

· 指南解读 ·

骨质疏松性骨折疗效评价的多维度探析

——《骨质疏松性骨折中医诊疗指南》解读

朱晓峰, 朱子隽

(暨南大学中医学院, 广东 广州 510632)

摘要 中华中医药学会组织多学科专家制定的《骨质疏松性骨折中医诊疗指南》(以下简称《指南》)已正式发布,疗效评价指标推荐是其亮点之一。本文结合《指南》推荐的疗效评价指标及诊疗方法,从量表应用、影像学检查及骨转换标志物检测 3 个方面对骨质疏松性骨折的疗效评价进行了探析,以期临床和科研工作者开展相关临床研究选择疗效评价指标提供参考。

关键词 骨质疏松性骨折;疗效评价;量表;影像学检查;骨代谢

骨质疏松性骨折是骨质疏松症最为严重的并发症,也常是骨质疏松症患者的首发症状和就诊原因。中华中医药学会组织多学科专家制定的《骨质疏松性骨折中医诊疗指南》^[1](以下简称《指南》)为骨质疏松性骨折的中医诊疗提供了依据。但目前在中医疗疗骨质疏松性骨折的疗效评价方面存在评价标准不一致、检测指标不全面等问题,导致中医疗疗骨质疏松性骨折的疗效未被完全认可。为此,我们结合《指南》及国内外相关文献,对骨质疏松性骨折的疗效评价进行了探析,现总结报告如下。

1 量表在骨质疏松性骨折疗效评价中的应用

1.1 疼痛评价量表

疼痛是骨质疏松性骨折的典型症状,但目前临床上缺少针对疼痛评估的生化指标,往往以疼痛评分作为评价术后疼痛程度和治疗效果的指标。目前临床上使用较为广泛的疼痛评价量表包括视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)、数字分级量表(numerical rating scale, NRS)、语言分级量表(verbal rating scale, VRS)(表 1)。

VAS、NRS 及 VRS 虽各有特点,但均有较高的信度^[2-3]。选择疼痛评价量表需考虑患者的偏好及其认知水平等因素。有研究表明,相对于精确度更高的具有 100 个反应类别的量表,使用者更偏向于精确度

稍低的仅有 10 个反应类别的量表^[4]。Gagliese 等^[5]研究发现,NRS 错误率低、表面效度和聚合效度高,更容易被年轻及老年患者接受,而 VAS 因较为抽象,很多老年患者反映使用较为困难。另有研究指出,VAS 在认知障碍患者中的适用性明显下降^[6]。李春蕊等^[7]对 NRS 和 VRS 的对比研究发现,VRS 因便于理解而更易被老年患者所接受。

上述 3 种疼痛评价量表均有各自适宜的应用场景,临床中应根据实际情况选择适合的量表。我们认为临床研究进行数据统计应选择 VAS,如需增加患者依从性可选择 NRS,如患者存在认知障碍或患者年龄较大可选择 NRS 和 VRS。

1.2 生活质量评价量表

生活质量评价包括健康状况评定和疾病状态下生活质量评定。健康状况评定面向所有人群,包括生理、心理、独立性、社会关系、环境、精神、宗教信仰等方面^[8]。世界卫生组织生存质量测定量表简表(World Health Organization quality of life-bref, WHOQOL-BREF)与简明健康状况调查表(short form 36 health survey questionnaire, SF-36)是目前常用的 2 个健康状况评定量表(表 1)。目前已有将 WHOQOL-BREF 和 SF-36 用于骨质疏松性骨折疗效评价的研究,结果显示二者均有良好的效度与信度^[9-10]。与 SF-36 相比,WHOQOL-BREF 条目更多、涵盖范围更广、更强调被调查者主观上对自我健康状况的感知^[11]。此外,SF-36 存在条目评分范围不统一(如部分条目使用李克特五点量表,部分条目使用李克特六点量表)、负向措辞条目较多等问题。因此,我们推荐使用 WHOQOL-BREF 评定骨质疏松性骨折患者的生

基金项目:国家自然科学基金项目(81973717, 82274376);广东省基础与应用基础研究基金项目(2022A1515011660, 2022B1515120022);广东省中医药信息化重点实验室项目(2021B1212040007)

通讯作者:朱晓峰 E-mail:zxiaof@jnu.edu.cn

活质量。

用于疾病状态下生活质量评定的简版骨质疏松患者生活质量问卷 (mini-osteoporosis quality of life questionnaire, mini-OQLQ) (表 1) 已在骨质疏松性骨折的疗效评价中体现出了良好的效度^[12]。另外, Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 量表 (表 1) 也常用于评价骨质疏松性腰椎骨折后腰椎恢复情况, 并体现出了较好的效度、反应性和可靠性^[13-15]。但也有研究指出, ODI 量表对残障程度低的患者存在“地板效应”, 即量表体现的残障程度指数高于患者自身, 难以将残障程度低的患者区分开^[16]。我们认为, ODI 量表侧重于腰部损伤对患者生活质量的影响, 而骨质疏松性骨折最易发生在胸腰椎, 因此推荐骨质疏松性椎体压缩性骨折患者使用 ODI 量表^[17]; mini-OQLQ 是针对骨质疏松患者的专用量表, 但在骨折部位方面没有侧重, 故而对于除胸腰椎外的其他部位的骨折患者均可使用 mini-OQLQ。

1.3 中医证候积分量表

在中医药疗法的疗效指标中, 中医证候积分是较为常用的结局指标。中医证候积分量表将证候半定量化, 不仅可用于证候诊断, 还可用于治疗前后疗效的评价。目前使用的中医证候积分量表多是根据《中药新药临床研究指导原则(试行)》制定的, 其中指出了证候积分量表的制定方法, 即在明确疾病诊断的情况下确定证候, 并确定证候的主症与次症, 使其符合中医证候诊断标准, 再根据专家意见确定主症、次症在疗效评价中的权重。

目前临床上对中医证候积分量表的使用也存在一些不足, 其中条目赋分规则不规范的问题尤为突出。徐鹏等^[18]认为, 应使用多种数理统计方法, 甚至借助人工智能技术来解决中医证候积分量表中舌象、脉象等主观性较强的体证的量化问题。有学者认为, 很多中医证候积分量表有照搬西医疗效指标之嫌, 缺乏中医特色, 进而提出了“中医全证候量表”; 该量表涵盖从精气血津液到脏腑的各个层面, 从局部到整体全面反映中医药疗法的临床疗效^[19]。传统证候积分量表中所列证候较为典型, 而患者的临床表现则多种多样, 因而有学者提出了个体化中医证候积分量表的观念^[20]。相较于传统证候积分量表, 该量表不限定条目数量和具体内容, 既可评价单个条目的变化, 也

可评价总体的证候改善情况, 从而避免了传统证候积分量表证候与实际不符的情况。

综上所述, 中医证候积分量表应当朝着规范化、个体化及局部与整体相结合反映全身变化的方向发展, 在提高准确性的同时体现中医特色。基于目前中医证候积分量表应用不成熟的现状, 不推荐将其单独用于骨质疏松性骨折的临床疗效评价, 而应当与现代医学生活质量量表及实验室检查、影像学检查等指标相互参照, 减小偏倚风险。

1.4 运动能力评价量表

骨质疏松性骨折患者的运动能力评估涉及行走能力、关节活动度、步态、外观、肌力等方面。我们推荐使用 Tinetti 平衡与步态 (Tinetti performance oriented mobility assessment-balance, POMA) 量表 (表 1) 评估骨质疏松性骨折患者的平衡能力及步态。杨琛等^[21]应用该量表评估了 200 名老年人的步态及平衡能力, 结果显示其具有较强的信度和效度。Tinetti POMA 量表在老年人跌倒风险评估方面也具有较强的预测能力^[22], 而跌倒是骨质疏松性骨折患者再骨折的危险因素, 因此该量表在骨质疏松性骨折恢复过程中再骨折风险预测方面具有一定的指导意义。但 Tinetti POMA 量表并不适用于重度认知障碍患者^[23], 且存在“天花板效应”, 难以准确评价行走及平衡能力较差的患者^[24], 应进一步研究其临床适用性。

疼痛会影响骨质疏松性骨折患者的关节活动度。关节活动度包括主动活动度和被动活动度。主动活动度是指作用于关节的肌肉随意收缩使关节运动时所通过的弧度, 而被动活动度则是指由外力使关节运动时所通过的弧度。临床可使用被动活动度作为骨质疏松性骨折患者恢复过程中关节活动度的参考值, 但需考虑老年患者关节与组织的退变对关节活动度的影响。

骨骼肌收缩有助于骨组织向着应力方向重建, 并刺激成骨反应, 从而维持骨密度。因此, 肌力检查对评估骨质疏松性骨折的恢复情况具有一定价值。目前常用的肌力检查量表是用于徒手肌力检查的英国医学研究理事会肌力量表 (表 1)。但徒手肌力检查在应用时, 检查者的主观判断、临床经验等可对评价结果产生影响。因此, 我们推荐采用诸如手持型肌力测定仪等工具进行肌力评估。

表 1 骨质疏松性骨折疗效评价常用量表

量表名称	评价内容	获取途径
视觉模拟量表	疼痛程度	https://www.painscale.com/article/visual-analog-scale
数字分级量表	疼痛程度	https://www.painscale.com/article/numeric-rating-scale-nrs
语言分级量表	疼痛程度	https://conductscience.com/digital-health/verbal-rating-scales
世界卫生组织生存质量测定量表简表	生活质量	https://www.who.int/tools/whoqol/whoqol-bref
简明健康状况调查表	生活质量	https://www.rand.org/health-care/surveys_tools/mos/36-item-short-form/survey-instrument.html
简版骨质疏松患者生活质量问卷	生活质量	https://eprovide.mapi-trust.org/instruments/mini-osteoporosis-quality-of-life-questionnaire
Oswestry 功能障碍指数量表	生活质量	https://eprovide.mapi-trust.org/instruments/oswestry-disability-index
Tinetti 平衡与步态量表	运动能力	https://healthjade.net/tinetti-test
英国医学研究理事会肌力量表	肌力	https://geekymedics.com/muscle-power-assessment-mrc-scale

2 影像学检查在骨质疏松性骨折疗效评价中的应用

2.1 影像学检查在骨折愈合评价中的应用

骨折愈合过程漫长且复杂,多种因素影响着重建原始骨的过程及骨折愈合时间,因此评价骨折愈合的方法非常重要。临床上常采用 X 线、CT、MRI 及骨显像检查骨折愈合情况。

2.1.1 X 线检查 作为成本低、应用广及辐射相对较小的影像学检查技术,X 线检查现已成为骨科疾病影像学检查的首选检查方式。临床上可通过评估骨折断端皮质骨增生状况及皮质骨桥接状况来评估骨折的愈合程度。当然,通过 X 线检查评估骨质疏松性骨折的愈合情况也存在一些局限性,如内固定材料会对 X 线检查结果产生影响、常规 X 线检查时骨盐含量应达到 25% 以上才能经目测分辨等。因此,对于严重骨质疏松患者,建议在 X 线检查基础上结合其他影像技术综合评价骨折愈合情况。

2.1.2 CT 检查 CT 图像是断面解剖图像,可避免 X 线片上组织重叠的缺点,能更准确地显示细微骨折^[25]。CT 图像分辨率高,而且 CT 检查可通过窗位变换等方式观察骨质和软组织的变化。但 CT 检查成本高、辐射较大,不建议过多使用,可在 X 线检查难以确定时选择性使用^[26]。

2.1.3 MRI 检查 MRI 检查具有良好的软组织分辨率,而且对椎管内脂肪和水含量高度敏感^[27],这一特点使其在骨质疏松性椎体压缩骨折愈合评估方面的优势尤为突出。MRI 检查可检测到椎体骨折后周围组织水肿、出血吸收及椎体愈合后病损部位被脂肪组织替代等变化,因而可通过椎管内 MRI 信号变化评估骨折愈合情况。张啟维等^[28]研究了骨质疏松性椎体压

缩骨折后 2 年内椎体 MRI 的 T1WI、T2WI、T2WI + 脂肪抑制信号的变化情况,认为不同时间 MRI 信号的变化可反映骨折发生、临床愈合及愈合后修复重建的过程。薛景才^[29]归纳了骨质疏松性椎体压缩骨折急性期、亚急性期及不同愈合阶段下 MRI 检测到的椎体骨髓水肿信号的变化情况,发现骨折后不同时期骨髓水肿的信号变化与椎体压缩骨折不同愈合阶段的愈合状况具有一定相关性,因而认为可根据骨髓水肿的信号变化来判断椎体压缩骨折的愈合情况。此外,有研究表明,MRI 检查诊断骨质疏松性椎体压缩骨折的准确性优于螺旋 CT 检查,而且术前 MRI 显示的骨髓水肿情况对于手术疗效及术后疼痛预测也具有一定参考价值^[30-31]。

2.1.4 骨显像 放射性核素显像是将放射性核素示踪技术与成像技术结合的技术。目前在骨科运用较多的是三相骨显像技术。该技术是将^{99m}Tc-MDP 等放射性药物注入体内,而骨代谢活跃或局部血流增加都会导致^{99m}Tc-MDP 摄取增加,引起放射性核素凝集。在骨折愈合过程中,成骨、破骨细胞活跃度增加,骨折部位对^{99m}Tc-MDP 的摄取量增加,当连续性骨痂通过骨折线时,放射性核素聚集便会通过骨折线。研究发现,骨显像显示病变的灵敏度高于 X 线和 CT 检查^[32]。与 MRI 检查相比,骨显像技术对于骨质疏松性压缩椎体骨折责任椎体定位的灵敏度更高^[33-34]。需要注意的是,若骨折愈合过程中出现其他病理生理变化,如创伤后感染性骨折愈合不良会引起一系列炎症反应,可导致^{99m}Tc-MDP 摄取量增加,可影响对骨折愈合的判断^[35]。

上述影像学技术各有优缺点,建议根据《指南》意见及各种影像技术的特点进行选择。我们推荐将

X 线检查作为评价骨质疏松性骨折恢复状况的首选方法,对于 X 线检查难以确定的细小病变,尤其是椎体附件破坏的恢复情况,可使用 CT 检查;对于骨质疏松性椎体压缩骨折的动态性评估及脊柱手术疗效的评估,可考虑使用 MRI 检查,对有 MRI 检查禁忌的患者可使用骨显像技术进行评估。

2.2 影像学检查在骨密度改善评价中的应用

引起骨质疏松性骨折的主要原因是骨密度下降、骨结构改变,导致骨脆性增加。研究表明,骨密度贡献了整个骨强度的 50% ~ 70%^[36]。因而在骨质疏松性骨折恢复期间,对于改善骨密度的治疗措施,应当选择合适的影像学检查方法评估其疗效。

2.2.1 双能 X 线骨密度测量

双能 X 线吸收法 (dual energy X-ray absorptiometry, DXA) 是目前公认的评估骨密度的“金标准”^[37],能消除软组织和骨内脂肪对测量的干扰,灵敏度和准确度较高,而且辐射量低、操作简便。但采用 DXA 测量的单位面积骨密度反映的是皮质骨和松质骨的整体密度,难以准确反映骨量的分布情况^[38],若被测量部位出现退行性改变病变,可降低 DXA 对骨密度测量的准确性^[39]。

2.2.2 定量 CT 骨密度测量

定量 CT (quantitative computed tomography, QCT) 检测骨密度的灵敏度和准确度均优于 DXA,其原因主要在于相较于 DXA 所测的面积骨密度, QCT 可区分测量部位的皮质骨和松质骨,并能分别测知对应的骨密度^[40]。松质骨每年的更新率远大于皮质骨,能更灵敏地反映骨量的变化情况, QCT 能够选择性地测定椎体松质骨骨密度^[41]。然而, QCT 辐射量较大,导致其在临床中的应用受到了一定程度的限制。

2.2.3 定量超声骨密度测量

定量超声 (quantitative ultrasound, QUS) 也可用于骨密度测量,而且相较于 DXA 具有操作简单、费用低、无辐射等优点,更适合于骨质疏松患者骨折风险的早期筛查等^[42]。除了测量骨密度, QUS 检查还可反映骨弹性和骨脆性等骨生物力学特性^[43]。由于缺少相应的诊断标准, QUS 尚不能取代 DXA^[44]。

根据《指南》意见,我们认为 DXA 作为目前评估骨密度的“金标准”,在骨质疏松性骨折疗效评价中仍应作为首选。QCT 检测骨密度的性能不亚于 DXA,加之 DXA 设备在国内医疗机构中的普及率较低,目前在各医疗结构中应用 QCT 检查骨密度比 DXA 更

容易实现。中国健康定量 CT 大数据项目的实施,将有助于建立适合中国人群的 QCT 骨密度检测标准,这也将使 QCT 在骨密度检测中的应用更加广泛^[45]。根据 QUS 的特点,我们建议将其用于外周骨及孕妇、儿童的骨密度检测^[46],以及缺少 DXA 设备时的简单评估。

3 骨转换标志物检测在骨质疏松性骨折疗效评价中的应用

骨强度由骨密度和骨质量决定,其中骨质量是骨骼塑造、骨代谢、骨矿化程度的总体体现。骨代谢对于骨质量具有重要影响,骨代谢指标可反映骨转换的状态,其敏感性比骨密度更高^[47]。《指南》指出,骨代谢指标的实验室检测应作为骨质疏松性骨折的必要检查项目。一般选择检查血清钙、磷、25(OH)D₃、降钙素、甲状旁腺激素及尿钙,还可根据病情选择检测骨转换生化标志物(包括骨形成与骨吸收标志物)。目前常用的骨形成标志物主要包括骨特异性碱性磷酸酶、骨钙素、I 型原胶原 C 端前肽、I 型原胶原 N 端前肽 (procollagen type I N-terminal propeptide, PINP) 等,常用的骨吸收标志物包括抗酒石酸酸性磷酸酶、I 型胶原交联 C 末端肽 (type I collagen cross-linked C-terminal peptide, CTX)、I 型胶原交联 N 末端肽 (type I collagen cross-linked N-terminal peptide, NTX) 等。骨代谢标志物不能单独作为骨质疏松症的诊断指标,但可在判断骨转换类型、预测骨折风险、监测治疗依从性及评价药物疗效等多个方面发挥重要作用^[48]。但代谢物收集方式、性别、肾小球滤过率下降、昼夜节律、饮食等均会对骨代谢标志物造成影响,临床应用时应注意控制检测条件,降低这些影响因素对检测结果的影响。

我们推荐选择 PINP、CTX 及 NTX 作为骨形成和骨吸收标志物。2013 年召开的骨转换标志物临床应用研讨会提出,在抗重吸收治疗中,采用双膦酸盐治疗的患者在开始治疗 3 个月后 β -CTX (CTX 特异性更高的异构形态) 比基础值降低超过 35% 表示治疗成功;使用特立帕肽进行合成治疗的患者,治疗 3 个月后总 PINP 水平比基础值增加 40% 以上表示治疗成功^[49]。临床中可以此为参考,进行疗效评估。

4 小结

关于骨质疏松性骨折的疗效评价,目前存在很多评价指标。我们结合《指南》意见及临床实践,对其中

主要的评价指标进行了探析,并结合研究现状对部分评价指标的应用前景进行了展望。治疗手段对疾病的影响是全方位的,应用单个指标对单一因素进行考察难以全面反映治疗手段的疗效,因而结合多个评价指标形成的多维度疗效评价体系更具实际意义。目前骨质疏松性骨折的疗效评价体系尚未建立。建立骨质疏松性骨折的疗效评价体系,应着重关注评价指标的选择及各指标所占权重的确定。可通过一系列随机对照试验评估临床上常用评价指标的信度、效度、可行性、反应度等,筛选出具有较好敏感性、代表性、可操作性的指标,再通过德尔菲法确定各指标的权重,或再以熵权法对专家的主观判断进行修正,从而获得初步的疗效评价方案,最后通过大规模的临床验证,获得具有可靠循证医学证据的骨质疏松性骨折疗效评价方案。

参考文献

- [1] 中华中医药学会. 骨质疏松性骨折中医诊疗指南[J]. 中医正骨, 2023, 35(1): 1-9.
- [2] LEUNG J L, TWOHIG H, MULLER S, et al. Test-retest reliability of pain VAS/NRS, stiffness VAS/NRS, HAQ-DI and mHAQ in polymyalgia rheumatica: an OMERACT study[J]. Semin Arthritis Rheum, 2023, 62: 152239.
- [3] EUASOBHON P, ATISOOK R, BUMRUNGCHATUDOM K, et al. Reliability and responsivity of pain intensity scales in individuals with chronic pain[J]. Pain, 2022, 163(12): e1184 - e1191.
- [4] PRESTON C C, COLMAN A M. Optimal number of response categories in rating scales: reliability, validity, discriminating power, and respondent preferences[J]. Acta Psychol (Amst), 2000, 104(1): 1-15.
- [5] GAGLIESE L, WEIZBLIT N, ELLIS W, et al. The measurement of postoperative pain: a comparison of intensity scales in younger and older surgical patients[J]. Pain, 2005, 117(3): 412-420.
- [6] CHIBNALL J T, TAIT R C. Pain assessment in cognitively impaired and unimpaired older adults: a comparison of four scales[J]. Pain, 2001, 92(1/2): 173-186.
- [7] 李春蕊, 张雯, 樊碧发. 数字评分法(NRS)与口述评分法(VRS)在老年慢性疼痛患者中的比较[J]. 中国疼痛医学杂志, 2016, 22(9): 683-686.
- [8] 王琳琳, 臧凝子, 王娜娜, 等. 生活质量评价研究概况[J]. 中华中医药杂志, 2020, 35(4): 2081-2085.
- [9] 陈安怡, 吴春根, 何煜, 等. 老龄椎体压缩性骨折介入与保守治疗生活质量对照研究[J]. 介入放射学杂志, 2020, 29(11): 1139-1145.
- [10] 张雪美. 舒筋活血汤联合中医康复治疗对踝关节手术患者关节功能及 SF-36、Baird、AOFAS 评分的影响[J]. 基层中医药, 2023, 2(10): 39-44.
- [11] ABBASI-GHAHRAMANLOO A, SOLTANI-KERMANSHAHI M, MANSORI K, et al. Comparison of SF-36 and WHO-QOL-BREF in measuring quality of life in patients with type 2 diabetes[J]. Int J Gen Med, 2020, 13: 497-506.
- [12] MANCUSO S, SCATURRO D, SANTORO M, et al. Bone damage after chemotherapy for lymphoma: a real-world experience[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22(1): 1024.
- [13] COOK C E, GARCIA A N, WRIGHT A, et al. Measurement properties of the Oswestry disability index in recipients of lumbar spine surgery[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2021, 46(2): E118 - E125.
- [14] PENNINGS J S, DEVIN C J, KHAN I, et al. Prediction of Oswestry disability index(ODI) using PROMIS-29 in a national sample of lumbar spine surgery patients[J]. Qual Life Res, 2019, 28(10): 2839-2850.
- [15] NIELSEN C J, LEWIS S J, OITMENT C, et al. Stratifying outcome based on the Oswestry disability index for operative treatment of adult spinal deformity on patients 60 years of age or older: a multicenter, multi-continental study on prospective evaluation of elderly deformity surgery (PEEDS)[J]. Spine J, 2021, 21(11): 1775-1783.
- [16] WERNEKE M, HAYES D, DEUTSCHER D. Clinical utility of the Oswestry disability index for measuring the function of patients with low back pain[J]. Spine J, 2018, 18(4): 712-713.
- [17] 章雪芳, 杨小彬, 郝定均, 等. 胸腰椎骨质疏松性骨折患者流行病学特点研究[J]. 中国全科医学, 2019, 22(11): 1288-1292.
- [18] 徐鹏, 吕志国, 张影, 等. 中医证候量表研制方法概述[J]. 长春中医药大学学报, 2016, 32(3): 628-630.
- [19] 陈澈, 周晟, 孟庆刚. 量表在中医临床疗效评价中的设计与应用探讨[J]. 中医杂志, 2018, 59(15): 1279-1283.
- [20] 肖蕾, 欧洋, 陈智慧, 等. 个体化中医证候积分与传统中医证候积分在中医临床疗效评价中的应用对比研究[J/OL]. 中华中医药学刊, 2023[2023-11-01]. <https://kns-cnki-net.webvpn.jnu.edu.cn/kcms/detail/21.1546.R.20230915.1648.078.html>.
- [21] 杨琛, 王秀华, 刘莉. Tinetti 平衡与步态量表在移动及平衡能力评估中的应用进展[J]. 中国康复医学杂志,

- 2019, 34(5): 601 - 606.
- [22] OMAÑA H, BEZAIRE K, BRADY K, et al. Functional reach test, single-leg stance test, and Tinetti performance-oriented mobility assessment for the Prediction of falls in older adults: a systematic review[J]. *Phys Ther*, 2021, 101(10): pzb173.
- [23] BRAUN T, THIEL C, SCHULZ R J, et al. Reliability of mobility measures in older medical patients with cognitive impairment[J]. *BMC Geriatr*, 2019, 19(1): 20.
- [24] YANG C, MO Y, CAO X, et al. Reliability and validity of the Tinetti performance oriented mobility assessment in Chinese community-dwelling older adults [J]. *Geriatr Nurs*, 2023, 53: 85 - 89.
- [25] 程晓光, 徐文坚, 吴艳, 等. 骨质疏松的影像学及骨密度诊断专家共识[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2020, 26(9): 1249 - 1256.
- [26] 刘崑, 张英剑. 影像学评价骨折愈合的研究进展[J]. *医学信息*, 2018, 31(24): 48 - 51.
- [27] 殷飞, 戈朝辉. 骨质疏松性脊柱骨折诊疗研究进展[J]. *世界最新医学信息文摘*, 2019, 19(16): 69 - 70.
- [28] 张啟维, 徐宏兵, 孙常太, 等. 骨质疏松椎体压缩骨折磁共振信号特征及其意义[J]. *中国骨与关节杂志*, 2013, 2(6): 345 - 348.
- [29] 薛景才. 骨髓水肿信号在 OVCF 愈合过程及临床治疗中的价值分析[D]. 济南: 山东大学, 2021.
- [30] 王修志. 磁共振成像在骨质疏松性椎体压缩性骨折疼痛椎体诊断及手术疗效评估中的应用[J]. *基层医学论坛*, 2023, 27(23): 111 - 113.
- [31] 李惠敏. MRI 在骨质疏松性椎体压缩性骨折责任椎体诊断及术后疼痛预测中的应用[J]. *中外医学研究*, 2022, 20(29): 69 - 72.
- [32] 刘玉珂, 李培岭, 郭会利, 等. SPECT/CT 融合骨显像评价四肢骨折远期愈合[J]. *中国医学影像技术*, 2018, 34(5): 751 - 754.
- [33] 王金娥, 陈刚, 包贺菊, 等. 核素骨显像对老年骨质疏松性椎体压缩骨折责任椎体定位的价值研究[J]. *北京医学*, 2021, 43(8): 751 - 755.
- [34] 聂欢. SPECT-CT 与 MRI 在骨质疏松性椎体压缩性骨折疼痛责任椎体诊断中应用对比[J]. *中国医疗器械信息*, 2023, 29(16): 142 - 144.
- [35] 龚发阔, 何涛. 三相骨显像检查对感染性骨折愈合不良诊断效能研究[J]. *检验医学与临床*, 2014, 11(18): 2612 - 2613.
- [36] 李颖, 周波. 髌部几何结构分析参数预测髌部骨折的应用进展[J]. *世界最新医学信息文摘*, 2019, 19(98): 119 - 120.
- [37] 马建民. 双能 X 射线骨密度仪检定结果分析及临床应用[J]. *中国医疗器械信息*, 2023, 29(15): 23 - 26.
- [38] 苗辉, 蒋萍, 姜振凯, 等. QCT 与 DXA 对绝经后妇女骨质疏松症检出率的对比[J]. *昆明医科大学学报*, 2022, 43(4): 55 - 61.
- [39] 王延, 杨彦茹, 刘涛. 骨密度测定影像学研究进展[J]. *中国医药科学*, 2023, 13(13): 56 - 59.
- [40] NAYAK S, GREENSPAN S L. A systematic review and meta-analysis of the effect of bisphosphonate drug holidays on bone mineral density and osteoporotic fracture risk[J]. *Osteoporos Int*, 2019, 30(4): 705 - 720.
- [41] 谭安芬, 曾雪晴, 王玲, 等. QCT 和 DXA 对腰椎骨质疏松症检出率的 Meta 分析[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2022, 28(10): 1434 - 1441.
- [42] 莫志平, 陈方耿, 万向飞. 150 例绝经后妇女应用超声骨密度筛查骨质疏松症的效果[J]. *现代医用影像学*, 2022, 31(1): 147 - 149.
- [43] 马爱玲, 朱丽, 赵小辉, 等. 跟骨定量超声测量筛查体检绝经期妇女骨质疏松症的临床价值分析[J]. *临床和实验医学杂志*, 2019, 18(11): 1224 - 1227.
- [44] 邝玉娴, 程红, 郑伊迎, 等. 定量超声测定法与双能 X 线吸收法评估 18 ~ 40 岁成人骨健康的比较分析[J]. *中国医学科学院学报*, 2023, 45(5): 737 - 742.
- [45] 《中国定量 CT(QCT)骨质疏松症诊断指南》工作组, 程晓光, 王亮, 等. 中国定量 CT(QCT)骨质疏松症诊断指南(2018)[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2019, 25(6): 733 - 737.
- [46] 李露琴, 孙中洋. 医学影像技术在骨质疏松症中的研究进展[J]. *中国医药导报*, 2022, 19(32): 39 - 42.
- [47] 李雅群, 侯林, 王春晓, 等. 骨代谢标志物及其在骨质疏松诊断中的应用进展[J]. *中国医药导报*, 2020, 17(28): 44 - 47.
- [48] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 骨转换生化标志物临床应用指南[J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2021, 14(4): 321 - 336.
- [49] 《实用老年医学》编辑部. 骨转换标志物临床应用研讨会会议纪要[J]. *实用老年医学*, 2013, 27(12): 1034.

(收稿日期: 2023-11-28 本文编辑: 李晓乐)