

德尔菲法及其在公共卫生领域的应用和展望

丁晋飞¹, 谈立峰², 汤在祥¹, 沈月平¹

摘要: 德尔菲法(Delphi method)是一个重复进行的专家咨询过程,以整合一组专家个人意见成群组共识为目的的主观评价和预测的方法。该方法具有重复性、匿名性、可控的信息反馈性和对结果统计分析的四大特点,起初广泛应用于军事、社会和经济等领域,近年来在公共卫生领域的应用也日渐广泛。本文将介绍德尔菲法的概念、过程和特点等基本情况,阐述该方法在公共卫生领域内的应用现状,对该法未来发展作出总结和展望。

关键词: 德尔菲法; 公共卫生; 综述

Delphi Method in Public Health: A Review of Its Application and Prospect DING Jin-fei¹, TAN Li-feng², TANG Zai-xiang¹, SHEN Yue-Ping¹ (1.Soochow University, Suzhou, Jiangsu 215123, China; 2.Changzhou Health Supervision Institute, Changzhou, Jiangsu 213003, China). Address correspondence to SHEN Yue-ping, E-mail: syp_shen@yahoo.com.cn • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: The Delphi method is a structured communication technique to obtain subjective evaluation and to forecast on a certain issue based on the consensus among a panel of experts through a series of polling rounds using a questionnaire. Repetitive process, anonymity of the participants, controlled feedback and statistical aggregation are four characteristics that contribute to its extensive application in various areas varying from military, social science to economy, and even to public health in recent years. This paper introduced the concept, process, and crucial characteristics of Delphi method, reviewed its current application to public health, and briefly discussed its prospect for development.

Key Words: Delphi method; public health; review

1 概况

20 世纪 50 年代,在美国空军的赞助和支持下,兰德公司(Rand Corporation)的 Helmer、Dalkey 和 Gordon 开发了一种新的系统方法——德尔菲法(Delphi method),通过采用带有可控信息反馈的重复问卷调查过程来获得群组专家的意见^[1]。德尔菲法最初应用于美国国家防御事务中,由于国家安全保密原因,该法被开发 12 年后才被兰德公司公布并用于其他非军事领域。20 世纪 60 年代,德尔菲法无论在应用领域还是在理论体系的扩展方面都得到更加广泛的应用和发展,在技术预测和复杂社会问题评价等方面的应用尤为显著。

德尔菲法在医学领域中的应用始于护理学研究,后来逐渐扩展到其他学科。LONG 等^[2]在 2002 年的一份调查表中指出,德尔菲法是《今日护理教育》(Nurse Education Today)最为常用的研究方法之一,足以体现德尔菲法在护理学研究中的地位。如今德尔菲法以其适用性强和简单易行的特性逐渐被众多

研究者应用于公共卫生领域,研究者在应用过程中不断推进德尔菲法理论与其他理论结合,总结不足和缺陷,并演变出多种基于德尔菲法基本原理的新方法。

关于德尔菲法的定义,最初是一种通过一系列精密设计并带有可控信息反馈的问卷调查过程,以获得最可靠的群组专家意见共识为目的的分析方法^[3]。随着该方法的不断发展,很多基于德尔菲法基本原理的新方法并不总是以获得专家共识为目的,这使得人们对于德尔菲法定义的解读和理解更加多元化。如 LINSTONE 等^[4]认为德尔菲法是一种通过构建群组交流过程来使得一组专家作为一个整体去解决复杂问题的方法;Reid 认为德尔菲法是一种针对某一特定问题,从专家组系统地收集数据和整合判断信息的方法^[5]。

不同学者对德尔菲法的定义有所不同,但是其核心应用价值在于运用重复的问卷调查过程去获得群组专家对某个特定问题的态度、意愿和预测等。除了定义的不确定性之外,德尔菲法其他的不确定问题包括:专家共识的定义,对专家概念的定义和最佳人数的确定等。

传统德尔菲法(conventional Delphi)的经典过程主要包括六大步骤。步骤一:专家的选择,由研究人员按照研究目的选择对研究课题感兴趣的专家组成讨论组,联系并确定有时间和精力参与到调查研究中的专家,人数一般不超过 20 人。步骤二:第一轮问卷调查,向参加调查的专家发放首轮调查问卷,

[基金项目] 常州市科技局立项项目(编号:CS20109006)

[作者简介] 丁晋飞(1986—),男,硕士生;研究方向:公共卫生安全风险评价;E-mail: sudadjf@163.com

[通信作者] 沈月平副教授, E-mail: syp_shen@yahoo.com.cn

[作者单位] 1.苏州大学,江苏 苏州 215123; 2.常州市卫生监督所,江苏 常州 213003

一般采用信件或电子邮件的形式。该轮调查问卷主要由开放式的问题组成,主要内容为所研究问题及相关要求,并附上所有背景材料,同时征询专家还需要哪些材料。由专家对问卷作出书面答复,问卷调查过程中采用匿名方式进行。步骤三:提出预测或评价意见,专家根据收到的材料,提出自己的预测或者评价意见,并说明如何作出这些预测和评价。步骤四:汇总和比较首轮判断意见,将各位专家首轮判断意见汇总,列成图表后进行对比,第二轮以反馈信息的形式分发给各位专家,让专家比较自己同他人的不同意见,坚持或者修改自己的意见和判断。步骤五:回收上轮问卷,整理和分析后将得到的专家群组信息反馈给下轮并以问卷形式发给下一轮专家,逐轮收集意见并为专家反馈信息是德尔菲法的主要环节,收集意见和信息反馈一般要经过三、四轮。步骤六:对专家意见进行综合处理,将专家组的共识形成调查结论。

Martino 于 1983 年总结了德尔菲法的 4 个重要特点^[6]: (1)匿名性(anonymity),保证问卷调查过程的匿名性可以避免或减少身份、地位、资质等因素对专家的判断造成影响。问卷调查过程一般采用信件或者电子邮件的形式由研究者单独和专家联系。(2)调查的重复性(iteration),经多轮重复调查,专家组成员能根据反馈信息回顾并不断修正与完善自己的观点。(3)反馈信息的可控性(controlled feedback),反馈信息在调查中至关重要,它提供给每一位专家关于上一轮专家组的综合意见,从而让专家们比较自己的认知与他人的不同,从而让专家有可能重新考虑自己上一轮的观点,适当地按照反馈信息修改自己的观点。(4)专家意见的综合性(statistical aggregation),德尔菲法总结阶段往往通过汇总专家组意见算得的中位数来给出最终结论。

2 德尔菲法的新发展

随着传统德尔菲法的广泛应用,基于德尔菲法原理的众多新方法也应运而生。

1970 年, Turoff 提出了基于传统德尔菲法原理的新方法——政策德尔菲法(Policy Delphi)^[4]。政策德尔菲法致力于寻找重大问题潜在解决办法的最可能反对意见。政策德尔菲法的前提是决策者并不需要专家们去做出决策,只需要一组知识渊博并视野开阔的专家提供尽可能多的意见并提供相关证据。传统德尔菲法是一个决策工具,而政策德尔菲法则是一个决策辅助工具^[7]。政策德尔菲法和传统德尔菲法类似,都存在一些方法学本质上的局限性,研究者们对于局限性的批评主要有:不确定性调查问卷的使用,过分精简的结构化咨询过程限制新想法产生和实施过程花费时间过长^[8]。

为了改进德尔菲法的不确定性和模糊性,1985 年 Murry 等人提出将传统德尔菲法和模糊理论结合的概念。他们建议采用隶属度来建立每个参与专家之间的隶属函数^[9]。ISHIKAWA 等^[10]后来将模糊理论正式引入德尔菲法,开发出最大、最小和模糊积分算法并应用于预测未来计算机普及率,然而该法只适用于时间序列预测。2000 年 Hsu 和 Yang 采用三角模糊数来涵盖专家意见并以此建立了模糊德尔菲法^[11]。2008 年 KUO 等^[9]总结模糊德尔菲法的优点有:充分考虑和整合每一位专家的意见来实现群组决策共识,人类思想中的模糊部分如不确

定信息和主观信息都可以通过模糊数来包含,减少调查时间从而使得研究经济省时。2000 年 CHANG 等^[12]认为模糊德尔菲法仍需要改进,首先 Ishikawa 等人将专家咨询的次数减少至一轮,得到的专家信息可能不准确可靠,采用三点估计法也存在专家们可能会在如何定位中值方面陷入困境的问题。其次,三角模糊隶属函数可能会给专家们提供关于一些研究项目或问题本质的重要信息,对专家们的判断产生影响。

2006 年 GORDON 等^[13]通过删除多轮调查以减少调查时间来改进传统德尔菲法,新方法采用“实时”技术在线获得专家的意见和信息,因此称为实时德尔菲法(Real Time Delphi)。该法还运用英特网让专家参与调查研究,从而解决了专家参与研究的积极性问题并简化问卷调查过程^[14]。实时德尔菲法解决了传统德尔菲法的一些缺陷,如研究者任务复杂,缺少实时的结果展现,很难长时间地跟踪调查进程^[14]。其最大的优势在于,不管是用于标准德尔菲法的问题,还是用于决策分析、输入输出和交互影响分析的矩阵设计问题,实时德尔菲法都具有高效性和适用性。但现今的实时德尔菲法只有理论上的概念原型,要投入使用还需要更多的实践和研究^[13]。

德尔菲法最新的发展,是 2007 年由 White 和 Turoff 提出的问题解决德尔菲法(Problem Solving Delphi)^[15],通过收集参与者的排序和配对比较来获得专家组协调一致的意见。采用瑟斯顿比较判断法(Thurstone's Law of Comparative Judgment)将参与专家的意见集中到同一个动态协作区间内。面对如灾难应急响应等紧急问题时,该法可以帮助人们进行快速而有效地决策分析。同时动态协作区间让决策团队在解决问题时采用同一种方式进行。

3 公共卫生领域的应用

德尔菲法及其新方法在国内外公共卫生领域也有着广泛的应用,本项目分别从流行病学疾病防控研究、食品安全与卫生和卫生经济学评价方面分别进行评述。

3.1 德尔菲法与流行病学疾病防控研究

2002 年 RIVARA 等^[16]招募了 34 位专家预测在众多伤害事件中发生率最高的伤害事件,通过两轮问卷调查获得 79 项相关伤害事件,通过比较均数确定出发生率最高的依次是烧伤、机动车事故、暴力。德尔菲法在伤害预防领域内是获取专家意见共识的有效方法。2006 年 SUSIC 等^[17]采用三轮包含 45 名专家的德尔菲法确定斯洛文尼亚减少酒精危害的国家战略和公共行动,专家们达成共识的行动包括对酒精饮品实行国家垄断经营,增加有关酒精的税收和对获得和购买酒精立法等措施,并认为实行酒精相关教育计划的主要目标人群为儿童、年轻人和公司雇员。2008 年严薇荣等^[18]为构建有效预防和控制传染病疫情预警体系,采用德尔菲法筛选出 25 项预警指标并计算相应指标权重。采用德尔菲法,专家的权威性及代表性很重要,建立的指标体系应根据当地实际情况进行调整和应用。2010 年马芬等^[19]为建立钩端螺旋体病预警指标体系,应用德尔菲法确定预警指标和指标权重,共筛选出 7 个一级预警指标、27 个二级预警指标,初步建立了钩端螺旋体病爆发流行预警指标体系,可对该病的预测、预警提供参考。钩端螺旋体病的监测资料缺少阻碍了验证性研究的实行和定量预警数学模

型的建立。

3.2 德尔菲法应用于食品安全和卫生

2009 年 WENTHOLT 等^[20]运用德尔菲法收集重要利益相关者在发展食品风险管理框架工作的意见和观点,德尔菲法对因地域差异而无法进行面对面交流的专家,采用问卷调查形成专家共识。2011 年 JOSHI 等^[21]采用德尔菲法、层次分析法和 TOPSIS 法 (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) 共同构建评价冷链性能提升的基准框架,历时 15 d,由 14 名专家组成的专家组对原有的 36 个指标进行筛选得出 7 项指标 25 项次级指标组成评价体系,该体系可以帮助管理者理解现有冷链性能、优缺点、影响性能因素等,并根据先进经验和现有基准对冷链进行改进。2006 年杨卫国等^[22]应用德尔菲法,确定成效评价指标体系包括 3 项一级指标和 19 项二级指标,可较好地评价餐饮业推行量化分级管理所取得的成效,具有较高的信度。

3.3 德尔菲法用于卫生经济学评价

2002 年 THAULOW 等^[23]招募来自加拿大和挪威的临床专家,分析多种临床治疗结果所耗费的卫生保健资源,最终认定冠状动脉血管成形术后再使用氨氯地平治疗的成本效果较其他治疗方案更好。2004 年, MERTENS 等^[24]用包含 17 名专家的三轮德尔菲法确定关于提高儿童期患癌症的成年幸存者卫生保健的障碍、模型和最佳措施。专家组确定的主要障碍是护理者和患者对健康风险的认识不足,推荐的护理模型将纳入慢性疾病管理模型,最佳措施是提高护理者和患者对相关健康风险的认知并进行教育。2007 年 WU 等^[25]采用改进德尔菲法、层次分析法和敏感性分析方法建立区域性医院选择最佳地址的评价模型,并评价模型的有效性,该模型给医院管理者和学者建立新医疗设施选址的标准方法提供有价值的参考。

3.4 德尔菲法用于医疗卫生服务评价

2004 年 O' LOUGHLIN 等^[26]采用包括 52 名医疗卫生服务领域的高级职员的三轮政策德尔菲法对爱尔兰公共医疗卫生服务资源分配公平性研究,专家组提出了一系列建议:实行和发展以需求为基础的资源分配模型,认为建立模型的主要障碍是现有国家数据来源的不足,建议改善爱尔兰的国家卫生信息系统。该研究的专家组没有包括决策者,这样的设计缺点是一定程度上减少了结果可信度,但却让专家们可以不受决策者影响而更加自由地发表自己的意见。2006 年杜进林等^[27]应用层次分析法和改进德尔菲法构建新型农村合作医疗综合评价指标体系,并确定评价指标权重,利用各省卫生厅对所属各试点县运行状况的简单排序,作为衡量所建立的新型农村合作医疗综合评价指标体系的验证标准。两者的符合率较高,建立的指标体系有较高的适用性和可操作性。2010 年张莉等^[28]运用德尔菲专家咨询法来确定社区护理质量指标体系的维度以及各维度指标群,根据各指标重要性评分来计算权重系数,并对结果进行了内容效度 (content validity) 和内部一致性信度 (internal consistency validity) 的检验,结果表明社区护理质量指标体系具有较好的适宜性、导向性、变异性以及实际应用价值。

和国外研究比较,国内研究还处于初步应用阶段。首先,国内大多数研究仅限于应用德尔菲法来进行专家意见咨询和确定指标评价体系,很少研究应用在统计预测和统计决策领

域。其次,由于传统德尔菲法自身的局限性,近年来国外研究者基于传统德尔菲法原理并进行改进,出现了政策德尔菲法、模糊德尔菲法和实时德尔菲法等新方法,但是国内研究较少应用这些新方法进行指标评价和统计预测。再次,在德尔菲法的应用领域方面,国内研究大多都应用于护理学科相关领域,今后可望广泛应用于卫生领域的疾病预防和控制、卫生政策决策和医疗卫生服务等方面。最后,国内关于德尔菲法的研究很少对研究的信度和效度进行评价,但有研究者已经对信度和效度检验进行了有益的探索,提出 4 项指标^[29]来进行信度和效度评价。德尔菲法及其衍生新方法在国内的广泛应用还需要众多医学科研工作者和统计预测专家的深入研究。

4 总结与展望

随着德尔菲法的优点被人们认识,越来越多的研究者将该方法应用到科学研究中。在其应用普及的过程中,研究者也发现了德尔菲法本身存在的诸多不足。如 WOUDEBERG^[30]认为德尔菲法过分强调共识的形成也在无形中产生让参与者跟随主流意见的压力,并且德尔菲法的信度和效度很难衡量,只有对相同情境下的德尔菲法研究过程才能具有比较性。HENSON^[31]认为德尔菲法存在两个问题和局限:其一是只有当专家组的意见包括了全体意见时,德尔菲法才是有效的;其二是研究者的领导角色可能会对研究产生偏倚,因此合理设计研究至关重要。ROWE 等^[32]在 2001 年发现过去 25 年间只有 10 项德尔菲法研究采用了假设检验;并比较了 24 项研究的效度,其中只有 71% 采用德尔菲法提高了效度,其余效度都有所下降。ARMSTRONG^[33]认为德尔菲法存在的问题还包括:何种类型的信息反馈有助于提高方法的效度,采用平衡均数是否比采用均数和中位数更好,需要选择哪类专家等。

德尔菲法有上述问题,但很多研究者在提出问题的同时也给出解决办法或探索思路。如 CRAMER^[34]在考虑研究需要几轮问卷调查合适时,查阅文献得出:研究目的是排序,一轮专家咨询即可;两至三轮调查后,专家就会产生疲劳。关于最佳专家组人数问题,德尔菲法的可靠性会随着调查组专家人数上升而增加,但太庞大的调查组也会使研究变得难以管理和实施。德尔菲法研究的可靠性在 13 个参与者时达到一个收益递减点,再增加人数会减少其可靠性^[34]。对于德尔菲法缺少信度和效度检验的问题,国内研究者普遍采用 4 项指标来评价:(1) 专家积极系数,即调查问卷回收率,反映专家对研究课题的关心程度;(2) 专家意见集中程度,用均数、满分频率和等级和来描述;(3) 专家意见协调程度,指示专家对每项指标的评价是否存在较大分歧,或找出高度协调的专家和持有不同观点的专家,可通过变异系数或协调系数求得;(4) 专家的权威系数,一般由专家自评或相互评价得到^[34]。

作为一种高效省时、简单易行的定性分析方法,德尔菲法正在不断地被越来越多的研究者应用,但是其自身的缺陷和不足,还需要更多的研究去发现并解决,进而促进德尔菲法理论的不完善和应用的不断扩展。在公共卫生领域,目前国内对德尔菲法的推广和应用处在一个积极引进消化的阶段,需要研究者们结合实际情况,不断积累宝贵经验并在此基础上积极创新。

• 作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] LINSTONE H A, TUROFF M. Delphi: A brief look backward and forward[J]. Technol Forecast and Soc Change, 2010, 78(9): 1712-1719.
- [2] LONG T, JOHNSON M. Research in Nurse Education Today: do we meet our aims and scope? [J]. Nurse Educ Today, 2005, 25(8): 601-608.
- [3] DALKEY N, HELMER O. An experimental application of the DELPHI method to the use of experts [J]. Manage Sci, 1963, 9(3): 458-467.
- [4] LINSTONE H A, TUROFF M. Delphi method: techniques and applications[M]. Boston: Addison-Wesley Publishing, 1975: 282-287.
- [5] REID N. The Delphi technique: its contribution to the evaluation of professional practice[M]. New York: Croom Held, 1988: 230-262.
- [6] MARTINO J P. Technological forecasting for decision making[M]. New York: North-Holland, 1983: 17-19.
- [7] DE LOE R C. Exploring complex policy questions using the policy Delphi: A multi-round, interactive survey method[J]. Applied Geography, 1995, 15(1): 53-68.
- [8] KLENK N L, HICKEY G M. A virtual and anonymous, deliberative and analytic participation process for planning and evaluation: The Concept Mapping Policy Delphi[J]. Intern J Forecast, 2011, 27(1): 152-165.
- [9] KUO Y F, CHEN P C. Constructing performance appraisal indicators for mobility of the service industries using Fuzzy Delphi Method[J]. Expert Systems Appl, 2008, 35(4): 1930-1939.
- [10] ISHIKAWA A, AMAGASA M, SHIGA T, et al. The max-min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration[J]. Fuzzy Sets Syst, 1993, 55(3): 241-253.
- [11] MA Z, SHAO C, MA S, et al. Constructing road safety performance indicators using Fuzzy Delphi Method and Grey Delphi Method[J]. Expert Systems Appl, 2011, 38(3): 1509-1514.
- [12] CHANG P T, HUANG L C, LIN H J. The fuzzy Delphi method via fuzzy statistics and membership function fitting and an application to the human resources[J]. Fuzzy Sets Syst, 2000, 112(3): 511-520.
- [13] GORDON T, PEASE A. RT Delphi: An efficient, "round-less" almost real time Delphi method[J]. Technol Forecast Soc Change, 2006, 73(4): 321-333.
- [14] GNATZY T, WARTH J, VON DER GRACHT H, et al. Validating an innovative real-time Delphi approach-A methodological comparison between real-time and conventional Delphi studies[J]. Technol Forecast Soc Change, 2011, 78(9): 1681-1694.
- [15] WHITE C, TUROFF M, WALLE B V D. A dynamic Delphi process utilizing a modified thurstone scaling method: collaborative judgement in emergency response[C]. Proceedings of the 4th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management. Harbin, 2007: 7-15.
- [16] RIVARA F P, JOHANSEN J M, THOMPSON D C. Research on injury prevention: topics for systematic review[J]. Inj Prev, 2002, 8(2): 161-164.
- [17] SUSIC T P, SVAB I, KOLSEK M. Community actions against alcohol drinking in Slovenia—a Delphi study[J]. Drug Alcohol Depend, 2006, 83(3): 255-261.
- [18] 严薇荣, 岳丽, 魏晟, 等. 我国传染病疫情预警指标体系构建[J]. 中国公共卫生, 2008, 24(8): 1018-1020.
- [19] 马芬, 卢亮平, 王丽, 等. 钩端螺旋体病预警指标体系研究[J]. 中国人兽共患病学报, 2010(10): 891-894.
- [20] WENTHOLT M T A, ROWE G, KÖNIG A, et al. The views of key stakeholders on an evolving food risk governance framework: Results from a Delphi study[J]. Food Policy, 2009, 34(6): 539-548.
- [21] JOSHI R, BANWET D K, SHANKAR R. A Delphi-AHP-TOPSIS based benchmarking framework for performance improvement of a cold chain[J]. Expert Systems Appl, 2011, 38(8): 10170-10182.
- [22] 杨卫国, 黄彪, 黄宏瑜, 等. 餐饮业量化分级管理成效评价指标 Delphi 法应用[J]. 中国公共卫生, 2006, 22(10): 1220-1222.
- [23] THAULOW E, JORGENSEN B, DOYLE J J, et al. A pharmacoeconomic evaluation of results from the coronary angioplasty amlodipine restenosis study(CAPARES) in Norway and Canada[J]. Int J Cardiol, 2002, 84(1): 23-30.
- [24] MERTENS A C, COTTER K L, FOSTER B M, et al. Improving health care for adult survivors of childhood cancer: recommendations from a Delphi panel of health policy experts[J]. Health Policy, 2004, 69(2): 169-178.
- [25] WU C R, LIN C T, CHEN H C. Optimal selection of location for Taiwanese hospitals to ensure a competitive advantage by using the analytic hierarchy process and sensitivity analysis[J]. Build Environ, 2007, 42(3): 1431-1444.
- [26] O'LOUGHLIN R, KELLY A. Equity in resource allocation in the Irish health service: A policy Delphi study[J]. Health Policy, 2004, 67(3): 271-280.
- [27] 杜进林, 李颖琰, 王禄生. 新型农村合作医疗综合评价指标体系建立[J]. 中国卫生统计, 2006, 23(5): 413-416.
- [28] 张莉, 周颖清, 陈祖禹. 社区护理质量指标体系的建立及应用研究[J]. 中国全科医学, 2010, 13(7): 704-708.
- [29] 平卫伟, 谭红专. Delphi 法的研究进展及其在医学中的应用[J]. 疾病控制杂志, 2003, 7(3): 243-246.
- [30] WOUDEBERG F. An evaluation of Delphi[J]. Technol Forecast Soc Change, 1991, 40(2): 131-150.
- [31] HENSON S. Estimating the incidence of food-borne Salmonella and the effectiveness of alternative control measures using the Delphi method[J]. Int J Food Microbiol, 1997, 35(3): 195-204.
- [32] ROWE G, WRIGHT G. Expert opinions in forecasting: The role of the Delphi Technique[M]. Boston: Kluwer Academic, 2001: 125-144.
- [33] ARMSTRONG J S. Findings from evidence-based forecasting: Methods for reducing forecast error[J]. Int J Forecast, 2006, 22(3): 583-598.
- [34] CRAMER C K, EPSTEIN J B, SHEPS S B, et al. Modified Delphi survey for decision analysis for prophylaxis of post-radiation osteonecrosis[J]. Oral Oncology, 2002, 38(6): 574-583.
- [35] 平卫伟, 谭红专. Delphi 法的研究进展及其在医学中的应用[J]. 疾病控制杂志, 2003, 7(3): 243-246.

(收稿日期: 2012-03-16)

(英文编审: 金克峙; 编辑: 张晶; 校对: 徐新春)