政策简报第 31 期 | 2012 年 8 月

中国：预测艾滋病疫苗的影响

在过去的十多年中，中国政府增加巨额投入用于艾滋病的治疗、预防和关怀项目，事实证明，这种投入已经有效地减缓了中国的疫情。然而，即使政府日益增加投入，中国卫生部在过去五年仍然每年报告四到五万例艾滋病病毒新发感染（中国疾病预防控制中心，2010）。近年来，艾滋病成为中国首要的传染性死亡原因，并仍然严重威胁着中国的公众健康。

积极参与研发安全有效的艾滋病疫苗以预防新发感染的全球努力，可以为中国国内的艾滋病预防项目增添一个重要工具，增强中国在非洲扮演的发展冠军的角色，并提升中国在生物医学创新领域的的领导力。

疫苗是成本效益最高和最有效率的抗击传染病的工具。在现有和即将出现的预防与治疗策略中增加艾滋病疫苗为终结全球艾滋病的流行提供了可能。然而，还有一些关键问题有待回答：

- 有效性低于 100% 的疫苗是否有用？
- 在疫苗开发过程中，如果目前的预防措施和抗逆转录病毒治疗显著扩大，是否还会需要疫苗？
- 疫苗的成本效益是否合算？

为了回答这些问题，在过去六年中，国际艾滋病疫苗行动组织（IAVI）和美国前景研究所（Futures Institute）合作开发了一个计算机模型来研究可能开发出来的艾滋病疫苗对未来疫情的影响，其研究范围既可以是全球，也可以针对特定国家，比如肯尼亚、巴西和乌干达（IAVI，2006），现在也对中国进行了模型模拟[1]。

本分析所采用的 Spectrum 艾滋病疫苗模型是 Spectrum 政策模拟软件系统的一部分，该软件已被用于探讨其它艾滋病预防和治疗干预措施的影响和成本。该模型是开放使用的工具，可供各国政府用于探讨艾滋病疫苗对本国疫情的潜在影响，通过输入本国的人口学、流行病学和疫苗使用的数据即可。

在中国，IAVI 与中国性病艾滋病预防控制中心（性艾中心）开展了合作。由来自国家性艾中心和 13 个省（市、区）的艾滋病流行监测部门人员组成的一个流行病学团队领导了技术工作，美国前景研究所提供了技术支持。

此项研究的目的是分析在结合其他预防干预措施时艾滋病疫苗对中国 13 个省市区疫情的潜在影响，并估算对有高风险感染艾滋病病毒的人群进行普遍疫苗接种可能产生的健康和经济效益。模拟结果可为中国的决策者和科学家制定支持疫苗研发的政策提供依据，并有助于引导未来艾滋病疫苗及其它预防干预措施的实施策略。

[1] 这些文件及其它相关 IAVI 出版物可以从 IAVI 网站获取。

UNAIDS 联合国艾滋病规划署
中国疾病预防控制中心 性病艾滋病预防控制中心 National Center for AIDS/STD Control and Prevention, China CDC
iavi International AIDS Vaccine Initiative 国际艾滋病疫苗行动组织

已有 13 个中国的省市区建立了该疫苗预测模型。其中一些模型已获得广泛验证，而另一些还在进一步验证中。本简报采用四川省的结果来举例说明疫苗的潜在影响。虽然各省市区的具体结果因本地疫情的发展过程而不同，但各地的相对结果在较长的预测时期内是类似的。

基线预测

基线预测中，模型假设预防服务对性工作者及嫖客的覆盖率从现在的约 30% 持续增加到 2030 年的 60%，预防服务对男男性行为者的覆盖率从现在的约 10% 增加到 2030 年的 70%，其它预防干预措施依然维持其目前的覆盖水平。

抗逆转录病毒治疗的覆盖率目前在四川很高，覆盖了 90% 左右的确定 / 检测 CD4 细胞计数低于 200 的感染者。在基线预测中，模型假设抗逆转录病毒治疗的覆盖率逐步上升至到 2020 年覆盖 90％的 CD4 细胞计数在 350 以下的感染者，这考虑了世界卫生组织最近提出的抗逆转录病毒治疗指南。根据最近关于早期抗逆转录病毒治疗临床试验的结果，该模型还假设接受抗逆转录病毒治疗的感染者因病毒载量降低其病毒传播减少 90%。这也显示了增加抗逆转录病毒治疗覆盖率是怎样避免新发感染的。

疫苗情况

研究团队通过咨询中国主要的研究人员和政策制定者，构建了三种可能的情况，来反映当前对疫苗科学和中国疫情应对的认识。低、中、高三种疫苗情况分别考察了不同程度的疫苗有效性（分别为 30％，50％和 70％）和不同人群覆盖率（分别为 15-49 岁人口群体的 30％，50％和 70％）的影响。模型假定疫苗在 2020 年开始投入使用，其覆盖率（接种疫苗的成年人口的百分比）从 2019 年的 0% 逐步增长到 2025 年达到最高设定覆盖率，而后保持不变。所有的情况都假设疫苗将为接种个体提供长度为 20 年的保护。

结果

对四川省艾滋病病毒新发感染率和感染率的影响

下图显示的是四川省在基线预测以及在低、中、高疫苗情况下的成年人艾滋病病毒新发感染的预测数据。基线预测显示，新发感染从 2015 年到 2030 年稳定在每年约 8500 例。

图1. 不同情况下四川省成年人艾滋病病毒新发感染数（2020-2030）

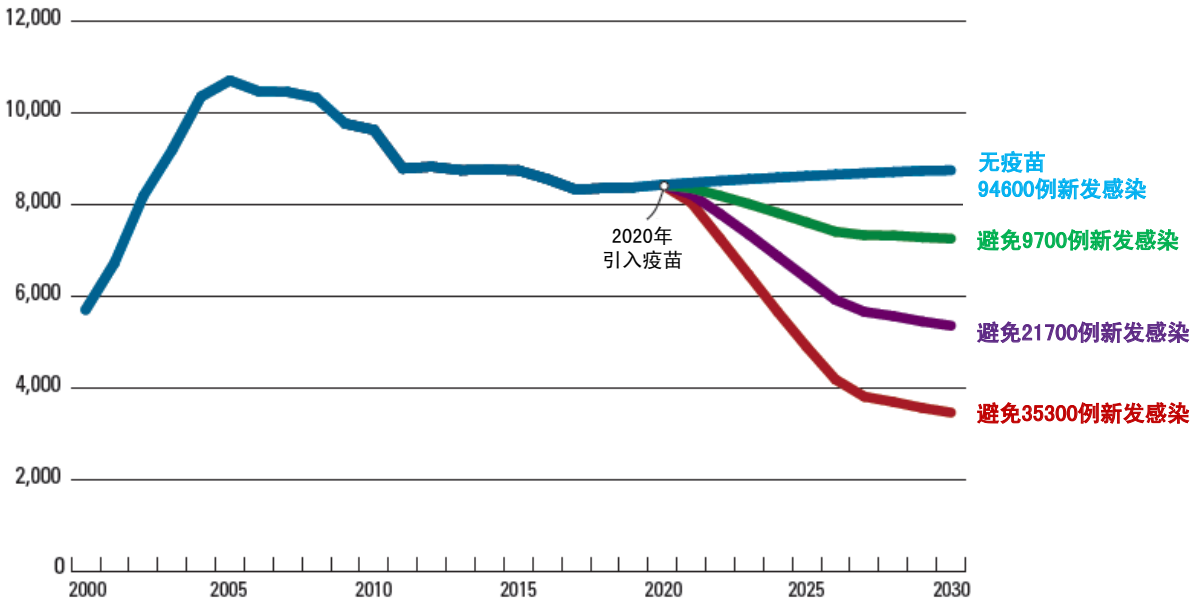

表 1. 不同艾滋病疫苗情况对四川省新发感染的影响

疫苗情况	疫苗有效性	接种疫苗的成年人口的百分比	避免的新发感染数 2020-2030	2030年减少年度新发感染的比例
低	30%	30%	9,700	17%
中	50%	50%	21,700	39%
高	70%	70%	35,300	60%

- 在低疫苗情况下，2030 年的年度新发感染人数比基线减少 17 %（至 7300 人），从 2020 年到 2030 年累积阻止 9700 例新发感染，或者说，避免了新发感染总数的 10%。
- 在中疫苗情况下，2030 年的年度新发感染人数比基线减少 39 %（至 5400 人），从 2020 年到 2030 年累积阻止 21700 例新发感染，或者说，避免了新发感染总数的 23%。
- 在高疫苗情况下，2030 年的年度新发感染人数比基线减少 60 %（至 3500 人），从 2020 年到 2030 年累积阻止 35300 例新发感染，或者说，避免了新发感染总数的 37%。

四川省的新发感染发生在不同的人群中。虽然缺乏具体信息，但模型表明，新发感染最大的部分来自男男性行为者和那些有单一性伴，但其性伴有多个性伴的人群。模型还表明，商业性行为和注射吸毒都是新发感染的重要因素。

模型模拟的结果表明疫苗会减少所有风险群体的新发感染。每年的疫苗接种人数随着覆盖面的扩大而增长并于 2025 年到达峰值，然后在接下来的几年里下降到维持水平。

- 在低疫苗的情况下，疫苗接种数于 2025 年到达峰值 210 万人，然后下降到每年约 68 万人。从 2020 年到 2030 年，共需对 1490 万人进行疫苗接种。
- 在中疫苗的情况下，疫苗接种数于 2025 年到达峰值 330 万人，然后下降到每年约 100 万人。从 2020 年到 2030 年，共需对 2200 万人进行疫苗接种。
- 在高疫苗的情况下，疫苗接种数于 2025 年到达峰值 430 万人，然后下降到每年约 140 万人。从 2020 年到 2030 年，共需对 3000 万进行疫苗接种。

在 2020-2030 年期间，避免一例新发感染所需的疫苗接种数，在低疫苗情况下是 1540，中疫苗情况下是 1030，高疫苗情况下是 850。

特定人群的疫苗接种策略

当疫苗首次可用时，一个关键的政策问题是，是采用覆盖一般人群的疫苗接种策略，还是采用针对更容易感染艾滋病病毒的特定人群的疫苗接种策略。如果针对新发感染率最高的群体而不是整个成年人口进行疫苗接种，阻止的新发感染数会较少，但是从避免一例新发感染所需的疫苗接种数来说，有效性会大幅提高。例如，如果低、中、高疫苗情况都只是针对男男性行为者，那么从阻止新发感染数的总效果来讲比非特定人群接种的情况要低 17-21%，但是，避免一例新发感染所需的疫苗接种数会大幅降低，比非特定人群接种策略分别低 52 倍（低）、32 倍（中）和 24 倍（高）。

潜在的成本节约

预防性艾滋病疫苗的未来成本尚不明确，因此我们只能推测达到低、中、高三种情况的覆盖水平所需要的资源。然而我们可以量化疫苗潜在经济利益的某些方面。每避免一

[2] 这个数字是这样计算出来的：使用 2010 中低收入国家的抗逆转录病毒药物价格，一线药物为 155 美元，二线药物为 1678 美元 [世界卫生组织《通向普遍可及：在卫生部门扩大艾滋病优先干预措施》；《2010 年进展报告》，世界卫生组织，联合国艾滋病规划署，联合国儿童基金会]，并假设二线药物的价格到 2015 年会下降至 980 美元。每名患者每年的诊断和监测试验费用为 180 美元，服务交付成本为 176 美元 [Stover J, Bollinger L, Avila C. 估计世界卫生组织 2010 年抗逆转录病毒治疗指南的影响和成本，艾滋病研究和治疗，第 2011 卷，文章编号 738271，DOI：10.1155/2011/738271]。感染后 8 年开始需要治疗，用一线和二线药物的年度存活率被假定为 92% ~99%，具体取决于病人在治疗启动时的 CD4 计数（IeDEA 联盟）。在这些假设下，一个典型的病人先在一线药物治疗下存活 28 年，然后在二线药物治疗下再存活 12 年。所有的费用都以每年 3%贴现到感染时的价格水平。更多信息，请参阅抗逆转录病毒药物互动成本计算器，该工具可通过美国前景研究所网站上的“政策工具”链接获取：www.FuturesInstitute.org.

例感染，即可节省给一名感染者提供终生抗逆转录病毒治疗的费用，这一费用目前估计约为 8900 美元（为已贴现值[2]）。目前该估值在中国可能更高，尽管有可能通过价格谈判而降低。低、中、高三种疫苗情况可使四川省未来的治疗费用分别降低 8600 万美元，1.93 亿美元和 3.14 亿美元。

将节省的治疗费除以避免一例新发感染所需接种疫苗的人数，就提供了花费多少进行疫苗接种但仍然是节省成本的金额估计。对于低、中、高三种疫苗情况而言，如果接种疫苗的成本在每人 5.80 美元到 10.50 美元之间，则接种疫苗还是节省成本的。如果针对风险最高的群体进行疫苗接种，那么疫苗费用可以高达 171 美元到 377 美元还仍然是节省成本的。

结论与后续行动

中国政府通过扩大艾滋病预防、治疗和关怀干预措施已成功减缓了艾滋病病毒新发感染的数量。但是在中国艾滋病仍然严重威胁着公众健康。在现有的预防和治疗干预措施之上增加艾滋病疫苗，可能对中国终结艾滋病疫情很有价值。

即使疫苗直到 2020 年才可能面世，在扩大其它的预防和治疗干预之后引入艾滋病疫苗仍然将对中国的疫情产生显著影响。这次模型模拟显示，作为综合治疗和预防措施的一部分，即便在有限覆盖范围内引入一种较低有效性的艾滋病疫苗，也能够显著降低中国艾滋病病毒新发感染的人数。在中国，这可能转而产生巨大的潜在经济利益，因为每例因疫苗而避免的感染可节省数千美元抗逆转录病毒治疗费用。

参与这项研究的团队将流行病学监控、行为和经济数据运用到中国 13 个省市区的艾滋病疫情上，以检验与其它预防手段相结合时艾滋病疫苗对减少新发感染人数的可能贡献。本简报所描述的四川省模型模拟结果为艾滋病疫苗的潜在影响和疫苗接种相关策略提供了一个省的例证。其他省份的类似模拟可帮助政策制定者和项目管理人员更好地了解艾滋病疫苗的潜在影响，并为制定适宜加快艾滋病疫苗研发的政策提供更多信息。

艾滋病疫苗可能对中国的艾滋病疫情产生重大影响，中国不断扩大的研发能力也已经在参与全球开发艾滋病疫苗的努力。针对中国的国情用模型模拟预防性艾滋病疫苗的影响，有助于继续增加对疫苗研发的支持，并为在中国和全球投资艾滋病疫苗研发提供充分依据。

参考文献

《2010 年全国法定传染病报告》中国疾病预防控制中心。

《艾滋病疫苗在发展中国家的影响：新的模型和初步结果》政策研究工作文件第 8 号，2006，纽约：IAVI。

Insights

国际艾滋病疫苗行动组织的政策简报系列概述有关艾滋病疫苗的研究、开发及最终配送的关键公共政策问题。

www.iavi.org
info@iavi.org

iavi International AIDS Vaccine Initiative

国际艾滋病疫苗行动组织感激下列主要捐赠者提供的慷慨支持：

巴斯克自治区政府（西班牙）■ 碧迪公司 ■ 比尔和梅林达·盖茨基金会 ■ 百时美施贵宝 ■ 百老汇抗击艾滋关怀平等会 ■ 加拿大国际开发署 ■ 纽约市经济开发局 ■ 美国国家卫生研究院基金会 ■ 吉利德基金会 ■ 葛兰素史克 ■ 谷歌公司 ■ 日本政府 ■ 赫斯特基金会 ■ 梅里埃研究所 ■ 爱尔兰援助 ■ 詹姆斯·B·彭德尔顿慈善信托基金 ■ 西班牙外交与对外合作部 ■ 丹麦外交部 ■ 荷兰外交部 ■ 印度政府科学与技术部 ■ 美国国家过敏和传染病研究所 ■ 挪威皇家外交部 ■ 欧佩克国际发展基金 ■ 辉瑞公司 ■ 斯塔基金会 ■ 瑞典国际开发合作署 ■ 赛默飞世尔科技公司 ■ 英国国际发展部 ■ 美国总统艾滋病救济紧急计划（通过美国国际发展署） ■ 美国大陆航空 ■ 世界银行（通过其发展项目赠款机制）

以及全球众多慷慨的其他个人

截至 2012 年 7 月