

DOI: 10.3760/ema.j.cn115530-20240630-00275

· 指南与共识 ·

中国人群骨质疏松症风险管理公众指南（2024）

中国医师协会骨科医师分会骨质疏松学组 中华医学会骨科学分会青年骨质疏松学组
中华预防医学会健康传播分会 广东省保健协会脊柱与关节健康分会
中国人群健康风险管理协作组骨质疏松症专业组

Public guidelines for osteoporosis risk management in the Chinese population (2024)

Osteoporosis Group, Branch of Orthopedic Surgeons, Association of Chinese Medical Doctors; Youth Osteoporosis Group, Orthopedic Branch of Chinese Medical Association; Spine and Joint Health Branch, Guangdong Health Care Association, Health Communication Branch, Society of Chinese Preventive Medicine; Chinese Health Risk Management Collaboration-Osteoporosis Group

指南制定背景

骨质疏松症（osteoporosis, OP）是一种以骨质流失、骨量低下、骨微结构破坏和骨脆性增加为特征的全身性疾病^[1]。OP 与骨重塑失衡有关，骨吸收相对大于骨形成。根据病因，OP 可分为原发性 OP 和继发性 OP 两大类。原发性 OP 主要包括绝经后 OP（I 型）、老年 OP（II 型）和特发性 OP（包括青少年型）^[2]。其中 I、II 型 OP 为最常见的类型；特发性 OP 主要见于青少年群体中原因不明的 OP；而继发性 OP 则主要是由外部因素对骨代谢平衡破坏造成（如服用激素、酒精及射线暴露等）^[3-4]。

随着人口老龄化的加剧和现代生活方式的改变，我国 OP 的发生率呈明显增长趋势。2018 年 OP 流行病学调查结果显示，我国 50 岁以上群体中 OP 发病率约为 19.2%（男性 6.0%，女性 32.1%），60 岁以上群体中 OP 发病率约为 32.0%（男性 10.7%，女性 51.6%）^[5]。由于发病率高、

覆盖面广，OP 所产生的治疗和康复费用对医保和患者家庭造成了巨大的负担。但我国普通民众对 OP 的知晓率和认知水平远低于发达国家，由此导致 OP 诊断率和治疗率也非常低下，这使得我国 OP 防治现状呈现严峻的“一高三低”形势^[6]。同时，大部分 OP 患者在诊断或发生骨质疏松性骨折之前无任何症状，患者因难以察觉自身疾病风险而忽视了预防。提高公众对 OP 的认知并增强其对危险因素的控制，对于 OP 及相关骨折的防控具有重要意义。目前我国针对 OP 诊疗已发布了多部指南，如《中国老年骨质疏松症诊疗指南》《原发性骨质疏松症诊疗指南》等^[7-8]。但大部分指南均适用于临床诊疗环境，目标群体主要为专业医务人员，对普通大众而言可读性不高、指导作用不强。我国尚缺乏从 OP 发生风险评估及预防的角度，为一般人群提供规范性建议的指南。健康中国行动（2019–2030）指出“每个人是自己健康的第一责任人”。本指南通过对 OP 发生风险评估及预防措施的相关研

本文同期发表在《中华创伤骨科杂志》2024 年第 26 卷第 11 期第 921-934 页

实践指南注册：国际实践指南注册与透明化平台（PREPARE2023CN470）

通信作者：罗卓荆，E-mail: zjlue@fm-mu.edu.cn；苏佳灿，E-mail: drsu-jiacan@163.com；夏维波，E-mail: xiawcibo8301@163.com；杨克虎，E-mail: yangkhebm2006@126.com；魏富鑫，E-mail: weifuxin@mail.sysu.edu.cn

究证据进行系统梳理总结,采用 Delphi 方法确定推荐意见,形成公众指南,来指导公众在日常实践中采取有效措施预防 OP 的发生。

指南制定方法

本指南由中国医师协会骨科医师分会骨质疏松学组、中华医学会骨科学分会青年骨质疏松学组、中华预防医学会健康传播分会和广东省保健协会脊柱与关节健康分会联合发起,由中山大学附属第七医院组织实施,由兰州大学循证医学中心/世界卫生组织指南实施与知识转化合作中心/甘肃医学指南行业技术中心提供方法学支持。指南的制定步骤参考 2014 年发布的《世界卫生组织指南制定手册》及中华医学会发布的《中国制定/修订临床诊疗指南的指导原则(2022 版)》,并参考指南研究与评价工具(appraisal of guidelines for research and evaluation, AGREE II)和卫生保健实践指南的报告条目(reporting items for practice guidelines in healthcare, RIGHT)制定指南计划书和正式指南文件。本指南已在国际实践指南注册平台完成注册(PREPARE2023CN470)。详细指南制定方法见系列指南研究计划书^[9]。本指南适用于各级医院、社区健康服务中心、疾病预防控制中心等卫生机构;本指南也适用于全国各民族、各地区的一般人群,尤其是潜在罹患 OP 的高风险人群。

指南工作组组建

指南工作组包括指导委员会、共识专家组、指南制定组、外审组,共 4 个小组。各小组成员共同组成中国人群健康风险管理协作组骨质疏松症专业组(Chinese Health Risk Management Collaboration Osteoporosis Group, CHIRIMACOP)。指导委员会成员为 5 名,由国内知名权威骨科、内分泌科专家及指南方法学专家组成。指导委员会的主要职责是:①确定指南主题和范围;②组建指南工作组,管理其利益声明;③批准指南计划书;④监督指南制定流程;⑤批准推荐意见和指南全文;⑥监测并评估指南的更新需求。共识专家组由 31 位成员组成,具有地域、学科和性别的代表性,专业涵盖骨科学、内分泌学、预防医学、

健康管理学、营养学等专业。指南制定组包括证据评价组和秘书组,主要由发起机构的所属人员组成,有 26 名成员,全面负责指南制定工作的协调及资料的收集、整理、评价和综合运用,应用推荐分级评估、制定与评价(grade of recommendation assessment, development, evaluation, GRADE)分级系统制作决策表,各项工作的安排和记录,指南专家的联络与沟通,以及其他工作组未涵盖的所有事宜。外审组成员 6 名,由与该指南相关、但未参与本指南制定的专家或人员组成,主要负责对指南初稿进行评审。所有成员将按要求填写相关利益冲突声明表。

问题形成

指南指导委员会根据专家经验,并且通过调查、研讨国内外 OP 风险管理的相关指南、系统评价,初步确定了潜在的指南问题。2023 年 6 月 14 日和 28 日,CHIRIMACOP 分别在中山大学附属第七医院骨科中心和内分泌中心召开 2 次会议,初步形成指南问题框架。2023 年 7 月 1-5 日,指南制定组对全国 110 多名骨科学、内分泌学、老年医学、妇科学、预防医学及健康管理专家进行在线问卷调查,对指南问题进行了补充。2023 年 7 月 8 日,第一次全国指南讨论会议于中山大学附属第七医院会议中心召开,对临床问题的重要性按照 GRADE 工作组推荐的 Delphi 方法进行评估,最终确定 15 个核心问题。

证据检索

证据评价组首先针对指南问题,检索了相关共识、指南及系统评价/荟萃分析。检索的数据库包括 PubMed、Embase、Cochrane Library、中国生物医学文献数据库(CBM)、万方数据知识服务平台和中国知网(CNKI)。同时检索了常用的临床指南网站:美国国立指南文库、国际指南协作网、世界卫生组织网,并检索 Google 学术等网站进行补充。检索时间为从建库时间至 2023 年 10 月,限定语言为英文或中文。此外,指南制定组对于纳入的文献进一步追溯参考文献进行补充。

系统评价

本指南主要纳入系统评价作为各个指南问题的主要证据来源。当没有合适的系统评价,或方

法学质量较低,或发表时间>3 年时,证据评价组将开展新的系统评价/荟萃分析。制定快速系统评价方法的过程主要参考 Cochrane 系统评价手册。新的系统评价针对具体问题纳入随机对照试验、队列研究、病例对照研究等类型的原始研究。证据评价组将依据研究问题制定检索策略,检索 PubMed、Embase、CNKI 等主要数据库,并补充检索会议文献、参考文献等。之后,指南制定组根据题目、摘要和全文顺序逐级筛选文献,根据预先设计的资料提取表来提取信息。并且指南制定组根据原始研究类型,使用 Cochrane 偏倚风险评价工具、纽卡斯尔渥太华量表 (Newcastle Ottawa Scale, NOS) 进行偏倚风险评估。每篇文献的筛选、信息提取和质量评价工作均由 2 个人独立完成,若存在分歧,则共同讨论解决。证据小组评估纳入研究的临床异质性、方法学异质性及统计学异质性。在适合荟萃合并条件下,采用随机效应模型综合研究获得合并效应量,并评估发表偏倚风险。

证据质量评价与证据体形成

针对每一个指南问题,指南制定组基于已有的或者新制作的系统评价进行证据质量评价。依据 GRADE 方法^[10],证据质量将被分为高、中、低、极低 4 个等级。在证据分级过程中,考虑 5 个降级因素 (局限性、不精确性、不一致性、间接性以及发表偏倚) 和 3 个升级因素 (效应量大、剂量反应关系以及可能的混杂因素)。完成证据分级后,通过证据总结表呈现证据,形成指南证据体。最后通过微笑图形 “😊” 表示证据质量的高低: 4 个微笑图形 “😊😊😊😊” 表示证据质量 “高”, 3 个微笑图形 “😊😊😊” 表示证据质量 “中”, 2 个微笑图形 “😊😊” 表示证据质量 “低”, 1 个微笑图形 “😊” 表示证据质量 “极低”。

推荐意见形成

证据评价小组依据前期形成的证据体,针对每个问题,讨论形成 1 条或多条初步推荐意见。共识专家组于 2024 年 3 月 28 日在中山大学附属第七医院召开第 2 次专家共识会议,通过 3 轮 Delphi 法调查,就推荐意见达成共识。共识专家

通过考虑干预的利弊平衡、对效应估计的把握程度、价值观及偏好以及医疗资源等因素,对推荐意见进行表决^[11]。表决步骤分 2 步实施: 第一,推荐或不推荐某一干预措施至少需要 50% 的专家认可,且选择替代措施的专家少于 20%。未满足此项标准将不产生推荐意见。第二,一个推荐意见被列为强推荐而非弱推荐,则需要得到至少 70% 的专家认可。“强推荐” 意见使用 “推荐” 进行表述。若未达到强推荐标准,则定义为 “弱推荐”, 使用 “建议” 进行表述。同时,在文中采用大笑图形 “😄” 表示强推荐强度: 2 个大笑图形 “😄😄” 表示 “强推荐”, 1 个大笑图形 “😄” 表示 “弱推荐”。

指南撰写、发布与更新

推荐意见完成后,执笔人及指南制定组初步撰写指南全文,进行内部审阅修改。同时,指南初稿提交外审组进行评审。为了增强指南的公众可读性,邀请了 5 名公众代表对指南进行审阅。本指南计划于 2028 年进行更新。

推荐意见证据来源及评价

本指南针对 14 个临床问题形成了 15 条推荐意见,具体如下。

指南问题 1: 普通人群如何进行 OP 发生风险评估及筛查?

推荐意见 1: 建议公众采用国际骨质疏松基金会 (International Osteoporosis Foundation, IOF) 一分钟测试题 (表 1) 或亚洲人骨质疏松症自我筛查工具 (Osteoporosis Self-Assessment Tool for Asians, OSTA) 进行自身 OP 发生风险评估; 高风险人群可进一步在医疗机构接受骨密度检测和 OP 筛查。(弱推荐😊; 证据级别: 低😊😊)

推荐说明: OP 由于缺乏明显的临床症状,在确诊或发生相关骨折前很难被发现,因此也被称为 “沉默疾病”^[12]。在早期进行 OP 发生风险评估,并调整生活方式或及时接受治疗,对预防 OP 及相关骨折具有重要意义。IOF 一分钟测试题、OSTA 无需借助专业设施和技能,即可对风险进行初步评估,是适合公众的自我检测手段。在中国人群中,IOF 一分钟测试题和 OSTA 已被

证实评估 OP 发生风险的有效方法，联合使用效果更佳^[13]。

IOF 一分钟测试题是一种简便、有效的 OP 发生风险评估工具。基于亚洲人群的研究指出，IOF 一分钟测试题作为初步检测工具准确度良好 (AUC: 0.63, 95% CI: 0.56~0.70)。使用者仅需依据简单的病史和生活方式等信息，就可初步判断自身 OP 发生风险。在 19 个问题中，每回答“是”得 1 分，反之不得分。总分 6 分及以上人群中，OP 发生风险为 70%；而在绝经后女性中，5 分及以上人群 OP 发生风险明显增高^[14]。5~6 分以上群体应尽早接受专业 OP 检查，并开展 OP 风险管理。

表 1 IOF 一分钟测试题

| 测试题目 |
|--|
| 不可控因素 |
| 1. 父母曾被诊断有 OP 或在轻摔后骨折? |
| 2. 父母一人中有驼背? |
| 3. 年龄超过 40 岁? |
| 4. 成年后有因为轻摔发生过骨折? |
| 5. 是否经常摔倒，或因为身体较虚弱而担心摔倒? |
| 6. 40 岁以后身高是否减少超过 3 cm 以上? |
| 7. 是否体重过轻? (体质量指数<19 kg/m ²) |
| 8. 是否曾服用类固醇激素连续超过 3 个月? |
| 9. 是否患有类风湿关节炎? |
| 10. 是否被诊断出患有甲亢/甲旁亢、I 型糖尿病、克罗恩病或乳糜泻等胃肠道疾病或营养不良? |
| 11. 女士：是否在 45 岁之前绝经? |
| 12. 除了怀孕、绝经或子宫切除以外，是否停经超过 12 个月? |
| 13. 是否在 50 岁之前切除卵巢又没有服用雌/孕激素补充剂? |
| 14. 男士：是否出现过阳痿、性欲减退或其他雄性激素过低的相关症状? |
| 生活方式 (可控因素) |
| 15. 是否经常大量饮酒? (每日饮用超过 2 个单位的乙醇：相当于啤酒 1 斤，葡萄酒 3 两或白酒 1 两) |
| 16. 目前是否吸烟? 曾经是否有吸烟? |
| 17. 每天运动量少于 30 min? (包括做家务、走步或跑步) |
| 18. 是否不能摄入乳制品，又没有摄入钙片? |
| 19. 每天从事户外活动的时间是否少于 10 min，又没有服用维生素 D? |

IOF：国际骨质疏松基金会；OP：骨质疏松症；以上问题只要其中一题回答结果为“是”即为阳性

OSTA 是一种基于年龄和体重的 OP 发生风险筛查工具，操作性好，准确度高^[15]。中国绝经后女性人群的横断面研究显示，OSTA 预测 OP 的敏感性和特异性分别达到 69.64%和 75.07%^[16]。具体操作时，参与者将自身年龄和体重代入简易公式中，进行 OP 发生风险的粗略评估。OSTA 指数计算公式如下：OSTA 指数 = (体重 - 年龄) × 0.2。OSTA 指数>-1 为低风险，OSTA 指数-4~-1 为中风险，OSTA 指数<-4 为高风险。

目前，临床上针对 OP 的筛查和诊断方法主要包括：“金标准”双能 X 线吸收测量仪 (dual-energy X-ray absorptiometry, DXA)、骨定量超声技术 (quantitative ultrasound, QUS)、新型超声骨密度仪、数字 X 线成像 (digital X-ray radiogrammetry, DXR) 和机会性定量计算机断层摄像 (opportunistic quantitative computed tomography, opportunistic, QCT) 技术^[17-18]。本指南为公众指南，对临床专业检测设施、检测手段和结果解读不做深入介绍。推荐 OP 高风险人群在正规医疗机构接受专业医师的检查和结果解读，并根据医师建议进行预防和治疗。

指南问题 2：如何进行骨质疏松性骨折风险评估?

推荐意见 2：推荐 OP 患者及高风险人群采用脆性骨折风险在线评估工具 (fracture risk assessment tool, FRAX) 进行自我骨折风险评估，并及时接受专业指导和管理。(强推荐😊😊；证据级别：低😊😊)

推荐说明：OP 会增加脆性骨折风险，严重影响患者生活质量，因此，OP 的防治不仅需要改善骨质条件，还应注重骨折预防。目前已有多种用于 OP 高风险人群的骨折预测工具，包括 FRAX、Q-Fracture、Garvan calculator、DeFRA 和 FRA-IIS^[19-21]。其中 WHO 推荐的 FRAX (www.fraxplus.org) 是目前应用最广泛也是预测效能最好的骨折预测工具。

最新发表的系统评价综合分析了截至 2023 年有关的 FRAX 骨折预测效能的 40 项研究，研究类型基于随机对照试验、前瞻性、回顾性及横断面研究的系统评价，研究人群为全球不同种族人群，

欧美、亚洲人群为主。合并结果显示无论有无骨密度数据, FRAX 均可较好地预测骨折风险^[21]。在女性群体中, 纳入骨密度数据的情形下, FRAX 骨折预测敏感度为 67% (95% CI: 30%~93%), 特异度为 75% (95% CI: 63%~84%); 不包含骨密度数据时, FRAX 骨折预测的敏感度为 57%~85% (95% CI: 49%~90%), 特异度为 34%~79% (95% CI: 23%~82%)。

综合国内外相关研究证据, 共识专家组推荐 OP 高风险人群可在专业人士指导下采用 FRAX 工具分析自身骨折风险, 根据风险评估结果采取措施预防骨折的发生。

指南问题 3: 增加膳食蛋白摄入能否降低 OP 发生风险?

推荐意见 3: 建议公众尤其是老年人 (>65 岁), 增加膳食蛋白摄入以降低 OP 及脆性骨折风险。(弱推荐😊; 证据级别: 低😊😊)

推荐说明: 蛋白质是构成生命活动最重要的基础分子, 占据骨组织 1/3 的质量, 并构成了骨骼的基本结构^[22]。足够的膳食蛋白摄入对于维持身体健康是必不可少的。研究证据显示, 公众尤其是老年群体, 可以通过补充膳食蛋白改善骨骼健康并降低骨折风险^[23]。

指南制定组对现有的系统评价进行了更新^[24-25], 综合分析了截至 2023 年全球完成的 14 项研究, 研究类型基于随机对照试验及前瞻性队列研究, 研究人群包括欧洲、亚洲及澳洲不同种族人群 (样本量共 239 039 人)。合并结果显示, 相较于基本膳食蛋白推荐量 [0.8 g/(kg·d)], 老年人增加每日蛋白摄入量与髌部骨折风险降低相关, 对全髌关节和股骨颈骨密度的增加也呈现积极作用, 危险比为 0.87 (95% CI: 0.81~0.92)。相较于植物蛋白, 动物蛋白摄入量与骨密度的关联更强。

综合国内外相关研究证据和指南建议, 共识专家组建议公众, 尤其是体重较轻的老年人等特殊群体, 增加每日膳食蛋白摄入以降低 OP 及脆性骨折风险。我国膳食指南的建议为成年人每日蛋白摄入量 1.0~1.5 g/(kg·d)^[26], 在此基础上增加优质蛋白摄入。其中至少一半需来自动物蛋白, 相当于每周吃鱼 2 次或 300~500 g, 蛋类

300~350 g, 或畜禽肉 300~500 g。此外, 对于素食饮食习惯人群, 则建议多食豆类、豆类制品或坚果类食物以增加蛋白摄入量。特殊慢性疾病 (如肾病) 有蛋白摄入限制的患者, 则应根据医生建议调整每日蛋白摄入总量和种类, 尽可能选择高质量蛋白食物源。

指南问题 4: 增加蔬菜水果摄入能否降低 OP 发生风险?

推荐意见 4: 建议摄入富含维生素 K 和维生素 C 的蔬菜水果以降低 OP 发生的风险。(弱推荐😊; 证据级别: 低😊😊)

推荐说明: 蔬菜水果富含多种人体所必需的维生素, 对维持新陈代谢、增强免疫力和促进生长发育至关重要。尤其是维生素 C 和维生素 K 与骨骼代谢具有紧密联系。其中, 青椒、西兰花、花椰菜和柑橘类水果是维生素 C 的良好来源; 绿叶蔬菜 (菠菜、甘蓝)、花椰菜和蓝莓、草莓等则是维生素 K 的主要来源。研究显示, 维生素 C 的抗氧化和氨基酸羟化功能对维持骨骼微结构完整性至关重要; 而维生素 K, 主要是维生素 K2 是骨转化和骨矿化的重要因子^[27-28]。

最新发表的系统评价综合分析了截至 2022 年全球完成的相关维生素 K2 食物摄入预防 OP 效果的病例对照和随机对照试验^[29], 研究人群包括全球不同种族人群, 以欧美、亚洲人群为主。16 项研究 (6 425 人) 的合并分析结果显示, 维生素 K2 在维持和改善全身骨密度, 尤其是腰椎骨密度方面具有积极作用, 同时也能降低骨折风险。与对照组相比, 增加维生素 K2 干预对骨折发生风险的相对危险度 (relative risk, RR) 为 0.38 (95% CI: 0.20~0.76)。

对于维生素 C, 截至 2020 年包含 17 项研究 (19 484 人) 的最新系统评价结果显示, 摄入富含维生素 C 的食物可以降低 OP 和相关骨折风险, 并且可以明显改善腰椎和股骨颈等部位的骨密度^[30]。与对照组相比, 摄入更高的维生素 C 食物对 OP 风险的 RR 为 0.66 (95% CI: 0.48~0.92)。

综合国内外相关研究证据和指南建议, 共识专家组建议公众通过增加摄入富含维生素 K 和维生素 C 的蔬菜水果预防 OP 和相关骨折风险。根

据国内外指南意见, 成年人维生素 C 推荐摄入量为 110 mg/d; 对于老年、肥胖、孕妇和吸烟人群, 则建议摄入量为 155~160 mg/d; 维生素 K 推荐摄入量为 80 μ g/d, 哺乳期女性则可增加至 85 μ g/d^[31]。值得注意的是, 果汁或蔬菜汁类精加工饮品不能作为蔬菜水果的替代物。

指南问题 5: 增加乳制品摄入能否降低 OP 发生风险?

推荐意见 5: 推荐每日摄入充足乳制品来降低 OP 发生风险。(强推荐 😊😊; 证据级别: 中 😊😊😊)

推荐说明: 乳制品是 5 大核心食物之一, 包括大量有益骨骼健康的营养素 (如钙、磷、蛋白质等)。研究显示, 增加乳制品摄入不仅可以提高骨骼矿化, 还可以增加肌肉质量, 避免跌倒, 对预防 OP 发生和骨折风险具有确切益处^[32]。

最新发表的系统评价综合分析了截至 2020 年全球完成的 6 项 (618 人) 随机对照试验^[33], 研究人群包括欧美、亚洲和澳洲绝经后女性。合并结果显示, 相较于低摄入或无摄入, 增加乳制品摄入有利于绝经后女性骨密度值的维持和增加。与安慰剂或无乳制品摄入相比, 乳制品摄入对全身骨密度改善的影响标准化均数差 (standardized mean difference, SMD) 为 0.58 (95% CI: 0.37~0.77)。乳制品摄入的效果与摄入时间有关, 从乳制品连续摄入的第 12 个月开始, 髌部骨密度出现改善, 从 18 个月开始, 股骨颈骨密度开始出现改善。

综合国内外相关研究证据和指南建议, 共识专家组推荐公众每日摄入充足乳制品来降低 OP 发生风险。我国膳食指南建议成人每日摄入 300~500 mL 乳制品以维持健康^[26], 而美国膳食指南则建议每日摄入至少 3 个单位 (约 720 mL) 低脂/脱脂乳制品以预防 OP^[34]。因此, 推荐公众每日各类乳制品总摄入量在 300 mL 以上。对于肥胖、“三高”和心血管疾病人群, 推荐选择低脂/脱脂乳制品; 对于有乳糖不耐受情况者, 推荐选择老化乳制品 (如酸奶和硬奶酪)、植物性乳制品 (如豆浆、椰浆、杏仁奶) 以及无乳糖牛奶等乳制品。

指南问题 6: 运动能否降低 OP 发生风险?

推荐意见 6: 推荐坚持参与运动来改善骨密

度和降低 OP 发生风险。(强推荐 😊😊; 证据级别: 低 😊😊)

推荐说明: 运动作为健康生活方式的重要组成部分, 对改善和维持身心健康具有明确的效果。规律运动可以预防和缓解多种常见疾病, 包括心脑血管疾病、骨骼肌肉系统疾病和呼吸系统疾病等^[35]。运动不但可以增强肌肉力量、防止跌倒和骨折发生, 还可以改善骨密度, 降低 OP 发生风险^[36]。

最新发表的系统评价综合分析了截至 2023 年的 80 项 (5 581 人) 有关运动与绝经后女性骨密度改善的观察性研究^[37], 研究人群包括全球不同种族人群, 以欧美、亚洲人群为主。合并分析结果显示, 运动可以改善绝经后女性全身大部分部位的骨密度。相较于无运动或低强度活动, 运动干预对绝经后女性全身骨密度改善的影响 SMD 为 0.29 (95% CI: 0.16~0.42)。此外, 另外一项系统评价综合分析了截至 2020 年完成的 59 项 (1 560 人) 有关运动与老年人群 OP 发生风险的观察性研究^[38]。合并分析结果显示, 体育锻炼可以改善 65 岁以上人群多个部位的骨密度。相较于无运动或低强度运动, 运动干预对 65 岁以上老年人全身骨密度改善的影响 SMD 为 0.15 (95% CI: 0.05~0.25)。进一步分析则发现各种常见运动方式, 如太极^[39]、阻力训练^[40]和全身震动^[41-42]等, 均可改善参与者骨密度, 降低 OP 风险。

综合国内外相关研究证据, 共识专家组推荐公众坚持参与运动来改善骨密度和降低 OP 发生风险, 尤其是 OP 的高风险群体 (如老年人和绝经后女性等)。专家组建议每次有效运动时间为 60 min 及以上, 每周至少 2~3 次。在初次参与运动前, 公众应综合评估自身健康状况, 选择合适的运动类型和强度。如, 低骨折风险人群可选择包括阻力训练、骑行、跑步或快步走等多种强度的运动; 高骨折风险人群可选择包括快步走、太极和低频震动等低强度或有氧运动; 伴有心血管疾病等健康问题人群可选择散步、慢跑等有氧运动, 并适当降低每次运动强度。

指南问题 7: 戒烟能否降低 OP 发生风险?

推荐意见 7: 推荐吸烟者完全戒烟以降低 OP 发生风险。(强推荐 😊😊; 证据级别: 低 😊😊)

推荐说明：烟草中包含有多种有害物质，进入人体后可对呼吸系统、心血管系统和骨骼肌肉系统等产生危害。一方面烟草中的有害物质如多环芳烃^[43]、镉^[44]等可直接作用于骨细胞，阻碍骨形成、降低骨密度^[45-46]；另一方面，吸烟对心肺功能的影响会导致吸烟者活动量的下降，导致骨骼出现失用性 OP^[47-48]。

最新发表的系统评价综合分析了截至 2022 年的 27 项（1 612 364 人）队列研究^[49]。研究人群包括美洲、欧洲及亚洲人群。合并结果显示，吸烟与 OP 性骨折风险增加相关，与不吸烟相比，吸烟对男性 OP 骨折风险的 *RR* 为 1.37（95% *CI*: 1.22~1.53）。与不吸烟者相比，男性吸烟者的骨折风险增加了 37%。进一步分析显示，每天抽烟 15 支以上的女性吸烟者骨折风险增加了 30%^[50]。

综合国内外相关研究证据，共识专家组推荐吸烟者完全戒烟以降低 OP 和骨折风险，尤其是老年吸烟群体。戒烟范围包括但不限于传统类型烟草、新型电子烟和其他烟草成分制品。

指南问题 8：控制饮酒能否降低 OP 发生风险？

推荐意见 8：推荐减少饮酒或完全戒酒以降低 OP 发生风险。（强推荐😊😊；证据级别：中😊😊😊😊）

推荐说明：在 OP 的危险因素中，酒精一直被认为是最有害的因素之一^[51]。过量的酒精摄入会影响营养吸收并导致代谢紊乱。大量研究已证实，长期饮酒可损害骨微结构并对骨细胞代谢和分化产生抑制作用^[52]。

最新发表的系统评价综合分析了截至 2022 年全球 19 项（287 787 人）观察性研究^[53]，研究人群包括北美洲、欧洲、亚洲及澳洲人群。合并分析后发现，饮酒可以显著增加人群患 OP 的风险。相较于从不饮酒者，每日饮用 3 个单位酒精性饮料（约 24 g 酒精，约等于白酒 60~75 mL、啤酒 1 000~1 500 mL 或红酒 420~480 mL）可增加髌部骨折风险 33%（*RR* = 1.33，95% *CI*: 1.04~1.69）；每日饮用 4 个单位酒精性饮料及以上者，髌部骨折的风险可增加 59%（*RR* = 1.59，95% *CI*: 1.23~2.05）。而且，饮酒对骨骼健康的影响

是多方面的，包括增加跌倒和骨坏死的风险^[54]。

全球疾病负担工作组研究显示，饮酒不存在安全阈值，不饮酒的总健康收益最大^[55]。综合国内外相关研究证据，共识专家组推荐公众应减少酒精摄入或完全戒酒以降低 OP 风险。

指南问题 9：饮茶能否降低 OP 的发生风险？

推荐意见 9：建议适量饮茶以降低 OP 发生风险。（弱推荐😊；证据级别：中😊😊😊😊）

推荐说明：茶是世界上最流行的饮料之一，其所包含的营养成分（如茶多酚、儿茶素）已被证明对多种疾病具有预防和缓解功效^[56-57]。其中部份活性成分被证实具有成骨和促进骨转化作用^[58]。研究显示，习惯性饮茶与骨密度呈正相关，但与骨折风险的关联尚不明确^[59]。茶多酚等茶叶活性成分正在被开发和转化为骨质疏松相关预防产品^[60]。

最新发表的系统评价综合分析了截至 2024 年全球 40 项（947 865 人）观察性研究证据^[61]，对不同研究类型（横断面研究、队列研究和病例对照研究）结果进行调整后合并分析。结果显示，与不饮茶者相比，饮茶者的骨密度显著增加，同时骨质疏松和骨折风险明显降低。相较于无饮茶习惯，饮茶对骨密度的影响 *SMD* 为 0.33（95% *CI*: 0.21~0.46），饮茶对 OP 风险的 *RR* 为 0.80（95% *CI*: 0.67~0.95），饮茶对骨折风险的 *RR* 为 0.91（95% *CI*: 0.84~0.98）。进一步分析显示，饮茶者髌部、股骨和腰椎骨折的风险明显降低，但未发现饮茶与前臂、手腕、指骨和股骨颈骨折之间存在关联。此外，不同类型的茶（包括红茶、绿茶）对改善整体骨密度均显示了良好效果，尤其是在绝经后女性群体中更为显著^[62]。以上研究人群包括亚洲、欧洲人群，以亚洲人群为主。

综合国内外相关研究证据，共识专家组建议公众可以适量饮茶以降低 OP 发生风险，红茶、绿茶等各种类型均可，每日茶水推荐摄入量为 200~1 000 mL。

指南问题 10：饮咖啡能否降低 OP 发生风险？

推荐意见 10：不建议饮用咖啡来降低 OP 发生风险。（弱推荐😊；证据级别：极低😊😊）

推荐说明：咖啡是一种非常受欢迎的饮品，包含咖啡因在内的多种活性成分。咖啡因已被证

实具有抗氧化、抗癌和降低心血管风险等多种功效。既往研究显示，咖啡因的摄入对骨骼健康没有显著的不良影响^[63]。但咖啡摄入与OP风险之间的关联则存在较大争议。

最新发表的系统评价综合分析了截至2022年的17项有关咖啡摄入与OP及骨折风险的研究证据^[64]，合并分析结果显示，咖啡摄入与总的OP发生风险降低有关；但是与具体部位的OP发生风险和骨折风险无显著关联（表2）。进一步分析显示，咖啡摄入与OP的关联为非线性U型关联，即每日2~4杯咖啡摄入与整体OP发生风险降低相关。但少量咖啡摄入与OP发生风险无关，而过量咖啡摄入则可能出现有害影响。

综合国内外相关研究证据，共识专家组不建议通过摄入咖啡来降低OP发生风险。尽管特定量咖啡摄入与总体OP发生风险降低可能存在关联，但其有效窗口较小，过量摄入则可能危害骨骼健康。对于有咖啡饮用习惯者，建议控制每日咖啡摄入总量。

指南问题 11：控制体重能否降低OP发生风险？

推荐意见 11：建议保持健康的体重以降低OP和骨折风险。（弱推荐☺；证据级别：低☺☺）

推荐说明：通常情况下，体重水平反映了个体的营养状况。低体重水平（体质量指数<18 kg/m²）往往伴随着营养不良和骨质流失的问题，而体重过高（体质量指数>25 kg/m²）则意味着营养过

剩或代谢紊乱。研究证实，持续的低体重与较低的骨密度、较高的OP和骨折风险相关^[65]；而超重/肥胖与OP和骨折的关联则相对复杂^[66]。IOF建议成人体质量指数保持在20~25 kg/m²的理想范围内以降低OP风险。

截至2020年的最新系统评价综合分析了全球17项研究证据^[67]，合并结果显示，肥胖成年人的腰椎和股骨颈骨密度高于健康体重者（表3）。其原因可能是肥胖者摄入了更多的营养，并且大体重对骨骼可产生有利的力量刺激。对于骨折，最新发表的系统评价综合分析了截至2023年全球的23项队列研究^[68]，合并分析结果显示肥胖与总体骨折风险无显著相关，但与负重部位骨折（如腰部）风险增加相关。相较于正常人群，腰围每增加10 cm，椎体骨折风险可增加3%（表3）。此外，对于低体重，截至2023年的最新系统评价综合分析了8项研究证据^[69]，结果显示体重不足的个体发生OP的风险显著增加（表3）。

综合国内外相关研究证据，无论是体重不足还是肥胖，均对骨骼健康具有不利影响。共识专家组建议公众通过运动和均衡饮食保持健康体重（体质量指数为20~24 kg/m²）。对于体重过轻人群，专家组建议增加蛋白质、维生素和乳制品等膳食营养摄入。而对于肥胖/超重人群，其总体健康收益弊大于利，则建议通过健康生活方式等方法来控制体重。

指南问题 12：联合补充钙和维生素D能否降低OP的发生风险？

表 2 最新研究证据总结表：咖啡摄入对OP风险的影响

| 说明 | 效应量 | 研究数量 (项) | 人群数 (人) | 证据 质量 |
|-------------------------------|----------------------------|-------------|------------|-----------------|
| 与少量或无咖啡摄入相比，大量咖啡摄入对总OP风险的影响 | OR=0.79, 95% CI: 0.65~0.92 | 17 | 399 070 | 极低 ^a |
| 与少量或无咖啡摄入相比，大量咖啡摄入对腰椎部OP风险的影响 | OR=0.90, 95% CI: 0.46~1.34 | | | |
| 与少量或无咖啡摄入相比，大量咖啡摄入对股骨颈OP风险的影响 | OR=0.81, 95% CI: 0.31~1.32 | | | |
| 与少量或无咖啡摄入相比，大量咖啡摄入对髋关节OP风险的影响 | OR=0.85, 95% CI: 0.29~1.40 | | | |
| 与少量或无咖啡摄入相比，大量咖啡摄入对髋部骨折风险的影响 | OR=0.86, 95% CI: 0.67~1.05 | | | |
| 与少量或无咖啡摄入相比，大量咖啡摄入对非髋部骨折风险的影响 | OR=0.89, 95% CI: 0.42~1.36 | | | |

证据更新时间：2022年

研究类型：基于病例对照和横断面研究的系统评价

研究人群：全球不同种族人群，欧美、亚洲人群为主

a 为高异质性降一级；OP：骨质疏松症；OR：比值比；CI：可信区间

推荐意见 12：建议维生素 D 摄入不足群体联合服用钙和维生素 D 来降低 OP 发生风险。（弱推荐☹️；证据级别：低☹️☹️）

推荐说明：长期以来，维生素 D 和钙被认为是预防和治疗 OP 的基本成分。一般来说，钙摄入后需要人体主动吸收，而钙的主动吸收是由肠道维生素 D₃ 调节的。研究显示，单纯补钙未能降低 OP 和骨折发生风险^[70-71]；而维生素 D 与钙补充剂联用，则可明显改善骨结构^[72]。

最新发表的系统评价综合分析了截至 2020 年的全球 15 项有关联合服用钙和维生素 D 对绝经后女性骨密度影响的随机对照研究^[73]。合并分析结果显示，在每日推荐剂量以内（400 IU），钙和维生素 D 联用可以改善绝经后女性髋部骨密度及降低骨折风险，但是这种效果在超过每日推荐剂量后则不再进一步增加（表 4）。

综合国内外相关研究证据和指南建议，共识专家组推荐特殊人群联合补充钙和维生素 D 来降低 OP

及相关骨折风险。此类人群包括维生素 D 水平低于正常值人群、每日摄入量小于 400 IU 人群（如进食或吸收困难者、缺乏食物来源维生素 D 者）、长期缺乏光照人群等。我国膳食指南建议成年人每日维生素 D 摄入量为 400 IU，老年群体、孕期和哺乳期妇女推荐摄入 600~800 IU^[26]。在具体补充形式上，可选择包含微量元素和维生素的复合制剂/片，或者富含维生素 D（鲑鱼、沙丁鱼、香菇）和钙（乳制品类）的食物。而对于不缺乏钙和维生素 D 人群，则不推荐联合补充来降低 OP 发生风险。

指南问题 13：增加阳光照射能否降低 OP 风险？

推荐意见 13：推荐增加阳光照射以降低 OP 风险。（强推荐😊😊；证据级别：极低☹️）

推荐说明：阳光是人类获得维生素 D 的重要条件。当皮肤暴露于阳光时，皮肤表层中的维生素 D 前体物质在紫外线照射下转变为活性维生素 D（维生素 D₃）^[74]，这种途径可让人体获得所需

表 3 最新研究证据总结表：肥胖对 OP 和骨折风险的影响

| 说明 | 效应量 | 研究数量 (项) | 人群数 (人) | 证据 质量 |
|-----------------------|-----------------------------|-------------|------------|----------|
| 相较于健康体重，肥胖对腰椎骨密度的影响 | WMD=0.07, 95% CI: 0.05~0.09 | 17 | 14 956 | 低 |
| 相较于健康体重，肥胖对股骨骨密度的影响 | WMD=0.09, 95% CI: 0.06~0.11 | | | |
| 相较于健康体重，肥胖与腰椎 OP 风险 | OR=0.17, 95% CI: 0.13~0.21 | 23 | 3 456 631 | 低 |
| 相较于健康体重，肥胖对总骨折风险的影响 | OR=0.99, 95% CI: 0.81~1.20 | | | |
| 相较于健康体重，肥胖对髋部骨折风险的影响 | OR=1.09, 95% CI: 0.82~1.43 | | | |
| 相较于健康体重，肥胖对腰部骨折风险的影响 | OR=1.18, 95% CI: 1.05~1.33 | 8 | 10 612 | 低 |
| 相较于健康体重，低体重对 OP 风险的影响 | OR=2.54, 95% CI: 1.48~4.35 | | | |

证据更新时间：2023 年

研究类型：基于横断面研究和队列研究的系统评价

研究人群：全球不同种族人群，欧美、亚洲人群为主

OP：骨质疏松症；WMD：合并加权平均值；OR：比值比；CI：可信区间

表 4 最新研究证据总结表：钙和维生素 D 摄入对 OP 风险的影响

| 说明 | 效应量 | 研究数量 (项) | 人群数 (人) | 证据 质量 |
|---|----------------------------------|-------------|------------|----------|
| 与未接受补充剂或安慰剂相比，联合补充钙和维生素 D 对骨密度的影响 | SMD=0.537, 95% CI: 0.227~0.847 | 15 | 78 206 | 低 |
| 当补充维生素 D≤400 IU/d 时，联合补充钙和维生素 D 对骨密度的影响 | SMD=0.335, 95% CI: 0.113~0.558 | | | |
| 当补充维生素 D>400 IU/d 时，联合补充钙和维生素 D 对骨密度的影响 | SMD=-0.098, 95% CI: -0.109~0.305 | | | |

证据更新时间：2020 年

研究类型：基于随机对照研究的系统评价

研究人群：全球不同种族人群，欧美、亚洲人群为主

OP：骨质疏松症；SMD：标准化均数差；CI：可信区间

维生素 D 的 70%~80%。阳光缺乏与多种内分泌疾病和骨质流失明确相关,尤其是儿童时期的阳光缺乏可升高佝偻病发病风险^[75]。临床前试验也证实,增加阳光照射(尤其是紫外线光)可一定程度改善骨代谢和骨密度^[76]。

指南制定组开展系统评价,综合分析了截至 2023 年全球完成的 3 项(58 754 人)队列研究。研究人群包括亚洲、欧洲人群,以亚洲人群为主。合并结果显示,相对于短时间或没有阳光暴露者,长时间阳光照射可降低 OP 的发生风险($OR=0.92$, 95% $CI: 0.89\sim0.95$)。尤其是在维生素 D 不足的人群中,相较于低阳光照射,增加日光照时间可降低骨折风险 48%^[77]。

综合国内外相关研究证据,共识专家组推荐公众应该保证充足的阳光照射以降低 OP 的发病风险,尤其是高纬度地区居民(如我国北方地区,因冬季漫长导致阳光暴露和户外运动时间减少)。一般来说,为了获得足够的维生素 D,成人平均每天需要接受阳光照射 10~20 min。为增加光照效率,应直接裸露出面部及四肢的皮肤于阳光下,并不做防晒处理。同时,为避免晒伤或其他皮肤疾病风险,建议避开高紫外线或高温时段阳光(如中午时段的强烈阳光)。

指南问题 14: OP 患者如何降低骨折风险?

骨折是 OP 主要的严重不良后果,预防骨折是 OP 主要的防治目标。由于 OP 患者骨质流失和骨脆性增加,即使轻微的外力作用也可能导致骨

折的发生^[78]。因此,对骨折的预防一方面是需要改善骨质条件,另一方面则是需要尽量规避诱发骨折的其他危险因素。

推荐意见 14a: 建议 OP 患者在改善生活方式的同时,尽早开始抗 OP 治疗。(弱推荐☺; 证据级别: 低☺☺)

推荐说明: 抗 OP 药物治疗是 OP 防治的重要手段。经过不断地发展,目前已有多类多款抗 OP 药物应用于临床治疗中,包括双膦酸盐类(阿仑膦酸钠、伊班膦酸钠、利塞膦酸钠和唑来膦酸)、甲状旁腺激素类似物[特立帕肽(teriparatide)和阿巴洛肽(abaloparatide)]、核因子 κB 受体活化剂配体抑制剂[地舒单抗(denosumab)]、选择性雌激素受体调节剂(雷洛昔芬和巴多昔芬)和硬骨抑素抑制剂[罗莫佐单抗(romosozumab)]等^[79-81]。研究证实,长期规律服用抗 OP 药物可以改善骨密度并降低骨折风险^[82-83]。

最新发表的系统评价综合分析了截至 2023 年的全球 70 项研究^[84],对各类抗 OP 药物的治疗效果进行了合并分析(表 5),结果显示,目前主要一线用药均具有明显的预防骨折效果^[85]。然而抗 OP 药物也存在多种副作用,包括头晕、头痛、恶心、房颤、颌骨坏死等^[84]。

综合国内外相关研究证据,共识专家组建议 OP 患者在专业医师的指导和监测下进行抗 OP 药物治疗。具体药物治疗方案,应由医师根据患者症状、性别、并发症等情况确定,本指南作为公

表 5 最新研究证据总结表: 抗 OP 药物对骨折发生的影响

| 说明 | 效应量 | 研究数量 (项) | 人群数 (人) | 证据 质量 |
|------------------------|--|-------------|------------|----------|
| 与安慰剂相比,双膦酸盐对骨折发生风险的影响 | $RR=0.62$, 95% $CI: 0.50\sim0.90$ (女性) $RR=0.39$, 95% $CI: 0.22\sim0.83$ (男性) | 70 | 5 635 783 | 低 |
| 与安慰剂相比,罗莫佐单抗对骨折发生风险的影响 | $RR=0.64$, 95% $CI: 0.49\sim0.89$ (女性) | | | |
| 与安慰剂相比,雷洛昔芬对骨折发生风险的影响 | $RR=0.11$, 95% $CI: 0.03\sim0.51$ (女性) | | | |
| 与安慰剂相比,阿巴帕肽对骨折发生风险的影响 | $RR=0.29$, 95% $CI: 0.15\sim0.59$ (女性) | | | |
| 与安慰剂相比,特立帕肽对骨折发生风险的影响 | $RR=0.50$, 95% $CI: 0.32\sim0.74$ (女性) | | | |
| 与安慰剂相比,地舒单抗对骨折发生风险的影响 | $RR=0.97$, 95% $CI: 0.52\sim1.79$ (女性) | | | |

证据更新时间: 2023 年

研究类型: 基于随机对照试验和观察性研究的系统评价

研究人群: 全球不同种族人群,欧美、亚洲人群为主

OP: 骨质疏松症; RR : 相对危险度; CI : 可信区间

众指南，不做深入介绍。

推荐意见 14b：推荐 OP 患者在改善生活方式及抗 OP 治疗的同时，通过改善居住环境、增强健康教育和护理来预防跌倒的发生。（强推荐😊😊；证据级别：低😊😊）

推荐说明：在大部分骨折事件中，各种原因导致的跌倒是最直接的诱因，因此避免跌倒是 OP 患者预防骨折的重要措施之一。预防跌倒的有效干预措施包括加强患者的健康教育和护理、改善居住环境等^[86]。

最新发表的系统评价综合分析了截至 2023 年的全球 21 项研究^[87]，合并分析显示，家庭防跌倒干预措施可降低总体跌倒率约 26%，高风险人群跌倒率可降低 38%（表 6）。此外，截至 2021 年的最新系统评价综合分析了健康教育和护理对预防老年人跌倒的研究证据^[88]，结果显示，与常规护理相比，健康教育和护理可显著降低跌倒风险（表 6）。此外，新型可穿戴设备在步态监测和跌倒警报方面展示出良好的潜力^[89]，但其灵敏度尚需更多的研究予以论证。

综合国内外相关研究证据，共识专家组推荐改善 OP 高风险人群的生活环境、增加防跌倒设施，具体如下：

防跌倒健康教育包括：①家庭居住空间加装安全扶手、增加照明设施；②定期进行适当的负重和肌肉强化运动，同时进行改善平衡的运动；③佩戴眼镜者应保持眼镜清洁和稳定，在晴天戴太阳镜以减少眩光；④穿着舒适的鞋子，包括支撑性好、宽鞋跟和防滑鞋底；⑤保持营养丰富、富含蛋白质的饮食，避免出现因为节食导致头晕；

⑥如果有头晕情况，请及时就医，排查诱发头晕的健康或药物因素。

家庭防跌倒措施包括：①清理地板：移除任何可能导致跌倒的物品，如地毯、电线、杂物；或者牢靠固定地毯、防水垫等；②浴室：保持地面干燥，安装扶手、防滑垫等；③照明：增加室内照明光线，尤其是楼梯间、门廊等昏暗狭窄区域，可安装声控或红外开关以及时开启照明；④厨房：安装防滑地板，定期清除室内油渍等；⑤楼梯：经常检查楼梯区域扶手是否牢固并及时加固。

讨 论

随着人口老龄化问题的突出和现代生活方式的转变，OP 的发病率逐年升高。一方面，我国公众较低的 OP 知晓率限制了早诊早治的开展；另一方面，面向公众的 OP 风险管理宣传信息良莠不齐，可读性不佳，影响公众开展有效的风险自我管理。本指南基于循证医学方法，总结了目前 OP 筛查、风险评估、疾病管理等最新证据，为公众提供了简明扼要、通俗易懂和实操性强的 OP 风险管理指导意见。同时，本指南响应国家“十四五”规划健康中国建设，实施疾病管理关口前移和医防协同，对降低 OP 发病和预防骨折发生具有重要意义。

本指南也存在一定不足：①本指南证据大多基于观察性研究，不能证实潜在的因果关系；②本指南所纳入研究部分来自欧美人群，研究结果外推到中国人群需要进一步研究证实；③部分中国人群生活工作习惯未能纳入本指南进行讨论；如负重等劳动行为，有增加 OP 人群脊柱压缩性

表 6 最新研究证据总结表：家庭防跌倒干预措施对跌倒风险的影响

| 说明 | 效应量 | 研究数量 (项) | 人群数 (人) | 证据 质量 |
|--------------------------|--------------------------------|-------------|------------|-----------------|
| 家庭防跌倒干预措施对总体跌倒风险的影响 | RR= 0. 74, 95% CI: 0. 61~0. 91 | 12 | 5 293 | 低 |
| 家庭防跌倒干预措施对高跌倒风险人群的跌倒风险影响 | RR= 0. 62, 95% CI: 0. 56~0. 70 | 9 | 1 513 | 极低 ^a |
| 健康教育和护理对跌倒风险的影响 | RR= 0. 90, 95% CI: 0. 83~0. 98 | 192 | 98 388 | 低 |

证据更新时间：2023 年

研究类型：基于随机对照实验和队列研究的系统评价

研究人群：全球不同种族人群，欧美、亚洲人群为主

a 为高异质性降一级；RR：相对危险度；CI：可信区间

骨折的风险；④中国女性群体独特的生育和产后习俗可能与绝经后 OP 发生有关，但因目前缺乏流行病学证据而未能纳入本指南讨论范围。此外，本指南主要面向普通大众读者，对伴有其他合并症的复杂骨质疏松病情或严重继发性骨质疏松骨折等情况不做深入探讨；建议此类患者及时就医，由专业医师进行个性化诊疗。本指南也存在其他不足，笔者欢迎广大读者提出宝贵意见，以便在后续的版本中进行完善。

执笔者

袁金秋（中山大学附属第七医院临床研究中心）

首席临床专家

魏富鑫（中山大学附属第七医院骨医学中心，深圳市骨类组织修复与转化研究重点实验室）

首席方法学家

杨克虎（兰州大学循证医学中心）

指导委员会

罗卓荆（空军军医大学西京医院骨科）、苏佳灿（上海交通大学医学院附属新华医院骨科）、夏维波（中国医学科学院北京协和医院内分泌科，国家卫健委内分泌重点实验室，疑难重症与罕见病全国重点实验室）、杨克虎（兰州大学循证医学中心）、魏富鑫（中山大学附属第七医院骨医学中心，深圳市骨类组织修复与转化研究重点实验室）

共识专家组（按姓氏汉语拼音排序）

陈晓（上海交通大学医学院附属新华医院骨科）、高博（空军军医大学西京医院骨科）、郭阳（首都医科大学附属北京积水潭医院手外科）、龚晓峰（首都医科大学附属北京积水潭医院足踝外科）、黄俊杰（中国香港中文大学公共卫生及基层医疗学院）、黄雅芳（首都医科大学公共卫生与家庭医学学院）、侯天勇（陆军军医大学第一附属医院骨科）、何达（首都医科大学附属北京积水潭医院脊柱外科）、刘斌（中山大学附属第三医院骨科）、刘亚军（首都医科大学附属北京积水潭医院脊柱外科）、李芳萍（中山大学附属第七医院内分泌科）、李莹（首都医科大学附属北京积水潭医院足踝外科）、李为（首都医科大学附属北京积水潭医院骨科）、李江（中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院）、李志浩（南方医科大学公共卫生学院）、林夏鸿（中山大学附属第七医院老年医学科）、龙厚清（深圳市人民医院骨科）、莫建文（赣南医科大学第一附属医院骨科）、倪文飞（温州医科大学附属第二医院脊柱外科）、滕元君（兰州大学第二医院骨科）、王亮（南方医科大学附属第三医院脊柱外科）、王孝宾（中南

大学湘雅二医院脊柱外科）、王洪立（复旦大学附属华山医院骨科）、吴南（北京协和医院骨科）、相宏飞（青岛大学附属医院脊柱外科）、颜滨（深圳大学附属第一医院脊柱外科）、杨德金（首都医科大学附属北京积水潭医院矫形骨科）、杨敏（浙江大学公共卫生学院）、叶伟（中山大学孙逸仙纪念医院脊柱外科）、余洪平（厦门大学附属第一医院运动医学科）、张紫机（中山大学附属第一医院骨科-显微外科医学部）

指南制定组（按姓氏汉语拼音排序）

陈心雨（中山大学附属第七医院超声医学科）、陈宁宁（中山大学附属第七医院骨科）、何强生（中山大学附属第七医院临床研究中心）、胡琳敏[中山大学公共卫生学院（深圳）]、黎文婧（中山大学附属第七医院临床研究中心）、李紫琚（兰州大学公共卫生学院）、李启基（中山大学附属第七医院骨科）、林成楷（中山大学附属第七医院骨科）、罗清凤（重庆医科大学附属第二医院老年医学科）、刘添翼（武汉大学公共卫生学院）、米宁宁（兰州大学第一医院普外科）、马米娜（兰州大学基础医学院）、申军（中山大学附属第七医院骨科）、余鹏（中山大学附属第七医院骨科）、田辉东（暨南大学公共卫生学院）、吴思庆（中山大学医学院）、万俊明（中山大学附属第七医院骨科）、王永盛（兰州大学公共卫生学院）、夏斌（中山大学附属第七医院临床研究中心）、谢鹏（中山大学附属第七医院消化医学中心）、赵进玉（兰州大学第一医院普外科）、张飞（赣南医科大学第一附属医院）、张鹏辉（中山大学附属第七医院骨科）、张世勇（组长，中山大学附属第一医院骨科-显微外科医学部）

秘书组

陆葵青（中山大学附属第七医院临床研究中心）、王丹妮（组长，中山大学附属第七医院临床研究中心）、张仰婷（中山大学附属第七医院临床研究中心）

外审组（按姓氏汉语拼音排序）

李中实（北京中日友好医院骨科）、刘新宇（山东大学齐鲁医院骨科）、汪静（深圳宝安区人民医院骨质疏松科）、程雷（山东大学齐鲁医院骨科）、于滨生（北京大学深圳医院骨科）、杨声坪（福建中医药大学附属泉州市正骨医院脊柱科）

公众代表

邓永利、何斌、纪志帆、王霞、杨婧仪

利益冲突：所有作者均声明无利益冲突

参 考 文 献

[1] 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]. 中国全科医学, 2023, 26: 1671-1691.
- [2] 陈晓, 张浩, 王曼, 等. 骨质疏松性肱骨近端骨折中西医协同诊疗专家共识 (2024 版) [J]. 中华创伤杂志, 2024, 40: 193-205.
- [3] Glaser DL, Kaplan FS. Osteoporosis definition and clinical presentation [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1997, 22 (24 Suppl): 12S-16S.
- [4] Walker-Bone K. Recognizing and treating secondary osteoporosis [J]. Nat Rev Rheumatol, 2012, 8: 480-492.
- [5] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 中国骨质疏松症流行病学调查及“健康骨骼”专项行动结果发布 [J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2019, 12: 317-318.
- [6] 汤淑女, 尹香君, 余卫, 等. 中国老年人骨质疏松症知识知晓及影响因素分析 [J]. 中国健康教育, 2023, 39: 200-205.
- [7] 《中国老年骨质疏松症诊疗指南 (2023)》工作组, 中国老年学和老年医学学会骨质疏松分会, 中国医疗保健国际交流促进会骨质疏松病学分会, 等. 中国老年骨质疏松症诊疗指南 (2023) [J]. 中华骨与关节外科杂志, 2023, 16: 865-885.
- [8] 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) Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Primary Osteoporosis (2022) [J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2022, 15: 573-611.
- [9] Wang D, He Q, Xia B, *et al.* A protocol of Chinese expert consensus for the management of health risk in the general public [J]. Front Public Health, 2023, 11: 1225053.
- [10] Guyatt G, Oxman AD, Akl EA, *et al.* GRADE guidelines: 1. Introduction-GRADE evidence profiles and summary of findings tables [J]. J Clin Epidemiol, 2011, 64: 383-394.
- [11] Jaeschke R, Guyatt GH, Dellinger P, *et al.* Use of GRADE grid to reach decisions on clinical practice guidelines when consensus is elusive [J]. BMJ, 2008, 337: a744.
- [12] Brown C. Osteoporosis: staying strong [J]. Nature, 2017, 550: S15-S17.
- [13] Zhang HM, Liu HL, Wang X, *et al.* Clinical value of self-assessment risk of osteoporosis in Chinese [J]. Open Med (Wars), 2016, 11: 190-195.
- [14] Kharroubi A, Saba E, Ghannam I, *et al.* Evaluation of the validity of osteoporosis and fracture risk assessment tools (IOF One Minute Test, SCORE, and FRAX) in postmenopausal Palestinian women [J]. Arch Osteoporos, 2017, 12: 6.
- [15] Koh LK, Sedrine WB, Torralba TP, *et al.* A simple tool to identify Asian women at increased risk of osteoporosis [J]. Osteoporos Int, 2001, 12: 699-705.
- [16] Fan Z, Li X, Zhang X, *et al.* Comparison of OSTA, FRAX and BMI for predicting postmenopausal osteoporosis in a Han population in Beijing: a cross sectional study [J]. Clin Interv Aging, 2020, 15: 1171-1180.
- [17] 中华医学会骨科学分会青年骨质疏松学组, 中国老年学和老年医学学会老年病分会骨科专家委员会, 中国医师协会急救复苏专业委员会创伤骨科与多发伤学组, 等. 中国骨质疏松性骨折骨修复策略专家共识 (2019) [J]. 中华创伤杂志, 2019, 35: 769-775.
- [18] Nelson HD, Haney EM, Dana T, *et al.* Screening for osteoporosis: an update for the U. S. preventive services task force [J]. Ann Intern Med, 2010, 153: 99-111.
- [19] Fink HA, Butler ME, Claussen AM, *et al.* Performance of fracture risk assessment tools by race and ethnicity: a systematic review for the ASBMR task force on clinical algorithms for fracture risk [J]. J Bone Miner Res, 2023, 38: 1731-1741.
- [20] Cozadd AJ, Schroder LK, Switzer JA. Fracture risk assessment: an update [J]. J Bone Joint Surg Am, 2021, 103: 1238-1246.
- [21] Adami G, Biffi A, Porcu G, *et al.* A systematic review on the performance of fracture risk assessment tools: FRAX, DeFRA, FRA-IIS [J]. J Endocrinol Invest, 2023, 46: 2287-2297.
- [22] Wallace TC, Frankenfeld CL. Dietary protein intake above the current RDA and bone health: a systematic review and meta-analysis [J]. J Am Coll Nutr, 2017, 36: 481-496.
- [23] Shams-White MM, Chung M, Du M, *et al.* Dietary protein and bone health: a systematic review and meta-analysis from the National Osteoporosis Foundation [J]. Am J Clin Nutr, 2017, 105: 1528-1543.
- [24] Groenendijk I, den Boeft L, van Loon LJC, *et al.* High versus low dietary protein intake and bone health in older adults: a systematic review and meta-analysis [J]. Comput Struct Biotechnol J, 2019, 17: 1101-1112.
- [25] Groenendijk I, Grootswagers P, Santoro A, *et al.* Protein intake and bone mineral density: cross-sectional relationship and longitudinal effects in older adults [J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2023, 14: 116-125.
- [26] 中国营养协会. 中国居民膳食指南 (2022) [M]. 北

- 京: 人民卫生出版社, 2022.
- [28] Lykkesfeldt J, Michels AJ, Frei B. Vitamin C [J]. *Adv Nutr*, 2014, 5: 16-18.
- [29] Ma ML, Ma ZJ, He YL, *et al.* Efficacy of vitamin K2 in the prevention and treatment of postmenopausal osteoporosis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Front Public Health*, 2022, 10: 979649.
- [30] Zeng LF, Luo MH, Liang GH, *et al.* Can dietary intake of vitamin C-oriented foods reduce the risk of osteoporosis, fracture, and BMD loss? Systematic review with meta-analyses of recent studies [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2019, 10: 844.
- [31] Carr AC, Lykkesfeldt J. Factors affecting the vitamin C dose-concentration relationship: implications for global vitamin C dietary recommendations [J]. *Nutrients*, 2023, 15: 1657.
- [32] Radavelli-Bagatini S, Zhu K, Lewis JR, *et al.* Dairy food intake, peripheral bone structure, and muscle mass in elderly ambulatory women [J]. *J Bone Miner Res*, 2014, 29: 1691-1700.
- [33] Shi Y, Zhan Y, Chen Y, *et al.* Effects of dairy products on bone mineral density in healthy postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Arch Osteoporos*, 2020, 15: 48.
- [34] Wallace TC, Bailey RL, Lappe J, *et al.* Dairy intake and bone health across the lifespan: a systematic review and expert narrative [J]. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2021, 61: 3661-3707.
- [35] Qiu Y, Fernandez-Garcia B, Lehmann III, *et al.* Exercise sustains the hallmarks of health [J]. *J Sport Health Sci*, 2023, 12: 8-35.
- [36] Shojaa M, Von Stengel S, Schoene D, *et al.* Effect of exercise training on bone mineral density in post-menopausal women: a systematic review and meta-analysis of intervention studies [J]. *Front Physiol*, 2020, 11: 652.
- [37] Mohebbi R, Shojaa M, Kohl M, *et al.* Exercise training and bone mineral density in postmenopausal women: an updated systematic review and meta-analysis of intervention studies with emphasis on potential moderators [J]. *Osteoporos Int*, 2023, 34: 1145-1178.
- [38] Pinheiro MB, Oliveira J, Bauman A, *et al.* Evidence on physical activity and osteoporosis prevention for people aged 65+ years: a systematic review to inform the WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour [J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2020, 17: 150.
- [39] Zhou Y, Zhao ZH, Fan XH, *et al.* Different training durations and frequencies of Tai Chi for bone mineral density improvement: a systematic review and meta-analysis [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2021, 2021: 6665642.
- [40] Massini DA, Nedog FII, de Oliveira TP, *et al.* The effect of resistance training on bone mineral density in older adults: a systematic review and meta-analysis [J]. *Healthcare (Basel)*, 2022, 10: 1129.
- [41] Harijanto C, Lim A, Vogrin S, *et al.* Does whole-body vibration training have a concurrent effect on bone and muscle health? A systematic review and meta-analysis [J]. *Gerontology*, 2022, 68: 601-611.
- [42] de Oliveira RDJ, de Oliveira RG, de Oliveira LC, *et al.* Effectiveness of whole-body vibration on bone mineral density in postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Osteoporos Int*, 2023, 34: 29-52.
- [43] Chen YY, Kao TW, Wang CC, *et al.* Association between polycyclic aromatic hydrocarbons exposure and bone turnover in adults [J]. *Eur J Endocrinol*, 2020, 182: 333-341.
- [44] Li H, Wallin M, Barregard L, *et al.* Smoking-induced risk of osteoporosis is partly mediated by cadmium from tobacco smoke: the MrOS Sweden study [J]. *J Bone Miner Res*, 2020, 35: 1424-1429.
- [45] Lu Y, Di YP, Chang M, *et al.* Cigarette smoke-associated inflammation impairs bone remodeling through NF- κ B activation [J]. *J Transl Med*, 2021, 19: 163. DOI: 10.1186/s12967-021-02836-z.
- [46] Aspera-Werz RH, Chen T, Ehnert S, *et al.* Cigarette smoke induces the risk of metabolic bone diseases: transforming growth factor beta signaling impairment via dysfunctional primary cilia affects migration, proliferation, and differentiation of human mesenchymal stem cells [J]. *Int J Mol Sci*, 2019, 20: 2915.
- [47] 胡衍, 王栋梁, 陈晓, 等. 老年骨质疏松性肩关节周围骨折诊疗中国专家共识 (2023 版) [J]. *中华创伤杂志*, 2023, 39: 289-298.
- [48] Giampietro PF, McCarty C, Mukesh B, *et al.* The role of cigarette smoking and statins in the development of postmenopausal osteoporosis: a pilot study utilizing the Marshfield Clinic Personalized Medicine Cohort [J]. *Osteoporos Int*, 2010, 21: 467-477.

- [49] Xu Y, Bao Y, Wang M, *et al.* Smoking and fracture risk in men; a meta-analysis of cohort studies, using both frequentist and Bayesian approaches [J]. *Sci Rep*, 2022, 12: 9270.
- [50] Shen GS, Li Y, Zhao G, *et al.* Cigarette smoking and risk of hip fracture in women; a meta-analysis of prospective cohort studies [J]. *Injury*, 2015, 46: 1333-1340.
- [51] Shankar K, Hildestrand M, Liu X, *et al.* Chronic ethanol consumption inhibits postlactational anabolic bone rebuilding in female rats [J]. *J Bone Miner Res*, 2008, 23: 338-349.
- [52] Maurel DB, Boisseau N, Benhamou CL, *et al.* Alcohol and bone; review of dose effects and mechanisms [J]. *Osteoporos Int*, 2012, 23 : 1-16.
- [53] Godos J, Giampieri F, Chisari E, *et al.* Alcohol consumption, bone mineral density, and risk of osteoporotic fractures; a dose-response meta-analysis [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19: 1515.
- [54] Cawthon PM, Harrison SL, Barrett-Connor E, *et al.* Alcohol intake and its relationship with bone mineral density, falls, and fracture risk in older men [J]. *J Am Geriatr Soc*, 2006, 54: 1649-1657.
- [55] Rehm J, Mathers C, Popova S, *et al.* Global burden of disease and injury and economic cost attributable to alcohol use and alcohol-use disorders [J]. *Lancet*, 2009, 373: 2223-2233.
- [56] Mahdavi-Roshan M, Salari A, Ghorbani Z, *et al.* The effects of regular consumption of green or black tea beverage on blood pressure in those with elevated blood pressure or hypertension; a systematic review and meta-analysis [J]. *Complement Ther Med*, 2020, 51: 102430.
- [57] Jakubczyk K, Kaldunska J, Kochman J, *et al.* Chemical profile and antioxidant activity of the kombucha beverage derived from white, green, black and red tea [J]. *Antioxidants (Basel)*, 2020, 9: 447.
- [58] Huang HT, Cheng TL, Lin SY, *et al.* Osteoprotective roles of green tea catechins [J]. *Antioxidants (Basel)*, 2020, 9: 1136.
- [59] Nash LA, Ward WE. Tea and bone health; Findings from human studies, potential mechanisms, and identification of knowledge gaps [J]. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2017, 57: 1603-1617.
- [60] Shen CL, Chyu MC, Wang JS. Tea and bone health; steps forward in translational nutrition [J]. *Am J Clin Nutr*, 2013, 98 (6 Suppl): 1694S-1699S.
- [61] Zhou F, Wang T, Li L, *et al.* Tea consumption and risk of bone health; an updated systematic review and meta-analysis [J]. *J Bone Miner Metab*, 2024, 42: 99-114.
- [62] Feng W, Wang X, Huang D, *et al.* Role of diet in osteoporosis incidence; umbrella review of meta-analyses of prospective observational studies [J]. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2023, 63: 3420-3429.
- [63] Doepker C, Franke K, Myers E, *et al.* Key findings and implications of a recent systematic review of the potential adverse effects of caffeine consumption in healthy adults, pregnant women, adolescents, and children [J]. *Nutrients*, 2018, 10: 1536.
- [64] Zeng X, Su Y, Tan A, *et al.* The association of coffee consumption with the risk of osteoporosis and fractures; a systematic review and meta-analysis [J]. *Osteoporos Int*, 2022, 33: 1871-1893.
- [65] Park J, Han S, Jang HD, *et al.* Underweight as a risk factor for vertebral fractures in the South Korean population [J]. *Spine J*, 2023, 23: 877-884.
- [66] Mpalaris V, Anagnostis P, Goulis DG, *et al.* Complex association between body weight and fracture risk in postmenopausal women [J]. *Obes Rev*, 2015, 16: 225-233.
- [67] Qiao D, Li Y, Liu X, *et al.* Association of obesity with bone mineral density and osteoporosis in adults; a systematic review and meta-analysis [J]. *Public Health*, 2020, 180: 22-28.
- [68] Zahedi H, Atayie F, Samii Kondrud F, *et al.* Associations of abdominal obesity with different types of bone fractures in adults; a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies [J]. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2024, 64: 6239-6250.
- [69] Liu Y, Liu Y, Huang Y, *et al.* The effect of overweight or obesity on osteoporosis; a systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Nutr*, 2023, 42: 2457-2467.
- [70] Zhao JG, Zeng XT, Wang J, *et al.* Association between calcium or vitamin D supplementation and fracture incidence in community-dwelling older adults; a systematic review and meta-analysis [J]. *JAMA*, 2017, 318: 2466-2482.
- [71] Tai V, Leung W, Grey A, *et al.* Calcium intake and bone mineral density; systematic review and meta-analysis [J]. *BMJ*, 2015, 351: h4183.
- [72] Reis AR, Santos RKF, Dos Santos CB, *et al.* Supplementation of vitamin D isolated or calcium-associated with bone remodeling and fracture risk in postmenopausal women

- without osteoporosis; a systematic review of randomized clinical trials [J]. *Nutrition*, 2023, 116: 112151.
- [73] Liu C, Kuang X, Li K, *et al.* Effects of combined calcium and vitamin D supplementation on osteoporosis in postmenopausal women; a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Food Funct*, 2020, 11: 10817-10827.
- [74] Saraff V, Shaw N. Sunshine and vitamin D [J]. *Arch Dis Child*, 2016, 101: 190-192.
- [75] Holick MF. The One-hundred-year anniversary of the discovery of the sunshine vitamin D (3): historical, personal experience and evidence-based perspectives [J]. *Nutrients*, 2023, 15: 593.
- [76] Taniyama T, Saruta J, Mohammadzadeh Rezaei N, *et al.* UV-photo-functionalization of titanium promotes mechanical anchorage in a rat osteoporosis model [J]. *Int J Mol Sci*, 2020, 21: 1235.
- [77] Lee HJ, Kim CO, Lee DC. Association between daily sunlight exposure and fractures in older Korean adults with osteoporosis; a nationwide population-based cross-sectional study [J]. *Yonsei Med J*, 2021, 62: 593-599.
- [78] Montero-Odasso MM, Kamkar N, Pieruccini-Faria F, *et al.* Evaluation of clinical practice guidelines on fall prevention and management for older adults; a systematic review [J]. *JAMA Netw Open*, 2021, 4: e2138911.
- [79] Langdahl BL, Libanati C, Crittenden DB, *et al.* Romosozumab (sclerostin monoclonal antibody) versus teriparatide in postmenopausal women with osteoporosis transitioning from oral bisphosphonate therapy; a randomised, open-label, phase 3 trial [J]. *Lancet*, 2017, 390: 1585-1594.
- [80] Kendler DL, Marin F, Zerbin CA, *et al.* Effects of teriparatide and risedronate on new fractures in post-menopausal women with severe osteoporosis (VERO): a multicentre, double-blind, double-dummy, randomised controlled trial [J]. *Lancet*, 2018, 391: 230-240.
- [81] Reid IR, Horne AM, Mihov B, *et al.* Duration of fracture prevention after zoledronate treatment in women with osteopenia; observational follow-up of a 6-year randomised controlled trial to 10 years [J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2024, 12: 247-256.
- [82] 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.
- [83] Fink HA, MacDonald R, Forte ML, *et al.* Long-term drug therapy and drug discontinuations and holidays for osteoporosis fracture prevention; a systematic review [J]. *Ann Intern Med*, 2019, 171: 37-50.
- [84] Ayers C, Kansagara D, Lazur B, *et al.* Effectiveness and safety of treatments to prevent fractures in people with low bone mass or primary osteoporosis; a living systematic review and network meta-analysis for the American college of physicians [J]. *Ann Intern Med*, 2023, 176: 182-195.
- [85] Migliorini F, Maffulli N, Colarossi G, *et al.* Effect of drugs on bone mineral density in postmenopausal osteoporosis; a Bayesian network meta-analysis [J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16: 533.
- [86] Järvinen TL, Sievänen H, Khan KM, *et al.* Shifting the focus in fracture prevention from osteoporosis to falls [J]. *BMJ*, 2008, 336: 124-126.
- [87] Clemson L, Stark S, Pighills AC, *et al.* Environmental interventions for preventing falls in older people living in the community [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2023, 3: Cd013258.
- [88] Dautzenberg L, Beglinger S, Tsokani S, *et al.* Interventions for preventing falls and fall-related fractures in community-dwelling older adults; a systematic review and network meta-analysis [J]. *J Am Geriatr Soc*, 2021, 69: 2973-2984.
- [89] Doshi KB, Moon SH, Whitaker MD, *et al.* Assessment of gait and posture characteristics using a smartphone wearable system for persons with osteoporosis with and without falls [J]. *Sci Rep*, 2023, 13: 538.

(收稿日期: 2024-11-20)