

• 短篇论著 •

乌鲁木齐地区 50 岁以上人群 25-羟维生素 D 参考值建立及与骨密度关联性分析*

张迪¹, 王鑫², 刘扬³, 牛瑶^{1△}

新疆医科大学第一附属医院:1. 医学检验中心;2. 脊柱微创及精准骨科;3. 肛肠科, 新疆乌鲁木齐 830054

摘要:目的 建立乌鲁木齐地区 50 岁以上人群 25-羟基维生素 D [25(OH)D] 参考范围, 探讨其与骨质疏松症的相关性。方法 选择 2022 年 5 月至 2024 年 12 月于新疆医科大学健康管理中心体检的 50 岁及以上人群 9 056 例为研究对象, 检测血清 25(OH)D, 采用百分位数限定 25(OH)D 参考范围; 采用骨密度检测判断骨质疏松症, 秩相关分析乌鲁木齐地区 50 岁以上人群 25(OH)D 表达水平与骨质疏松发生的相关性。结果 9 056 例研究对象骨密度 T 值为 $-3.6 \sim 1.18$, 平均值为 -2.3 ± 0.63 ; 女性骨质疏松患病率高于男性 ($\chi^2 = 12.302, P < 0.001$); 骨质疏松患者高血压 ($\chi^2 = 11.012, P < 0.001$)、糖尿病 ($\chi^2 = 5.034, P = 0.031$) 患病率更高。乌鲁木齐地区 50 岁以上人群 25(OH)D 测量值表现为男性高于女性, 且随着年龄增加测量值降低 ($P < 0.01$)。乌鲁木齐地区 50 岁以上男性健康人群 25(OH)D 参考范围为 $24.75 \sim 105.45$ nmol/L, 女性健康人群 25(OH)D 参考范围为 $21.00 \sim 97.81$ nmol/L, 参考值下限均低于我国成年人水平。秩相关结果显示, 25(OH)D 表达水平与骨质疏松呈正相关 ($r = 0.681, P < 0.01$)。亚组分析结果显示, 相比于男性 ($r = 0.530$), 50 岁以上女性人群 25(OH)D 表达水平与骨密度值相关性更强 ($r = 0.726, P < 0.01$)。此外, 不同年龄段人群结果显示, 随着年龄增加, 25(OH)D 表达水平与骨密度值相关性也更强 ($F = 12.372, P < 0.01$)。结论 乌鲁木齐地区 50 岁以上人群 25(OH)D 水平较我国成年人参考值水平低, 且女性测量值低于男性, 需将女性作为发生骨质疏松的高危人群重点关注。

关键词: 25-羟维生素 D; 参考值; 新疆

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2026.10.015

文章编号: 1673-4130(2026)10-1236-04

中图法分类号: R446.11

文献标志码: A

维生素 D 是一种人体必需的脂溶性维生素, 维生素 D 的缺乏不仅会对机体正常的骨代谢^[1]产生影响, 还会增加骨质疏松^[2]、脑梗死^[3]等多种疾病的发生风险。在中国, 老年人是主要缺乏人群, 维生素 D 不足发生率高达 69.2%^[4]。此外, 维生素 D 缺乏所致的骨质疏松可引起骨折, 其是老年人卧床甚至死亡的重要原因^[5-6]。许多研究发现, 老年人维生素 D 水平与其居住的地理环境、膳食结构等因素相关^[7-9]。而目前临床使用的维生素 D 参考范围并未以人群年龄进行划分, 也未考虑地域差异的影响。因此有必要对中老年人群的维生素 D 参考范围予以研究。乌鲁木齐位于新疆地区, 夏季日照时间长, 而较长的冬季气候特征使得该地区居民日均日照时间并不充足。夏冬季两极分化的气候特征可能对于该地区居民尤其老年人群维生素 D 代谢具有一定的影响。本研究基于新疆医科大学健康管理中心 50 岁以上表观健康人群的体检数据, 通过收集整理血清 25-羟基维生素 D [25(OH)D] 的检测结果来评价机体维生素 D 水平, 从而制订适合于乌鲁木齐地区 50 岁以上健康人群的参考范围, 为该地区骨质疏松诊断提供临床参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2022 年 5 月至 2024 年 12 月于新疆医科大学健康管理中心体检的 9 056 例 50 岁及以上体检者为研究对象, 其中男 4 957 例 (54.70%), 女 4 099 例 (45.30%), 年龄 50~93 岁, 平均 (59.07 ± 7.56) 岁。纳入标准: (1) 居住在乌鲁木齐地区的时间 5 年及以上; (2) 年龄 50 岁及以上; (3) 近 6 个月内无服用影响甲状腺功能的药物史。排除标准: (1) 伴有可引起 25(OH)D 异常的疾病, 如甲状腺功能亢进、甲状旁腺功能亢进或减退、胃肠切除术后、严重肝肾疾病、恶性肿瘤、严重感染等; (2) 25(OH)D 等检测数据缺乏; (3) 不配合或者不依从。本研究方案经医院伦理审批通过 (20250422-63)。

1.2 仪器及试剂 采用 Cobas e601 全自动化学发光分析仪 (德国罗氏公司) 及其原装配试剂检测 25(OH)D, 试剂盒质控品均在产品效期内, 且试剂批号一致。

1.3 方法 嘱咐受检者空腹 8~10 h 后, 采集清晨空腹静脉血 3~5 mL, 将真空采血管静置大约 1 h 后, 使用离心机 3 000 r/min 离心 10 min, 分离血清, 上架待

* 基金项目: 新疆维吾尔自治区自然科学基金项目 (2021D01C332); 新疆医科大学第一附属医院暨第一临床医学院“青年科研起航”专项基金项目 (2022YFY-QKQN-85)。

△ 通信作者, E-mail: 452123027@qq.com。

检,于 8 h 内完成 25(OH)D 的检测。

采用双能 X 线吸收法(DEXA)进行骨密度检测,嘱咐患者平卧于扫描床的正中央,平静呼吸并将两腿自然上抬至仪器的方形塑料块上,其间保持脊柱平直,若无法屈髋 90 度则屈髋 45 度或者屈髋 0 度测量。整个过程要求患者保持静止状态,勿移动躯体。使用 T 评分判断是否存在骨质疏松,认为 T 值为 -1.0 及以上则骨量正常,T 值在 -1.0~-2.5 则骨量减少,T 值小于 -2.5 则存在骨质疏松^[10]。

1.4 质量控制 为保证本实验的正常进行,正式试验前进行预实验,抽取 25~50 例乌鲁木齐地区 50 岁以上人群的血液并测量 25(OH)D 数值,与我国已发布参考范围进行比较,确认存在差异后进行正式研究。研究前培训检验科医生、护士以及骨密度检查的相关医生,告知操作的规范性和一致性,保证每个个体测量方法、使用仪器及试剂均一致,确保整个研究过程高质量进行。

1.5 统计学处理 采用 SPSS27.0 统计学软件进行数据分析,计数资料采用例数或百分率表示,组间比

较采用 χ^2 检验;计量资料经正态检验(K-S 检验),呈正态分布时采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,两两比较,采用 *t* 检验;3 组及以上组间均数比较 *F* 检验;呈偏态分布时采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,多组间中位数比较采用 Kruskal-Wallis 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 一般临床资料 9 056 例研究对象骨密度 T 值为 -3.6~1.18,平均值为 -2.3 ± 0.63 。依据 T 值将研究对象分为 3 组即骨质正常组、骨质减少组及骨质疏松组,不同特征比较结果显示,女性骨质疏松患病率高于男性,骨质疏松患者高血压、糖尿病患病率更高,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

2.2 25(OH)D 的分布特征 乌鲁木齐地区 50 岁以上人群 25(OH)D 测量值表现为男性高于女性,且随着年龄增加测量值降低,差异有统计学意义($P < 0.05$);骨密度结果显示,骨质疏松患者的 25(OH)D 测量值显著降低,且女性骨质疏松患者的 25(OH)D 测量值显著低于男性,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

表 1 不同特征人群骨质疏松患病率差异 $[\bar{x} \pm s$ 或 $n(\%)$]

项目	骨质正常组($n=3\ 344$)	骨质减少组($n=2\ 091$)	骨质疏松组($n=3\ 621$)	<i>F</i> / χ^2	<i>P</i>
年龄(岁)	55.10±6.26	60.03±7.82	62.18±4.14	6.183	0.026
性别				12.302	<0.001
男	2 226(66.57)	1 210(57.87)	1 521(42.00)		
女	1 118(33.43)	881(42.13)	2 100(58.00)		
合并慢性病					
高血压	345(10.32)	211(10.09)	452(12.48)	11.012	<0.001
糖尿病	102(3.05)	88(4.21)	148(4.09)	5.034	0.031
高血脂	276(8.25)	145(6.93)	207(5.72)	9.023	<0.001
无	2 621(78.38)	1647(78.77)	2 814(77.71)	0.959	0.619
吸烟				23.129	<0.001
是	783(23.42)	112(5.36)	673(18.59)		
否	2 561(76.58)	1 979(94.64)	2 948(81.41)		
饮酒				16.034	<0.001
是	601(17.97)	71(3.40)	505(13.95)		
否	2 743(82.03)	2 020(96.60)	3 116(86.05)		

表 2 不同特征人群 25(OH)D 检测值的差异 $[M(P_{25}, P_{75}), \text{nmol/L}]$

项目	<i>n</i>	骨质正常组($n=3\ 344$)	骨质减少组($n=2\ 091$)	骨质疏松组($n=3\ 621$)	<i>Z</i>	<i>P</i>
性别						
男	4 957	53.26(41.16,67.94)*	50.72(38.18,66.33)	43.17(18.65,58.12)	6.090	0.003
女	4 099	44.46(34.45,56.82)	44.86(30.94,53.70)	36.17(19.80,45.64)	7.242	<0.001
年龄(岁)						
50~<60	3 094	54.20(37.55,61.79)*	51.16(34.70,58.25)**	45.02(30.12,52.82)**	3.181	0.052
60~<70	3 020	52.30(39.41,66.70)	49.87(21.74,51.89)	42.81(19.84,45.06)	5.783	0.006
70~<80	2 132	47.70(35.54,68.59)	42.23(19.23,48.80)	39.51(16.54,42.77)	8.093	<0.001
80~93	810	42.41(34.52,65.04)	38.01(10.23,40.27)	33.27(10.21,39.32)	12.342	<0.001

注: * 指不同性别、年龄 25(OH)D 检测值差异有统计学意义($P < 0.05$); ** 指不同年龄 25(OH)D 检测值差异有统计学意义($P < 0.01$)。

2.3 25(OH)D 参考范围的确立 乌鲁木齐地区 50 岁以上男性健康人群 25(OH)D 参考范围为 24.75~105.45 nmol/L, 女性健康人群 25(OH)D 参考范围为 21.00~97.81 nmol/L, 男性测量值高于女性, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。此外, 不同年龄段亚组 25(OH)D 比较结果显示, 随着年龄增加, 乌鲁木齐地区 50 岁以上人群 25(OH)D 参考范围的下限值逐渐降低, 且女性人群低于男性人群, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 3。

表 3 乌鲁木齐地区 50 岁以上健康人群 25(OH)D 参考范围 [$M(P_{25}, P_{75})$, nmol/L]

年龄(岁)	男	女
50~<60	52.28(27.90, 99.40)	49.76(21.10, 92.44)*
60~<70	57.05(26.60, 116.73)	46.03(20.93, 106.16)*
70~<80	53.81(22.44, 118.87)	41.39(18.43, 105.54)*
80~93	49.09(17.80, 131.93)	40.67(16.73, 106.22)

注: * 指不同性别人群 25(OH)D 检测值差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

2.4 25(OH)D 表达水平与骨密度值相关性分析 秩相关结果显示, 乌鲁木齐地区 50 岁以上人群 25(OH)D 表达水平与骨密度值呈正相关 ($r = 0.681$, $P < 0.01$), 即 25(OH)D 表达水平越高, 则个体骨密度 T 值测量值也越高。亚组分析结果显示, 相比于男性 ($r = 0.530$), 50 岁以上女性人群 25(OH)D 表达水平与骨密度值相关性更强 ($r = 0.726$, $P < 0.01$)。此外, 不同年龄段人群结果显示, 随着年龄增加, 25(OH)D 表达水平与骨密度值相关性也更强 ($F = 12.372$, $P < 0.01$)。见表 4。

表 4 不同性别、年龄段人群 25(OH)D 表达水平与骨密度值相关分析

因子	<i>r</i>	<i>u</i>	<i>P</i>
性别		18.052	<0.001
男	0.530		
女	0.726		
年龄(岁)		12.372	<0.001
50~<60	0.472		
60~<70	0.567		
70~<80	0.590		
80~93	0.699		

3 讨 论

乌鲁木齐是世界上离海洋最远的城市, 具有气候干燥, 降水量少, 日照时间充足 (年日照时间达 2 500~3 500 h) 的气候特征。此外, 乌鲁木齐地区的居民在夏季比年平均气温较高地区的居民日照时间更充足, 但较长的冬季气候导致冬日皮肤暴露在紫外线下的可能性较少。此外, 有研究指出, 高龄人群因代谢、器官衰退等原因维生素 D 的水平吸收、需求量

与一般人群并不相同, 采用常规统一的维生素 D 参考范围可能并不适用于老年人群^[11]。因此, 当前维生素 D 的参考范围可能不适用于疆内人群, 尤其不适用于高龄人群。

本研究结果指出, 乌鲁木齐地区 50 岁及以上人群骨质疏松患病率为 39.98%, 高于全国患病水平, 这与 YU 等^[12] 研究结果一致。提示, 新疆地区老年人群骨质疏松已成为重要的公共卫生问题, 急需解决。同时, 本研究结果显示, 乌鲁木齐地区 50 岁及以上人群女性骨质疏松患病率高于男性, EBRAHIMPUR 等^[13] 也得此结果。该年龄段女性已进入绝经状态, 激素代谢改变尤其雌激素含量降低影响了钙磷及 25(OH)D 吸收, 因此, 骨质疏松更容易发生^[14]。本研究还发现, 骨质疏松患者其高血压、糖尿病患病率更高。LOH 等^[15] 认为, 这可能是维生素 D 代谢可影响肾素-血管紧张素-醛固酮系统 (RAAS) 的活性从而对于终点物质血管紧张素 II 测量值产生影响, 从而影响血管舒张活性, 调节血压。此外, ISLAM 等^[16] 研究指出, 维生素 D 测量值较低的人群其高血压、2 型糖尿病的患病率较高, 这与本研究结果相似。提示, 25(OH)D 代谢影响血压、血糖等调节。本研究结果显示, 50 岁及以上男性群体的 25(OH)D 水平高于女性, 这与于志超等^[17] 研究结果一致。这可能与男性维生素代谢速率较慢相关^[18], 而 SHARMAH 等^[19] 认为这与老年女性绝经状态相关, 绝经后雌激素分泌减少, 而雌激素分泌与维生素 D 水平相互影响。同时, 本研究结果还显示, 随着年龄增加, 25(OH)D 水平逐渐降低, 且以 80 岁及以上人群测量值最低, 张明琛等^[20] 也得此结果。PENG 等^[21] 认为, 这可能与老年人群胃肠代谢能力减弱、肝肾等功能减退相关, 由此 25(OH)D 水平与年龄呈负相关趋势。本研究对 50 岁及以上健康人群检测血清 25(OH)D 水平, 以 P_{25} 、 P_{75} 百分位数作为其特异性参考范围。结果显示, 乌鲁木齐地区 50 岁以上男性健康人群 25(OH)D 参考范围为 24.75~105.45 nmol/L, 女性健康人群 25(OH)D 参考范围为 21.00~97.81 nmol/L, 即男性测量值高于女性, 以 50~70 岁年龄段最为明显。此外, 乌鲁木齐地区 50 岁及以上健康人群 25(OH)D 参考范围低于世界卫生组织以及我国成年人水平。吴冬梅等^[22] 也得此结论, 提示, 乌鲁木齐地区老年人群 25(OH)D 更容易出现不充足或缺乏现象。同时, 本研究结果显示, 随着年龄增加, 乌鲁木齐地区 50 岁及以上健康人群 25(OH)D 参考值下限更低。这可能与年龄等生理因素相关, 即胃排空变慢、基础代谢率下降或口腔健康问题增加, 减少了钙、维生素 B₁₂ 等摄入; 而多研究指出, 以上因素调节 25(OH)D 水平^[23-25]。最后, 本研究还发现, 乌鲁木齐地区 50 岁及以上人群 25(OH)D 表达水平与骨质疏松呈正相关, 提示, 该指标可作为骨质疏松的早期筛检因子, 用于预防该疾病发生。同时, 本研究还发现, 女性, 高龄人

群其 25(OH)D 表达水平与骨质疏松相关性更强。这在其他研究中鲜少报道,结果提示对于该类人群 25(OH)D 预测骨质疏松的价值更高。

综上所述,乌鲁木齐地区 50 岁及以上健康人群 25(OH)D 表达水平较我国成年人参考值水平低,沿用该指标可能会造成该地区老年人群骨质疏松的过度诊治,造成医疗资源的浪费。本研究采用横断面研究,收集大样本乌鲁木齐地区 50 岁及以上健康人群 25(OH)D 数据,建立了该地区特殊人群的参考范围,对临床骨质疏松诊断具有重要指导作用,具有参考价值。

参考文献

[1] 张文,杨卫兵. 维生素 D 联合依托考昔对老年膝关节置换术后康复、骨代谢及炎症反应的影响[J]. 中国药物评价, 2023, 40(5): 430-434.

[2] ASPRAY T J, HILL T R. Osteoporosis and the ageing skeleton[J]. *Subcell Biochem*, 2019, 91: 453-476.

[3] ZHANG H, YANG G, DONG A. Prediction model between serum vitamin D and neurological deficit in cerebral infarction patients based on machine learning[J]. *Comput Math Methods Med*, 2022, 2022: 2914484.

[4] 中国营养学会. 维生素 D 营养状况评价及改善专家共识(2023 版)[J]. 中华健康管理学杂志, 2023, 17(4): 245-248.

[5] DE KONING E J, LIPS P, PENNINX B W J H, et al. Vitamin D supplementation for the prevention of depression and poor physical function in older persons; the D-Vitaal study, a randomized clinical trial[J]. *Am J Clin Nutr*, 2019, 110(5): 1119-1130.

[6] LIN C C, SHIH M H, CHEN C D, et al. Effects of adequate dietary protein with whey protein, leucine, and vitamin D supplementation on sarcopenia in older adults: an open-label, parallel-group study[J]. *Clin Nutr*, 2021, 40(3): 1323-1329.

[7] 杨文婕, 葛森, 王晶, 等. 健康老年人血清 25-羟基维生素 D 参考值的地理差异与地理影响因素: 以中国为例[C]// 中国环境科学学会 2021 年科学技术年会议论文集. 2021: 1780-1787.

[8] 陈敏敏, 姜鑫, 杜艳萍, 等. 上海社区老年人血清 25-羟基维生素 D 水平影响因素的研究[J]. 中华老年医学杂志, 2016, 35(9): 1005-1010.

[9] BOHMANN P, STEIN M J, KONZOK J, et al. Relationship between genetically proxied vitamin D and psoriasis risk: a Mendelian randomization study[J]. *Clin Exp Dermatol*, 2023, 48(6): 642-647.

[10] 王玲, 郑洪银, 张伊祎, 等. 绝经后骨质疏松症患者骨密度及骨小梁评分与脆性骨折的关系[J]. 实用医院临床杂志, 2024, 21(5): 165-168.

[11] DE MOURA DE SOUZA M, MORAES DANTAS R L, LEÃO DURÃES V, et al. Vitamin D supplementation and the incidence of fractures in the elderly healthy popu-

lation; a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *J Gen Intern Med*, 2024, 39(14): 2829-2836.

[12] YU X, HOU L, GUO J, et al. Combined effect of osteoporosis and poor dynamic balance on the incidence of sarcopenia in elderly Chinese community suburban-dwelling individuals[J]. *J Nutr Health Aging*, 2020, 24(1): 71-77.

[13] EBRAHIMPUR M, SHARIFI F, SHADMAN Z, et al. Osteoporosis and cognitive impairment interwoven warning signs: community-based study on older adults-Bushehr Elderly Health (BEH) Program[J]. *Arch Osteoporos*, 2020, 15(1): 140.

[14] LU L, TIAN L. Postmenopausal osteoporosis coexisting with sarcopenia: the role and mechanisms of estrogen[J]. *J Endocrinol*, 2023, 259(1): e230116.

[15] LOH H H, AZIZAN E A, SUKOR N. Connecting the dots: renin-angiotensin-aldosterone system, vitamin D, and hypertension[J]. *J Hypertens*, 2025, 43(7): 1136-1145.

[16] ISLAM H, HASSAAN S M, ISLAM R, et al. Vitamin D's role in cardiovascular diseases[J]. *Discov Med*, 2024, 36(189): 1973-1986.

[17] 于志超, 陈楠, 徐红. 新疆老年住院病人 25 羟维生素 D 及同型半胱氨酸与衰弱的相关性研究[J]. 实用老年医学, 2023, 37(7): 667-670.

[18] MANOUSAKI D, MITCHELL R, DUDDING T, et al. Genome-wide association study for vitamin D levels reveals 69 independent loci[J]. *Am J Hum Genet*, 2020, 106(3): 327-337.

[19] SHARMA M, KALRA S. Vitamin D and menopause[J]. *J Pak Med Assoc*, 2024, 74(4): 815-817.

[20] 张明琛, 徐新娟, 刘海明, 等. 新疆维吾尔族成人维生素 D 水平及其与血压的关系[J]. 中华高血压杂志, 2015, 23(7): 671-676.

[21] PENG B, XIONG Y, OUYANG T, et al. High ratio of epi-25-(OH)-vitamin D₃ to 25-(OH)-vitamin D₃ increases the risk of asthma attack in American asthma adults: a population study[J]. *BMC Public Health*, 2024, 24(1): 2670.

[22] 吴冬梅, 刘培成, 徐作兰, 等. 乌鲁木齐老年人血清维生素 D 水平与骨质疏松症的相关性研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 2015, 21(2): 183-187.

[23] FLEET J C. Vitamin D-mediated regulation of intestinal calcium absorption[J]. *Nutrients*, 2022, 14(16): 3351.

[24] SEIJO M, BONANNO M N, BRYK G, et al. Does vitamin D insufficiency influence prebiotic effect on calcium absorption and bone retention? [J]. *Calcif Tissue Int*, 2022, 111(3): 300-312.

[25] FLEET J C. Differences in the absorption and metabolism of vitamin D(2), vitamin D(3), and 25 hydroxyvitamin D [J]. *J Steroid Biochem Mol Biol*, 2025, 249: 106718.