

DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20256876

· 论著 ·

中国 HIV 感染抗病毒治疗患者低病毒血症患病率 Meta 分析

杨婷玉¹, 安雪梅^{2,3}, 李龙¹, 黄琳瑜¹, 张兴玲¹, 洪忠曦¹

(1. 成都中医药大学护理学院, 成都 610000; 2. 成都中医药大学附属医院, 成都 610000; 3. 成都中医药大学附属医院德阳医院, 德阳 618006)

[摘要] 目的 通过系统评价和 Meta 分析方法, 综合评价中国人类免疫缺陷病毒(HIV)感染抗病毒治疗患者低病毒血症(LLV)的患病率及影响因素。方法 系统检索 Cochrane Library、Web of Science、Embase、PubMed、中国生物医学文献数据库(CBM)、维普(VIP)、中国知网(CNKI)和万方数据库, 检索时限均从建库至 2024 年 2 月, 主题词与自由词结合检索 HIV 感染抗病毒治疗患者 LLV 患病率的相关文献, 采用 Stata 16.0 软件进行 Meta 分析, 使用随机效应模型计算合并患病率及其 95% 置信区间。结果 共纳入 15 篇文献, 包含 191 212 例样本。Meta 分析随机效应模型显示, 中国 HIV 感染抗病毒治疗患者 LLV 患病率为 13.00% (95%CI: 7.82%~19.24%)。亚组分析显示: 横断面研究、北方地区、男性、年龄≥50 岁、异性传播途径、基线 CD4⁺ T 淋巴细胞计数<200 cells/μL, 以及曾更换治疗方案的患者, LLV 患病率更高。结论 HIV 感染抗病毒治疗患者的 LLV 患病率较高, 应重点关注上述高危人群, 尽早选用适宜的抗病毒治疗方案。LLV 发生时需及时进行干预。

[关键词] 艾滋病; 抗病毒治疗; 患病率; Meta 分析**[中图分类号]** R181.3⁺⁺²

Meta-analysis on the prevalence of low-level viraemia in Chinese patients receiving antiviral therapy for HIV infection

YANG Tingyu¹, AN Xuemei^{2,3}, LI Long¹, HUANG Linyu¹, ZHANG Xingling¹, HONG Zhongxi¹ (1. School of Nursing, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 610000, China; 2. Hospital of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 610000, China; 3. Deyang Hospital, Hospital of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Deyang 618006, China)

[Abstract] **Objective** To comprehensively evaluate the prevalence of and influencing factors for low-level viraemia (LLV) in Chinese patients receiving antiviral therapy for human immunodeficiency virus (HIV) infection through systematic review and Meta-analysis. **Methods** Cochrane Library, Web of Science, Embase, PubMed, China Biomedicine (CBM), VIP, China National Knowledge Infrastructure (CNKI), and Wanfang Data were systematically retrieved. Retrieval time was from the establishment of the database to February 2024. Literatures related to the prevalence of LLV in patients receiving antiviral therapy for HIV infection were retrieved using combination of keywords and free words. Stata 16.0 software was used for Meta-analysis. Random effects model was adopted to calculate the combined prevalence and its 95% confidence interval. **Results** A total of 15 papers were included in analysis, involving 191 212 specimens. Meta-analysis random effects model showed that the prevalence of LLV in Chinese patients receiving antiviral therapy for HIV infection was 13.00% (95%CI: 7.82%~19.24%). Subgroup analysis showed that cross-sectional studies, northern regions, males, age ≥50 years, heterosexual transmission routes, baseline CD4⁺ T lymphocyte count <200 cells/μL, and patients who had ever changed therapy regimens had higher

[收稿日期] 2024-08-14

[基金项目] 四川省科技厅科研项目(2023JDKP0092); 成都中医药大学研究生教育教学改革项目(2023YB35)

[作者简介] 杨婷玉(2000-), 女(汉族), 四川省资阳市人, 硕士研究生在读, 主要从事中西医结合护理研究。

[通信作者] 安雪梅 E-mail: 1051158567@qq.com

LLV prevalence. **Conclusion** The prevalence of LLV in patients receiving antiviral therapy for HIV infection is relatively higher. Attention should be paid to such high-risk population, and appropriate antiviral therapy schemes should be selected as early as possible. Timely intervention is necessary when LLV occurs.

[Key words] acquired immunodeficiency syndrome; antiviral therapy; prevalence; Meta-analysis

艾滋病(acquired immunodeficiency syndrome, AIDS)是全球关注的重大公共卫生问题。中国已成为亚洲 AIDS 疾病负担最重的国家之一,每年新增感染人数约 12 万^[1]。联合国艾滋病规划署(UN-AIDS)提出了“90-90-90”目标,即:90% 的 HIV 感染者得到诊断、90% 确诊者接受抗病毒治疗、90% 治疗者实现病毒抑制,并确保良好的生活质量^[2]。抗反转录病毒治疗(antiretroviral therapy, ART)是目前治疗 AIDS 最有效的方法,可显著降低患者的血浆病毒载量(viral load, VL)。大部分患者的血浆 VL 可控制在 50 拷贝/mL 以下,对疾病控制具有重要作用。然而,部分患者在 ART 期间仍可检测到低水平病毒载量(50~999 拷贝/mL),但未达到病毒学失败标准,称为低病毒血症(low-level viraemia, LLV)^[3]。研究^[4-5]表明,LLV 患者可能促进 HIV 耐药株的产生,从而增加病毒学失败风险并提高患者病死率。此外,LLV 还可能加速肝脏疾病和心血管疾病的进展,并降低患者生活质量^[6-7]。因此,监测患者 VL 对 HIV 感染者的管理至关重要。近年来,国内外学者对接受抗病毒治疗的 HIV 感染者 LLV 患病率的研究逐渐增多。由于受多种因素影响,各研究报道的患病率差异较大,目前尚缺乏系统性评价。因此,本研究采用 Meta 分析方法,系统评价国内接受抗病毒治疗的 HIV 感染者 LLV 的患病率,旨在了解其流行现状,为 AIDS 防治策略的制定提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 文献检索策略 系统检索 PubMed、Embase、Web of Science、Cochrane 图书馆、中国知网、维普、万方、中国生物医学数据库建库至 2024 年 2 月关于 HIV 感染抗病毒治疗患者 LLV 患病率的相关研究,并用文献追溯法查找相关文献。以主题词加自由词的方法构建检索式,英文检索词包括:acquired immune deficiency syndrome、immunodeficiency syndrome, acquired、AIDS、HIV、low level viraemia、hypoviremia、LLV;中文检索式包括:获得性免疫缺陷综合征、艾滋病、HIV、AIDS、人类免疫缺陷

病毒、低病毒血症、低水平病毒血症、LLV。本研究遵循 PRISMA 指南,并已在 PROSPERO 上注册(CRD42024536755)。

1.2 纳入和排除标准 纳入标准:(1)研究设计类型。队列研究、横断面研究。(2)研究对象。中国接受 ART 的 HIV 感染患者,ART 时长≥6 个月。(3)结局指标。报告了 HIV 感染并接受抗病毒治疗患者的 LLV 患病率或能间接计算 LLV 患病率。排除标准:(1)非中英文文献。(2)会议摘要、病案报告,综述等。(3)重复发表、无法获取全文或数据的文献。(4)LLV 定义病毒载量范围非 50~999 拷贝/mL。

1.3 文献筛选与资料提取 运用 EndNote X9 软件剔除重复的文献,由两名研究者独立阅读题目、摘要、全文进行筛选,再进行交叉校对,若遇分歧请第三名研究者协助裁决。提取资料包括作者及发表时间、研究类型、研究地区、研究时间、ART 时间、样本量、LLV 患病率。

1.4 质量评价 采用美国卫生保健质量和研究机构(Agency for Health Care Research and Quality, AHRQ)建议的质量评价工具对横断面研究进行评价,该量表包含 11 个条目,满分为 11 分,8~11 分、4~7 分、0~3 分对应高、中、低质量文献^[8];采用纽卡斯尔—渥太华量表(Newcastle-Ottawa scale, NOS)对病例对照研究和队列研究进行质量评价,该量表包含 8 个条目,满分为 9 分,7~9 分、4~6 分、0~4 分分别为高、中、低质量文献^[9]。质量评价由 2 名研究者独立开展。

1.5 统计分析 应用 Stata 16.0 软件对 HIV 感染抗病毒治疗患者 LLV 的患病率进行合并。根据 I^2 值和 Q 检验判断纳入研究间的异质性。若 $I^2 > 50\%, P \leq 0.1$, 提示研究间异质性大, 采用随机效应模型; 否则, 采用固定效应模型。通过亚组分析查找异质性来源以及了解不同亚组的 LLV 患病率。逐一剔除文献进行敏感性分析来判断研究稳定性。发表偏倚采用 Egger's 检验、漏斗图进行评价。

2 结果

2.1 文献筛选结果 共检索到 1 011 篇文献,剔除

重复文献后剩余 656 篇。严格按照纳入、排除标准进行筛选,最终纳入 15 篇文献。见图 1。

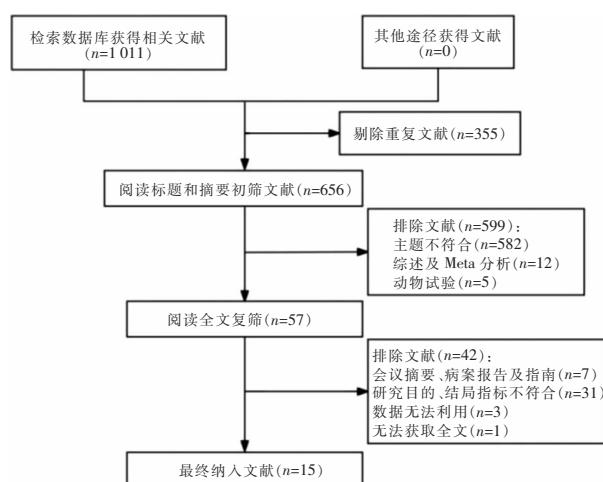


图 1 中国 HIV 感染抗病毒治疗患者 LLV 患病率 Meta 分析文献筛选流程图

Figure 1 Flow chart of literature screen for Meta-analysis on the prevalence of LLV in Chinese patients receiving antiviral therapy for HIV infection

2.2 纳入文献基本特征及质量评价 共纳入 15 篇文献,其中 2 篇横断面研究,13 篇队列研究。包括 10 篇中文文献^[10-19],5 篇英文文献^[20-24]。包含样本

量 191 212 例,7 篇为高质量文献,8 篇为中等质量文献。纳入文献基本特征和质量评价结果见表 1。

2.3 HIV 感染抗病毒治疗患者 LLV 患病率 对纳入的 15 篇研究进行 Meta 分析, $I^2 = 99.91\%$, $P < 0.001$,采用随机效应模型,结果显示,我国 HIV 感染抗病毒治疗患者 LLV 的患病率为 13.00% (95%CI: 7.82%~19.24%)。森林图见图 2。

2.4 不同亚组 HIV 感染抗病毒治疗患者 LLV 患病率 按照研究类型、地理位置、性别、年龄、感染途径、基线 CD4⁺ T 淋巴细胞、是否更换治疗方案以及初始治疗方案进行亚组分析。结果显示,队列研究患病率明显高于横断面研究。地理位置在北方和南方的患病率差异不大。男性患病率高于女性,年龄≥50 岁组患病率高于<50 岁组,异性传播组患病率高于同性传播组。不同基线 CD4⁺ T 淋巴细胞患者患病率也存在差异,基线 CD4⁺ T 淋巴细胞<200 cells/ μ L 的最高,其次是基线 CD4⁺ T 淋巴细胞 200~349 cells/ μ L,基线 CD4⁺ T 淋巴细胞≥350 cells/ μ L 的最低。更换过治疗方案组患病率高于未更换治疗方案组。此外,以上亚组内的异质性仍然较大,异质性检验提示研究类型可能是异质性来源。见表 2。

表 1 中国 HIV 感染抗病毒治疗患者 LLV 的 Meta 分析纳入文献基本特征及质量评价结果

Table 1 Basic characteristics and quality evaluation results of included literatures for Meta-analysis on LLV in Chinese patients receiving antiviral therapy for HIV infection

文献来源(发表年份)	研究类型	调查地区	研究年份	样本量(例)	LLV(例)	质量评分	亚组分析因素
李湖 ^[10] (2019)	队列研究	广州市	2015—2018	5 394	176	8	①②
张雨楠 ^[11] (2023)	横断面研究	大理市	2015	402	16	7	①②③④⑤⑥⑦
王心维等 ^[12] (2022)	队列研究	贵港市	2003—2020	5 463	2 010	7	①②③④⑤⑥
姬晓宇等 ^[13] (2023)	队列研究	河南省	2003—2022	44 528	13 385	6	①②③④⑤⑥⑦
郭萌等 ^[14] (2022)	队列研究	湖北省	2015—2016	881	304	6	①②④⑤⑥
吕诗韵等 ^[15] (2022)	队列研究	北京市	2020—2021	10 693	225	6	①②
温春燕等 ^[16] (2023)	横断面研究	广州市	2019—2020	4 826	128	6	①②
安靓等 ^[17] (2022)	队列研究	云南省	2004—2018	93 944	21 203	8	①②
张彤 ^[18] (2020)	队列研究	沈阳市	2002—2018	2 155	835	6	①②③④⑤⑥
吕海伟等 ^[19] (2022)	队列研究	上海市	2011—2020	3 787	586	8	①②③④⑤⑥⑦
Yu 等 ^[20] (2023)	队列研究	德宏州	2007—2016	7 273	564	6	①②③④⑥
Lao 等 ^[21] (2024)	队列研究	北京市	2003—2023	830	53	6	①②
Hsu 等 ^[22] (2022)	队列研究	台湾省	2018	1 078	86	8	①②
Qin 等 ^[23] (2021)	队列研究	广西省	2003—2019	1 860	218	6	①②③⑤⑦
Li 等 ^[24] (2021)	队列研究	北京市	2005—2018	8 098	427	7	①②

注:①为研究类型;②为地理位置;③为性别;④为年龄;⑤为感染途径;⑥为基线 CD4⁺ T 淋巴细胞;⑦为是否更换治疗方案。

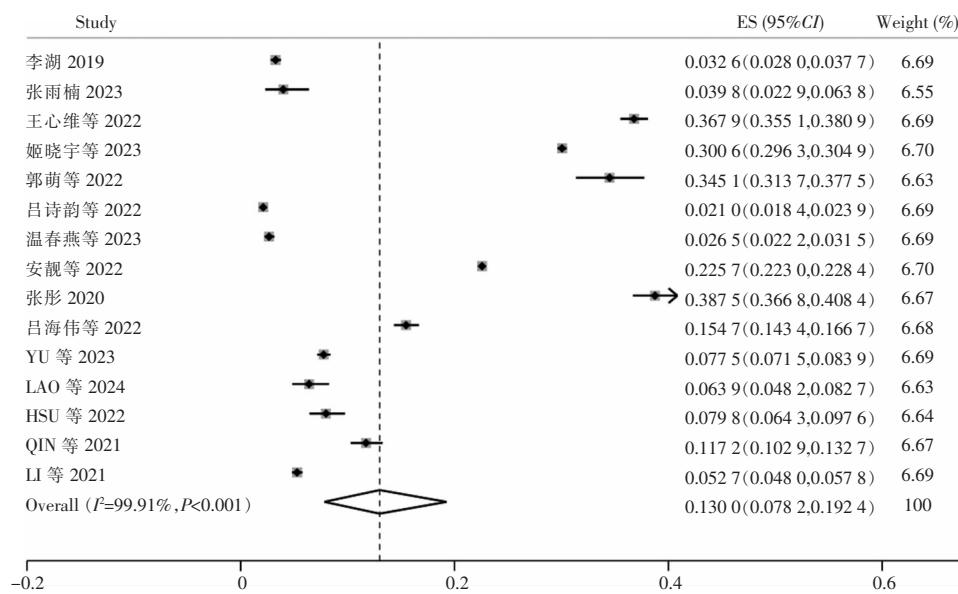


图 2 中国 HIV 感染抗病毒治疗患者 LLV 的 Meta 分析森林图

Figure 2 Forest plot of Meta-analysis on LLV in Chinese patients receiving antiviral therapy for HIV infection

表 2 中国 HIV 感染抗病毒治疗患者 LLV 患病率亚组分析

Table 2 Subgroup analysis on LLV in Chinese patients receiving antiviral therapy for HIV infection

亚组	文献数量	样本例数	异质性检验		Meta 分析	
			$I^2(\%)$	P	患病率(%)	95%CI
研究类型						
横断面研究	2 ^[11,16]	5 228	43.00	0.185	2.72	2.28~3.16
队列研究	13 ^[10,12-15,17-24]	185 984	99.95	<0.001	17.10	10.33~23.86
地理位置						
北方	5 ^[13,15,18,21,24]	66 304	99.97	<0.001	16.50	3.01~29.99
南方	10 ^[10-12,14,16,17,19-20,22-23]	124 908	99.91	<0.001	14.64	7.44~21.84
性别						
男	7 ^[11-13,18-20,23]	11 241	99.71	<0.001	20.60	12.51~28.70
女	7 ^[11-13,18-20,23]	6 852	99.88	<0.001	15.13	8.01~42.24
年龄(岁)						
<50	7 ^[11-14,18-20]	46 557	99.84	<0.001	23.96	13.47~34.45
≥50	7 ^[11-14,18-20]	17 895	99.36	<0.001	27.23	17.39~37.07
感染途径						
同性传播	7 ^[11-14,18,19,23]	13 300	97.89	<0.001	19.07	13.30~24.84
异性传播	7 ^[11-14,18,19,23]	26 465	99.35	<0.001	25.72	17.62~33.82
基线 CD4⁺ T 淋巴细胞(cells/μL)						
<200	6 ^[12-14,18-20]	23 474	99.77	<0.001	32.41	19.22~45.60
200~349	4 ^[12,13,18,20]	18 729	99.79	<0.001	27.63	12.74~42.53
≥350	4 ^[12,13,18,20]	18 817	99.54	<0.001	23.30	12.47~34.14
更换治疗方案						
是	4 ^[11,13,19,23]	14 779	99.78	<0.001	22.63	-1.29~46.54
否	4 ^[11,13,19,23]	35 798	99.35	<0.001	12.72	5.12~20.33

2.5 敏感性分析和发表偏倚 采用逐一剔除法对纳入的 15 篇文献进行敏感性分析, 合并效应量基本稳定在 15%, 提示研究结果具有较好的稳健性,

见图 3。漏斗图两侧基本对称, Egger's 检验结果, $P = 0.137$, 提示纳入文献无明显发表偏倚, 结果较可靠。

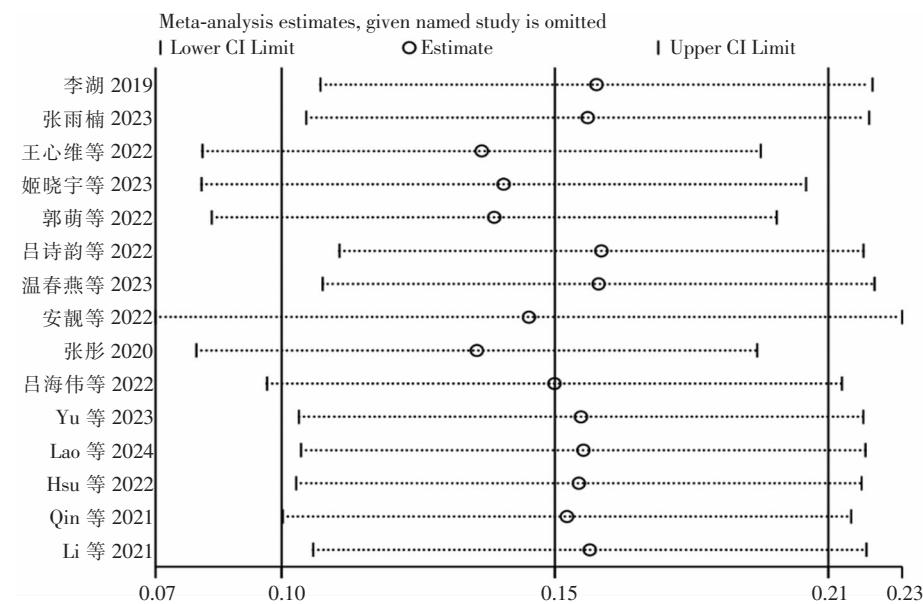


图 3 中国 HIV 感染抗病毒治疗患者 LLV 患病率敏感性分析

Figure 3 Sensitivity analysis on LLV prevalence in Chinese patients receiving antiviral therapy for HIV infection

3 讨论

Meta 分析结果显示, 我国接受抗病毒治疗的 HIV 感染者 LLV 患病率为 13.00%, 高于 Nanyeenya 等^[25] 报道的东非 LLV 患病率(8.2%), 也高于欧洲和北美的 LLV 患病率(6.18%)^[26]。但低于一项大型多中心队列研究报道的西非 LLV 患病率(16.0%)^[27]。其原因一方面可能是不同国家抗病毒治疗的依从性和覆盖率存在差异, 另一方面可能与各国的医疗保健体系和社会经济发展水平有关。一项多中心观察性研究表明, LLV 与病毒学失败风险呈正相关^[28]。因此, 需尽早识别 LLV 并采取干预措施, 以降低病毒学失败风险。

亚组分析结果显示, 队列研究的 LLV 患病率高于横断面研究, 这可能与两类研究在时间范围、研究对象选择及数据收集方法上的差异有关。北方地区的 LLV 患病率略高于南方地区, 表明我国 LLV 患病率存在地区差异, 这可能与地区间治疗方案或病毒载量检测仪器的差异有关^[29]。男性发生 LLV 的风险高于女性, 与 Brattgård 等^[30] 研究结果一致。女性耐药率低于男性, 且更不易产生耐药菌株。男

性在抗病毒治疗过程中的依从性较差^[31], 因此男性较女性更易发生 LLV。年龄 ≥ 50 岁的 LLV 患病率高于 <50 岁者, 与 Zhang 等^[32] 研究结果一致。这可能与年龄增长导致的胸腺组织萎缩、功能减退, CD4⁺ T 淋巴细胞再生速度减缓, 以及机体免疫功能下降有关^[33]。经异性传播途径感染 HIV 者的 LLV 患病率高于经同性传播者。杨文杰等^[34] 研究表明, 经同性传播途径感染的患者 HIV 抑制率较高。基线 CD4⁺ T 淋巴细胞水平与 LLV 发生风险呈负相关(基线 CD4⁺ T 淋巴细胞水平越低, LLV 发生风险越高), 与国外研究^[35] 结果一致。这可能是因为基线 CD4⁺ T 淋巴细胞水平较低的 HIV 感染者, 在抗病毒治疗前已存在免疫功能受损, 治疗过程中免疫恢复不佳, 导致病毒持续复制^[36]。更换过抗病毒治疗方案的 HIV 感染者 LLV 患病率高于未更换治疗方案者。数据显示, 15%~25% 的 HIV 感染者因 VL 过高而更换治疗方案^[37]; 余维维等^[38] 研究发现, 低 VL 感染者的外周血 HIV-1 前病毒 DNA 中存在优势耐药突变位点, 提示不必要的 ART 方案更换可能增加耐药风险。

本研究的优势在于:(1)纳入样本量大(总计 191 212 例), 提高了研究结果的代表性和可靠性,

能更准确反映我国 HIV 感染者抗病毒治疗中 LLV 的患病情况;(2)有助于深入了解 LLV 的流行特征及其影响因素,为我国 HIV 感染抗病毒治疗政策的制定提供依据,降低病毒学失败风险。本研究的局限性包括:(1)纳入研究间存在较大异质性;亚组分析未能降低异质性。异质性可能来源于纳入研究的样本量差异较大。为评估异质性对结果稳定性的影响,进行了敏感性分析,结果显示剔除任意一篇文献后,HIV 感染抗病毒治疗患者 LLV 的患病率在 15% 左右,波动较小,提示异质性对患病率估计的影响有限。(2)部分亚组纳入的文献数量较少,可能无法充分识别所有潜在的异质性来源,或难以进行深入的亚组分析。

综上所述,我国 HIV 感染抗病毒治疗患者 LLV 的总体患病率较高,其中以下人群的 LLV 患病率显著增高:队列研究数据、北方地区、男性、年龄 \geqslant 50 岁、经异性途径感染 HIV、基线 CD4 $^{+}$ T 淋巴细胞计数 $<200 \text{ cells}/\mu\text{L}$ 以及曾更换抗病毒治疗方案。建议对上述高危人群加强早期诊断和治疗,通过规范化管理和针对性干预降低 LLV 患病率,从而改善患者生活质量,助力实现“90-90-90”防治目标。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参考文献]

- [1] 绳宇,徐晓华,赵亚芳. 我国艾滋病流行、防控及关怀现状[J]. 中国护理管理,2019,19(12): 1761-1765.
Sheng Y, Xu XH, Zhao YF. Current trends of AIDS epidemic, prevention, control and care in China[J]. Chinese Nursing Management, 2019, 19(12): 1761-1765.
- [2] Webster P. UNAIDS survey aligns with so-called fourth 90 for HIV/AIDS[J]. Lancet, 2019, 393(10187): 2188.
- [3] Bennett DE, Bertagnolio S, Sutherland D, et al. The World Health Organization's global strategy for prevention and assessment of HIV drug resistance[J]. Antivir Ther, 2008, 13 (Suppl 2): 1-13.
- [4] Gaifer Z, Boulassel MR. Low-level viremia predicts virological failure in HIV-infected Omani patients receiving antiretroviral therapy[J]. J Int Assoc Provid AIDS Care, 2020, 19: 2325958220979817.
- [5] Elvstam O, Malmborn K, Elén S, et al. Virologic failure following low-level viremia and viral blips during antiretroviral therapy: results from a European multicenter cohort[J]. Clin Infect Dis, 2023, 76(1): 25-31.
- [6] Kim JH, Sinn DH, Kang W, et al. Low-level viremia and the increased risk of hepatocellular carcinoma in patients receiving entecavir treatment[J]. Hepatology, 2017, 66(2): 335-343.
- [7] Elvstam O, Medstrand P, Jansson M, et al. Is low-level HIV-1 viraemia associated with elevated levels of markers of immune activation, coagulation and cardiovascular disease? [J]. HIV Med, 2019, 20(9): 571-580.
- [8] 曾宪涛,刘慧,陈曦,等. Meta 分析系列之四: 观察性研究的质量评价工具[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2012, 4(4): 297-299.
Zeng XT, Liu H, Chen X, et al. Meta-analysis series 4: quality assessment tools for observational studies[J]. Chinese Journal of Evidence-Bases Cardiovascular Medicine, 2012, 4 (4): 297-299.
- [9] Ma LL, Wang YY, Yang ZH, et al. Methodological quality (risk of bias) assessment tools for primary and secondary medical studies: what are they and which is better? [J]. Mil Med Res, 2020, 7(1): 7.
- [10] 李湖. 艾滋病患者抗病毒治疗后低病毒血症临床意义研究[D]. 广州: 广州医科大学, 2019.
Li H. Clinical significance of low level viremia in HIV-1 infected patients after highly active antiretroviral therapy [D]. Guangzhou: Guangzhou Medical University, 2019.
- [11] 张雨楠. 大理地区 HIV/AIDS 患者 HAART 后低病毒血症现状及影响因素研究[D]. 大理: 大理大学, 2023.
Zhang YN. Study on the status and influencing factors of HIV/AIDS patients with low level viremia after HAART in Dali[D]. Dali: Dali University, 2023.
- [12] 王心维,徐月香,梁贤君,等. 广西贵港市 HIV 感染者低病毒血症发生率及影响因素分析[J]. 广西医科大学学报, 2022, 39(4): 677-681.
Wang XW, Xu YX, Liang XJ, et al. Analysis on the incidence and influencing factors of low-level viraemia in HIV infected people in Guigang, Guangxi[J]. Journal of Guangxi Medical University, 2022, 39(4): 677-681.
- [13] 姬晓宇,李宁,樊盼英,等. 河南省 HIV/AIDS 患者低病毒血症发生情况及影响因素分析[J]. 疾病监测, 2023, 38(11): 1341-1345.
Ji XY, Li N, Fan PY, et al. Incidence of low-level viraemia and influencing factors in people living with HIV/AIDS in Henan[J]. Disease Surveillance, 2023, 38(11): 1341-1345.
- [14] 郭萌,刘聪,梅芳华,等. 湖北省 HIV 感染者低病毒血症和病毒抑制失败的关联及影响因素[J]. 公共卫生与预防医学, 2022, 33(6): 90-93.
Guo M, Liu C, Mei FH, et al. Relationship between low-level viraemia and virus inhibition failure and its influencing factors in HIV-infected patients in Hubei Province[J]. Journal of Public Health and Preventive Medicine, 2022, 33(6): 90-93.
- [15] 吕诗韵,白若婧,代漫,等. 抗病毒治疗后低病毒血症患者 HIV-1 基因型耐药特征分析[J]. 中国艾滋病性病, 2022, 28 (10): 1187-1190.
Lv SY, Bai RJ, Dai M, et al. Features analysis of HIV-1 geno-

- type resistance in patients with low-level viremia after antiretroviral therapy[J]. Chinese Journal of AIDS & STD, 2022, 28(10): 1187–1190.
- [16] 温春燕, 李湖, 兰芸, 等. 人类免疫缺陷病毒感染/艾滋病患者抗病毒治疗后低病毒血症的危险因素分析[J]. 中华传染病杂志, 2023, 41(2): 122–127.
Wen CY, Li H, Lan Y, et al. Risk factors associated with low-level viremia in human immunodeficiency virus/acquired immunodeficiency syndrome patients after anti-retroviral therapy[J]. Chinese Journal of Infectious Diseases, 2023, 41(2): 122–127.
- [17] 安靓, 劳云飞, 唐松源. 云南省艾滋病抗病毒治疗中 HIV 低病毒血症发生情况分析[J]. 中国公共卫生, 2022, 38(7): 908–913.
An L, Lao YF, Tang SY. Incidence of low-level viraemia among HIV/AIDS patients with antiviral therapy in Yunnan province, 2004–2018: a retrospective analysis[J]. Chinese Journal of Public Health, 2022, 38(7): 908–913.
- [18] 张彤. 长期一线抗病毒治疗的 HIV 感染者低病毒血症的风险评估及病毒学失败的相关因素研究[D]. 沈阳: 中国医科大学, 2020.
Zhang T. The risk assessment of low-level viremia and factors associated with virological failure during long-term first-line antiretroviral on HIV infected patients[D]. Shenyang: China Medical University, 2020.
- [19] 吕海伟, 刘莉, 陈军, 等. HIV 低病毒血症的影响因素及其临床意义研究[J]. 皮肤病与性病, 2022, 44(5): 353–358.
Lv HW, Liu L, Chen J, et al. Influencing factors and clinical significance of hypoviremia in HIV[J]. Journal of Dermatology and Venereology, 2022, 44(5): 353–358.
- [20] Yu HL, Yang YC, Cao DD, et al. Association of low-level viremia with mortality among people living with HIV on antiretroviral therapy in Dehong, Southwest China: a retrospective cohort study[J]. HIV Med, 2023, 24(1): 37–45.
- [21] Lao XJ, Zhang HX, Deng MJ, et al. Incidence of low-level viremia and its impact on virologic failure among people living with HIV who started an integrase strand transfer inhibitors: a longitudinal cohort study[J]. BMC Infect Dis, 2024, 24(1): 8.
- [22] Hsu JY, Sun HY, Hsieh TW, et al. Incidence of low-level viremia and its impact on virologic failure among people living with HIV-1 who switched to elvitegravir-based antiretroviral therapy[J]. J Glob Antimicrob Resist, 2022, 29: 7–16.
- [23] Qin SF, Lai JZ, Zhang H, et al. Predictive factors of viral load high-risk events for virological failure in HIV/AIDS patients receiving long-term antiviral therapy[J]. BMC Infect Dis, 2021, 21(1): 448.
- [24] Li Q, Chen ML, Zhao HX, et al. Persistent low-level viremia is an independent risk factor for virologic failure: a retrospective cohort study in China[J]. Infect Drug Resist, 2021, 14: 4529–4537.
- [25] Nanyeenya N, Chang LW, Kiwanuka N, et al. The association between low-level viraemia and subsequent viral non-suppression among people living with HIV/AIDS on antiretroviral therapy in Uganda [J]. PLoS One, 2023, 18(1): e0279479.
- [26] Antiretroviral Therapy Cohort Collaboration (ART-CC), Vandenhende MA, Ingle S, et al. Impact of low-level viremia on clinical and virological outcomes in treated HIV-1-infected patients[J]. AIDS, 2015, 29(3): 373–383.
- [27] Chun HM, Abutu A, Milligan K, et al. Low-level viraemia among people living with HIV in Nigeria: a retrospective longitudinal cohort study[J]. Lancet Glob Health, 2022, 10(12): e1815–e1824.
- [28] Elvstam O, Marrone G, Medstrand P, et al. All-cause mortality and serious non-AIDS events in adults with low-level human immunodeficiency virus viremia during combination antiretroviral therapy: results from a Swedish nationwide observational study[J]. Clin Infect Dis, 2021, 72(12): 2079–2086.
- [29] Drain PK, Dorward J, Bender A, et al. Point-of-care HIV viral load testing: an essential tool for a sustainable global HIV/AIDS response[J]. Clin Microbiol Rev, 2019, 32(3): e00097–18.
- [30] Brattgård H, Björkman P, Nowak P, et al. Factors associated with low-level viraemia in people with HIV starting antiretroviral therapy: a Swedish observational study[J]. PLoS One, 2022, 17(5): e0268540.
- [31] 张芮, 刘家法, 张米, 等. 云南省 HIV-1 CRF01_AE 毒株基因型耐药研究[J]. 中国热带医学, 2022, 22(7): 597–602, 628.
Zhang R, Liu JF, Zhang M, et al. Genotypic drug-resistance of HIV-1 CRF01_AE in Yunnan[J]. China Tropical Medicine, 2022, 22(7): 597–602, 628.
- [32] Zhang T, Ding HB, An MH, et al. Factors associated with high-risk low-level viremia leading to virologic failure: 16-year retrospective study of a Chinese antiretroviral therapy cohort [J]. BMC Infect Dis, 2020, 20(1): 147.
- [33] 何松华, 莫炳东, 罗科瑜, 等. 基线年龄对艾滋病抗病毒治疗长期免疫功能的影响[J]. 广东医学, 2023, 44(10): 1236–1240.
He SH, Mo BD, Luo KY, et al. Effect of baseline age on long-term immune function of HIV antiviral therapy [J]. Guangdong Medical Journal, 2023, 44(10): 1236–1240.
- [34] 杨文杰, 樊盼英, 梁妍, 等. 2008—2013 年河南省艾滋病患者抗病毒治疗对 HIV 的抑制效果及其影响因素分析[J]. 中华预防医学杂志, 2015, 49(1): 13–20.
Yang WJ, Fan PY, Liang Y, et al. Analysis on HIV suppression effect after initiating antiretroviral treatment and related factors among AIDS patients in Henan province during 2008 and 2013[J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2015, 49(1): 13–20.
- [35] Castillo-Mancilla JR, Morrow M, Coyle RP, et al. Low-level viremia is associated with cumulative adherence to antiretroviral therapy[J]. J Acquir Immune Defic Syndr, 2023, 83(4): 411–417.

- ral therapy in persons with HIV[J]. Open Forum Infect Dis, 2021, 8(9): ofab463.
- [36] Bandera A, Colella E, Rizzardini G, et al. Strategies to limit immune-activation in HIV patients[J]. Expert Rev Anti Infect Ther, 2017, 15(1): 43–54.
- [37] Panel on Antiretroviral Guidelines for Adults and Adolescents. Guidelines for the use of antiretroviral agents in adults and adolescents with HIV[EB/OL]. (2021-08-16)[2024-07-20]. https://clinicalinfo.hiv.gov/sites/default/files/guidelines/archive/AdultandAdolescentGL_2021_08_16.pdf.
- [38] 余维维, 陈钟, 彭爽, 等. HIV-1 低病毒载量患者外周血前病毒 DNA 优势耐药位点分析[J]. 中国感染控制杂志, 2022, 21(4): 323–329.
- Yu WW, Chen Z, Peng S, et al. Dominant drug-resistant mutations of provirus DNA in peripheral blood of patients with

low viral load of HIV-1[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2022, 21(4): 323–329.

(本文编辑:左双燕)

本文引用格式:杨婷玉,安雪梅,李龙,等.中国 HIV 感染抗病毒治疗患者低病毒血症患病率 Meta 分析[J].中国感染控制杂志,2025,24(10):1470–1477. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20256876.

Cite this article as: YANG Tingyu, AN Xuemei, LI Long, et al. Meta-analysis on the prevalence of low-level viraemia in Chinese patients receiving antiviral therapy for HIV infection[J]. Chin J Infect Control, 2025, 24(10): 1470–1477. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20256876.