

膳食氧化平衡评分与慢性肾脏病患者骨质疏松症患病风险的关系

黄宇婷¹, 王好², 李雅琴¹, 何瑞瑶¹

1. 暨南大学护理学院, 广东 广州 510632; 2. 暨南大学附属第一医院校门诊

摘要:目的 基于美国国家健康和营养调查数据(NHANES)探讨膳食氧化平衡评分(DOBS)与慢性肾脏病(CKD)患者骨质疏松症患病风险的关系。方法 本研究对象选自 NHANES 2007—2008, 2009—2010, 2013—2014, 2017—2018 共 4 个调查周期中 40 岁及以上 CKD 患者, 采用加权 logistic 回归评估 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险的关联, 采用平滑曲线拟合阐明二者之间的剂量-反应关系, 并根据年龄和性别进行亚组分析。结果 共纳入 2281 例参与者, 完全调整模型(模型 3)发现, 较高的 DOBS 可显著降低 CKD 患者骨质疏松症患病风险, 与 Q1 相比, DOBS 的最高四分位数组(Q4)的 OR 值为 0.400(95% CI: 0.211 ~ 0.758)。平滑曲线拟合发现, DOBS 与骨质疏松症的患病率呈负向线性剂量-反应关系。亚组分析发现, DOBS 与骨质疏松症的负向关联分别在女性和 ≥65 岁 CKD 患者中更显著。结论 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险关系呈线性负向相关, 并表现出性别与年龄差异, 但仍需进一步研究证实。

关键词:慢性肾脏病; 骨质疏松症; 膳食氧化平衡评分; NHANES

中图分类号: R580 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2024)08-1420-06

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202401293

Relationship between dietary oxidative balance score and risk of osteoporosis in patients with chronic kidney disease

HUANG Yu-ting*, WANG Yu, LI Ya-qin, HE Rui-yao

* College of Nursing, Jinan University, Guangzhou, Guangdong 510632, China

Abstract: Objective To explore the relationship between the Dietary Oxidative Balance Score (DOBS) and the risk of developing osteoporosis in patients with chronic kidney disease (CKD) based on data from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). **Methods** The study population was selected from CKD patients aged 40 years and above in a total of four survey cycles of NHANES 2007—2008, 2009—2010, 2013—2014, and 2017—2018, and the association between DOBS and the risk of developing osteoporosis in CKD patients was assessed using weighted logistic regression, with smoothed curve fitting demonstrating the dose-response relationship between the two and subgroup analyses based on age and gender. **Results** A total of 2 281 participants were included in this study, and the fully adjusted model (Model 3) found that higher DOBS significantly reduced the risk of osteoporosis in CKD patients, with an OR of 0.400 (95% CI: 0.211-0.758) in the highest quartile group of DOBS (Q4) compared with Q1. Smoothed curve fitting revealed a negative linear dose-response relationship between DOBS and the prevalence of osteoporosis. Subgroup analysis revealed that the negative association between DOBS and osteoporosis was more significant in female and ≥65-year-old CKD patients, respectively. **Conclusion** In this study, we found that the relationship between DOBS and the risk of osteoporosis in CKD patients was linearly negatively correlated and showed gender and age differences, but further studies are needed to confirm this.

Keywords: Chronic kidney disease; Osteoporosis; Dietary oxidative balance score; NHANES

慢性肾脏病(chronic kidney disease, CKD)是由各种原因引起的肾脏结构和功能异常性疾病, 与骨质疏松症是高度共患疾病^[1]。最新的一项系统评价显示 CKD 患者的骨质疏松症患病率高达 24.5%^[2]。骨质

疏松症与 CKD 患者的骨折、跌倒和死亡风险密切相关^[3, 4], 相关指南要求应积极关注 CKD 患者矿物质和骨代谢情况^[5]。既往有关饮食对 CKD 患者矿物质和骨代谢影响的研究主要集中在低磷饮食^[6, 7]。近年来相关研究报道了氧化应激对机体骨代谢的重要作用^[8]。膳食氧化平衡评分(dietary oxidative balance score, DOBS)是评估膳食中抗氧化及促氧化物质摄入的综合指标, 可反映个体从膳食中获得的抵御氧化应

作者简介: 黄宇婷(2001—), 女, 硕士在读, 研究方向: 慢性疾病照护与健康

健康管理

通信作者: 王好; E-mail: hulibuwangyu@126.com

激的能力^[9, 10]。既往有研究显示 DOBS 与绝经后妇女骨质疏松症患病风险有关,但尚不清楚 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险的关系^[10]。本研究将基于美国国家健康和营养调查数据(National Health and Nutrition Examination, NHANES)探讨 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险的关系,为预防 CKD 患者骨质疏松症的饮食指导提供依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 NHANES 是一项由美国疾控中心发起的全国性横断面调查,收集参与者的口统计学、生活方式以及健康和饮食状况信息,该调查中的所有研究方案均获得国家健康统计中心研究伦理审查委员会的批准,并在调查前获取了所有参与者的知情同意(伦理审查批号: NHANES Protocaol #98 - 12, Continuation of Protocaol #2011 - 17, Protocol #2018 - 01)。本研究的研究人群来自 NHANES 2007—2008、2009—2010、2013—2014 和 2017—2018 共 4 个调查周期,纳入标准为(1)年龄 ≥ 40 岁;(2)诊断为 CKD(估计肾小球滤过率 < 60 ml/min/1.73 m²或者尿蛋白/肌酐比值 ≥ 30 mg/g^[11]),排除标准为(1)缺少股骨颈骨密度数据的参与者;(2)缺少 DOBS 数据的参与者;(3)极端能量摄入的参与者(女性 < 500 kcal/d 或 $> 5 000$ kcal/d、男性 < 500 kcal/d 或 $> 8 000$ kcal/d^[12])。本研究最终纳入 2 281 名参与者,详见图 1。

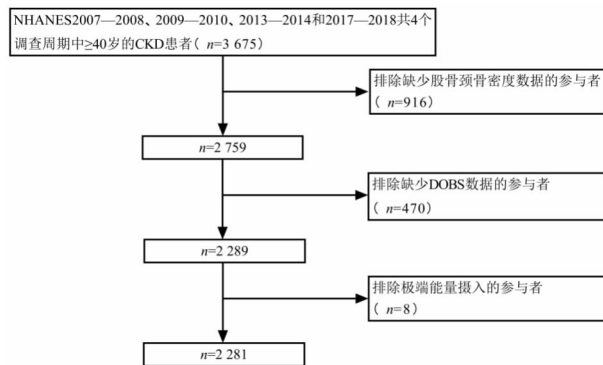


图 1 研究人群筛选流程图

Fig. 1 Flow chart of the study population screening

1.2 膳食氧化平衡评分的计算方法 本研究使用的膳食数据来自参与者的两次 24 小时回忆访谈,参考既往的研究^[10],首先计算个体每种膳食营养成分摄入平均值,再根据三分位值将不同性别的膳食营养成分摄入平均值分为高、中、低三组,并赋值。其中 14 种抗氧化剂(膳食纤维、胡萝卜素、核黄素、烟酸、维生素 B6、维生素 B12、总叶酸、维生素 C、维生素 E、钙、

镁、锌、铜和硒)高、中、低摄入组分别赋值 2、1、0 分;2 种促氧化剂(总脂肪和铁)高、中、低摄入组分别赋值 0、1、2 分。通过计算个体膳食抗氧化剂和促氧化剂摄入总分得到 DOBS。DOBS 评分越高表示个体暴露于更多的抗氧化剂、更少的促氧化剂,个体抵御氧化应激的能力较强^[13]。

1.3 结局指标 本研究结局指标是有无骨质疏松症。根据世界卫生组织^[14]的推荐,将股骨颈骨密度 T 值为 -2.5 及以下定义为骨质疏松症。纳入的所有参与者均接受双能 X 射线吸收测定法以确定股骨颈骨密度,以 NHANES III 中 20~29 岁非西班牙裔白人的平均股骨颈骨密度作为参考值计算 T 值^[15],该参考值已广泛应用于基于 NHANES 数据的各种研究^[16, 17]。

1.4 统计分析 本研究应用 EmpowerStats 2.0 与 STATA 16.0 进行统计分析,并遵循 NHANES 权重选择标准,在所有分析中均使用抽样权重变量 WTDR2D 除以调查周期数 4 来获得无偏差的全民估计。采用加权均值 \pm 标准差对连续变量进行描述,采用频数(加权百分比)对分类变量进行描述。使用加权 *t* 检验、加权卡方检验分别比较骨质疏松症组和非骨质疏松症组在连续变量及分类变量上的差异。采用加权 logistic 回归模型探讨 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险之间的关系,采用平滑曲线拟合阐明 DOBS 与骨质疏松症患病风险之间的剂量-反应关系。本研究按照年龄(≥ 65 岁、 < 65 岁)和性别(男性、女性)对 CKD 患者进行分层,以探究 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险的关联在不同年龄和性别上是否存在差异。所有统计分析的检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 研究对象一般情况分析 共纳入 2 281 名参与者,其中骨质疏松症患者 222 名,占比 9.73%。与非骨质疏松症患者相比,骨质疏松症患者年龄更大、体质指数更低、磷及碱性磷酸酶水平更高、尿酸及血红蛋白水平更低,女性、有家族史、心血管疾病、关节炎及癌症发生比例在骨质疏松症患者中的比例较高。此外,骨质疏松症患者的 DOBS 较低,差异均具有统计学意义($P < 0.05$)。研究对象的一般情况分析具体见表 1。

2.2 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险的 logistic 分析 本研究按四分位数将 DOBS 划分为 Q1、Q2、Q3、Q4 四组,按有无骨质疏松症将研究对象分为两组,并分别赋值为“1”与“0”。采用加权 logistic 回归模型探讨 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症之间的关系,分别构建了 3 个模型。以 DOBS 的 Q1

表 1 研究对象的一般情况分析

Table 1 General situation analysis of the study subjects

项目	总计 (n = 2 281)	非骨质疏松症 (n = 2 059)	骨质疏松症 (n = 222)	P
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	65.9 ± 11.3	65.1 ± 11.4	73.6 ± 7.5	<0.001
性别[n(%)]				<0.001
男性	1 100(43.4)	1 021(45.7)	79(22.6)	
女性	1 181(56.6)	1 038(54.3)	143(77.4)	
种族[n(%)]				<0.001
墨西哥裔美国人	266(5.6)	247(5.9)	19(3.3)	
其他西班牙裔	178(3.8)	162(3.9)	16(2.4)	
非西班牙裔白人	1 220(73.6)	1 060(72.1)	160(87.0)	
非西班牙裔黑人	478(11.2)	462(12.1)	16(3.1)	
其他	139(5.8)	128(6.0)	11(4.3)	
教育水平[n(%)]				0.693
高中以下	642(19.5)	573(19.3)	69(21.5)	
高中毕业或同等学历	571(25.8)	506(25.7)	65(27.3)	
大专及以上	1063(54.6)	975(55.0)	88(51.2)	
婚姻状况[n(%)]				<0.001
有伴侣	1 284(60.6)	1 188(63.3)	96(35.2)	
无伴侣	996(39.4)	870(36.6)	126(64.8)	
收入与贫困基线比值[n(%)]				<0.001
≤1.3	615(18.1)	549(18.1)	66(17.7)	
>1.3, <3.5	935(38.9)	832(37.5)	103(51.1)	
≥3.5	561(37.1)	525(38.4)	36(24.9)	
体力活动(min/wk, $\bar{x} \pm s$)	291.0 ± 222.2	287.4 ± 194.2	323.9 ± 394.6	0.176
体质指数(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	29.8 ± 6.3	30.1 ± 6.2	26.8 ± 5.9	<0.001
酒精(g/d, $\bar{x} \pm s$)	6.3 ± 18.9	6.6 ± 19.6	3.6 ± 10.0	<0.001
糖尿病[n(%)]				0.133
是	899(33.7)	830(34.2)	69(28.9)	
否	1 357(65.3)	1 208(64.9)	149(69.3)	
心血管疾病[n(%)]				<0.001
是	641(25.1)	554(23.5)	87(39.4)	
否	1 638(74.9)	1 503(76.5)	135(60.6)	
关节炎[n(%)]				<0.001
是	1 113(49.7)	988(48.3)	125(61.8)	
否	1 161(50.0)	1 066(51.4)	95(37.3)	
癌症[n(%)]				0.038
是	473(22.0)	410(21.3)	63(28.5)	
否	1 806(77.8)	1 647(78.5)	159(71.5)	
曾每日使用泼尼松/可的松[n(%)]				0.570
是	187(9.5)	168(9.3)	19(11.4)	
否	2 077(89.9)	1 877(90.1)	200(87.9)	
骨质疏松症家族史[n(%)]				0.008
是	252(15.2)	226(14.4)	26(22.3)	
否	1 878(78.7)	1 702(79.5)	176(71.8)	
可替宁(ng/ml, $\bar{x} \pm s$)	47.2 ± 120.8	48.2 ± 122.6	37.7 ± 102.6	0.159
血清钙(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	2.4 ± 0.1	2.4 ± 0.1	2.3 ± 0.1	0.065
磷(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	1.2 ± 0.2	1.2 ± 0.2	1.3 ± 0.2	<0.001
碱性磷酸酶(IU/L, $\bar{x} \pm s$)	74.5 ± 25.5	73.7 ± 24.9	81.9 ± 29.8	<0.001
尿酸(umol/L, $\bar{x} \pm s$)	359.5 ± 94.0	361.2 ± 94.0	343.8 ± 93.2	0.009
血红蛋白(g/L, $\bar{x} \pm s$)	138.7 ± 15.2	139.1 ± 15.4	135.5 ± 12.8	<0.001
DOBS($\bar{x} \pm s$)	17.0 ± 7.0	17.2 ± 7.0	15.3 ± 6.7	<0.001

组为参考,发现 Q4 组与 CKD 患者骨质疏松症患病风险降低相关,即较高水平的 DOBS 是 CKD 患者骨质疏松症患病风险的保护因素,并在各模型中保持相对稳定。趋势分析结果发现,CKD 患者骨质疏松症患病

风险随着 DOBS 的分位数增加而逐步增加($P_{趋势} < 0.001$)。DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险的加权 logistic 模型具体见表 2。

表 2 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险关联的加权 logistic 回归模型

Table 2 Weighted logistic regression models for the association of DOBS and the risk of osteoporosis in CKD patients

指标	Model1		Model2		Model3	
	OR 值(95% CI)	P 值	OR 值(95% CI)	P 值	OR 值(95% CI)	P 值
DOBS						
Q1	1.00		1.00		1.00	
Q2	0.866(0.452 ~ 1.658)	0.663	0.943(0.485 ~ 1.832)	0.862	0.931(0.511 ~ 1.694)	0.814
Q3	0.798(0.455 ~ 1.401)	0.432	0.847(0.478 ~ 1.500)	0.569	0.854(0.475 ~ 1.535)	0.598
Q4	0.435(0.240 ~ 0.790)	0.006	0.424(0.229 ~ 0.786)	0.006	0.400(0.211 ~ 0.758)	0.005
<i>P</i> _{趋势}	<0.001		<0.001		<0.001	

注:模型 1 未调整混杂因素;模型 2 调整了年龄、性别和种族因素;模型 3 调整了所有协变量,包括年龄、性别、种族、教育水平、婚姻状况、收入与贫困基线比值、体力活动、体质指数、酒精、糖尿病、心血管疾病、关节炎、癌症、泼尼松/可的松使用情况、骨质疏松症家族史、可替宁、血清钙、磷、碱性磷酸酶、尿酸、血红蛋白水平。

2.3 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险的剂量 - 反应关系 为进一步探讨 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险的关系,本研究调整了所有协变量后进行曲线拟合,结果发现二者存在负向线性剂量 - 反应关系。DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险平滑曲线拟合结果具体见图 2,其中黑色实线表示其预估值,黑色虚线表示其 95% CI。

2.4 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险关联的亚组分析 为了探讨 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险关联在不同性别、年龄上的差异,本研究根据 CKD 患者性别进行分层后发现仅在女性 CKD 患者中发现较高的 DOBS 与骨质疏松症患病风险存在显著负向相关,与 DOBS 最低组(Q1)相比,DOBS 最高组(Q4)的 OR 为 0.391(95% CI:0.176 ~ 0.869),具体见表 3。根据年龄进行分层后发现仅在 ≥65 岁 CKD 患者中发现较高的 DOBS 与骨质疏松症患病风险存在显著负向相关,与 Q1 相比,DOBS 中 Q4 的 OR

为 0.332(95% CI:0.164 ~ 0.669),具体见表 4。

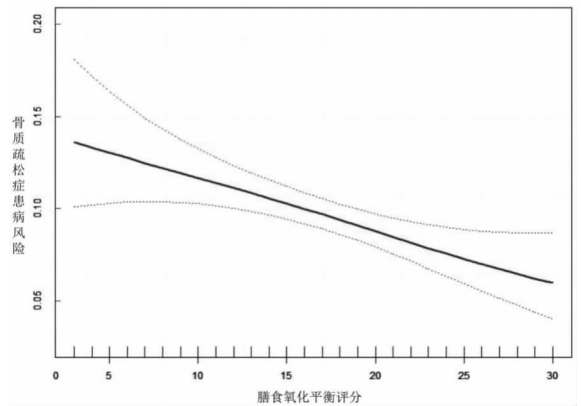


图 2 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险的剂量 - 反应关系

Fig. 2 Dose - response relationship of DOBS and the risk of osteoporosis in patients with CKD

表 3 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险关联的亚组分析(性别分层)

Table 3 Subgroup analysis of the association between DOBS and the risk of osteoporosis in CKD patients(stratified by gender)

分组	男性 OR 值(95% CI)	P 值	女性 OR 值(95% CI)	P 值
DOBS				
Q1	1.00		1.00	
Q2	0.982(0.400 ~ 2.413)	0.969	0.950(0.451 ~ 2.003)	0.894
Q3	0.895(0.334 ~ 2.396)	0.825	0.881(0.443 ~ 1.752)	0.718
Q4	0.406(0.162 ~ 1.018)	0.055	0.391(0.176 ~ 0.869)	0.021
<i>P</i> _{趋势}		<0.001		<0.001

注:模型调整了除分层变量本身外的所有协变量。

表 4 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险关联的亚组分析(年龄分层)

Table 4 Subgroup analysis of the association between DOBS and the risk of osteoporosis in CKD patients(stratified by age)

分组	≥65 岁 OR 值(95% CI)	P 值	<65 岁 OR 值(95% CI)	P 值
DOBS				
Q1	1.00		1.00	
Q2	0.915(0.483 ~ 1.737)	0.787	1.789(0.417 ~ 7.667)	0.434
Q3	0.834(0.448 ~ 1.552)	0.566	1.171(0.194 ~ 7.062)	0.863
Q4	0.332(0.164 ~ 0.669)	0.002	2.080(0.289 ~ 14.992)	0.467
<i>P</i> _{趋势}		<0.001		<0.001

注:模型调整了除分层变量本身外的所有协变量。

3 讨论

本研究结果发现较高水平的 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险降低密切相关,且二者呈负向线性剂量反应关系。Wang 等^[10]对绝经后妇女的研究结果也发现 DOBS 与骨质疏松症密切相关。但伊朗学者 Zahra 等^[18]对绝经后妇女的研究结果发现氧化平衡评分与骨质疏松症患病风险无关,这可能与该研究采用的氧化平衡评分包含非膳食因素即生活方式氧化平衡评分有关。体质指数作为构成生活方式氧化平衡评分的因素,相关研究显示肥胖的个体往往表现出更好的骨骼健康水平^[19],这与生活方式氧化平衡评分的计算方式相悖,可能是导致研究结果不一致的潜在原因。氧化应激被定义为氧化剂(活性氧和活性氮)与抗氧化剂之间的不平衡,而相关研究显示在 CKD 早期即可观察到活性氧和活性氮产生及抗氧化剂消耗的增加^[20]。氧化应激可以通过各种机制对骨质量产生负面影响,包括抑制成骨细胞分化和增殖的 Wnt/ β -catenin 通路的信号传导、激活主要炎症转录因子核因子 kappaB 信号通路,以抑制成骨细胞生成和活性、激活破骨细胞生成以及促进成骨细胞凋亡^[21, 22]。DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险密切相关可能与机体抵御氧化应激的能力有关,膳食作为外源性抗氧化剂摄入的重要途径,较高的 DOBS 可增强机体抵御氧化应激的能力^[13],且抗氧化剂有益于 CKD 患者肾功能的改善^[23]。因此,CKD 患者可通过增加富含抗氧化剂食物的联合摄入以降低氧化应激水平预防骨质疏松症。

本研究以性别为分层的结果显示,女性 CKD 患者 DOBS 最高组(Q4)与 DOBS 最低组(Q1)相比,患骨质疏松症的风险降低,但是在男性 CKD 患者中并没有发生这种关联。这与 Wang 等^[10]对于 56 岁以上的绝经后妇女的研究结果类似。女性雌激素水平往往于 35 岁开始逐步下降,而内源性雌激素水平的降低可引起抗氧化酶如超氧化物歧化酶、谷胱甘肽过氧化物酶表达水平降低,进而导致机体活性氧异常增加^[22]。此外,相关研究显示雌激素 A 环上的游离酚羟基可以通过脱氢以阻断自由基链反应,从而减少自由基的生成,具有抗氧化特性,但雌激素的减少减弱了这种反应^[24]。因此,雌激素的下降或缺乏会显著降低机体对氧化应激的防御能力,对骨骼健康产生负面影响,这可能是导致女性 CKD 患者对抗氧化剂及促氧化剂暴露更为敏感的潜在原因。本研究以年龄分层的结果显示,在 ≥ 65 岁的 CKD 患者中,DOBS 与骨质疏松症存在显著负向关联,而在 < 65 岁的 CKD 患者中两者的关联不显著,该研究结果与 Zhou 等^[25]

针对美国老年人群的研究一致。既往研究报道^[22]机体衰老相关的线粒体功能障碍、DNA 损伤和促炎细胞因子产生的增加都可能导致活性氧产生增加,这可能是导致老年 CKD 患者对抗氧化剂及促氧化剂暴露更为敏感的潜在原因。

综上,本研究发现 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险呈负向线性剂量反应关系,且分别在女性和 ≥ 65 岁 CKD 患者中关联较强。这一结果为未来使用膳食抗氧化剂预防和治疗 CKD 患者的骨质疏松症的研究提供了思路。但本研究是基于 NHANES 数据库的横断面研究,无法推断出 DOBS 与 CKD 患者骨质疏松症患病风险之间的因果关系,只能解释二者之间的相关性。同时,本研究的膳食数据来源于参与者的回忆,可能存在回忆偏倚。此外,研究只调整了部分混杂因素,不能排除一些其他潜在因素。未来需要进一步开展大样本的前瞻性研究进一步探讨 DOBS 和 CKD 患者骨质疏松症患病风险的关系和机制。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] Mace ML, Lewin E. Frontiers in bone metabolism and disorder in chronic kidney disease[J]. *Metabolites*, 2023, 13(10): 1034.
- [2] Duarte MP, Ribeiro HS, Neri SGR, et al. Prevalence of low bone mineral density (T - score $\leq - 2.5$) in the whole spectrum of chronic kidney disease: a systematic review and meta - analysis [J]. *Osteoporosis International: a Journal Established as Result of Cooperation Between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*, 2023, 34(3): 467 - 477.
- [3] Jiang C, Yan CN, Duan JZ. Bone mineral density is inversely associated with mortality in chronic kidney disease patients: a Meta - Analysis[J]. *Journal of Bone and Mineral Research*, 2022, 37(11): 2094 - 2102.
- [4] Jaques DA, Henderson S, Davenport A. Association between bone mineral density at different anatomical sites and both mortality and fracture risk in patients receiving renal replacement therapy: a longitudinal study[J]. *Clinical Kidney Journal*, 2022, 15(6): 1188 - 1195.
- [5] 国家肾脏疾病临床医学研究中心. 中国慢性肾脏病矿物质和骨异常诊治指南概要[J]. *肾脏病与透析肾移植杂志*, 2019, 28(1): 52 - 57.
The National Center for Clinical and Medical Research in Kidney Diseases. Summary of guidelines for the diagnosis and treatment of Mineral and Bone Anomalies in Chronic Kidney Disease in China [J]. *Chinese Journal of Nephrology, Dialysis & Transplantation*, 2019, 28(1): 52 - 57.
- [6] Kim SM, Jung JY. Nutritional management in patients with chronic kidney disease [J]. *The Korean Journal of Internal Medicine*, 2020, 35(6): 1279 - 1290.

(下转第 1446 页)

- [9] 马静,刘梦冉,邵晓颖,等. 疾病预防控制机构公共卫生人才培养的现状与思考[J]. 中华流行病学杂志,2021,42(10):1895-1899.
Ma J, Liu MR, Shao XY, et al. Current situation and suggestions of public health personnel training in disease control and prevention institutions[J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2021, 42(10): 1895-1899.
- [10] 廖娜,杨青俊,王春梅,等. 北京市某区基层公共卫生人员核心能力调查分析[J]. 应用预防医学,2022,28(5):442-445.
Liao N, Yang QJ, Wang CM, et al. Investigation and analysis of core competence of public health personnel in a district of Beijing [J]. Journal of Applied Preventive Medicine, 2022, 28(5): 442-445.
- [11] 刘梦冉,马静,罗会明,等. 疾病预防控制机构继续教育现状及需求调查[J]. 中国公共卫生管理,2018,34(2):173-177.
Liu MR, Ma J, Luo HM, et al. Investigation on current situation and demand of continuing education in disease prevention and control institutions [J]. Chinese Journal of Public Health Management, 2018, 34(2): 173-177.
- [12] 段志光,王彤,李晓松,等. 大健康背景下我国公共卫生人才培养的政策研究[J]. 中国工程科学,2019,21(2):61-68.
Duan ZG, Wang T, Li XS, et al. Educational policy of public health talents in China under the background of comprehensive health[J]. Engineering Science, 2019, 21(2): 61-68.
- [13] 廖娜,杨青俊,刘媛,等. 基层疾控机构公共卫生人员核心能力评价指标构建研究[J]. 中国卫生标准管理,2023,14(1):102-106.
Liao N, Yang QJ, Liu Y, et al. Study on construction of core competencies evaluation index system for public health professional of basic center for disease prevention and control[J]. China Health Standard Management, 2023, 14(1): 102-106.
- [14] 何智光,孙喜琢. 基于 CiteSpace 的公共卫生人员核心能力研究可视化分析[J]. 中国公共卫生管理,2022,38(6):737-742.
He ZG, Sun XZ. Visual analysis of research on the core competence of public health personnel based on CiteSpace [J]. Chinese Journal of Public Health Management, 2022, 38(6): 737-742.
- [15] 廖嘉曼,黄浩,黄雪良,等. 新时代基层医疗卫生机构公共卫生医师职能定位探析[J]. 中国公共卫生管理,2023,39(2):170-173.
Liao JM, Huang H, Huang XL, et al. Analysis of the functional orientation of public health physicians in primary medical and health institutions in the new era [J]. Chinese Journal of Public Health Management, 2023, 39(2): 170-173.

收稿日期:2023-12-14

(上接第 1424 页)

- [7] 商正云,程懿,孟德娇,等. 慢性肾脏病 3~5 期患者蛋白质、磷摄入量的现况调查[J]. 现代预防医学,2021,48(2):229-234.
Shang ZY, Cheng Y, Meng DJ, et al. Survey of protein and Phosphorus intake in patients with chronic kidney disease stages 3 to 5 [J]. Modern Preventive Medicine, 2021, 48(2): 229-234.
- [8] Kimball JS, Johnson JP, Carlson DA. Oxidative stress and osteoporosis[J]. Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume, 2021, 103(15): 1451-1461.
- [9] Mayne ST, Wright ME, Albanes D. Re: Hypothesis: oxidative stress score as a combined measure of pro-oxidant and antioxidant exposures[J]. Annals of Epidemiology, 2007, 17(11): 930.
- [10] Wang J, Xing F, Sheng N, et al. Associations of dietary oxidative balance score with femur osteoporosis in postmenopausal women: data from the National Health and Nutrition Examination Survey [J]. Osteoporosis International, 2023, 34(12): 2087-2100.
- [11] Huang JF, Zheng XQ, Sun XL, et al. Association between bone mineral density and severity of chronic kidney disease [J]. International Journal of Endocrinology, 2020, 2020: 8852690.
- [12] Hao J, Zhou P, Qiu H. Association between ultra-processed food consumption and frailty in American elder people: Evidence from a cross-sectional study [J]. Journal of Nutrition Health & Aging, 2022, 26(7): 688-697.
- [13] Zhang W, Peng SF, Chen L, et al. Association between the oxidative balance score and telomere length from the national health and nutrition examination survey 1999-2002 [J]. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2022, 2022: 1345071.
- [14] World Health Organization. WHO Scientific Group on the assessment of osteoporosis at primary health care level [EB/OL]. [2024-03-18]. <https://docslib.org/doc/2591259/who-scientific-group-on-the-assessment-of-osteoporosis-at-primary-health-care-level>.
- [15] Looker AC, Johnston CCJ, Wahner HW, et al. Prevalence of low femoral bone density in older U.S. women from NHANES III [J]. Journal of Bone and Mineral Research, 1995, 10(5): 796-802.
- [16] Peng J, Chen JM, Liu YC, et al. Association between periodontitis and osteoporosis in United States adults from the National Health and Nutrition Examination Survey: a cross-sectional analysis [J]. BMC Oral Health, 2023, 23(1): 254.
- [17] Wu WH, Li XR, Di J, et al. The relationship between dietary inflammatory index and bone mineral density in CKD patients [J]. Therapeutic Apheresis and Dialysis, 2024, 28(1): 69-79.
- [18] Shahriarpour Z, Nasrabadi B, Hejri - Zarifi S, et al. Oxidative balance score and risk of osteoporosis among postmenopausal Iranian women [J]. Archives of Osteoporosis, 2021, 16(1): 43.
- [19] Torres - Costoso A, Garrido - Miguel M, Gracia - Marco L, et al. The "fat but fit" paradigm and bone health in young adults: a cluster analysis [J]. Nutrients, 2021, 13(2): 518.
- [20] Kishi S, Nagasu HJE, Kidokoro K, et al. Oxidative stress and the role of redox signalling in chronic kidney disease [J]. Nature Reviews Nephrology, 2024, 20(2): 101-119.
- [21] Nani A, Murtaza B, Sayed khan A, et al. Antioxidant and Anti - Inflammatory potential of polyphenols contained in Mediterranean Diet in obesity: molecular mechanisms [J]. Molecules, 2021, 26(4): 985.
- [22] Manolagas SC. From estrogen - centric to aging and oxidative stress: a revised perspective of the pathogenesis of osteoporosis [J]. Endocrine Reviews, 2010, 31(3): 266-300.
- [23] Colombijn JM, Hooft L, Jun M, et al. Antioxidants for adults with chronic kidney disease [J]. Cochrane Database of Systematic Reviews (Online), 2023, 11(11): CD008176.
- [24] Badeau M, Adlercreutz H, Kaihovaara P, et al. Estrogen a - ring structure and antioxidative effect on lipoproteins [J]. Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology, 2005, 96(3-4): 271-278.
- [25] Zhou Q, Chen X, Chen QY, et al. Independent and combined associations of dietary antioxidant intake with bone mineral density and risk of osteoporosis among elderly population in United States [J]. Journal of Orthopaedic Science, 2023; S0949-2658(23)00204.

收稿日期:2024-01-17