

维生素D水平与老年患者围术期认知功能障碍的相关性分析

赵双君^{1*}, 虞春晖², 包芳萍^{1,3#}

¹浙江大学医学院附属第四医院, 国际医学院, 国际健康研究院, 麻醉科, 浙江 义乌

²浙江大学医学院附属第四医院, 国际医学院, 国际健康研究院, 检验科, 浙江 义乌

³浙江大学医学院第一附属医院, 麻醉科, 浙江 杭州

收稿日期: 2026年2月11日; 录用日期: 2026年3月4日; 发布日期: 2026年3月13日

摘要

目的: 探讨术前维生素D水平对老年患者围术期认知功能的影响及维度。方法: 纳入2023年12月~2025年6月浙大四院行膝/髌置换术的老年患者119例, 检测术前血清维生素D水平, 采用MMSE、MoCA、TMT-A评估围术期认知功能, 比较痴呆与非痴呆组维生素D水平及缺乏情况。结果: 术前维生素D缺乏27例(22.7%), 术前痴呆31例(26.1%)。痴呆组维生素D缺乏比例更高($P=0.013$), 且二者存在相关性($\Phi=0.227$)。维生素D缺乏组术前认知功能更差(MMSE、MoCA更低, TMT-A耗时更长, $P<0.05$); 维生素D水平与即刻记忆、注意力、计算力、视空间执行及命名呈正相关($P<0.05$), 但与术后谵妄、术后认知下降无关。结论: 维生素D缺乏与老年患者术前痴呆存在相关性, 具体表现在即刻记忆、注意力和计算力、视空间与执行力、命名等能力。

关键词

围术期认知功能障碍, 痴呆, 术后谵妄, 术后认知功能下降, 维生素D

Correlation Analysis of Vitamin D Levels and Perioperative Cognitive Dysfunction in Elderly Patients

Shuangjun Zhao^{1*}, Chunhui Yu², Fangping Bao^{1,3#}

¹Department of Anesthesiology, The Fourth Affiliated Hospital of School of Medicine, and International School of Medicine, and International Institutes of Medicine, Zhejiang University, Yiwu Zhejiang

²Department of Clinical Laboratory, The Fourth Affiliated Hospital of School of Medicine, and International School of Medicine, and International Institutes of Medicine, Zhejiang University, Yiwu Zhejiang

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 赵双君, 虞春晖, 包芳萍. 维生素D水平与老年患者围术期认知功能障碍的相关性分析[J]. 临床医学进展, 2026, 16(3): 2346-2355. DOI: 10.12677/acm.2026.1631030

³Department of Anesthesiology, The First Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou Zhejiang

Received: February 11, 2026; accepted: March 4, 2026; published: March 13, 2026

Abstract

Objective: To investigate the effects and dimensions of preoperative vitamin D levels on perioperative cognitive function in elderly patients. **Methods:** 119 elderly patients who underwent knee/hip replacement surgery at the Fourth Affiliated Hospital of School of Medicine, Zhejiang University from December 2023 to June 2025 were included. Preoperative serum vitamin D levels were measured. Perioperative cognitive function was assessed using MMSE, MoCA, and TMT-A. Vitamin D levels and deficiency were compared between dementia and non-dementia groups. **Results:** 27 patients (22.7%) had preoperative vitamin D deficiency, and 31 patients (26.1%) had preoperative dementia. The proportion of vitamin D deficiency was higher in the dementia group ($P = 0.013$), and there was a correlation between the two groups ($\Phi = 0.227$). The vitamin D deficiency group had poorer preoperative cognitive function (lower MMSE and MoCA, longer TMT-A time, $P < 0.05$). Vitamin D levels were positively correlated with immediate memory, attentional calculation ability, visuospatial executive function, and naming ability ($P < 0.05$), but not with postoperative delirium or postoperative cognitive decline. **Conclusion:** Vitamin D deficiency is associated with preoperative dementia in elderly patients, specifically in terms of immediate memory, attention and calculation ability, visuospatial and executive function, and naming ability.

Keywords

Perioperative Cognitive Dysfunction, Dementia, Postoperative Delirium, Postoperative Cognitive Decline, Vitamin D

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

围手术期神经认知障碍(PND)是指在术前或术后发生认知障碍或改变的总称包括术前诊断的认知功能障碍(神经认知障碍, NCD)、急性事件(术后谵妄, POD)、术后 30 天(延迟神经认知恢复)或 12 个月(术后 NCD)后诊断的认知功能下降术后认知功能障碍(POCD) [1]。围术期认知功能障碍造成了不良影响, 如增加患者术后并发症、延长住院时间、增加社会和经济援助负担以及较高的死亡率[2], 甚至可能增加阿尔兹海默症患病率风险[3]。目前, PND 发病机制仍不明确, 仍需进一步深入研究。

近年来, 维生素 D 对认知功能的保护作用备受关注[4]。已有研究证实, 维生素 D 可透过血脑屏障, 通过直接调控神经递质系统、调节关键代谢酶表达, 发挥明确的神经营养支持作用[5], 并且维生素 D 受体广泛存在于大脑各个区域, 比如海马体、大脑皮层、边缘系统等与记忆相关的脑区[6], 但临床上针对维生素 D 对认知功能的保护作用存在争议, 相关研究结论尚未统一。目前已知围术期认知功能障碍有很多危险因素, 包括年龄[7]、学历[8]、手术创伤[9]、APOE 基因[10]等等, 但围术期患者体内维生素 D 水平与 PND 发病的关联性, 目前尚未得到充分的实验研究与临床证实。

髌髁置换术是老年患者(≥ 65 岁)常见的骨科手术, 该群体容易发生术后认知功能下降, 是 PND 的高

危人群。本研究在老年髌髌置换术患者中探索维生素 D 水平与围术期认知功能状态的相关性,明确维生素 D 缺乏对 PND 的影响及其影响的维度,为今后补充维生素 D 保护认知功能、预防及治疗 PND 提供相关的临床依据。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

本研究纳入 2023 年 11 月~2025 年 8 月入住浙江大学医学院第四附属医院骨科行膝/髌置换术的老年患者(年龄 ≥ 65 岁)。纳入标准:① 年龄 ≥ 65 岁;② 行膝/髌置换手术;③ ASA 分级 2~3 级;④ 已签署知情同意书的患者。排除标准:① 急诊手术、术后 24 h 内发生脑出血、死亡、肺栓塞或转入重症监护室(ICU)的患者;② 视力、听力或沟通障碍的患者;③ 伴有急性心梗、近期脑卒中的患者,或大面积脑梗史影响认知评估。

2.2. 实验方法

在术前 1 天和术后 5 天对患者进行随访,使用简易精神状态检查量表(Mini-Mental State Examination, MMSE)、蒙特利尔认知评估量表(Montreal Cognitive Assessment, MoCA)和连线测试 A 部分(Making Test Part A, TMT-A)评估患者的认知功能。术前根据 MMSE 评分标准筛查痴呆:文盲术前 MMSE 得分 ≤ 17 分,小学程度术前 MMSE ≤ 20 分,中学程度(包括中专)术前 MMSE ≤ 24 分,大学程度(包括大专)术前 MMSE ≤ 26 分。

术后谵妄(POD):术后 3 天内随访患者,使用 CAM 量表评估,诊断标准按照 CAM 严格执行。术后认知功能下降(POCD):所有患者术后 5 天的量表得分,减去其自身术前 1 天基线得分后下降分值超过正常人群的 1 个标准差(去除痴呆人群后)时,诊断为术后认知功能下降。

在手术前空腹状态下抽取患者静脉血,抽血 1 小时内及时离心,离心后血清储存在 -80°C 的冰箱中,送检至杭州迪安医学检验中心检测血清 25-羟基维生素 D (VD (25-OH))。本研究使用罗氏 cobas c701 全自动生化分析仪,通过液相色谱串联质谱法(LC-MS/MS)检测空腹血清。维生素 D 水平参考区间:血清 25-羟基维生素 D < 12.00 ng/ml 为缺乏, $\geq 12.00 \sim < 20$ ng/ml 为不足, ≥ 20 ng/ml 为正常。质量控制指标:总的允许误差是 25%,检测下限是 5.0 ng/ml,试剂盒批号为 M2404006。

2.3. 观察指标

2.3.1. 一般资料及实验室指标

收集纳入患者的临床资料,包括:(1) 人口统计学特征,包括年龄、性别、学历、既往病史(高血压、糖尿病、冠心病、肝肾疾病等)、维生素 D 服用情况及白蛋白等指标。(2) 术前术后认知量表评分:MMSE、MoCA、TMT-A。(3) 术前 1 天维生素 D 水平。

2.3.2. 主要观察指标

- 1) 术前维生素 D 水平与术前痴呆关系。
- 2) 术前维生素 D 缺乏与认知功能各维度及 PND 相关性。

2.4. 统计学处理

统计分析采用 SPSS 26.0 软件进行,计量资料中符合正态分布的数据用均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm \text{SD}$)表示,运用独立样本 t 检验进行组间比较;非正态分布的数据用中位数(四分位区间)表示,用非参数检验 Mann-Whitney U 检验对两组进行了对比。比较分类变量之间的关联性(组间比较),采取卡方检验(χ^2)。比

较定量数据的关联性，若满足双变量正态分布、线性关系、方差齐性则选择皮尔逊相关分析；若不满足三者之一，则应用斯皮尔曼秩相关分析。双尾检测， $\alpha=0.05$ ， $\beta=0.20$ ， $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

3 结果

3.1. 入组患者认知功能状态和维生素 D 水平

共 127 例患者纳入观察，其中 1 例患者因术后可疑肺栓塞退出观察随访、2 例患者因为术后不配合量表随访、5 例因拒绝术后样本采集退出实验，共 119 例患者完成随访，患者一般情况见表 1。其中 31 例(26.1%)患者使用 MSSE 筛查为痴呆。总体患者血清维生素 D 水平 17.17 (11.37, 23.68) ng/ml，其中 27 例(22.7%)患者存在维生素 D 缺乏，40 例(33.6%)患者为维生素 D 不足，52 例(43.7%)患者维生素 D 正常(见图 1)。

3.2. 术前痴呆组与术前非痴呆组患者比较

3.2.1. 术前痴呆组和术前非痴呆组一般资料比较

本研究分别对术前痴呆组和非痴呆组一般情况(基线特点、共存病)进行了比较，各部分均为观察到统计学差异。

Table 1. General characteristics of patients grouped by preoperative cognitive status

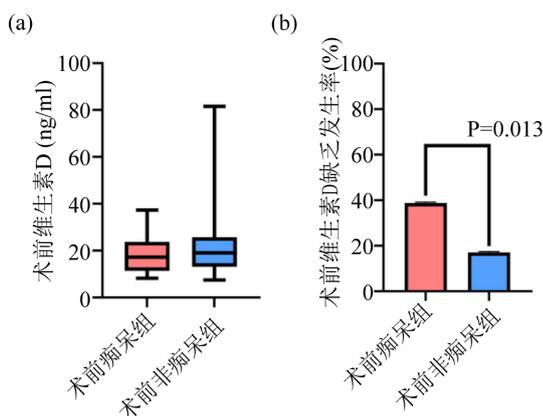
表 1. 术前认知状态分组患者一般情况

	总共(n = 119)	术前痴呆组(n = 31)	术前非痴呆组(n = 88)	P
基线特点				
年龄(岁)	71.00 (67.00, 73.00)	71.00 (67.00, 75.00)	71.00 (67.00, 72.75)	0.846
男性, n (%)	40 (33.6)	8 (25.8)	32 (36.4)	0.285
BMI (kg/m ²)	25.29 ± 3.50	25.31 ± 3.83	25.28 ± 3.40	0.966
学历, n (%)				0.497
文盲, n (%)	21 (17.7)	4 (12.9)	17 (19.3)	
小学, n (%)	68 (57.1)	17 (54.8)	51 (58.0)	
中学, n (%)	30 (25.2)	10 (32.3)	20 (22.7)	
ASA 分级				0.434
II 级, n (%)	76 (63.9)	18(58.1)	58(65.9)	
III 级, n (%)	43(36.1)	13(41.9)	30(34.1)	
共存病				
高血压, n (%)	64 (53.8)	19 (61.3)	45 (51.1)	0.329
糖尿病, n (%)	23 (19.3)	4 (12.9)	19 (21.6)	0.292
冠心病, n (%)	11 (9.2)	2 (6.5)	9 (10.2)	0.726
脑梗史, n (%)	9 (7.6)	3 (9.7)	6 (6.8)	0.695

所有数据以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm SD$)、中位数(四分位区间)或例数(%)表示; BMI: 体重指数; ASA: 美国麻醉医师协会体格状态分级。

3.2.2. 术前痴呆组与术前非痴呆组围术期维生素 D 水平比较

本研究发现术前痴呆组的维生素 D 水平与非痴呆组相比偏低，并且术前痴呆组中的维生素 D 缺乏发生率高于非痴呆组(38.7% vs 17.0%, $P = 0.013$)。



(a) 术前痴呆组和非痴呆组的维生素 D 水平, 柱体表示 P25-P75, 横线表示中位数; (b) 比较术前痴呆组和非痴呆组的维生素 D 缺乏比例。红色代表术前痴呆组, 蓝色代表术前非痴呆组; *代表 $P < 0.05$, 差异有统计学意义。

Figure 1. Correlation analysis of vitamin d levels and dementia

图 1. 维生素水平与痴呆的相关性分析

3.3. 术前维生素 D 缺乏组与非缺乏组患者比较

3.3.1. 术前维生素 D 缺乏组和术前维生素 D 非缺乏组一般资料比较

术前维生素 D 缺乏组和非缺乏组的性别/年龄/受教育程度等一般情况无差异, 详见表 2。

Table 2. General characteristics of patients grouped by preoperative vitamin D levels

表 2. 术前 VD 水平分组患者一般情况

	总共(n = 119)	术前 VD 缺乏组(n = 27)	术前 VD 非缺乏组(n = 92)	P
基线特点				
年龄(岁)	71.00 (67.00, 73.00)	71.00 (67.00, 75.00)	71.00 (67.25, 72.75)	0.791
男性, n (%)	39 (32.8)	5 (18.5)	34 (37.0)	0.073
BMI (kg/m ²)	25.29 ± 3.50	24.94 ± 3.06	25.39 ± 3.63	0.556
学历, n (%)				0.121
文盲, n (%)	21 (17.7)	8 (29.6)	13 (14.1)	
小学, n (%)	68 (57.1)	15 (55.6)	53 (57.6)	
中学, n (%)	30 (25.2)	4 (14.8)	26 (28.3)	
ASA 分级				0.571
II 级, n (%)	76 (63.9)	16 (59.3)	60 (65.2)	
III 级, n (%)	43 (36.1)	11 (40.7)	32 (34.8)	
共存病				
高血压, n (%)	64 (53.8)	15 (55.6)	49 (53.3)	0.833
糖尿病, n (%)	23 (19.3)	4 (14.8)	19 (20.7)	0.499
冠心病, n (%)	11 (9.2)	2 (7.4)	9 (9.8)	1.000
脑梗史, n (%)	9 (7.6)	4 (14.8)	5 (5.4)	0.117

所有数据以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm SD$)中位数(四分位区间)或例数(%)表示; BMI: 体重指数。

3.3.2. 术前维生素 D 缺乏组与术前维生素 D 非缺乏组围术期认知功能比较

与维生素 D 非缺乏组相比, 维生素 D 缺乏组患者术前 MMSE 总分、即刻记忆、注意力与计算力分项得分, 术前 MoCA 总分、视空间与执行功能、命名、注意力分项得分, 以及术后 MMSE 即刻记忆、注意力与计算力分项得分、术后 MoCA 注意力分项得分均更低, 组间差异均具有统计学意义。同时, 维生素 D 缺乏组患者术前及术后 TMT-A 完成时间均更长, 差异亦具有统计学意义, 详见表 3。

Table 3. Perioperative cognitive function scores and changes in patients with and without preoperative vitamin d deficiency
表 3. 术前 VD 缺乏与非缺乏患者围术期认知功能评分及变化

	总共(n = 119)	术前 VD 非缺乏组(n = 92)	术前 VD 缺乏组(n = 27)	P
术前 MMSE	23.00 (20.00, 26.00)	24.00 (21.00, 26.00)	22.0 (18.00, 23.00)	0.006*
定向力	8.00 (7.00, 9.00)	8.50 (7.00, 9.00)	8.00 (7.00, 9.00)	0.144
即刻记忆	3.00 (2.00, 3.00)	3.00 (2.00, 3.00)	2.00 (2.00, 3.00)	0.003*
注意力和计算力	4.00 (3.00, 5.00)	4.00 (3.00, 5.00)	3.00 (2.00, 4.00)	0.003*
延迟记忆	1.00 (0.00, 2.00)	1.00 (1.00, 2.00)	1.00 (0.00, 2.00)	0.096
语言	7.00 (6.00, 7.00)	7.00 (6.00, 7.00)	7.00 (6.00, 7.00)	0.652
视空间	0.00 (0.00, 1.00)	1.00 (0.00, 1.00)	0.00 (0.00, 1.00)	0.346
术前 MoCA	17.00 (13.00, 20.00)	18.00 (13.00, 20.00)	15.00 (10.00, 18.00)	0.045*
视空间与执行力	2.00 (1.00, 3.00)	2.00 (1.00, 3.00)	1.00 (1.00, 2.00)	0.040*
命名	3.00 (2.00, 3.00)	3.00 (2.00, 3.00)	2.00 (1.00, 3.00)	0.038*
注意力	5.00 (3.00, 6.00)	5.00 (3.00, 6.00)	4.00 (1.00, 5.00)	0.049*
语言	1.00 (0.00, 2.00)	1.00 (1.00, 2.00)	1.00 (0.00, 2.00)	0.721
抽象	0.00 (0.00, 1.00)	0.00 (0.00, 1.00)	0.00 (0.00, 1.00)	0.522
延迟回忆	0.00 (0.00, 2.00)	0.00 (0.00, 2.00)	0.00 (0.00, 2.00)	0.413
定向力	5.00 (5.00, 6.00)	5.00 (5.00, 6.00)	5.00 (4.00, 6.00)	0.324
术前 TMT-A, 秒	95.00 (69.00, 125.00)	89.00 (65.00, 112.75)	114.00 (93.00, 157.00)	0.003*
术后 MMSE	24.00 (22.00, 26.00)	25.00 (22.50, 26.50)	23.50 (19.50, 26.00)	0.061
定向力	8.00 (7.00, 9.00)	8.00 (7.00, 9.00)	8.00 (7.00, 9.00)	0.726
即刻记忆	3.00 (3.00, 3.00)	3.00 (3.00, 3.00)	3.00 (2.00, 3.00)	0.008*
注意力和计算力	4.00 (2.00, 5.00)	4.00 (3.00, 5.00)	3.00 (2.00, 4.00)	0.037*
延迟记忆	2.00 (1.00, 3.00)	2.00 (2.00, 3.00)	2.00 (1.00, 3.00)	0.305
语言	7.00 (6.00, 7.00)	7.00 (6.00, 7.00)	7.00 (6.00, 7.00)	0.549
视空间	1.00 (0.00, 1.00)	1.00 (0.00, 1.00)	0.50 (0.00, 1.00)	0.218
术后 MoCA	16.64 ± 4.95	17.04 ± 4.51	15.65 ± 5.86	0.168
视空间与执行力	2.00 (1.00, 3.00)	2.00 (1.00, 3.00)	2.00 (1.00, 3.00)	0.323
命名	2.00 (2.00, 3.00)	2.00 (2.00, 3.00)	2.00 (1.00, 3.00)	0.326
注意力	4.00 (3.00, 6.00)	5.00 (3.00, 6.00)	3.00 (2.75, 5.25)	0.037*
语言	1.00 (1.00, 2.00)	1.00 (1.00, 2.00)	1.00 (0.00, 2.00)	0.101
抽象	1.00 (0.00, 1.00)	1.00 (0.00, 1.00)	1.00 (0.00, 1.00)	0.726
延迟回忆	1.00 (0.00, 2.00)	1.00 (0.00, 2.00)	1.00 (0.00, 2.50)	0.751
定向力	5.00 (4.00, 6.00)	5.00 (4.00, 6.00)	5.00 (4.00, 6.00)	0.678
术后 TMT-A, 秒	87.00 (66.00, 118.00)	84.50 (60.75, 110.00)	106.00 (83.00, 137.00)	0.006*
术后 POD, n (%)	19 (16.0)	13 (14.1)	6 (22.2)	0.371
术后 POCD, n (%)	37 (31.1)	28 (30.4)	9 (33.3)	0.775

所有数据以中位数(四分位区间)和例数(%)表示; *表示 $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

3.3.3. 术前维生素 D 水平与术前认知量表总分和各维度得分的相关性分析

术前血清维生素 D 水平与术前 MMSE 即刻记忆、注意力和计算力得分, 以及术前 MoCA 视空间与执行功能、命名得分均呈弱至中等程度的正相关, 且相关性具有统计学意义, 详见表 4。

Table 4. Correlation analysis of preoperative vitamin D with total and subdomain scores of preoperative cognitive scales
表 4. 术前维生素 D 与术前认知量表总分和各部分得分相关性分析

	相关系数(r)	P
术前 MMSE	0.205	0.025*
定向力	0.055	0.555
即刻记忆	0.243	0.008*
注意力和计算力	0.233	0.011*
延迟记忆	0.077	0.406
语言	0.079	0.392
视空间	0.107	0.245
术前 MoCA	0.138	0.134
视空间与执行	0.182	0.048*
命名	0.193	0.036*
注意力	0.115	0.213
语言	0.023	0.803
抽象	0.057	0.535
延迟回忆	0.029	0.754
定向	0.059	0.525

*表示 $P < 0.05$ 差异有统计学意义。MMSE: 简易精神状态检查表 MoCA: 蒙特利尔认知评估量表。

4. 讨论

本研究纳入 119 例 65 岁以上行膝/髌置换术的老年人, 筛查术前痴呆患者 31 例(26.05%), 共 27 例(22.7%)患者存在维生素 D 水平缺乏, 且术前痴呆患者的维生素 D 缺乏比例高于非痴呆组患者(38.17% vs. 17.05%, $P = 0.013$) (见图 1)。与术前维生素 D 非缺乏组相比, 术前维生素 D 缺乏组的 MMSE 总分更低 [22.00 (18.00, 23.00)分 vs. 24.00 (21.00, 26.00)分, $P = 0.006$], 术前 MoCA 总分更低 [15.00 (10.00, 18.00)分 vs. 18.00 (13.00, 20.00)分, $P = 0.045$], 且 TMT-A 量表所花费的时间更长 [114.00 (93.00, 157.00)秒 vs. 89.00 (65.00, 112.75)秒, $P = 0.003$]。此外, 我们发现维生素 D 缺乏主要影响认知功能以下维度: MMSE 即刻记忆($P = 0.003$)、MMSE 注意力和计算力($P = 0.003$)、MoCA 视空间和执行力($P = 0.040$)、MoCA 命名($P = 0.038$)、MoCA 注意力($P = 0.049$)。由此得出, 术前维生素 D 缺乏状态与术前痴呆存在相关性, 整体认知功能较差, 并明确术前维生素 D 水平与术前 MMSE 即刻记忆($P = 0.008$, $r = 0.243$)、MMSE 注意力和计算力($P = 0.011$, $r = 0.233$)、MoCA 视空间与执行力($P = 0.048$, $r = 0.182$)及 MoCA 命名($P = 0.035$, $r = 0.193$)均呈正相关。本研究结果明确维生素 D 缺乏与老年人认知功能障碍是密切相关的。

本研究发现术前痴呆组(31 例)维生素 D 水平 [17.17 (11.37, 23.68) ng/ml] 略低于非痴呆组(88 人) [19.02 (13.10, 25.69) ng/ml], 但差异不具有统计学意义($P = 0.155$)。但术前痴呆患者维生素 D 缺乏的比例显著更高(38.71% vs. 17.05%, $P = 0.013$), 维生素 D 缺乏与认知水平(痴呆)密切相关。这种现象可能与以下因素

有关：(1) 维生素 D 与认知功能的阈值效应：维生素 D 对神经保护、抗炎、抗氧化及突触功能的影响可能并非严格线性剂量 - 反应关系，而是存在临界阈值：当水平低于某一切点时，认知损害风险明显升高；在阈值以上，水平小幅波动对认知状态的影响可能相对有限。此结果与一项针对社区居住成年人的研究相似：其横断面与纵向分析中发现，血液 25(OH)D 浓度与整体认知功能呈非线性相关，且该非线性关联同样存在于记忆表现维度，提示维生素 D 与认知功能的关系并非简单线性剂量 - 反应模式[11]；(2) 样本分布与统计效能差异：连续变量分析易受极端值、分布偏态及样本量限制影响，统计效能相对较低；以维生素 D 缺乏进行二分类分组更贴合临床实践与病理生理分界，能更敏感地捕捉高危亚组的差异。(3) 本研究发现术前痴呆组的维生素 D 水平与非痴呆组相比有较低趋势，但样本量较少无统计学差异。扩大样本量分析可能得到阳性结果。本研究明确维生素 D 缺乏与痴呆密切相关。

有研究报道在中国老年人群中，有近 70%~90%的比例处在一个维生素 D 状态欠佳的状态[12]，该数据与我们研究统计相符。在我们研究中，有 27 例(22.7%)患者存在维生素 D 缺乏，40 例(33.6%)患者存在维生素 D 不足，共有 56.3%患者是非正常维生素 D 水平。老年女性患者更容易发生维生素 D 缺乏[13]，我们的数据显示维生素 D 缺乏组女性占 81.5%，而且骨科患者女性较多(占 67.2%)。

无论术前维生素 D 缺乏与否，我们均采用 MMSE、MoCA 及 TMT-A 量表全面评估两组术前认知功能。与维生素 D 非缺乏组相比，术前维生素 D 缺乏组 MMSE 总分、MoCA 总分均显著降低且反映注意力与执行效率的 TMT-A 完成时间更长，提示维生素 D 缺乏与术前整体认知水平下降相关。在认知亚项分析中，维生素 D 缺乏组在多个关键认知领域表现更差：MMSE 即刻记忆($P = 0.003$)、MMSE 注意力与计算力($P = 0.003$)得分显著降低；MoCA 视空间与执行功能($P = 0.040$)、命名能力($P = 0.038$)及注意力($P = 0.049$)得分亦显著低于非缺乏组。上述结果提示，术前维生素 D 缺乏并非仅与整体认知相关，而是更特异性地影响记忆、注意力、计算、视空间执行及命名等多个核心认知域，尤其对记忆与注意力的损害更为显著。目前补充维生素 D 与改善认知功能的研究结果存在争议：有研究显示老年人群每日补充 400 IU 维生素 D₃、持续 3 个月可提高 MMSE 评分[14]；但另有研究表明，短期补充对基础无认知障碍的 60 岁及以上人群的 MoCA 评分无显著影响($P = 0.186$) [15]。导致各种临床结果实验结果不同可能与以下因素相关：首先，研究人群基础认知状态与维生素 D 水平是关键影响因素。有研究表明，补充维生素 D 对成年人整体认知功能具有轻微但统计学显著的积极作用；其中，对基础维生素 D 缺乏人群及认知功能易感人群的改善效果更为突出[16]。所以针对不存在认知功能下降或维生素 D 缺乏的患者，补充维生素 D 很难产生阳性结果。本研究显示维生素 D 缺乏与认知功能下降相关，针对这类人群补充维生素 D 是否可以改善认知功能需要进一步临床研究证实。其次，补充剂量、疗程及形式也影响效果。短期、低剂量补充难以使血清 25(OH)D 达到有效阈值，且老年、术前患者的吸收能力及合并用药等，也可能影响补充效果。机制上，维生素 D 活性代谢产物可通过结合中枢 VDR 保护神经细胞、减轻神经炎症，还能改善脑血流、调节钙稳态，这些机制支持本研究发现的维生素 D 缺乏与认知功能下降相关的这一结果。今后，仍需进一步探讨如何进行补充维生素 D 改善老年患者认知状态的临床研究。

我们比较了术前维生素 D 缺乏组和非缺乏组的术后 POD 和 POCD 的发生率，结果显示：虽然术前维生素 D 缺乏组的 POD 和 POCD 有高于非缺乏组趋势(分别是 22.22% vs. 14.13%、33.33% vs. 30.43%， $P > 0.05$)，但在我们所观察的时间窗内和我们定义下的 POD/POCD 差异无统计学意义。有研究报道胃肠道肿瘤手术的老年人患者术后 7 天 POCD 的发生率有 46.7% [5]，远高于我们研究所统计的 POCD 发生率。POCD 的发生率不同可能与不同手术类型、不同测量时间以及采用不同认知量表诊断相关。有综述报道：搜集了 7 项相关研究，共 2673 名患者，研究术前维生素 D 水平与术后 POD/POCD 患病的关系，发现术前维生素 D 缺乏(VDD)会增加发生 POD/POCD 的风险[比值比(OR) = 1.54, 95%置信区间(CI): 1.21~1.97, $P < 0.01$; $I^2 = 29.2\%$; 95%预测区间(PI): 0.89~2.67] [17]。这些研究结果显示维生素 D 缺乏可

能与术后认知功能下降密切相关。根据患者住院时间,本研究在术后 5 天的再次测量各量表可能会因为学习效应导致术后分数较高,降低了诊断 POCD 的发生率。

本研究有一定的局限性:1) 样本量较小、单中心,均为骨科患者可能存在一定偏倚,未来需通过更大样本的研究进一步验证。2) 也在术后 1 天进行维生素 D 监测,发现术后维生素 D 水平下降,但未对此结果在此讨论。3) 本研究是一项筛查研究,研究认知功能状态仅使用 MMSE、MoCA,并不是标准的 POCD 多维度多量表分析。基于本研究的发现和局限性,未来可开展多中心、大样本前瞻性研究,设计维生素 D 补充的干预对照试验,探索补充维生素 D 的最佳剂量、干预时机等。此外,结合中国老年人维生素 D 缺乏的高发性[18],建议将维生素 D 水平检测与认知功能评估纳入老年人健康管理,对维生素 D 缺乏患者及时采取针对性干预措施,以改善患者认知功能与整体康复。

5. 结论

本研究明确术前维生素 D 缺乏与术前痴呆密切相关,且影响认知功能的即刻记忆、注意力与计算力、视空间与执行功能、命名能力及注意力等维度。未发现维生素 D 缺乏增加 POD 或 POCD 的发生率。

致 谢

感谢基金项目——2020 年浙江省医药卫生科技计划面上项目(2020KY626)的支持。

参考文献

- [1] Evered, L., Silbert, B., Knopman, D.S., Scott, D.A., DeKosky, S.T., Rasmussen, L.S., *et al.* (2018) Recommendations for the Nomenclature of Cognitive Change Associated with Anaesthesia and Surgery—2018. *British Journal of Anaesthesia*, **121**, 1005-1012. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2017.11.087>
- [2] Liu, B., Huang, D., Guo, Y., Sun, X., Chen, C., Zhai, X., *et al.* (2022) Recent Advances and Perspectives of Postoperative Neurological Disorders in the Elderly Surgical Patients. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, **28**, 470-483. <https://doi.org/10.1111/cns.13763>
- [3] Zhao, Q., Wan, H., Pan, H. and Xu, Y. (2024) Postoperative Cognitive Dysfunction—Current Research Progress. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, **18**, Article 1328790. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2024.1328790>
- [4] Gáll, Z. and Székely, O. (2021) Role of Vitamin D in Cognitive Dysfunction: New Molecular Concepts and Discrepancies between Animal and Human Findings. *Nutrients*, **13**, Article 3672. <https://doi.org/10.3390/nu13113672>
- [5] Zhang, J., Zhang, X., Yang, Y., Zhao, J. and Yu, Y. (2022) Correlation Analysis of Serum Vitamin D Levels and Postoperative Cognitive Disorder in Elderly Patients with Gastrointestinal Tumor. *Frontiers in Psychiatry*, **13**, Article 893309. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.893309>
- [6] Eyles, D.W., Smith, S., Kinobe, R., Hewison, M. and McGrath, J.J. (2005) Distribution of the Vitamin D Receptor and 1 α -Hydroxylase in Human Brain. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, **29**, 21-30. <https://doi.org/10.1016/j.jchemneu.2004.08.006>
- [7] Travica, N., Lotfaliany, M., Marriott, A., Safavynia, S.A., Lane, M.M., Gray, L., *et al.* (2023) Peri-Operative Risk Factors Associated with Post-Operative Cognitive Dysfunction (POCD): An Umbrella Review of Meta-Analyses of Observational Studies. *Journal of Clinical Medicine*, **12**, Article 1610. <https://doi.org/10.3390/jcm12041610>
- [8] Feinkohl, I., Winterer, G., Spies, C.D. and Pischon, T. (2017) Cognitive Reserve and the Risk of Postoperative Cognitive Dysfunction. *Deutsches Ärzteblatt International*, **114**, 110-117. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2017.0110>
- [9] Fernandez, L.G., Shan, W., Terkawi, A.S., Yerra, S. and Zuo, Z. (2025) Surgery May Be a Major Contributor for Postoperative Delirium in Patients with Elective Thoracic Aortic Aneurysm Procedures. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, **31**, e70509. <https://doi.org/10.1111/cns.70509>
- [10] Riedel, B.C., Thompson, P.M. and Brinton, R.D. (2016) Age, APOE and Sex: Triad of Risk of Alzheimer's Disease. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, **160**, 134-147. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2016.03.012>
- [11] Harse, J.D., Marriott, R.J., Zhu, K., Murray, K. and Bucks, R.S. (2023) Vitamin D Status and Cognitive Performance in Community-Dwelling Adults: A Dose-Response Meta-Analysis of Observational Studies. *Frontiers in Neuroendocrinology*, **70**, Article 101080. <https://doi.org/10.1016/j.yfme.2023.101080>
- [12] Wu, W., Zhou, J. and Yang, L. (2025) Surveillance and Evaluation of Vitamin D Nutrition and Its Health Impact in

-
- Chinese Older Adults. *The Journal of Nutrition*, **155**, 1031-1040. <https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2025.01.030>
- [13] Hu, Y., Wang, R., Mao, D., Chen, J., Li, M., Li, W., *et al.* (2023) Vitamin D Status and Associated Factors of Older Adults in the Cross-Sectional 2015-2017 Survey. *Nutrients*, **15**, Article 4476. <https://doi.org/10.3390/nu15204476>
- [14] Beauchet, O., Launay, C., Galery, K., Vilcoq, C., Dontot-Payen, F., Rousseau, B., *et al.* (2019) Effects of Vitamin D and Calcium Fortified Yogurts on Gait, Cognitive Performances, and Serum 25-Hydroxyvitamin D Concentrations in Older Community-Dwelling Females: Results from the Gait, Memory, Dietary and Vitamin D (GAME-D2) Randomized Controlled Trial. *Nutrients*, **11**, Article 2880. <https://doi.org/10.3390/nu11122880>
- [15] Aspell, N., Healy, M., Mc Partlin, J., Lawlor, B.A. and O'Sullivan, M. (2017) Effects of Vitamin D Supplementation on Cognitive Function in Healthy, Community Dwelling Older Adults: Results from a Randomised Double-Blind Placebo-Controlled Pilot Trial. *Proceedings of the Nutrition Society*, **76**, E59. <https://doi.org/10.1017/s002966511700132x>
- [16] Chen, W.Y., Cheng, Y.C., Chiu, C.C., Liu, H.C., *et al.* (2024) Effects of Vitamin D Supplementation on Cognitive Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neuropsychology Review*, **34**, 568-580. <https://doi.org/10.1007/s11065-023-09598-z>
- [17] Hung, K.C., Wang, L.K., Lin, Y.T., Yu, C.H., *et al.* (2022) Association of Preoperative Vitamin D Deficiency with the Risk of Postoperative Delirium and Cognitive Dysfunction: A Meta-Analysis. *Journal of Clinical Anesthesia*, **79**, Article 110681. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2022.110681>
- [18] Zhang, W., Stoecklin, E. and Eggersdorfer, M. (2013) A Glimpse of Vitamin D Status in Mainland China. *Nutrition*, **29**, 953-957. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.01.010>