

## 不同死亡评价指标在艾滋病防治中的应用

曾亮 马焯

102206 北京, 中国疾病预防控制中心性病艾滋病预防控制中心治疗与关怀室

通信作者: 马焯, Email: maye67@163.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.04.033

**【摘要】** 自艾滋病抗病毒治疗药物出现以来, 艾滋病已从致命性疾病转变为可控的慢性传染病。我国自2003年开始实行针对HIV感染者和AIDS患者的免费抗病毒治疗, 为进一步评价抗病毒治疗的公共卫生效果, 需要采用死亡评价指标。常用的死亡评价指标包括死亡率、病死率、超额死亡率、标化死亡比、潜在减寿年数、伤残调整寿命年和期望寿命。本文总结了国内外在艾滋病防治效果评价时所使用的各种死亡指标, 并分别阐述这些指标的应用范围和意义, 提出我国今后应在艾滋病防治效果评价中增加期望寿命和疾病负担等方面的研究。

**【关键词】** 艾滋病; 艾滋病病毒; 抗病毒治疗; 死亡; 评价指标

### Application of different death evaluation indicators for HIV/AIDS prevention and treatment

Zeng Liang, Ma Ye

Division of Treatment and Care, Center for STD/AIDS Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China

Corresponding author: Ma Ye, Email: maye67@163.com

**【Abstract】** AIDS has gradually changed from a fatal disease to a manageable chronic disease since the advent of antiretroviral drugs. In 2003, China initiated a national free antiretroviral treatment program for people living with HIV/AIDS, several death evaluation indicators have been used to evaluate public health effect of the program. Death evaluation indicators used frequently in domestic and overseas include mortality, case fatality rate, excess mortality, standard mortality ratio, years of potential life lost, disability-adjusted life year and life expectancy. This paper summarizes the different death indicators applied in effectiveness evaluation of HIV/AIDS prevention and treatment, elaborates the application range and significance of these indicators and suggests the research in related life expectancy and burden of disease which have not been conducted in China.

**【Key words】** AIDS; HIV; Antiretroviral treatment; Death; Evaluation indicator

2014年是艾滋病在全球流行的第33个年头, 根据WHO和联合国艾滋病规划署发布的报告显示, 截至2014年底, 全球现存HIV感染者约3 690万, 同年新增感染者200万, 120万人死于艾滋病相关疾病<sup>[1]</sup>。艾滋病在全球的流行对人类健康构成了巨大挑战, 疫情仍然严峻。自1996年抗病毒药物问世以来, 艾滋病从一种致命性疾病转变成一种可以控制的慢性传染病, 通过不同机制抗病毒药物的联合使用, 可将病毒载量控制到检测不到的水平, 从而使免疫系统得以重建, 避免了各种机会性感染导致的死亡。截至2015年3月全球超过1 500万人正在接受抗病毒治疗<sup>[2]</sup>。

2003年我国开始实行针对HIV感染者和AIDS患者(HIV/AIDS)的“四免一关怀”政策, 在全国范围内开展免费的高效抗反转录病毒治疗(HAART), 截至2014年底, 全国正在接受治疗的人数达29万例, 当年新增治疗人数约85 000例。通过药物治疗, 有效减少了患者的死亡<sup>[3]</sup>。

开展抗病毒治疗的最终目的是为降低HIV/AIDS的死亡, 因此为进一步阐明抗病毒药物治疗所产生的公共卫生效

果, 需要一些评价方法和指标。目前常使用的与死亡相关的评价指标主要有死亡率(mortality, death rate)、病死率(case fatality rate)、超额死亡率(excess mortality)、标化死亡比(standard mortality ratio, SMR)、潜在减寿年数(years of potential life lost, YPLL)、伤残调整寿命年(disability-adjusted life year, DALY)和期望寿命(life expectancy)。虽然这些评价指标都用来描述死亡的情况, 但各自表达的意义和使用条件不同, 准确把握各指标的含义和适用条件是正确进行死亡评价的关键, 而国内对于艾滋病相关死亡评价指标的综合研究较为缺乏, 为进一步明确各项死亡评价指标在HIV/AIDS防治工作中的实际应用方法, 本文对常见的死亡评价指标进行阐述。

1. 死亡率: 是最常见的死亡评价指标, 主要用来描述一定期间一定人群中死于某病的频率, 其分子为死亡人数, 分母为可能发生死亡事件的总人口数(通常为年中人口数)。该指标被广泛用于评价一个国家的公共卫生状况, 但由于受年龄构成的影响, 一般需要经过调整后才能进行比较<sup>[4]</sup>。在

艾滋病的研究中使用该指标来描述患者死亡的情况很少,因为死亡率的分母一般采用的是全人群,艾滋病在全人群中相对于其他疾病死亡率很低,所以该指标不能反映出艾滋病对死亡的危险程度,使用该指标来评价艾滋病死亡状况的研究十分少见。

2. 病死率:也是一个常见的评价死亡的指标,表示在一定时期,患病的患者中因该病死亡者所占的比例。该指标能够反映疾病的严重程度,多用于死亡风险较高的急性病,如中风、埃博拉出血热<sup>[4-6]</sup>。在艾滋病的研究中病死率被广泛用于评价该病对于患者的死亡风险。例如欧洲地区的一项研究提到在 HAART 出现后,欧洲的 HIV-1 型感染者的病死率呈不断下降趋势,在 CD<sub>4</sub><sup>+</sup>T 淋巴细胞数  $\leq 20$  个/ $\mu\text{l}$  的情况下,较早年份(1996—1997 年)开展 HAART 患者的全死因病死率为 80.0/100 人年,而较晚年份(1998 年)开展 HAART 患者为 34.6/100 人年,后者病死率显著下降<sup>[7]</sup>。荷兰的一项队列研究也得出在第一次阳性检测结果出现之前进行过多次 HIV 抗体检测的患者,比那些初次检测就是阳性的患者有更低的病死率,前者为 0.58/100 人年,后者为 1.33/100 人年<sup>[8]</sup>。在西班牙的队列研究中得到 HIV 阳性人群的全死因病死率为 1.02/100 人年,其中男性患者的病死率高于女性患者,年龄  $> 50$  岁的患者和静脉吸毒人群的病死率较高,分别为 1.81/100 人年和 2.08/100 人年,确诊为 AIDS 患者相比 HIV 感染者有更高的病死率,前者为 2.06/100 人年,后者为 0.63/100 人年。合并丙型肝炎的患者比单纯的 HIV 感染者有更高的病死率,分别为 1.90/100 人年和 0.52/100 人年<sup>[9]</sup>。在美国一项关于退伍老兵 AIDS 合并丙型肝炎的研究中发现,同时感染 HIV 和丙型肝炎者的全死因病死率为 7.41/100 人年,而单纯感染 HIV 的老兵的全死因病死率为 3.98/100 人年,因此相比单纯的 HIV 感染,同时感染 HIV 和丙型肝炎的老兵有更高的病死率<sup>[10]</sup>。Zhang 等<sup>[11]</sup>在关于我国抗病毒治疗的观察性队列研究中,使用病死率来描述 2002—2009 年符合抗病毒治疗标准的 HIV/AIDS 死亡情况,并得出随着抗病毒治疗的开展,病死率从 2002 年的 39.3/100 人年下降至 2009 年的 14.2/100 人年。复旦大学的一项关于中国 HIV/AIDS 临床流行病学调查得出各个年份中国的 HIV/AIDS 病死率,以及各年份病死率最高的省份<sup>[12]</sup>。

3. 超额死亡率:是指死亡率升高超过一定临界水平,通常是实际死亡率与预期死亡率的差值,即因某病所致的额外的死亡部分,反映该病对死亡的贡献,进一步突出其危害性<sup>[4]</sup>。在艾滋病研究中,通过 HIV 感染者死亡率和普通人群死亡率的比较可反映该病对于死亡的贡献,通过观察该指标在一定时期的变化可以评价艾滋病抗病毒治疗的效果。美国一项研究得出在 HAART 出现后 AIDS 患者的超额死亡率几乎下降一半,但 AIDS 患者的超额死亡率是未转变为 AIDS 的 HIV 感染者的 5 倍<sup>[13]</sup>。在 Bhaskaran 等<sup>[14]</sup>的研究中通过计算超额死亡率得出在经性途径感染 HIV 的人群中,超额死亡率从 HAART 开始之前的 4.08/100 人年下降到 2004—2006 年的 0.61/100 人年。英国的 Slaymaker 等<sup>[15]</sup>研究中显示 HAART

出现后,在非洲撒哈拉以南的 5 个社区,感染 HIV 的成年人超额死亡率相比未感染 HIV 的人群降幅超过 50%,但是死亡率仍然是未感染 HIV 人群的 10 倍。Zhu 等<sup>[16]</sup>对我国首次接受抗病毒治疗的 HIV 感染者进行的相关研究中得出 HIV 感染者的超额死亡率从 2003—2004 年的 9.1/100 人年下降到 2008—2009 年的 5.2/100 人年。

4. SMR:是一种代替率的指标,但实际上不是率,而是以一般人群为对照组得出的比,即观察人群实际死亡人数与预期死亡人数之比<sup>[4]</sup>。对艾滋病,SMR 表示按照年龄性别匹配,相对于普通人群 HIV 感染者在 1 年内的死亡率。因此,如果一个 HIV 感染者的 SMR 为  $r$ ,就表示死亡的概率是相同年龄性别未感染 HIV 人群的  $r$  倍<sup>[17]</sup>。瑞士的一项队列研究发现 SMR 从开展 HAART 之前的 79.3 下降到开展 HAART 之后的 15.3,并在性别及既往吸毒情况的亚层间有较大差异<sup>[18]</sup>。欧洲的一项观察性队列研究提到 SMR 是观察到的死亡数与预期死亡数的比例,而预期死亡数是根据选择的城市、观察时限、性别、年龄别死亡率对普通人群进行随访得到的,部分研究结果显示 CD<sub>4</sub><sup>+</sup>T 淋巴细胞数  $\geq 500$  个/ $\mu\text{l}$  的在治 HIV 感染者的 SMR 为 1.5,其中男性感染者在接受抗病毒治疗 3 年后的 SMR 为 1,几乎和普通男性人群的死亡水平相同<sup>[19]</sup>。在法国的一份研究报告中得出 AIDS 相关死亡的 SMR 为 7.8,而非 AIDS 相关死亡的 SMR 为 5.0,表明使用蛋白酶抑制剂治疗的 HIV 感染者的死亡率显著高于同性别年龄的普通人群<sup>[20]</sup>。

5. 期望寿命:是另一个反映人口死亡的统计指标,能够综合地反映各年龄组的死亡水平,并能以期望寿命长短的形式说明人群的健康水平。它表示按照当前的年龄别死亡率,活到  $X$  岁的人,在未来尚能存活平均年数<sup>[21]</sup>。该指标被政府部门、医疗卫生机构以及保险公司广泛用于监测生存年数随时间的变化趋势,从而对资源进行合理的配置。通过估计的期望寿命能够预测需要进行抗病毒治疗的人数以及抗病毒药物的费用。卫生服务政策的决策者也可以根据 HIV 感染者的期望寿命来解决各种资源分配不均的情况<sup>[22]</sup>。期望寿命主要是由横断面的年龄别死亡率计算得出,通过年龄别死亡率构建寿命表,然后分别计算出各年龄组的死亡概率、死亡人数、尚存人数、生存人年数等,最后求得期望寿命。需要指出的是这种方法构建的寿命表叫做现时寿命表,主要是描述假定一个 HIV 感染者的队列,按照研究中的人群所观察到的相同年龄和性别死亡率先后死去,最后分别计算出各年龄组的期望寿命。通过比较 HIV 感染者与普通人群的期望寿命,能够说明 AIDS 对人类生命健康的危害性,也可以比较 HAART 开展前后 HIV 感染者期望寿命的变化以及探讨是否能够达到正常人的生存时间。例如,一项多队列的协作研究发现从 1996—2005 年进行抗病毒治疗的 HIV 患者的期望寿命得到提高<sup>[23]</sup>,但在各个亚组中期望寿命相差比较大,其中女性的期望寿命高于男性,静脉注射吸毒人群的期望寿命比非静脉注射吸毒的人群低。然而在另一项美国和加拿大的研究中同样发现,从 2000—2007 年,进行抗病毒治疗的 20 岁年龄组的 HIV 感染者的期望寿命不断提高,基本接近正常人

的寿命,但注射吸毒人群除外,并且吸毒人群的期望寿命在各亚组中是最低的<sup>[24]</sup>。英国的一项研究发现,从1996—2008年进行抗病毒治疗的HIV感染者的期望寿命得到较大提高,但仍比普通英国人群的期望寿命要低,女性的期望寿命仍然高于男性<sup>[25]</sup>。影响HIV感染者期望寿命的因素有很多,主要的HIV相关因素包括基线CD<sub>4</sub><sup>+</sup>T淋巴细胞计数水平,抗病毒治疗后CD<sub>4</sub><sup>+</sup>T淋巴细胞恢复水平以及病毒载量,还有HIV非相关因素如吸烟、静脉注射吸毒等,均会影响期望寿命指标的改变<sup>[23,25-28]</sup>。

6. YPLL:在公共卫生中是用来反映早死对人群影响的一个指标,指某年龄组人口因某病死亡者的预期寿命与实际死亡年龄之差的总和,即因早死造成的寿命损失<sup>[4]</sup>。该指标在群体层面可被用来评估人群的寿命损失,为制定促进健康的政策提供依据;在个体层面可用于估计患者的期望寿命。拉脱维亚的一项研究中使用YPLL来反映HIV感染以及其他相关因素造成的寿命损失,并指出种族和HIV感染途径与YPLL有较大相关性<sup>[29]</sup>。在美国的一项研究中通过估算<65岁人群的YPLL得出感染HIV是导致早死的一个主要原因,研究中提到YPLL是被美国审计总局公认的,能够描述早死亡,以及反映人群健康状况的最好的单一指标,而且能够协助国家对重要的公共卫生领域进行联邦财政的分配<sup>[30]</sup>。南非的一项研究中也用到YPLL,并指出该指标是用于测定不该出现死亡的年龄组人群发生早死的情况,研究结果显示特别是在HIV/AIDS男性患者中,YPLL在30~40岁人群中最高,而在15~19岁人群中最低<sup>[31]</sup>。

7. DALY:是一个衡量疾病负担的综合性指标,它不但考虑到早死所造成的寿命损失年(years of life lost, YLL),同时也考虑了非致死性疾病或者伤残造成的健康寿命损失年(years lost due to disability, YLD),是基于预期的发生情况进行估计<sup>[32]</sup>。Murray<sup>[33]</sup>在全球疾病负担的研究中对各种导致死亡和伤残的病因进行了DALY的估计,并列出了2020年全球DALY排名前10位的疾病或伤残。巴西的一项关于AIDS疾病负担的研究指出由于抗病毒药物的引入,HIV感染者的死亡率下降,有必要关注和评估他们的生命质量,需要使用能够反映早死亡和疾病问题对健康影响的指标,因此选择了DALY,并在研究结果中得出AIDS造成了较高的疾病负担,特别是在成年男性中比较突出<sup>[34]</sup>。西班牙的一项研究指出AIDS已经是一种慢性病,在研究疾病的影响或是其他疾病负担时,使用DALY这个指标来评价患者的健康水平比死亡率和生存率更合适,因为DALY提供了更多的信息,不仅考虑患者要活得 longer,而且要考虑患者有更好的生命质量<sup>[35]</sup>。

综上所述,各项指标均可用于评价HIV/AIDS的死亡以及因HIV感染所造成的疾病负担,但在描述死亡时各有侧重和局限。在描述AIDS对人群健康的危害性上,病死率仍然是主要的死亡评价指标,能够反映当前或者过去患者的死亡情况,但无法预测将来。在全人群的流行病学研究中,可采用死亡率来比较艾滋病和其他疾病的死亡危险性大小。

SMR和超额死亡率主要用于描述HIV感染者与普通人群的比较,前者采用HIV感染者实际死亡数与普通人群的预期死亡数的比值,表达的意义是死亡的风险,是一种效应指标,可用于艾滋病研究对象数量较少且结局事件发生率较低的情况;后者采用HIV感染者实际死亡率与普通人群的预期死亡率的差值来说明该病对于死亡的贡献,即如果未感染HIV,可避免的死亡。在实际研究中,常将超额死亡率和死亡率联合使用,用以描述某时期HIV感染者的死亡变化情况。期望寿命能够直观反映各年龄组患者在未来的存活时间,可与绝对或相对死亡的测量指标一起完整描述HIV感染所造成的疾病负担。YPLL和DALY主要用于强调各种原因所致的早死亡以及伤残导致的寿命损失情况,在艾滋病研究中可用于比较各种不同原因所致的寿命减少年数,筛选确定重点的死亡相关影响因素,同时也用于防治措施效果的评价和卫生决策分析。

国内外通过使用上述死亡相关指标对艾滋病的危害程度及抗病毒治疗的效果进行了大量的分析。目前我国对于艾滋病期望寿命、艾滋病所带来的疾病负担以及开展广泛的抗病毒治疗后所产生的效果评价方面的研究尚显不足,今后应进一步加强,为我国艾滋病抗病毒治疗政策的制定和资源分配提供参考依据。

利益冲突 无

## 参 考 文 献

- [1] World Health Organization. Global summary of the HIV/AIDS epidemic, 2014 [EB/OL]. [2015-07-21]. [http://www.who.int/hiv/data/epi\\_core\\_july2015.png?ua=1](http://www.who.int/hiv/data/epi_core_july2015.png?ua=1).
- [2] UNAIDS. How AIDS changed everything—MDG6: 15 years, 15 lessons of hope from the AIDS response [EB/OL]. [2015-07-14]. [http://www.unaids.org/sites/default/files/media\\_asset/MDG6\\_Report\\_en.pdf](http://www.unaids.org/sites/default/files/media_asset/MDG6_Report_en.pdf).
- [3] UNAIDS. 2015 China AIDS response progress report [EB/OL]. [2015-05]. [http://www.unaids.org/sites/default/files/country/documents/CHN\\_narrative\\_report\\_2015.pdf](http://www.unaids.org/sites/default/files/country/documents/CHN_narrative_report_2015.pdf).
- [4] 李立明,叶冬青,詹思延. 流行病学[M]. 6版. 北京:人民卫生出版社,2007:18-20,70,437.  
Li LM, Ye DQ, Zhan SY. Epidemiology [M]. 6<sup>th</sup> ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2007: 18-20, 70, 437.
- [5] Rumana N, Kita Y, Turin TC, et al. Acute case-fatality rates of stroke and acute myocardial infarction in a Japanese population: Takashima stroke and AMI registry, 1989-2005 [J]. *Int J Stroke*, 2014, 9 Suppl A100: 69-75. DOI: 10.1111/ij.s.12288.
- [6] Schieffelin JS, Shaffer JG, Goba A, et al. Clinical illness and outcomes in patients with Ebola in Sierra Leone [J]. *N Engl J Med*, 2014, 371 (22): 2092-2100. DOI: 10.1056/NEJMoa1411680.
- [7] Mocroft A, Ledergerber B, Katlama C, et al. Decline in the AIDS and death rates in the EuroSIDA study: an observational study [J]. *Lancet*, 2003, 362(9377): 22-29. DOI: 10.1016/S0140-6736(03)13802-0.
- [8] Gras L, van Sighem A, Bezemer D, et al. Lower mortality and earlier start of combination antiretroviral therapy in patients tested repeatedly for HIV than in those with a positive first test [J]. *AIDS*, 2011, 25 (6): 813-818. DOI: 10.1097/QAD.0b013e

- 3283454cd7.
- [9] Hernando V, Alejos B, Monge S, et al. All-cause mortality in the cohorts of the Spanish AIDS Research Network (RIS) compared with the general population: 1997–2010 [J]. *BMC Infect Dis*, 2013, 13(1):382. DOI:10.1186/1471-2334-13-382.
- [10] Erqou S, Mohanty A, Murtaza Kasi P, et al. Predictors of mortality among United States veterans with human immunodeficiency virus and hepatitis C virus coinfection [J]. *ISRN Gastroenterol*, 2014, 2014: 764540. DOI: 10.1155/2014/764540.
- [11] Zhang FJ, Dou ZH, Ma Y, et al. Effect of earlier initiation of antiretroviral treatment and increased treatment coverage on HIV-related mortality in China: a national observational cohort study [J]. *Lancet Infect Dis*, 2011, 11 (7) : 516–524. DOI: 10.1016/s1473-3099(11)70097-4.
- [12] Li M, Shen YZ, Jiang XF, et al. Clinical epidemiology of HIV/AIDS in China from 2004–2011 [J]. *Biosci Trends*, 2014, 8(1) : 52–58. DOI:10.5582/bst.8.52.
- [13] Puhan MA, van Natta ML, Palella FJ, et al. Excess mortality in patients with AIDS in the era of highly active antiretroviral therapy: temporal changes and risk factors [J]. *Clin Infect Dis*, 2010, 51(8) : 947–956. DOI:10.1086/656415.
- [14] Bhaskaran K, Hamouda O, Sannes M, et al. Changes in the risk of death after HIV seroconversion compared with mortality in the general population [J]. *JAMA*, 2008, 300 (1) : 51–59. DOI: 10.1001/jama.300.1.51.
- [15] Slaymaker E, Todd J, Marston M, et al. How have ART treatment programmes changed the patterns of excess mortality in people living with HIV? Estimates from four countries in East and Southern Africa [J]. *Glob Health Action*, 2014, 7: 22789. DOI: 10.3402/gha.v7.22789.
- [16] Zhu H, Napravnik S, Eron JJ, et al. Decreasing excess mortality of HIV-infected patients initiating antiretroviral therapy: comparison with mortality in general population in China, 2003–2009 [J]. *J Acquir Immune Defic Syndr*, 2013, 63 (5) : e150–157. DOI:10.1097/QAI.0b013e3182948d82.
- [17] van Sighem AI, Gras LA, Reiss P, et al. Life expectancy of recently diagnosed asymptomatic HIV-infected patients approaches that of uninfected individuals [J]. *AIDS*, 2010, 24 (10) : 1527–1535. DOI:10.1097/QAD.0b013e32833a3946.
- [18] Keiser O, Taffé P, Zwahlen M, et al. All cause mortality in the Swiss HIV Cohort Study from 1990 to 2001 in comparison with the Swiss population [J]. *AIDS*, 2004, 18(13) : 1835–1843. DOI: 10.1097/00002030-200409030-00013.
- [19] The Collaboration of Observational HIV Epidemiological Research Europe (COHERE) in Euro Coord, Lewden C, Bouteloup V, et al. All-cause mortality in treated HIV-infected adults with  $CD_4 \geq 500/mm^3$  compared with the general population: evidence from a large European observational cohort collaboration [J]. *Int J Epidemiol*, 2012, 41 (2) : 433–445. DOI: 10.1093/ije/dyr164.
- [20] Lewden C, Raffi F, Chêne G, et al. Mortality in a cohort of HIV-infected adults started on a protease inhibitor-containing therapy: standardization to the general population [J]. *J Acquir Immune Defic Syndr*, 2001, 26 (5) : 480–482. DOI: 10.1097/00126334-200104150-00013.
- [21] 方积乾, 孙振球. 卫生统计学 [M]. 6 版. 北京: 人民卫生出版社, 2008: 362–364.
- Fang JQ, Sun ZQ. Health statistic [M]. 6<sup>th</sup> ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2008: 362–364.
- [22] May MT, Ingle SM. Life expectancy of HIV-positive adults: a review [J]. *Sex Health*, 2011, 8 (4) : 526–533. DOI: 10.1071/SH11046.
- [23] The Antiretroviral Therapy Cohort Collaboration. Life expectancy of individuals on combination antiretroviral therapy in high-income countries: a collaborative analysis of 14 cohort studies [J]. *Lancet*, 2008, 372 (9635) : 293–299. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)61113-7.
- [24] Samji H, Cescon A, Hogg RS, et al. Closing the gap: increases in life expectancy among treated HIV-positive individuals in the United States and Canada [J]. *PLoS One*, 2013, 8 (12) : e81355. DOI:10.1371/journal.pone.0081355.
- [25] May MT, Gompels M, Delpech V, et al. Impact of late diagnosis and treatment on life expectancy in people with HIV-1: UK Collaborative HIV Cohort (UK CHIC) Study [J]. *BMJ*, 2011, 343: d6016. DOI: 10.1136/bmj.d6016.
- [26] May MT, Gompels M, Delpech V, et al. Impact on life expectancy of HIV-1 positive individuals of  $CD_4^+$  cell count and viral load response to antiretroviral therapy [J]. *AIDS*, 2014, 28 (8) : 1193–1202. DOI: 10.1097/QAD.0000000000000243.
- [27] Johnson LF, Mossong J, Dorrington RE, et al. Life expectancies of South African adults starting antiretroviral treatment: collaborative analysis of cohort studies [J]. *PLoS Med*, 2013, 10 (4) : e1001418. DOI: 10.1371/journal.pmed.1001418.
- [28] Helleberg M, Afzal S, Kronborg G, et al. Mortality attributable to smoking among HIV-1-infected individuals: a nationwide, population-based cohort study [J]. *Clin Infect Dis*, 2013, 56(5) : 727–734. DOI: 10.1093/cid/cis933.
- [29] Karnite A, Brigis G, Uuskula A. Years of potential life lost due to HIV infection and associated factors based on national HIV surveillance data in Latvia, 1991–2010 [J]. *Scand J Infect Dis*, 2013, 45(2) : 140–146. DOI: 10.3109/00365548.2012.717710.
- [30] Selik RM, Chu SY. Years of potential life lost due to HIV infection in the United States [J]. *AIDS*, 1997, 11 (13) : 1635–1639. DOI: 10.1097/00002030-199713000-00013.
- [31] De Wet N, Oluwaseyi S, Odimegwu C. Youth mortality due to HIV/AIDS in South Africa, 2001–2009: an analysis of the levels of mortality using life table techniques [J]. *Afr J AIDS Res*, 2014, 13(1) : 13–20. DOI: 10.2989/16085906.2014.886605.
- [32] Murray CJ, Lopez AD. Alternative projections of mortality and disability by cause 1990–2020: Global Burden of Disease Study [J]. *Lancet*, 1997, 349 (9064) : 1498–1504. DOI: 10.1016/S0140-6736(96)07492-2.
- [33] Murray CJ. Quantifying the burden of disease: the technical basis for disability-adjusted life years [J]. *Bull World Health Organ*, 1994, 72(3) : 429–445.
- [34] Gonçalves Silva HC, da Silva J, Traebert J. Burden of AIDS in a Brazilian state [J]. *J Infect Public Health*, 2014, 7(4) : 308–313. DOI: 10.1016/j.jiph.2014.03.003.
- [35] Bermudez-Tamayo C, Martin J, Ruiz-Pérez I, et al. Factors associated with improvement in disability-adjusted life years in patients with HIV/AIDS [J]. *BMC Public Health*, 2008, 8 (1) : 362. DOI: 10.1186/1471-2458-8-362.

(收稿日期: 2015-12-21)

(本文编辑: 王岚)