

• 论 著 •

血清维生素 D 水平对 HIV-1 感染者的影响研究*

彭勇权¹, 曹旭健¹, 汪雅婷¹, 曾紫微², 余维维², 王敏^{2△}

(1. 南华大学衡阳医学院长沙市第一医院研究生协作培养基地, 湖南 衡阳 421001;

2. 长沙市第一医院艾滋病研究所, 湖南 长沙 410005)

[摘要] 目的 探讨血清维生素 D 水平对人类免疫缺陷病毒 1 型(HIV-1)感染者的影响。方法 选取 2021 年 1 月至 2023 年 7 月长沙市第一医院接受 HIV-1 DNA 检测的经治 HIV-1 感染者 411 例, 对其中 92 例维生素 D 缺乏的感染者进行补充试验, 并按自愿原则分为研究组(42 例)和对照组(50 例)。分析不同特征 HIV-1 感染者维生素 D 缺乏情况, 比较 2 组血清维生素 D 水平、T 细胞亚群水平、HIV-1 DNA 水平, 并分析血清维生素 D 水平与 T 细胞亚群、HIV-1 DNA 水平相关性。结果 不同年龄段、抗反转录病毒治疗(ART)疗程、CD8⁺T 细胞计数水平及 CD4/CD8 比值 HIV-1 感染者血清维生素 D 缺乏率比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。≥40 岁 HIV-1 感染者维生素 D 缺乏率明显低于 <40 岁感染者, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。血清维生素 D 水平与 CD8⁺T 细胞计数水平呈负相关($r = -0.2510, P < 0.05$), 与 CD4/CD8 比值呈正相关($r = 0.1726, P < 0.05$), 而与 CD4⁺T 细胞计数水平无显著相关性($P > 0.05$)。血清维生素 D 水平与 HIV-1 DNA 水平呈负相关($r = -0.1022, P < 0.05$), 与 ART 疗程呈正相关($r = 0.1274, P < 0.05$)。2 组基线血清维生素 D、T 细胞亚群水平比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。随访 48 周时, 研究组血清维生素 D、CD4⁺T 细胞计数、CD8⁺T 细胞计数水平高于基线时, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 而对照组仅维生素 D 水平高于基线时($P = 0.007$), CD4⁺T、CD8⁺T 细胞计数水平和 CD4/CD8 比值与基线时比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。随访 48 周时, 研究组血清维生素 D、CD8⁺T 细胞计数水平高于对照组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。结论 青年和 ART 早期的 HIV-1 感染者血清维生素 D 水平相对较低, 补充维生素 D3 可改善其免疫功能, 降低病毒储存水平。

[关键词] 人类免疫缺陷病毒; 维生素 D; 免疫功能; 病毒储存库

DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2024.15.001

中图法分类号: R373.9

文章编号: 1009-5519(2024)15-2521-05

文献标识码: A

Effect of serum vitamin D levels on HIV-1 infected individuals*

PENG Yongquan¹, CAO Xujian¹, WANG Yating¹, ZENG Ziwei², YU Weiwei², WANG Min^{2△}

(1. Graduate Collaborative Training Base, the First Hospital of Changsha and Hengyang Medical College, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China; 2. The Institute of HIV/AIDS, the First Hospital of Changsha, Changsha, Hunan 410005, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the influence of serum vitamin D levels on individuals infected with human immunodeficiency virus type 1(HIV-1). **Methods** A total of 411 treated HIV-1 infected patients undergoing HIV-1 DNA testing at the First Hospital of Changsha from January 2021 to July 2023 were included. Among them, 92 infected individuals with vitamin D deficiency were subjected to supplementary test and divided into study group(42 cases) and control group(50 cases) according to voluntary basis. Analysis included assessment of vitamin D deficiency across different demographic and clinical characteristics of HIV-1 infected individuals, comparison of serum vitamin D levels, T-cell subset levels, and HIV-1 DNA levels between the two groups, and correlation analysis of serum vitamin D levels with T-cell subsets and HIV-1 DNA levels. **Results** Significant differences in serum vitamin D deficiency rates were observed among HIV-1 infected individuals across different age groups, antiretroviral therapy(ART) durations, CD8⁺T-cell counts, and CD4/CD8 ratios($P < 0.05$). Individuals aged ≥40 years exhibited significantly lower rates of vitamin D deficiency compared to those aged <40 years($P < 0.05$). Serum vitamin D levels were negatively correlated with CD8⁺T-cell counts($r = -0.2510, P < 0.05$), positively correlated with CD4/CD8 ratios($r = 0.1726, P <$

* 基金项目: 湖南省创新型省份建设专项经费资助项目(2020SK21361)。

作者简介: 彭勇权(1995—), 硕士研究生, 主要从事艾滋病研究。△ 通信作者, E-mail: wangmin2828@163.com。

0.05), and showed no significant correlation with $CD4^+$ T-cell counts ($P > 0.05$). Serum vitamin D levels were negatively correlated with HIV-1 DNA levels ($r = -0.1022, P < 0.05$) and positively correlated with ART duration ($r = 0.1274, P < 0.05$). There were no statistically significant differences in baseline serum vitamin D levels and T-cell subset levels between the study and control groups ($P > 0.05$). At the 48-week follow-up, the study group showed significantly higher levels of serum vitamin D, $CD4^+$ T-cell counts, and $CD8^+$ T-cell counts compared to baseline ($P < 0.05$), whereas the control group exhibited only higher serum vitamin D levels compared to baseline ($P = 0.007$). Comparison of $CD4^+$ T-cell counts, $CD8^+$ T-cell counts, and $CD4/CD8$ ratios between the two groups at 48 weeks did not show statistically significant differences ($P > 0.05$). At the 48-week follow-up, the study group had significantly higher serum vitamin D and $CD8^+$ T-cell counts compared to the control group ($P < 0.05$). **Conclusion** Younger individuals and those in early stages of ART with HIV-1 infection tend to have relatively lower serum vitamin D levels. Supplementation with vitamin D3 may improve immune function and reduce viral reservoir levels.

[Key words] Human immunodeficiency virus; Vitamin D; Immune function; Viral repository

抗反转录病毒治疗(ART)的规范化应用有效地抑制了人类免疫缺陷病毒 1 型(HIV-1)感染者体内 HIV 的复制,显著延长了患者生命,但 ART 始终不能完全清除 HIV-1^[1-2]。尽管 HIV-1 感染者长期规律地接受 ART 治疗,但与 HIV-1 阴性人群相比,HIV-1 感染者罹患非获得性免疫缺陷综合征(AIDS)相关疾病的风险会显著增高(如骨骼、中枢神经、心血管等疾病),并对 HIV-1 感染者整体生存质量和长期临床预后产生重要影响^[1-2]。ART 的显著成效让 HIV 病毒感染者可以享有更健康的生活。然而,持续存在的病毒库仍是彻底清除 HIV 感染所面临的主要难题。这些病毒库由潜伏和活跃的病毒共同构成,一旦 HIV-1 感染者中断 ART,病毒库中的病毒就可能迅速反弹并引发感染。HIV-1 DNA 水平被广泛认为是评估病毒储存库规模的关键指标,其对于了解患者体内病毒的复制和潜伏状态具有重要意义,并且与疾病的进展紧密相关^[3]。有研究显示,相较于成功实现免疫重建的 HIV-1 感染者,免疫重建不良的感染者通常呈现出更高的基线 HIV-1 DNA 水平^[4]。提示储存库大小与免疫重建效果存在关联。有研究显示,HIV-1 感染者体内维生素 D 的缺乏与机体免疫状态的多个方面存在显著相关性,包括炎症因子水平的上升、免疫系统的异常激活、外周血中 $CD4^+$ T 细胞数量的下降等。同时,维生素 D 缺乏还与 HIV 感染者疾病进展加速和生存率降低显著相关^[5-7]。维生素 D 是人体不可或缺的一种营养素,在骨骼发育方面发挥着重要作用的同时,也扮演着重要的免疫调节者角色。通过有效调节 HIV-1 感染者的免疫反应,维生素 D 能够显著降低炎症水平,抑制免疫系统的异常激活,从而预防各类疾病的发生,并显著提升 HIV-1 感染者的生活质量^[5-7]。目前,关于血清维生素 D 与 HIV-1 储存库关系的研究相对缺乏。本研究致力于分析 HIV-1 感染者体内血清维生素 D 与 T 细胞亚群、HIV-1 DNA 之间的关联性,旨在为 HIV-1 的免疫重建治疗提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2021 年 1 月至 2023 年 7 月长沙市第一医院 HIV 门诊接受 HIV-1 DNA 检测的经治 HIV-1 感染者 411 例,对其中 92 例维生素 D 缺乏的感染者进行补充试验,并按自愿原则分为研究组(42 例)和对照组(50 例)。纳入标准:(1)自愿签署研究知情同意书;(2)符合艾滋病诊断;(3)年龄 ≥ 18 岁;(4)研究所需医疗记录。排除标准:(1)妊娠期或哺乳期;(2)近期使用过维生素 D、唑来膦酸、钙剂等抗骨质疏松药物;(3)合并继发性甲状旁腺功能亢进症、存在机会性感染或患有多器官衰竭。

1.2 方法 对照组接受 ART 治疗,研究组在对照组基础上口服维生素 D3 胶囊(美国 Nature's Bounty 公司,每周 50 000 IU,1 次/周)。收集 HIV-1 感染者一般情况、ART 疗程及治疗方案等资料,并在基线和随访 48 周时抽取空腹静脉血,测定血清维生素 D 水平、T 细胞亚群水平、HIV-1 DNA 水平。维生素 D 水平检测采用串联质谱法;T 细胞亚群水平检测采用 FACS Calibur 流式细胞仪;HIV-1 DNA 水平检测参照海力特生物有限公司 HIV-1 DNA 检测试剂盒的说明。维生素 D 水平检测结果判读: ≤ 20.0 ng/mL 表示维生素 D 缺乏; $> 20.0 \sim 30.0$ ng/mL 表示维生素 D 不足; $> 30.0 \sim 100.0$ ng/mL 表示维生素 D 水平正常。对于 HIV-1 DNA 的检测结果,采用 \log_{10} 对数转换后进行分析。

1.3 统计学处理 采用 SPSS23.0 软件对数据分析处理。正态分布的连续变量采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验;偏态分布的连续变量采用中位数(四分位数)[$M(P_{25}, P_{75})$]表示,组间比较采用秩和检验;分类变量以率或构成比表示,组间比较采用 χ^2 检验。运用 Spearman 相关系数及散点图对变量之间的相关性进行分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同特征 HIV-1 感染者血清维生素 D 缺乏情况 不同年龄段、ART 疗程、 $CD8^+$ T 细胞计数水平

及 CD4/CD8 比值 HIV-1 感染者血清维生素 D 缺乏率比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。≥ 40 岁 HIV-1 感染者维生素 D 缺乏率明显低于 < 40 岁感染者, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 1、2。

表 1 HIV-1 感染者血清维生素 D 缺乏情况 [$n(\%)$, $n=411$]

项目	<i>n</i>	维生素 D 缺乏	χ^2	<i>P</i>
性别			2.730	0.098
男	378	244(64.55)		
女	33	26(78.79)		
年龄(岁)			31.707	<0.001
18~<30	141	109(77.30)		
30~<40	166	115(69.28)		
40~<50	56	27(48.21)		
50~<60	31	13(41.94)		
60~69	17	6(35.29)		
ART 方案			0.119	0.730
含依非韦伦	168	112(66.67)		
非依非韦伦	243	158(65.02)		
ART 疗程(周)			7.140	0.008
≤24	165	121(73.33)		
>24	246	149(60.57)		
CD4 ⁺ T 细胞计数(μL^{-1})			2.590	0.107
≤400	173	106(61.27)		
>400	238	164(68.91)		
CD8 ⁺ T 细胞计数(μL^{-1})			41.940	<0.001
≤800	149	80(53.69)		
>800	262	190(72.52)		
CD4/CD8			7.880	0.005
≤0.5	220	158(71.82)		
>0.5	191	112(58.64)		

表 2 不同年龄 HIV-1 感染者血清维生素 D 缺乏率比较 [$n(\%)$]

年龄	χ^2	<i>P</i>
18~<30 岁 vs. 30~<40 岁	2.491	0.115
18~<30 岁 vs. 40~<50 岁	15.868	<0.001
18~<30 岁 vs. 50~<60 岁	15.418	<0.001
18~<30 岁 vs. 60~69 岁	13.517	<0.001
30~<40 岁 vs. 40~<50 岁	8.059	0.005
30~<40 岁 vs. 50~<60 岁	8.581	0.003
30~<40 岁 vs. 60~69 岁	7.950	0.005
40~<50 岁 vs. 50~<60 岁	0.317	0.574
40~<50 岁 vs. 60~69 岁	0.879	0.349
50~<60 岁 vs. 60~69 岁	0.202	0.653

2.2 血清维生素 D 水平与 T 细胞亚群水平相关

性 血清维生素 D 水平与 CD8⁺T 细胞计数水平呈负相关 ($r = -0.2510, P < 0.05$), 与 CD4/CD8 比值呈正相关 ($r = 0.1726, P < 0.05$), 而与 CD4⁺T 细胞计数水平无显著相关性 ($P > 0.05$)。见图 1~3。

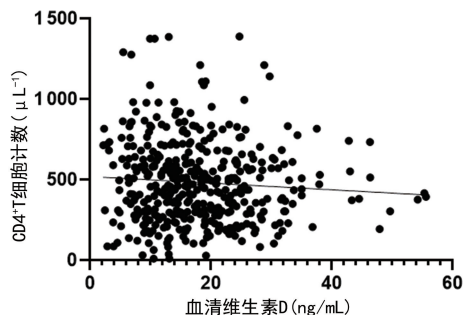


图 1 血清维生素 D 水平与 CD4⁺T 细胞计数水平的散点分布图

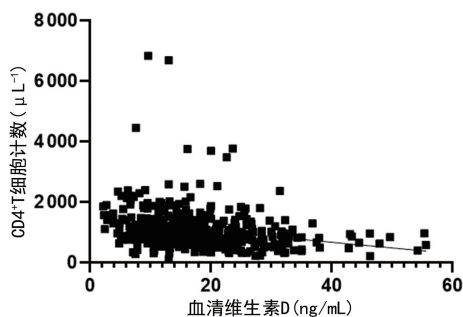


图 2 血清维生素 D 水平与 CD8⁺T 细胞计数水平的散点分布图

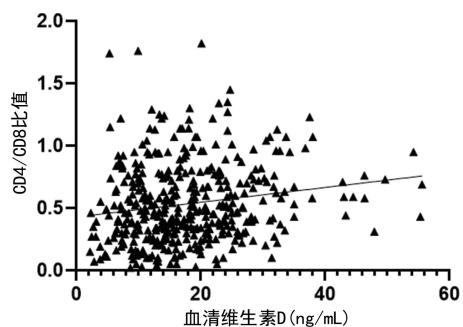


图 3 血清维生素 D 水平与 CD4/CD8 比值的散点分布图

2.3 血清维生素 D 水平与 HIV-1 DNA 水平、ART 疗程相关性 血清维生素 D 水平与 HIV-1 DNA 水平呈负相关 ($r = -0.1022, P < 0.05$), 与 ART 疗程呈正相关 ($r = 0.1274, P < 0.05$)。见图 4、5。

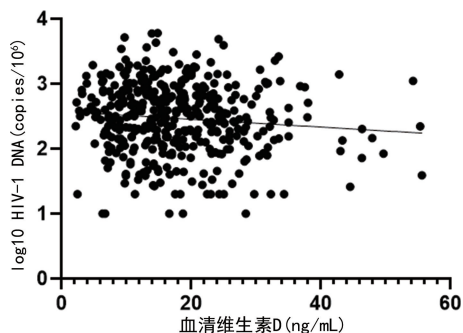


图 4 血清维生素 D 水平与 HIV-1 DNA 水平的散点分布图

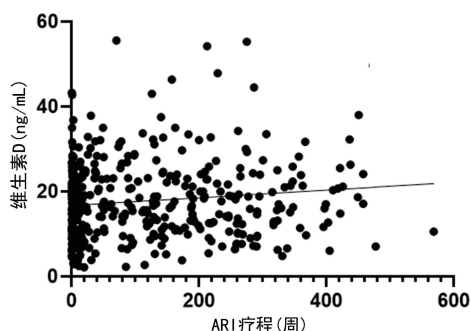


图 5 血清维生素 D 水平与 ART 疗程的散点分布图

2.4 2 组血清维生素 D 及 T 细胞亚群水平比较 2 组基线血清维生素 D、T 细胞亚群水平比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。随访 48 周时, 研究组血清维生素 D、 $CD4^+$ T 细胞计数、 $CD8^+$ T 细胞计数水平高于基线时, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 而对照组仅维生素 D 水平高于基线时($P = 0.007$), $CD4^+$ T、 $CD8^+$ T 细胞计数水平和 $CD4/CD8$ 比值与基线时比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。随访 48 周时, 研究组血清维生素 D、 $CD8^+$ T 细胞计数水平高于对照组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 3。

表 3 2 组基线血清维生素 D 及 T 细胞亚群水平比较 [$M(P_{25}, P_{75})$]

项目	组别	基线	随访 48 周	Z	P
血清维生素 D(ng/mL)	研究组	11.90(8.52,15.18)	28.02(16.76,38.36)	-5.495	<0.001
	对照组	12.65(8.98,14.78)	17.02(8.96,32.76)	-3.437	0.001
	Z	-0.274	-2.704	-	-
	P	0.784	0.007	-	-
$CD4^+$ T 细胞计数(μL^{-1})	研究组	454.00(297.50,572.50)	556.50(419.75,816.75)	-4.314	<0.001
	对照组	537.00(404.50,664.25)	499.00(383.75,668.00)	-1.472	0.141
	Z	-1.838	-1.446	-	-
	P	0.066	0.148	-	-
$CD8^+$ T 细胞计数(μL^{-1})	研究组	787.00(615.00,991.25)	957.00(743.50,1214.50)	-3.057	0.002
	对照组	764.00(597.00,1 027.25)	785.00(598.50,1002.75)	-1.240	0.215
	Z	-0.039	-2.606	-	-
	P	0.969	0.009	-	-
CD4/CD8	研究组	0.56(0.40,0.80)	0.60(0.48,0.83)	-1.132	0.258
	对照组	0.66(0.48,0.92)	0.62(0.50,0.92)	-0.029	0.977
	Z	-1.247	-0.631	-	-
	P	0.213	0.528	-	-

注: - 表示无此项。

3 讨 论

维生素 D 作为一种人体生命中不可缺少的营养素, 在调节免疫功能和辅助治疗非 AIDS 相关疾病中具有重要作用。维生素 D 缺乏可能是导致 HIV-1 感染者更易发生非 AIDS 相关疾病的重要原因^[5]。本研究结果显示, 年龄、ART 疗程对 HIV-1 感染者血清维生素 D 缺乏率有一定程度的影响。随着 ART 疗程延长, 血清维生素 D 水平呈上升趋势, 说明 ART 本身或许有助于提升感染者维生素 D 水平。随着年龄的增长, 血清维生素 D 缺乏率呈现下降趋势。< 40 岁 HIV-1 感染者血清维生素 D 缺乏率较高, 尤其是 18~<30 岁人群, 与孙晶晶等^[8] 研究结果一致。其原因可能是: (1) 该年龄段人群精力充沛, 容易忽视身体保健; (2) 该年龄段人群学习或工作负担较重, 同时又因 HIV-1 感染者自我污名化而减少户外活动。

目前, 关于血清维生素 D 水平与 $CD4^+$ T 细胞计数水平相关性的研究结果存在一定争议, 部分研究显示二者呈正相关^[9], 而其他研究^[10] 则未观察到显著相

关性。本研究结果显示, 血清维生素 D 水平与 $CD4/CD8$ 比值呈正相关($r = 0.172 6, P < 0.05$), 但与 $CD4^+$ T 细胞计数水平无显著相关性, 这可能与 ART 本身影响 T 细胞亚群水平有关。而随后的维生素 D3 补充试验结果显示, 研究组 $CD4^+$ T 细胞计数水平较补充前显著升高, 而对照组与补充前基本保持一致, 说明补充维生素 D3 可能通过其免疫调节作用, 能有效改善 HIV-1 感染者免疫状态, 促进 $CD4^+$ T 细胞亚群水平恢复。这一补充试验能更直接观察维生素 D 对 $CD4^+$ T 细胞计数水平的影响, 其结果可能更能反映出二者之间存在的关系。由于 HIV-1 感染者体内病毒储存库的存在及病毒持续低水平复制, 导致在整个感染过程中局部炎症和免疫反应持续被激活。这种持续激活的免疫状态可能会阻碍感染者免疫功能的重建, 引起其免疫细胞的过度消耗^[7,11]。有研究指出, 相较于成功实现免疫重建的 HIV-1 感染者, 未能成功重建免疫的 HIV-1 感染者在研究开始时的 HIV-1 DNA 水平较高, 说明 HIV-1 感染者的免疫功能恢

复与 HIV 病毒储存库大小密切相关^[12-13]。

维生素 D3 能够有效调节 HIV-1 感染者的免疫反应,其主要方式是通过 Toll 样受体 2/1(TLR2/1) 途径诱导单核细胞,上调 CYP27B1 和维生素 D 受体基因表达,诱导单核细胞产生抗菌肽,从而抑制病原体的毒力和数量^[7]。然而,HIV-1 感染者的某些炎症因子[如白细胞介素 4(IL-4)、干扰素 γ 、肿瘤坏死因子 α (TNF- α)等]及 HIV-1 本身能够抑制 TLR2/1 途径诱导的 CYP27B1 的表达和活性^[7]。CYP27B1 在血清维生素 D 的合成代谢作用中受慢性炎症、持续免疫反应影响,这是导致 HIV-1 感染者更易出现维生素 D 缺乏的原因之一。MANION 等^[14]研究表明,HIV-1 感染者血清维生素 D 水平与炎症标志物存在显著相关性,维生素 D 缺乏的 HIV-1 感染者炎症因子(如 IL-6、TNF- α 、D-二聚体等)水平明显升高。维生素 D 缺乏的感染者提高维生素 D 水平或许能恢复 TLR2/1 途径,增强 HIV-1 感染者免疫功能,提高单核/巨噬细胞抗菌能力^[7]。为进一步验证维生素 D 对 HIV-1 感染者储存库的影响,本研究在以往研究^[9]的基础上,对 HIV-1 DNA 水平进行了检测,结果显示,血清维生素 D 水平与 HIV-1 DNA 水平呈负相关($r = -0.1022, P < 0.05$)。经补充维生素 D3 后,HIV-1 感染者 HIV-1 DNA 水平较补充前显著降低,说明血清维生素 D 水平较低的 HIV-1 感染者体内病毒储存库水平可能更高。HIV-1 DNA 水平较高的 HIV-1 感染者更难实现免疫功能重建,而补充维生素 D3 则有助于降低病毒储存库水平,为 HIV-1 感染者的免疫重建提供新选择。

HIV-1 感染者是否接受依非韦伦治疗对血清维生素 D 缺乏率无显著性影响,与以往研究^[15]的关于接受依非韦伦治疗的 HIV-1 感染者存在较低血清维生素 D 水平的结论不一致,这也可能与本研究中纳入人群的 ART 疗程、HIV-1 RNA 水平、ART 方案是否发生改变等不一致有关。因此,需要进一步控制偏倚,以探讨 ART 方案对于 HIV-1 感染者血清维生素 D 水平的确切影响,这对于指导 HIV-1 感染者用药方案选择具有重要意义。本研究存在一些不足:未对炎症因子(如 IL-4、IL-14、IFN- γ 、TNF- α)及免疫细胞(调节性 T 细胞、Th1、Th17)等指标进行检测。为进一步了解维生素 D 对 HIV-1 感染者免疫功能的调节机制,有必要对炎症因子及其他免疫指标的变化情况进行深入分析。此外,本研究中对照组 HIV-1 DNA 随访检测的样本量相对不足,因此今后的研究需要着重扩大这类样本的采集量。

综上所述,维生素 D 缺乏可能更易导致 HIV-1 感染者出现非 AIDS 疾病,并可能与其免疫功能受损有显著相关性。青年和 ART 早期的 HIV-1 感染者血清维生素 D 水平相对较低。补充维生素 D3 可作为一种潜在的干预措施,提高感染者 CD4⁺ T 细胞计数

水平,改善 HIV-1 感染者免疫功能。同时,补充维生素 D3 还可能降低 HIV-1 DNA 水平。

参考文献

- [1] European Aids Clinical Society. EACS guidelines (Version 11. 1) [EB/OL]. (2022-10-09) [2023-12-11]. https://www.eacsociety.org/media/guidelines-11.1_final_09-10.pdf.
- [2] World Health Organization. Consolidated guidelines on HIV prevention, testing, treatment, service delivery and monitoring: recommendations for a public health approach [EB/OL]. (2021-07-16) [2023-12-11]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240031593>.
- [3] 画伟,刘志英,魏飞力,等. 整合型 HIV-1 检测方法的建立与应用[J]. 中华检验医学杂志,2009,32(4):387-389.
- [4] ZHANG L X, SONG J W, ZHANG C, et al. Dynamics of HIV reservoir decay and naïve CD4 T-cell recovery between immune non-responders and complete responders on long-term antiretroviral treatment[J]. Clin Immunol, 2021, 229:108773.
- [5] JIMÉNEZ-SOUSA M Á, MARTÍNEZ I, MEDRANO L M, et al. Vitamin D in human immunodeficiency virus infection: Influence on immunity and disease [J]. Front Immunol, 2018,9:458.
- [6] ALVAREZ N, AGUILAR-JIMENEZ W, RUGELLES M T. The potential protective role of vitamin D supplementation on HIV-1 infection [J]. Front Immunol, 2019,10:2291.
- [7] 彭勇权,曾紫薇,曹旭健,等. 维生素 D 对 HIV 感染者免疫功能调节的研究进展[J]. 安徽医学, 2023,44(8):992-996.
- [8] 孙晶晶,卢文雅,牛彩云,等. 兰州地区 22 161 例人群维生素 D 水平与性别、年龄、季节、日照时数和平均气温关系的回顾性研究[J]. 中国骨质疏松杂志,2023,29(6):840-846.
- [9] 曾紫薇,彭勇权,曹旭健,等. HIV-1 感染者维生素 D 水平及其与 HIV-1 DNA 的相关性研究[J]. 中国艾滋病性病,2023,29(2):132-135.
- [10] SUDFELD C R, WANG M, ABOUD S, et al. Vitamin D and HIV progression among Tanzanian adults initiating antiretroviral therapy[J]. PLoS One, 2012,7(6):e40036.
- [11] 万林钰,曹文静,焦艳梅,等. 经治艾滋病患者免疫恢复和免疫无应答相关研究进展[J]. 传染病信息,2022,35(2):111-118. (下转第 2532 页)