

分类号: R512.91  
学号: 20222114151

密级: 公开  
单位代码: 10759

# 石河子大学

## 硕士学位论文



### 喀什地区 ART 治疗后 HIV/AIDS 患者 生存分析及预测模型构建

学位申请人	陈雯彬
指导教师	邹小广 教授
申请学位类别	专业硕士
专业名称	公共卫生
研究领域	医学与卫生事业管理
所在学院	医学院

中国·新疆·石河子  
2025年5月

分类号: R512.91  
学号: 20222114151

密级: 公开  
单位代码: 10759

# 石河子大学

## 硕士学位论文



### 喀什地区 ART 治疗后 HIV/AIDS 患者 生存分析及预测模型构建

学位申请人	陈雯彬
指导教师	邹小广 教授
申请学位类别	专业硕士
专业名称	公共卫生
研究领域	医学与卫生事业管理
所在学院	医学院

中国·新疆·石河子  
2025年5月

**Survival Analysis and Predictive Model Construction for HIV/AIDS  
Patients after ART in Kashi Region**

A Dissertation Submitted to

**Shihezi University**

In Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

**Master of Public Health**

**By Chenwenbin**

**(Social Medicine and Health Management)**

Dissertation Supervisor : Pro. ZouXiaoguang

April, 2025

# 石河子大学学位论文独创性声明及使用授权声明

## 学位论文独创性声明

本人所提交的学位论文是在我导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含其他个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确的说明并表示谢意。

研究生签名：陈雯彬

时间：2025年5月22日

## 使用授权声明

本人完全了解石河子大学有关保留、使用学位论文的规定，学校有权保留学位论文并向国家主管部门或指定机构送交论文的电子版和纸质版。有权将学位论文在学校图书馆保存并允许被查阅。有权自行或许可他人将学位论文编入有关数据库提供检索服务。有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

研究生签名：陈雯彬

时间：2025年5月22日

导师签名：邹小广

时间：2025年5月22日

## 摘要

### 目的:

本研究旨在通过描述喀什地区接受抗逆转录病毒治疗 (Antiretroviral Therapy, ART) 的人类免疫缺陷病毒 (Human Immunodeficiency Virus, HIV) 感染者或艾滋病患者 (Acquired Immunodeficiency Syndrome, AIDS) 的流行特征, 探讨其生存状况及其影响因素, 并构建 HIV/AIDS 患者预后预测模型, 为当地艾滋病防治工作提供参考。

### 方法:

在艾滋病综合防治数据信息管理系统中收集喀什地区 2013~2017 年首次接受 ART 且现住址为喀什地区的  $\geq 15$  岁的 HIV/AIDS 患者 2644 例, 获取一般人口学特征、临床信息、生存时间等相关信息。采用寿命表法估算生存概率并绘制生存曲线; 应用 Kaplan-Meier 法和 log-rank 检验进行生存时间单因素分析; 采用 Cox 比例风险模型进行生存时间多因素分析。数据随机划分为训练集 (70%) 和测试集 (30%), 基于多因素分析中具有统计学意义的变量, 以生存时间和结局为反应变量构建 Cox 比例风险模型和随机生存森林模型。通过一致性指数 (Concordance Index, C-index)、受试者工作特征曲线下面积 (Area Under the Receiver Operating Characteristic Curve, AUC)、Brier 评分和校准曲线评估模型性能。采用列线图 and SHAP (Shapley Additive Explanation, SHAP) 分别解释 Cox 比例风险模型和随机生存森林模型的预测结果。

### 结果:

(1) 研究共纳入 2644 例 HIV/AIDS 患者, 基本特征如下: 地区分布显示, 现住址以喀什市为主 (26.78%)。时间分布, 显示 2015 年为收治高峰年 (28.78%)。在人口学特征上, 性别分布均衡 (男 50.23%, 女 49.77%), 年龄集中于 30-39 岁 (38.69%), 婚姻状态以已婚/有配偶者为主 (72.5%), 职业构成中农民占比最高 (46.60%)。在临床特征上, HIV 传播途径以性传播为主导 (85.97%); 治疗时 WHO 临床分期 I/II 期占 94.67%; 基线 CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞集中在 201-350 个/ $\mu$ L (28.63%), 最近一次 CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞  $> 500$  个/ $\mu$ L 者达 42.13%; 初始治疗方案中 EFV 联合方案使用率最高 (57.83%); 确诊后 6 个月内启动 ART 者占 56.51%; 治疗时无症状者占 86.84%; 近 7 天服药依从性良好者达 95.84%; 随访期间发生脱失的比例为 66.75%。

(2) HIV/AIDS 患者平均生存时间为 105.18 月 (95%CI: 104.19-106.17)。第 12、36、60、84 月累积生存概率分别为 97.52%、94.14%、91.41%、89.24%。

(3) 生存时间影响因素: 女性 (HR=0.71, 95%CI: 0.54-0.93); 基线 CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞计数为 201~350 个/ $\mu$ L (HR=0.51, 95%CI: 0.38-0.70)、351~500 个/ $\mu$ L (HR=0.39, 95%CI: 0.26-0.57) 和  $> 500$  个/ $\mu$ L (HR=0.35, 95%CI: 0.22-0.55); 最近 CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞计数为 201~350 个/ $\mu$ L (HR=0.41,

95%CI: 0.30-0.56)、351~500 个/ $\mu$ L (HR=0.24, 95%CI: 0.16-0.36) 和 > 500 个/ $\mu$ L (HR=0.14, 95%CI: 0.09-0.21) ; 2016~2017 年 (HR=0.71, 95%CI: 0.51-0.98) 是 HIV 相关死亡的保护因素。30~39 岁 (HR=1.63, 95%CI: 1.12-2.37)、40~49 岁 (HR=1.65, 95%CI: 1.09-2.51)、 $\geq$  50 岁 (HR=2.15, 95%CI: 1.35-3.42) ; 出现疾病相关症状 (HR=1.61, 95%CI: 1.18-2.19) 是 HIV 相关死亡的危险因素。

(4) 随机生存森林模型在区分度与校准度上均优于 Cox 比例风险模型。两模型的 C-index 和多个时间点 AUC 均大于 0.7, 随机生存森林数值更高。两模型 Brier 评分低于 0.1, 随机生存森林模型数值更低, 长期预测 (60、84 个月) 中校准曲线更贴近理想对角线。

结论:

(1) 在喀什地区接受 ART 的 HIV/AIDS 患者男女性别比例相当, 婚姻状态以已婚或已有配偶为主, 性传播为主要传播途径。需加强单阳家庭 HIV 暴露前预防教育。患者主要居住在喀什市, 需加强 HIV 检测网络和防控宣传。30.98% 的患者确诊一年后才接受 ART, 需优化 ART 启动流程。

(2) 喀什地区接受 ART 的 HIV/AIDS 患者生存时间较长, 在治疗一年内因 HIV 死亡的患者例数最多 (65/245), 需加强治疗早期的随访管理。

(3) 女性、基线和最近 CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞计数 > 200 个/ $\mu$ L、2016 年以后接受治疗患者死亡风险较低, 年龄  $\geq$  30 岁、出现相关疾病症状的患者死亡风险更高。这提示需扩大 HIV 检测率, 发现早期 HIV 感染者, 及时接受 ART。

(4) Cox 比例风险模型与随机生存森林均具有良好预测性能, 后者性能较好, 但是 Cox 比例风险模型可解释性更优, 更适合临床实践工作。

**关键词:** HIV/AIDS; 生存时间; 影响因素; 随机生存森林

## Abstract

### Objective:

This study characterizes the epidemiology of HIV/AIDS patients on antiretroviral therapy (ART) in Kashi, China, explores the survival status and influencing factors and develops predictive models to inform local prevention strategies.

### Methods:

A total of 2,644 HIV/AIDS patients aged  $\geq 15$  years, who first receiving ART between 2013 and 2017 and currently reside in the Kashi region, were included from the HIV/AIDS comprehensive response information management system, with data collected on their demographic characteristics, clinical information, and survival time. The life-table method estimated survival probabilities and generated the survival curve, univariate survival analysis was conducted using the Kaplan-Meier method with log-rank test, and multivariate survival analysis was performed using the Cox proportional hazards model. The dataset was split into training (70%) and testing (30%) sets to develop Cox proportional hazards model and random survival forest models. Performance was evaluated via concordance index (C-index), area under the receiver operating characteristic curve (AUC), Brier score, and calibration curves. Cox proportional hazards model and random survival forest model interpretability were assessed using nomograms and shapley additive explanation (SHAP) values.

### Result:

(1) The study enrolled a total of 2,644 HIV/AIDS patients, with baseline characteristics as follows: Regional distribution revealed Kashi as the predominant residential location (26.78%). Temporal analysis identified 2015 as the peak enrollment year (28.78%). Demographic characteristics demonstrated a balanced gender distribution (male: 50.23%; female: 49.77%), with the majority aged 30-39 years (38.69%). Most participants were married or cohabiting (72.5%), and farmers constituted the largest occupational group (46.60%). Clinical profiles indicated sexual transmission as the primary HIV acquisition route (85.97%). At treatment initiation, 94.67% of patients were categorized as WHO clinical stage I/II. Baseline CD4<sup>+</sup> T lymphocyte counts predominantly ranged between 201-350 cells/ $\mu$ L (28.63%), while 42.13% achieved  $>500$  cells/ $\mu$ L at their most recent assessment. EFV-based regimens were the most utilized initial therapy (57.83%). ART initiation within six months post-diagnosis occurred in 56.51% of cases, with 86.84% asymptomatic at treatment commencement. Excellent medication adherence ( $\geq 95\%$  dose compliance) was reported by 95.84% in the preceding week. Notably, 66.75% experienced loss to

follow-up during surveillance.

(2) The mean survival time for HIV/AIDS patients was 105.18 months (95%CI: 104.19-106.17). The survival probabilities at 12, 36, 60, and 84 months were 99.53%, 98.79%, 99.23%, and 99.36%, respectively, with cumulative survival probabilities at those time points being 97.52%, 94.14%, 91.41%, and 89.24%.

(3) Factors associated with survival time: female (HR = 0.71, 95% CI: 0.54–0.93), baseline CD4<sup>+</sup> T-cell counts of 201–350 cells/ $\mu$ L (HR=0.51, 95%CI: 0.38–0.70), 351–500 cells/ $\mu$ L (HR=0.39, 95%CI: 0.26–0.57), and >500 cells/ $\mu$ L (HR=0.35, 95%CI: 0.22–0.55), recent CD4<sup>+</sup> T-cell counts of 201–350 cells/ $\mu$ L (HR=0.41, 95%CI: 0.30–0.56), 351–500 cells/ $\mu$ L (HR=0.24, 95%CI: 0.16–0.36), and >500 cells/ $\mu$ L (HR=0.14, 95%CI: 0.09–0.21), and initiation of ART during 2016–2017 (HR=0.71, 95%CI: 0.51–0.98) were identified as protective factors against HIV-related mortality. Conversely, age of 30–39 years (HR=1.63, 95%CI: 1.12–2.37), 40–49 years (HR=1.65, 95% CI: 1.09–2.51), and  $\geq$ 50 years (HR=2.15, 95%CI: 1.35–3.42), and the presence of AIDS-related symptoms (HR=1.61, 95%CI: 1.18–2.19) were significant risk factors for HIV-related mortality. The random survival forest model demonstrated superior discrimination and calibration compared to the Cox proportional hazards model. Both models exhibited C-index and time-dependent AUC values exceeding 0.7, with higher values observed for RSF. Brier scores for both models remained below 0.1, with random survival forest model achieving lower scores. Calibration curves for random survival forest model showed closer alignment with the ideal diagonal, particularly in long-term predictions (60, 84 months).

Conclusion:

(1) The male-to-female ratio among HIV/AIDS patients receiving ART in the Kashi region is balanced, with a predominance of married individuals and sexual transmission as the primary route of infection. There is a need to enhance pre-exposure prophylaxis education for families at risk of HIV. Most patients reside in Kashi City, indicating a need for strengthened HIV testing networks and prevention outreach. Notably, 30.98% of patients-initiated ART only one year after diagnosis, highlighting the necessity to optimize ART initiation processes.

(2) HIV/AIDS patients receiving ART in Kashi have a longer survival time, with the highest number of HIV-related deaths occurring within the first year of treatment (65/245). Early follow-up management during the treatment phase should be enhanced.

(3) Female patients, as well as those with baseline and recent CD4<sup>+</sup> T lymphocyte counts >200 cells/ $\mu$ L and those who started treatment after 2016, have a lower risk of death. In contrast, patients aged  $\geq$ 30 years and those with disease-related symptoms have a higher risk of death. This suggests the need to expand HIV testing rates, identify early HIV infections, and ensure timely initiation of ART.

(4) Both the Cox proportional hazards model and the random survival forest model demonstrate good

predictive performance, with the latter showing superior performance. However, the Cox proportional hazards model offers better interpretability and is more suitable for clinical practice.

**Key words:** HIV/AIDS; survival time; influence factors; random survival forest

# 目录

摘要 .....	I
Abstract .....	III
第 1 章 前言 .....	1
1.1 研究背景 .....	1
1.2 国内外研究现状 .....	2
1.2.1 HIV/AIDS 患者生存时间 .....	3
1.2.2 HIV/AIDS 患者生存时间影响因素 .....	3
1.2.3 疾病预后预测模型 .....	4
1.3 研究目的与意义 .....	5
1.3.1 研究目的 .....	5
1.3.2 研究意义 .....	5
1.4 研究内容 .....	6
第 2 章 资料与方法 .....	7
2.1 研究对象 .....	7
2.2 纳入排除标准 .....	7
2.2.1 纳入标准 .....	7
2.2.2 排除标准 .....	7
2.2.3 数据整理 .....	7
2.3 资料来源 .....	8
2.4 变量定义 .....	9
2.4.1 生存分析变量定义 .....	9
2.4.2 人口学和临床变量定义 .....	9
2.5 统计学分析 .....	11
2.5.1 统计学描述 .....	11
2.5.2 生存分析 .....	11
2.5.3 预测模型构建 .....	11
2.5.4 模型评价指标 .....	12
2.5.5 模型结果解释 .....	13
2.6 质量控制 .....	14
2.7 技术路线图 .....	14

2.8 伦理 .....	15
第 3 章 结果 .....	16
3.1 喀什地区 HIV/AIDS 患者流行特征 .....	16
3.1.1 时间分布 .....	16
3.1.2 地区分布 .....	16
3.1.3 人群分布 .....	17
3.2 喀什地区 HIV/AIDS 患者生存状况 .....	19
3.3 喀什地区 HIV/AIDS 患者生存时间影响因素分析 .....	21
3.3.1 HIV/AIDS 患者生存时间单因素分析 .....	21
3.3.2 HIV/AIDS 患者生存时间多因素分析 .....	22
3.4 喀什地区 HIV/AIDS 患者预后预测模型 .....	25
3.4.1 模型构建 .....	25
3.4.2 模型性能评估 .....	27
3.4.3 模型结果解释 .....	30
第 4 章 讨论 .....	33
4.1 讨论 .....	33
4.1.1 喀什地区 HIV/AIDS 患者流行现状 .....	33
4.1.2 喀什地区 HIV/AIDS 患者生存状况 .....	33
4.1.3 喀什地区 HIV/AIDS 患者生存时间影响因素 .....	34
4.1.4 喀什地区 HIV/AIDS 患者预后预测模型性能对比与可解释性 .....	37
4.2 本研究创新性 .....	38
4.3 本研究局限性 .....	39
第 5 章 结论与建议 .....	40
5.1 结论 .....	40
5.2 建议 .....	40
5.2.1 早诊断早治疗 .....	40
5.2.2 加强老年 HIV/AIDS 患者的护理和关怀 .....	42
5.2.3 提高服药依从性 .....	43
文献综述 .....	46
参考文献 .....	53
致谢 .....	65
作者简介 .....	66
石河子大学硕士研究生学位论文导师评阅表 .....	67

## 中英文缩略词

英文缩写	英文名称	中文名称
AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome	获得性免疫缺陷综合征
ART	Antiretroviral Therapy	抗逆转录病毒治疗
AUC	Area Under the Receiver Operating Characteristic Curve	受试者工作特征曲线下面积
Cox	Cox Proportional-Hazards Model	Cox 比例风险模型
C-index	Concordance Index	一致性指数
EFV	Efavirenz	依法韦仑
HIV	Human Immunodeficiency Virus	人类免疫缺陷病毒
HR	Hazard Ratio	风险比
LPV/r	Lopinavir/ritonavir	洛匹那韦/利托那韦
NVP	Nevirapine	奈韦拉平
RSF	Random Survival Forest	随机生存森林
ROC	Receiver Operating Characteristic Curve	受试者工作特征曲线
WHO	World Health Organization	世界卫生组织

## 第1章 前言

### 1.1 研究背景

获得性免疫缺陷综合征（Acquired Immunodeficiency Syndrome, AIDS），简称艾滋病，是由人类免疫缺陷病毒（Human Immunodeficiency Virus, HIV）感染引起的一种免疫缺陷疾病<sup>[1]</sup>。HIV 主要攻击免疫应答中起关键作用的 CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞，主要表现为 CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞水平持续性减少，免疫功能逐渐衰竭，各类机会性感染和恶性肿瘤发病风险增加<sup>[2]</sup>。自 1981 年美国报告全球首例 HIV 感染病例以来，HIV 随着人口跨区域流动蔓延至世界各地。艾滋病已成为全球面临的重大公共卫生挑战之一，严重威胁公众健康和社会稳定<sup>[3]</sup>。

联合国艾滋病规划署数据显示<sup>[4]</sup>，自艾滋病流行以来，全球累计 HIV/AIDS 患者人数达 8560 万，4040 万人死于 HIV 相关疾病。非洲东部和南部是全球艾滋病疫情最为严重的区域，2023 年新增 HIV 感染 50 万例，26 万例患者死亡，累计存活 HIV/AIDS 患者 2080 万例<sup>[5]</sup>。东欧和中亚地区的疫情发展严峻，该地区 HIV 新增感染率和死亡率分别增加了 49%和 46%<sup>[6]</sup>。

我国 1985 年报告了首例 HIV 感染，目前艾滋病处于低流行水平，但存活 HIV/AIDS 患者数量较多<sup>[7]</sup>。截至 2022 年底，全国 31 省市（港澳台除外）累计报告存活 HIV/AIDS 患者 122.3 万例<sup>[8]</sup>。艾滋病报告发病率呈现地域性差异，西南地区的四川（12.21/10 万）、广西（12.06/10 万）、重庆（11.89/10 万）、贵州（9.60/10 万）、云南（7.37/10 万），以及新疆（4.89/10 万）发病率较高，高于全国平均水平（3.69/10 万）<sup>[9]</sup>。

自 1995 年新疆首例艾滋病毒感染者报告以来，HIV 感染人数呈现快速增长态势，疫情经历了散发期、局部流行期、广泛流行期<sup>[10]</sup>。据统计，截至 2019 年 9 月底，新疆现存 HIV/AIDS 患者 48423 例，位居全国第六位，累计死亡病例达 16004 例<sup>[10]</sup>。喀什地区是新疆 HIV 感染高发区域之一，自 1996 年报告首例 HIV 感染者以来，疫情发展迅速。2015 年，喀什地区 HIV/AIDS 患者数量在新疆排名第三，新报告病例数占新疆的 17.4%<sup>[11]</sup>。

抗逆转录病毒治疗（Antiretroviral Therapy, ART）是 HIV/AIDS 患者有效的治疗方式，将其从致命疾病转变为可控的慢性传染病，成功降低患者死亡率<sup>[12]</sup>。ART 通过阻断 HIV 病毒的复制过程，降低血浆中 HIV 病毒载量，增加 CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞计数，改善免疫功能，降低恶性肿瘤和各类机会性感染的发病风险，从而降低死亡率<sup>[13]</sup>。ART 还显著降低 HIV/AIDS 患者的传染性，有助于控制疫情的蔓延。加纳实施积极 ART 政策后，

艾滋病发病率年均下降约 2%，相关死亡人数年均降幅达 4%<sup>[14]</sup>。

截至 2023 年，全球接受 ART 的 HIV/AIDS 患者达 3070 万人，其中 15 岁及以上患者的治疗覆盖率为 77%，0~14 岁儿童患者的治疗覆盖率为 57%<sup>[15]</sup>。过去三十年间，在世界各国的共同努力下，ART 取得显著成效，挽救了约 2080 万 HIV/AIDS 患者的生命，全球艾滋病相关死亡人数从 2004 年 210 万的历史峰值，锐减至 2023 年的 63 万[50 万-82 万]，降幅高达 69%<sup>[16]</sup>。

2003 年，我国实施“四免一关怀”政策，为 HIV/AIDS 患者提供免费治疗、免费咨询和 HIV 抗体初筛检测、免费母婴阻断药物等服务<sup>[17]</sup>。我国不断优化免费 ART 启动标准，从只有 CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞计数<200 个/ $\mu$ L 才可接受免费 ART，到 2016 年调整为不论细胞计数高低，确诊即可接受免费治疗<sup>[18]</sup>。这一举措大幅提升了我国 ART 覆盖率，从 2013 年的 58.4%增长到 2022 年的 92.8%，全因死亡率也从 2013 年的 5.4%降至 2022 年的 2.4%，二者呈负相关关系<sup>[19]</sup>。

积极的 ART 政策显著降低了我国 HIV/AIDS 患者死亡率，但艾滋病仍是法定传染病中死亡人数最高的疾病<sup>[20]</sup>。2022 年，我国约 1.9 万人因 HIV 相关疾病死亡，占法定传染病死亡患者总数的 86%<sup>[9]</sup>。需深入分析接受 ART 的 HIV/AIDS 患者的生存时间及其影响因素，优化高危人群干预策略，提高患者生存率。研究表明，不同地区接受 ART 的 HIV/AIDS 患者的生存时间及其影响因素存在差异，这可能与当地的医疗水平、治疗依从性和经济状况的不同有关<sup>[21,22]</sup>。因此，针对特定地区开展本土化生存分析，更有助于制定针对性随访管理策略，进一步提高 HIV/AIDS 患者生存率。

艾滋病发病率较高西南地区的云南<sup>[23]</sup>、贵州<sup>[24]</sup>、广西<sup>[25]</sup>已经开展了不少 HIV/AIDS 患者接受 ART 后的生存相关研究，但对新疆发病率较高的喀什地区鲜有报道。目前喀什地区 HIV/AIDS 患者的 ART 覆盖率已达 95.2%<sup>[26]</sup>，分析当地 HIV/AIDS 患者接受 ART 后的生存状况及其影响因素，有助于了解艾滋病治疗工作成果，为后续艾滋病随访管理提供参考。本研究旨在分析喀什地区接受 ART 患者的生存时间及其影响因素，为当地 ART 管理工作的优化和防治策略的调整提供依据。

## 1.2 国内外研究现状

艾滋病已成为全球重大公共卫生问题之一，威胁公众生命健康和社会稳定。ART 是艾滋病的有效治疗方法，成功将艾滋病由致死性疾病转化为慢性病。随着 ART 政策的积极实施，越来越多 HIV/AIDS 患者接受了 ART。为了解 HIV/AIDS 接受治疗后的生存时间及其影响因素，国内外众多学者开展相关研究，为后续艾滋病治疗工作的推进提供了参考。

### 1.2.1 HIV/AIDS 患者生存时间

几十年来，全球积极的 ART 政策改善了 HIV/AIDS 患者的医疗保健可及性，成功降低了死亡率，延长生存时间。联合国艾滋病规划署数据显示，相比 2010 年高峰期，2023 年 HIV/AIDS 患者 HIV 相关死亡人数已降低 39%<sup>[27]</sup>。欧洲和北美的 HIV/AIDS 患者队列研究结果显示，接受 ART 的 HIV/AIDS 患者预期寿命接近健康人群水平<sup>[28]</sup>。巴西实施了积极的 ART 政策后，HIV/AIDS 患者死亡率从 10/10 万人下降至 7/10 万人<sup>[29]</sup>。南非推行免费 ART 政策后，HIV 相关死亡人数减少了近 50%，死亡人数从 28.3 万人降至 15.3 万人<sup>[30]</sup>。

ART 有效延长我国 HIV/AIDS 患者生存时间，提高预期寿命。湖北省鄂州一项研究结果显示，1996~2022 年接受 ART 患者的生存期为 27.29 个月，而未接受治疗者仅为 4.95 个月，两组患者的生存时间差异显著<sup>[31]</sup>。安徽省针对 HIV/AIDS 儿童的生存分析也得出类似结论：接受 ART 儿童的平均生存期为 216.3 月，远超未治疗儿童（33.9 月）。上海市一项研究显示，接受 ART 的 HIV/AIDS 患者预期寿命接近健康人群的水平<sup>[32]</sup>。

ART 作为当前 HIV/AIDS 患者最有效的治疗手段，在控制病情进展、降低死亡风险和延长患者生存期方面发挥着关键作用。应当继续推进积极 ART 策略，提高 HIV 检测率，及时发现 HIV 感染者并接受 ART，延长 HIV/AIDS 患者生存时间。

### 1.2.2 HIV/AIDS 患者生存时间影响因素

#### （1）人口学特征

既往研究表明，年龄是接受 ART 的 HIV/AIDS 患者生存时间的独立影响因素。Misgina 等人研究了在埃塞俄比亚某医院接受 ART 的 HIV/AIDS 患者生存时间影响因素，结果发现，患者年龄越大，死亡风险越高<sup>[33]</sup>。性别也是接受 ART 的 HIV/AIDS 患者的生存时间影响因素。姜雪等人研究了四川省接受 ART 的 HIV/AIDS 患者生存时间影响因素，发现 HIV/AIDS 女性患者生存时间较男性患者长<sup>[34]</sup>，Burgos 等人对西班牙多家医院接受 ART 的 HIV/AIDS 患者研究发现，男性和初中以下学历是影响患者生存时间的危险因素<sup>[35]</sup>。但是，Jin 等人对湖州市接受 ART 的 HIV/AIDS 患者的研究则发现，个体受教育水平与 HIV/AIDS 患者生存时间无关<sup>[36]</sup>。

#### （2）临床特征

除了上述人口学特征外，WHO 临床分期、感染途径、CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞计数等临床特征也与 HIV/AIDS 患者接受 ART 后的生存时间相关。在感染途径上，Mohammadi 等人研究结果表明，经注射毒品感染 HIV 是 HIV/AIDS 患者的死亡危险因素<sup>[37]</sup>，但郝晓刚等人研究则发现，HIV 感染途径并不影响患者生存时间<sup>[38]</sup>。在治疗方案上，Kibuuka 等

人对非洲接受 ART 的 HIV/AIDS 患者生存分析结果显示治疗方案与死亡风险无关<sup>[39]</sup>。但 Zhu 等人在广西的研究则发现 ART 方案含洛匹那韦/利托那韦的 HIV/AIDS 患者死亡风险更低<sup>[40]</sup>。Kay 等人在开始 ART 一年后对撒哈拉以南非洲的 HIV/AIDS 儿童和青少年进行的研究发现，CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞计数越高的患者死亡风险越低<sup>[41]</sup>。Muhammed 等人利用接受 ART 后 HIV/AIDS 患者的 CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞随访数据构建动态模型，也发现 CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞计数是生存时间的保护因素，CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞每增加一个单位，死亡风险就会降低 0.98<sup>[42]</sup>。Bayarsaikhan 等人研究结果还发现，除了低 CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞计数之外，基线病毒载量较高和临床分期较晚也与患者低生存率相关<sup>[43]</sup>。

### (3) 家庭结构

除了探讨人口学特征和临床特征对接受 ART 的 HIV/AIDS 患者生存时间的影响外，学者进一步探讨了家庭结构对 HIV/AIDS 患者生存时间的影响。Teka 等人分析了埃塞俄比亚某医院接受 ART 的 HIV/AIDS 患者的生存时间影响因素，结果显示，除了年龄、教育、基线 CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞计数等因素与患者生存时间相关外，还发现家庭结构与 HIV/AIDS 患者死亡风险相关，家庭成员人数少于 5 人的患者死亡风险更低<sup>[44]</sup>。Houle 等人研究了南非农村地区接受 ART 的 HIV/AIDS 儿童死亡风险与家庭结构的关联，结果发现仅与父母双方同住的儿童死亡风险最低<sup>[45]</sup>。

综上所述，在人口学特征和临床特征中的性别、年龄、基线 CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞计数及病毒载量以及家庭结构均影响患者的生存时间，而教育水平、感染途径和治疗方案对生存时间的影响不明确。不同地区 HIV/AIDS 患者生存影响因素略有不同，这提示当地卫生健康部门制定和实施艾滋病治疗相关干预措施时，需考虑当地 HIV/AIDS 患者需求和实际情况，以有效改善 HIV/AIDS 患者的预后，降低死亡风险，提高生存时间。

## 1.2.3 疾病预后预测模型

生存预测模型在医学研究中广泛应用，帮助医生评估患者的生存概率、死亡风险及治疗效果，进而指导临床决策。尽管 ART 显著增加了 HIV/AIDS 患者的生存时间，但是多数患者预期寿命仍低于健康人群，也面临更高的死亡风险<sup>[46]</sup>。所以，准确识别 HIV/AIDS 患者的死亡风险对提高患者生存时间具有重要意义，有助于及时进行临床干预和个性化护理，从而提高患者生存率。

在既往 HIV/AIDS 患者死亡风险预测研究中，多采用传统疾病风险预测模型。比如，Jiang 等人纳入了体重指数、CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞计数、是否感染结核分枝杆菌，建立了 Cox 比例风险模型预测接受 ART 后 HIV/AIDS 患者的生存率，并采用一致性指数、受试者工作曲线下面积、校准曲线和决策曲线评估模型性能<sup>[47]</sup>。Misgina 等人针对参与了 HIV 护理和支持计划的 HIV/AIDS 患者，纳入了人口学特征、WHO 临床分期、机会性感染等变量，采用向前逐步法筛选变量，拟合 Cox 比例风险模型，探讨患者全因死亡预测变