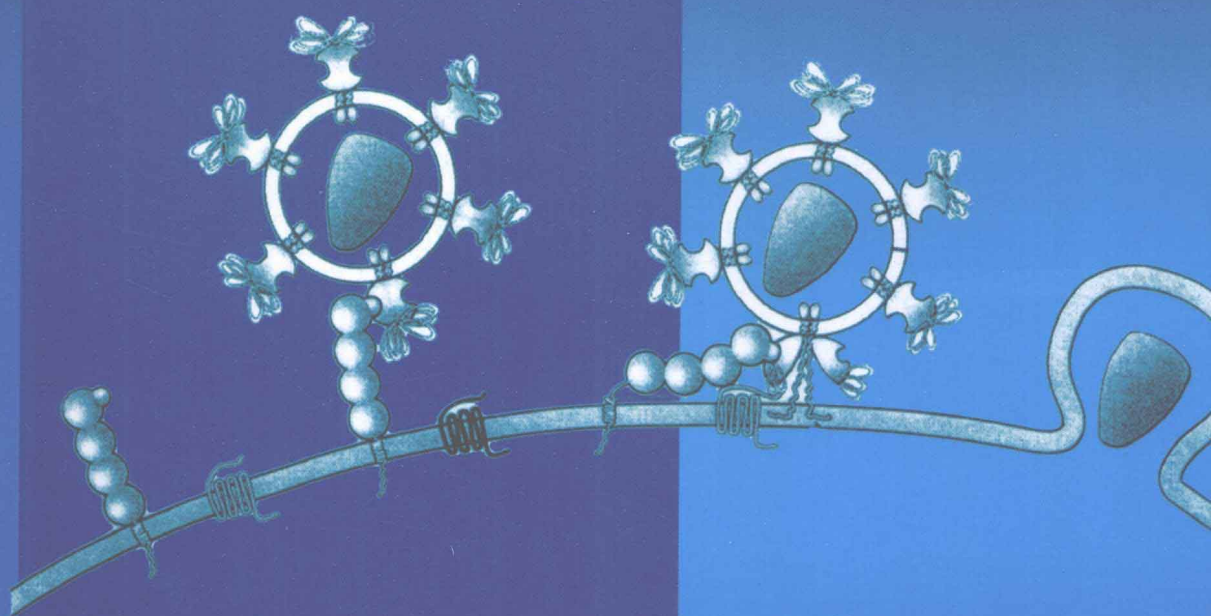


艾滋病 实验室检测技术 与质量保证

主 编 王佑春

副主编 张春涛 许四宏 尹红章



科学出版社
www.sciencep.com

艾滋病 实验室检测技术 与质量保证

主 编 王 琳

副主编 张 颖 李 强 李 强 李 强



人民卫生出版社

艾滋病实验室检测技术与质量保证

王佑春 主编

张春涛 许四宏 尹红章 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书分三部分,绪论部分主要介绍了艾滋病病毒的基本结构、基因特征、病毒生物学、机体感染后产生的免疫反应以及流行病学等基础知识;第二部分主要介绍了艾滋病的实验室检测技术,不仅包括商业化的检测试剂,也包括非商业化的实验室常用的检测技术,如病毒分离技术、分型技术、药物筛查以及耐药检测技术、病毒感染后免疫检测技术和近期感染的检测技术等;第三部分主要介绍了对试剂、检测技术的质量控制以及评价方法。作者都是从事艾滋病研究一线工作的、具有丰富实践经验的中青年专家,所以本书内容充实、全面、实用,反映了艾滋病相关检测技术的最新进展。

本书适用于从事艾滋病研究以及临床检验的工作者,也适用于大学教师和研究生。

图书在版编目(CIP)数据

艾滋病实验室检测技术与质量保证/王佑春主编. —北京:科学出版社, 2009

ISBN 978-7-03-023122-2

I. 艾… II. 王… III. 艾滋病-实验室诊断-指南 IV. R512.910.4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 153138 号

责任编辑:李 悦 席 慧/责任校对:刘小梅

责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2009 年 1 月第一次印刷 印张:30 插页:1

印数:1—2 000 字数:657 000

定价:82.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

编委会名单

主 编：王佑春

副主编：张春涛 许四宏 尹红章

编委会委员：（按汉语拼音排序）

陈志伟	高 峰	何 鹏	孔 维	李长贵	李 洪
李金明	李秀华	刘春雨	聂建辉	宋爱京	王福生
王国治	王升启	王佑春	吴 瑜	辛晓芳	邢文革
徐建青	许四宏	殷 鹏	尹红章	张春涛	张贺秋
张 丽	张林琦	郑永唐	种辉辉		

参加编写人员：（按汉语拼音排序）

曹德骏	美国雅培制药有限公司
曹 轩	中国药品生物制品检定所
陈保文	中国药品生物制品检定所
陈苏红	军事医学科学院放射与辐射医学研究所
陈志伟	香港大学李嘉诚医学院艾滋病研究所
储迅涛	珠海丽珠试剂有限公司
高 峰	美国杜克大学
郭崇志	诺华诊断
杭 红	上海科华生物工程股份有限公司
何 鹏	中国药品生物制品检定所
洪玉梅	北京华大吉比爱生物技术有限公司
黄道培	上海浩源生物科技有限公司
金大智	军事医学科学院放射与辐射医学研究所
孔 维	吉林大学生命科学学院
雷向东	深圳匹基生物工程有限公司
李长贵	中国药品生物制品检定所
李 洪	云南省疾病预防控制中心
李金明	卫生部临床检验中心
李丽娜	中国医学科学院病原生物学研究所艾滋病研究中心

李青松	罗氏诊断产品（上海）有限公司
李秀华	中国药品生物制品检定所
李 洲	天津中新科炬生物制药有限公司
廖雪雁	美国雅培制药有限公司
刘春雨	中国药品生物制品检定所
刘琪琦	军事医学科学院放射与辐射医学研究所
龙伟红	深圳匹基生物工程有限公司
鲁晓知	美国杜克大学
聂建辉	中国药品生物制品检定所
庞 伟	中国科学院昆明动物研究所
彭 耿	北京万泰生物药业股份有限公司
邱子欣	北京万泰生物药业股份有限公司
沈彤庆	生物梅里埃中国有限公司
宋爱京	中国药品生物制品检定所
宋晓国	军事医学科学院基础医学研究所
王福生	中国解放军第三〇二医院生物治疗研究中心
王国治	中国药品生物制品检定所
王睿睿	中国科学院昆明动物研究所
王升启	军事医学科学院放射与辐射医学研究所
王佑春	中国药品生物制品检定所
文 洁	北京华大吉比爱生物技术有限公司
吴 瑜	中国药品生物制品检定所
辛晓芳	中国药品生物制品检定所
邢文革	中国疾病预防控制中心
徐建青	复旦大学生物医学研究院
徐 苗	中国药品生物制品检定所
许四宏	中国药品生物制品检定所
杨发青	天津中新科炬生物制药有限公司
杨柳萌	中国科学院昆明动物研究所
殷 鹏	美国雅培制药有限公司
尹红章	国家食品药品监督管理局
应希堂	北京科美东亚生物技术有限公司

于 森	北京西门子医疗诊断设备有限公司
詹先发	北京科美东亚生物技术有限公司
张春涛	中国药品生物制品检定所
张贺秋	军事医学科学院基础医学研究所
张 丽	国家食品药品监督管理局药品审评中心
张林琦	中国医学科学院病原生物学研究所艾滋病研究中心
张明成	北京华大吉比爱生物技术有限公司
张文艳	吉林大学生命科学学院
张 志	北京金豪制药股份有限公司
郑永唐	中国科学院昆明动物研究所
钟 敏	罗氏诊断产品（上海）有限公司
种辉辉	中国药品生物制品检定所
朱卫军	中国医学科学院病原生物学研究所艾滋病研究中心

前 言

艾滋病，即获得性免疫缺陷综合征（acquired immune deficiency syndrome, AIDS），是一种由人类免疫缺陷病毒（human immunodeficiency virus, HIV）引起的人体免疫系统疾病。HIV 自 1983 年被发现以来呈不断扩散和流行的趋势。2007 年，联合国艾滋病计划署和世界卫生组织联合报道：2007 年全世界新感染人数约为 250 万人，感染总人数已达 3320 万人。据《中国艾滋病防治联合评估报告》，截至 2007 年 10 月底，全国累计报告艾滋病病毒感染者和艾滋病患者 223 501 例，其中艾滋病患者 62 838 例，死亡报告 22 205 例。估计到 2007 年年底，我国现存艾滋病病毒感染者和患者约 70 万（55 万~85 万）人，全人群感染率约为 0.05%（0.04%~0.07%）。为控制艾滋病的传播和扩散，我国采取了一系列干预措施，取得了一定的效果，但仍然面临很严峻的形势。在目前尚无疫苗预防的情况下，应该加强对 HIV 感染以及保护机制的基础研究，为疫苗的研究提供实验数据；应该加强诊断的可及性以及准确性，为采取进一步的干预措施提供依据；还应该加强临床治疗的监控，选择合适的治疗方案和治疗方法，提高患者的生活质量。所有这些工作都离不开实验室检测技术，实验室检测技术是开展艾滋病各项预防、治疗以及干预等措施的基本手段。

艾滋病的实验室检测技术涉及多方面内容，概括起来主要包括四个方面，即病毒标志物的检测，如抗原、抗体和核酸的检测等；机体免疫反应的检测，如细胞免疫反应以及中和抗体的检测等；合并感染微生物的检测；病毒耐药性及对药物敏感性的检测。随着生物技术的发展，许多新技术和方法在艾滋病的实验室检测技术方面都有所体现和应用。在病毒标志物的检测方面，不仅采用常规的酶联免疫技术检测病毒的抗原和抗体，而且也可采用化学发光以及荧光技术，同时也可采用层析方法进行检测。病毒核酸的检测更是体现了新技术的应用，目前比较先进的磁珠核酸提取、NASBA、实时荧光检测等技术在病毒载量试剂中都有联合和单独使用，明显地提高了试剂的性能指标。在机体免疫检测方面，不仅可以采用流式细胞术检测淋巴细胞，而且最近几年还采用新技术如 ELISPOT/ Tetramar 等检测 HIV 感染者的细胞免疫水平以及采用假病毒系统检测感染者的中和抗体水平，对了解机体的免疫状态提供了重要手段。在合并感染微生物检测方面，检测技术和方法也多样化，为临床诊断提供了手段。随着抗病毒药物的使用，耐药以及药物敏感性的检测技术越来越重要，不仅发展了一系列的基因检测技术，而且也研制出了病毒表型的检测技术，尤其以假病毒为代表的表型检测技术具有重复性好以及操作简便等特点，为药物的筛选以及耐药性的检测提供了重要的平台。

有些检测技术只是一种检测方法，非商业化试剂；有些已开发出了成熟的商业化试剂。对非商业化的检测技术，主要是介绍其基本原理、操作过程、检测中的注意事项以及发展方向，其目的是为科研工作者提供一些更多、更新的信息。对商业化试剂，主要从试剂的生产工艺优化以及质量控制、实验室质量评价、临床评价、使用过程中的注意事项以及实验室的质量保证体系等进行介绍，其主要目的是为试剂的研发者如何保证试

剂的质量以及用户如何正确使用试剂提供信息，保证检测结果的客观性以及准确性。因此，本书适用于从事 HIV/AIDS 基础研究的科研工作者、从事实验室和临床检测的工作者、从事试剂研制和生产者以及从事试剂和实验室评价的科技工作者等。

参加编写的人员都是长期从事艾滋病实验室检测、试剂研究开发以及质量评价的中青年科技工作者，具有丰富的实践经验。书中的内容是他们研究结果和实践工作的总结，具有较明显的针对性和实用性。在此，对他们所付出的辛勤劳动表示衷心的感谢。

由于本书内容涉及面较广，为保证本书的连贯性以及实用性，在编写过程中首先拟定了编写大纲，规定了编写范围、层次以及格式等。每一章、每一节甚至每一部分都请有经验的专家进行编写的，然后按照整体思路进行整理和汇总，因此有些章节是由多位专家参与编写的。虽然在编写过程中尽了最大努力，但是艾滋病实验室检测技术日新月异，书中的内容难以与之保持同步，加之认识的局限性，错误和不足之处在所难免，请广大读者批评指正。

王佑春

2008 年 5 月

目 录

前言

绪 论

第一章 人类免疫缺陷病毒 (HIV) 的生物学	3
第一节 HIV 的发现过程及起源	3
第二节 HIV 的结构及主要蛋白功能	6
第三节 HIV 基因表达调控	14
第四节 HIV 病毒的复制	16
参考文献	21
第二章 人类免疫缺陷病毒的流行病学	23
第一节 世界范围内人类免疫缺陷病毒 (HIV) 的流行现状	23
第二节 我国人类免疫缺陷病毒的流行现状	28
参考文献	35
第三章 机体对人类免疫缺陷病毒感染后的特异性免疫反应	37
第一节 HIV-1 感染的特异性细胞免疫反应	37
第二节 HIV-1 感染的特异性体液免疫反应	46
参考文献	54

上篇 检测技术

第四章 人类免疫缺陷病毒感染后的病毒分离技术	61
第一节 概述	61
第二节 从外周血中分离 HIV-1 病毒	61
第三节 从脑脊液中分离 HIV-1 病毒	66
第四节 从精液和阴道分泌物中分离 HIV-1 病毒	67
第五节 从乳汁中分离 HIV-1 病毒	69
第六节 从淋巴结中分离 HIV-1 病毒	70
第七节 从静止 CD4 ⁺ T 细胞中分离潜伏感染的 HIV-1 病毒	72
第八节 人类免疫缺陷病毒 2 型 (HIV-2) 的分离	77
第九节 人类免疫缺陷病毒在传代细胞中的培养	77
参考文献	78
第五章 人类免疫缺陷病毒标志物的检测技术	81
第一节 HIV-1 p24 抗原的检测技术	81
第二节 人类免疫缺陷病毒抗体的筛查检测技术	86
第三节 人类免疫缺陷病毒抗体的确认技术	110

第四节 人类免疫缺陷病毒的核酸检测技术·····	118
参考文献·····	139
第六章 人类免疫缺陷病毒的分型技术·····	146
第一节 HIV 基因分型检测技术 ·····	146
第二节 HIV-1 血清型的检测技术 ·····	156
参考文献·····	161
第七章 抗 HIV 药物的体外筛选技术 ·····	164
第一节 引言·····	164
第二节 细胞水平筛选检测抗 HIV 药物技术 ·····	166
第三节 分子水平筛选检测抗 HIV 药物 ·····	173
第四节 基于携带报告基因的病毒和细胞的筛选和检测方法·····	184
第五节 抗 HIV 药物其他药效学检测 ·····	189
第六节 结语与展望·····	193
参考文献·····	193
第八章 HIV-1 耐药性的产生及其检测技术 ·····	197
第一节 耐药性产生及其机制·····	199
第二节 耐药性检测方法·····	204
第三节 HIV-1 耐药性基因型分析用国家参考品的研究 ·····	212
第四节 小结·····	216
参考文献·····	216
第九章 生物芯片技术在人类免疫缺陷病毒检测中的应用·····	220
第一节 基因芯片技术在 HIV 检测中的应用 ·····	220
第二节 蛋白质芯片在 HIV 检测中的应用 ·····	231
参考文献·····	240
第十章 人类免疫缺陷病毒感染后免疫系统的检测技术·····	242
第一节 CD4 ⁺ T 淋巴细胞计数检测技术 ·····	242
第二节 MHC-肽多聚体检测技术 ·····	255
第三节 细胞内细胞因子检测技术·····	260
第四节 酶联免疫斑点检测技术·····	270
第五节 中和抗体检测技术·····	278
参考文献·····	285
第十一章 并发感染其他微生物的检测技术·····	290
第一节 结核分枝杆菌感染检测技术·····	290
第二节 链球菌感染检测技术·····	298
第三节 真菌感染检测技术·····	301
第四节 疱疹类病毒感染的检测技术·····	310
第五节 寄生虫感染检测技术·····	317
参考文献·····	328

第十二章 其他检测技术	331
第一节 HIV-1 近期感染的实验室检测	331
第二节 抗 R7V 抗体的检测及临床意义	341
参考文献	344

下篇 质量保证及其要求

第十三章 生物安全及实验室基本技术	351
第一节 艾滋病检测实验室的生物安全	351
第二节 实验室的基本技术及注意事项	372
参考文献	385
第十四章 生物诊断试剂的实验室质量评价	387
第一节 实验室对试剂的质量控制	387
第二节 对某些试剂的特殊考虑	391
第三节 我国 HIV 病毒检测试剂评价的参考品系列	394
第四节 国际参考品的研制	400
第五节 我国 HIV 抗体酶联免疫诊断试剂的管理	404
第六节 小结	404
参考文献	405
第十五章 人类免疫缺陷病毒 I 型 (HIV-1) 感染测定的室间质量评价	407
第一节 定义	407
第二节 EQA 的程序设计	411
第三节 EQA 的局限性	415
参考文献	416
第十六章 生产技术的要求以及质量控制	417
第一节 主要原材料的制备以及质量控制	417
第二节 HIV 酶联免疫试剂 (ELISA 法) 生产工艺的优化及质量控制	430
第三节 HIV 核酸检测试剂生产工艺的优化及质量控制	435
参考文献	441
第十七章 体外诊断试剂的临床研究	444
第一节 临床研究所考虑的因素	444
第二节 临床研究所评价的技术指标	448
第三节 WHO 对 HIV 诊断试剂的评价	450
第四节 我国对部分 HIV 试剂的评价	455
第五节 小结	466
参考文献	466

绪 论

第一章 人类免疫缺陷病毒（HIV）的生物学

截至 2007 年，全球 HIV 感染者已超过 3300 万，AIDS 病已成为对人类社会威胁最大的传染性疾病。根据血清学和基因序列的差异，HIV 分为 HIV-1 型和 HIV-2 型。HIV-1 广泛分布于世界各地，是造成全世界 HIV/AIDS 流行的主要原因，HIV-2 主要分布于非洲西部。本章主要对 HIV 的发现过程、起源及主要生物学特征做简要介绍。

第一节 HIV 的发现过程及起源

人类免疫缺陷病毒（human immunodeficiency virus, HIV）属于逆转录病毒科慢病毒属。因为其能在细胞内利用自身的逆转录酶将 RNA 基因组转录成 DNA 而得名。其临床症状为 CD4⁺ 细胞明显减少、机会性感染以及恶性肿瘤的产生，这导致了 HIV 病毒的持久性感染和传播。

一、艾滋病病毒的发现过程

HIV 的发现过程也就是获得性免疫缺陷综合征（acquired immune deficiency syndrome, AIDS）病原体的确证过程。1981 年，美国洛杉矶先后发现了 5 名患有卡氏肺囊虫肺炎的男同性恋者。卡氏肺囊虫是一种常见的寄生虫，它广泛存在于人和某些哺乳动物的肺组织内。其隐性或潜在性感染相当多见，但健康人感染后一般不发病，由其所致的肺炎是非常罕见的，几乎只发生于使用免疫抑制剂的器官移植患者、接受放化疗的癌症患者、先天性免疫缺陷病患者中。而这 5 名患者正值壮年，没有任何已知原因能够解释这一现象。随后，又发现了一些患有卡波奇肉瘤的青年男同性恋者，该病多发生于 50 岁以上的老年男性。卡波奇肉瘤也是一种与免疫抑制或缺陷密切相关的疾病。这些疾病的发现引起了医学界的关注，寻找病原体的研究也随之开展起来。

20 世纪 80 年代初期，对艾滋病病原体的研究主要集中在引起免疫缺陷类疾病的其他病毒上，包括逆转录病毒、细小病毒和疱疹病毒，甚至在 HIV 病毒被发现后，仍花了一年时间才将其归为慢病毒属（Chiu et al., 1985）。

最早认为 AIDS 可能由逆转录病毒引起是在 1983 年，法国巴斯德研究所的 Barre-sinoussi 和她的同事（Luc Montagnier 和 Jean-claude Chermann 等人）组成了一个名为 Bru 的研究小组，他们从一患有持续性全身淋巴结病（persistent generalized lymphadenopathy, PGL）的男性同性恋者的淋巴结中分离到一株有逆转录酶活性的新病毒。当时一些医生怀疑此病毒与 AIDS 有关，但没有结论性的证据。因为许多临床医生认为，PGL 是已知的人类病毒如 EB（Epstein-Barr）病毒或巨细胞病毒（cytomegalovirus）感染的结果。另外，巴斯德研究所的报告中描述的逆转录病毒的特征，与人类 T 细胞白血病病毒（human T-cell leukemia virus, HTLV）有一些相似。因此，当时大部分

研究者认为此病毒是 HTLV 家族的一员。这一结论也被 *Science* 杂志同一期的文章, 即《从艾滋病患者中分离 HTLV 病毒》所影响 (Gallo et al., 1983)。

然而, 当时对新分离病毒为 HTLV 家族成员的结论还存在许多疑问。Montanier 和他的同事随后发现, 尽管该病毒在感染 CD4⁺ 淋巴细胞时与 HTLV 极为相似, 但具有完全不同的特征, 如果这种病毒是 HTLV 家族的成员, 它应当引起细胞大量异常增生, 而不是细胞大量死亡。在排除了其他可能引起细胞死亡的因素, 如培养基被其他微生物污染、培养环境不合适之后, Bru 小组的成员意识到, 这可能是一种完全不同于 HTLV 的全新病毒, 它可能正是通过导致淋巴细胞的大量死亡来引发艾滋病的。后来他们将此种病毒命名为淋巴腺病相关性病毒 (lymphadenopathy associated virus, LAV)。

与此同时, 几个其他的实验室也在寻找引起这种免疫缺陷综合征的致病因子。1984 年, Gallo 和他的同事们报道了另一种不同于 HTLV 逆转录病毒特征的人类逆转录病毒, 即 HTLV-III, 它是从成年人和小儿艾滋病患者的外周血单核细胞 (peripheral blood mononuclear cell, PBMC) 中分离出来的。研究者们注意到该病毒具有淋巴病变和细胞病变的特征, 与 HTLV-I 和 HTLV-II 的一些蛋白具有交叉反应, 尤其是核心蛋白 p24。因此, 他们认为可以将其归类为 HTLV 组, 尽管新分离的病毒能引起细胞病变, 但不能从感染的淋巴细胞中诱导产生细胞系 (Popovic et al., 1984)。

同时, Levy 与其同事报道了他们命名为 AIDS 相关性病毒 (AIDS-related virus, ARV) 的新病毒, 这些病毒是从不同的 AIDS 高危人群、无症状个体和 AIDS 患者体内分离得到的。在无症状个体中发现 ARV 病毒第一次证明了艾滋病病毒健康携带者的存在, 用免疫荧光技术检测时, ARV 与法国 LAV 病毒分离株有交叉反应。在 PBMC 细胞中培养时, 该病毒能杀死 CD4⁺ 淋巴细胞 (Levy et al., 1984)。

由此可见, 这三个新定义的逆转录病毒有相似的特征, 在短时间内, 这三种病毒 (LAV、HTLV 和 ARV) 被确定为同一逆转录属, 据其特征被定义为慢病毒。它们的蛋白不同于 HTLV, 基因组与 HTLV 基因组相比, 显示了较远的相似性。根据这些证据, 1986 年, 国际病毒分类委员会给艾滋病病毒重新起了一个名字, 就是今天为人们所熟知的“人类免疫缺陷病毒”——HIV (Coffin et al., 1986)。

在发现 HIV 后不久的 1986 年, 又从西非的艾滋病感染人群中分离出与 HIV 病毒基因序列相差较大的新病毒。该新发现的病毒被命名为 HIV-2 型, 而早期发现的为 HIV-1 型。

二、艾滋病病毒的起源

自从 1981 年人类首次发现艾滋病以来, 科学家们一直在试图解开艾滋病起源之谜。通过对三个 HIV-1 Group 和几个 HIV-1 亚型的序列多样性分析, 研究者们认为在 30~100 年前 HIV-1 从灵长类动物进入到人类。对 HIV 包膜 (envelope, Env) 蛋白相似性分析显示, 大约在 1967 年, B 亚型的祖先进入美国, 在 20 世纪 60 年代中期到后期, C 亚型出现在非洲。但是仍然有研究者质疑 HIV-1 起源的时间, 认为病毒在更早以前就出现在人类中。一些分子生物学方面的分析显示, HIV-1 Group M 和 SIVcpz 的共同祖先可以追溯到 17 世纪末期。因此, HIV-1 Group 或亚型最初进入人类的时间仍然不能

确定 (Korber et al., 2000)。

有关 HIV 感染人类的最早的文献记录是在 1959 年从非洲刚果采集到的一个阳性血清样本, 此病毒的序列分析显示它是亚型 B 和 D 的祖先。而在 20 世纪 60 年代中期, 来自被 HIV 感染的挪威家庭血样的病毒序列分析表明, 其与目前的 Group O 极为相似。家庭中的父亲曾去过非洲, 此发现似乎也反映了 Group O 病毒较慢的进化特征。然而直到 70 年代中期, 从非洲其他区域采集的样本没有显示 HIV 感染的血清学证据。因此, HIV 在什么时候, 在哪里, 是如何进入人类的, 是如何出现不同的 Group 和亚型的, 仍然不清楚。

(一) HIV-1 的起源

关于 HIV-1 的起源有几种解释, 最被人接受的是 HIV-1 病毒起源于灵长类动物黑猩猩。一种病毒亚型通过人兽共患传播进入到特殊的人群中, 衍生的 9 种 HIV-1 亚型是一个共同祖先的作用结果, 重组病毒是以后出现的。许多调查者认为, HIV-1 Group M、Group N 和 Group O 是黑猩猩的三种 SIVcpz 病毒进入人类引起的, 这三种 SIVcpz 病毒是种属交叉传播的, 特别是在生活在非洲西部中心地带 (喀麦隆) 的黑猩猩亚属 *Pan troglodytes troglodytes* 中较普遍 (Huet et al., 1990)。

迄今为止, 已经认识的两种不同的 SIVcpz 亚型明显与 HIV-1 Group M 和 N 有关, 然而仍然没有发现与 HIV-1 Group O 分离株相像的 SIVcpz 的分离株。SIV 和 HIV 分离株的核酸序列显示了 80% 的相似度。然而最近从感染了 SIV 的野生大猩猩 (Gorillas) 体内分离到的 SIVgor 病毒, 与 HIV-1 Group O 有很高的相似性, 因此, Group O 病毒可能是从大猩猩转移到人类的 (Van Heuverswyn et al., 2006)。

对来自喀麦隆的三个 HIV Group N 分离株的分析显示它们来自同一只黑猩猩。HIV-1 Group N 分离株被认为是重组体, 因为只有 *env* 区与喀麦隆黑猩猩的 SIVcpz 分离株相似。对 HIV-1 起源的一个统一的认识是, 所有涉及在喀麦隆出现的 Group, 都被认为是起源于喀麦隆最相似于 HIV-1 的黑猩猩 *Pan troglodytes* 病毒。

对 HIV-1 起源于黑猩猩的进一步支持是灵长类病毒 (SIVcpz) 和它的祖先病毒以及 HIV-1 都具有 *Vpu* 基因, 而且也有人感染了猿的逆转录病毒报道 (Wolfe et al., 2004)。此外, 证据表明 SIVcpz 是 SIV 祖先的重组病毒。含有 *Vpu* 的 3' 区来自于大白鼻长尾猴的 SIV, 5' 区来自于红顶猴。而大白鼻猴的栖息地与 *Pan troglodytes* 黑猩猩的栖息地有交叠。

从 SIVcpz 到 HIV-1 的传播机制仍然不清楚。HIV-1 和 SIVcpz 的基因序列有 20% 以上的不同, 这种灵长类动物与人类病毒序列的不同不支持 HIV-1 在人类与黑猩猩之间是直接传播的观点。如果发生传播, 中间还需要其他的过程使 SIVcpz 进化到 HIV。另外, SIV 是 HIV-1 Group N 和 HIV-2 Group C 到 Group G 最近的亲戚, 而这些 HIV 型的每一型只能感染有限数量的人类, 它们不代表目前流行的病毒。

而且, 人兽共患病通常指引起疾病的因子从动物到人的转移, 转移中的病毒在有限数量的人类之间传播后很容易发生变化, 从而引起疾病。没有证据显示 SIVcpz 能引起人类的 AIDS, 因此需要考虑其他因素。而且, 经过 25 年没有看到亚型 B 进化到不同的亚型或不同的病原体的潜能, Group O 病毒在一段较长的时期内也没有实质性的变