●综　述

3D辅助定位PKP治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折围手术期护理研究进展

胡忆琳　俞华军

【摘要】 骨质疏松性椎体压缩性骨折(OVCF)是老年骨质疏松人群最常见的骨科并发症之一,经皮椎体后凸成形术(PKP)是目前临床治疗OVCF的一线微创术式。传统PKP手术高度依赖术者经验,存在穿刺精准度不足、术中辐射暴露剂量高、骨水泥渗漏发生率高等问题。近年来三维(3D)辅助定位技术的临床应用有效突破了上述技术瓶颈,而配套的围手术期护理是保障技术优势充分发挥、改善患者手术疗效与远期预后的核心环节。目前该领域相关研究多聚焦于技术本身的临床应用,护理相关研究较为分散,缺乏对现有证据的系统性梳理与客观学术评价,尚未形成标准化、同质化的规范化护理体系。本文系统梳理国内外以3D打印导航模板、3D C型臂X线机术中导航、动态CT导航为核心的3D辅助定位技术在PKP围手术期护理中的相关研究,归纳总结不同技术应用场景下的研究现状与核心成果,客观评价现有研究的方法学质量、领域发展短板与现存证据缺口,并展望研究的重点和方向,旨在为OVCF患者PKP围手术期护理方案优化及高质量护理措施的实施提供循证依据与学术参考。

【关键词】 三维技术;经皮椎体后凸成形术;骨质疏松性椎体压缩性骨折;围手术期护理;研究进展

伴随全球人口老龄化进程加快,骨质疏松性椎体压缩性骨折(osteoporotic vertebral compression fracture,OVCF)已成为导致中老年人腰背部疼痛、脊柱后凸畸形及运动功能障碍的主要骨科疾病之一[1]。OVCF不仅严重降低患者生活质量,还会明显增加患者远期再骨折、致残甚至死亡的风险[2]。经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty,PKP)具备微创、镇痛效果确切、术后恢复快等优势,现已成为临床治疗OVCF的一线微创术式[3]。但传统PKP存在明显的技术局限:手术操作高度依赖术者临床经验,术中需反复调整C型臂X线机确认穿刺路径,不仅延长手术时间,还大幅增加患者与医护人员的辐射暴露;此外,盲法穿刺易导致穿刺偏差,引发骨水泥渗漏、神经损伤等严重并发症,限制了手术的临床应用与疗效提升[4]。

近年来,以三维(three-dimensional,3D)打印导航模板、3D C型臂X线机术中导航、动态CT导航为核心的3D辅助定位技术,成为脊柱微创外科精准化发展的核心方向。多项临床研究证实,该技术可明显提升PKP穿刺精准度、缩短手术时间、减少术中辐射暴露、降低并发症发生率[4-5]。随着该技术的广泛应用,与之适配的围手术期护理模式成为影响技术优势发挥、患者术后康复效果的关键因素。目前相关护理类研究逐年增多,但多为单中心、碎片化研究,以临床经验总结为主,缺少对现有研究成果的系统梳理与客观循证评价;护理领域研究进展明显滞后于手术技术更新,尚未形成标准化、同质化的规范化护理体系。

基于此,本文系统性梳理国内外以3D打印导航模板、3D C型臂X线机术中导航、动态CT导航为核心的3D辅助定位技术在PKP围手术期护理中的相关研究,归纳总结不同技术应用场景下的研究现状与核心成果,客观评价现有研究的方法学质量、领域发展短板与现存证据缺口,并展望研究的重点和方向,旨在为OVCF患者PKP围手术期护理方案优化及高质量护理措施的实施提供循证依据与学术参考,现就3D辅助定位PKP治疗OVCF围手术期护理研究进展作一综述。

1　3D辅助定位技术在PKP中的应用演进与护理适配需求

1.1　3D辅助定位技术的临床应用演进　传统PKP的

DOI:10.12056/j.issn.1006-2785.2026.48.18.2026-431

基金项目:浙江省基础公益研究计划项目(LGF22H060012)

作者单位:310012　杭州,浙江省立同德医院手术室(胡忆琳),骨伤科(俞华军)

通信作者:俞华军,E-mail:yuhj008@163.com

核心痛点在于二维透视下的穿刺操作存在一定盲目性；而3D辅助定位技术借助3D影像学重建、数字化路径规划和个性化导航辅助，实现手术穿刺的精准化、可视化与微创化，这也是该类技术的核心优势[5,6]。目前临床常用的3D辅助定位技术包括3D打印导航模板、3D C型臂X线机术中导航、动态CT导航三类，不同技术的核心特点与临床应用场景存在明显差异。

1.1.1　3D打印导航模板　通过术前CT薄层扫描获取患者椎体3D影像学数据，经医学影像软件完成骨折椎体3D重建、穿刺路径个性化规划，最终通过3D打印技术制备1∶1贴合患者体表的导航模板，术中通过模板定位孔完成精准穿刺[6-7]。该技术成本相对可控，无须术中大型导航设备，适配性广，是目前临床应用最广泛的3D辅助定位技术。

1.1.2　3D C型臂X线机术中导航　通过术中3D C型臂X线机完成伤椎的360° 旋转扫描，实时重建椎体3D影像学图像，术者可在3D影像引导下动态调整穿刺路径，无须术前提前制备导航模板，可满足OVCF急症患者的急诊手术需求，对术中护理的实时协同配合要求更高[8]。

1.1.3　动态CT导航　依托术中动态CT设备完成术中实时3D扫描与路径规划，可实现穿刺全程的可视化监控，穿刺精准度最高，尤其适用于椎体严重压缩、骨折线复杂、合并椎管受累的复杂OVCF患者，但设备成本高，基层医疗机构推广难度较大，对围手术期护理的辐射防护、多团队协同要求极高。

1.2　3D辅助定位技术对围手术期护理的适配需求　与传统PKP相比，3D辅助定位技术的应用彻底改变了手术的操作流程与核心环节，也对围手术期护理工作提出了全新的、更高的要求，核心适配需求集中于以下3个维度。

1.2.1　护理角色的转型需求　护理工作从传统的“被动执行医嘱”转向“全流程主动技术协同”，护理人员需全程参与术前影像学数据采集、导航模板制备验证、术中穿刺定位协同、术后康复精准指导等全流程，成为手术技术实施的核心协同者[9]。

1.2.2　护理精准度的提升需求　不同3D辅助技术的操作流程与核心风险点存在明显差异，要求护理工作摒弃传统同质化的护理流程，针对不同技术特点、不同患者的个体情况，构建个性化、精准化的护理方案，保障技术优势的充分发挥[10]。

1.2.3　护理能力的拓展需求　3D辅助定位技术融合了脊柱外科影像学、3D重建、3D打印、数字化导航等多学科知识，要求护理人员必须更新知识体系，掌握相关技术的核心原理、操作流程、风险防控要点，才能满足精准护理的实践要求。

2　3D辅助定位PKP的围手术期护理研究现状与证据整合

2.1　3D打印导航模板辅助PKP的围手术期护理研究　3D打印导航模板是目前临床应用最成熟、相关护理研究最丰富的技术类型，现有研究主要围绕术前、术中、术后特征性护理优化3个核心环节展开。

2.1.1　术前护理方面　现有研究的核心聚焦于保障导航模板的精准性与患者的手术耐受度[11]。俞华军等[12]研究证实，术前护理的核心在于保证患者CT数据采集与手术时的体位同质化，通过背侧3个皮下骨性突起标记点固定、心电图电极片标记保护，可明显提升CT扫描的准确性与导航模板的体表贴合度，最终提升手术一次性穿刺成功率。王伯仁等[6]研究提出，护理人员需协同医疗团队完成术前多维度精准评估，包括椎体解剖学参数、患者基础疾病情况与心理状态，对于合并高血压、糖尿病、心肺功能不全的老年OVCF患者，通过多学科协作完成术前评估与基础疾病管控，可明显提升患者对手术的耐受度，降低术中风险。另有研究发现，基于3D打印模型的个性化健康宣教，可直观展示手术流程、穿刺路径与技术优势，有效缓解患者对新技术的焦虑、恐惧情绪，明显提升患者术前治疗依从性，干预效果明显优于传统健康宣教模式[13-14]。此外，多项研究证实，术前俯卧位适应性训练、导航模板与手术器械的提前匹配消毒、皮肤准备等护理措施，是保障手术顺利实施的基础[15-16]。

2.1.2　术中护理方面　现有术中护理相关研究主要聚焦于体位精准管控、手术技术协同配合及并发症实时预警三大核心方向。多项研究表明，术中精细化体位管理是保障导航模板精准贴合的关键。患者取俯卧位时，需借助软垫垫高使腹部悬空，避免心肺受压，同时全程维持体位稳定固定，避免体位偏移引发穿刺路径偏差；针对肥胖患者，可适当调整体位垫高度，减少皮下脂肪对模板贴合度的影响[17-19]。Yu等[20]临床对照研究显示，术中护理人员采用无菌胶带精准固定导航模板，并配合术者完成定位确认，可有效减少术中透视次数，明显降低医患双方的辐射暴露剂量。马福云等[11]提出，骨水泥灌注环节的护理协同干预是防控手术并发症的关键。护理人员需严格遵循低压慢注的操作原则，动态把控骨水泥推注速度与推送压力，同步配合术者监测骨水泥弥散状态，可有效降低术后骨水泥渗漏率，干预效果明显优

于传统PKP。此外，多项研究均强调，术中全程监测患者下肢感觉、运动功能，及时预警神经损伤、骨水泥渗漏等不良风险，是保障手术安全的核心护理措施[21-24]。

2.1.3 术后护理方面 现有术后护理相关研究主要围绕疼痛管理、并发症防控、康复干预及延续护理展开[25-26]。廖江龙等[27]研究发现，3D打印导航模板辅助PKP患者术后3 d视觉模拟评分法（Visual Analogue Scale，VAS）评分较传统手术患者下降更为明显，护理人员可根据患者VAS评分动态调整多模式镇痛方案，为患者早期康复训练的开展创造良好条件。Xiao等[13]回顾性研究发现，基于3D打印脊柱支具的个体化康复护理，可根据患者骨折椎体恢复情况动态调整腰背肌功能锻炼方案，不仅可提升患者术后3个月巴氏指数，改善脊柱侧弯矫正效果，还可明显降低远期再骨折发生率。在延续护理方面，现有研究提出，基于“结构-过程-结果”3D质量评价模型的延续性护理，可通过居家环境干预、家庭康复指导、多元化随访管理等措施，有效提升患者术后抗骨质疏松治疗依从性，减少跌倒事件发生，降低术后再骨折风险[28-29]。

2.2 3D C型臂X线机术中导航辅助PKP的围手术期护理研究 相较于3D打印导航模板，3D C型臂X线机术中导航辅助PKP无须术前制备导航模板，可实现术中实时3D扫描与穿刺路径规划，适配急症手术场景，相关护理研究的核心聚焦于术中多学科团队协同、辐射防护与并发症实时防控。杨雯栋等[22]比较了3D C型臂X线机透视与传统二维C型臂X线机透视下PKP的护理配合要点，结果显示3D C型臂X线机术中导航辅助手术对护理协同的时效性要求更高，护理人员需与影像科技师全程配合，快速完成机器角度调整、术中扫描配合，同时在骨水泥灌注阶段持续监测骨水泥弥散状态，可使患者术后骨水泥渗漏率明显降低。针对该技术术中透视扫描次数较多的特点，多项研究指出，术中辐射防护是护理工作的核心重点，护理人员需提前做好患者与医护人员的辐射防护，规范佩戴铅衣、铅围脖等防护用具，在保障扫描精准度的前提下，尽可能减少不必要的辐射暴露[30-31]。此外，现有研究指出，3D C型臂X线机术中导航辅助PKP的术前护理涉及导航模板制备，核心重点在于急症患者的快速评估与术前准备；对于新鲜OVCF伴剧烈疼痛的急症患者，需快速完成基础疾病评估、俯卧位耐受度训练、心理干预等术前准备，缩短术前等待时间，这也是该技术护理相关研究的关注重点[32]。

2.3 动态CT导航辅助PKP的围手术期护理研究 动态CT导航的穿刺精准度最高，多用于复杂OVCF患者的手术治疗，相关护理研究数量相对较少，核心集中于多团队协同配合与手术全流程风险防控[33]。动态CT导航辅助PKP的术中护理核心在于与术者、影像科技师的三方协同，护理人员需配合完成术中360° 全维度扫描，在矢状位与横轴位影像引导下，协助术者调整穿刺角度与深度，防止刺破椎弓根内壁、损伤周围血管与脏器。同时，该技术对术中无菌管理要求极高，护理人员需全程做好手术区域、CT设备的无菌防护，避免手术污染，这也是保障手术安全的核心护理措施。术前护理方面，需针对复杂OVCF患者开展更全面的椎体解剖学评估与手术风险评估，合并椎管受累、爆裂性骨折的患者，需提前做好神经损伤应急处置准备，术中全程监测患者生命体征与下肢神经功能，及时预警并发症风险。

2.4 多技术融合辅助PKP的围手术期护理研究 近年来，随着数字化医疗技术的不断发展，3D打印导航模板联合3D C型臂X线机术中导航、人工智能辅助路径规划联合动态CT导航等多技术融合方案逐步应用于复杂OVCF的临床治疗，相关护理研究目前仍处于初步探索阶段。现有研究提出，多技术融合方案对护理人员的综合能力要求更高，需同时掌握多种技术的护理配合要点，构建全流程、多维度的精准护理方案，核心在于术前多学科协作评估、术中多技术协同配合、术后个体化康复方案的制定与实施[31-33]。同时，相关研究也指出，多技术融合可进一步提升手术精准度，降低并发症风险，也为围手术期护理模式的创新提供了新的方向，但目前相关研究多为个案报道与小样本经验总结，缺乏高质量的临床研究证据[34]。

3 局限性分析

通过上述对现有研究的系统梳理，以下从方法学质量、临床适用性、学科发展、推广应用等多个维度，对该领域现有研究进行学术评价和局限性讨论，明确当前领域发展的核心局限与证据缺口。

3.1 研究设计存在明显缺陷，循证证据等级普遍偏低 现有相关研究以单中心、小样本的回顾性研究为主，缺乏多中心、大样本、前瞻性随机对照研究提供高级别循证证据，导致研究结果的外推性与说服力不足。同时，现有研究的随访周期普遍较短，多聚焦于术后住院期间与短期术后并发症、疼痛评分等指标的观察，缺乏对患者脊柱功能长期恢复情况、再骨折发生率、生活质量等远期预后指标的随访研究，无法全面评价护理干预的长期效果。此外，现有研究的护理结局评价指标缺乏同质化标准，不同研究的评价维度、测量工具、随访时间

点差异较大，难以实现研究间的横向对比与Meta整合，也阻碍了领域内研究共识的形成。

3.2　护理研究与技术发展脱节，技术适配性护理规范缺失　现有护理方案多基于传统PKP的护理流程改良而来，缺乏针对不同3D辅助定位技术操作特点、核心风险点的标准化、同质化围手术期护理流程，无法充分适配不同技术的临床应用需求。同时，针对特殊人群的护理研究严重不足，例如3D打印导航模板在肥胖患者中易出现贴合度不佳、定位偏差的问题，现有研究尚未提出针对性的护理优化策略；针对OVCF急症患者，缺乏适配急诊手术的快速护理流程规范；针对合并多种基础疾病、高龄衰弱等特殊患者，也缺乏个性化护理方案的构建与验证研究。此外，现有研究未关注护理人员的知识技能培训体系建设，针对护理人员的3D辅助定位技术相关知识、操作技能、风险防控能力的培训方案与效果评价研究处于空白状态，无法满足临床精准护理的实践需求。

3.3　全周期护理研究不足，多学科协作模式尚未成熟　现有研究多聚焦于手术相关的院内护理配合，针对OVCF患者的全周期健康管理研究较为分散，尤其是院外延续性护理、长期抗骨质疏松治疗管理、跌倒预防、心理干预等方面的高质量研究严重不足。同时，OVCF患者多为高龄老年人群，常合并多系统基础疾病，其围手术期管理需要骨科、康复科、营养科、心理科、内科等多学科团队的协同配合，但现阶段多数医疗机构尚未构建完善的多学科协作护理模式，现有研究也未对多学科协作护理的实施流程、角色分工、效果评价进行系统研究，导致延续性护理的实施效果难以达到预期[35]。

3.4　技术推广存在壁垒，基层护理适配研究欠缺　动态CT、3D打印设备等硬件设施的购置与使用成本较高，相关医疗服务收费项目尚未在全国范围内统一规范，导致该技术难以在基层医疗机构广泛推广。与之对应的是，现有研究均集中于三级甲等医院，针对基层医疗机构的技术适配、护理人员能力提升、护理流程简化等方面的研究完全空白，相关护理经验无法实现下沉与普及，也导致不同层级医疗机构的护理质量存在明显差异，无法实现该领域护理服务的同质化发展。

4　未来研究方向与临床实践启示

基于现有研究的成果与局限，结合数字化医疗技术与骨科护理学科的发展趋势，以下将讨论该领域未来的重点研究方向，为后续临床护理实践与科研开展提供启示。

第一，开展高质量循证护理研究，完善领域证据体系。未来应重点设计多中心、大样本、前瞻性随机对照试验，针对不同3D辅助定位技术的护理要点、干预方案开展效果验证，为临床护理实践提供高级别循证证据。同时，应基于“结构-过程-结果”3D质量评价模型，结合3D辅助定位技术的临床应用特点，构建包含辐射暴露剂量、导航模板贴合度、一次性穿刺成功率、并发症发生率、疼痛评分、康复依从性、患者满意度等多维度的标准化护理结局评价指标体系，实现研究间的横向对比与Meta整合，推动领域研究共识的形成。

第二，构建技术适配的标准化护理体系，推动护理模式精准化转型。未来应针对不同3D辅助定位技术的操作特点，制定同质化、可推广的围手术期护理流程与操作规范，明确各环节的护理核心要点与风险防控措施。同时，应针对肥胖、急症、高龄衰弱、合并多种基础疾病等特殊人群，开展个性化护理方案的构建与效果验证研究，填补特殊人群的护理研究空白。此外，应建立护理人员专项知识技能培训体系，制定标准化的培训课程与考核标准，提升护理人员对数字化骨科技术的认知与操作能力，适配精准护理的实践需求。

第三，深化全周期多学科协作护理模式研究，完善患者长期健康管理。未来应重点构建以护理人员为核心，骨科医师、影像科技师、康复治疗师、营养师、心理治疗师共同参与的多学科协作护理团队，明确各角色的职责分工与协作流程，形成“术前精准评估-术中主动协同-术后个体化康复-院外延续性护理”的全周期护理管理体系。同时，应重点开展院外延续性护理相关研究，探索互联网+护理、家庭病床等多元化延续护理模式在OVCF患者长期管理中的应用效果，提升患者术后抗骨质疏松治疗依从性，降低远期再骨折发生率。

最后，推动技术优化与基层护理普及，实现护理服务同质化发展。未来应结合人工智能、快速成型3D打印技术的发展，推动技术的临床适配性优化，降低技术应用成本，同时重点开展基层医疗机构护理人员的专项培训与技术推广研究，制定适配基层医疗机构的简化版护理流程与操作规范，推动精准护理经验的下沉与普及，缩小不同层级医疗机构的护理质量差距，实现该领域护理服务的同质化发展。

5　小结

以3D打印导航模板、3D C型臂X线机术中导航、动态CT导航为核心的3D辅助定位技术是PKP治疗OVCF领域精准化、微创化发展的核心方向，可明显提升手术

穿刺精准度，减少术中辐射暴露，降低并发症发生率，而与之适配的围手术期护理是保障技术优势充分发挥、改善患者预后的关键。近年来，该领域的护理相关研究逐年增多，围绕不同技术的围手术期护理配合、风险防控、康复优化等方面形成了一系列研究成果，但整体仍存在循证证据等级偏低、技术适配性护理规范缺失、全周期护理研究不足、基层推广研究空白等局限，护理研究的发展严重滞后于技术本身的迭代。

未来，该领域的护理研究应聚焦于高质量循证证据的构建、技术适配的标准化护理体系的完善、全周期多学科协作护理模式的创新与基层护理服务的普及，推动3D辅助定位PKP围手术期护理朝着精准化、规范化、同质化、人性化的方向发展，为OVCF患者的全周期健康管理提供更优质的护理保障。

6 参考文献

[1] 杨琳, 魏冬霞, 杨璞静. PVP和PKP治疗老年性骨质疏松性椎体压缩性骨折的疗效观察与护理[J]. 护理实践与研究, 2019, 16(2): 108–110. DOI:10.3969/j.issn.1672–9676.2019.02.043.

[2] Ma X, Xue C, Wang X, et al. Effect of multi–platform extended care on postoperative self–efficacy and quality of life in patients with osteoporotic vertebral compressive fracture[J]. Am J Transl Res, 2021, 13(6):6945–6951.

[3] 王光超, 杨立利, 杨长伟, 等. 骨质疏松性椎体压缩骨折骨修复策略专家共识(2024版)[J]. 临床外科杂志, 2024, 32(4):442–448. DOI:10.3969/j.issn.1005–6483.2024.04.031.

[4] Wang H, Gu H, Zheng B, et al. Efficacy and safety of a 3D–printed guide device during percutaneous kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Pain Physician, 2023, 26(3):E143–E153.

[5] 刘旭东, 张方圆, 张猛, 等. CT定位下PVP与PKP治疗骨质疏松性胸腰椎压缩骨折的疗效及术后并发症观察[J]. 河北医学, 2023, 29(8):1367–1372. DOI:10.3969/j.issn.1006–6233.2023.08.027.

[6] 王伯仁, 王健, 智晓东. 单侧入路经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的术前计算机辅助设计[J]. 锦州医科大学学报, 2024, 45(3):54–60.

[7] 李亮, 陈俊, 牛涛, 等. 3D打印技术辅助Wiltse入路短节段椎弓根钉内固定联合PKP治疗骨质疏松性胸腰椎爆裂骨折疗效分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2025, 40(1):1–7. DOI:10.7531/j.issn.1672–9935.2025.01.001.

[8] 李玉伟, 王海蛟, 崔巍, 等. O–arm导航、3D打印导板及C型臂X线机辅助下寰枢椎螺钉置入的准确性比较[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2023, 33(1):9–18. DOI:10.3969/j.issn.1004–406X.2023.01.02.

[9] Crouser N, Malik AT, Jain N, et al. Discharge to inpatient care facility after vertebroplasty/kyphoplasty: incidence, risk factors, and postdischarge outcomes[J]. World Neurosurg, 2018, 118: e483–e488. DOI:10.1016/j.wneu.2018.06.221.

[10] 郑颖, 刘芳, 陈敏. 自我感受负担在骨质疏松性椎体压缩骨折患者疾病进展恐惧与心理痛楚间的中介效应[J]. 临床护理杂志, 2025, 24(5):11–15. DOI:10.3969/j.issn.1671–8933.2025.05.003.

[11] 马福云, 马恩波, 张昊, 等. 3D打印技术在椎体压缩性骨折PKP中的应用效果分析[J]. 青海医药杂志, 2024, 54(8):18–21.

[12] 俞华军, 林程山, 马苟平, 等. 改良3D打印导板辅助经皮椎体成形术治疗严重骨质疏松性椎体压缩性骨折的疗效研究[J]. 全科医学临床与教育, 2025, 23(8):720–723. DOI:10.13558/j.cnki.issn1672–3686.2025.008.012.

[13] Xiao YP, Liu J, Li L, et al. The innovative application of 3D–printed spinal braces in post–percutaneous vertebroplasty care for osteoporotic vertebral compression fractures: a retrospective study[J]. J Clin Neurosci, 2026, 143:111723. DOI:10.1016/j.jocn.2025.111723.

[14] 李小玲, 易银芝. 3D打印技术在骨科术前护理的应用现状[J]. 护理实践与研究, 2018, 15(12):27–29. DOI:10.3969/j.issn.1672–9676.2018.12.010.

[15] 杨海月. 老年性骨质疏松性脊柱压缩性骨折行椎体后凸成形术治疗的护理研究[J]. 临床医药文献电子杂志, 2019, 6(9):41–42. DOI:10.16281/j.cnki.jocml.2019.09.030.

[16] Yang J, Ni P, Zhang L, et al. Clinical application of a 3D–printed positioning module and navigation template for percutaneous vertebroplasty[J]. Surg Innov, 2022, 29(6):760–768. DOI:10.1177/15533506211062404.

[17] 郑滨. 3D打印导向器辅助单侧PKP治疗OVCFs的临床研究[D]. 沈阳:中国医科大学, 2024. DOI:10.27652/d.cnki.gzyku.2024.000430.

[18] 张跃. 三维重建及3D打印导板引导与传统经椎弓根入路在PKP单侧入路中的临床对照研究[D]. 郑州:郑州大学, 2022. DOI:10.27466/d.cnki.gzzdu.2022.005784.

[19] 王希骥, 张永远, 杨瑞泽, 等. 3D打印及导航技术辅助腰椎皮质骨轨迹螺钉置入的准确性及疗效分析[J]. 中国组织工程研究, 2019, 23(12):1864–1869. DOI:10.3969/j.issn.2095–4344.1125.

[20] Yu X, Zhou Z, Zhang W, et al. Safety and accuracy of 3D printing combined with intraoperative ct–guided percutaneous vertebroplasty (PVP) for thoracolumbar osteoporotic fractures[J]. J Multidiscip Healthc, 2025, 18:6975–6983. DOI:10.2147/JMDH.S537567.

[21] 张之栋, 祁家龙, 裴少保, 等. 3D打印导板技术联合多次去旋转治疗重度僵硬性脊柱侧凸[J]. 中国组织工程研究, 2024, 28(6): 922–926. DOI:10.12307/2023.763.

[22] 杨雯栋, 黄瑛, 杨启远, 等. 不同透视方法行经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效比较[J]. 临床骨科杂志, 2024, 27(4):471–475. DOI:10.3969/j.issn.1008–0287.2024.04.006.

[23] Chen J, Lin X, Lv Z, et al. Use of a 3D–printed body surface percutaneous puncture guide plate in vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. PLoS One, 2022, 17(11):e0276930. DOI:10.1371/journal.pone.0276930.

[24] Kang W, Shi J, Long Y, et al. Exploring the experience and needs of postoperative rehabilitation management for elderly patients with osteoporotic vertebral compression fractures af–

ter percutaneous vertebroplasty: a qualitative study[J]. BMC Geriatr, 2025, 25(1):1065. DOI:10.1186/s12877-025-06667-1.

[25] 张继娜, 赵姜楠, 周燕, 等. 互联网+康复护理服务和延续性护理对骨质疏松性腰椎压缩骨折患者术后康复的作用[J]. 中华创伤杂志, 2021, 37(3):261-266. DOI:10.3760/cma.j.cn501098-20201110-00668.

[26] Lee JM, Lee SK, Lee SJ, et al. Comparison of remifentanil 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.

[27] 廖江龙, 邓力, 李德光, 等. 3D打印经皮导板辅助经皮后凸成形术治疗骨质疏松椎体压缩性骨折[J]. 中国骨伤, 2023, 36(5):445-449. DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2023.05.010.

[28] 谈晶, 郑小攀, 陈莹. 多学科协作模式下骨科康复护理敏感指标体系的构建与应用[J]. 当代护士(中旬刊), 2024, 31(8):64-69. DOI:10.19792/j.cnki.1006-6411.2024.23.016.

[29] 周佳楠, 崔佰红, 范本芳, 等. 基于"结构—过程—结果"三维质量模型的DVT患者开展导管接触性溶栓治疗护理质量评价指标体系构建[J]. 当代护士(下旬刊), 2025, 32(12):135-139. DOI:10.19793/j.cnki.1006-6411.2025.36.028.

[30] Tan CW, Arlachov Y, Czernicki M, et al. Spinal medial branch nerve root block (MBNB) intervention compared to standard care-vertebroplasty (VP) for the treatment of painful osteoporotic vertebral fractures in frail, older hospitalised patients: a feasibility study[J]. Arch Osteoporos, 2023, 18(1):126. DOI:10.1007/s11657-023-01336-5.

[31] Mandell BF. Vertebroplasty, evidence, and health care reform: what is quality care?[J]. Cleve Clin J Med, 2009, 76(9):497-502. DOI:10.3949/ccjm/76a.09001.

[32] 张敏, 郑元, 郑艳, 等. 3D打印技术应用于脊柱肿瘤患者的围手术期护理体会[J]. 肿瘤基础与临床, 2021, 34(3):275-277. DOI:10.3969/j.issn.1673-5412.2021.03.026.

[33] 施立奇, 赵俊, 刘杰. 加速康复外科理念在经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折中的应用效果研究[J]. 中国现代药物应用, 2025, 19(12):170-174. DOI:10.14164/j.cnki.cn11-5581/r.2025.12.046.

[34] 王嘉正, 施忠民. 数字化医疗与三维打印技术在足踝外科的应用[J]. 中国矫形外科杂志, 2025, 33(4):329-334. DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.110462.

[35] Liu YJ, Wu LP, Wang H, et al. The clinical effect evaluation of multidisciplinary collaborative team combined with palliative care model in patients with terminal cancer: a randomised controlled study[J]. BMC Palliat Care, 2023, 22(1):71. DOI:10.1186/s12904-023-01192-7.

（收稿日期：2026-03-15）

（本文编辑：陈丽）

（上接第2000页）

0000001983.

[25] Wu KC, Freedman BR, Kwon PS, et al. A tough bioadhesive hydrogel supports sutureless sealing of the dural membrane in porcine and ex vivo human tissue[J]. Sci Transl Med, 2024, 16(739):eadj0616. DOI:10.1126/scitranslmed.adj0616.

[26] Greenwood JD, Merry SP, Boswell CL. Skin biopsy techniques [J]. Prim Care, 2022, 49(1):1-22. DOI:10.1016/j.pop.2021.10.001.

[27] Bhide D, Sadhwani M, Shah A. Vulvar biopsy: modified punch and snip biopsy technique[J]. Indian Dermatol Online J, 2025, 16(6):967-968. DOI:10.4103/idoj.idoj_1205_24.

[28] Mavrogenis AF, Altsitzioglou P, Tsukamoto S, et al. Biopsy techniques for musculoskeletal tumors: basic principles and specialized techniques[J]. Curr Oncol, 2024, 31(2):900-917. DOI:10.3390/curroncol31020067.

[29] Lischker S, Dippel E, Löser CR. Gingival biopsy – enoral technique for Dermatology[J]. J Dtsch Dermatol Ges, 2025, 23(11):1493-1495. DOI:10.1111/ddg.15694.

[30] Zheng Z, Chang L, Li J, et al. Insights gained and future outlook from scrnaseq studies in autoimmune rheumatic diseases[J]. Front Immunol, 2022, 13:849050. DOI:10.3389/fimmu. 2022.849050.

（收稿日期：2026-01-21）

（本文编辑：聂超颖）