DOI:10.12138/j.issn.1671－9638.20264176

·论著·

2016—2025 年中国 HIV 感染者治疗前耐药率及其影响因素的 Meta 分析

李　乐[1]，蒋运兰[2]，刘李鑫[1]，王玥琳[1]，陈　红[1]，王　镜[1]，白小雨[1]，张梦洁[1]，武森林[1]，饶　颖[3]
（1. 成都中医药大学护理学院，四川 成都　610075；2. 成都中医药大学附属医院党委办公室，四川 成都　610075；3. 成都中医药大学临床医学院，四川 成都　610075）

［摘　要］ **目的**　系统评估 2016—2025 年中国人类免疫缺陷病毒（HIV）感染者治疗前耐药率及其影响因素。**方法**　检索 PubMed、Web of Science、Embase、The Cochrane Library、中国生物医学文献数据库、中国知网、万方数据库和维普数据库，检索时限为建库至 2025 年 11 月 1 日。由 2 名研究者独立筛选文献、提取数据并评估质量，应用 Stata 18.0 软件进行 Meta 分析。**结果**　纳入 50 篇文献，共 28 662 例感染者，各研究间存在显著异质性（I^2 = 93.2%，P<0.001）。Meta 分析结果显示，2016—2025 年中国 HIV 感染者治疗前耐药率为 10%，其中非核苷类逆转录酶抑制剂（NNRTIs）耐药率 7%，核苷类逆转录酶抑制剂（NRTIs）耐药率 2%，蛋白酶抑制剂（PIs）耐药率 1%。$CD4^+$ 细胞计数<200 个/μL（*OR* = 1.60，95%*CI*：1.24～2.06）、毒品注射（*OR* = 2.52，95%*CI*：1.73～3.66）、女性（*OR* = 2.11，95%*CI*：1.22～3.64）、基因亚型 CRF07_BC（*OR* = 0.63，95%*CI*：0.49～0.83）、基因亚型 CRF55_01B（*OR* = 6.90，95%*CI*：3.99～11.94）、基因亚型 B（*OR* = 3.35，95%*CI*：2.31～4.85）均为 HIV 感染者治疗前耐药的影响因素（均 P<0.05）。**结论**　中国 HIV 感染者治疗前耐药率较高，应加强对 HIV 感染者治疗前耐药监测，采取针对性措施并完善监管体系，以期减少耐药株传播。各研究间耐药率异质性高，亚组分析未能降低其异质性，可能与各地 HIV 防控资源、城市教育发展水平和 HIV 基因亚型分布差异有关。

［关　键　词］ HIV；治疗前耐药；中国；影响因素；Meta 分析
［中图分类号］ R512.91

Meta-analysis on pre-treatment drug resistance rate and its influencing factors in HIV-infected individuals in China from 2016 to 2025

LI Le[1], *JIANG Yunlan*[2], *LIU Lixin*[1], *WANG Yuelin*[1], *CHEN Hong*[1], *WANG Jing*[1], *BAI Xiaoyu*[1], *ZHANG Mengjie*[1], *WU Senlin*[1], *RAO Ying*[3]（1. *School of Nursing, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu* 610075, *China*; 2. *Department of Party Administration Office, Hospital of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu* 610075, *China*; 3. *School of Clinical Medicine, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu* 610075, *China*）

［**Abstract**］ **Objective**　To systematically evaluate the rate of pre-treatment drug resistance (PDR) and its influencing factors in human immunodeficiency virus (HIV)-infected individuals in China from 2016 to 2025. **Methods**　PubMed, Web of Science, Embase, the Cochrane Library, China Biology Medicine disc, China National Knowledge Infrastructure (CNKI), Wanfang Data, and VIP Database were retrieved, with a retrieval period from the establishment of the databases to November 1, 2025. Two researchers independently screened literature, extracted data, and evaluated quality of the studies. Meta-analysis was performed with Stata 18.0 software.

［收稿日期］ 2026－01－22
［基金项目］ 四川省保健科研项目（2025－504）
［作者简介］ 李乐（2001－），女（汉族），陕西省咸阳市人，硕士研究生在读，主要从事临床护理研究。
［通信作者］ 蒋运兰　　E-mail：18980880152@163.com

Results A total of 50 literatures were included in analysis, involving 28 662 infected individuals. There was significant heterogeneity among the studies (I^2 = 93.2%, P<0.001). Meta-analysis results showed that from 2016 to 2025, the rate of PDR in HIV-infected individuals in China was 10%, with a resistance rate of 7% to non-nucleoside reverse transcriptase inhibitors (NNRTIs), 2% to nucleoside reverse transcriptase inhibitors (NRTIs), and 1% to protease inhibitors (PIs). $CD4^+$ cell count < 200 cells/μL (OR = 1.60, 95%CI: 1.24 - 2.06), drug injection (OR = 2.52, 95%CI: 1.73 - 3.66), female (OR = 2.11, 95%CI: 1.22 - 3.64), genotype CRF07_BC (OR = 0.63, 95%CI: 0.49 - 0.83), genotype CRF55_01B (OR = 6.90, 95%CI: 3.99 - 11.94), and genotype B (OR = 3.35, 95%CI: 2.31 - 4.85) were all influencing factors of PDR in HIV-infected individuals (all P<0.05). **Conclusion** The rate of PDR in HIV-infected individuals in China is relatively high. It is necessary to strengthen the surveillance of PDR among HIV-infected individuals, take targeted measures, and improve the supervision system, so as to reduce the spread of drug-resistant strains. The heterogeneity of drug resistance rate among studies is high, and subgroup analysis failed to reduce its heterogeneity, which may be related to differences in HIV prevention and control resources, urban education development levels, and HIV gene subtype distribution in different regions.

[**Key words**] HIV; pre-treatment drug resistance; China; influencing factor; Meta-analysis

目前,中国艾滋病疫情形势仍严峻。最新数据显示,截至 2024 年末,现存人类免疫缺陷病毒(human immunodeficiency virus, HIV)感染者与获得性免疫缺陷综合征(AIDS)患者累计超过 135 万例,年新增感染报告数持续超过 10 万例,凸显了防控工作的长期性与复杂性[1]。为有效遏制艾滋病流行和实现 2030 年消除艾滋病的目标,联合国艾滋病规划署制定了“95 - 95 - 95”的宏伟战略,其核心内涵包括:95% HIV 感染者知晓自身感染状态,95% 感染者接受抗逆转录病毒治疗(antiretroviral therapy, ART),95% 接受 ART 治疗者体内病毒得到有效抑制[2]。我国实施免费 ART 计划,该疗法是目前 AIDS 最有效的治疗方法,显著降低 HIV 感染发病率及病死率[3]。然而,HIV 因基因组快速复制和逆转录酶易错特性具有高度变异性,易产生对 ART 药物的耐药性[4]。治疗前耐药(pre-treatment drug resistance,PDR)是指 HIV 感染者在未接受抗病毒治疗时已存在的原发性耐药,是导致初始治疗失败的重要原因[5]。近年来,我国各地 PDR 流行率存在差异,总体呈逐渐上升趋势[6]。由于检测成本与可及性限制,我国现行指南未推荐常规筛查 PDR[7]。因此,明确 PDR 流行特征及影响因素,对一线 ART 方案合理选用、新方案研发及阻断耐药毒株传播至关重要。本研究通过 Meta 分析,系统综述近十年我国 HIV 感染者 PDR 发生率及影响因素,为构建中国特色 HIV 感染防治体系提供数据支持。

1 资料与方法

1.1 检索策略 计算机检索 PubMed、Web of Science、Embase、The Cochrane Library、中国生物医学文献数据库、中国知网、万方数据库和维普数据库相关文献,并追溯纳入研究的参考文献,检索时限为建库至 2025 年 11 月 1 日。采用主题词与自由词相结合的检索方式,中文检索词为“HIV/HIV 感染者/艾滋病病毒/人类免疫缺陷病毒”“治疗前耐药/PDR”“影响因素/危险因素/相关因素”等。英文检索式以 PubMed 为例,(“pre-treatment drug resistance”[Mesh]) and (“HIV ”[Mesh] or “AIDS”[Mesh] or “HIV ”[Mesh]) and (“factor *”[Ti/Ab]) and (“China”[Mesh])。本研究已在 PROSPERO 注册,注册号为 CRD420251151644。

1.2 文献纳入与排除标准 纳入标准:(1)研究对象为中国 HIV 感染者;(2)研究类型为横断面研究及队列研究;(3)主要结局指标是中国 HIV 感染者的 PDR 发生率,次要结局指标包括非核苷类逆转录酶抑制剂(NNRTIs)、核苷类逆转录酶抑制剂(NRTIs)与蛋白酶抑制剂(PIs)的耐药率,以及多因素回归分析确定的影响 PDR 的相关因素;(4)文献提供完整的 OR 值及其 95%置信区间(95%CI)。排除标准:(1)非中英文文献;(2)无法获取全文或提取所需数据的文献;(3)重复发表或调查起始年份早于 2016 年的文献;(4)质量评分较低的文献;(5)会议论文或学位论文。

1.3 文献筛选与资料提取 将所有文献导入 Endnote X9 进行管理,由两名研究者独立筛选并交叉验证。初筛时阅读标题与摘要,剔除与主题明显不符的文献;复筛时阅读全文,最终确定纳入文献。如遇分歧,则请第 3 名研究者介入判定。主要提取信息包括:第一作者、发表年份、地区、样本量、PDR 发

生率、常见药物耐药率和影响因素等。

1.4 文献质量评价 由两名接受过专业培训的研究者独立评估文献偏倚风险，如遇分歧，则请第 3 名研究者介入判定。队列研究偏倚风险采用纽卡斯尔－渥太华量表（Newcastle-Ottawa Scale，NOS）评估[8]，该量表涵盖研究人群选择、组间可比性、暴露或结果评价 3 个维度，共设 8 个条目，评分为 0～9 分，其中 0～3 分为低质量文献，4～6 分为中质量文献，≥7 分为高质量文献。横断面研究采用美国卫生保健质量和研究机构（Agency for Healthcare Research and Quality，AHRQ）推荐的质量评价标准[9]，包括 11 个评价条目共计 11 分，0～3 分为低质量，4～7 分为中质量，8～11 分为高质量。

1.5 统计学方法 应用 Stata 18.0 软件对纳入文献进行 Meta 分析，以各原始研究的影响因素 *OR* 值及 95%*CI* 为效应量。通过 I^2 检验异质性，若研究间无异质性（$P>0.1$，$I^2<50\%$），则选择固定效应模型进行数据分析；若存在明显异质性（$P\leqslant0.1$，$I^2\geqslant50\%$），则通过亚组分析和敏感性分析探索异质性来源。敏感性分析采用模型转换和逐一剔除法。通过漏斗图、Egger's 检验判断发表偏倚情况，当 Egger's 检验结果 $P<0.05$ 时，采用剪补法评估发表偏倚对总体效应量的影响。Meta 分析检验水准设定为 $\alpha=0.05$。

2 结果

2.1 文献检索结果 初检数据库获取文献 1 470 篇，经严格筛选后，最终纳入 50 篇文献[10-59]。其中中文 37 篇，英文 13 篇，研究地区均为中国。文献筛选流程图及结果见图 1。

2.2 纳入文献基本特征及质量评价 共纳入 50 篇[10-59]文献，研究时间为 2016—2025 年，样本量为 28 662 例，其中包含 48 篇横断面研究和 2 篇回顾性队列研究，共筛选出 8 个影响因素。纳入研究质量评价为中、高等的文献各 25 篇。见表 1。

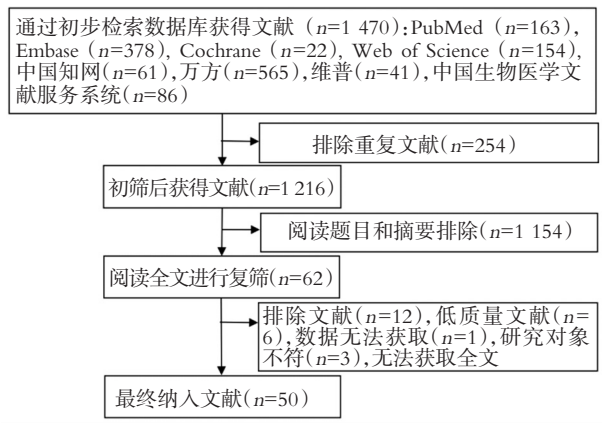

图 1 2016—2025 年中国 HIV 感染者 PDR 发生率及其影响因素的 Meta 分析文献筛选流程图

Figure 1 Flowchart of literature screening for Meta-analysis on rate of PDR and its influencing factors among HIV-infected individuals in China，2016－2025

表 1 2016—2025 年中国 HIV 感染者 PDR 发生率及其影响因素的 Meta 分析纳入文献的基本特征及质量评价结果（$n=50$）

Table 1 Basic characteristics and quality evaluation results of the included literature for Meta-analysis on rate of PDR and its influencing factors in HIV-infected individuals in China，2016－2025（$n=50$）

第一作者	发表年份（年）	地区	研究类型	调查时间（年）	样本量（例）	耐药率（%）				影响因素	质量评价（分）	质量等级
						PDR	NNRTIs	NRTIs	PIs			
Su QQ[10]	2025	南宁	横断面研究	2019—2023	234	21.37	4.27	1.28	2.56	③④⑤⑥	7	中等
Liu M[11]	2022	重庆	回顾性队列研究	2018—2021	1 110	10.54	7.66	2.43	1.71	⑤⑥	8	高等
Zhang XF[12]	2025	嘉兴	横断面研究	2020—2022	298	11.07	5.37	0.34	5.37	－	7	中等
Yang H[13]	2025	云南	横断面研究	2022	809	6.18	5.19	0.87	0.37	－	8	高等
Pei R[14]	2025	四川凉山	横断面研究	2021—2023	1 999	23.91	20.46	3.60	2.75	⑥⑦	8	高等
Long SJ[15]	2025	湖南长沙	横断面研究	2021—2023	917	14.72	11.56	3.6	0.76	－	6	中等
Liu YC[16]	2025	宁夏	横断面研究	2020—2021	95	13.68	7.37	1.05	4.21	－	7	中等
Xia H[17]	2023	陕西西安	横断面研究	2020—2021	317	18.30	16.09	4.42	0.95	③⑥	8	高等
Liu JJ[18]	2023	河南郑州	横断面研究	2022—2023	637	11.93	6.28	5.18	0.31	－	7	中等
Guo PL[19]	2022	广东广州	横断面研究	2018—2019	1 936	6.46	4.13	0.72	1.39	－	9	高等
Gao LY[20]	2022	天津	回顾性队列研究	2018—2020	584	13.53	12.50	1.54	0.34	①②③④⑤⑥	8	高等
Shi PH[21]	2021	河北保定	横断面研究	2019—2020	132	7.58	6.06	0.76	0.76	－	6	中等

续表 1　（Table 1，Continued）

第一作者	发表年份（年）	地区	研究类型	调查时间（年）	样本量（例）	耐药率(%)				影响因素	质量评价（分）	质量等级
						PDR	NNRTIs	NRTIs	PIs			
Kang RH[22]	2020	多中心	横断面研究	2017	1 711	6.80	4.60	2.20	0.60	③	8	高等
吕娅妮[23]	2025	辽宁	横断面研究	2023	171	7.60	4.67	0.58	2.92	-	8	高等
申万敏[24]	2025	贵州贵阳	横断面研究	2021—2023	123	17.07	7.31	3.25	3.25	-	7	中等
刘萌[25]	2025	河北	横断面研究	2022—2023	457	9.19	5.69	1.75	2.41	①③④⑤⑦⑧	8	高等
李荻菲[26]	2025	重庆	横断面研究	2022—2023	478	6.28	5.23	1.67	-	-	6	中等
孔令弘[27]	2025	贵州贵阳	横断面研究	2021—2023	824	18.69	14.92	1.70	2.67	①②③	8	高等
曹汴川[28]	2025	四川凉山	横断面研究	2022—2023	257	11.67	10.90	0.39	0.39	-	7	中等
邢文书[29]	2024	江苏徐州	横断面研究	2021—2022	446	10.99	7.40	0.00	2.91	④⑥	8	高等
秦义组[30]	2024	安徽	横断面研究	2020—2023	332	30.12	17.47	6.33	6.33	①⑥	8	高等
郭琪[31]	2024	吉林	横断面研究	2022	206	9.22	8.25	1.94	0.00	-	8	高等
王征桦[32]	2023	福建	横断面研究	2020	908	5.29	4.85	1.10	0.11	-	7	中等
乔瑞娟[33]	2023	甘肃 5 市	横断面研究	2020—2021	303	3.96	3.30	1.32	0.00	-	8	高等
李建维[34]	2022	北京	横断面研究	2017—2021	535	13.46	11.40	0.37	0.56	②	8	高等
段星[35]	2022	云南德宏	横断面研究	2017—2021	1 796	7.07	-	-	-	⑥	6	中等
杨垚[36]	2021	广西崇左	横断面研究	2018	149	6.71	4.03	1.34	1.34	-	8	高等
孙卓群[37]	2021	北京	横断面研究	2019—2020	1 372	5.61	4.60	1.46	0.00	⑥	8	高等
艾尼瓦尔·吾拉木[38]	2021	新疆	横断面研究	2016—2019	376	9.31	-	-	-	-	5	中等
荀静娜[39]	2020	华东 3 市	横断面研究	2018	167	4.80	2.40	0.60	0.00	-	7	中等
刘萌[40]	2020	河北	横断面研究	2018	276	6.16	4.35	0.36	1.09	③④⑤⑥	8	高等
董敖渤[41]	2019	四川凉山	横断面研究	2017—2018	464	9.91	6.68	1.94	0.43	③⑤⑧	8	高等
朱晓娟[42]	2025	浙江湖州	横断面研究	2020—2023	308	9.70	12.5	-	2.40	-	7	中等
李莉[43]	2024	北京	横断面研究	2019—2022	1 811	5.63	4.91	1.44	0.11	-	8	高等
戴悦[44]	2024	江苏苏州	横断面研究	2021	691	7.70	5.10	0.40	2.70	-	7	中等
郭萌[45]	2024	湖北	横断面研究	2020—2022	242	6.20	5.37	1.65	0.00	-	6	中等
贾敏[46]	2024	上海	横断面研究	2021	143	10.49	6.29	1.40	2.80	-	7	中等
陈晓蕾[47]	2024	云南丽水	横断面研究	2020—2023	237	12.24	4.64	3.38	4.22	-	7	中等
何婷婷[48]	2023	浙江绍兴	横断面研究	2021—2022	186	13.40	11.29	2.15	2.15	-	8	高等
范吉祥[49]	2023	吉林	横断面研究	2022	206	9.20	8.30	1.90	-	-	6	中等
卢忠豪[50]	2022	浙江湖州	横断面研究	2021	196	11.22	9.69	0.51	1.02	-	8	高等
李玲[51]	2022	四川西昌	横断面研究	2019—2021	703	10.24	6.12	1.42	3.13	-	8	高等
龙海[52]	2022	贵州贵阳	横断面研究	2021—2022	266	9.40	7.52	2.63	0.75	-	7	中等
洪亮[53]	2022	上海	横断面研究	2016	89	7.87	-	-	-	-	7	中等
方星[54]	2021	贵州	横断面研究	2018	341	12.02	9.68	1.76	1.17	-	6	中等
石鹏辉[55]	2021	河北保定	横断面研究	2019—2020	180	5.56	4.44	0.56	0.56	-	8	高等
朱传新[56]	2021	浙江温州	横断面研究	2019	199	8.04	3.52	1.01	3.52	-	7	中等
周莹[57]	2021	江苏	横断面研究	2017	1 210	16.3	12.6	1.6	3.6	-	8	高等
曹旭健[58]	2023	湖南长沙	横断面研究	2021—2022	647	8.19	6.65	2.78	0.15	-	7	中等
宋潇[59]	2022	黑龙江	横断面研究	2019—2021	588	9.52	4.93	0.51	4.08	-	7	中等

注：①表示 $CD4^+$ 细胞计数，②表示病毒载量，③表示传播途径，④表示年龄，⑤表示性别，⑥表示基因亚型，⑦表示职业，⑧表示民族。- 表示纳入文献未提及该指标的耐药率或相关影响因素。

2.3　我国 HIV 感染者 PDR 发生率　50 项研究[10-59]报道了中国 HIV 感染者 PDR 发生率，各研究间存在显著异质性（I^2 = 93.2%，P<0.001）。采用随机效应模型分析显示，中国 HIV 感染者 PDR 发生率为 10%（95%*CI*：9%～12%，Z = 15.75，P<0.001），见图 2。针对样本量、调查开始时间和调查地区分别进行 PDR 发生率的亚组分析，未见异质性明显降低。亚组分析结果显示，2020 年及以后的调查，以及西南地区的 PDR 发生率更高，见表 2。NNRTIs 是 HIV 感染者的最主要耐药类型，其耐药率为 7%（95%*CI*：6%～8%，Z = 13.51，P<0.001），NRTIs 和 PIs 耐药率分别为 2%（95%*CI*：1%～2%，Z = 9.58，P<0.001）、1%（95%*CI*：1%～2%，Z = 9.23，P<0.001）。

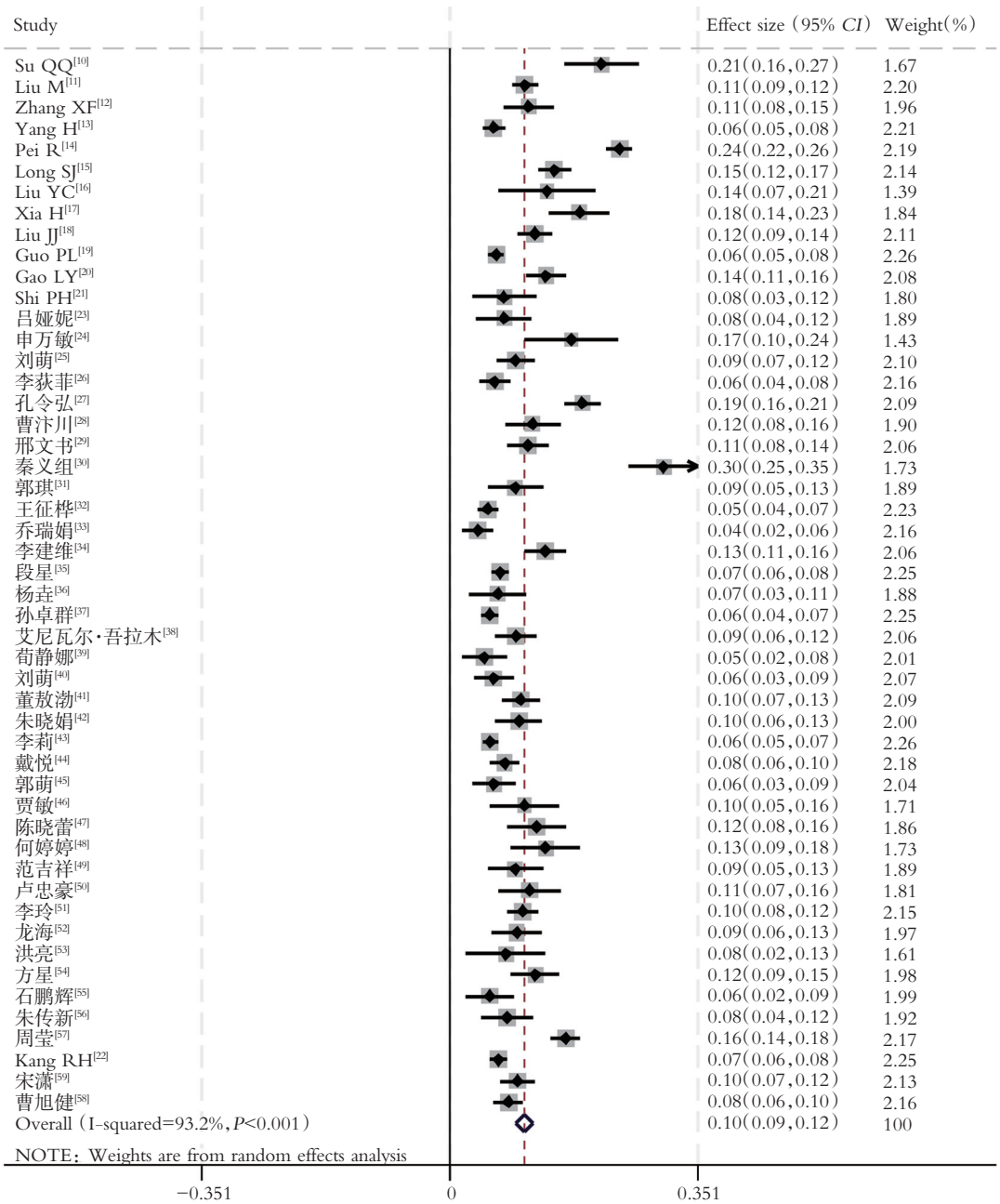

图 2　HIV 感染者 PDR 发生率

Figure 2　PDR rate in HIV-infected individuals

2.4　我国 HIV 感染者 PDR 的影响因素　15 项研究报道了中国 HIV 感染者 PDR 的影响因素，本研究仅针对不少于 2 篇研究中被探讨的影响因素进行分析。Meta 分析结果显示：女性、$CD4^+$ 细胞计数<200 个/μL、通过注射毒品传播、基因亚型（CRF07_BC、CRF55_01B、B）均是 HIV 感染者 PDR 的影响

因素(均 $P<0.05$);而病毒载量、同性性行为传播、其他传播方式、年龄、其他基因亚型、职业对 PDR 的效应量合并后差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。见表 3。

表 2　中国 HIV 感染者 PDR 发生率亚组分析

Table 2　Subgroup analysis of PDR rate in HIV-infected individuals in China

亚组	纳入文献(篇)	异质性检验		效应模型	合并效应量			
		I^2(%)	P		PDR 发生率(%)	95%CI(%)	Z	P
样本量(例)								
<1 000	42[10,12-13,15-18,20-21,23-34,36,38-42,44-56,58-59]	87.1	<0.001	随机	10	9～12	15.82	<0.001
≥1 000	8[11,14,19,22,35,37,43,57]	98.2	<0.001	随机	10	7～14	5.67	<0.001
调查开始时间								
2020 年及以后	28[12-18,23-33,42,44-50,52,58]	94.3	<0.001	随机	12	9～14	10.05	<0.001
2019 年及以前	22[10-11,19-22,34-41,43,51,53-57,59]	88.9	<0.001	随机	9	8～11	13.24	<0.001
调查地区								
华北及东北	13[20-23,25,31,34,37,40,43,49,55,59]	81.8	<0.001	随机	8	6～10	9.79	<0.001
华东	14[12,22,29-30,32,39,42,44,46,48,50,53,56-57]	92.1	<0.001	随机	11	8～14	7.33	<0.001
华中	5[15,18,22,45,58]	92.8	<0.001	随机	9	4～13	4.04	<0.001
华南	5[10,16,19,22,36]	88.5	<0.001	随机	10	6～14	4.98	<0.001
西南	14[11,13-14,22,24,26-28,35,41,47,51-52,54]	95.9	<0.001	随机	12	9～15	7.58	<0.001
西北	3[17,33,38]	94.5	<0.001	随机	10	3～18	2.73	0.006

表 3　中国 HIV 感染者 PDR 影响因素的 Meta 分析

Table 3　Meta-analysis of influencing factors for PDR in HIV-infected individuals in China

影响因素	纳入研究(篇)	异质性检验结果		效应模型	Meta 分析结果			
		P	I^2(%)		OR	95%CI	Z	P
性别(参考=男性)								
女性	6[10-11,20,25,40-41]	0.06	52.8	随机	2.11	1.22～3.64	2.67	0.008
$CD4^+$ 细胞计数(参考≥200 个/μL)								
<200 个/μL	4[20,25,27,30]	0.353	8.1	固定	1.60	1.24～2.06	3.65	<0.001
病毒载量(参考≤10^4,拷贝/mL)								
10^4～10^5	3[20,27,34]	0.241	29.7	固定	1.51	0.98～2.34	1.86	0.062
>10^5	3[20,27,34]	0.001	86.6	随机	1.90	0.48～7.49	0.91	0.361
传播方式(参考=异性性行为)								
同性性行为	8[10,17,20,22,25,27,40-41]	0.049	50.4	随机	1.01	0.63～1.62	0.04	0.968
注射毒品	3[22,27,41]	0.687	0.0	固定	2.52	1.73～3.66	4.85	<0.001
其他方式	4[20,22,40-41]	0.949	0.0	固定	1.59	0.88～3.40	1.55	0.121
年龄(参考<30,岁)								
30～49	5[10,20,25,29,40]	0.229	28.9	固定	0.73	0.51～1.04	1.74	0.082
≥50	5[10,20,25,29,40]	0.897	0.0	固定	0.79	0.40～1.28	0.97	0.330
基因亚型(参考=CRF01_AE)								
CRF07_BC	8[10-11,14,17,20,29,37,40]	0.495	0.0	固定	0.63	0.49～0.83	3.35	0.001
CRF55_01B	3[20,29,37]	0.328	10.3	固定	6.90	3.99～11.94	6.90	<0.001
B	5[20,29,35,37,40]	0.305	17.3	固定	3.35	2.31～4.85	6.41	<0.001
其他	4[10,20,30,40]	0.002	80.3	随机	1.30	0.48～3.56	0.51	0.609
职业(参考=农民)								
学生	2[14,25]	0.784	0.0	固定	0.65	0.30～1.40	1.10	0.270
其他	2[14,25]	0.479	0.0	固定	0.75	0.41～1.35	0.98	0.329

2.5 敏感性分析 通过随机效应模型和固定效应模型转换方法，评估各影响因素合并效应量的稳定性，结果显示转换前后未见明显差异，表明结果稳定，见表 4。通过逐项剔除研究进行敏感性分析发现，Gao 等[20]的研究是性别（OR = 1.69，95%CI：12.0～2.38，P = 0.003）和病毒载量（OR = 3.42，95%CI：18.7～6.27，P<0.001）两项因素的异质性来源；秦义组等[30]的研究则是其他基因亚型因素的异质性来源（OR = 2.38，95%CI：1.34～4.21，P = 0.003）。

2.6 发表偏倚检验 对我国 HIV 感染者 PDR 发生率进行漏斗图和 Egger's 检验（P = 0.002），结果显示可能存在发表偏倚。采用剪补法后，研究结果方向未发生变化，表明本研究结果具有稳定性。未发现需要补充的其他研究，因此修剪前后的效应量估计值保持一致。本研究中没有被纳入≥10 篇文献的影响因素。

表 4 中国 HIV 感染者 PDR 的敏感性分析

Table 4 Sensitivity analysis on PDR in HIV-infected individuals in China

影响因素	随机效应模型 OR(95%CI)	固定效应模型 OR(95%CI)
性别		
女性	2.11(1.22～3.46)	2.09(1.52～2.86)
$CD4^+$ 细胞计数(个/μL)		
<200	1.60(1.22～2.09)	1.60(1.24～2.06)
病毒载量(拷贝/mL)		
10^4～10^5	1.64(0.91～2.93)	1.51(0.98～2.34)
>10^5	1.90(0.48～7.49)	1.55(0.99～2.44)
传播方式		
同性性行为	1.01(0.63～1.62)	1.05(0.79～1.41)
注射毒品	2.52(1.73～3.66)	2.52(1.73～3.66)
其他方式	1.59(0.88～2.87)	1.59(0.88～3.40)
年龄(岁)		
30～49	0.66(0.42～1.60)	0.73(0.51～1.04)
≥50	0.79(0.49～1.27)	0.79(0.40～1.28)
基因亚型		
CRF07_BC	0.63(0.49～0.83)	0.63(0.49～0.83)
CRF55_01B	6.80(3.74～12.34)	6.90(3.99～11.49)
B	3.25(2.09～5.06)	3.35(2.31～4.85)
其他基因亚型	1.30(0.48～3.56)	1.00(0.72～1.40)
职业		
学生	0.65(0.30～1.40)	0.65(0.30～1.40)
其他职业	0.75(0.41～1.35)	0.75(0.41～1.35)

3 讨论

本研究结果显示，近十年我国 HIV 感染者 PDR 发生率为 10%（95%CI：9%～12%），与东非一项荟萃分析[60]结果 10.0%（95%CI：7.9%～12.0%）相近，略低于南非同类研究[61]的 11.0%（95%CI：9.0%～13.0%），差异可能与各国监测人群、治疗覆盖率和行为模式相关。我国 HIV 感染者 PDR 中，NNRTIs 耐药率（7%）高于 NRTIs（2%）和 PIs（1%），可能与 NNRTIs 突变的遗传屏障较低，单点位突变即可引发耐药有关，这也是导致 PDR 总体上升的主要原因。亚组分析显示：（1）2020 年及以后调查的 PDR 发生率（12%）明显高于 2016—2019 年（9%）。然而，我国因资源限制，尚未开展广泛有效的耐药检测，指南也未特别推荐进行常规 PDR 检测，可能影响 HIV 感染者初始 ART 方案选择，增加耐药风险，导致耐药性广泛扩散及严重程度加剧。世界卫生组织（WHO）建议，当 PDR 患病率≥10%时，其一线 ART 应从 NNRTIs 为基础的方案调整为非 NNRTIs 类方案[62]。（2）我国西南地区为少数民族聚集地，经济发展水平相对滞后，具有特殊的历史文化背景，多性伴侣比例较高[63]。川渝地区是我国艾滋病疫情最严重的地区之一[64]，HIV 感染者 PDR 发生率更高，与医疗资源、传播特征及防控条件等密切相关。（3）样本量<1 000 例和≥1 000 例的 PDR 发生率相近，可能与大样本量文献数量较少有关，因此需进行更多大样本研究。为响应 WHO 关于定期监测抗逆转录病毒 PDR 情况的号召和我国免费 ART 计划，提升 HIV 感染者对 PDR 的正确认知，本研究通过 Meta 分析研究 HIV 感染者 PDR 发生率及其影响因素，旨在为我国 HIV 感染者的 ART 方案选择和优化提供循证依据和数据支持。

研究发现，$CD4^+$ T 细胞计数减少是 PDR 发生的独立危险因素，其潜在机制可能与低 $CD4^+$ T 细胞水平导致的机体免疫功能缺陷密切相关：免疫系统受损时，HIV 的免疫逃逸压力显著降低，不仅更易引发并积累耐药相关基因突变，还可能进一步增加耐药毒株的传播风险，此发现符合免疫缺陷环境中病毒适应性进化的病理生理规律[27,30]。女性 HIV 感染者 PDR 发生率更高，与 WHO 数据一致，女性 PDR 发生率约为男性两倍，可能与其从耐药性伴侣处获得感染有关[65]，但目前尚无明确研究证实

其确切原因。注射吸毒人群因缺乏黏膜屏障保护，HIV 感染亚型多样性更高，携带耐药毒株的风险显著增加；接触耐药相关药物后，耐药毒株易成为优势株并加速传播[66]。相较于 CRF01_AE 基因亚型，CRF07_BC 亚型的 PDR 发生风险更低，而 CRF55_01B 与 B 亚型 PDR 发生风险更高，其中 CRF55_01B 亚型的风险最高[67]。值得注意的是，CRF55_01B 毒株携带 V179E 耐药位点的比例很高，该位点可能是其高 PDR 发生率的关键影响因素。CRF55_01B 由 CRF01_AE 与 B 亚型重组形成，其出现与传播速度可能受两者在人群中的高流行率推动[67]，而重组毒株通常具有更强的复制能力与环境适应性，或进一步强化其耐药相关表型的优势。

本研究存在以下局限性：(1)亚组分析未能有效降低耐药率的高异质性，可能与中国各地区经济发展与教育水平差异相关。HIV 防控资源分配、公众认知程度及防控压力不均衡等问题使耐药毒株传播与突变呈现地域与个体差异。此外，各地 ART 推广情况、人群年龄结构、传播途径及 HIV 亚型的不同，进一步加剧了 HIV 感染者 PDR 的高异质性，可能影响结论的普适性。(2)部分纳入因素仅基于两篇文献数据，可能影响结果可靠性。(3)由于 PDR 检测相关工作于近年才逐步开展和规范，故本文纳入的文献调查时间均在 2016 年及之后，未能覆盖更早时期的相关数据。可能导致研究结果对历史趋势的反映不够全面。(4)纳入文献多为横断面研究，未来需开展更多高质量、多中心、大样本队列研究。

综上所述，HIV 感染者 PDR 发生率持续上升，已成为艾滋病防治的重大难题。此现象直接影响一线抗病毒治疗成效。因此，必须推动基线耐药基因检测的普及，明确高风险人群与地区，并实施精准防控策略，以提升 ART 效果，遏制 HIV 耐药株的扩散。

作者贡献声明：李乐负责分析软件操作、文献检索与筛选、原始数据提取、统计分析及论文全文撰写；蒋运兰负责研究监督与质量控制；刘李鑫负责纳入研究的质量评价；王玥琳负责文献检索、筛选与研究数据提取；陈红负责数据统计分析与论文初稿撰写；王镜负责图表绘制，并参与文献检索；白小雨负责可视化图表制作；张梦洁负责可视化图表优化；武森林参与论文初稿撰写；饶颖参与文献检索。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

[1] 中国疾病预防控制中心性病艾滋病预防控制中心. 2024 年 12 月全国艾滋病性病疫情[J]. 中国艾滋病性病，2025，31(3)：225.
National Center for AIDS/STD Control and Prevention，China CDC. National epidemic situation of acquired immunodeficiency syndrome and sexually transmitted diseases in December 2024 [J]. Chinese Journal of AIDS & STD，2025，31(3)：225.

[2] UNAIDS. 2021 UNAIDS global AIDS update — confronting inequalities — lessons for pandemic responses from 40 years of AIDS[EB/OL]. (2021-07-14)[2023-01-12]. https://www.unaids.org/en/resources/documents/2021/2021-global-aids-update.

[3] 张福杰，赵燕，马烨，等. 中国免费艾滋病抗病毒治疗进展与成就[J]. 中国艾滋病性病，2022，28(1)：6-9.
Zhang FJ，Zhao Y，Ma Y，et al. Progress and achievements of free antiretroviral therapy for HIV/AIDS in China [J]. Chinese Journal of AIDS & STD，2022，28(1)：6-9.

[4] Steiner MC，Gibson KM，Crandall KA. Drug resistance prediction using deep learning techniques on HIV-1 sequence data [J]. Viruses，2020，12(5)：560.

[5] Li CL，Liang HY，Xiao J，et al. The effect of pretreatment potential resistance to NNRTIs on antiviral therapy in patients with HIV/AIDS[J]. J Acquir Immune Defic Syndr，2022，91(S1)：S27-S34.

[6] Chen HL，Hao JJ，Hu J，et al. Pretreatment HIV drug resistance and the molecular transmission network among HIV-positive individuals in China in 2022：multicenter observational study[J]. JMIR Public Health Surveill，2023，9：e50894.

[7] 中华医学会感染病学分会艾滋病丙型肝炎学组，中国疾病预防控制中心. 中国艾滋病诊疗指南(2021 年版)[J]. 协和医学杂志，2022，13(2)：203-226.
Acquired Immunodeficiency Syndrome and Hepatitis C Professional Group，Society of Infectious Diseases，Chinese Medical Association，Chinese Center for Disease Control and Prevention. Chinese guidelines for diagnosis and treatment of human immunodeficiency virus infection/acquired immunodeficiency syndrome(2021 edition)[J]. Medical Journal of Peking Union Medical College Hospital，2022，13(2)：203-226.

[8] Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses[J]. Eur J Epidemiol，2010，25(9)：603-605.

[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] Su QQ，Li YJ，Huang T，et al. The prevalence of pretreatment drug resistance and transmission networks among newly diagnosed HIV-1-infected individuals in Nanning，Guangxi，

China[J]. Pathogens, 2025, 14(4): 336.

[11] Liu M, He XQ, Deng RN, et al. Pretreatment drug resistance in people living with HIV: a large retrospective cohort study in Chongqing, China[J]. HIV Med, 2022, 23(Suppl 1): 95 - 105.

[12] Zhang XF, Ren GL, Ge ZJ, et al. Genotypic diversity and pretreatment resistance characteristic analysis among newly diagnosed HIV-1-positive MSM from 2020 - 2022 in Jiaxing city, China[J]. Curr HIV Res, 2025, 23(4): 241 - 250.

[13] Yang H, Chen HC, Yao EL, et al. Unraveling HIV-1 transmission patterns through molecular surveillance in a hotspot in Yunnan Province, China[J]. Sci Rep, 2025, 15(1): 9964.

[14] Pei R, Zhang YL, Jike CN, et al. Prevalence and transmission of HIV-1 drug resistance mutations among patients with treatment failure and newly diagnosed people in Liangshan Prefecture, China, in 2021 - 2023[J]. Front Public Health, 2025, 13: 1550121.

[15] Long SJ, Yao R, Tang YM, et al. Pre-treatment and acquired HIV drug resistance in Hunan: a cross-sectional analysis of a growing challenge[J]. BMC Infect Dis, 2025, 25(1): 1393.

[16] Liu YC, Ma XF, Pei JX, et al. Epidemiological and spatial analysis of newly diagnosed HIV-1/AIDS patients before antiretroviral therapy in Ningxia from 2020 to 2021[J]. PLoS One, 2025, 20(4): e0322389.

[17] Xia H, Jin J, Ba HH, et al. Genetic diversity and characteristics of drug resistance among treatment-naive people living with HIV in Xi'an, China[J]. Drug Des Devel Ther, 2023, 17: 1485 - 1494.

[18] Liu JJ, Liu CL, Wang YL, et al. Increased prevalence of pretreatment drug resistance mutations in treatment-naïve people living with HIV-1 in Henan Province, China (2022/23)[J]. Infect Genet Evol, 2023, 115: 105520.

[19] Guo PL, Lan Y, Li QM, et al. Pre-treatment drug resistance could impact the 96-week antiretroviral efficacy in treatment-naive HIV-1-infected patients in Guangdong, China[J]. Infect Dis Immun, 2022, 2(4): 233 - 238.

[20] Gao LY, Xia H, Zeng R, et al. Pre-treatment and acquired antiretroviral drug resistance among people living with HIV in Tianjin, China[J]. HIV Med, 2022, 23(Suppl 1): 84 - 94.

[21] Shi PH, Chen ZX, Meng J, et al. Molecular transmission networks and pre-treatment drug resistance among individuals with acute HIV-1 infection in Baoding, China[J]. PLoS One, 2021, 16(12): e0260670.

[22] Kang RH, Liang SJ, Ma YL, et al. Pretreatment HIV drug resistance in adults initiating antiretroviral therapy in China, 2017[J]. Infect Dis Poverty, 2020, 9(1): 54.

[23] 吕娅妮，赵砚，康续，等. 辽宁省 2023 年新报告 15～29 岁人群 HIV-1 感染者治疗前耐药特征分析[J]. 中国皮肤性病学杂志，2025，39(12)：1367 - 1374.
Lv YN, Zhao Y, Kang X, et al. Pretreatment drug resistance in newly reported HIV-1 infected individuals aged 15 - 29 years in Liaoning province, 2023[J]. The Chinese Journal of Dermatovenereology, 2025, 39(12): 1367 - 1374.

[24] 申万敏，王大朋，蒋家俊，等. 贵阳市 123 例新报告 HIV-1 感染者分子传播网络特征及耐药分析[J]. 现代预防医学，2025，52(10)：1902 - 1908.
Shen WM, Wang DP, Jiang JJ, et al. Molecular transmission network characteristics and drug resistance analysis of 123 newly reported HIV-1 cases, Guiyang City[J]. Modern Preventive Medicine, 2025, 52(10): 1902 - 1908.

[25] 刘萌，王莹莹，安宁，等. 河北省 HIV-1 感染者治疗前耐药及获得性耐药特征分析[J]. 现代预防医学，2025，52(15)：2860 - 2865.
Liu M, Wang YY, An N, et al. Pre-treatment and acquired drug resistance characteristics among HIV-1-infected individuals in Hebei Province, China[J]. Modern Preventive Medicine, 2025, 52(15): 2860 - 2865.

[26] 李荻菲，徐瑛，叶茂，等. 重庆市渝北区 HIV-1 治疗前耐药及分子传播网络特征分析[J]. 重庆医学，2025，54(3)：719 - 724，730.
Li DF, Xu Y, Ye M, et al. HIV-1 pretreatment drug resistance and molecular transmission network characteristics in Yubei District, Chongqing[J]. Chongqing Medicine, 2025, 54(3): 719 - 724, 730.

[27] 孔令弘，谢小馨，符燕华，等. 中国西南地区艾滋病病毒感染者治疗前和获得性抗逆转录病毒耐药性研究[J]. 中国全科医学，2025，28(2)：242 - 249.
Kong LH, Xie XX, Fu YH, et al. Pre-treatment and acquired antiretroviral drug resistance among people living with HIV in Southwest China[J]. Chinese General Practice, 2025, 28(2): 242 - 249.

[28] 曹汴川，刘梅，宋绍芳，等. 2022—2023 年凉山州某地 HIV-1 感染者治疗前耐药情况分析[J]. 中国艾滋病性病，2025，31(2)：139 - 143.
Cao BC, Liu M, Song SF, et al. Pre-treatment drug resistance among HIV-1-infected individuals in Liangshan Prefecture from 2022 to 2023[J]. Chinese Journal of AIDS & STD, 2025, 31(2): 139 - 143.

[29] 邢文书，周莹，管雅笛，等. 2021—2022 年徐州市 HIV-1 感染者治疗前基因分型及耐药特征[J]. 江苏预防医学，2024，35(5)：611 - 614.
Xing WS, Zhou Y, Guan YD, et al. Pretreatment genotyping and drug-resistant characteristics among HIV-1 infected individuals in Xuzhou City from 2021 to 2022[J]. Jiangsu Journal of Preventive Medicine, 2024, 35(5): 611 - 614.

[30] 秦义组，沈月兰，刘爱文，等. 2020—2023 年安徽省新报告 HIV/AIDS 人群病毒基因亚型及耐药监测结果的分析[J]. 中华预防医学杂志，2024，58(8)：1204 - 1212.
Qin YZ, Shen YL, Liu AW, et al. Analysis of virus gene subtypes and drug resistance monitoring results of newly reported HIV/AIDS population in Anhui Province from 2020 to 2023[J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2024, 58(8): 1204 - 1212.

[31] 郭琪，王乔，冯毅，等. 吉林省 HIV-1 感染者治疗前耐药和分

子传播网络特征分析[J]. 国际病毒学杂志，2024，31(4)：270－274.
Guo Q，Wang A，Feng Y，et al. Characteristics of drug-resistance and molecular transmission network among pre-treatment HIV-1 infected patients in Jilin province[J]. International Journal of Virology，2024，31(4)：270－274.

[32] 王征桦，吴守丽，张春阳，等. 基于 HIV 分子传播网络分析福建省 HIV 流行病学特征[J]. 中国公共卫生，2023，39(12)：1526－1529.
Wang ZH，Wu SL，Zhang CY，et al. Epidemiological characteristics of newly reported HIV/AIDS patients in Fujian province，2020：a molecular transmission network-based analysis[J]. Chinese Journal of Public Health，2023，39(12)：1526－1529.

[33] 乔瑞娟，张林才，冯毅，等. 甘肃省部分地区 2020—2021 年新报告 HIV/AIDS 患者治前耐药及分子传播网络特征分析[J]. 中国艾滋病性病，2023，29(8)：860－865.
Qiao RJ，Zhang LC，Feng Y，et al. Characteristics of the pre-treatment drug resistance and molecular transmission network in newly reported HIV infections in some areas of Gansu Province from 2020 to 2021[J]. Chinese Journal of AIDS & STD，2023，29(8)：860－865.

[34] 李建维，刘安，王茜，等. 2017—2021 年北京市 50 岁以上艾滋病感染者抗病毒治疗前耐药情况及影响因素分析[J]. 中国病毒病杂志，2022，12(4)：296－303.
Li JW，Liu A，Wang Q，et al. The drug resistance and its influencing factors among HIV-infected patients aged over 50 years in Beijing from 2017 to 2021[J]. Chinese Journal of Viral Diseases，2022，12(4)：296－303.

[35] 段星，王妙辰，王译葵，等. 德宏傣族景颇族自治州 2017—2019 年新报告 HIV 感染者治疗前 HIV *pol* 基因耐药突变位点及耐药相关因素分析[J]. 中国病毒病杂志，2022，12(5)：343－348.
Duan X，Wang MC，Wang YK，et al. Pre-treatment drug resistance mutations of *pol* gene and related factors in newly reported HIV/AIDS in Dehong Dai and Jingpo Autonomous Prefecture from 2017 to 2019[J]. Chinese Journal of Viral Diseases，2022，12(5)：343－348.

[36] 杨垚，梁华悦，刘德平，等. 2018 年广西崇左边境地区新报告 HIV-1 感染者治疗前耐药监测结果分析[J]. 内科，2021，16(2)：137－141，145.
Yang Y，Liang HY，Liu DP，et al. Analysis of pre-treatment drug resistance surveillance results among HIV-1 newly reported cases in the border of Chongzuo，Guangxi in 2018[J]. Internal Medicine，2021，16(2)：137－141，145.

[37] 孙卓群，于凤婷，陈美玲，等. 2019—2020 年地坛医院 HIV-1 感染者治疗前耐药及影响因素[J]. 中国艾滋病性病，2021，27(11)：1212－1217.
Sun ZQ，Yu FT，Chen ML，et al. Analysis on the prevalence and influencing factors of pretreatment HIV drug resistance among adults at Ditan Hospital in Beijing (2019－2020)[J]. Chinese Journal of AIDS & STD，2021，27(11)：1212－1217.

[38] 艾尼瓦尔·吾拉木，帕丽扎提·阿不都热依木，刘晓萱，等. HIV/AIDS 患者抗病毒治疗前 HIV-1 耐药情况调查及外周血 CD_8^+ T 细胞 CD_{38} 表达水平研究[J]. 现代生物医学进展，2021，21(16)：3092－3096.
Aniwaer WLM，Palizati ABDRYM，Liu XX，et al. Investigation of HIV-1 drug resistance in HIV/AIDS patients before antiviral treatment and study on the expression level of CD_8^+ T cells CD_{38} in peripheral blood[J]. Progress in Modern Biomedicine，2021，21(16)：3092－3096.

[39] 荀静娜，陈蓉，陈军，等. 三个城市部分 HIV 感染者抗病毒治疗前耐药状况调查[J]. 中国艾滋病性病，2020，26(8)：805－808.
Xun JN，Chen R，Chen J，et al. Epidemiological study on primary drug resistance of HIV-1 infected patients in three areas of China[J]. Chinese Journal of AIDS & STD，2020，26(8)：805－808.

[40] 刘萌，邢辉，张玉琪，等. 河北省治疗前人群 HIV-1 耐药毒株分子传播网络研究[J]. 中国人兽共患病学报，2020，36(9)：746－751.
Liu M，Xing H，Zhang YQ，et al. Molecular transmission of HIV-1 resistant strains among HIV-1 individuals before antiretroviral therapy in the Hebei Province[J]. Chinese Journal of Zoonoses，2020，36(9)：746－751.

[41] 董敖渤，肖琳，梁姝，等. 凉山彝族自治州 HIV/AIDS 抗病毒治疗前 HIV-1 耐药情况及其影响因素分析[J]. 中华流行病学杂志，2019，40(6)：648－653.
Dong AB，Xiao L，Liang S，et al. HIV-1 drug resistance and influencing factors among people living with HIV/AIDS before antiretroviral therapy in Liangshan Yi Autonomous Prefecture[J]. Chinese Journal of Epidemiology，2019，40(6)：648－653.

[42] 朱晓娟，张佳峰，范钦，等. 浙江省湖州市 50 岁及以上新诊断 HIV-1 人群分子传播网络及耐药特征分析[J]. 上海预防医学，2024，36(12)：1124－1129.
Zhu XJ，Zhang JF，Fan Q，et al. Characterization of molecular transmission network and drug resistance in newly diagnosed HIV-1 population aged 50 years and above in Huzhou City，Zhejiang Province[J]. Shanghai Journal of Preventive Medicine，2024，36(12)：1124－1129.

[43] 李莉，安希钊，粟斌，等. 2019—2022 年北京某院 HIV-1 新发感染者抗病毒治疗前耐药情况分析[J]. 现代医药卫生，2024，40(12)：1990－1995.
Li L，An XZ，Su B，et al. Analysis of drug resistance in newly infected HIV-1 patients without antiviral therapy of hospital in Beijing from 2019 to 2022[J]. Journal of Modern Medicine & Health，2024，40(12)：1990－1995.

[44] 戴悦，徐智慧，袁轩，等. 2021 年苏州市新报告 HIV-1 感染者抗病毒治疗前耐药及亚型分析[J]. 江苏预防医学，2024，35(3)：317－319，323.
Dai Y，Xu ZH，Yuan X，et al. Analysis of drug resistance and subtypes of newly reported HIV-1 individuals prior to antire-

troviral therapy in Suzhou City in 2021[J]. Jiangsu Journal of Preventive Medicine, 2024, 35(3): 317-319, 323.

[45] 郭萌, 梅芳华, 刘聪, 等. 2020—2022 年湖北省 HIV-1 感染者治疗前耐药状况分析[J]. 公共卫生与预防医学, 2024, 35(1): 49-52.
Guo M, Mei FH, Liu C, et al. Primary drug resistance among HIV-1 patients in Hubei Province in 2020-2022[J]. Journal of Public Health and Preventive Medicine, 2024, 35(1): 49-52.

[46] 贾敏, 李佳洁, 洪亮, 等. 2021 年上海市虹口区 HIV-1 基因亚型及耐药监测结果分析[J]. 疾病监测, 2024, 39(7): 869-874.
Jia M, Li JJ, Hong L, et al. Analysis on HIV-1 genotype distribution and drug resistance in Hongkou district, Shanghai, 2021[J]. Disease Surveillance, 2024, 39(7): 869-874.

[47] 陈晓蕾, 张海芳, 梅建华, 等. 丽水市新报告老年 HIV/AIDS 患者分子传播网络及治疗前耐药特征分析(2020—2023 年)[J]. 国际流行病学传染病学杂志, 2024, 51(6): 372-378.
Chen XL, Zhang HF, Mei JH, et al. Characteristics of HIV molecular transmission network and pre-treatment drug resistance of newly reported elderly HIV/AIDS patients in Lishui City (2020-2023)[J]. International Journal of Epidemiology and Infectious Disease, 2024, 51(6): 372-378.

[48] 何婷婷, 曹栋卿, 蒋卓婧, 等. 绍兴市新确证 HIV-1 感染者分子传播网络及耐药基因分析[J]. 中国艾滋病性病, 2023, 29(7): 757-760.
He TT, Cao DQ, Jiang ZJ, et al. Molecular transmission network and drug resistance in newly reported HIV-1 cases in Shaoxing City, Zhejiang Province[J]. Chinese Journal of AIDS & STD, 2023, 29(7): 757-760.

[49] 范吉祥, 胡彦. 2022 年吉林省 HIV 感染者抗病毒治疗前耐药监测结果分析[J]. 中国卫生工程学, 2023, 22(6): 749-751.
Fan JX, Hu Y. Pre-antiviral treatment drug resistance monitored in HIV-infected patients in Jilin Province, 2022[J]. Chinese Journal of Public Health Engineering, 2023, 22(6): 749-751.

[50] 卢忠豪, 朱晓娟, 徐德顺, 等. 2021 年湖州市新确证 HIV-1 感染者分子亚型及耐药分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2022, 32(24): 2990-2993.
Lu ZH, Zhu XJ, Xu DS, et al. Analysis of molecular subtypes and drug resistance of newly confirmed HIV-1 infected persons in Huzhou City in 2021[J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2022, 32(24): 2990-2993.

[51] 李玲, 殷俊, 梁姝, 等. 2019—2021 年西昌市 HIV-1 感染者治疗前耐药性分析[J]. 预防医学情报杂志, 2022, 38(12): 1529-1534, 1540.
Li L, Yin J, Liang S, et al. Analysis of pre-treatment drug resistance of HIV-1 infected individuals in Xichang 2019 to 2021[J]. Journal of Preventive Medicine Information, 2022, 38(12): 1529-1534, 1540.

[52] 龙海, 甘霖, 杨小燕, 等. 贵阳市 266 例新发现 HIV/AIDS 患者抗病毒治疗前 HIV-1 耐药及亚型特征[J]. 中国艾滋病性病, 2022, 28(12): 1350-1354.
Long H, Gan L, Yang XY, et al. HIV-1 drug resistance and subtype epidemic characteristics of 266 newly confirmed HIV/AIDS patients before antiviral treatment in Guiyang[J]. Chinese Journal of AIDS & STD, 2022, 28(12): 1350-1354.

[53] 洪亮, 陶静, 李佳洁, 等. 上海市虹口区 2016 年新报告 HIV-1 感染者基因亚型和耐药监测情况[J]. 上海预防医学, 2022, 34(9): 860-864, 878.
Hong L, Tao J, Li JJ, et al. HIV-1 subtypes and pre-treatment drug resistance in newly reported HIV-1-infected cases in Hongkou District, Shanghai in 2016[J]. Shanghai Journal of Preventive Medicine, 2022, 34(9): 860-864, 878.

[54] 方星, 张信辉, 邢辉, 等. 2018 年贵州省南北部地区艾滋病感染者抗病毒治疗前 HIV-1 基因亚型和耐药情况研究[J]. 贵州医药, 2021, 45(9): 1354-1356.
Fang X, Zhang XH, Xing H, et al. Study on HIV-1 gene subtypes and resistance of HIV patients before antiretroviral therapy in South and north regions of Guizhou Province in 2018[J]. Guizhou Medical Journal, 2021, 45(9): 1354-1356.

[55] 石鹏辉, 王晓东, 范伟光, 等. 保定市 2019—2020 年 HIV-1 感染者治疗前耐药分析[J]. 中国皮肤性病学杂志, 2021, 35(9): 1012-1016, 1020.
Shi PH, Wang XD, Fan WG, et al. Pre-treatment drug resistance analysis of HIV-1 infected patients in Baoding City from 2019 to 2020[J]. The Chinese Journal of Dermatovenereology, 2021, 35(9): 1012-1016, 1020.

[56] 朱传新, 郑文力, 金聪囡, 等. 温州市新报告 HIV-1 感染者治疗前耐药分析[J]. 预防医学, 2021, 33(5): 446-450.
Zhu CX, Zheng WL, Jin CN, et al. Pre-treatment drug resistance of newly reported HIV-1 infected individuals in Wenzhou[J]. Preventive Medicine, 2021, 33(5): 446-450.

[57] 周莹, 殷玥琪, 胡海洋, 等. 江苏省 2017 年新报告 HIV 感染者治疗前耐药分析及基因亚型分布[J]. 病毒学报, 2021, 37(4): 838-844.
Zhou Y, Yin YQ, Hu HY, et al. Drug resistance and diversity of gene distribution in HIV-1 newly diagnosed ARt-Naïve infections in Jiangsu, China 2017[J]. Chinese Journal of Virology, 2021, 37(4): 838-844.

[58] 曹旭健, 曹静, 祁慧, 等. 湖南省 HIV-1 感染者原发性耐药现况调查[J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22(4): 451-456.
Cao XJ, Cao J, Qi H, et al. Primary drug resistance in HIV-1 infected individuals in Hunan Province[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2023, 22(4): 451-456.

[59] 宋潇, 李婷, 江云飞, 等. 黑龙江省 588 例新报告 HIV-1 感染者病毒基因特征及耐药分析[J]. 中国艾滋病性病, 2022, 28(7): 781-785.
Song X, Li T, Jiang YF, et al. Analysis of viral genetic characteristics and drug resistance among 588 newly reported HIV-1 patients in Helongjiang Province from 2019 to 2021[J]. Chinese Journal of AIDS & STD, 2022, 28(7): 781-785.

[60] Ntamatungiro AJ, Kagura J, Weisser M, et al. Pre-treatment

HIV-1 drug resistance in antiretroviral therapy-naive adults in Eastern Africa: a systematic review and meta-analysis[J]. J Antimicrob Chemother, 2022, 77(12): 3231 - 3241.

[61] Takem EN, Coox C, Shang J, et al. The association between HIV pretreatment drug resistance and virological outcomes in children and adults in sub-Saharan Africa: a systematic review and meta-analysis[J]. PLoS One, 2024, 19(4): e0300456.

[62] World Health Organization. HIV drug resistance strategy, 2021 update[EB/OL]. (2021 - 06 - 28)[2023 - 10 - 28]. https://www.who.int/publications/i/item/9789240030565.

[63] 郭芮绮，胡依，闵淑慧，等. 2009—2020 年全国艾滋病疫情的空间分布及预测研究[J]. 公共卫生与预防医学，2023，34(2)：77 - 82.
Guo RQ, Hu Y, Min SH, et al. Spatial distribution and prediction analysis of the national AIDS epidemic in 2009 - 2020 [J]. Journal of Public Health and Preventive Medicine, 2023, 34(2): 77 - 82.

[64] 武俊青，姜楠，李玉艳. 中国艾滋病感染现状及安全套的使用[J]. 中国热带医学，2020，20(2)：97 - 101.
Wu JQ, Jiang N, Li YY. HIV infection and condom use in China[J]. China Tropical Medicine, 2020, 20(2): 97 - 101.

[65] McCluskey SM, Lee GQ, Kamelian K, et al. Increasing prevalence of HIV pretreatment drug resistance in women but not men in rural Uganda during 2005 - 2013[J]. AIDS Patient Care STDS, 2018, 32(7): 257 - 264.

[66] Clutter DS, Jordan MR, Bertagnolio S, et al. HIV-1 drug resistance and resistance testing[J]. Infect Genet Evol, 2016, 46: 292 - 307.

[67] Lan Y, Xin RL, Cai WP, et al. Characteristics of drug resistance in HIV-1 CRF55_01B from ART-experienced patients in Guangdong, China[J]. J Antimicrob Chemother, 2020, 75(7): 1925 - 1931.

（本文编辑：文细毛）

本文引用格式：李乐，蒋运兰，刘李鑫，等. 2016—2025 年中国 HIV 感染者治疗前耐药率及其影响因素的 Meta 分析[J]. 中国感染控制杂志，2026，25(7)：1002 - 1013. DOI：10.12138/j.issn.1671 - 9638.20264176.

Cite this article as: LI Le, JIANG Yunlan, LIU Lixin, et al. Meta-analysis on pre-treatment drug resistance rate and its influencing factors in HIV-infected individuals in China from 2016 to 2025[J]. Chin J Infect Control, 2026, 25(7): 1002 - 1013. DOI: 10.12138/j.issn.1671 - 9638.20264176.