

·综述·

血清营养指标与老年骨质疏松症关系的研究进展

蒋 炜¹, 田敏涛², 李学渊²

(1. 宁波大学医学部, 浙江 宁波 315211; 2. 宁波市第六医院 手外科, 浙江 宁波 315040)

摘 要: 随着人口老龄化加重, 骨质疏松症(osteoporosis, OP)已成为一个日益严重的, 跨越医疗、社会和经济领域的公共卫生问题, 可导致脆性增加并导致骨折风险。先天与后天的营养缺乏都可导致骨代谢障碍, 促使骨结构与骨功能发生改变。因此, OP 与营养因素密切相关。而血清营养指标不足或异常水平可能提示骨代谢和骨组织的健康状况, 在 OP 发生、发展中发挥重要作用。但由于血清营养指标半衰期不一, 其预测 OP 的价值可能存在差异。本研究探讨血清营养指标与老年 OP 之间的关系, 从而为营养预防 OP 提供更多依据。

关键词: 骨质疏松症; 血清营养指标; 老年

中图分类号: R681 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-583X(2023)07-0668-05

doi:10. 3969/j. issn. 1004-583X. 2023. 07. 015

骨质疏松症(osteoporosis, OP)是一种全身性、代谢性骨骼疾病, 其主要病理特征表现为骨量下降、骨微细结构破坏、骨脆性增加, 促使骨强度下降, 易发生骨折^[1]。《第七次全国人口普查公报》显示: 2020 年中国 65 岁及以上人口的数量达到 1.91 亿, 比例为 13.50%^[2]。有研究显示, 随着年龄增长, 骨密度呈下降趋势, 50 岁以上人群 OP 总患病率男性为 13.53%, 女性为 28.99%; 65 岁以上人群 OP 患病率男性为 28.69%, 女性为 58.69%^[3]。对中国 OP 的流行病学调查显示, OP 后期引起的 OP 合并骨折是老年人致残、致死的重要原因^[4]。老年 OP 为患者带来身心痛苦, 为家庭及社会带来经济负担。老年 OP 的发生和发展是由多方面综合作用的结果, 目前的研究显示造成老年 OP 的因素主要包括性别、年龄、吸烟、运动、营养等, 但 OP 的病理生理学仍处于探索阶段^[5-6]。而营养是骨骼代谢的补充因子, 也是骨骼正常代谢不可缺少的物质。有研究显示, 营养失衡, 特别是蛋白质缺乏可导致老年患者出现肌少症、维生素 D 缺乏等, 这些情况均可加速骨吸收过程, 可导致肌肉萎缩, 增加 OP 合并骨折风险^[7]。临床相关共识指出, 营养平衡对于优化骨骼健康、防治 OP 及降低骨折的发生非常重要^[8]。而钱三祥等^[9]进一步分析营养相关指标, 发现营养状况可提示老年骨质疏松性椎体压缩骨折术后近期预后情况。而血清营养指标可评估个体的营养状况、识别可能的营养缺乏或异常, 并制定相应的营养干预计划, 对提示老年 OP 具有重要意义。本文就相关血清营养指标与老年 OP 的关系进行综述, 为 OP 诊治、预防提供参考。

1 营养在老年 OP 中的作用

构成骨骼的营养因素包括蛋白质、维生素、微量元素等, 这些因素缺乏或失调是导致 OP 的主要原因^[10]。目前的临床研究显示, 蛋白质作为骨基质构成的重要营养物质, 对骨骼代谢、骨折可产生直接和间接的影响^[11]。阮凌等^[12]研究表明 Hippo 通路在骨骼肌结构重塑、骨骼肌萎缩等过程中发挥重要作用, 而 Hippo 通路的调控机制与蛋白质稳定密切相关。可见, 蛋白质影响骨骼健康。Gao 等^[13]也证实了补充蛋白质可减少骨丢失, 促使骨密度增加。因此, 了解老年人群蛋白质状态对维护其骨骼肌健康有益。维生素是调控骨代谢的重要激素, 可促进肠钙、磷摄取、破骨细胞性骨吸收等, 多项研究表明维生素 D、维生素 K 等与老年 OP 发生、发展有关^[14-15]。骨矿物质主要由无定形钙磷混合物和结晶钙磷羟基磷灰石构成。当钙、磷、镁等宏量元素的代谢异常时, 会导致骨吸收增加, 骨量减少, 从而引发骨质疏松症, 这一观点已经得到广泛认可^[16-17]。临床研究显示, 钙离子在骨骼中的浓度对于骨骼的建立和维持起着至关重要的作用, 机体钙离子缺乏, 骨骼无法得到足够的钙供给, 导致骨骼中矿物质含量减少, 骨密度下降, 这可能会导致 OP 的发生^[18]。镁影响内分泌、成骨细胞的增殖分化、矿化以及相关炎症因子的释放, Pickering^[19]发现镁含量与 OP 或肌肉功能障碍/肌少症等密切相关, 因镁离子浓度可调节新骨形成, 过高镁离子可与钙离子竞争钙离子通道, 影响体内钙离子平衡, 进而影响骨髓间充质干细胞分化、增殖等。探索老年血清营养指标来与老年 OP 的关系, 对改善老年 OP 患者的长期健康结局有益。

通信作者: 李学渊, Email: lixueyuan2000@163.com

2 血清营养指标与老年 OP 的关系

目前,临床评估机体营养状况的方法较多,如体格测量、代谢物测定、营养问卷、实验室指标检查等,其中实验室指标评估机体营养状况具有相对客观、精确、敏感等优点,是临床评估机体营养状况较为推荐的方法,且在国内外均具有较强的循证支持,目前临床应用此方法评估老年营养状况较为广泛^[20-21]。目前,血清白蛋白、前白蛋白、血红蛋白、铁蛋白、25 羟维生素 D 是临床较为常用的实验室检查指标。此外,还有其他相关血清营养指标,如血清镁、钙磷等,也被证实骨密度密切相关^[22]。但血清营养指标与老年 OP 的具体关系还在探索之中,现就其目前的研究情况进行阐述。

2.1 血清蛋白指标与老年 OP 的关系

2.1.1 血清白蛋白与老年 OP 的关系 血清白蛋白是一种相对分子质量为 69 k 的蛋白质,占人体血清成分的一半以上,是人体营养状况较为敏感的指标之一,与机体营养不良、机体状况有关。当机体长期处于营养不良状态可导致低蛋白血症,而研究已证实低蛋白血症与多种疾病不良预后有关^[23-24]。大量的临床试验表明,老年 OP 患者血清白蛋白水平相对较低,李金娟等^[25]通过 Pearson 法、多重线性回归分析发现,血清白蛋白可影响 OP 患者的骨转化指标;而 Nagayama 等^[26]则发现血清白蛋白浓度与绝经后类风湿性关节炎患者 OP 患病率有关。分析上述研究的具体机制可能是,白蛋白是供骨基质合成的重要原料,血清白蛋白长期处于低水平可导致骨基质合成减少。白蛋白不仅是广泛性应用的营养指标,同时也是阴性的急性期反应物,其水平在炎症中显著下降,而炎症在正常的骨重建过程和 OP 的发病机制中发挥潜在作用,临床相关研究已证实血清炎症指标可调控成骨细胞和破骨细胞的生成^[27]。当机体血清白蛋白处于低水平时可抑制成骨细胞形成,同时通过核因子 κ B 激活破骨细胞,而核转录因子参与机体炎症反应、免疫应答、细胞分化等,核因子 κ B 信号通路对成骨细胞,破骨细胞增殖,分化有着非常重要的作用^[28]。因此,血清白蛋白可通过细胞因子和核因子 κ B 介导的破骨细胞参与 OP 的发生、发展。1997 年 Morii 等^[29]通过控制大鼠饮食发现,低蛋白质饮食可影响大鼠的骨密度,促使大鼠骨丢失。因此,临床可通过测定血清白蛋白水平预测老年 OP 情况,同时可通过外源性补充白蛋白来预防 OP 的发生。

2.1.2 血清前白蛋白与老年 OP 的关系 血清前白蛋白是较为广泛使用的营养指标,属于肝脏合成蛋

白,其分子量较小,是临床较早体现机体营养状态的指标。既往研究发现低蛋白血症与 OP 的关系是相互矛盾的,故临床较少观察血清白蛋白与 OP 之间的关系^[30]。但在绝经后女性中发现,血清前白蛋白水平降低与 OP 风险有关,但血清前白蛋白与老年 OP 潜在的机制仍不明确^[31]。前白蛋白与血清白蛋白具有一定的相似性,均属于急性期反应物,其水平高低与炎症反应存在关联性,而临床已证实炎症与破骨细胞和成骨细胞的平衡有关,参与骨重建过程^[32]。因此,血清前白蛋白可能通过炎症细胞因子间接介导 OP 发生、发展。田甜等^[33]指出血清前白蛋白可评估老年糖尿病患者的营养状况,与病情程度有关。因持续高糖状态,机体内许多蛋白质成分可发生糖基化反应,生成糖基化终产物,而糖基化终产物积累与骨基质中胶原蛋白交联的增加可导致胶原纤维脆性升高和微损伤,导致骨的韧度退化;糖基化终产物也可通过氧化应激、炎症反应和改变信号通路等方式影响骨细胞功能^[34]。但是血清白蛋白与老年糖尿病患者 OP 的关系还需进行具体证实。

2.1.3 血清血红蛋白与老年 OP 的关系 血红蛋白是红细胞的携氧成分,若血清血红蛋白缺乏则易导致贫血。血红蛋白对骨骼肌的影响较为复杂,一方面贫血可导致氧供不足,而低氧环境可激活相关骨吸收促进因子,增加破骨细胞活性,抑制成骨细胞功能,促使骨质量降低,骨折风险增加;另一方面贫血可能导致骨基质成分和结构的改变,影响骨质量和骨强度^[35]。有研究显示,老年 OP 合并肌少症患者血清血红蛋白水平明显下降^[36],也证实了上述机制。另有研究发现,血红蛋白对骨密度的影响可能与低氧血症有关,低动脉血氧分压下可导致骨密度下降,因缺氧可导致细胞线粒体氧化过程受阻,无氧糖酵解增加,促使 ATP 分泌异常,进而导致胶原蛋白合成异常;同时可降低 1 α 羟化酶活性,影响 25 羟维生素 D 合成,促使肠钙吸收障碍,影响骨基质成熟,进而导致基质分解,钙盐吸收^[37]。也有研究发现,性别可影响血清血红蛋白与老年 OP 的关系,主要与性激素有关^[38]。相关报道发现贫血和睾酮之间存在一定的联系,通过外源性补充雄性激素可提高机体血红蛋白含量,同时可增加骨密度,这可能与睾酮具有促进骨细胞的功能和钙代谢的作用有关^[39-40]。但血红蛋白对骨骼肌的影响较为复杂,虽然低血红蛋白可导致骨量丢失,但一项 2003 年的研究发现^[41],台湾体检人群绝经后女性骨密度与血红蛋白水平无相关性,具体的机制还不明确,这一研究结果提示了血红蛋白预测老年患者 OP 时需关注性别差异。

2.1.4 血清铁蛋白与老年 OP 的关系 血清铁蛋白是一种血液中的铁贮存蛋白,它与体内的铁储备紧密相关,血清铁蛋白水平改变可能与多种疾病和情况相关,包括贫血、慢性炎症、感染、营养不良等,是较为简便的反映铁储备的指标,可体现机体铁负荷情况^[42]。铁在骨骼中的有害作用主要与铁过量有关,破骨细胞需要适量的铁来保持活性及正常的功能表达(包括骨酶激活、吸附及溶解骨组织等),铁缺乏可能导致破骨细胞功能受损,进而影响骨骼代谢和骨质吸收;同样铁过载可导致骨基质蛋白质的改变,影响骨组织的结构和稳定性^[43]。因此,血清铁蛋白水平异常可诱发 OP。有研究发现,铁代谢异常是 OP 的重要因素,异常的铁代谢可能导致铁过载,抑制成骨细胞的分化成熟、成骨细胞的骨形成功能^[44]。姜丽燕等^[45]发现,血清铁蛋白与氧化应激反应之间存在一定的关联性,而铁蓄积导致氧自由基的生成和氧化应激的增加,直接或间接破坏骨质,导致 OP。一项动物实验也指出,铁过载可导致机体氧化应激反应,促使小鼠卵巢骨量减少,促使破骨细胞分化,同时可影响 Runx2 信号通路抑制骨髓间充质干细胞向成骨细胞分化^[46]。由此可见,血清铁蛋白可通过氧化应激影响成骨细胞生物活性,进而影响骨密度。另有研究指出,血清铁蛋白是预测老年 OP 患者骨折风险的重要指标^[47]。综上所述,血清铁蛋白与老年 OP 密切相关,可预测 OP 患者骨折风险。

2.2 血清维生素与老年 OP 的关系

2.2.1 血清 25 羟维生素 D 与老年 OP 的关系 维生素 D 是骨健康重要营养素,可促进肠道内钙吸收,维持体内钙离子水平的平衡,而钙是骨质的主要成分,维生素 D 不足可能导致钙吸收受阻并破坏骨质平衡,增加老年跌倒的风险。25 羟维生素 D 是维生素 D 的主要储存形式,通过测定血清 25 羟维生素 D 水平可提示维生素 D 的营养状态是否健康^[48]。有研究发现,血清 25 羟维生素 D 是老年 OP 重要影响因素^[49],其机制可能是:成骨细胞响应许多外部和内部刺激,包括维生素 D,在受到刺激后,巨噬细胞集落刺激因子和膜结合受体激活剂会产生核因子 κ B 配体,反过来,这两种因子也是破骨细胞产生的重要因素。姚华龙等^[50]通过电化学发光法测定不同骨量患者的血清 25 羟维生素 D 水平,结果发现 OP 患者中血清 25 羟维生素 D 水平显著下降,且与骨密度呈正相关,进一步证实了血清 25 羟维生素 D 水平在 OP 筛查中具有一定的价值。谢俊杰等^[51]则证实了血清 25 羟维生素 D 预测老年女性髌部骨质疏松骨折的曲线下面积为 0.804。由此可见血清 25 羟维生素 D 与

老年 OP 发生、发展密切相关,可用于老年 OP、OP 合并骨折等筛查中。同时对临床老年骨质疏松股骨颈骨折患者给予髌关节置换辅助维生素 D 治疗,具有良好的远期疗效,能明显提高骨密度^[52]。由此可见,血清 25 羟维生素 D 也是临床治疗老年 OP 重要靶点。

2.2.2 其他血清维生素与老年 OP 的关系 目前血清维生素在老年 OP 中的研究主要集中在血清 25 羟维生素 D 上,但其他血清维生素在 OP 中也发挥重要的作用。何琦非等^[53]检测血清维生素 A、B1、B2、B3、B5、B6、B9、E、K1 以及 25-羟基维生素 D,结果发现,血清维生素 A、B1、B3、B5、B6、B9、E、K1、25-羟基维生素 D 水平的降低会增加髌部骨折的风险,这一结果提示了其他血清维生素指标与骨丢失存在关联性。彭科军等^[14]则直接证实了老年 OP 患者骨代谢指标与血清维生素 K 水平存在关联性,血清维生素 K 可作为评估和治疗老年 OP 的依据。这些研究可能有助于更全面地理解维生素对于老年 OP 预防和管理的重要性,并提供更具体的指导措施。但除了血清维生素 D,其他血清维生素(如维生素 A、B、E 等)与骨健康之间的关系方面研究仍较少,临床可针对此方面进行深入分析,为临床预防老年 OP 提供更多靶点。

2.3 血清微量元素与老年 OP 的关系 骨骼的正常代谢需要多种微量元素的参与,微量元素在 OP 发生发展中发挥重要的作用。血清钙磷与 OP 症的关系也得到临床广泛性认可,因血钙磷水平与机体骨代谢状况密切相关^[54]。有研究发现,血清镁与 OP 发生机制密切相关,低镁血症可上调诱导型一氧化氮合成酶增加一氧化氮的释放,抑制成骨细胞的合成并增加破骨细胞的数量^[55]。一项 2000 年的研究观察血清锰、锌、镁、铝、铜、钴、钙、磷在老年 OP 患者中的情况,结果显示老年 OP 患者骨密度与血清铝水平呈负相关($r = -0.438$),与血清锰、锌水平呈正相关($r = 0.445, 0.372$),与其他元素无相关性^[56]。该研究结果提示了锰、锌的缺乏也可能是老年 OP 发生、发展的一个间接因素,同时老年 OP 患者要注意铝盐的摄入。临床通过中药汤剂治疗 OP 大鼠,结果发现大鼠的血清锌、铁均有不同程度的变化,而血清镁则无变化,可见中药汤剂在 OP 中的治疗作用可能与调节血清微量元素水平有关^[57]。但血清微量元素与老年 OP 的直接研究较少,且各结果存在一定的差异性,故需深入分析。鉴于血清营养学指标测定较为简单,临床可通过动态观察血清营养指标的变化来筛查老年 OP 情况;同时可探索更多相关的血清营

养指标,以此为老年 OP 防治提供更多靶点。

3 小结

老年 OP 的发病机制较为复杂,其中机体营养状况与 OP 存在相关性,血清营养指标可通过多种机制影响成骨细胞和破骨细胞的平衡,进而影响骨密度。营养指标对预测老年 OP、骨折等风险具有一定的价值,有助于进一步分析 OP 的发病机制,为临床防治老年 OP 提供参考依据。但目前关于血清营养指标与老年 OP 的关系认识不全面,二者之间具体联系尚需深入分析,以期能为 OP 相关疾病提供一些新的防治思路,未来可设计更多更为完善的试验来验证补充不同营养能否在老年 OP 中真正获益。

参考文献:

[1] Pant A, Singh J, Barnwal RP, et al. Theranostic Approach for the Management of Osteoporosis [J]. Crit Rev Ther Drug Carrier Syst, 2023, 40(3): 95-121.

[2] 梅丽, 王丽娜, 姜全保. 中国老年人口死亡模型[J]. 人口学刊, 2022, 44(1): 87-98.

[3] 王玲, 查晓娟, 杜霞, 等. 中国人群定量 CT 椎体骨密度正常参考数据库及与 BMI、年龄的相关性: 基于中国健康定量 CT 大数据队列研究[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2022, 15(1): 36-42.

[4] 杨成, 吴斗, 刘强. 骨质疏松症流行病学、影响因素及其相关机制研究进展[J]. 中国骨与关节杂志, 2023, 12(4): 306-310.

[5] 刘宁, 张国强, 兰雅智. 北京某社区 60 岁以上老年人群骨质疏松症发病特点及影响因素分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2022, 37(12): 1327-1330.

[6] 周柳娇, 李吉, 雷钧. 中老年人群骨质疏松症影响因素分析[J]. 预防医学, 2021, 33(2): 188-191.

[7] Ortega RM, Jiménez Ortega AI, Martínez García RM, et al. Nutrition in the prevention and control of osteoporosis [J]. Nutr Hosp, 2021, 37(Spec No2): 63-66.

[8] 中国营养学会骨营养与健康分会, 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 原发性骨质疏松症患者的营养和运动管理专家共识[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2020, 36(8): 643-653.

[9] 钱三祥, 薛刚, 路友群, 等. 预后营养指数对老年骨质疏松性椎体压缩骨折术后近期预后的影响[J]. 颈腰痛杂志, 2022, 43(2): 229-232.

[10] 王培霞, 张勤, 周石仙, 等. 骨质疏松症营养干预研究进展[J]. 中国骨质疏松杂志, 2023, 29(3): 409-412, 443.

[11] 杨军, 张小莉, 莫新民. 基于蛋白质组学壮骨止痛方治疗骨质疏松症的作用机理研究[J]. 北京中医药大学学报, 2013, 36(12): 817-820.

[12] 阮凌, 马松, 谢天, 等. HIPPO 通路在骨骼肌再生、结构重塑及其运动干预中的研究进展[J]. 生理科学进展, 2023, 54(1): 69-75.

[13] Gao S, Qian X, Huang S, et al. Association between macronutrients intake distribution and bone mineral density [J]. Clin Nutr, 2022, 41(8): 1689-1696.

[14] 彭科军, 余三峰, 彭濡博, 等. 老年骨质疏松患者骨代谢指标与维生素 D 和维生素 K 水平的相关性[J]. 中国临床保健杂志,

2022, 25(4): 496-499.

[15] Bertoldo F, Cianferotti L, Di Monaco M, et al. Definition, Assessment, and Management of Vitamin D Inadequacy: Suggestions, Recommendations, and Warnings from the Italian Society for Osteoporosis, Mineral Metabolism and Bone Diseases (SIOMMMS) [J]. Nutrients, 2022, 14(19): 4148.

[16] 陈照坤. 影响骨质疏松症的微量元素研究进展[J]. 护士进修杂志, 2005, 20(6): 509-510.

[17] Chan CY, Subramaniam S, Mohamed N, et al. Circulating biomarkers related to osteocyte and calcium homeostasis between postmenopausal women with and without osteoporosis [J]. Endocr Metab Immune Disord Drug Targets, 2021, 21(12): 2273-2280.

[18] 杨梅, 沈红宇, 沈建新, 等. 40 岁以上人群骨密度与血清钙磷代谢、维生素 D 及骨代谢的相关性研究[J]. 东南大学学报(医学版), 2021, 40(1): 22-26.

[19] Pickering ME. Cross-talks between the cardiovascular disease-sarcopenia-osteoporosis triad and magnesium in humans [J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(16): 9102.

[20] 张佩芝, 王慧, 李平海, 等. 参苓白术散对老年多器官功能不全合并营养不良患者营养状况及免疫功能的影响[J]. 贵州医科大学学报, 2022, 47(11): 1339-1343, 1348.

[21] Kotoh Y, Saeki I, Yamasaki T, et al. Albumin-bilirubin score as a useful predictor of energy malnutrition in patients with hepatocellular carcinoma [J]. Clin Nutr, 2021, 40(5): 3585-3591.

[22] 张丽, 侯韬, 赵建治, 等. 类风湿关节炎患者骨密度与中性粒细胞计数与淋巴细胞计数的比值相关性研究[J]. 中华风湿病学杂志, 2022, 26(7): 461-465, C7-2.

[23] 葛正阳, 何怡, 蒋廷波, 等. 血清白蛋白联合 CatLet[®] 冠状动脉评分预测急性心肌梗死患者预后[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2023, 31(3): 187-194.

[24] Zheng LJ, Jiang W, Pan L, et al. Reduced serum albumin as a risk factor for poor prognosis in critically ill patients receiving renal replacement therapy [J]. BMC Nephrol, 2021, 22(1): 305.

[25] 李金娟, 许海琦, 张玲明, 等. 血清白蛋白、血红蛋白水平对绝经后骨质疏松症患者骨转换指标的影响[J]. 中国现代医学杂志, 2023, 33(4): 66-70.

[26] Nagayama Y, Ebina K, Tsuboi H, et al. Low serum albumin concentration is associated with increased risk of osteoporosis in postmenopausal patients with rheumatoid arthritis [J]. J Orthop Sci, 2022, 27(6): 1283-1290.

[27] Peek CT, Ford CA, Eichelberger KR, et al. Intestinal inflammation promotes MDL-1 + osteoclast precursor expansion to trigger osteoclastogenesis and bone loss [J]. Cell Mol Gastroenterol Hepatol, 2022, 14(4): 731-750.

[28] Kim I, Kim JH, Kim K, et al. Tusc2/Fus1 regulates osteoclast differentiation through NF- κ B and NFATc1 [J]. BMB Rep, 2017, 50(9): 454-459.

[29] Morii H, Shioi A, Inaba M, et al. Significance of albumin in the pathogenesis of osteoporosis: bone changes in genetically analbuminemic rats and rats fed a low albumin diet [J].

Osteoporos Int,1997,Suppl(3):S30-35.

[30] Afshinnia F,Wong KK,Sundaram B,et al. Hypoalbuminemia and osteoporosis: Reappraisal of a controversy[J]. J Clin Endocrinol Metab,2016,101(1):167-175.

[31] 汪青,洪嵘,陈勇,等. 绝经后妇女前白蛋白水平与骨质疏松性椎体骨折的关系[J]. 中国骨质疏松杂志,2022,28(5):680-684, 705.

[32] Zhao S,Gao W,Li J,Sun M,et al. Dietary inflammatory index and osteoporosis: the National Health and Nutrition Examination Survey,2017-2018[J]. Endocrine, 2022,78(3): 587-596.

[33] 作田甜,曹宇超. 老年糖尿病足患者营养情况与病情严重程度相关性分析[J]. 医学临床研究,2022,39(9):1399-1401, 1405.

[34] Ala M,Jafari RM,Dehpour AR,et al. Diabetes mellitus and osteoporosis correlation: Challenges and hopes [J]. Curr Diabetes Rev,2020,16(9):984-1001.

[35] 李少华,张铁山,邢克炎,等. 入院时血红蛋白水平对老年髌部骨折生存预后的影响[J]. 中国骨伤,2022,35(1):38-42.

[36] 周飞,富晓旭,高鸿. 老年骨质疏松症合并肌少症患者营养状态及血清生物化学指标的变化[J]. 中南医学科学杂志,2021,49(6):683-686.

[37] Wu W,Wu M,Wang Y,et al. Ultrasonic examination of differences in bone density of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) rats constructed by different methods[J]. Ann Palliat Med,2020,9(4):1872-1878.

[38] 唐庆龙,黄莉,欧阳菁,等. 血红蛋白与老年性骨质疏松症的相关性及其性别差异[J]. 解放军预防医学杂志,2020,38(6):13-15.

[39] 陈桂萍,朱志刚. 老年性贫血与血清总睾酮水平的相关性研究[J]. 内科急危重症杂志,2015,21(5):336-338.

[40] Vescini F,Chiodini I,Falchetti A,et al. Management of osteoporosis in men: A narrative review[J]. Int J Mol Sci, 2021,22(24):13640.

[41] Wu LY,Yang TC,Kuo SW,et al. Correlation between bone mineral density and plasma lipids in Taiwan[J]. Endocr Res, 2003,29(3):317-325.

[42] 曹宇萌,张海燕,刘立新. 非酒精性脂肪性肝病的病理改变与血清铁蛋白和血清铁含量变化关系的 meta 分析[J]. 临床荟萃, 2023,38(3):197-207.

[43] Yang J,Dong D,Luo X,et al. Iron overload-induced osteocyte apoptosis stimulates osteoclast differentiation through increasing osteocytic rankl production in vitro[J]. Calcif Tissue Int,2020,107(5):499-509.

[44] 史培华,邵晋康. 铁代谢异常与骨质疏松症的研究进展[J]. 实用老年医学,2021,35(9):978-981.

[45] 姜丽燕,潘红博,陈坤,等. 血清铁蛋白、维生素 D 在糖尿病周围神经病变中的血清水平及与氧化应激反应的关系[J]. 实用临床医药杂志,2023,27(5):110-113,118.

[46] Zhang J,Zheng L,Wang Z,et al. Lowering iron level protects against bone loss in focally irradiated and contralateral femurs through distinct mechanisms[J]. Bone,2019,120(10):50-60.

[47] 梁承伟,许乐洋,黄东辉,等. 血清铁调素、铁蛋白表达与老年骨质疏松性骨折的相关性分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021,36(6):586-589.

[48] Lee DY,Jee JH,Cho YY,et al. Serum 25-hydroxyvitamin D cutoffs for functional bone measures in postmenopausal osteoporosis[J]. Osteoporos Int,2017,28(4):1377-1384.

[49] 尹劲,周兆文,普有登,等. 老年人群骨质疏松发生情况及血清 25-羟维生素 D 对其影响[J]. 国际老年医学杂志,2023,44(1): 67-70.

[50] 姚华龙,李政,马雪峰,等. 甲状旁腺激素、25 羟基维生素 D、血清 β -胶原降解产物在骨质疏松症筛查中的应用[J]. 检验医学与临床,2022,19(3):393-395.

[51] 谢俊杰,张灿,刘夏莹,等. 血脂及血清维生素 D 水平预测老年女性髌部骨质疏松骨折可行性分析[J]. 实用骨科杂志,2021, 27(3):210-214,257.

[52] 吴伟东,方红槟,吴大华,等. 髌关节置换辅助维生素 D 治疗老年骨质疏松股骨颈骨折的远期疗效及对 BMP-7/25-(OH)-D-3 水平的影响[J]. 中华内分泌外科杂志,2021,15(6):641-645.

[53] 于雪,王明月,赵雪,等. 血清维生素 A、维生素 D、维生素 K 水平与营养性矮身材(脾气虚证)的相关性研究[J]. 中医药导报, 2020,26(14):64-66.

[54] 丁霏,陈彦丽,廖静,等. 甲状旁腺素、25-羟维生素 D 及血清钙磷与原发性骨质疏松症的相关性分析[J]. 国际检验医学杂志, 2020,41(6):648-651.

[55] Castiglioni S,Cazzaniga A,Albisetti W,et al. Magnesium and osteoporosis: Current state of knowledge and future research directions[J]. Nutrients,2013,5(8):3022-3033.

[56] 刘传勇,唐国骥. 老年骨质疏松症患者血清微量元素水平及与骨密度的相关性探讨[J]. 山东医药,2000,40(14):38.

[57] 曹端广,夏汉庭,杨文龙,等. 加味阳和汤对肾虚型骨质疏松模型大鼠骨密度及血清微量元素的影响[J]. 安徽中医药大学学报,2019,38(3):76-79.

收稿日期:2023-07-11 编辑:张卫国