

# 应用 EPP 和 Spectrum 模型估计预测 浙江省台州地区艾滋病疫情

朱萍 林海江 冯济富 吴琼海 吴静 汪宁 何纳

**【摘要】** 目的 探讨运用艾滋病疫情估计和预测软件(EPP)及 Spectrum 模型估计与预测浙江省台州地区艾滋病疫情以及抗病毒治疗对疫情的影响。方法 以浙江省台州地区为研究现场,收集整理该地人口和社会信息以及艾滋病疫情数据,应用 EPP、Spectrum 模型拟合以估计和预测该地区艾滋病流行趋势,同时考察抗病毒治疗对疫情的潜在影响。结果 根据 EPP 和 Spectrum 模型估计,台州地区处于艾滋病低流行阶段,男男性行为人群和静脉注射毒品人群 HIV 感染率较高且增幅明显;2010 年该地区现存活 HIV 感染者和艾滋病患者(HIV/AIDS)共计 1773 例(95%CI: 1384~2449),HIV 感染率为 0.03%(95%CI:0.02%~0.04%);抗病毒治疗可降低 HIV 新发感染者数和艾滋病死亡数,但不影响人群总 HIV 感染率、现存 HIV/AIDS 数以及成年人抗病毒治疗需求数。结论 综合运用 EPP 和 Spectrum 模型可以估计预测台州地区艾滋病疫情,并发现抗病毒治疗有助于控制疫情,为其他艾滋病相对低流行地区的疫情评估提供参考。

**【关键词】** HIV 感染者和艾滋病患者;估计;预测

**Estimation and projection on HIV/AIDS through application of Estimation and Projection Package and Spectrum models, in Taizhou prefecture, Zhejiang province** ZHU Ping<sup>1</sup>, LIN Hai-jiang<sup>1,2</sup>, FENG Ji-fu<sup>2</sup>, WU Qiong-hai<sup>2</sup>, WU Jing<sup>3</sup>, WANG Ning<sup>3</sup>, HE Na<sup>1</sup>. 1 Department of Epidemiology, School of Public Health, Fudan University, The Key Laboratory of Public Health Safety (Fudan University), Ministry of Education, Shanghai 200032, China; 2 Taizhou City Center for Disease Control and Prevention, Zhejiang Province; 3 National Center for AIDS and STDs Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention

Corresponding authors: HE Na, Email: nhe@shmu.edu.cn; WANG Ning, Email: wangnbj@163.com

This work was supported by a grant from the National Science and Technology Mega-Projects of China (No. 2008ZX10001-003).

**【Abstract】** **Objective** To apply Estimation and Projection Package (EPP) and Spectrum models for the estimation and projection on HIV/AIDS epidemics in areas with relatively low HIV/AIDS prevalence in China, and to explore the influences of antiretroviral therapy (ART) on the outputs of the models. **Methods** Taizhou prefecture in Zhejiang province was selected as the study site. Social and demographic data as well as all the information on HIV/AIDS epidemics in Taizhou prefecture were collected, managed, input to EPP and Spectrum models to estimate and project the HIV/AIDS epidemic in Taizhou prefecture. Impact of ART on the HIV/AIDS epidemic was also assessed. **Results** According to the estimates from both EPP and Spectrum model, the HIV/AIDS epidemic in Taizhou prefecture was at a relatively low level. HIV prevalence rates among men having sex with men (MSM) and injection drug users (IDU) were relatively high and rapidly increasing. It was estimated that 1773 (1384-2449) people were living with HIV in 2010 in Taizhou prefecture, with an overall HIV prevalence of 0.03% (0.02%-0.04%). ART had reduced and would continue to reduce new HIV infections and AIDS deaths, but had no significant impact on the overall HIV prevalence and the numbers of people living with HIV and adults who were in need of ART. **Conclusion** EPP and Spectrum models seemed to be suitable and useful tools for estimation and projection on HIV/AIDS in Taizhou prefecture, and the results could provide reference for the further studies in other areas with a relatively low epidemic level of HIV/AIDS. ART appeared effective for HIV/AIDS prevention and control.

**【Key words】** HIV/AIDS; Estimation; Projection

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.11.015

基金项目: 国家科技重大专项(2008ZX10001-003)

作者单位: 200032 上海, 复旦大学公共卫生学院流行病学教研室 公共卫生安全教育部重点实验室(朱萍、林海江、何纳); 浙江省台州市疾病预防控制中心(林海江、冯济富、吴琼海); 中国疾病预防控制中心性病艾滋病预防控制中心(吴静、汪宁)

通信作者: 何纳, Email: nhe@shmu.edu.cn; 汪宁, Email: wangnbj@163.com

越来越多的国家和地区尝试运用数学模型估计和预测艾滋病疫情<sup>[1-6]</sup>,但我国相关研究报道很少,主要是运用 Workbook 法估计全国 HIV 感染者数<sup>[7]</sup>以及应用亚洲流行模型 (Asian Epidemic Model, AEM)估计艾滋病流行较严重的云南省疫情<sup>[8]</sup>。但 AEM 模型不适用于艾滋病低流行区疫情估计与预测。UNAIDS/WHO 主持开发的艾滋病疫情估计和预测软件 (Estimation and Projection Package, EPP)<sup>[9,10]</sup>与 Spectrum 是基于现有数据对艾滋病疫情进行估计与预测<sup>[11]</sup>,互为补充,同时提供了适用于艾滋病低流行区疫情估计与预测的模块功能。本研究探讨运用 EPP 和 Spectrum 对我国艾滋病相对低流行地区进行疫情估计和预测。

资料与方法

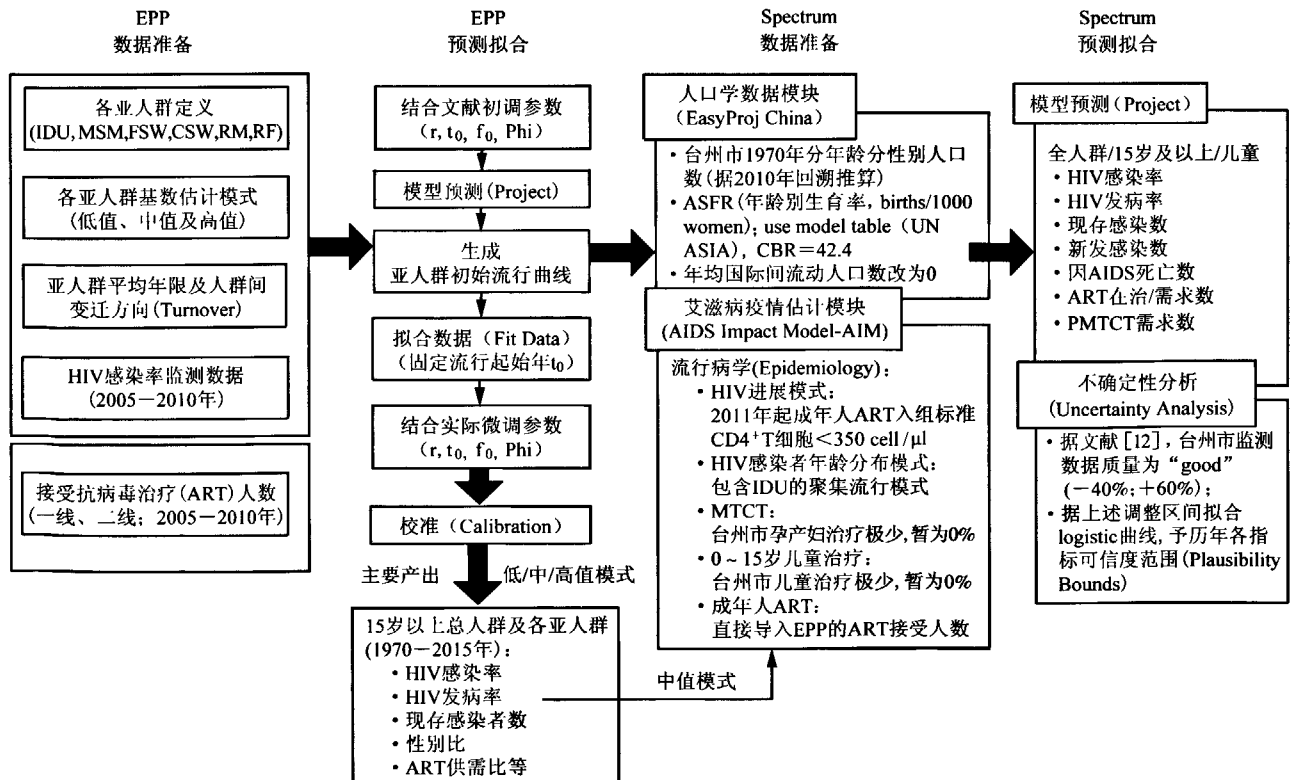
1. 模型:

(1) EPP 模型:适用广泛流行 (generalized epidemic) 和聚集流行 (concentrated epidemic) 两类模式,常用于估计和预测研究地区 HIV 感染率曲线。如目标地区曾估计总人口或产前体检 (ANC) 人群监测 HIV 感染率高于 1.0%,则应用 EPP 模型的广泛流行模式;而 EPP 模型的聚集流行模式应用条件为:目标地区总人口或 ANC 人群监测 HIV 感染率

低于 1.0%,且当地连续 3 年及以上的 HIV 监测点  $\geq 3$  个,与 UNAIDS 的聚集流行定义基本相适应<sup>[10]</sup>。

EPP 模型拟合过程中有 4 个重要参数,即  $t_0$ 、 $f_0$ 、 $r$  和  $\Phi$ <sup>[9,10]</sup>。其中  $t_0$  表示 HIV 感染者和艾滋病患者 (HIV/AIDS) 流行起始年 (the start year of the epidemic),调整整体曲线前移或后移。 $f_0$  即流行初期  $\geq 15$  岁人群中新纳入高危人群比例 (the proportion of new risk population entrants),决定流行曲线的峰值,高值表明流行将于更高水平趋于稳定。 $r$  即流行进展强度 (the rate of growth), $r$  值越大, HIV 感染率增长越快。 $\Phi$  即  $\phi$ , 系行为调整参数 (the behavior change parameter);  $\Phi > 0$  表示危险行为发生概率增加, HIV 流行保持在高感染率水平;  $\Phi < 0$  表示危险行为发生概率降低, HIV 流行下降很快;  $\Phi = 0$  表示有危险行为人群比例为常数, HIV 感染率曲线在达到峰值后随患者死亡而下降。

(2) Spectrum 模型:该模型基于 EPP 或 Workbook 拟合所得 HIV 感染率或发病率、综合目标国家或地区的社会人口学特征等,预测艾滋病疫情核心指标值包括现存 HIV/AIDS 数、新发 HIV/AIDS 数、AIDS 死亡数、母婴传播数 (MTCT)、抗病毒治疗 (ART) 接受数和需求数等 (图 1),以评估艾滋病疫情及防治措施 (如 MTCT、ART 等) 对目标国家或地区



注:FSW为女性性工作者,CSW为嫖客,RM为其他一般男性,RF为其他一般女性

图 1 台州地区 EPP 和 Spectrum 模型估计预测 HIV/AIDS 流程

的影响与效用<sup>[11]</sup>。Spectrum模型的适用模式与EPP相同,因Spectrum模型是后续基于EPP的进一步估计、预测,故其广泛流行与聚集流行模式的应用条件也基于EPP模型,只要目标地区相关数据充足(见表1、图1对EPP、Spectrum模型所需数据及流程的阐述),即可综合运用EPP与Spectrum模型。

同时因UNAIDS等机构的长期依托与支持,Spectrum模型中有关国家或地区人口学信息、模型方法学及假设等可随近期相关研究或调查获取即时更新,其拟合所得当前或未来艾滋病预防干预实施的成本效果估计,对未来防治措施制定与调整有一定参考意义。

2. 研究现场及相关资料:浙江省台州市辖9县(市),2010年该地区常住人口总数5 816 908人,≥15岁合计4 728 593人,男女性别比1:0.97,城镇人口比例52.0%。1996年报告首例HIV感染者,截至2010年12月31日全市累计报告HIV感染者652例,包括AIDS 252例,死亡63例;经异性性接触感染占66.0%,经男男性接触(MSM)感染占11.0%,经静脉注射吸毒(IDU)感染占8.4%;历年总人群以及ANC人群HIV检测阳性率皆低于1.0%、常规HIV监测哨点连续3年以上有10个(>3个)且质量较高。依据EPP模型的应用条件判断台州地区适用于EPP模型的聚集流行模式<sup>[9,10]</sup>以及Spectrum模型。

3. 研究方法:分别以估计的各亚人群基数的低、中和高值为模式,结合HIV哨点监测数据和ART人数(表1),采用EPP模型软件(Version 2009 R2)估计和预测台州地区历年总人群及各亚人群(相关定义见表1)、HIV感染率及现存HIV/AIDS数(1970—2015年)。

以上3种模式输出的HIV感染率及现存HIV/

AIDS数等疫情变化趋势一致,模型稳定,故本研究以EPP中值模式所得≥15岁人群的发病率预测值导入Spectrum模型软件(Version 3.54),补充台州地区社会人口学、ART信息等进一步拟合HIV感染率、ART需求及死亡数等疫情信息<sup>[1]</sup>,并予不确定性分析(uncertainty analysis)得各疫情核心指标的95%CI<sup>[9,12]</sup>,最终产出结果与假设无抗病毒治疗干预的Spectrum模型拟合结果(由假设无抗病毒治疗的EPP中值模式HIV发病率估计值导出)比对,以检验该地区近年ART的推广对新发及现存HIV/AIDS数、AIDS死亡数的影响(EPP与Spectrum模型细节流程见图1)。

### 结 果

1. ≥15岁总人群及各类亚人群艾滋病疫情:经EPP和Spectrum模型拟合发现(图2),台州地区首例HIV/AIDS可能现于1991年,自2004年起HIV感染率、现存HIV/AIDS数逐年递增。EPP估计2010年≥15岁人群HIV感染率中值为0.050%(低、高值分别为0.025%和0.073%),现存活HIV/AIDS中值为2370例(低、高值分别为1165例和3442例)。以EPP中值模式结果导入Spectrum模型估计2010年该地区≥15岁人群HIV感染率为0.050%(95%CI: 0.040%~0.073%),现存活HIV/AIDS 1756例(95%CI: 1364~2432)。

此外,以EPP低、中、高值三种模式分别获得HIV感染率、现存HIV/AIDS数模型估计值,EPP三种模式上述疫情指标值曲线趋势相近、三次独立拟合所得各模型参数波动较小,模型稳定。图3为EPP中值模式各亚人群HIV感染率估计值,可见该地区MSM、IDU人群HIV感染率较高且总体呈上升

表1 浙江省台州地区EPP亚人群基数估计与HIV感染率调整

EPP 亚人群	调整后亚人群基数(人数)			人群基数调整依据	HIV感染率来源 (年份)	HIV感染 率调整	平均 年限 <sup>b</sup>	亚人群 变迁
	低值	中值	高值					
MSM (城市)	3 057	7 643	12 228	基于2007年宁波市MSM人群估计,据台州市实际调整得2010年城市MSM占城镇15~49岁男性比例:低值0.358%、高值1.432%	专题调查 (2007—2010) <sup>a</sup>	下调 30% <sup>[5]</sup>	15	RM
FSW	17 404	33 866	50 329	据2007年慈溪市暗娼占15~49岁女性人群比例:低值1.11%、高值3.20%,与泰国估计类似(高值为低值3倍) <sup>[2]</sup>	哨点监测3个 (2005—2010)	原始值	4	RF
CSW	82 108	123 161	164 215	以台州市15~49岁男性的5%估计嫖客低值,高值为10%	哨点监测2个 (2006—2010) <sup>c</sup>	下调 20% <sup>[2,5]</sup>	5	RM
IDU	5 736	15 321	24 906	2010年7月台州市在册吸毒10 204人,低值为在册人数的3倍,高值为7倍;IDU占吸毒者26.8% <sup>[13,14]</sup>	哨点监测(戒毒所) (2005—2010) <sup>d</sup>	原始值	5	RM
RM	2 308 020	2 255 088	2 202 157	≥15岁男性总数减去上述亚人群男性合计	ANC监测 (2005—2010)	下调 50% <sup>[2,5,9]</sup>	-	-
RF	2 312 269	2 293 513	2 274 757	≥15岁女性总数减去上述亚人群女性合计	ANC监测 (2005—2010)	下调 38% <sup>[2,5,9]</sup>	-	-

注:<sup>a</sup>来自台州市疾病预防控制中心方便抽样;<sup>b</sup>依据该地区各亚人群相关行为学调查结果,并综合参考云南省德宏州AEM模型估计时的行为学数据以及邻近国家同类研究<sup>[2,5]</sup>;<sup>c</sup>取性病门诊监测哨点男性就诊者代表CSW人群;<sup>d</sup>取2007—2009年IDU监测性别比均值(男:女=3.18:1)

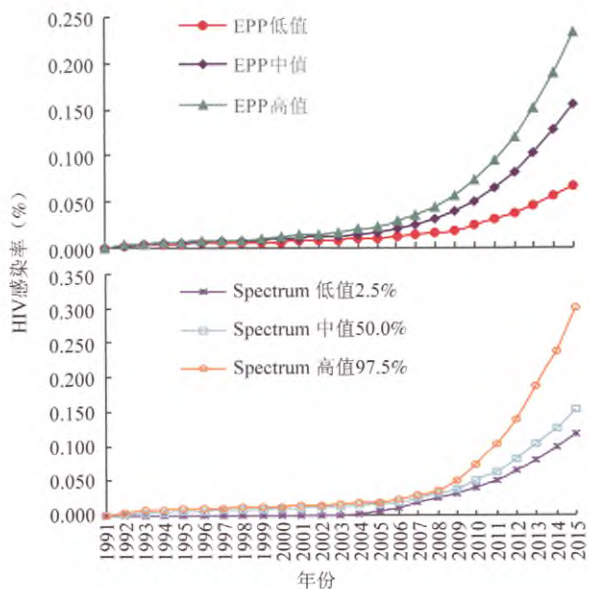


图2 台州地区≥15岁总人群HIV感染率EPP和Spectrum模型估计与预测结果

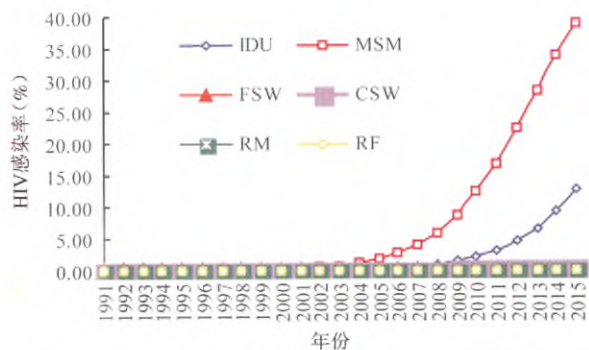


图3 台州地区≥15岁各类亚人群HIV感染率EPP估计及预测结果

趋势,以MSM人群艾滋病疫情快速播散尤为突显;FSW与CSW的HIV感染率总体处于较低水平。

2. 实际报告疫情与Spectrum模型估计预测比较:比较实际疫情报告数与Spectrum模型估计数显示,1996—2010年实际报告现存及新发HIV/AIDS数占模型估计数的比例逐步增加(表2)。

3. ART与艾滋病疫情演变:结合实际接受ART人数与ART需求人数的Spectrum估计值,可得到2010年成年人ART供需比(实际或计划接受ART数/ART需求数)为61.0%(95%CI:49.8%~93.4%)。未来数年,台州地区成年人ART需求数将迅速增加[图4(a)],如果该地区2015年计划接受ART数为700例,则该年ART供需比将降至53.4%(95%CI:34.6%~72.1%)[图4(b)]。由于台州地区<15岁儿童ART和母婴阻断治疗(PMTCT)尚处在起步阶段,Spectrum预测2015年该地区儿童ART需求数为41

(95%CI:19~79)例,PMTCT需求数为51(95%CI:23~114)例。

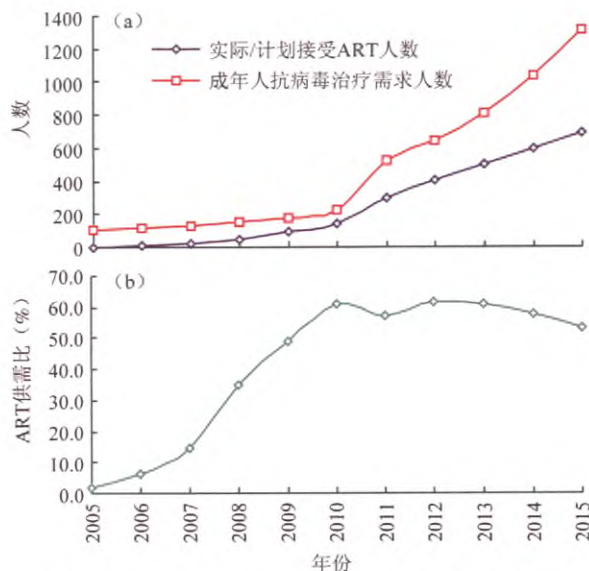


图4 台州地区实际ART与Spectrum预测ART的例数和供求比

以Spectrum分别估计预测台州地区有ART干预及假设无ART干预的AIDS死亡数、新发HIV/AIDS数、现存HIV/AIDS数、≥15岁人群对ART需求数。结果显示ART干预与否对现存HIV/AIDS数、≥15岁人群对ART需求数无显著影响;如无ART干预,估计新发HIV/AIDS数自2007年后每年较有ART干预稳定增加约4.0%以上。2006—2010年该地区每年实际报告AIDS死亡数分别为5例(2006年)、6例(2007年)、11例(2008年)、16例(2009年)和15例(2010年)。在ART干预下,Spectrum模型估计2006—2010年台州地区每年AIDS死亡数分别为33例(2006年)、36例(2007年)、37例(2008年)、37例(2009年)和42例(2010年),并预测2011—2015年死亡数将分别达52例(2011年)、70例(2012年)、91例(2013年)、115例(2014年)和149例(2015年);若无ART干预,则估计2006—2010年该地区每年AIDS死亡数分别为34例(2006年)、39例(2007年)、45例(2008年)、53例(2009年)和64例(2010年),并预测2011—2015年死亡数将达78例(2011年)、102例(2012年)、122例(2013年)、152例(2014年)和191例(2015年)[注:以上数据皆为Spectrum估计预测AIDS死亡数中值(50.0%)]。

### 讨 论

本研究表明台州地区艾滋病疫情总体为低流



表2 台州地区 HIV/AIDS 实际报告疫情与 Spectrum 估计预测现存、新发病例数比较

年份	HIV 现存感染例数(Spectrum, 全人群)*					HIV 新发感染例数(Spectrum, 全人群)*				
	实际报告例数	低值	中值	高值	实际报告数占模型结果比例 <sup>b</sup> (%)	实际报告例数 <sup>c</sup>	低值	中值	高值	实际报告数占模型结果比例 <sup>b</sup> (%)
1991	-	0	15	43	-	-	0	15	34	-
1992	-	0	87	171	-	-	0	72	127	-
1993	-	0	152	270	-	-	0	66	104	-
1994	-	0	174	301	-	-	0	26	37	-
1995	-	0	200	330	-	-	0	31	40	-
1996	1	0	225	356	0.4	1	0	33	42	3.0
1997	1	0	253	382	0.4	0	0	39	48	0.0
1998	2	0	278	404	0.7	2	0	38	46	5.3
1999	1	0	309	433	0.3	0	0	47	57	0.0
2000	5	0	335	455	1.5	4	0	45	54	8.9
2001	9	0	368	483	2.5	5	0	54	66	9.3
2002	21	0	406	517	5.2	14	0	61	74	23.0
2003	26	18	454	565	5.7	6	20	75	92	8.0
2004	44	83	515	630	8.5	21	64	91	111	23.1
2005	65	193	597	720	10.9	25	88	114	138	21.9
2006	109	369	709	851	15.4	49	110	149	199	32.9
2007	218	633	864	1 031	25.2	115	144	194	296	59.3
2008	316	889	1079	1 277	29.3	109	189	256	438	42.6
2009	408	1093	1374	1 707	29.7	108	248	337	636	32.1
2010	590	1384	1773	2 449	33.3	197	328	446	893	44.2
2011	-	1770	2290	3 500	-	-	421	576	1218	-
2012	-	2253	2933	4 899	-	-	525	722	1601	-
2013	-	2848	3707	6 595	-	-	634	876	2002	-
2014	-	3559	4612	8 650	-	-	751	1033	2442	-
2015	-	4317	5641	10 957	-	-	869	1195	2876	-

注: \*低、中和高值分别为2.5%、50.0%和97.5%; <sup>b</sup>即实际报告数占 Spectrum 相应估计中值(50.0%)的比例(%); <sup>c</sup>为台州地区每年实际新报告 HIV 感染者

行,但部分高危人群,特别是 MSM 人群中艾滋病疫情形势严峻,可能与该人群性行为网络错综复杂、高危行为发生概率较高等促进艾滋病快速蔓延有关<sup>[15]</sup>。如不采取有效的防治措施,至2015年该地区 MSM 人群 HIV 感染率将可能高达39.2%。尽管本研究所用 MSM 人群 HIV 阳性率数据来自基于方便抽样的 MSM 专题调查,对整个 MSM 人群 HIV 感染率可能存在高估<sup>[5]</sup>,但对台州地区 MSM 人群艾滋病疫情严重且总体呈快速上升趋势的结论与国内其他地区 MSM 人群艾滋病流行趋势一致<sup>[16-19]</sup>。

台州地区自1996年起 HIV/AIDS 的实际新报告和现存例数占模型估计值比例逐年递增,2006年后增势更为显著,这与该地区自2006年全面加大 HIV 检测力度、全面强化艾滋病防治工作的实际相吻合,也反映 Spectrum 模型较为稳健。该地区于2005年开展成年人 ART 并逐渐加大覆盖, Spectrum 模型分析也显示2005—2010年成年人 ART 供需比逐年递增。但 Spectrum 预测2011年 ART 需求数显著增加,可能与该地区自2010年10月起将 ART 入组标准由

原来的 CD4<sup>+</sup>T 淋巴细胞计数低于 200 cell/μl 放宽至低于 350 cell/μl 有关。提示该地区需要接受 ART 的患者数将显著增加,有关部门需做好相应的准备。

值得注意的是,根据 Spectrum 模型拟合结果, ART 虽在一定程度上减少了 HIV 新发例数和 AIDS 死亡数,但人群 HIV 感染率、现存 HIV/AIDS 数及 ART 需求数并无显著变化。国外同类研究也有相同结果<sup>[5,6,20]</sup>。由于 ART 对 AIDS 死亡数控制的意义在于延缓而非完全阻止死亡,因此泰国一项应用 AEM 模型估计研究显示<sup>[2]</sup>,自2000年开展 ART 后最初5年 AIDS 死亡数明显下降,但自2007年起死亡人数开始回升,并预测至2017年 AIDS 死亡数与假设无 ART 干预模式结果持平;同时预测 HIV 感染率在短期内不会因 ART 干预而显著变化,ART 干预后, HIV 感染率、现存 HIV/AIDS 数会因 ART 延长艾滋病程进展、死亡人数下降而出现缓慢增长,短期内变化不显著,与本研究发现一致。此外,本研究发现 ART 可减少新发 HIV/AIDS 数,提示 ART 具有控制 HIV 传播的作用,但该结果有待进一步研究验证。

运用数学模型估计预测艾滋病疫情,其结果的可信度及合理性常与两因素有关:第一,外部因素即模型所需原始疫情数据质量;第二,模型自身局限性即不同模型参数和预先假设的地区适用性及如何调整各模型参数。本次研究中,针对台州这一艾滋病相对低流行地区,采用EPP聚集流行模式估计的各亚人群基数,较之当地2007年采用Workbook法得出的相对保守的估计结果更接近实际,而Spectrum在EPP基础上进一步考虑了人口学特征及ART对疫情的影响,从而得出更贴近实际的疫情核心指标。由此推断,综合运用EPP和Spectrum两大模型,扬长避短,互为补充,可提高模型估计预测的准确性与合理性。

应用EPP和Spectrum模型对局部地区估计和预测疫情时,其准确性可能因当地的人口流动而受到一定影响。台州地区人口流动频繁,但自2006年起在普通流动人口中开展HIV监测至今未有阳性检出报告,因此本次研究以台州本地人群艾滋病疫情演变为主要对象,而未将流动人口作为模型亚人群考虑。同时由于模型本身的局限性,也无法兼顾考虑ART诱导的HIV耐药性对艾滋病疫情演变的作用,这些均有待深入研究。

综上所述,我国其他艾滋病低流行区也可尝试综合运用EPP和Spectrum模型估计预测当地艾滋病疫情,以便合理分配资源,有效指导和科学评估防治工作。

### 参 考 文 献

- [1] Duncan J, Beckford JS, Harvey K, et al. Using estimation and projection package and Spectrum for Jamaica's national HIV estimates and targets. *Sex Transm Infect*, 2010, 86 Suppl 2: S43-47.
- [2] Department of Disease Control, Ministry of Public Health, Thailand. The Asian Epidemic Model (AEM) Projections for HIV/AIDS in Thailand 2005-2025. A2 Analysis and Advocacy, 2008, Family Health International and Bureau of AIDS, TB and STIs.
- [3] Office of Technical Development to Support HIV/AIDS Responses, Department of Disease Control, Ministry of Public Health, Thailand. UNGASS Country Progress Report, Thailand Reporting period: January 2006-December 2007, National AIDS Prevention and Alleviation Committee, 2008.
- [4] Office of Technical Development to Support HIV/AIDS Responses, Department of Disease Control, Ministry of Public Health, Thailand. UNGASS Country Progress Report, Thailand Reporting period: January 2008-December 2009, National AIDS Prevention and Alleviation Committee, 2009.
- [5] Family Health International (FHI/Vietnam), Administration of HIV/AIDS Control, Ministry of Health, Vietnam. Vietnam HIV/AIDS Estimates and Projections 2007-2012. 2009.
- [6] Ministry of Health National Center for HIV/AIDS, Dermatology and STD, Cambodia. Report of a Consensus Workshop HIV Estimates and Projections for Cambodia 2006-2012. 2007.
- [7] Wang N, Wang L, Wu ZY, et al. Estimating the number of people living with HIV/AIDS in China: 2003-2009. *Int J Epidemiol*, 2010, 39 Suppl 2: S21-28.
- [8] Duan S, Guo HY, Pang L, et al. Analysis of the epidemiologic patterns of HIV transmission in Dehong prefecture, Yunnan province. *Chin J Prev Med*, 2008, 42(12): 866-869. (in Chinese) 段松, 郭浩岩, 庞琳, 等. 云南省德宏州艾滋病传播模式分析. *中华预防医学杂志*, 2008, 42(12): 866-869.
- [9] Brown T, Bao L, Raftery AE, et al. Modelling HIV epidemics in the antiretroviral era: the UNAIDS estimation and projection package 2009. *Sex Transm Infect*, 2010, 86 Suppl 2: S3-10.
- [10] UNAIDS. Quick Start Guides for Estimation and Projection Package and Spectrum. 2009. available at [http://www.unaids.org/en/media/unaids/contentassets/dataimport/pub/manual/2009/20090512\\_quickstart\\_2009\\_cn.pdf](http://www.unaids.org/en/media/unaids/contentassets/dataimport/pub/manual/2009/20090512_quickstart_2009_cn.pdf).
- [11] Stover J, Johnson P, Hallett T, et al. The spectrum projection package: improvements in estimating incidence by age and sex, mother-to-child transmission, HIV progression in children and double orphans. *Sex Transm Infect*, 2010, 86 Suppl 2: S16-21.
- [12] Garcia-Calleja JM, Zabicki E, Gys PD, et al. A global analysis of trends in the quality of HIV sero-surveillance. *Sex Transm Infect*, 2004, 80 Suppl 1: S25-30.
- [13] Brown T, Grassly NC, Garnett G, et al. Improving projections at the country level: the UNAIDS Estimation and Projection Package 2005. *Sex Transm Infect*, 2006, 82 Suppl 3: S34-40.
- [14] Wu QH, Jiang QQ, Qiu DH, et al. Surveillance of HIV and syphilis among drug users in Taizhou city, Zhejiang province, 2007-2009. *Dis Surveill*, 2010, 25(11): 883-885. (in Chinese) 吴琼海, 蒋琼俏, 裘丹红, 等. 2007-2009年浙江省台州地区吸毒人群艾滋病、梅毒监测分析. *疾病监测*, 2010, 25(11): 883-885.
- [15] Zhu WM, Lin HJ, Zhang YF, et al. Human immunodeficiency virus/sexually transmitted infection, risk behavior and sexual networks among men who have sex with men in Taizhou city, Zhejiang province. *Chin J Epidemiol*, 2008, 29(10): 994-998. (in Chinese) 朱炜明, 林海江, 章亚夫, 等. 浙江省台州地区男男性行为者艾滋病病毒/性传播感染的危险行为和性关系网络调查. *中华流行病学杂志*, 2008, 29(10): 994-998.
- [16] Liu L, Peng ZH, Shi C, et al. Application of EPP model in estimation, prediction and analysis on the HIV/AIDS epidemic of Jiangsu province. *Chin J Dis Control Prev*, 2010, 14(6): 479-483. (in Chinese) 刘黎, 彭志行, 施超, 等. EPP模型在江苏省艾滋病疫情估计、预测与分析中的应用. *中华疾病控制杂志*, 2010, 14(6): 479-483.
- [17] Feng LG, Ding XB, Lu RR, et al. Trend on prevalence of HIV and syphilis and estimated HIV incidence among young male students who have sex with men. *Acta Academiæ Medicinæ Militariæ Tertiæ*, 2010, 32(24): 2644-2666. (in Chinese) 冯连贵, 丁贤彬, 卢戎戎, 等. 青年学生中男男性行为人群HIV、梅毒感染率及估计HIV发病率的趋势分析. *第三军医大学学报*, 2010, 32(24): 2644-2666.
- [18] Zhang BC, Li XF, Hu TZ, et al. Survey on the high risk behaviors related to acquired immunologic deficiency syndrome and sexually transmitted diseases among men who have sex with men in mainland China. *Chin J Epidemiol*, 2001, 22(5): 337-340. (in Chinese) 张北川, 李秀芳, 胡铁中, 等. 中国大陆男男性接触者艾滋病性病高危行为情况调查. *中华流行病学杂志*, 2001, 22(5): 337-340.
- [19] Zhou C, Ding XB, Feng LG, et al. Study on the prevalence and associated factors of HIV and syphilis among 1166 men who have sex with men. *Mod Prev Med*, 2011, 38(5): 815-820. (in Chinese) 周超, 丁贤彬, 冯连贵, 等. 1166例男男性行为者HIV、梅毒感染状况及其影响因素研究. *现代预防医学*, 2011, 38(5): 815-820.
- [20] Brown T, Peerapatanapokin W. The Asian Epidemic Model: a process model for exploring HIV policy and program alternatives in Asia. *Sex Transm Infect*, 2004, 80 Suppl 1: S19-24. (收稿日期: 2011-05-21) (本文编辑: 张林东)