

# 暴露前预防艾滋病病毒感染卫生经济学评价研究进展

韦所苏, 吴腾燕(综述), 谭毅(审校)

基金项目: 广西艾滋病防治研究重点实验室开放课题基金项目(编号:gklapt201604); 广西卫计委科研课题(编号: Z2014625, Z2016448); 广西壮族自治区疾病预防控制中心科技创新课题(编号: GXCDCCK-011)

作者单位: 530021 南宁, 广西壮族自治区人民医院(韦所苏); 530028 南宁, 广西壮族自治区疾病预防控制中心结核病防治所(吴腾燕)  
作者简介: 韦所苏(1980-), 男, 医学硕士, 主管医师, 研究方向: 临床流行病学。E-mail: 40222503@qq.com  
通讯作者: 吴腾燕(1982-), 女, 医学博士, 副主任医师, 研究方向: 结核病/艾滋病疾病控制。E-mail: tengyanwu@163.com

【摘要】 目前, 艾滋病病毒(HIV)疫苗的研究进展缓慢, 暴露前预防(PrEP) HIV 感染在高危人群中的效果已被多项临床试验研究证实, 世界卫生组织(WHO)和美国疾病预防控制中心(CDC)均公布了 PrEP 作为一项新的 HIV 干预措施用药指南, 旨在降低高危人群 HIV 新发感染率。而 PrEP 作为一项公共政策推广, 需要了解其成本效益情况。该文对 PrEP 的卫生经济学评价情况作一综述。

【关键词】 暴露前预防; 艾滋病病毒; 卫生经济学评价  
【中图分类号】 R 1-9 【文献标识码】 A 【文章编号】 1674-3806(2017)07-0703-05  
doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2017.07.35

Progress in the study of health economic evaluation on pre-exposure prophylaxis for HIV prevention WEI Suo-su, WU Teng-yan, TAN Yi. The People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530021, China

【Abstract】 At present, the research progress of vaccine for human immunodeficiency virus(HIV) prevention has developed slowly. Pre-exposure prophylaxis(PrEP) has been proved by a number of clinical trials to be effective for prevention of HIV infection in high-risk populations. World Health Organization(WHO) and the Centers for Disease Control and Prevention of USA announced a clinical practice guideline that PrEP was taken as a new HIV intervention measure to the high-risk populations to reduce the rate of new HIV infections. Because PrEP becomes a public policy that needs to be extended, its cost- effectiveness must be known. The health economic evaluation of PrEP is reviewed in this paper.

【Key words】 Pre-exposure prophylaxis(PrEP); Human immunodeficiency virus(HIV); Health economics evaluation

艾滋病疫情报告<sup>[1]</sup>显示, 以艾滋病感染者/病人总数代表的艾滋病总体疫情依然呈上升趋势, 行为干预、安全套的使用、艾滋病的咨询检测、艾滋病的药物联合治疗以及母婴阻断等措施已经部分地减少了艾滋病的传播, 但近年来艾滋病新发感染率仍然没有明显下降, 艾滋病疫情依然严峻。暴露前预防(pre-exposure prophylaxis, PrEP)被认为是目前最有前景的新的艾滋病预防策略<sup>[2]</sup>。PrEP 指当高感染风险的艾滋病病毒(human immunodeficiency virus, HIV)阴性个体有可以预见的 HIV 暴露时, 如性工作者、MSM 和共用注射器吸毒者, 在暴露之前给

予抗反转录病毒药物(antiretroviral drugs, ARVs), 以期降低感染风险<sup>[3]</sup>。虽然国外的研究证实了 PrEP 的安全性和有效性, 但 PrEP 是否适宜作为一项干预措施在高危人群中进行推广, 必须经过科学的卫生经济学评价, 以避免盲目实施而浪费卫生资源。本文对 PrEP 的经济学评价研究进展作一综述。

## 1 PrEP 研究概况

1.1 PrEP 使用的药物及服药方式 PrEP 目前仍处于临床研究阶段, 其临床试验主要使用两种用药方案: (1) 单用替诺福韦(Tenofovir, TDF) 300 mg, 口服, 1 次/d; (2) 替诺福韦(TDF) 300 mg 与恩曲他滨

(Emtricitabine, FTC) 200 mg 联用, 口服, 1 次/d。TDF 是一种核苷酸抗逆转录药物, 美国 FDA 在 2001 年批准用于治疗 HIV-1 感染。2003 年, FDA 批准了另一种核苷类逆转录酶抑制剂 FTC。2004 年, TDF 与 FTC (TDF 300 mg, FTC 200 mg) 联合使用的治疗方案被美国食品药品监督管理局 (FDA) 批准。近年来又批准了 TDF 与 FTC 的复方制剂 (Truvada) 作为预防 HIV 感染的常规药物<sup>[4]</sup>。2014 年, 美国疾病预防控制中心 (CDC) 发布了 PrEP 作为高危人群艾滋病预防干预措施的指南<sup>[5]</sup>, 这为 PrEP 在高危人群中的推广提供了用药指导。

**1.2 PrEP 临床试验研究概况** 为了明确 PrEP 在高危人群中的有效性和安全性, 目前国际上正在开展多项临床 III 期试验, 部分实验已经结束, 但研究结果不尽相同。2011 年针对男男性行为 (men who have sex with men, MSM) 人群进行 iPrEx 试验<sup>[6]</sup> 研究发现, 每日口服 TDF/FTC 试验组较安慰剂组 HIV 的感染率降低了 44.0%, 依从性 >90% 时, HIV 的感染率可降低 73.0%。少数受试者除了初期有些轻微恶心不良反应外, 无其他不良反应。在发现的 HIV 感染者中也未发现耐药现象。2012 年的研究显示, 在博茨瓦纳异性恋者中使用 PrEP, 每日口服 TDF/FTC 试验组的 HIV 的感染率降低了 62.0%<sup>[7]</sup>, 但部分服药者出现了骨密度降低的现象。在夫妻只有一方 HIV 阳性 (即单阳家庭) 中使用 PrEP 的研究显示, 使用 TDF/FTC 和 TDF 者比使用安慰剂者的 HIV 新发感染率分别降低 75.0% 和 67.0%<sup>[8]</sup>。在女性为阳性的家庭中, 使用 TDF/FTC 和 TDF 者 HIV 新发感染率分别降低 66.0% 和 71.0%, 在男性为阳性的家庭中使用 TDF/FTC 和 TDF 者 HIV 新发感染率分别降低 84.0% 和 63.0%<sup>[9]</sup>。如通过检查血药浓度来确认研究对象是否服用药物, 则显示使用 TDF/FTC 和 TDF 者 HIV 新发感染率分别降低 93.0% 和 85.0%<sup>[10]</sup>。Choopanya 等<sup>[11]</sup> 在静脉吸毒人群中进行的研究显示, 每日服用 TDF 者的 HIV 新发感染率较服用安慰剂者降低 48.9%。Molina 等<sup>[12]</sup> 根据 MSM 的需求 (即按需) 使用 PrEP, 即性行为前 2~24 h 服用 TDF/FTC 2 片, 第一次服药后 24 h 和 48 h 分别再各服用 1 片。结果显示, 使用 TDF/FTC 和 TDF 者 HIV 新发感染率降低 86.0%。这些研究均显示出 PrEP 在减少 HIV 新发感染方面的有效性和安全性。然而, 在非洲女性中进行的一项研究<sup>[13]</sup> 显示, 女性进行阴道每日用 TDF (含 1%) 凝胶剂和口服 TDF 或者 Truvada 的措施在降低女性 HIV 新发感染

率上没有明显效果, 试验已经全面停止, 并宣布试验失败。在 2009~2011 年的另一项在非洲女性中开展的口服 FTC/TDF 或者安慰剂的研究<sup>[14]</sup> 中, 由于药物不良反应增加及研究对象依从性低导致 HIV 的新发感染率在两组间无显著差异而提前终止研究。这提示服药依从性是影响 PrEP 效果的重要因素。

## 2 卫生经济学评价的常用方法

**2.1 成本最小化分析** 成本最小化分析 (cost-minimization analysis, CMA) 是经济学评价中最简单的一种方法, 在效果相同的情况下, 几个方案中成本最小的即为最佳方案。该方法的优点是计算简单, 对评价预算需求及某项措施是否具有可持续性尤其重要。缺点是过于关注成本, 对干预的质量和效果缺乏考虑。

**2.2 成本效果分析** 成本效果分析 (cost-effectiveness analysis, CEA) 是卫生经济学评价最常用的分析方法。该方法主要用于评价采用某卫生政策的成本后所能获得的效果, 其中成本采用货币形式, 而效果常用非货币单位表示。如治愈率的提高、生命年的延长及免疫水平的提高等。主要以成本效果比率 (cost-effectiveness ratio, CER) 的形式为决策者选择最佳的干预措施提供依据<sup>[15]</sup>。

**2.3 成本效用分析** 成本效用分析 (cost-utility analysis, CUA) 是通过比较某卫生政策投入的成本用经质量调整的健康效益产出量来评价的一种方法, 是 CEA 的进一步发展<sup>[16]</sup>。常用质量调整生命年 (quality-adjusted life year, QALY) 或伤残调整生命年 (disability-adjusted life year, DALY) 这些能综合生命长度和生命质量的指标作为效果指标。该方法的优点是将获得的生命数量和生命质量结合到一起, 克服了将项目健康产出简单的货币价值化带来的问题。缺点是相关综合指标的资料和信息较难得到, 需要投入大量的人力、物力、财力, 不利于决策者进行优先投资决策<sup>[17]</sup>。

**2.4 成本效益分析** 成本效益分析 (cost-benefit analysis, CBA) 是将某卫生政策所获得的结果均转化为货币单位来进行评价。主要包括疾病成本法 (cost of illness, COI) 和支付意愿法 (willingness to pay, WTP) 两种。COI 包括直接医疗成本和间接成本如因疾病而丧失的价值。WTP 是是人们为了避免某一种疾病而愿意支付的费用。该方法的优点是允许有着不同目标的项目之间进行比较, 缺点是较难实施, 而且将人的健康赋予金钱价值也常有争议。

**2.5 数学模型的应用** 在艾滋病卫生经济学评价

中,数学模型被广泛应用于干预措施的 CEA 和 CBA,为艾滋病防治卫生政策的制定提供了充分的科学依据。数学模型将疾病的流行过程以数学的形式表达,是疾病流行生物学过程的概括。数学模型通过分析疾病的传播规律,利用计算机模拟疾病在不同条件下的流行过程,预测疾病的流行趋势,模拟不同干预措施的效应指标。当前最常用的数学模型为传播动力学模型和马尔可夫(Markov)模型。传播动力学模型是以数学模型为工具,定量地研究影响疾病传播的因素,并在此基础上研究疾病传播的速率,疾病发生、发展和消失的动态过程,研究疾病传播动力学系统的动态平衡、疾病的传播潜势和传播阈值,从而在理论上揭示疾病流行的特征和规律,揭示关键的传播因素或传播的薄弱环节,指出从根本上控制或阻断传播途径的科学<sup>[18]</sup>。Markov 模型是卫生经济学评价中常用的数学模型<sup>[19]</sup>,它是生物医学上常用的一种随机过程模型。Markov 模型通过模拟疾病的不同状态,并根据各不同状态在不同时期的转移概率来模拟疾病的转归过程。目前,Markov 模型在 AIDS 领域的应用主要包括疾病的筛检、干预、药物经济学评价和疫苗接种评价等<sup>[20]</sup>。

### 3 PrEP 卫生经济学评价概况

**3.1 PrEP 在异性恋人群中应用的成本效益分析概况** Abbas 等<sup>[21]</sup>利用确定性模型预测在撒哈拉以南非洲国家开展 PrEP 的效果,结果显示,在乐观假设下,PrEP 效果达 90% 并且覆盖 75% 的 15~49 岁性活跃人群,如能避免性行为去抑制效应,PrEP 实施 10 年后能使累计新发 HIV 感染数减少 74%,避免约 300 万例 HIV 新发感染的发生,而实施 PrEP 的费用大约为 20 亿美元。但是,如果不能避免性行为去抑制、药物依从性差、尤其是 PrEP 效果低于 50%,则收益可能会丧失。Pretorius 等<sup>[22]</sup>利用确定性数学模型预测在南非性行为活跃的 15~35 岁高危妇女中应用 PrEP 10 年可避免 30% 的 HIV 新发感染率,每避免 1 例 HIV 感染的费用约为 12 500~20 000 美元。乐观的估计,如果 PrEP 覆盖 30%~60% 的高危人群,减少的 HIV 新发感染率至少达 90%。Hall-lett 等<sup>[23]</sup>利用微观模拟模型比较在南非单阳家庭中使用 PrEP 和 ART 50 年的成本效益,结果显示,在那些高危性行为较活跃的单阳家庭中,如果 PrEP 的成本低于 ART 的 40%,PrEP 效果达到 70% 以上,则 PrEP 最具成本效益,这与 Jewell 等<sup>[24]</sup>对单阳家庭的研究结果相一致。Nichols 等<sup>[25]</sup>也认为,在赞比亚马卡农村地区的高危人群中应用 PrEP 具有很高的

成本效益,每获得一个 QALY 只需 323 美元。但 Cremin 等<sup>[26]</sup>的研究认为在南非 15~49 岁的普通人群中应用 PrEP 不具成本效益,除非 PrEP 使用药物的成本大幅降低。

### 3.2 PrEP 在 MSM 中应用的成本效益分析概况

Desai 等<sup>[27]</sup>利用随机模拟模型在美国纽约市的 13~40 岁的高危 MSM 中使用 PrEP,结果显示,假设纽约四分之一的 MSM 均使用 PrEP 五年后,则可以减少纽约 MSM 人群 4%~23% 的 HIV 新发感染发生。基础假设结果显示,每获得 1 个 QALY 的增量成本为 31 970 美元,具有较高的成本效益。Paltiel 等<sup>[28]</sup>采用蒙特卡罗模型模拟在美国平均年龄为 34 岁并有高危性行为的 MSM 中使用 PrEP,结果显示每获得 1 个 QALY 的成本为 298 000 美元,比 Desai 等的研究高出许多,可能原因为 Desai 等的研究模拟时间较短,但作者仍认为在当前 HIV 预防措施和疫苗研究不太乐观的情况下,开展 PrEP 的研究还是很有必要的。但 Koppenhaver 等<sup>[29]</sup>模拟在美国 13~40 岁的城市 MSM 中使用 PrEP 不具有成本效益。Nichols 等<sup>[30]</sup>也认为在赞比亚的 MSM 中开展 PrEP 不具有成本效益,因为需要增加十倍的预算。Juusola 等<sup>[31]</sup>认为在一定条件下如药物的效果较高及药物的成本较低的情况下具有良好的成本效益。这两项研究均认为药物的成本过高是 PrEP 不具成本效益的主要原因。Nichols 等<sup>[32]</sup>研究显示,在荷兰的 MSM 中使用 PrEP,如果每日均服用药物,PrEP 每获得 1 个 QALY 的成本为 11 000 欧元,如为按需服用药物则为 2 000 欧元,要想 PrEP 具有成本效益,每日服用药物的成本需要减少 70%,按需服用药物的成本需减少 30%~40%。Schneider 等<sup>[33]</sup>的研究则认为在所有 MSM 中应用 PrEP 不具有成本效益,但在 MSM 的 HIV 阴性配偶中应用 PrEP 则具有较高的成本效益。Kessler 等<sup>[34]</sup>也认为在 HIV 感染风险最高的 MSM 中使用 PrEP 时最适宜的策略。然而在低收入国家秘鲁的 MSM 中开展 PrEP 却具有良好的成本效益,PrEP 每获得 1 个 QALY 的成本为最多为 1 702 美元<sup>[35]</sup>,这可能是与药物的生产厂家的定价机制有关,PrEP 的药物在发展中国家的定价普遍较低。

**3.3 PrEP 在孕妇和哺乳期妇女中应用的成本效益分析概况** Price 等<sup>[36]</sup>采用决策树模型模拟在撒哈拉以南非洲国家的孕妇和哺乳期妇女中使用 PrEP,研究对象在怀孕和哺乳期间每日均服用药物,结果显示,在 10 000 名妇女中可以避免 381 例 HIV 感染,每避免一个 DALY 的费用仅为 965 美元,认为具

有较好的成本效益。

#### 4 结语

在 HIV 疫苗还未成功研制之前,PrEP 作为一项新的 HIV 感染预防措施,其在高危人群中效果值得肯定,但其成本效益分析结果各个国家和地区的各个 HIV 高危人群却不尽相同。主要原因可能为一是各国的经济发展水平不同,人们的购买能力不同,其次为 PrEP 药物提供商的定价机制不同,从而导致药物的价格成为影响成本效益的主要因素。因此,如何降低药物的成本成为实施 PrEP 的关键问题。行政管理部门在制定 PrEP 预防 HIV 感染的政策时,应充分考虑特定高危人群的药物依从性,以及与药物提供商协商,通过谈判的方式降低药物的成本,为 PrEP 的实施提供政策保障。

#### 参考文献

- 1 吴尊友. 中国防治艾滋病 30 年主要成就与挑战[J]. 中华流行病学杂志, 2015,36(12):1329-1331.
- 2 Granich R, Crowley S, Vitoria M, et al. Highly active antiretroviral treatment as prevention of HIV transmission: review of scientific evidence and update[J]. Curr Opin HIV AIDS, 2010,5(4):298-304.
- 3 臧春鹏,汪宁. 抗病毒治疗在阻断艾滋病传播流行中的作用[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2011,5(8):2343-2346.
- 4 Administration UFAD. FDA approves first drug for reducing the risk of sexually acquired HIV infection[EB/OL]. (2012) [2016-12-11]. <http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm312210.htm>.
- 5 Service UPH. Preexposure prophylaxis for the prevention of HIV infection in the United States -2014 a clinical practice guideline[EB/OL]. (2017) [2017-01-26]. <https://www.cdc.gov/hiv/pdf/prepguidelines2014.pdf>.
- 6 Grant RM, Lama JR, Anderson PL, et al. Preexposure chemoprophylaxis for HIV prevention in men who have sex with men[J]. N Engl J Med, 2010,363(27):2587-2599.
- 7 Thigpen MC, Kebaabetswe PM, Paxton LA, et al. Antiretroviral pre-exposure prophylaxis for heterosexual HIV transmission in Botswana[J]. N Engl J Med, 2012,367(5):423-434.
- 8 Baeten JM, Donnell D, Ndase P, et al. Antiretroviral prophylaxis for HIV prevention in heterosexual men and women[J]. N Engl J Med, 2012,367(5):399-410.
- 9 Murnane PM, Celum C, Mugo N, et al. Efficacy of preexposure prophylaxis for HIV-1 prevention among high-risk heterosexuals: subgroup analyses from a randomized trial[J]. AIDS, 2013,27(13):2155-2160.
- 10 Baeten JM, Donnell D, Mugo NR, et al. Single-agent tenofovir versus combination emtricitabine plus tenofovir for pre-exposure prophylaxis for HIV-1 acquisition: an update of data from a randomised, double-blind, phase 3 trial[J]. Lancet Infect Dis, 2014,14(11):1055-1064.

- 11 Choopanya K, Martin M, Suntharasamai P, et al. Antiretroviral prophylaxis for HIV infection in injecting drug users in Bangkok, Thailand (the Bangkok Tenofovir Study): a randomised, double-blind, placebo-controlled phase 3 trial[J]. Lancet, 2013,381(9883):2083-2090.
- 12 Molina JM, Capitant C, Spire B, et al. On-Demand Preexposure Prophylaxis in Men at High Risk for HIV-1 Infection[J]. N Engl J Med, 2015,373(23):2237-2246.
- 13 Network MT. Microbicide Trials Network statement on decision to discontinue use of oral tenofovir tablets in VOICE, a major HIV prevention study in Women [EB/OL]. [29 August 2012]. <http://www.mtnstopshiv.org/node/3619>.
- 14 Van Damme L, Corneli A, Ahmed K, et al. Preexposure prophylaxis for HIV infection among African women[J]. N Engl J Med, 2012,367(5):411-422.
- 15 王剑,赵加奎,魏晓敏,等. 经济学评价方法现状及在公共卫生领域的应用[J]. 中国卫生资源, 2013,16(5):353-355.
- 16 郭浩岩,孙江平. 艾滋病防治措施的经济评价[J]. 中国艾滋病性病, 2008,14(5):525-527.
- 17 单多,郭浩岩,李慧,等. 卫生经济学评价在 AIDS 预防干预措施中的应用[J]. 中华预防医学杂志, 2010,44(11):1043-1045.
- 18 吴开琛,吴开录. 疾病数学模型和传播动力学研究的流行病学意义[J]. 中国热带医学, 2006,6(12):2272-2277.
- 19 Gowers SG, Clark AF, Roberts C, et al. A randomised controlled multicentre trial of treatments for adolescent anorexia nervosa including assessment of cost-effectiveness and patient acceptability - the TOUCAN trial[J]. Health Technol Assess, 2010,14(15):1-98.
- 20 安小妹,凌莉. Markov 模型在生命统计中的研究进展[J]. 中国卫生统计, 2007,24(4):436-439.
- 21 Abbas UL, Anderson RM, Mellors JW. Potential impact of antiretroviral chemoprophylaxis on HIV-1 transmission in resource-limited settings[J]. PLoS One, 2007,2(9):e875.
- 22 Pretorius C, Stover J, Bollinger L, et al. Evaluating the cost-effectiveness of pre-exposure prophylaxis (PrEP) and its impact on HIV-1 transmission in South Africa[J]. PLoS One, 2010,5(11):e13646.
- 23 Hallett TB, Baeten JM, Heffron R, et al. Optimal uses of antiretrovirals for prevention in HIV-1 serodiscordant heterosexual couples in South Africa: a modelling study[J]. PLoS Med, 2011,8(11):e1001123.
- 24 Jewell BL, Cremin I, Pickles M, et al. Estimating the cost-effectiveness of pre-exposure prophylaxis to reduce HIV-1 and HSV-2 incidence in HIV-serodiscordant couples in South Africa[J]. PLoS One, 2015,10(1):e115511.
- 25 Nichols BE, Boucher CA, van Dijk JH, et al. Cost-effectiveness of pre-exposure prophylaxis (PrEP) in preventing HIV-1 infections in rural Zambia: a modeling study[J]. PLoS One, 2013,8(3):e59549.
- 26 Cremin I, Alsallaq R, Dybul M, et al. The new role of antiretrovirals in combination HIV prevention: a mathematical modelling analysis[J]. AIDS, 2013,27(3):447-458.
- 27 Desai K, Sansom SL, Ackers ML, et al. Modeling the impact of

HIV chemoprophylaxis strategies among men who have sex with men in the United States; HIV infections prevented and cost-effectiveness [J]. AIDS, 2008,22(14):1829-1839.

28 Paltiel AD, Freedberg KA, Scott CA, et al. HIV preexposure prophylaxis in the United States: impact on lifetime infection risk, clinical outcomes, and cost-effectiveness [J]. Clin Infect Dis, 2009,48(6):806-815.

29 Koppenhaver RT, Sorensen SW, Farnham PG, et al. The cost-effectiveness of pre-exposure prophylaxis in men who have sex with men in the United States: an epidemic model[J]. J Acquir Immune Defic Syndr, 2011,58(2):e51-e52.

30 Nichols BE, Baltussen R, van Dijk JH, et al. Cost-effectiveness of PrEP in HIV/AIDS control in Zambia: a stochastic league approach [J]. J Acquir Immune Defic Syndr, 2014,66(2):221-228.

31 Juusola JL, Brandeau ML, Owens DK, et al. The cost-effectiveness of preexposure prophylaxis for HIV prevention in the United States in men who have sex with men[J]. Ann Intern Med, 2012,156(8):541-550.

32 Nichols BE, Boucher CA, van der Valk M, et al. Cost-effectiveness

analysis of pre-exposure prophylaxis for HIV-1 prevention in the Netherlands: a mathematical modelling study [J]. Lancet Infect Dis, 2016,16(12):1423-1429.

33 Schneider K, Gray RT, Wilson DP. A cost-effectiveness analysis of HIV preexposure prophylaxis for men who have sex with men in Australia[J]. Clin Infect Dis, 2014,58(7):1027-1034.

34 Kessler J, Myers JE, Nucifora KA, et al. Evaluating the impact of prioritization of antiretroviral pre-exposure prophylaxis in New York [J]. AIDS, 2014,28(18):2683-2691.

35 Gomez GB, Borquez A, Caceres CF, et al. The potential impact of pre-exposure prophylaxis for HIV prevention among men who have sex with men and transwomen in Lima, Peru: a mathematical modelling study[J]. PLoS Med, 2012,9(10):e1001323.

36 Price JT, Wheeler SB, Stranix-Chibanda L, et al. Cost-Effectiveness of Pre-exposure HIV Prophylaxis During Pregnancy and Breast-feeding in Sub-Saharan Africa[J]. J Acquir Immune Defic Syndr, 2016,72(Suppl 2):S145-S153.

[收稿日期 2017-03-01][本文编辑 谭毅 吕文娟]

新进展综述

爆震性耳聋的研究概况

刘 彤, 陈梓龙(综述), 祝晓芬(审校)

作者单位: 524023 湛江, 广东医科大学(刘彤, 陈梓龙); 516003 广东, 惠州市第一人民医院耳鼻喉科(祝晓芬)

作者简介: 刘彤(1990-), 男, 在读硕士研究生, 研究方向: 临床听力学。E-mail: liut256@126.com

通讯作者: 祝晓芬(1964-), 女, 医学硕士, 主任医师, 教授, 硕士研究生导师, 研究方向: 临床听力学及耳聋的相关进展。E-mail: xf168@126.com

**[摘要]** 爆震性耳聋是一种常见的职业病, 在军事、矿业人员中尤为突出。它是由爆震波引起的爆震或间断性脉冲噪声引起的外耳、中耳及内耳不同程度损伤, 从而造成耳鸣、耳聋、耳痛等一系列临床症状。近年来研究发现, 爆震不仅会引起听觉系统的机械性损伤造成耳聋, 还会引发一系列分子级联反应和细胞过程, 如氧化应激增加、耳蜗血流量减少、血管收缩、谷氨酸兴奋性毒性、钙浓度增加等。根据这些分子变化机制, 研发相应的药物或寻找分子靶点, 将有助于改善爆震性耳聋的预防和治疗。该文对爆震性耳聋的研究概况作一综述。

**[关键词]** 爆震波; 爆震性耳聋; 氧自由基; 钙稳态; 神经营养因子

**[中图分类号]** R 764 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2017)07-0707-04

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2017.07.36

**Progress of research on explosive deafness** LIU Tong, CHEN Zi-long, ZHU Xiao-fen. Guangdong Medical University, Zhanjiang 524023, China

**[Abstract]** Explosive deafness is a common occupational disease, especially for the military personnel. Explosive deafness is the primary blast injury caused by blast waves, which can induce blast damage to the outer ears, middle ears and inner ears and lead to a series of clinical symptoms, such as deafness, tinnitus and earache. Recently, several studies suggest that blast not only caused mechanical injury of auditory system, but also initiated a series of molecular cascade reactions and cellular processes, such as increasing oxidative stress, decreasing cochlear