

受访者驱动抽样在人群规模估计中的应用进展

朱丽敏 张晓婷 马凯芳 李东民

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: 李东民, Email: lidongmin@chinaaids.cn

【摘要】 受访者驱动抽样(RDS)是一种专门针对隐匿人群的抽样方法,常用于跨性别者、暗娼、MSM 等因耻辱感和法律制度的约束难以识别和接触的人群,并逐渐应用于一般人群。随着 RDS 的不断改进和完善,研究发现对 RDS 样本的社交网络规模赋予权重可以估计总体的情况及人群规模。本文对目前 RDS 在人群规模估计中的应用进展进行综述,为 RDS 的发展及使用该方法开展相关研究提供思路。

【关键词】 受访者驱动抽样; 人群规模; 估计; 应用

基金项目: 国家科技重大专项(2017ZX10201101-002-005)

Progress on the application of respondent-driven sampling in population size estimation

Zhu Limin, Zhang Xiaoting, Ma Kaifang, Li Dongmin

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

Corresponding author: Li Dongmin, Email: lidongmin@chinaaids.cn

【Abstract】 Respondent-driven sampling (RDS) is a method of sampling specifically for hidden populations, often applied to transgender women, female sex workers, men who have sex with men, and other groups that are difficult to identify and contact because of stigma and legal constraints. However, this method is gradually applied to the general population. With the continuous improvement of RDS, studies find that the network size of RDS samples can be weighted to estimate the overall situation and population size. This article summarizes the current application progress of RDS in population size estimation and provides ideas for the development of RDS and the use of RDS to carry out relevant research.

【Key words】 Respondent-driven sampling; Population size; Estimation; Application

Fund program: National Science and Technology Major Project of China (2017ZX10201101-002-005)

难以接触的隐匿人群在总人群中所占比例较低,群体规模和边界不清,难以找到合适的抽样框架,且部分人群由于种种原因拒绝暴露身份,加大了获取此类人群有效信息的难度。MSM、暗娼以及吸毒者是艾滋病等性传播疾病的重点人群,针对此类人群的调查因其强隐匿性难以开展。受访者驱动抽样(respondent-driven sampling, RDS)也称应答者驱动抽样或同伴驱动抽样^[1-2],是 Heckathorn^[3]提出的一种针对隐匿人群进行抽样的方法,并在 MSM^[4-5]、暗娼^[6-7]及吸毒者^[8]的调查和研究中广泛应用。本文对 RDS 的基本

原理、优点、局限性及其在人群规模估计等方面的应用进行综述,为使用 RDS 开展相关研究提供基础。

一、RDS 简介

1. 基本原理: RDS 来源于滚雪球抽样或链式抽样,即先从总体中的少数成员开始调查,由已知成员推荐符合要求的新成员且数量不受限,使样本像滚雪球一样越来越大以快速达到所需的样本量。RDS 对滚雪球抽样进行了改进^[9],使用双重激励(受访者因自己参与研究而获得奖励,同时因他们从同伴中招募到新的参与者再次获得奖励)提

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20211130-00926

收稿日期 2021-11-30 本文编辑 斗智

引用格式: 朱丽敏, 张晓婷, 马凯芳, 等. 受访者驱动抽样在人群规模估计中的应用进展[J]. 中华流行病学杂志, 2022, 43(8): 1333-1337. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20211130-00926.

Zhu LM, Zhang XT, Ma KF, et al. Progress on the application of respondent-driven sampling in population size estimation [J]. Chin J Epidemiol, 2022, 43(8): 1333-1337. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20211130-00926.



高招募效率,并通过限制招募名额、保证招募链长度来减少非随机招募产生的偏倚。当连续的招募达到一定轮次之后,样本间的同质性趋于稳定,能够产生具有代表性的样本^[3]。

2. 实施过程:选择一定数量的“种子”(即初始参与者),每个种子将收到有限数量的优惠券对其同伴进行招募,同伴间的有效招募建立在具有共同经历(或特征)的个体间的社交网络规模上。符合条件的新招募者被纳入研究,并获得相同数量的优惠券继续招募,被招募者成为招募者的过程持续不断,直到达到所需的样本量^[10]。

3. 优点:①易于接触隐匿人群,获得更具代表性的样本^[11-12];②种子的选择随机与否都不会影响抽样结果^[3];③招募在同伴间进行,易于实现,且工作量小,成本低^[13];④使用双重激励,提高了招募效率;⑤参与者在招募过程中不需要提供同伴的个人信息,在保护同伴隐私的同时减少了拒绝参加的比例^[2]。

4. 局限性:①招募链的长度不同,种子可能只招募一个甚至不招募研究对象^[11],也可能不断地进行招募,成为“超级种子”^[14];②待抽样的人群必须足够大,才能使用RDS^[2];③招募者与被招募者之间需有联系^[15];④使用双重激励易因利益驱使引起选择偏倚;⑤样本构成需达到平衡才可获得更具代表性的样本^[16];⑥RDS数据的分析需要使用RDSAT和RDS Analyst等专门的分析工具。

5. 应用:RDS方法在隐匿性人群应用较多,如寻找跨性别者、MSM、暗娼以及吸毒者等参与预防干预和相关研究^[17-18],之后在一般人群也采用此方法。有学者分别采用RDS方法与基于登记的抽样方法招募德国两个社区的移民以探寻其获取医疗卫生保健服务的方式,发现RDS在接触移民、失业者等其他弱势群体上更为可行^[19]。此外,加拿大多伦多市土著居民遭受医疗服务提供者的歧视经历与其无法满足的健康需求之间的关系研究^[20]及生活在伊朗德黑兰市的叙利亚难民的产前保健利用情况调查^[21],都证实了RDS方法的可行性。科技的发展为人们提供了更加便捷的互联网交流模式,网络的虚拟性和匿名性对个人隐私的保护效果更好,基于网络的RDS更加便捷,应答率更好,收集到的信息更加多样化,并且可以使应答者在短时间内建立联系,降低成本^[14]。美国佛罗里达州开展的一项关于青年人危险饮酒行为的调查借助网络平台开展,发现线上调查更易实现且成本较低^[15]。也有研究从娱乐场所、互联网和医疗诊所等不同来源对美国3个城市的MSM、跨性别者及同性恋人群进行抽样,并依其意愿提供电子或纸质优惠券,使招募的研究对象更具代表性^[22]。

二、RDS在人群规模估计中的应用

1. 估计人群规模:

(1)原理:研究者根据社会网络理论提出了利用RDS样本数据推论总体的新方法。社会网络将个人或群体视为点,将人与人之间、群体与群体之间的联系视为线,整个社会结构视为由各个点及线构成的网络。RDS依据社会网络

理论能够对总体进行估计,即个人生活在一定的网络之中,已知某个群体的社会网络构成,能估计该人群的规模^[23]。

(2)应用条件:①目标人群具有良好的社会网络;②同伴间的关系是相互的;③招募者在其社会网络中进行的招募是随机的;④样本是交替选择的(即被招募者不断成为招募者的过程)^[22];⑤受访者应准确地报告其个人社交网络规模,即其认识的属于目标人群的人数。

(3)发展过程:Heckathorn^[24]于1997年提出RDS后,其不断地对该方法进行扩展,并与Salganik和Heckathorn^[15]提出了RDS估计技术,即在已知亚群的平均社交网络规模和亚群间转移概率(即某个亚群成员被招募到另一个亚群成员的概率)的基础上直接推算某个亚人群在总人群中所占的比例,并证明在满足RDS应用条件后,无论种子如何选择,其对具有某种特征的人群比例的估计都是渐近无偏的;但这一估计方法未考虑个人的社交网络规模差异,某个人的社交网络规模较大,被招募到样本人群的可能性较大,导致样本人群的平均社交网络规模较大,会直接影响到估计结果。2008年,Volz和Heckathorn^[25]进一步发展了RDS估计理论,提出了RDS II估计技术,按照受访者个人的社交网络规模对其成比例抽样,将社交网络规模的倒数进行加权获得某个群体在总人群中的比例。RDS估计仅可用来估计分类变量,计算某个亚人群的人口比例,RDS II在此基础上还可估计连续变量,得到变量的分布,且精度更高,更加简单。加拿大安大略省调查了跨性别者变性后发生性行为的频率,并为其生成了近似无偏的点估计值,且研究者使用RDS II权重校正了因个人社交网络规模不同而导致的不相等的招募概率^[26]。为了进一步改善个人社交网络规模不同对估计结果的影响,Handcock和Gile^[27]提出了连续估计量(SS)法,该方法基于顺序抽样,抽样时,每抽取一个个体后重新计算剩余个体的数量和社交网络规模,无论抽样比例是多少,从样本中得出的估计值都是无偏的,但该方法的局限性是需要知道样本量和社交网络规模的分布。目前SS法在艾滋病关键人群中应用广泛,如Magno等^[28]使用SS法对总体比例进行加权,发现巴西MSM对HIV快检的可接受性为49.1%。此外,将SS法人群规模估计与RDS中常用的其他人群规模估计方法一起使用,互相验证,可以确保估计结果更加准确,如Handcock等^[29]用RDS招募萨尔瓦多的暗娼和MSM,并利用SS法对其人群规模进行估计,与捕获-标记-再捕获法(capture mark recapture, CMR)的估计结果进行比较,发现估计值相近;有研究在亚美尼亚3个城市中MSM、暗娼和吸毒者相关数据的基础上,采用SS法对其人群规模进行估计,结果也与其他方法相近^[30]。

研究表明RDS对总体的有效估计建立在其5个应用条件之上,而RDS估计往往无法满足全部的应用条件^[31],如不能确保招募者在其社会网络中进行的招募是完全随机的;招募链的长度不同,部分招募者的社交网络规模较小,无法招募到足够数量的参与者,不能满足样本交替选择的条件^[32]。一项针对RDS相关研究的综述表明不同的RDS估

计方法依赖于不同的假设,但有时较少的假设会提供更稳健和更准确的估计^[33]。此外,研究者认为,虽然种子的非随机选择可得出渐进无偏的估计,但在估计的过程中排除种子仍可减少非随机招募带来的偏倚^[25]。目前,RDS估计技术仍在不断地改进,Gile和Handcock^[34]提出了一种基于模型辅助设计的方法,对社交网络规模的结构进行估计,减少由种子引起的偏倚。有学者还提出了“树引导”法,用以估计RDS在人群规模估计中的不确定性^[35],后Green等^[36]又对该方法的一致性进行了评估。

2. 与其他方法结合估计人群规模:

(1)与乘法法相结合:乘法法是将指定时期内研究对象接触规定机构或单位(如MSM流动性较大的酒吧和浴室、艾滋病自愿咨询检测门诊、社交软件等)的全部记录数,乘以同一时期自称接触过该机构或单位的比例的倒数,即可获得目标人群规模的估计数,是一种间接估计人群规模的方法^[37]。RDS可通过同伴间招募获得样本,对样本中的个体进行调查,获得样本中接触过规定机构或单位的个体比例,作为乘数对人群规模进行估计。如王冰娜等^[38]将登记在册的吸毒者作为基数,采用RDS调查社区吸毒人员从而获得乘数对我国广东省3个城市的吸毒人群规模进行估计;我国云南省瑞丽市一项研究使用RDS招募最近6个月注射过毒品且年龄 ≥ 18 岁吸毒者,结合现有数据使用乘法法估计当地吸毒人群规模^[39]。Wu等^[8]运用RDS结合乘法法估计爱沙尼亚Kohtla-Jarve地区吸毒人群规模,认为乘法法需要一个有代表性的样本和一个高质量的独立数据源才能得出合理的估计。

(2)与CMR法相结合:CMR是从目标人群中随机捕获1个样本,采用统一的标记方法对捕获的样本进行标记后释放,经过一定时间后再次从目标人群中进行捕获。若样本间相互独立,则第一次捕获的样本数与目标人群总数的比值等于第二次捕获时被标记的人数与第二次捕获人数的比值,以此获得人群规模估计数^[40]。RDS可通过同伴间招募获得捕获数据,用CMR法计算出人群规模估计数。多项研究通过该方法估计吸毒人群规模,如越南海防市利用两次RDS捕获数据估计了当地吸毒人群规模^[41];Plettinckx等^[42]利用RDS作为捕获手段获得捕获数据,结合门诊药物治疗的数据和机构内部注册数据通过CMR法得到了比利时布鲁塞尔市的吸毒人群规模。

三、小结

RDS最初作为对隐匿人群进行抽样的方法得到了研究者的广泛应用,并具有代表性好、易于实现和成本低的优点,目前已逐渐应用于流动人口^[43-44]、难民和移民^[45]和流浪儿童^[46]等人群的抽样和调查。随着该方法的成熟和发展,研究者在对RDS样本数据充分分析的基础上进一步扩展,对总体和人群规模进行估计。RDS方法还可与其他方法结合以估计人群规模。基于RDS估计的有效性取决于其5个应用条件,如果无法满足所有条件,则影响到RDS估计结果的可靠性^[47]。目前,RDS估计技术仍在不断改进,旨在减少

偏倚和获得更准确的估计,并将其应用于更广泛的人群。另外,RDS相关研究的准确性依赖于其调查质量^[48]、准确报告RDS相关方法和数据^[49-50]以及实施过程中尽可能完整收集各项信息^[51],都是正确应用RDS方法的关键。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] 高省,王丽艳,丁正伟,等.中国部分城市男男性行为人群性行为特征及HIV感染状况的研究[J].中国艾滋病性病,2008,14(6):548-551. DOI:10.13419/j.cnki.aids.2008.06.017.
Gao X, Wang LY, Ding ZW, et al. Characteristics of sexual behavior and HIV prevalence among MSM in selected cities of China, 2006[J]. Chin J AIDS STD, 2008, 14(6): 548-551. DOI:10.13419/j.cnki.aids.2008.06.017.
- [2] 孙修福,胡浩,高琦,等.同伴推动抽样法的简介[J].中国卫生统计,2007,24(6):662,664. DOI:10.3969/j.issn.1002-3674.2007.06.038.
Sun XF, Hu H, Gao Q, et al. Introduction for respondent-driven sampling[J]. Chin J Health Stat, 2007, 24(6): 662, 664. DOI:10.3969/j.issn.1002-3674.2007.06.038.
- [3] Heckathorn DD. Respondent-driven sampling: a new approach to the study of hidden populations[J]. Soc Probl, 1997, 44(2):174-199. DOI:10.2307/3096941.
- [4] 于建平,孙燕鸣,李桂英,等.北京市男男性行为者HIV检测现状及影响因素分析[J].现代预防医学,2021,48(15):2840-2845.
Yu JP, Sun YM, Li GY, et al. The coverage rate of HIV testing and related factors among men who have sex with men, Beijing[J]. Mod Prev Med, 2021, 48(15):2840-2845.
- [5] Yauck M, Moodie EEM, Apelian H, et al. General regression methods for respondent-driven sampling data[J]. Stat Methods Med Res, 2021, 30(9):2105-2118. DOI:10.1177/09622802211032713.
- [6] 李斯斯,徐永芳,李龙嫚,等.广西南宁大龄女性性工作者无保护性行为自我报告真实性研究[J].现代预防医学,2018,45(20):3766-3769,3777.
Li SS, Xu YF, Li LM, et al. Study on reliability of recent self-reported unprotected vaginal sex among older female sex workers in Nanning of Guangxi[J]. Mod Prev Med, 2018, 45(20):3766-3769, 3777.
- [7] 曹明昆,许意清,李宜霏,等.青岛市大龄女性性工作者与熟客使用安全套态度行为模式分析[J].中国公共卫生,2018,34(12):1612-1617. DOI:10.11847/zgggws1118151.
Cao MK, Xu YQ, Li YF, et al. Patterns of attitude and behavior about condom use when having sex with regular customers among elder female sex workers in Qingdao city[J]. Chin J Public Health, 2018, 34(12):1612-1617. DOI: 10.11847/zgggws1118151.
- [8] Wu JC, Crawford FW, Raag M, et al. Using data from respondent-driven sampling studies to estimate the number of people who inject drugs: application to the Kohtla-Jarve region of Estonia[J]. PLoS One, 2017, 12(11): e0185711. DOI:10.1371/journal.pone.0185711.
- [9] Goel S, Salganik MJ. Assessing respondent-driven sampling[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2010, 107(15):6743-6747. DOI:10.1073/pnas.1000261107.
- [10] Rudolph AE, Fuller CM, Latkin C. The importance of measuring and accounting for potential biases in respondent-driven samples[J]. AIDS Behav, 2013, 17(6): 2244-2252. DOI:10.1007/s10461-013-0451-y.
- [11] Zhao J, Cai R, Chen L, et al. A comparison between respondent-driven sampling and time-location sampling among men who have sex with men in Shenzhen, China

- [11] Arch Sex Behav, 2015, 44(7):2055-2065. DOI:10.1007/s10508-014-0350-y.
- [12] Pines HA, Semple SJ, Magis-Rodríguez C, et al. A comparison of the effectiveness of respondent-driven and venue-based sampling for identifying undiagnosed HIV infection among cisgender men who have sex with men and transgender women in Tijuana, Mexico[J]. J Int AIDS Soc, 2021, 24(3):e25688. DOI:10.1002/jia2.25688.
- [13] Tucker JA, Bacon JP, Chandler SD, et al. Utility of digital Respondent Driven Sampling to recruit community-dwelling emerging adults for assessment of drinking and related risks[J]. Addict Behav, 2020, 110: 106536. DOI: 10.1016/j.addbeh.2020.106536.
- [14] Jonsson J, Stein M, Johansson G, et al. A performance assessment of web-based respondent driven sampling among workers with precarious employment in Sweden [J]. PLoS One, 2019, 14(1): e0210183. DOI: 10.1371/journal.pone.0210183.
- [15] Salganik MJ, Heckathorn DD. Sampling and estimation in hidden populations using respondent-driven sampling[J]. Sociol Methodol, 2004, 34(1): 193-240. DOI: 10.1111/j.0081-1750.2004.00152.x.
- [16] 李婧, 陈祥生. 同伴推动抽样法在性病艾滋病防治目标人群研究中的应用 [J]. 中国艾滋病性病, 2009, 15(6): 660-662. DOI:10.13419/j.cnki.aids.2009.06.040.
- Li J, Chen XS. Application of respondent-driven sampling in the study of target populations for STD AIDS prevention and treatment[J]. Chin J AIDS STD, 2009, 15(6):660-662. DOI:10.13419/j.cnki.aids.2009.06.040.
- [17] Alcalá-Alezones C, Sandfort TGM, Serafino S, et al. South African men who have sex with both men and women and how they differ from men who have sex with men exclusively[J]. J Sex Res, 2018, 55(8): 1048-1055. DOI: 10.1080/00224499.2018.1437117.
- [18] Stahlman S, Johnston LG, Yah C, et al. Respondent-driven sampling as a recruitment method for men who have sex with men in southern sub-Saharan Africa: a cross-sectional analysis by wave[J]. Sex Transm Infect, 2016, 92(4):292-298. DOI:10.1136/sextrans-2015-052184.
- [19] Samkange-Zeeb F, Foraita R, Rach S, et al. Feasibility of using respondent-driven sampling to recruit participants in superdiverse neighbourhoods for a general health survey[J]. Int J Public Health, 2019, 64(3): 451-459. DOI: 10.1007/s00038-018-1191-6.
- [20] Kitching GT, Firestone M, Schei B, et al. Unmet health needs and discrimination by healthcare providers among an Indigenous population in Toronto, Canada[J]. Can J Public Health, 2020, 111(1): 40-49. DOI: 10.17269/s41997-019-00242-z.
- [21] Abbasi-Kangevari M, Amin K, Kolahi AA. Antenatal care utilisation among Syrian refugees in Tehran: a respondent driven sampling method[J]. Women Birth, 2020, 33(2): e117-121. DOI:10.1016/j.wombi.2019.02.001.
- [22] Iyer JR, Brooks D, et al. An evaluation of assumptions underlying respondent-driven sampling and the social contexts of sexual and gender minority youth participating in HIV clinical trials in the United States[J]. J Int AIDS Soc, 2021, 24(5): e25694. DOI: 10.1002/jia2.25694.
- [23] 赵延东, Pedersen J. 受访者推动抽样: 研究隐藏人口的方法与实践 [J]. 社会, 2007, 27(2): 192-205. DOI: 10.3969/j.issn.1004-8804.2007.02.012.
- Zhao YD, Pedersen J. Respondent-driven sampling: method and practice of studying hidden populations[J]. Society, 2007, 27(2): 192-205. DOI: 10.3969/j.issn.1004-8804.2007.02.012.
- [24] Heckathorn DD. Respondent-driven sampling II : deriving valid population estimates from chain-referral samples of hidden populations[J]. Soc Probl, 2002, 49(1): 11-34. DOI: 10.1525/sp.2002.49.1.11.
- [25] Volz E, Heckathorn DD. Probability based estimation theory for respondent driven sampling[J]. J Off Stat, 2008, 24(1):79-97.
- [26] Scheim AI, Bauer GR. Sexual inactivity among transfeminine persons: a Canadian respondent-driven sampling survey[J]. J Sex Res, 2019, 56(2): 264-271. DOI: 10.1080/00224499.2017.1399334.
- [27] Handcock MS, Gile KJ. Modeling social networks from sampled data[J]. Ann Appl Stat, 2010, 4(1): 5-25. DOI: 10.1214/08-AOAS221.
- [28] Magno L, Leal AF, Knauth D, et al. Acceptability of HIV self-testing is low among men who have sex with men who have not tested for HIV: a study with respondent-driven sampling in Brazil[J]. BMC Infect Dis, 2020, 20(1):865. DOI:10.1186/s12879-020-05589-0.
- [29] Handcock MS, Gile KJ, Mar CM. Estimating the size of populations at high risk for HIV using respondent-driven sampling data[J]. Biometrics, 2015, 71(1): 258-266. DOI: 10.1111/biom.12255.
- [30] McLaughlin KR, Johnston LG, Gamble LJ, et al. Population size estimations among hidden populations using respondent-driven sampling surveys: case studies from Armenia[J]. JMIR Public Health Surveill, 2019, 5(1): e12034. DOI:10.2196/12034.
- [31] Goel S, Salganik MJ. Respondent-driven sampling as Markov chain Monte Carlo[J]. Stat Med, 2009, 28(17): 2202-2229. DOI:10.1002/sim.3613.
- [32] 刘林平, 范长煜, 王娅. 被访者驱动抽样在农民工调查中的应用: 实践与评估 [J]. 社会学研究, 2015, 30(2): 149-173. DOI:10.19934/j.cnki.shxyj.2015.02.007.
- Liu LP, Fan CY, Wang Y. Application of respondent-driven sampling in the survey of Chinese rural-to-urban migrant workers: practice and evaluation[J]. Soc Stud, 2015, 30(2): 149-173. DOI:10.19934/j.cnki.shxyj.2015.02.007.
- [33] Abdesselam K, Verdery A, Pelude L, et al. The development of respondent-driven sampling (RDS) inference: a systematic review of the population mean and variance estimates[J]. Drug Alcohol Depend, 2020, 206: 107702. DOI:10.1016/j.drugalcdep.2019.107702.
- [34] Gile KJ, Handcock MS. Network model-assisted inference from respondent-driven sampling[J]. J Roy Stat Soc: Series A, 2015, 178(3): 619-639. DOI:10.1111/rssa.12091.
- [35] Baraff AJ, McCormick TH, Raftery AE. Estimating uncertainty in respondent-driven sampling using a tree bootstrap method[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2016, 113(51):14668-14673. DOI:10.1073/pnas.1617258113.
- [36] Green AKB, McCormick TH, Raftery AE. Consistency for the tree bootstrap in respondent-driven sampling[J]. Biometrika, 2020, 107(2): 497-504. DOI:10.1093/biomet/asz067.
- [37] Rich AJ, Lachowsky NJ, Sereda P, et al. Estimating the size of the MSM population in Metro Vancouver, Canada, using multiple methods and diverse data sources[J]. J Urban Health, 2018, 95(2): 188-195. DOI: 10.1007/s11524-017-0176-8.
- [38] 王冰娜, 林鹏, 李艳, 等. 广东省三城市吸毒人群及其 HIV 感染者规模估计 [J]. 中国艾滋病性病, 2014, 20(8): 585-588. DOI:10.13419/j.cnki.aids.2014.08.003.
- Wang BN, Lin P, Li Y, et al. Estimating the size of drug users and their HIV infection in three cities of Guangdong province[J]. Chin J AIDS STD, 2014, 20(8): 585-588. DOI: 10.13419/j.cnki.aids.2014.08.003.

- [39] Lahuerta M, Patnaik P, Ballo T, et al. HIV prevalence and related risk factors in men who have sex with men in Bamako, Mali: findings from a bio-behavioral survey using respondent-driven sampling[J]. *AIDS Behav*, 2018, 22(7): 2079-2088. DOI:10.1007/s10461-017-1793-7.
- [40] Apodaca K, Doshi RH, Ogwal M, et al. Capture-recapture among men who have sex with men and among female sex workers in 11 towns in Uganda[J]. *JMIR Public Health Surveill*, 2019, 5(2):e12316. DOI:10.2196/12316.
- [41] DD Jarlais D, Khue PM, Feelemyer J, et al. Using dual capture/recapture studies to estimate the population size of persons who inject drugs (PWID) in the city of Hai Phong, Vietnam[J]. *Drug Alcohol Depend*, 2018, 185: 106-111. DOI:10.1016/j.drugalcdep.2017.11.033.
- [42] Plettinckx E, Crawford FW, Antoine J, et al. Estimates of people who injected drugs within the last 12 months in Belgium based on a capture-recapture and multiplier method[J]. *Drug Alcohol Depend*, 2021, 219:108436. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2020.108436.
- [43] 汪晓慧, 李剑波, 杨洋. 成都市>35岁流动人口高血压患病率、知晓率、治疗率与控制情况分析[J]. *现代预防医学*, 2020, 47(17):3217-3219, 3242.
Wang XH, Li JB, Yang Y. Prevalence, awareness, treatment and control of hypertension among migrant population, Chengdu[J]. *Mod Prev Med*, 2020, 47(17): 3217-3219, 3242.
- [44] 侯富壤, 杨洋, 余双彬, 等. 成都市流动人口生命质量两领域影响因素分析比较研究[J]. *现代预防医学*, 2020, 47(9): 1621-1624, 1646.
Hou FR, Yang Y, Yu SB, et al. Comparative analysis of influencing factors in two fields of life quality of floating population in Chengdu[J]. *Mod Prev Med*, 2020, 47(9): 1621-1624, 1646.
- [45] Liu M, McCann M, Lewis-Michl E, et al. Respondent driven sampling in a biomonitoring study of refugees from Burma in Buffalo, New York who eat Great Lakes fish[J]. *Int J Hyg Environ Health*, 2018, 221(5): 792-799. DOI: 10.1016/j.ijheh.2018.04.014.
- [46] Dhawan A, Mishra AK, Ambekar A, et al. Estimating the size of substance using street children in Delhi using Respondent-Driven Sampling (RDS) [J]. *Asian J Psychiatr*, 2020, 48:101890. DOI:10.1016/j.ajp.2019.101890.
- [47] Gile KJ, Handcock MS. Respondent-driven sampling: an assessment of current methodology[J]. *Sociol Methodol*, 2010, 40(1): 285-327. DOI: 10.1111/j. 1467-9531.2010. 01223.x.
- [48] Johnston LG, Hakim AJ, Dittrich S, et al. A systematic review of published respondent-driven sampling surveys collecting behavioral and biologic data[J]. *AIDS Behav*, 2016, 20(8):1754-1776. DOI:10.1007/s10461-016-1346-5.
- [49] Guimarães MDC. Caution on the interpretation of respondent-driven sampling results[J]. *AIDS Res Hum Retroviruses*, 2020, 36(4): 253. DOI: 10.1089/AID.2019. 0173.
- [50] da Costa LM, Raiol NC, Lisboa BLA, et al. Prevalence and risk factors for human immunodeficiency virus infection among female sex workers: distinct offers of sexual services in a municipality of the Brazilian Amazon[J]. *AIDS Res Hum Retroviruses*, 2019, 35(9):826-832. DOI: 10.1089/AID.2019.0032.
- [51] White RG, Hakim AJ, Salganik MJ, et al. Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology for respondent-driven sampling studies: "STROBE-RDS" statement[J]. *J Clin Epidemiol*, 2015, 68(12): 1463-1471. DOI:10.1016/j.jclinepi.2015.04.002.

读者·作者·编者

本刊常用缩略语

本刊对以下较为熟悉的一些常用医学词汇将允许直接用缩写,即在文章中第一次出现时,可以不标注中文和英文全称。

OR	比值比	HBcAg	乙型肝炎核心抗原
RR	相对危险度	HBeAg	乙型肝炎e抗原
CI	可信区间	HBsAg	乙型肝炎表面抗原
P_n	第n百分位数	抗-HBs	乙型肝炎表面抗体
AIDS	艾滋病	抗-HBc	乙型肝炎核心抗体
HIV	艾滋病病毒	抗-HBe	乙型肝炎e抗体
MSM	男男性行为者	ALT	丙氨酸氨基转移酶
STD	性传播疾病	AST	天冬氨酸氨基转移酶
DNA	脱氧核糖核酸	HPV	人乳头瘤病毒
RNA	核糖核酸	DBP	舒张压
PCR	聚合酶链式反应	SBP	收缩压
RT-PCR	反转录聚合酶链式反应	BMI	体质指数
Ct值	每个反应管内荧光信号达到设定的 阈值时所经历的循环数	MS	代谢综合征
PAGE	聚丙烯酰胺凝胶电泳	FPG	空腹血糖
PFGE	脉冲场凝胶电泳	HDL-C	高密度脂蛋白胆固醇
ELISA	酶联免疫吸附试验	LDL-C	低密度脂蛋白胆固醇
A值	吸光度值	TC	总胆固醇
GMT	几何平均滴度	TG	甘油三酯
HBV	乙型肝炎病毒	CDC	疾病预防控制中心
HCV	丙型肝炎病毒	WHO	世界卫生组织
HEV	戊型肝炎病毒		