体再骨折发生风险可降低 3%,故椎体再骨折患者均应尽早启动规范化抗骨质疏松治疗<sup>[89-90]</sup>。但抗骨质疏松治疗仍面临严峻挑战,其核心问题体现在治疗率低下和依从性差<sup>[95]</sup>。国内外骨质疏松流行病学调查结果显示,骨质疏松性骨折患者抗骨质疏松治疗率低下(我国:男性 0.3%,女性 1.4%;美国:男性 10%,女性 19%)<sup>[94,96]</sup>。同时,患者对持续性抗骨质疏松药物治疗依从性不佳,1 年停药率高达 50%<sup>[95]</sup>。

为有效改善治疗现状,亟需建立并实施包含以下内容的规范化抗骨质疏松治疗管理机制:(1)基础支持治疗:涵盖均衡营养、规律运动、充足日照、严格戒烟限酒、避免过量服用咖啡因、碳酸饮料及影响骨代谢药物,并确保足量钙剂(每日 1 000~1 200 mg)与维生素 D(每日 1 500~2 000 IU)补充,为抗骨质疏松药物提供必需基础<sup>[17,92]</sup>。(2)抗骨质疏松药物治疗:椎体再骨折患者均归属极高骨折风险人群,基于骨折风险分层治疗策略,首选骨形成促进剂(如特立帕肽或阿巴洛肽)或兼具骨形成促进与吸收抑制双重作用药物(如罗莫佐单抗),后续需序贯骨吸收抑制剂(如双膦酸盐或地舒单抗)治疗以维持骨量增益<sup>[91]</sup>。(3)系统化随访与评估体系:在固定专科门诊建立以主治医师负责制的长期规范化抗骨质疏松治疗管理模式,严格评估治疗药物禁忌证、监测药物不良反应。治疗期间,每 3~6 个月复查骨密度及骨转换生化标志物以动态评估疗效,

对反应不佳者及时调整方案,旨在提升治疗依从性与持续性<sup>[17]</sup>。

#### 2.3 康复

老年椎体再骨折患者通常面临功能恢复缓慢及跌倒隐患高等挑战。康复策略包括早期活动、科学佩戴支具及针对性功能锻炼等,是巩固治疗效果及加速功能恢复的关键环节<sup>[98-101]</sup>。

**推荐意见 11:**非手术治疗与内固定术后患者应佩戴脊柱硬性支具,PVA 术后患者应佩戴脊柱软性支具。所有患者应进行适当的功能锻炼(推荐强度:弱)。

共纳入文献证据 10 项,其中 I 级证据 3 项<sup>[98-100]</sup>, II 级证据 6 项<sup>[101-106]</sup>, III 级证据 1 项<sup>[107]</sup>。

早期下床活动能加速功能恢复、减少卧床相关并发症,更符合加速康复理念。椎体再骨折患者无论选择何种治疗方案,早期下床活动期间均建议佩戴脊柱支具,其通过限制脊柱屈曲活动,有效缓解腰背部疼痛<sup>[47,102]</sup>。对于非手术治疗患者,建议佩戴固定效果更可靠的硬性支具,以缩短卧床时长并促进功能恢复<sup>[100]</sup>。对于内固定术后患者,因骨质疏松较为严重,内固定松动风险较高,建议在佩戴脊柱硬性支具保护下进行早期下床活动<sup>[103]</sup>。对于 PVA 术后患者,术后 24 h 可在佩戴软性支具保护下开始下床活动,软性支具在功能恢复及舒适度上更具优势<sup>[99,101-102]</sup>。

抗骨质疏松药物虽可增加骨量,但无法替代运动对骨骼力学环境的适应性改善作用,运动锻炼通过增强骨骼胶原纤维编织结构,可显著提升抗骨质疏松药物疗效<sup>[104]</sup>。肌肉力量下降和身体平衡能力下降是老年 OTLCF 患者反复跌倒的主要原因,适当进行运动锻炼、增强肌肉力量和身体平衡性也是促进功能恢复及预防跌倒的重要措施<sup>[105]</sup>。针对椎体再骨折患者的功能锻炼主要包括腰背伸肌功能锻炼、有氧运动及平衡锻炼三方面,以安全性和低冲击性运动为主。腰背伸肌功能锻炼有助于缓解腰背部疼痛和矫正后凸畸形<sup>[107]</sup>。有氧运动包括游泳、快走和太极拳等,能够防止废用性肌萎缩、改善肌力与平衡功能、增加骨密度<sup>[106]</sup>。平衡训练包括直线行走、单脚站立和单腿深蹲等,提高肌骨系统协调性和身体平衡性<sup>[98]</sup>。但过早功能锻炼可能增加内固定松动风险,而延迟活动则会加剧骨丢失,康复时机与方式必须严格个体化,在功能获益与内固定安全间寻求平衡。



### 3 总结与说明

本指南基于现有证据,针对老年 OTLCF 患者 PVA 术后椎体再骨折的诊断、治疗与康复给出推荐意见,旨在为其规范化诊疗提供可靠的临床参考。本指南仅阐述高质量研究证据的建议,并非制订医疗决策的唯一或强制性标准。随着相关研究的深入、手术技术与器械的革新,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,不具备相关法律效力,不作为医疗纠纷的法律或法规依据,不适用于各种特殊情况,且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,还需综合考虑患者具体病情、个体差异及临床实际状况进行综合判断与决策。

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 杨勇、周晓光:文献检索及筛选、指南撰写;贺宝荣、梅伟:指南制订指导、资料分析及解释、指南修改;其他作者:文献筛选、指南讨论

### 参 考 文 献

- Ma XL, Xing D, Ma JX, et al. Balloon kyphoplasty versus percutaneous vertebroplasty in treating osteoporotic vertebral compression fracture: grading the evidence through a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Spine J*, 2012, 21(9):1844-1859. DOI: 10.1007/s00586-012-2441-6.
- 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.
- 中国医师协会骨科学分会脊柱创伤专业委员会. 急性症状性骨质疏松性胸腰椎压缩骨折椎体强化术临床指南[J]. *中华创伤杂志*, 2019, 35(6):481-489. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2019.06.001.
- 余鹏,夏群,皮红林,等. 经皮椎体成形术后相邻椎体再骨折的相关因素[J]. *中华创伤杂志*, 2013, 29(11):1063-1067. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2013.11.010.
- 张林林,倪莉,崔旭东,等. 胸腰椎级联骨折的临床分析[J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(23):1844-1848. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.23.008.
- Li J, Xie Y, Sun S, et al. Regional differences in bone mineral density biomechanically induce a higher risk of adjacent vertebral fracture after percutaneous vertebroplasty: a case-comparative study[J]. *Int J Surg*, 2023, 109(3):352-363. DOI:10.1097/JS9.000000000000273.
- Zhang T, Wang Y, Zhang P, et al. What are the risk factors for adjacent vertebral fracture after vertebral augmentation? A meta-analysis of published studies [J]. *Global Spine J*, 2022, 12(1): 130-141. DOI:10.1177/2192568220978223.
- Li W, Wang H, Dong S, et al. Establishment and validation of a nomogram and web calculator for the risk of new vertebral compression fractures and cement leakage after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Eur Spine J*, 2022, 31(5):1108-1121. DOI:10.1007/s00586-021-07064-z.
- Essibayi MA, Mortezaei A, Azzam AY, et al. Risk of adjacent level fracture after percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty vs natural history for the management of osteoporotic vertebral compression fractures: a network meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Eur Radiol*, 2024, 34(11):7185-7196. DOI:10.1007/s00330-024-10807-3.
- 李庆达,柴鑫,贺宝荣. 骨质疏松性胸腰椎骨折椎体强化术后伤椎再骨折的危险因素及对策探讨[J]. *中华创伤杂志*, 2022, 38(12): 1071-1076. DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20220905-00600.
- 刘振华,张亮,高粱斌. 经皮椎体成形术/经皮椎体后凸成形术后邻近椎体新发骨折的相关影响因素及防治进展[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2012, 14(3):253-257. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2012.03.016.
- 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.
- Kung J, Miller RR, Mackowiak PA. Failure of clinical practice guidelines to meet institute of medicine standards: Two more decades of little, if any, progress[J]. *Arch Intern Med*, 2012, 172(21): 1628-1633. DOI:10.1001/2013.jamainternmed.56.
- Sinclair D, Isba R, Kredon T, et al. World Health Organization guideline development: an evaluation [J]. *PLoS One*, 2013, 8(5): e63715. DOI:10.1371/journal.pone.0063715.
- 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.
- 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.
- 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 原发性骨质疏松症诊疗指南(2022)[J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2022, 15(6):573-611. DOI:10.3969/j.issn.1674-2591.2022.06.001.
- Mao H, Zou J, Geng D, et al. Osteoporotic vertebral fractures without compression: key factors of diagnosis and initial outcome of treatment with cement augmentation [J]. *Neuroradiology*, 2012, 54(10):1137-1143. DOI:10.1007/s00234-012-1018-8.
- 沈煜,沈惠良,张文博. 老年患者多发性和单发椎体骨折特点的分析[J]. *中华医学杂志*, 2015, 95(15):1158-1161. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2015.15.010.
- Shen L, Gao C, Hu S, et al. Using artificial intelligence to diagnose osteoporotic vertebral fractures on plain radiographs [J]. *J Bone Miner Res*, 2023, 38(9):1278-1287. DOI:10.1002/jbmr.4879.
- Alhashash M, Shousha M, Barakat AS, et al. Effects of polymethylmethacrylate cement viscosity and bone porosity on cement leakage and new vertebral fractures after percutaneous vertebroplasty: A prospective study [J]. *Global Spine J*, 2019, 9(7):754-760. DOI:10.1177/2192568219830327.
- Chen LH, Hsieh MK, Liao JC, et al. Repeated percutaneous vertebroplasty for refracture of cemented vertebrae [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2011, 131(7):927-933. DOI:10.1007/s00402-010-1236-7.
- Zhang L, Wang Q, Wang L, et al. Bone cement distribution in the vertebral body affects chances of recompression after percutaneous

- neous vertebroplasty treatment in elderly patients with osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Clin Interv Aging*, 2017, 12:431-436. DOI:10.2147/CIA.S113240.
- [24] He D, Lou C, Yu W, et al. Cement distribution patterns are associated with recompression in cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty: A retrospective study[J]. *World Neurosurg*, 2018, 120:e1-e7. DOI:10.1016/j.wneu.2018.06.113.
- [25] Briggs AM, Wrigley TV, van Dieën JH, et al. The effect of osteoporotic vertebral fracture on predicted spinal loads *in vivo* [J]. *Eur Spine J*, 2006, 15(12):1785-1795. DOI:10.1007/s00586-006-0158-0.
- [26] Schnake KJ, Blattert TR, Hahn P, et al. Classification of osteoporotic thoracolumbar spine fractures: Recommendations of the spine section of the German Society for Orthopaedics and Trauma (DGOU)[J]. *Global Spine J*, 2018, 8(2 Suppl):46S-49S. DOI:10.1177/2192568217717972.
- [27] Li YB, Zheng X, Wang R, et al. SPECT-CT versus MRI in localizing active lesions in patients with osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Nucl Med Commun*, 2018, 39(7):610-617. DOI:10.1097/MNM.0000000000000857.
- [28] Xu Z, Hao D, He L, et al. An assessment system for evaluating the severity of thoracolumbar osteoporotic fracture and its clinical application: A retrospective study of 381 cases[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2015, 139:70-75. DOI:10.1016/j.clineuro.2015.09.006.
- [29] Spiegl UJ, Beisse R, Hauck S, et al. Value of MRI imaging prior to a kyphoplasty for osteoporotic insufficiency fractures [J]. *Eur Spine J*, 2009, 18(9):1287-1292. DOI:10.1007/s00586-009-1045-2.
- [30] Karabay N, Odaman H, Vahaplar A, et al. MRI-based texture analysis in differentiation of benign and malignant vertebral compression fractures [J]. *Curr Med Imaging*, published online February 26, 2024. DOI:10.2174/0115734056290762240209071656.
- [31] Wang J, Li Z, Chi X, et al. Development of a diagnostic model for differentiating tuberculous spondylitis and pyogenic spondylitis with MRI: A multicenter retrospective observational study [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2024, 49(1):34-45. DOI:10.1097/BRS.0000000000004848.
- [32] 严瀚, 刘文锋, 吴梦林, 等. 骨质疏松性椎体压缩骨折 MRI 精准辅助诊断模型的研究[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2023, 25(1):64-69. DOI:10.3760/cma.j.cn115530-20221111-00560.
- [33] 孙义军, 胡勇, 龚福太, 等. 骨质疏松性椎体压缩性骨折急性期 MRI 信号与经皮椎体后凸成形术疗效的相关性[J]. *中华创伤杂志*, 2016, 32(2):136-140. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2016.02.010.
- [34] 徐妍妍, 李斌, 邹海波, 等. X 线、CT、MRI 在评估症状性骨质疏松椎体压缩骨折手术治疗中的价值[J]. *中华医学杂志*, 2014, 94(11):832-835. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2014.11.008.
- [35] 张啟维, 陈仲强, 薛庆云, 等. 骨质疏松性椎体压缩骨折术后磁共振信号变化特征及其临床意义[J]. *中国骨肿瘤骨病*, 2010, 9(1):80-83. DOI:10.3969/j.issn.1671-1971.2010.01.022.
- [36] Shi S, Cai HD, Lu GX, et al. The value of semiquantitative analysis of [<sup>99m</sup>Tc]MDP SPECT/CT in localizing responsible lesions for suspected fresh osteoporotic vertebral compression fractures in patients with contraindications to MRI [J]. *Clin Physiol Funct Imaging*, 2025, 45(1):e12923. DOI:10.1111/cpf.12923.
- [37] Blattert TR, Schnake KJ, Gonschorek O, et al. Nonsurgical and surgical management of osteoporotic vertebral body fractures: Recommendations of the spine section of the German Society for Orthopaedics and Trauma (DGOU) [J]. *Global Spine J*, 2018, 8(2 Suppl):50S-55S. DOI:10.1177/2192568217745823.
- [38] Scherer J, Joaquim A, Vaccaro A, et al. AO Spine-DGOU osteoporotic fracture classification system: Internal validation by the AO spine knowledge forum trauma [J]. *Global Spine J*, 2025, 15(4):2152-2157. DOI:10.1177/21925682241288187.
- [39] Alimy AR, Anastasilakis AD, Carey JJ, et al. Conservative treatments in the management of acute painful vertebral compression fractures: A systematic review and network meta-analysis [J]. *JAMA Netw Open*, 2024, 7(9):e2432041. DOI:10.1001/jamanetworkopen.2024.32041.
- [40] Murphy PB, Kasotakis G, Haut ER, et al. Efficacy and safety of non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) for the treatment of acute pain after orthopedic trauma: a practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma and the Orthopedic Trauma Association [J]. *Trauma Surg Acute Care Open*, 2023, 8(1):e001056. DOI:10.1136/tsaco-2022-001056.
- [41] Hsu JR, Mir H, Wally MK, et al. Clinical practice guidelines for pain management in acute musculoskeletal injury [J]. *J Orthop Trauma*, 2019, 33(5):e158-e182. DOI:10.1097/BOT.00000000000001430.
- [42] Bavage S, Durg S, Ali Kareem S, et al. Clinical efficacy and safety of eperisone for low back pain: A systematic literature review [J]. *Pharmacol Rep*, 2016, 68(5):903-912. DOI:10.1016/j.pharep.2016.05.003.
- [43] Jenkin DE, Naylor JM, Descallar J, et al. Effectiveness of oxycodone hydrochloride (strong opioid) vs combination acetaminophen and codeine (mild opioid) for subacute pain after fractures managed surgically: A randomized clinical trial [J]. *JAMA Netw Open*, 2021, 4(11):e2134988. DOI:10.1001/jamanetworkopen.2021.34988.
- [44] 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.
- [45] Knopp-Sihota JA, Newburn-Cook CV, Homik J, et al. Calcitonin for treating acute and chronic pain of recent and remote osteoporotic vertebral compression fractures: a systematic review and meta-analysis [J]. *Osteoporos Int*, 2012, 23(1):17-38. DOI:10.1007/s00198-011-1676-0.
- [46] Sanjari M, Yarmohammadi H, Fahimfar N, et al. The association of opioid consumption and osteoporosis in old men: Bushehr elderly health (BEH) program [J]. *Arch Osteoporos*, 2022, 17(1):149. DOI:10.1007/s11657-022-01181-y.
- [47] Gutierrez-Gonzalez R, Ortega C, Royuela A, et al. Vertebral compression fractures managed with brace: risk factors for progression [J]. *Eur Spine J*, 2023, 32(11):3885-3891. DOI:10.1007/s00586-023-07905-z.
- [48] Garg B, Dixit V, Batra S, et al. Non-surgical management of acute osteoporotic vertebral compression fracture: A review [J]. *J Clin Orthop Trauma*, 2017, 8(2):131-138. DOI:10.1016/j.jcot.2017.02.001.
- [49] Zhu S, Su Q, Zhang Y, et al. Risk factors of cemented vertebral refracture after percutaneous vertebral augmentation: a systematic review and meta-analysis [J]. *Neuroradiology*, 2020, 62(11):1353-1360. DOI:10.1007/s00234-020-02495-9.
- [50] 首都医科大学附属北京积水潭医院(国家骨科医学中心), 中华医学会骨科学分会脊柱外科学组. 中国机器人辅助胸腰椎手术指南(2024年版)[J]. *中华骨科杂志*, 2024, 44(18):1191-1198. DOI:10.3760/cma.j.cn121113-20230926-00201.
- [51] Marino V, Mungalpara N, Amirouche F. Re-evaluating vertebral height restoration assessment in osteoporotic compression fractures: a systematic review and meta-analysis [J]. *Eur Spine J*,



- 2025, 34(5):1641-1662. DOI:10.1007/s00586-025-08707-1.
- [52] Mitani K, Takahashi T, Tokunaga S, et al. Therapeutic prediction of osteoporotic vertebral compression fracture using the AO Spine-DGOU osteoporotic fracture classification and classification-based score: A single-center retrospective observational study [J]. *Neurospine*, 2023, 20(4):1166-1176. DOI:10.14245/ns.2346776.388.
- [53] 张振辉, 王庆德, 邵哲, 等. 精准靶向与传统经皮椎体成形术治疗 Kümmell 术后伤椎再骨折的疗效比较 [J]. *中华创伤杂志*, 2023, 39(7):603-610. DOI:10.3760/cma.j.cn501098-20230403-00183.
- [54] Heo DH, Chin DK, Yoon YS, et al. Recollapse of previous vertebral compression fracture after percutaneous vertebroplasty [J]. *Osteoporos Int*, 2009, 20(3):473-480. DOI:10.1007/s00198-008-0682-3.
- [55] 葛朝元, 郝定均, 许正伟, 等. 二次靶向穿刺经皮椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折椎体强化术后伤椎再骨折的疗效 [J]. *中华创伤杂志*, 2024, 40(6):516-521. DOI:10.3760/cma.j.cn501098-20231229-00421.
- [56] Jia Y, Peng Z, Li J, et al. Unilateral percutaneous kyphoplasty with O-arm navigation for the treatment of kümmell's disease [J]. *J Pain Res*, 2022, 15:257-266. DOI:10.2147/JPR.S337715.
- [57] 王远政, 李波, 郭涛, 等. 骨水泥强化椎弓根螺钉内固定治疗胸腰椎经皮椎体后凸成形术后手术椎体再骨折的疗效分析 [J]. *中华创伤杂志*, 2017, 33(11):1005-1010. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2017.11.010.
- [58] 冯铭哲, 都金鹏, 王江, 等. 椎弓根螺钉联合伤椎骨水泥强化或伤椎置钉治疗骨质疏松性胸腰椎骨折疗效的 Meta 分析 [J]. *中华创伤杂志*, 2023, 39(2):127-137. DOI:10.3760/cma.j.cn501098-20221026-00706.
- [59] 陈建, 李青青, 顾军, 等. 老年骨质疏松性胸腰段椎体骨折伴后凸畸形诊疗指南 (2024 版) [J]. *中华创伤杂志*, 2024, 40(11):961-973. DOI:10.3760/cma.j.cn501098-20240724-00446.
- [60] Sodhi HBS, Savardekar AR, Chauhan RB, et al. Factors predicting long-term outcome after short-segment posterior fixation for traumatic thoracolumbar fractures [J]. *Surg Neurol Int*, 2017, 8:233. DOI:10.4103/sni.sni\_244\_17.
- [61] 申科律, 计李超, 成茂华, 等. 胸腰椎骨折椎弓根螺钉内固定术后椎体高度再丢失的相关影响因素分析 [J]. *中华创伤杂志*, 2021, 37(11):990-996. DOI:10.3760/cma.j.cn501098-20210629-00365.
- [62] 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.
- [63] Spiegl UJA, Schenk P, Schnake KJ, et al. Treatment and outcome of osteoporotic thoracolumbar vertebral body fractures with deformation of both endplates with or without posterior wall involvement (OF 4): Short-term results from the prospective EOFTT multicenter study [J]. *Global Spine J*, 2023, 13(1\_suppl):36S-43S. DOI:10.1177/21925682221140831.
- [64] Quinteros G, Cabrera JP, Urrutia J, et al. Reliability evaluation of the new AO Spine-DGOU classification for osteoporotic thoracolumbar fractures [J]. *World Neurosurg*, 2022, 161:e436-e440. DOI:10.1016/j.wneu.2022.02.029.
- [65] Hartensuer R, Gehweiler D, Schulze M, et al. Biomechanical evaluation of combined short segment fixation and augmentation of incomplete osteoporotic burst fractures [J]. *BMC Musculoskeletal Disord*, 2013, 14:360. DOI:10.1186/1471-2474-14-360.
- [66] Liao JC. Impact of osteoporosis on different type of short-segment posterior instrumentation for thoracolumbar burst fracture - A finite element analysis [J]. *World Neurosurg*, 2020, 139:e643-e651. DOI:10.1016/j.wneu.2020.04.056.
- [67] 黄云飞, 都金鹏, 高林, 等. 急性症状性骨质疏松性胸腰椎骨折分型 IV 型患者短节段和长节段固定的临床疗效比较 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2022, 32(12):1075-1082. DOI:10.3969/j.issn.1004-406X.2022.12.03.
- [68] Xuan J, Xie CL, Wu Y, et al. Cortical bone trajectory screw fixation in the upper and middle thoracic spine (T1-T8): An anatomic and radiographic assessment [J]. *World Neurosurg*, 2018, 116:e1023-e1031. DOI:10.1016/j.wneu.2018.05.152.
- [69] 睦涛, 陈建, 黄振飞, 等. 老年骨质疏松性胸腰椎骨折后脊柱重建临床指南 (2022 版) [J]. *中华创伤杂志*, 2022, 38(12):1057-1066. DOI:10.3760/cma.j.cn501098-20220912-00605.
- [70] 陈萧霖, 郑小青, 陈仲强, 等. 系统评价超声骨刀在脊柱手术中应用的有效性与安全性 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26(10):899-903. DOI:10.3969/j.issn.1004-406X.2016.10.06.
- [71] Farcy JP, Weidenbaum M, Glassman SD. Sagittal index in management of thoracolumbar burst fractures [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1990, 15(9):958-965. DOI:10.1097/00007632-199009000-00022.
- [72] Waqar M, Van-Popta D, Barone DG, et al. Short versus long-segment posterior fixation in the treatment of thoracolumbar junction fractures: a comparison of outcomes [J]. *Br J Neurosurg*, 2017, 31(1):54-57. DOI:10.1080/02688697.2016.1206185.
- [73] Girardo M, Massè A, Risitano S, et al. Long versus short segment instrumentation in osteoporotic thoracolumbar vertebral fracture [J]. *Asian Spine J*, 2021, 15(4):424-430. DOI:10.31616/asj.2020.0033.
- [74] Yuan Y, Zhang Y, Song X, et al. Value of multi-channel somatosensory evoked potentials recording in patients undergoing scoliosis correction surgery [J]. *Eur Spine J*, 2023, 32(11):4045-4053. DOI:10.1007/s00586-023-07899-8.
- [75] 竺军高, 万双林, 宁磊, 等. 长节段椎弓根螺钉复位内固定联合椎体后凸成形术治疗 III 期可复型 Kummell 病的临床效果 [J]. *中华外科杂志*, 2022, 60(3):230-236. DOI:10.3760/cma.j.cn112139-20210713-00310.
- [76] 徐宝山, 黎宁, 许海委, 等. 胸腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折伴后凸畸形的分级手术策略 [J]. *中华骨科杂志*, 2023, 43(11):677-686. DOI:10.3760/cma.j.cn121113-20230319-00145.
- [77] 盛伟超, 张敬乙, 杨光, 等. 后路椎体次全切治疗胸腰段椎体成形术椎再骨折的疗效分析 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2021, 23(1):27-32. DOI:10.3760/cma.j.cn115530-20200519-00337.
- [78] 高博, 吴继功, 马华松, 等. SRS-Schwab V 级截骨在椎体强化术后伤椎再骨折伴脊髓损伤翻修术中的应用 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2023, 12(1):4-11. DOI:10.3969/j.issn.2095-252X.2023.01.002.
- [79] Singh V, Mahajan R, Das K, et al. Surgical trend analysis for use of cement augmented pedicle screws in osteoporosis of spine: A systematic review (2000-2017) [J]. *Global Spine J*, 2019, 9(7):783-795. DOI:10.1177/2192568218801570.
- [80] Yagi M, Ogiri M, Holy CE, et al. Comparison of clinical effectiveness of fenestrated and conventional pedicle screws in patients undergoing spinal surgery: a systematic review and meta-analysis [J]. *Expert Rev Med Devices*, 2021, 18(10):995-1022. DOI:10.1080/17434440.2021.1977123.
- [81] Cao L, Xu HJ, Yu YK, et al. Comparative analysis of the safety and efficacy of fenestrated pedicle screw with cement and conventional pedicle screw with cement in the treatment of osteoporotic vertebral fractures: A meta-analysis [J]. *Chin J Traumatol*,



- 2025, 28(2):101-112. DOI:10.1016/j.cjtee.2024.07.013.
- [82] Helgeson MD, Kang DG, Lehman RA Jr, et al. Tapping insertional torque allows prediction for better pedicle screw fixation and optimal screw size selection [J]. *Spine J*, 2013, 13(8):957-965. DOI:10.1016/j.spinee.2013.03.012.
- [83] Ishikawa K, Toyone T, Shirahata T, et al. A novel method for the prediction of the pedicle screw stability: Regional bone mineral density around the screw [J]. *Clin Spine Surg*, 2018, 31(9):E473-E480. DOI:10.1097/BSD.0000000000000703.
- [84] Liu D, Zhang B, Xie QY, et al. Biomechanical comparison of pedicle screw augmented with different volumes of polymethylmethacrylate in osteoporotic and severely osteoporotic cadaveric lumbar vertebrae: an experimental study [J]. *Spine J*, 2016, 16(9):1124-1132. DOI:10.1016/j.spinee.2016.04.015.
- [85] 陈意磊, 张旭阳, 邱小明, 等. 伤椎椎体后上缘骨块对胸腰椎爆裂骨折手术入路的影响 [J]. *中华创伤杂志*, 2017, 33(11):998-1004. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2017.11.009.
- [86] Zeng Z, Zhang D, Zeng FL, et al. Posterior unilateral small fenestration of lamina combined with a custom-made Y-shaped fracture reduction device for the treatment of severe thoracolumbar burst fracture: a prospective comparative study [J]. *J Orthop Surg Res*, 2023, 18(1):529. DOI:10.1186/s13018-023-03971-7.
- [87] Pawar A, Badhe V, Gawande M. Treatment of osteoporotic compression fractures at thoracolumbar spine with neurodeficit: Short-segment stabilization with cement-augmented fenestrated pedicle screws and vertebroplasty by minimally invasive percutaneous technique [J]. *Int J Spine Surg*, 2022, 16(3):465-471. DOI:10.14444/8243.
- [88] 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.
- [89] Kaufman JM, Palacios S, Silverman S, et al. An evaluation of the fracture risk assessment tool (FRAX(R)) as an indicator of treatment efficacy: the effects of bazedoxifene and raloxifene on vertebral, nonvertebral, and all clinical fractures as a function of baseline fracture risk assessed by FRAX® [J]. *Osteoporos Int*, 2013, 24(10):2561-2569. DOI:10.1007/s00198-013-2341-6.
- [90] Bawa HS, Weick J, Dirschl DR. Anti-osteoporotic therapy after fragility fracture lowers rate of subsequent fracture: Analysis of a large population sample [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2015, 97(19):1555-1562. DOI:10.2106/JBJS.N.01275.
- [91] Camacho PM, Petak SM, Binkley N, et al. American association of clinical endocrinologists/american college of endocrinology clinical practice guidelines for the diagnosis and treatment of postmenopausal osteoporosis-2020 update [J]. *Endocr Pract*, 2020, 26(Suppl 1):1-46. DOI:10.4158/GL-2020-0524SUPPL.
- [92] 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.
- [93] Hey HW, Tan JH, Tan CS, et al. Subsequent vertebral fractures post cement augmentation of the thoracolumbar spine: Does it correlate with level-specific bone mineral density scores? [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2015, 40(24):1903-1909. DOI:10.1097/BRS.0000000000001066.
- [94] Balasubramanian A, Tosi LL, Lane JM, et al. Declining rates of osteoporosis management following fragility fractures in the U.S., 2000 through 2009 [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2014, 96(7):e52. DOI:10.2106/JBJS.L.01781.
- [95] Senay A, Fernandes JC, Delisle J, et al. Persistence and compliance to osteoporosis therapy in a fracture liaison service: a prospective cohort study [J]. *Arch Osteoporos*, 2019, 14(1):87. DOI:10.1007/s11657-019-0633-y.
- [96] Wang L, Yu W, Yin X, et al. Prevalence of osteoporosis and fracture in China: The China osteoporosis prevalence study [J]. *JAMA Netw Open*, 2021, 4(8):e2121106. DOI:10.1001/jamanetworkopen.2021.21106.
- [97] Chen YC, Su HC, Huang SM, et al. Immune cell profiles and predictive modeling in osteoporotic vertebral fractures using XG-Boost machine learning algorithms [J]. *BioData Min*, 2025, 18(1):13. DOI:10.1186/s13040-025-00427-y.
- [98] Teixeira LE, Silva KN, Imoto AM, et al. Progressive load training for the quadriceps muscle associated with proprioception exercises for the prevention of falls in postmenopausal women with osteoporosis: a randomized controlled trial [J]. *Osteoporos Int*, 2010, 21(4):589-596. DOI:10.1007/s00198-009-1002-2.
- [99] Bukata SV, Digiovanni BF, Friedman SM, et al. A guide to improving the care of patients with fragility fractures [J]. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*, 2011, 2(1):5-37. DOI:10.1177/2151458510397504.
- [100] Gnanenthiran SR, Adie S, Harris IA. Nonoperative versus operative treatment for thoracolumbar burst fractures without neurologic deficit: a meta-analysis [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2012, 470(2):567-577. DOI:10.1007/s11999-011-2157-7.
- [101] 章雪芳, 杨小彬, 贺宝荣, 等. 基于加速康复外科的出院计划在骨质疏松性胸腰椎骨折患者中的应用 [J]. *中华创伤杂志*, 2022, 38(7):632-637. DOI:10.3760/cma.j.cn501098-20220119-00052.
- [102] Xinyu G, Na Z, Haihong Z, et al. Vertebral refracture after percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures with and without brace wearing: A retrospective study of 300 patients [J]. *Front Surg*, 2023, 9:1056729. DOI:10.3389/fsurg.2022.1056729.
- [103] Kato S, Smith JS, Driesman D, et al. Post-operative bracing following adult spine deformity surgery: Results from the AO Spine surveillance of post-operative management of patients with adult spine deformity [J]. *PLoS One*, 2024, 19(4):e0297541. DOI:10.1371/journal.pone.0297541.
- [104] Zhao C, Hou H, Chen Y, et al. Effect of aerobic exercise and raloxifene combination therapy on senile osteoporosis [J]. *J Phys Ther Sci*, 2016, 28(6):1791-1794. DOI:10.1589/jpts.28.1791.
- [105] Resnick B, Nahm ES, Zhu S, et al. The impact of osteoporosis, falls, fear of falling, and efficacy expectations on exercise among community-dwelling older adults [J]. *Orthop Nurs*, 2014, 33(5):277-288. DOI:10.1097/NOR.0000000000000084.
- [106] Yu PA, Hsu WH, Hsu WB, et al. The effects of high impact exercise intervention on bone mineral density, physical fitness, and quality of life in postmenopausal women with osteopenia: A retrospective cohort study [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(11):e14898. DOI:10.1097/MD.00000000000014898.
- [107] Hongo M, Miyakoshi N, Shimada Y, et al. Association of spinal curve deformity and back extensor strength in elderly women with osteoporosis in Japan and the United States [J]. *Osteoporos Int*, 2012, 23(3):1029-1034. DOI:10.1007/s00198-011-1624-z.

(收稿日期:2025-04-19)

#### 本文引用格式

杨勇, 周晓光, 陈其昕, 等. 老年骨质疏松性胸腰椎压缩骨折经皮椎体强化术后椎体再骨折诊疗指南(2025版) [J]. *中华创伤杂志*, 2025, 41(7): 613-626. DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20250419-00237.

