

上海市 50 岁及以上人群维生素 D 水平与握力的关联研究

董侯君¹ 郭雁飞² 阮晔¹ 孙双圆¹ 蒋安丽¹ 汪嘉琦¹ 施燕¹ 吴凡³

¹上海市疾病预防控制中心慢性非传染病与伤害防治所, 上海 200336; ²上海市预防医学研究院, 上海 200336; ³复旦大学上海医学院, 上海 200032

董侯君和郭雁飞对本文有同等贡献

通信作者: 施燕, Email: shiyan@scdc.sh.cn; 吴凡, Email: wufan@shmu.edu.cn

【摘要】 目的 探讨上海市≥50 岁人群维生素 D 水平与握力的关系。方法 数据来源于 WHO 全球老龄化与成人健康研究我国上海市 2018-2019 年数据, 采用 logistic 回归模型分析维生素 D 水平与握力的关系, 进一步按照性别、年龄及乳制品摄入情况进行分层; 采用限制性立方样条曲线绘制维生素 D 水平与低握力的剂量-反应曲线。结果 共 4 391 人纳入研究, 其中男性 2 054 人 (46.8%); 年龄 (67.02±8.81) 岁; 低握力 1 421 人 (32.4%); 维生素 D 不足及缺乏分别为 1 533 人 (34.9%) 和 401 人 (9.1%)。在调整相关混杂因素后, logistic 回归分析结果显示, 维生素 D 缺乏的人群发生低握力的风险更高 (OR=1.41, 95%CI: 1.09~1.83); 在男性中, 调整相关混杂因素后, 维生素 D 缺乏与低握力发生风险呈显著正相关 (OR=1.67, 95%CI: 1.12~2.50), 而女性中两者之间无关联 (OR=1.30, 95%CI: 0.97~1.74); 在 60~69 岁及 ≥80 岁年龄组中, 调整相关混杂因素后, 维生素 D 缺乏与低握力发生风险呈显著正相关 (OR=1.57, 95%CI: 1.05~2.35; OR=2.40, 95%CI: 1.08~5.31), 在乳制品摄入 <250 ml/d 的人群中, 调整相关混杂因素后, 二者之间呈显著正相关 (OR=1.57, 95%CI: 1.17~2.09), 而在乳制品摄入 ≥250 ml/d 的人群中无明显关联。限制性立方样条图显示, 低握力的发生风险可能随维生素 D 含量的上升而降低, 但差异无统计学意义 (P>0.05)。结论 维生素 D 水平与握力存在一定的关系, 维生素 D 缺乏人群出现低握力的风险更高。

【关键词】 维生素 D; 握力; 中老年人

基金项目: 美国国立老龄研究所 (R01-AG034479); 上海市卫生健康委员会项目 (20204Y0196, 2020YJZX0113, GWVI-8, GWVI-11.1-22, GWVI-11.1-25, 201840118)

Association between vitamin D level and grip strength in adults aged 50 and older in Shanghai

Dong Yujun¹, Guo Yanfei², Ruan Ye¹, Sun Shuangyuan¹, Jiang Anli¹, Wang Jiaqi¹, Shi Yan¹, Wu Fan³

¹Division of Chronic and Non-communicable Disease and Injury, Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China; ²Shanghai Institute of Preventive Medicine, Shanghai 200336, China; ³Office for Shanghai Medical College, Fudan University, Shanghai 200032, China

Dong Yujun and Guo Yanfei contributed equally to the article

Corresponding authors: Shi Yan, Email: shiyan@scdc.sh.cn; Wu Fan, Email: wufan@shmu.edu.cn

【Abstract】 **Objective** To understand the association between vitamin D level and grip strength in people aged ≥50 years in Shanghai. **Methods** Data were obtained from the WHO's Study on Global Ageing and Adult Health in Shanghai during 2018-2019. Logistic regression model

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230630-00409

收稿日期 2023-06-30 本文编辑 张婧

引用格式: 董侯君, 郭雁飞, 阮晔, 等. 上海市 50 岁及以上人群维生素 D 水平与握力的关联研究[J]. 中华流行病学杂志, 2024, 45(3): 393-400. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230630-00409.

Dong YJ, Guo YF, Ruan Y, et al. Association between vitamin D level and grip strength in adults aged 50 and older in Shanghai[J]. Chin J Epidemiol, 2024, 45(3):393-400. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230630-00409.



was used to analyze the association between vitamin D level and grip strength, and a stratified analysis was conducted for different gender, age and dairy product intake groups. Restricted cubic spline was used to evaluate the dose-response association between vitamin D level and low grip strength. **Results** A total of 4 391 participants were included in the study, including 2 054 men (46.8%), with an average age of (67.02±8.81) years. And 1 421 individuals (32.4%) had low grip strength; 1 533 individuals (34.9%) had vitamin D deficiency, and 401 individuals (9.1%) had vitamin D deficiency. After adjusted for confounding factors, the logistic regression results analysis showed that individuals with vitamin D deficiency had a higher risk for low grip strength ($OR=1.41$, 95% CI : 1.09-1.83). In men, after adjusting for confounding factors, vitamin D deficiency was positively associated with the risk for low grip strength ($OR=1.67$, 95% CI : 1.12-2.50), but there was no significant association between vitamin D level and grip strength in women ($OR=1.30$, 95% CI : 0.97-1.74). In age group 60-69 years and ≥80 years, there was significant association between vitamin D deficiency and low grip strength after adjusting for confounding factors ($OR=1.57$, 95% CI : 1.05-2.35; $OR=2.40$, 95% CI : 1.08-5.31). In people who had daily intake of dairy product <250 ml, there was positive association between vitamin D deficiency and low grip strength, but there was no significant association in people who had daily dairy product ≥250 ml after adjusting for confounding factors. The restrictive cubic spline demonstrated that risk of low grip strength might decreased with the increase of vitamin D levels, however, the difference was not significant ($P>0.05$). **Conclusions** This study demonstrated that there is association between vitamin D level and grip strength. People with vitamin D deficiency have higher risk for low grip strength.

【 Key words 】 Vitamin D; Grip strength; Middle-aged and elderly people

Fund programs: US National Institutes on Aging (R01-AG034479); Shanghai Municipal Health Commission Program (20204Y0196, 2020YJZX0113, GWVI-8, GWVI-11.1-22, GWVI-11.1-25, 201840118)

握力是评估躯体功能及肌肉质量的有效指标^[1],也是老年人残疾、失能、全因死亡等不良健康结局的独立预测因子^[2]。由于其低成本、低风险和便利性,被广泛使用于常规的健康评估中^[3]。早期的握力测试可以有效预测未来的健康风险,是衡量老年人当前肌肉质量、日常活动能力和未来结局的有效指标^[4]。握力可以根据上肢力量反映整体肌肉力量和身体健康水平,可作为老年人整体身体健康的衡量标准^[2]。维生素D是人体一种必不可少的营养物质,参与骨骼肌的合成、分解及代谢,在促进骨骼生长和调节肌肉功能中起重要作用^[5]。现有研究表明握力与维生素D水平之间可能存在关联,但在亚洲中老年群体中并不一致,日本及我国的中老年人的研究中显示,维生素D水平与握力之间呈显著正相关,在韩国的一项老年群体的研究发现二者之间无明显相关性^[6-8]。本研究通过WHO全球老龄化与成人健康研究(SAGE)我国上海市第二次随访数据资料^[9],分析≥50岁人群维生素D水平与握力的关系,采取适当的干预措施为预防握力的降低,甚至延缓躯体功能减退的进程提供科学依据。

资料与方法

1. 资料来源:来源于SAGE我国上海市2018-

2019年数据^[9]。项目基线采用多阶段随机抽样方法,覆盖黄浦(原卢湾)、虹口、闵行、浦东(原南汇)和青浦地区共5个区20个街道(乡镇)40个居委(村委)6 016户。本研究经上海市CDC伦理委员会审查(批准文号:2018-1),研究对象均签署知情同意书。本研究选择自愿参加调查,且年龄≥50岁人群共5 996人,排除无法进行握力测试482人,未检测出维生素D含量1 112人,服用维生素D补充剂11人,最终共4 391人纳入分析。

2. 研究方法:

(1)握力:测量前排除研究对象手或腕部有肿胀或者发炎、非常疼痛、受过伤或做过手术(过去6个月)。采用Smedley握力计测量握力,要求研究对象手握住2片金属,保持上臂靠近其身体,前臂与上臂呈90°,尽全力挤压握力计持续数秒且不允许抬高前臂;左右手各进行2次测量,取2次结果中的最大值,最终握力取左右手握力平均值,单位为kg。根据亚洲肌少症工作组制定的关于肌少症的诊断及治疗共识,定义男性<28 kg为低握力,≥28 kg为握力正常;女性<18 kg为低握力,≥18 kg为握力正常^[10]。

(2)维生素D:血清25羟基-维生素D检测:研究对象均在7:30~9:30空腹采静脉血5 ml,1 h内完成血清分离。应用自动电子发光免疫仪(罗氏公司

Cobas)检测血清 25 羟基-维生素 D。根据中国老年学会骨质疏松委员会制定的《维生素 D 与成年人骨骼健康应用指南(2014 年简化版)》,定义血清 25 羟基-维生素 D < 12 ng/ml 为维生素 D 缺乏, 12~ ng/ml 为维生素 D 不足, ≥ 20 ng/ml 为维生素 D 充足^[11]。

(3) 相关因素: 参考国内外关于中老年人握力发生危险因素的研究^[6,12], 从 SAGE 的研究内容中选择相关因素: ① 慢性病共患病情况: 共调查高血压、糖尿病、心绞痛、慢性阻塞性肺疾病、哮喘和关节炎 6 种慢性病的患病情况。其中高血压的判定标准: 对研究对象进行现场测量 SBP ≥ 140 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa) 和 (或) DBP ≥ 90 mmHg, 或调查前 2 周使用抗高血压药物者或自报被医生确诊为高血压的人群。其余 5 种疾病均通过研究对象自报获得患病情况。② 体力活动水平: 使用全球体力活动问卷, 根据每周活动代谢当量总和计算, 分为低、中、高^[13]。③ 乳制品摄入情况^[14]: 食用奶制品如牛奶、酸奶, 根据日摄入量分为 < 250、≥ 250 ml。④ BMI (kg/m²)^[15]: < 18.5 为偏瘦, 18.5~ 为正常, 24.0~ 为超重、≥ 28.0 为肥胖。⑤ 家庭经济水平: 采用财富五分位数 ($Q_1 \sim Q_5$) 的方法来评估家庭财富水平。

3. 统计学分析: 采用 Stata 16.0 软件进行数据整理和统计学分析。采用 Kolmogorov-Smirnov 检验数据的正态分布, 正态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示; 握力、维生素 D 水平等非正态分布计量资料用 $M(Q_1, Q_3)$ 表示; 分类资料采用构成比或率 (%) 表示。采用 χ^2 检验比较不同握力分组之间的组间差异。采用频数分布直方图描述不同性别的维生素 D 分布情况。采用 logistic 回归模型分析不同性别人群握力与维生素 D 水平的关系, 进一步分层分析中老年人维生素 D 水平与握力的关系; 采用限制性立方样条曲线 (RCS) 绘制维生素 D 含量与握力的剂量-反应曲线, 根据百分位数选择 4 个节点 (P_5 、 P_{25} 、 P_{75} 、 P_{95})。双侧检验, 检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

结 果

1. 一般情况: 共 4 391 人纳入研究, 其中男性 2 054 人 (46.8%), 年龄 (67.02 ± 8.81) 岁, 其中 60~ 69 岁年龄组占比最高 (46.8%)。文化程度多数为小学及以下 (44.6%), 大学及以上最低 (4.8%); 婚姻状况中在婚/同居占比最高 (85.4%); 家庭经济水平 Q_5 组占比最高 (21.6%), Q_1 组最低 (16.9%); 低体力活动水平占比最高 (43.3%), 经常重度饮酒者占

2.1%, 目前吸烟者占 17.3%, 仅 18.0% 的人群乳制品日摄入量 ≥ 250 ml; 58.8% 的人群为超重/肥胖, 52.6% 的人群患 ≥ 1 种慢性病。

2. 握力分布: 总人群握力 $M(Q_1, Q_3)$ 为 25.00 (19.00, 33.50) kg, 男性为 32.00 (25.00, 39.00) kg, 女性为 21.00 (15.00, 26.00) kg。低握力共 1 421 人 (32.4%), 男性低握力 654 人 (31.8%); 维生素 D 缺乏人群低握力占比 (40.2%) 高于维生素 D 充足人群 (31.4%) ($\chi^2 = 12.30, P = 0.002$); 同时, 不论男性还是女性低握力的占比均随着年龄的上升而增加 ($\chi^2 = 282.07, P < 0.001$)。除饮酒状况外, 总人群在年龄、婚姻状况、文化程度、家庭经济水平、居住地、BMI、体力活动水平、吸烟状况及慢性病共患情况的握力分布差异有统计学意义 (均 $P < 0.05$); 男性中, 握力正常组与低握力组在维生素 D 水平、年龄、婚姻状况、文化程度、家庭经济水平、居住地、BMI、体力活动水平、吸烟状况及慢性病共患情况的差异有统计学意义 (均 $P < 0.05$); 女性中, 握力正常组与低握力组在年龄、婚姻状况、文化程度、家庭经济水平、居住地、BMI、体力活动水平、乳制品摄入及慢性病共患情况的差异有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。见表 1。

3. 维生素 D 分布: 维生素 D 不足及缺乏分别为 1 533 人 (34.9%) 和 401 人 (9.1%)。维生素 D 水平的 $M(Q_1, Q_3)$ 为 21.36 (16.11, 28.00) ng/ml, 其中男性为 21.52 (16.00, 28.42) ng/ml, 女性为 21.19 (16.22, 27.71) ng/ml。大部分人维生素 D 含量在 20.00~ 30.00 ng/ml。见图 1。

4. 维生素 D 水平与低握力的关系: 多因素 logistic 回归分析结果显示, 在未调整任何混杂因素的情况下, 相比维生素 D 充足的人群, 维生素 D 缺乏可显著增大低握力的发生风险 ($OR = 1.46, 95\% CI: 1.18 \sim 1.82$); 在调整年龄、性别后, 维生素 D 缺乏与低握力发生风险呈显著正相关 ($OR = 1.37, 95\% CI: 1.09 \sim 1.72$); 在模型 2 的基础上调整婚姻状况、文化程度、家庭经济水平和居住地后, 维生素 D 缺乏的人群发生低握力的风险高于维生素 D 充足的人群 ($OR = 1.34, 95\% CI: 1.04 \sim 1.71$); 在模型 3 的基础上调整 BMI、乳制品摄入情况、体力活动水平、吸烟状况、饮酒状况及慢性病共患情况后, 维生素 D 缺乏与低握力的发生风险仍呈正相关 ($OR = 1.41, 95\% CI: 1.09 \sim 1.83$)。见表 2。

5. 维生素 D 水平与低握力关系的分层分析: 未调整相关混杂因素时, 男性中, 维生素 D 缺乏与低握力的发生风险呈正相关 ($OR = 1.69, 95\% CI: 1.23 \sim$

表 1 上海市 50 岁及以上不同性别研究对象基本信息握力分布情况

变 量	男性				女性				合计			
	握力正常	低握力	χ^2 值	P值	握力正常	低握力	χ^2 值	P值	握力正常	低握力	χ^2 值	P值
年龄组(岁)			121.24	<0.001			162.19	<0.001			282.07	<0.001
50~	271(77.0)	81(23.0)			367(78.4)	101(21.6)			638(77.8)	182(22.2)		
60~	720(75.1)	239(24.9)			805(73.6)	289(26.4)			1 525(74.3)	528(25.7)		
70~	327(60.7)	212(39.3)			298(57.5)	220(42.5)			625(59.1)	432(40.9)		
≥80	82(40.2)	122(59.8)			100(38.9)	157(61.1)			182(39.5)	279(60.5)		
文化程度			41.74	<0.001			54.07	<0.001			96.08	<0.001
小学及以下	489(60.2)	323(39.8)			688(60.1)	457(39.9)			1 177(60.1)	780(39.9)		
初中	549(74.6)	187(25.4)			557(74.9)	187(25.1)			1 106(74.7)	374(25.3)		
高中	264(73.1)	97(26.9)			283(73.9)	100(26.1)			547(73.5)	197(26.5)		
大学及以上	98(67.6)	47(32.4)			42(64.6)	23(35.4)			140(66.7)	70(33.3)		
婚姻状况			10.54	0.005			46.09	<0.001			55.94	<0.001
未婚	62(70.5)	26(29.5)			73(77.7)	21(22.3)			135(74.2)	47(25.8)		
在婚/同居	1 279(68.9)	578(31.1)			1 314(69.5)	577(30.5)			2 593(69.2)	1 155(30.8)		
离异/丧偶	59(54.1)	50(45.9)			183(52.0)	169(48.0)			242(52.5)	219(47.5)		
家庭经济水平 ^a			78.84	<0.001			47.36	<0.001			118.80	<0.001
Q ₁	159(50.8)	148(49.2)			209(57.3)	156(42.7)			362(54.3)	304(45.7)		
Q ₂	249(65.2)	133(34.8)			272(60.6)	177(39.4)			521(62.7)	310(37.3)		
Q ₃	257(66.2)	131(33.8)			282(66.5)	142(33.5)			539(66.4)	273(33.6)		
Q ₄	293(76.1)	92(23.9)			306(75.4)	100(24.6)			599(75.7)	192(24.3)		
Q ₅	320(79.4)	83(20.6)			333(74.2)	116(25.8)			653(76.6)	199(23.4)		
居住地			20.03	<0.001			40.22	<0.001			57.85	<0.001
主城区	570(63.4)	329(36.6)			664(60.6)	431(39.4)			1 234(61.9)	760(38.1)		
城乡接合部	339(75.0)	113(25.0)			357(73.8)	127(26.2)			696(74.4)	240(25.6)		
乡镇	491(69.8)	212(30.2)			549(72.4)	209(27.6)			1 040(71.2)	421(28.8)		
BMI 分组 ^a			54.05	<0.001			17.01	0.001			50.94	<0.001
低体重	17(33.3)	34(66.7)			26(43.3)	34(56.7)			43(38.7)	68(61.3)		
正常	451(62.8)	267(37.2)			657(69.0)	295(31.0)			1 108(66.3)	562(33.7)		
超重	656(72.1)	254(27.9)			606(67.3)	294(32.7)			1 262(69.7)	548(30.3)		
肥胖	261(75.9)	83(24.1)			261(66.6)	131(33.4)			522(70.9)	214(29.1)		
乳制品摄入情况(ml/d)			0.013	0.908			1.97	0.160			0.91	0.341
<250	1 161(68.2)	541(31.8)			1 264(66.5)	636(33.5)			2 425(67.3)	1 177(32.7)		
≥250	239(67.9)	113(32.1)			306(70.0)	131(30.0)			545(69.1)	244(30.9)		
体力活动水平			9.94	0.007			12.15	0.002			20.82	<0.001
低	600(66.5)	303(33.5)			638(64.0)	359(36.0)			1 238(65.2)	662(34.8)		
中	560(67.2)	274(32.8)			647(67.9)	306(32.1)			1 207(67.5)	580(32.5)		
高	240(75.7)	77(24.3)			285(73.6)	102(26.4)			525(74.6)	179(25.4)		
饮酒状况 ^a			6.07	0.108			1.97	0.374			7.19	0.066
从不饮	888(66.4)	449(33.6)			1 529(67.1)	750(32.9)			2 417(66.8)	1 199(33.2)		
轻度饮	312(72.6)	118(27.4)			24(77.4)	7(22.6)			336(72.9)	125(27.1)		
偶尔重度饮	9(60.0)	6(40.0)			0(0.0)	0(0.0)			9(60.0)	6(40.0)		
经常重度饮	57(67.1)	28(32.9)			1(100.0)	0(0.0)			58(67.4)	28(32.6)		
吸烟状况 ^a			9.08	0.011			1.24	0.538			8.93	0.011
从不吸	767(65.4)	405(34.6)			1 555(67.1)	762(32.9)			2 322(66.5)	1 167(33.5)		
曾经吸	97(71.8)	38(28.2)			3(60.0)	2(40.0)			100(71.4)	40(28.6)		
目前吸	534(71.7)	211(28.3)			12(80.0)	3(20.0)			546(71.8)	214(28.2)		
慢性病共患情况(种)			25.56	<0.001			58.94	<0.001			72.52	<0.001
0	669(70.3)	282(29.7)			835(74.0)	294(26.0)			1 504(72.3)	576(27.7)		
1	537(70.7)	223(29.3)			524(64.0)	295(36.0)			1 061(67.2)	518(32.8)		
2	157(56.7)	120(43.3)			156(52.4)	142(47.6)			313(54.4)	262(45.6)		
≥3	37(56.1)	29(43.9)			55(60.4)	36(39.6)			92(58.6)	65(41.4)		
维生素D水平			10.47	0.005			3.35	0.188			12.30	0.002
充足	809(69.6)	353(30.4)			876(67.6)	419(32.4)			1 685(68.6)	772(31.4)		
不足	488(68.4)	225(31.6)			557(67.9)	263(32.1)			1 045(68.2)	488(31.8)		
缺乏	103(57.5)	76(42.5)			137(61.7)	85(38.3)			240(59.8)	161(40.2)		
合 计	1 400(68.2)	654(31.8)			1 570(67.2)	767(32.8)			2 970(67.6)	1 421(32.4)		

注: 括号外数据为人数, 括号内数据为构成比(%);^a数据有缺失, 构成比按实际人数计算

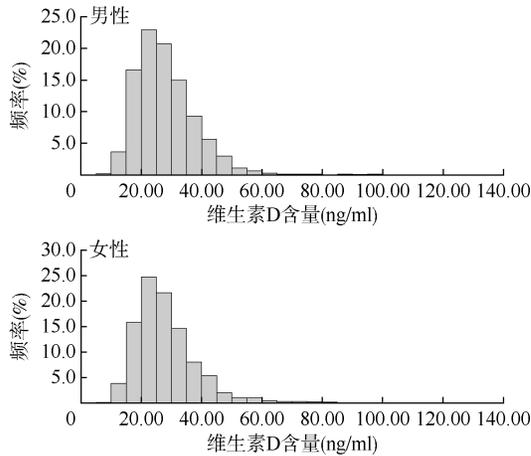


图1 上海市50岁及以上人群分性别维生素D含量分布频率直方图

2.33), 而女性中, 二者无显著相关 ($OR=1.30, 95\%CI: 0.97\sim 1.74$)。调整相关混杂因素后, 男性中维生素D缺乏仍与低握力的发生风险呈显著正相关 ($aOR=1.67, 95\%CI: 1.12\sim 2.50$); 而女性中差异仍无统计学意义 ($aOR=1.28, 95\%CI: 0.90\sim 1.80$)。不同年龄中, 调整相关混杂因素后, 60~69岁及 ≥ 80 岁年龄组, 维生素D缺乏与低握力的发生风险呈显著正相关 ($aOR=1.57, 95\%CI: 1.05\sim 2.35$; $aOR=2.40, 95\%CI: 1.08\sim 5.31$)。此外, 在乳制品摄入 <250 ml/d的人群中, 调整相关混杂因素后, 维生素D缺乏的人群低握力的发生风险增加57% ($aOR=1.57, 95\%CI: 1.17\sim 2.09$), 而在乳制品摄入 ≥ 250 ml/d的人群中, 维生素D水平与低握力之间无显著相关。见表3。

6. 剂量-反应关系: 采用RCS将维生素D含量作为连续性变量纳入模型绘制剂量-反应曲线, 结果显示, 在维生素D <10.00 ng/ml时, 低握力的发生

风险可能随维生素D含量的上升而降低, 但结果差异无统计学意义 ($P>0.05$)。见图2。

讨 论

本研究发现上海市 ≥ 50 岁人群低握力占32.4%, 且随着年龄的增大, 低握力人群占比越高。维生素D不足及缺乏分别为1 533人(34.9%)和401人(9.1%), 大部分人维生素D含量在20.00~30.00 ng/ml。在调整其他相关影响因素后, 发现握力与维生素D水平相关, 尤其在男性、60~69岁、 ≥ 80 岁年龄组及乳制品摄入 <250 ml/d的人群中结果更显著, 但在女性、50~59岁及70~79岁年龄组中无统计学关联, 剂量-反应关系曲线显示在维生素D <10.00 ng/ml时, 低握力的发生风险可能随维生素D含量的上升而降低。

部分研究表明, 握力与维生素D水平之间可能存在关联性, 握力的下降在维生素D明显缺乏的老年群体中更明显^[16-17]。葡萄牙一项对 >65 岁中老年人的研究显示, 维生素D <12 ng/ml与低握力相关, 低水平的维生素D可作为低握力的危险因素^[17]; 日本一项针对中老年人群的研究结果也显示, 维生素D水平与握力之间有显著的相关性, 且血清中维生素D的浓度越低, 握力越低^[6], 与本研究结果较一致。然而, Kim等^[8]针对韩国中老年群体的研究显示, 维生素D水平与握力之间无明显相关性, 本研究结果与之相反。维生素D主要影响肌肉功能及质量的途径: 一是维生素D可直接调节多种蛋白质的基因表达, 从而影响骨骼肌的形态; 二是维生

表2 上海市50岁及以上人群维生素D水平与低握力的多因素logistic回归分析

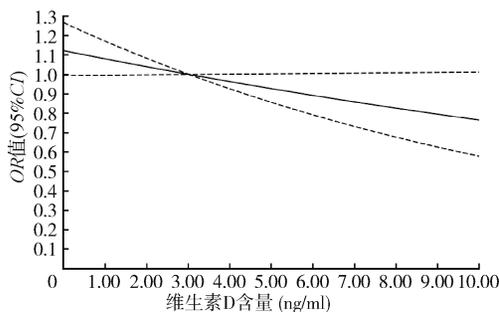
模 型	维生素D水平			AIC值	BIC值
	充足	不足	缺乏		
模型1				5 522.93	5 542.09
OR值(95%CI)	1.00	1.02(0.89~1.17)	1.46(1.18~1.82)		
P值		0.785	0.001		
模型2				5 262.63	5 307.34
OR值(95%CI)	1.00	1.00(0.87~1.15)	1.37(1.09~1.72)		
P值		0.988	0.006		
模型3				4 599.52	4 712.59
OR值(95%CI)	1.00	0.97(0.83~1.13)	1.34(1.04~1.71)		
P值		0.653	0.021		
模型4				4 252.07	4 457.19
OR值(95%CI)	1.00	0.99(0.84~1.17)	1.41(1.09~1.83)		
P值		0.923	0.009		

注: AIC: 赤池信息准则; BIC: 贝叶斯信息准则; 以维生素D水平为自变量, 握力为因变量纳入模型; 模型1: 未调整; 模型2: 调整年龄、性别; 模型3: 在模型2的基础上调整婚姻状况、文化程度、家庭经济水平和居住地; 模型4: 在模型3的基础上调整BMI、乳制品摄入情况、体力活动水平、吸烟状况、饮酒状况及慢性病共患情况

表 3 上海市 50 岁及以上人群维生素 D 水平与低握力关系的
分层分析

维生素 D 水平	OR 值(95%CI)	P 值	aOR 值(95%CI) ^a	P 值
性别				
男				
充足	1.00		1.00	
不足	1.06(0.86~1.29)	0.592	1.11(0.87~1.42)	0.412
缺乏	1.69(1.23~2.33)	0.001	1.67(1.12~2.50)	0.013
女				
充足	1.00		1.00	
不足	0.99(0.82~1.19)	0.892	0.90(0.73~1.12)	0.357
缺乏	1.30(0.97~1.74)	0.083	1.28(0.90~1.80)	0.165
年龄组(岁)				
50~				
充足	1.00		1.00	
不足	0.81(0.57~1.16)	0.253	0.90(0.59~1.39)	0.639
缺乏	1.22(0.68~2.18)	0.508	1.11(0.55~2.26)	0.773
60~				
充足	1.00		1.00	
不足	1.22(0.99~1.51)	0.069	1.15(0.90~1.47)	0.262
缺乏	1.50(1.06~2.12)	0.023 ^a	1.57(1.05~2.35)	0.029 ^a
70~				
充足	1.00		1.00	
不足	0.83(0.64~1.09)	0.182	0.83(0.60~1.14)	0.239
缺乏	1.09(0.72~1.66)	0.688	1.11(0.68~1.82)	0.687
≥80				
充足	1.00		1.00	
不足	1.00(0.67~1.49)	0.988	0.90(0.56~1.44)	0.678
缺乏	1.97(1.03~3.76)	0.039	2.40(1.08~5.31)	0.029
乳制品摄入情况(ml/d)				
<250				
充足	1.00		1.00	
不足	1.02(0.90~1.22)	0.539	1.02(0.86~1.23)	0.456
缺乏	1.54(1.21~1.97)	<0.001	1.57(1.17~2.09)	0.002
≥250				
充足	1.00		1.00	
不足	0.88(0.63~1.23)	0.466	0.89(0.59~1.34)	0.569
缺乏	1.18(0.71~1.94)	0.527	0.99(0.53~1.85)	0.963

注：^a调整性别、年龄、婚姻状况、文化程度、家庭经济水平、居住地、BMI、乳制品摄入情况、体力活动水平、吸烟状况、饮酒状况及慢性病共患病情况并排除分层变量



注：调整性别、年龄、婚姻状况、文化程度、家庭经济水平、居住地、BMI、乳制品摄入情况、体力活动水平、吸烟状况、饮酒状况及慢性病共患病情况

图 2 上海市 50 岁及以上人群维生素 D 含量与低握力发生的剂量-反应曲线

素 D 可以通过与肌肉细胞的维生素 D 受体 (VDR) 结合相互作用,通过基因组和非基因组效应抑制骨骼肌前体细胞的增殖和分化并增强肌纤维的收缩^[18],而维生素 D 的缺乏会导致 II 型肌纤维萎缩^[19],从而影响肌肉形态及功能。

本研究揭示了维生素 D 水平与握力之间的关系在性别中的异质性。男性中,维生素 D 缺乏是低握力的危险因素,与 Kocak 等^[20]针对老年男性的研究结果相似。而两者之间的相关性在女性中不显著,与四川地区成年女性的情况较一致^[21],这种性别差异也在我国北方的一项研究中证实^[7]。可能是由于 VDR 的基因多态性及雌激素水平不同导致的^[22]。同时本研究显示,在不同年龄组间维生素 D 水平与握力的关系有所差异,60~69 岁及 ≥80 岁年龄组间的关联性显著,而 50~59 岁及 70~79 岁年龄组中维生素 D 水平与握力之间无关联,这可能是因为不同年龄的体内激素变化不同,而体内的激素水平可以抵消维生素 D 对肌肉的代谢影响,从而削弱了二者之间的相关性^[23-24]。本研究还发现维生素 D 缺乏对握力的影响被乳制品摄入情况所修饰,在乳制品摄入低的人群中,二者呈显著正相关,但在乳制品摄入高的人群中无关联。这可能是因为在乳制品中含有乳清蛋白和钙,其中乳清蛋白是合成骨骼肌的主要成分,补充乳清蛋白有助于促进骨骼肌质量的增加及肌肉功能的增强^[25];而钙作为人体必需的营养元素,可通过抑制脂肪的吸收,调节脂肪的堆积,预防骨骼肌脂肪浸润所引起的骨骼肌纤维化,从而减少肌肉功能的受损^[26]。故乳制品在维生素 D 水平与握力之间存在一定的修饰作用,但具体作用机制有待进一步研究。

维生素 D 水平与低握力发生的剂量-反应曲线结果显示,在维生素 D < 10.00 ng/ml 时,维生素 D 水平可能对握力的降低有所影响,低水平的维生素 D 与握力的关联也在国外的研究中证实^[6-7, 16-17, 27]。但本研究中剂量-反应曲线差异无统计学意义,故二者之间的剂量-反应关系尚待进一步求证。

本研究存在局限性。第一,本研究为横断面研究,无法确定维生素 D 水平与握力之间的因果联系,需要进一步研究维生素 D 水平与握力水平及其变化之间的纵向关系,且尚未对握力变化与维生素

D 水平变化间的关联性及相关机制进行更深入探索;第二,本研究所采集样本的血量不足,低于维生素 D 检测的最低检测限,存在维生素 D 数据缺失现象,这部分数据属于随机缺失,可能会对结果产生影响。因此,本研究所发现的关联性是否适用于全国中老年群体有待进一步研究和完善。

综上所述,本研究发发现维生素 D 缺乏与中老年人低握力的发生有关,在维生素 D<10.00 ng/ml 的人群中适量补充,可有效降低握力的发生风险,乳制品摄入对二者之间的关联有修饰作用。提示可重点关注男性、60~69 岁、≥80 岁人群的维生素 D 水平,建议对该重点人群开展早期筛查与评估。鼓励中老年人补充乳制品、增加体育活动等,以预防中老年人握力的降低。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 董侯君、郭雁飞: 酝酿/设计实验、分析/解释数据、文章撰写、统计分析;阮晔、孙双圆: 采集数据、论文修改;蒋安丽、汪嘉琦: 工作支持;施燕、吴凡: 研究指导,经费支持

参 考 文 献

- [1] Wearing J, Konings P, Stokes M, et al. Handgrip strength in old and oldest old Swiss adults - a cross-sectional study [J]. *BMC Geriatr*, 2018, 18(1):266. DOI: 10.1186/s12877-018-0959-0.
- [2] McGrath R, Johnson N, Klawitter L, et al. What are the association patterns between handgrip strength and adverse health conditions? A topical review[J]. *SAGE Open Med*, 2020, 8:1-12. DOI:10.1177/2050312120910358.
- [3] Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, et al. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study[J]. *Lancet*, 2015, 386(9990): 266-273. DOI:10.1016/S0140-6736(14)62000-6.
- [4] 罗炜, 张赐东, 贾蒙蒙. 握力(HGS)测试:老年人身体功能评估的便捷指标[J]. *当代体育科技*, 2021, 11(20):19-21. DOI: 10.16655/j.cnki.2095-2813.2011-1579-8123.
- [5] Luo W, Zhang CD, Jia MM. Hand grip strength (HGS)Test: a convenient index for evaluating physical function of the elderly[J]. *Contemp Sports Technol*, 2021, 11(20):19-21. DOI:10.16655/j.cnki.2095-2813.2011-1579-8123.
- [6] 白慧婧, 孙建琴, 陈敏. 维生素 D 对老年人肌肉减少症的作用及其机制的研究进展[J]. *中华老年医学杂志*, 2014, 33(11): 1254-1256. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-9026. 2014.11.029.
- [7] Bai HJ, Sun JQ, Chen M. The effect and mechanism of Vitamin D supplement on sarcopenia[J]. *Chin J Geriatr*, 2014, 33(11): 1254-1256. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-9026.2014.11.029.
- [8] Kitsu T, Kabasawa K, Ito Y, et al. Low serum 25-hydroxyvitamin D is associated with low grip strength in an older Japanese population[J]. *J Bone Miner Metab*, 2020, 38(2):198-204. DOI:10.1007/s00774-019-01040-w.
- [9] Meng LP, Man QQ, Yuan LH, et al. Serum 25-hydroxyvitamin D and elderly skeletal muscle mass and function in urban north China[J]. *Asia Pac J Clin Nutr*, 2017, 26(5):849-855. DOI:10.6133/apjcn.072016.13.
- [10] Kim BJ, Kwak MK, Lee SH, et al. Lack of association between vitamin D and hand grip strength in Asians: a nationwide population-based study[J]. *Calcif Tissue Int*, 2019, 104(2):152-159. DOI:10.1007/s00223-018-0480-7.
- [11] 郭雁飞, 施燕, 阮晔, 等. 全球老龄化与成人健康研究中国项目进展 [J]. *中华流行病学杂志*, 2019, 40(10): 1203-1205. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.10.006.
- [12] Guo YF, Shi Y, Ruan Y, et al. Project profile: study on global AGEing and adult health in China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2019, 40(10): 1203-1205. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-6450.2019.10.006.
- [13] Chen LK, Woo J, Assantachai P, et al. Asian working group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2020, 21(3):300-307.e2. DOI:10.1016/j.jamda.2019.12.012.
- [14] 廖祥鹏, 张增利, 张红红, 等. 维生素 D 与成年人骨骼健康应用指南(2014 年简化版) [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2014, 20(6):718-722.
- [15] Liao XP, Zhang ZL, Zhang HH, et al. Application guideline for Vitamin D and bone health in adult Chinese (2014 Starter Edition) [J]. *Chin J Osteoporos*, 2014, 20(6): 718-722.
- [16] 阮晔, 施燕, 郭雁飞, 等. 2009-2010 年上海市 50 岁及以上人群握力、快速步行速度与认知功能的关联性研究[J]. *中华预防医学杂志*, 2020, 54(12):1414-1420. DOI:10.3760/cma.j.cn112150-20200714-01003.
- [17] Ruan Y, Shi Y, Guo YF, et al. Association between grip strength, rapid gait speed and cognition in people aged 50 and above in Shanghai during 2009-2010[J]. *Chin J Prev Med*, 2020, 54(12): 1414-1420. DOI: 10.3760/cma. j. cn112150-20200714-01003.
- [18] 孙双圆, 郭雁飞, 阮晔, 等. 50 岁及以上人群生活质量与体力活动的关联研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2019, 40(10): 1245-1251. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-6450.2019. 10.014.
- [19] Sun SY, Guo YF, Ruan Y, et al. Association between quality of life and physical activity among people aged 50 years and over[J]. *Chin J Epidemiol*, 2019, 40(10): 1245-1251. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.10.014.
- [20] 陈敏敏, 姜鑫, 杜艳萍, 等. 上海社区老年人血清 25-羟维生素 D 水平影响因素的研究[J]. *中华老年医学杂志*, 2016, 35(9): 1005-1010. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-9026. 2016.09.021.
- [21] Chen MM, Jiang X, Du YP, et al. Investigation of factors impacting serum levels of 25-hydroxyvitamin D in the elderly living in Shanghai community[J]. *Chin J Geriatr*, 2016, 35(9): 1005-1010. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-9026.2016.09.021.
- [22] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. WS/T 428-2013 成人体重判定[S]. 北京:中国质检出版社, 中国标准出版社, 2013.
- [23] National Health and Family Planning Commission of PRC. WS/T 428-2013 Criteria of weight for adults[S]. Beijing: China Quality Inspection Press, Standards Press of China, 2013.
- [24] Iolascon G, Mauro GL, Fiore P, et al. Can vitamin D deficiency influence muscle performance in postmenopausal women? A multicenter retrospective study[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2018, 54(5): 676-682.

DOI:10.23736/S1973-9087.17.04533-6.

[17] Mendes J, Santos A, Borges N, et al. Vitamin D status and functional parameters:a cross-sectional study in an older population[J]. PLoS One, 2018, 13(8): e0201840. DOI: 10.1371/journal.pone.0201840.

[18] Montenegro KR, Cruzat V, Carlessi R, et al. Mechanisms of vitamin D action in skeletal muscle[J]. Nutr Res Rev, 2019, 32(2):192-204. DOI:10.1017/S0954422419000064.

[19] Ceglia L, Harris SS. Vitamin D and its role in skeletal muscle[J]. Calcif Tissue Int, 2013, 92(2): 151-162. DOI: 10.1007/s00223-012-9645-y.

[20] Kocak MZ, Aktas G, Atak B, et al. The association between vitamin d levels and handgrip strength in elderly men[J]. Acta Endocrinol (Buchar), 2020, 16(2): 263-266. DOI: 10.4183/aeb.2020.263.

[21] 黄媛媛,王覃,卢春燕,等. 成年女性维生素D水平与握力、平衡能力的相关性分析[J]. 四川大学学报:医学版, 2018, 49(4):665-669. DOI:10.13464/j.scuxbyxb.2018.04.036. Huang YY, Wang Q, Lu CY, et al. Association of serum vitamin d with hand-grip strength and balance ability:a cross-sectional study on community-dwelling women in Sichuan, China[J]. J Sichuan Univ: Med Sci Ed, 2018, 49(4): 665-669. DOI:10.13464/j.scuxbyxb.2018.04.036.

[22] Windelinckx A, de Mars G, Beunen G, et al. Polymorphisms in the vitamin D receptor gene are associated with muscle strength in men and women[J]. Osteoporos Int, 2007, 18(9): 1235-1242. DOI: 10.1007/s00198-007-0374-4.

[23] Diamanti-Kandarakis E, Dattilo M, Macut D, et al. Mechanisms in endocrinology: aging and anti-aging: a combo-endocrinology overview[J]. Eur J Endocrinol, 2017, 176(6):R283-308. DOI:10.1530/EJE-16-1061.

[24] Giannoulis MG, Jackson N, Shojaee-Moradie F, et al. The effects of growth hormone and/or testosterone on whole body protein kinetics and skeletal muscle gene expression in healthy elderly men: a randomized controlled trial[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2008, 93(8): 3066-3074. DOI:10.1210/jc.2007-2695.

[25] Luiking YC, Deutz NE, Memelink RG, et al. Postprandial muscle protein synthesis is higher after a high whey protein, leucine-enriched supplement than after a dairy-like product in healthy older people:a randomized controlled trial[J]. Nutr J, 2014, 13: 9. DOI: 10.1186/1475-2891-13-9.

[26] Seo MH, Kim MK, Park SE, et al. The association between daily calcium intake and sarcopenia in older, non-obese Korean adults: the fourth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV) 2009[J]. Endocr J, 2013, 60(5): 679-686. DOI: 10.1507/endocrj.ej12-0395.

[27] Janssen HCJP, Emmelot-Vonk MH, Verhaar HJJ, et al. Vitamin D and muscle function:is there a threshold in the relation?[[J]. J Am Med Dir Assoc, 2013, 14(8):627.e13-18. DOI:10.1016/j.jamda.2013.05.012.

中华流行病学杂志第八届编辑委员会组成人员名单

(按姓氏汉语拼音排序)

顾问	高福	顾东风	贺雄	姜庆五	陆林	乔友林
	饶克勤	汪华	徐建国			
名誉总编辑	郑锡文					
总编辑	李立明					
副总编辑	邓瑛	冯子健	何纳	何耀	卢金星	沈洪兵
	谭红专	吴尊友	杨维中	詹思延		

编辑委员(含总编辑、副总编辑)

安志杰	白亚娜	毕振强	曹广文	曹卫华	曹务春	陈坤	陈可欣
陈万青	陈维清	代敏	戴江红	党少农	邓瑛	丁淑军	段广才
段蕾蕾	方利文	方向华	冯子健	龚向东	何纳	何耀	何剑峰
胡东生	胡永华	胡志斌	贾崇奇	江宇	阚飙	阚海东	李琦
李群	李敬云	李立明	李秀央	李亚斐	李中杰	林鹏	刘静
刘民	刘玮	刘殿武	卢金星	栾荣生	罗会明	吕繁	吕筠
吕嘉春	马军	马伟	马家奇	马文军	毛琛	孟蕾	米杰
缪小平	潘凯枫	潘晓红	彭晓霞	邱洪斌	任涛	单广良	邵中军
邵祝军	沈洪兵	施小明	时景璞	宋志忠	苏虹	孙业桓	谭红专
唐金陵	陶芳标	汪宁	王蓓	王岚	王丽	王璐	王金桃
王丽敏	王全意	王素萍	王伟炳	王增武	王长军	王子军	魏文强
吴凡	吴静	吴涛	吴先萍	吴尊友	武鸣	项永兵	徐飏
徐爱强	许汴利	许国章	闫永平	杨维中	么鸿雁	叶冬青	于普林
余宏杰	俞敏	詹思延	张建中	张顺祥	张卫东	张作风	赵方辉
赵根明	赵文华	赵亚双	周脉耕	朱凤才	庄贵华		