

# 我国艾滋病患者的死亡趋势及其相关危险因素分析

蔡畅 汤后林 李东民 吕繁

中国疾病预防控制中心性病艾滋病预防控制中心流行病学室, 北京 102206

通信作者: 吕繁, Email: fanlv@chinaaids.cn

**【摘要】目的** 描述我国报告艾滋病患者中死亡病例基本特征及其变化趋势, 并研究导致死亡的危险因素, 为艾滋病防治策略的制定提供线索和依据。**方法** 从我国艾滋病防治基本信息系统下载数据库, 筛选病程为“艾滋病”患者, 描述其死亡数及死亡比例随时间变化趋势, 并采用 Cox 比例风险模型分析死亡的相关危险因素。**结果** 截至 2019 年 12 月 31 日, 我国共报告艾滋病患者 582 472 例, 死亡 168 391 例。死亡患者中男性占 76.8% (129 343/168 391), 传播途径以异性性传播为主, 占 60.9% (102 516/168 391), 抗病毒治疗占 54.0% (90 888/168 391), 首次 CD<sub>4</sub><sup>+</sup>T 淋巴细胞计数 (CD<sub>4</sub>)<sub>P<sub>25</sub></sub> 和 P<sub>75</sub> 为 34 个/μl 和 240 个/μl, 发现感染后 1 年内死亡的比例为 43.5% (73 191/168 391)。2007-2019 年每年死亡病例从 5 485 例上升到 18 737 例, 死亡比例从 10.9% 下降到 4.3%。确证感染到死亡的平均时长逐年延长, 从 1.4 年延长到 4.0 年。Cox 比例回归模型分析结果显示, 死亡风险的危险因素包括男性 (HR=1.44)、年龄 (50~ 和 ≥65 岁的 HR 值分别为 1.50 和 2.00)、少数民族 (HR=1.10)、首次 CD<sub>4</sub> 值较低组 (0~、200~、350~ 个/μl 组的 HR 值分别为 2.73、1.33 和 1.13)、异性性传播 (HR=1.64) 和注射吸毒传播 (HR=1.79); 死亡风险的保护因素包括文化程度 (初中、高中及以上文化程度 HR 值分别为 0.86、0.59)、抗病毒治疗 (HR=0.09)。**结论** 我国艾滋病患者死亡数 2007-2019 年逐年上升, 死亡比例逐年下降, 应继续开展早发现、早治疗, 提升抗病毒治疗效果, 降低死亡比例。

**【关键词】** 艾滋病; 死亡; 趋势; 危险因素

**基金项目:** 国家科技重大专项 (2018ZX10721-102-003-001)

## Analysis on death trend in AIDS patients and related risk factors in China

Cai Chang, Tang Houlin, Li Dongmin, Lyu Fan

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

Corresponding author: Lyu Fan, Email: fanlv@chinaaids.cn

**【Abstract】Objective** To understand the basic characteristics of death cases, analyze the death trends in AIDS patients and the risk factors in China and provide evidence for the development of AIDS prevention and control strategy. **Methods** The data were collected from the national basic information system of HIV/AIDS. The information of the cases in AIDS phase were used. The death number and mortality trends in AIDS cases were described, and Cox Proportion Hazards Regression Model was constructed to assess hazard ratios (HR) for independent variables. **Results** By the end of 2019, a total of 582 472 AIDS cases, including 168 391 deaths, had been reported in China. Among the death cases, males accounted for 76.8% (129 343/168 391), heterosexual contact was the main transmission route, accounting for 60.9% (102 516/168 391). The proportion of the death cases who had ever received ART was 54.0% (90 888/168 391). The inter-quartile (P<sub>25</sub>, P<sub>75</sub>) of first CD<sub>4</sub><sup>+</sup>T cells counts (CD<sub>4</sub>) was 34 cells/μl, 240 cells/μl. Up to 43.5% (73 191/168 391) of the deaths

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200918-01169

收稿日期 2020-09-18 本文编辑 斗智

引用本文: 蔡畅, 汤后林, 李东民, 等. 我国艾滋病患者的死亡趋势及其相关危险因素分析[J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(1): 121-125. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200918-01169.



occurred within one year after diagnosis. From 2007 to 2019, the annual death number increased from 5 485 to 18 737, the mortality rates decreased from 10.9% to 4.3%. The average time interval from diagnosis to death ranged from 1.4 year to 4.0 years, showing increase trend by year. The results of Cox regression analysis showed that older age (50- years old:  $HR=1.50$ ;  $\geq 65$  years old:  $HR=2.00$ ), being male ( $HR=1.44$ ), being in minority ethnic group ( $HR=1.10$ ), having lower first  $CD_4$  levels (0- cells/ $\mu l$ ,  $HR=2.73$ ; 200- cells/ $\mu l$ ,  $HR=1.33$ ; 350- cells/ $\mu l$ ,  $HR=1.13$ ), heterosexual transmission route ( $HR=1.64$ ) and injecting drug use ( $HR=1.79$ ) were the risk factors related to deaths in AIDS patients. The higher educational levels (junior middle school:  $HR=0.86$ , senior high school and above:  $HR=0.59$ ) and receiving antiviral treatment ( $HR=0.09$ ) were protective factors.

**Conclusions** The number of death cases increased, meanwhile the mortality rates decrease year by year in AIDS patients in China during 2007-2019. It is necessary to strengthen the early detection and treatment of AIDS to reduce the mortality.

**【Key words】** AIDS; Death; Trend; Risk factor

**Fund program:** National Science and Technology Major Project of China (2018ZX10721-102-003-001)

2019 年我国艾滋病患者死亡数是其他传染病死亡数的 4.9 倍<sup>[1]</sup>, 该结果受到了社会各界的广泛关注和对我 国艾滋病抗病毒治疗效果的讨论<sup>[2]</sup>。既往研究对艾滋病死亡的分析多集中在抗病毒治疗效果和死亡危险因素研究<sup>[3-4]</sup>。本研究描述我国艾滋病患者中死亡病例的基本情况, 分析不同年龄组艾滋病患者的死亡比例随着时间的变化趋势, 并进一步分析其中的危险因素, 以期客观描述和解读艾滋病死亡情况, 为采取针对性的措施、进一步降低死亡比例提供依据。

## 资料与方法

1. 资料来源: 我国艾滋病防治基本信息系统截至 2019 年 12 月 31 日艾滋病患者数据库。筛选标准为最终疾病状态为艾滋病, 收集出生日期、性别、文化程度、婚姻状况、录入日期、感染途径和死亡日期等信息, 不包含个人身份识别信息。

2. 研究方法: 采用回顾性队列研究方法, 分析 2007-2019 年艾滋病患者死亡比例和死亡的相关影响因素。

3. 相关定义: ① 艾滋病患者: 感染 HIV 后发展到艾滋病阶段的病例, 新确诊艾滋病患者包括当年新报告和既往 HIV 感染者当年发展为艾滋病阶段的病例; ② 死亡比例: 艾滋病患者 1 年内死亡比例(%), 分子为艾滋病患者每年死亡数, 分母为上一年底存活和当年新确诊艾滋病患者数, 其中死亡为全死因死亡; ③ 存活时长: 艾滋病患者从确证 HIV 感染到死亡的时间间隔; ④ 死亡迟报的校正: 为准确反映艾滋病患者死亡的趋势, 以艾滋病患者的随访间隔时间 6 个月作为死亡迟报时长(数据库截至

2020 年 6 月 30 日, 分析已登记的艾滋病患者死亡数, 按照实际死亡年份校正其死亡迟报的影响)。

4. 统计学分析: 采用 Cox 比例风险模型分析艾滋病患者死亡的相关危险因素。以病例录入时间为起点, 随访截止日期为 2019 年 12 月 31 日, 生存时间为录入时间至死亡或随访终点, 计算单位为年。纳入模型的病例筛选条件为: ① 出生日期明确; ② 有首次  $CD_4$ +T 淋巴细胞计数 ( $CD_4$ ), 且  $CD_4$  检测日期在录入日期 1 年之内; ③ 确证时年龄  $\geq 15$  岁。双侧检验, 以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

1. 艾滋病患者死亡病例总体情况: 截至 2019 年 12 月 31 日, 我国共报告艾滋病患者 582 472 例, 死亡 168 391 例, 死亡患者确诊时年龄 ( $46.1 \pm 15.95$ ) 岁, 死亡时年龄 ( $49.0 \pm 15.52$ ) 岁; 男性占 76.8% (129 343/168 391); 汉族占 77.2% (130 026/168 391); 已婚者占 54.3% (89 839/165 406); 传播途径以异性性传播为主, 占 60.9% (102 516/168 391), 其次为注射毒品传播, 占 16.3% (27 512/168 391)。

死亡患者生前接受抗病毒治疗的比例为 54.0% (90 888/168 391), 发现感染后首次  $CD_4$   $P_{25}$  和  $P_{75}$  为 34 个/ $\mu l$  和 240 个/ $\mu l$ , 发现 HIV 感染后 1 年内死亡的比例为 43.5% (73 191/168 391)。填报了主要死因的病例中以艾滋病无关死亡为主, 占 51.7% (54 788/105 938), 其次为艾滋病相关死亡, 占 40.6% (42 989/105 938)。见表 1。艾滋病无关死亡中排前 5 位的死因依次是呼吸系统疾病、心脑血管疾病、恶性肿瘤、非疾病死亡或自杀、消化系统疾病。

表 1 我国艾滋病死亡患者接受抗病毒治疗情况

特 征	未抗病毒治疗	抗病毒治疗	$\chi^2$ 值	P 值
性别	77 503	90 888	8.939	0.003
男	59 789(77.1)	69 554(76.5)		
女	17 714(22.9)	21 334(23.5)		
确证时年龄分组(岁)	77 433	90 888	365.469	0.000
≤14	1 055(1.4)	714(0.8)		
15~	48 642(62.8)	54 582(60.0)		
50~	16 085(20.8)	21 701(23.9)		
≥65	11 651(15.0)	13 891(15.3)		
死亡年龄分组(岁)	77 433	90 888	1 538.415	0.000
≤14	1 008(1.3)	512(0.6)		
15~	47 057(60.8)	47 766(52.5)		
50~	16 726(21.6)	24 414(26.9)		
≥65	12 642(16.3)	18 196(20.0)		
发现感染后存活时长(月)	77 503	90 888	30 291.864	0.000
0~	19 628(25.3)	2 670(2.9)		
1~	12 002(15.5)	6 310(6.9)		
3~	16 919(21.8)	15 662(17.2)		
12~	14 016(18.1)	22 673(25.0)		
36~	6 758(8.7)	15 165(16.7)		
60~	8 180(10.6)	28 408(31.3)		
首次 CD <sub>4</sub> (个/μl)	51 976	88 159	1 826.446	0.000
0~	39 790(76.5)	58 335(66.2)		
200~	5 592(10.8)	15 613(17.7)		
350~	3 727(7.2)	8 506(9.6)		
≥501	2 867(5.5)	5 705(6.5)		
主要死因分类	34 769	71 169	40.135	0.000
艾滋病相关死亡	13 920(40.0)	29 069(40.9)		
艾滋病无关死亡	17 916(51.5)	36 872(51.8)		
其他/无法分类	2 933(8.5)	5 228(7.3)		

注:括号外数据为人数,括号内数据为构成比(%)

2. 死亡比例及存活时长随时间变化趋势:随着扩大 HIV 检测新发现的和已发现 HIV 感染者发展到艾滋病阶段,2007-2019 年我国艾滋病患者数从 50 104 例上升为 432 817 例,每年死亡病例数从 5 485 例上升到 18 737 例,但死亡比例从 10.9% 下降到 4.3%,其中,≥65 岁组从 25.6% 下降到 10.2%,

50~ 岁组从 11.7% 下降到 4.6%,15~ 岁组从 10.5% 下降到 2.8%,≤14 岁组从 9.6% 下降到 2.4%。见表 2。艾滋病患者以中老年为主,2019 年 50~ 和 ≥65 岁组的患者分别占 28.6% 和 13.6%,死亡的患者中两年龄组分别占 30.3% 和 32.1%。

2007-2019 年死亡的艾滋病患者确证 HIV 感染时年龄 (39.8±12.97) 岁上升到 (51.9±16.60) 岁;死亡时年龄由 (41.2±12.81) 岁上升到 (55.9±15.48) 岁;平均生存时长从 1.4 年延长到 4.0 年。见图 1。

3. 死亡危险因素分析:Cox 比例回归模型分析结果显示,死亡风险的危险因素包括男性(HR=1.44)、年龄(50~ 和 ≥65 岁的 HR 值分别为 1.50 和 2.00)、少数民族(HR=1.10)、首次 CD<sub>4</sub> 值较低组(0~、200~、350~ 500 个/μl 组的 HR 值分别为 2.73、1.33 和 1.13)、异性性传播(HR=1.64)和注射吸毒传播(HR=1.79);死亡风险的保护因素包括文化程度(初中、高中及以上文化程度 HR 值分别为 0.86、0.59)、抗病毒治疗(HR=0.09)。见表 3。

## 讨 论

艾滋病患者的死亡是评价艾滋病防治工作成效的重要指标,对其开展系统的调查和分析是我国艾滋病监测体系的重要组成部分。由 HIV 感染引起的艾滋病并不是直接致死性疾病,由于 HIV 侵入人体后造成的机体免疫力降低,导致其他感染性疾病或肿瘤等艾滋病相关疾病是艾滋病患者死亡的主要原因<sup>[5]</sup>,在没有开展根本死因判断的情况

表 2 2007-2019 年我国艾滋病患者各年龄组死亡比例

年份	合计			≤14 岁			15~ 岁			50~ 岁			≥65 岁		
	死亡数	患者数	死亡比例 (%)	死亡数	患者数	死亡比例 (%)	死亡数	患者数	死亡比例 (%)	死亡数	患者数	死亡比例 (%)	死亡数	患者数	死亡比例 (%)
2007	5 485	50 104	10.9	129	1 347	9.6	4 055	38 786	10.5	1 049	8 986	11.7	252	985	25.6
2008	6 566	59 177	11.1	110	1 446	7.6	4 791	45 244	10.6	1 255	10 924	11.5	410	1 563	26.2
2009	7 572	70 002	10.8	112	1 545	7.2	5 270	52 940	10.0	1 555	13 092	11.9	635	2 425	26.2
2010	8 710	92 683	9.4	100	1 629	6.1	5 924	70 162	8.4	1 813	16 941	10.7	873	3 951	22.1
2011	9 858	118 831	8.3	79	1 781	4.4	6 450	89 130	7.2	2 097	21 673	9.7	1 232	6 247	19.7
2012	11 013	148 604	7.4	93	1 967	4.7	6 742	108 166	6.2	2 418	29 137	8.3	1 760	9 334	18.9
2013	11 327	178 467	6.3	65	2 073	3.1	6 547	125 520	5.2	2 685	38 229	7.0	2 030	12 645	16.1
2014	12 187	211 448	5.8	73	2 170	3.4	6 678	144 778	4.6	3 175	47 793	6.6	2 261	16 707	13.5
2015	12 782	248 891	5.1	62	2 120	2.9	6 709	165 626	4.1	3 293	59 216	5.6	2 718	21 929	12.4
2016	14 359	289 547	5.0	71	2 120	3.3	6 990	186 715	3.7	4 005	72 807	5.5	3 293	27 905	11.8
2017	15 952	331 918	4.8	71	2 097	3.4	7 392	207 664	3.6	4 510	86 236	5.2	3 979	35 921	11.1
2018	18 043	379 791	4.8	65	2 146	3.0	7 828	227 854	3.4	5 165	104 081	5.0	4 985	45 710	10.9
2019	18 737	432 817	4.3	50	2 098	2.4	7 005	248 162	2.8	5 673	123 759	4.6	6 009	58 798	10.2

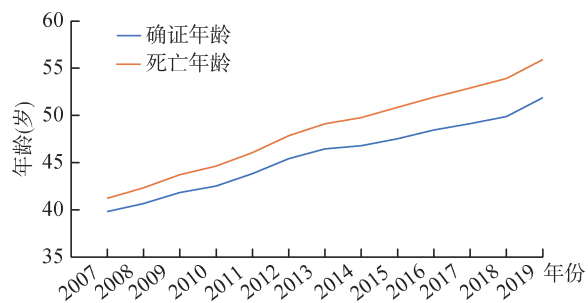


图 1 2007-2019 年我国艾滋病死亡患者确证年龄和死亡年龄

下,直接将艾滋病患者的死亡数和其他致死性传染病的死亡数进行比较会造成严重偏差,引发公众对 HIV/AIDS 的恐慌与歧视。本研究发现,填报艾滋病相关死亡的比例仅为 40.6%,远低于既往研究采用艾滋病患者全死因死亡替代的艾滋病并发症导致的艾滋病相关死亡的比例<sup>[6]</sup>。

与其他法定报告的急性致死性传染病相比,报告的艾滋病患者死亡数增加有 2 个主要原因。首

先,随着扩大 HIV 检测,我国诊断发现的艾滋病患者不断累计增加,大量早期诊断的 HIV 感染者随着时间的延长进展到艾滋病阶段。2019 年我国艾滋病患者数是 2007 年的 8.6 倍,其中绝大部分艾滋病患者在接受着各项规范的随访关怀和治疗服务,形成了随访观察队列,其疾病预后和死亡登记报告较为完备。其次,大量 HIV/AIDS 在接受抗病毒治疗后存活多年,病程延长,逐渐进入老龄阶段,艾滋病相关疾病和其他疾病开始导致死亡。本研究发现,存活和死亡的艾滋病患者的高年龄组患者占比逐年增加。虽然我国报告艾滋病患者死亡数逐年上升,但患者中死亡比例逐年下降,发生死亡的艾滋病患者从发现感染到死亡的时间均数从 1.4 年增加到 4.0 年,抗病毒治疗的效果非常显著。

影响艾滋病患者死亡的因素较多,确证时的年龄和 CD<sub>4</sub> 水平、是否抗病毒治疗及疗效等是最主要的影响因素<sup>[3,7-9]</sup>,本研究中对艾滋病患者诊断后死

表 3 2007-2019 年我国艾滋病患者死亡相关因素 Cox 比例风险模型分析

研究变量	观察患者数	出现结局患者数	观察人年	死亡密度 (/100 人年)	Wald $\chi^2$ 值	P 值	HR 值(95%CI)
合计	379 399	87 292	1 697 882.1	5.14	-	-	-
性别							
女	93 897	18 436	482 367.8	3.82	-	-	1.00
男	285 502	68 856	1 215 514.3	5.66	1 729.448	0.000	1.44(1.41 ~ 1.46)
年龄组(岁)							
15 ~	251 904	46 946	1 281 779.9	3.66	-	-	1.00
50 ~	86 655	22 683	310 563.0	7.30	2 062.149	0.000	1.50(1.48 ~ 1.53)
≥65	40 840	17 663	105 539.2	16.74	4 305.201	0.000	2.00(1.96 ~ 2.05)
文化程度							
文盲及小学	146 389	44 894	580 359.0	7.74	-	-	1.00
初中	137 001	30 733	655 684.6	4.69	351.972	0.000	0.86(0.85 ~ 0.88)
高中及以上	96 009	11 665	461 838.6	2.53	2 100.208	0.000	0.59(0.58 ~ 0.60)
婚姻							
未婚	89 713	15 817	415 585.0	3.81	-	-	1.00
已婚	195 391	45 586	892 376.9	5.11	29.417	0.000	0.95(0.93 ~ 0.97)
离异/丧偶	94 295	25 889	389 920.2	6.64	9.176	0.002	1.03(1.01 ~ 1.06)
民族							
汉	308 595	67 420	1 358 443.2	4.96	-	-	1.00
其他	70 804	19 872	339 438.9	5.85	124.571	0.000	1.10(1.08 ~ 1.12)
抗病毒治疗							
否	36 658	31 614	58 873.6	53.70	-	-	1.00
是	342 741	55 678	1 639 008.6	3.40	96 343.763	0.000	0.09(0.09 ~ 0.09)
首次 CD <sub>4</sub> (个/ $\mu$ l)							
≥501	27 741	4 534	175 329.9	2.59	-	-	1.00
0 ~	250 451	64 586	913 179.4	7.07	4 120.329	0.000	2.73(2.65 ~ 2.82)
200 ~	62 867	11 483	365 343.8	3.14	260.437	0.000	1.33(1.28 ~ 1.38)
350 ~	38 340	6 689	244 029.1	2.74	37.764	0.000	1.13(1.08 ~ 1.17)
传播途径							
同性性传播	68 449	6 370	307 596.9	2.07	-	-	1.00
异性性传播	275 469	68 005	1 163 195.5	5.85	1 173.461	0.000	1.64(1.59 ~ 1.68)
注射吸毒传播	24 252	9 156	147 222.5	6.22	1 085.184	0.000	1.79(1.73 ~ 1.86)
其他/不详	11 229	3 761	79 867.2	4.71	696.508	0.000	1.77(1.70 ~ 1.85)
流动情况							
常住人口	212 566	51 672	935 145.1	5.53	-	-	1.00
跨县流动	87 412	19 652	380 975.6	5.16	11.251	0.001	1.03(1.01 ~ 1.05)
跨市流动	41 860	9 447	195 216.4	4.84	1.321	0.250	0.99(0.97 ~ 1.01)
跨省流动	37 561	6 521	186 545.0	3.50	95.283	0.000	0.88(0.85 ~ 0.90)

注:-无数据

亡风险的 Cox 回归结果与既往研究基本一致。随着我国新报告病例的高年龄组病例数和构成不断增长,已发现病例寿命的延长,存活 HIV/AIDS 日趋“老龄化”<sup>[10-11]</sup>,如何加强高年龄组 HIV/AIDS 治疗和疗效监测是降低该群体艾滋病相关死亡的重要任务。大量研究早已证明,只有当患者的 CD<sub>4</sub> 值长期维持在正常值水平,其发生死亡的概率与其他健康人群无异<sup>[12]</sup>,且越早进行治疗,死亡的风险越低<sup>[13]</sup>。我国在 2008、2012、2014 和 2016 年分别调整免费抗病毒治疗的 CD<sub>4</sub> 标准 (<200 个/μl、<350 个/μl、≤500 个/μl 和任何值),抗病毒治疗覆盖面不断扩大,截至 2017 年,所有存活的 HIV 感染者在治比例已超过 80%<sup>[14]</sup>。早治疗的前提是早发现,而由于发生高危行为的群体 HIV 检测意识淡薄,社会公众对 HIV 检测和 HIV 感染者抱有较严重的偏见和歧视<sup>[15]</sup>,HIV 感染者检测发现较晚一直是制约我国 HIV 防治的瓶颈,我国每年新发现的 HIV 感染者中约有 1/3 是晚期艾滋病患者<sup>[16]</sup>,本研究结果显示死亡患者确诊时 CD<sub>4</sub> 普遍很低,很可能还来不及治疗就已死亡。因此,不断扩大的抗病毒治疗对艾滋病患者死亡数逐年上升的趋势尚未产生逆转作用。

本研究存在不足。一是我国艾滋病患者死因分类工作较为复杂且不完善,近年来才开始启动其根本死因的登记和信息收集工作;二是未分析抗病毒治疗启动时机对艾滋病患者死亡的影响。

综上所述,我国艾滋病患者死亡数 2007-2019 年逐年上升,死亡比例逐年下降,应继续开展早发现、早治疗,提升抗病毒治疗效果,降低死亡比例。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参 考 文 献

- [1] 国家卫生健康委员会. 2019 年全国法定传染病疫情概况 [EB/OL]. (2020-04-20) [2020-09-01]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3578/202004/b1519e1bc1a944fc8ec176db600f68d1.shtml>. National Health Commission. A brief overview of the notifiable infectious diseases in 2019 [EB/OL]. (2020-04-20) [2020-09-01]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3578/202004/b1519e1bc1a944fc8ec176db600f68d1.shtml>.
- [2] Dong YH, Wang LP, Burgner DP, et al. Infectious diseases in children and adolescents in China: analysis of national surveillance data from 2008 to 2017 [J]. *BMJ*, 2020, 369: m1043. DOI:10.1136/bmj.m1043.
- [3] Zhang FJ, Dou ZH, Ma Y, et al. Five-year outcomes of the China national free antiretroviral treatment program [J]. *Ann Intern Med*, 2009, 151(4): 1-42. DOI: 10.7326/0003-

- 4819-151-4-200908180-00003.
- [4] Zheng H, Wang L, Huang P, et al. Incidence and risk factors for AIDS-related mortality in HIV patients in China: a cross-sectional study [J]. *BMC Public Health*, 2014, 14: 831. DOI:10.1186/1471-2458-14-831.
- [5] Chu SY, Buehler JW, Lieb L, et al. Causes of death among persons reported with AIDS [J]. *Am J Public Health*, 1993, 83(10): 1429-1432. DOI:10.2105/ajph.83.10.1429.
- [6] Qiao YC, Xu Y, Jiang DX, et al. Epidemiological analyses of regional and age differences of HIV/AIDS prevalence in China, 2004-2016 [J]. *Int J Infect Dis*, 2019, 81: 215-220. DOI:10.1016/j.ijid.2019.02.016.
- [7] Wang LY, Ge L, Wang L, et al. Causes of Death among AIDS Patients after Introduction of Free Combination Antiretroviral Therapy (cART) in Three Chinese Provinces, 2010-2011 [J]. *PLoS One*, 2015, 10(10): e0139998. DOI:10.1371/journal.pone.0139998.
- [8] 韩志刚,程伟彬,钟斐,等.广州市 1991-2013 年艾滋病相关死亡影响因素分析 [J]. *中华流行病学杂志*, 2015, 36(12): 1406-1409. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.12.020. Han ZG, Cheng WB, Zhong F, et al. Influencing factors on AIDS-related deaths in Guangzhou 1991-2013 [J]. *Chin J Epidemiol*, 2015, 36(12): 1406-1409. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.12.020.
- [9] Zhao Y, Wu ZY, McGoogan JM, et al. Immediate antiretroviral therapy decreases mortality among patients with high CD<sub>4</sub> counts in China: a nationwide, retrospective cohort study [J]. *Clin Infect Dis*, 2018, 66(5): 727-734. DOI:10.1093/cid/cix878.
- [10] He N, Ding YY, Li J, et al. HIV and aging in mainland China: implications for control and prevention research [J]. *Curr HIV/AIDS Rep*, 2019, 16(6): 439-447. DOI: 10.1007/s11904-019-00473-2.
- [11] 王丽艳,秦倩倩,葛琳,等.我国 50 岁及以上艾滋病病毒感染者/艾滋病患者特征分析 [J]. *中华流行病学杂志*, 2016, 37(2): 222-226. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.02.015. Wang LY, Qin QQ, Ge L, et al. Characteristics of HIV infections among over 50-year-olds population in China [J]. *Chin J Epidemiol*, 2016, 37(2): 222-226. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.02.015.
- [12] Deeks SG, Phillips AN. HIV infection, antiretroviral treatment, ageing, and non-AIDS related morbidity [J]. *BMJ*, 2009, 338: a3172. DOI:10.1136/bmj.a3172.
- [13] Zhao Y, Wu ZY, McGoogan JM, et al. Nationwide cohort study of antiretroviral therapy timing: treatment dropout and virological failure in China, 2011-2015 [J]. *Clin Infect Dis*, 2019, 68(1): 43-50. DOI:10.1093/cid/ciy400.
- [14] Cao W, Hsieh E, Li TS. Optimizing treatment for adults with HIV/AIDS in China: successes over two decades and remaining challenges [J]. *Curr HIV/AIDS Rep*, 2020, 17(1): 26-34. DOI:10.1007/s11904-019-00478-x.
- [15] Yuan LL, Li X, Li XX, et al. Factors associated with willingness to participate in free HIV test among general residents in Heilongjiang, Northeast China [J]. *BMC Infect Dis*, 2012, 12: 256. DOI:10.1186/1471-2334-12-256.
- [16] 中国疾病预防控制中心性病艾滋病预防控制中心. 全国艾滋病/性病/丙肝综合防治数据信息年报 [R]. 2018. National Center for AIDS/STD Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention. Annals of information on comprehensive prevention and treatment for AIDS, and hepatitis CSTD [R]. 2018.