

## 大数据背景下的脑卒中疾病负担研究方法概述

宋子伟 张梅 王志会 齐士格 王丽敏

中国疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防控制中心慢病危险因素监测室/老年健康室,北京 100050

通信作者:王丽敏,Email:wanglimin@ncncd.chinacdc.cn

**【摘要】** 脑卒中发病具有致残率高、死亡率高的特点,给社会和个人带来巨大的疾病负担。在全球卫生系统高度信息化的今天,各国纷纷搭建与完善公共卫生信息平台,通过平台中的公共卫生信息实现收集、整理、挖掘、分析、共享一体化,研究脑卒中的疾病负担,为卫生决策提供支撑。本研究通过对国内外文献资料进行检索复习,概述了我国脑卒中疾病负担的研究方法及其公共卫生信息来源,评价了各个疾病负担研究方法的公共卫生学意义以及局限性,描述了全球以及我国脑卒中疾病负担大数据平台的应用及发展情况,并通过总结我国现有的脑卒中疾病负担评价系统的局限性,对我国建立更加现代化以及信息化的脑卒中疾病负担评价系统提供建议。

**【关键词】** 脑卒中; 大数据; 疾病负担

**基金项目:**国家重点研发计划(2018YFC1311706)

### Summary of research methods of stroke disease burden in big data era

Song Ziwei, Zhang Mei, Wang Zhihui, Qi Shige, Wang Limin

Division of Non-communicable Disease Risk Factor Surveillance Division of Elderly Health, National Center for Chronic and Non-communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China

Corresponding author: Wang Limin, Email: wanglimin@ncncd.chinacdc.cn

**【Abstract】** Stroke has high disability rate and high mortality rate, resulting in huge disease burden to society and individuals. In the context of highly informationization of global health system, countries have built and improved various public health information platform to provide support for health decision-making through public health information collection, classification, extraction, analysis and sharing in the research of disease burden of stroke. Based on the retrieval of domestic and foreign literatures, this paper summarizes the research methods of stroke-caused disease burden and its public health information sources in China, evaluates the significance of public health as well as the limitations of each research method of disease burden and describes the application and development of stroke-caused disease burden big data platform in the world, and provide suggestions for establishing a more modern and information-based stroke-caused disease burden evaluation system in China by analyzing the limitations of the existing stroke-caused disease burden evaluation system.

**【Key words】** Stroke; Big data; Burden of disease

**Fund program:** National Key Research and Development Program of China (2018YFC1311706)

脑卒中是临床上常见的急性脑血液循环障碍性疾病,患者在发病后,常出现以偏瘫、失语、交叉性瘫痪为主的临床表现,病情严重者可丧失自主生活能力,生活质量急剧下

降<sup>[1]</sup>。2017 年全球疾病负担(Global Burden of Disease, GBD)研究结果显示<sup>[2-5]</sup>,心脑血管疾病是我国居民死亡原因之首,其中脑卒中更是全球第二大死亡原因,也是造成残疾

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200707-00930

收稿日期 2020-07-07 本文编辑 李银鸽

引用本文:宋子伟,张梅,王志会,等.大数据背景下的脑卒中疾病负担研究方法概述[J].中华流行病学杂志,2021,42(9):1695-1699. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200707-00930.



的主要原因。由于全球人口老龄化加速,脑卒中发病率正在上升<sup>[6]</sup>。我国脑卒中的发病率正在以每年 8.7% 的速率递增<sup>[7]</sup>,每年新发脑卒中患者中有 70%~80% 的幸存者失去独立生活的能力<sup>[8]</sup>。疾病负担的一些指标已经成为评估脑卒中患者生存质量和寿命损失的有效公共卫生学指标,同时也是各国政府制定卫生政策、分配卫生资源的重要决策依据。本文对基于大数据背景下的脑卒中疾病负担的评价方法、数据来源进行综述,并评价这些研究方法的优点与局限性,为利用大数据手段建立脑卒中疾病负担评价体系及为政策制定提供依据。

1. 脑卒中疾病负担概念及大数据背景下的评价方法:疾病负担是指因患病、伤残和过早死亡给个人、家庭和社会造成的经济、健康和寿命损失,研究领域涉及流行病学、卫生经济学和社会医学等多个学科<sup>[9]</sup>。疾病负担大数据平台从多个数据源采集公共卫生信息,清洗与集成数据,对数据仓库元数据进行管理,构建数据模型并分析数据,最终将分析结果共享并投入应用。美国华盛顿大学卫生计量与评估研究所牵头的 GBD 项目,评估了全球 195 个国家和地区的 300 余种疾病、伤害和危险因素的疾病负担,其中包含了脑卒中的疾病负担。该项目利用数据网络建立科学的评价体系,运用多个指标,定量、客观、全面地综合评价脑卒中患病、伤残和死亡对个人、家庭和社会的影响,有着十分积极的公共卫生学意义。

(1)数据来源及方法:GBD 研究项目用于计算脑卒中疾病负担的数据主要来自美国华盛顿大学牵头研发的电子数据捕获系统(REDCap)<sup>[10]</sup>,该系统具有输入数据、导出数据、自动跟踪数据并进行统计学分析以及导入外部数据等功能,其数据来源广,综合计算患病率、发病率、伤残率、死亡率、死因构成比等脑卒中流行状况评价指标的能力较强<sup>[11]</sup>。

现阶段,我国脑卒中疾病负担计算模式遵从危险因素识别与风险评估,数据收集与校正,最终通过相关数据计算有关流行病学指标的流程。其中脑卒中患病情况及其相关危险因素数据主要来自中国慢性病及其危险因素监测系统<sup>[12-13]</sup>,死亡率和死因构成主要通过死因监测系统结合生命登记资料、人口普查资料进行分析。伤残指标数据主要来自对医院或者康复机构的患者进行的问卷调查或国外的文献。在提取相关的监测资料及人口学资料后,研究者需要根据数据特征对数据进行清理。当数据存在缺失值或收集数据时漏报情况较为严重而导致研究结果存在较大偏倚时,通常需要在分析时用贝叶斯元回归模型(Dismod-MR)或时空高斯过程回归(ST-PGR)等机器学习手段进行流行病学指标校正<sup>[14]</sup>。这两种模型属于混合效应模型,它们的优势是可以整合多源数据,并对需要测算的流行病学指标进行估计。在清理数据并使用机器学习方法后,研究者可较为精准地对脑卒中的危险因素进行风险评估,并对相关流行病学指标进行计算。

我国的脑卒中数据收集系统的优势在于资料易于收集、计算方便、结果直观,但是各种信息之间相对孤立与静

止,难以综合利用多源数据掌控全周期的脑卒中疾病负担情况。其研究结果可代表某一特定人群的患病状况或者死亡状况,但难以反映脑卒中对人群寿命损失影响及脑卒中随时间趋势的变化。为了克服这些缺陷,更全面的评估出脑卒中对病患带来的寿命损失以及生活质量的影响,流行病学家在分析脑卒中疾病负担时引入了疾病负担时间趋势分析以及生存分析的手段。

(2)生存分析与时间趋势分析评价方法:随着时代的发展,潜在寿命损失年(years of potential life lost, YPLL)、伤残所致健康寿命损失年(years lived with disability, YLD)、因早死所致寿命损失年(years of life lost, YLL)、伤残调整寿命年(disability adjusted life years, DALY)等指标被引入脑卒中疾病负担的评价指标体系,所用的死亡数据来自于死因监测系统,患病及相关后遗症以及危险因素数据来自我国历年中国慢性病及其危险因素监测、中国居民营养与健康状况调查、国家卫生服务调查等调查<sup>[15-16]</sup>,以及已发表的相关研究结果。在计算脑卒中的 DALY 时,脑卒中的患病数、死亡数、伤残权重、贴现率等指标较易从监测系统或相关文献中获得,但是患者的患病时间和平均病程通常不易直接获得。根据 WHO 提供的 Dismod 模型<sup>[17]</sup>,可以利用疾病发生率、患病率、缓解率、病死率和死亡率这几个变量进行交互分析,最终求得脑卒中患者的平均病程,进行脑卒中的生存分析。在测算完脑卒中的相关流行病学指标和生存分析指标后,可以建立 Joinpoint 回归模型,计算率的年度变化百分比(annual percent change, APC)<sup>[18]</sup>,分析脑卒中的流行及疾病负担趋势,为指导阶段性脑卒中防控提供理论依据。

在对脑卒中疾病负担进行生存分析与时间趋势分析时,研究者综合利用大数据手段,不仅考虑了致命性结果指标或者患病指标,更引入了时间来测算患者的健康生存影响指标以及寿命损失等指标及其变化,有利于进行成本效益分析,量化疾病负担,帮助决策者制定更有意义的卫生政策<sup>[19]</sup>。但是,研究中引入的伤残权重、贴现率、年龄权重等指标往往来自国外研究,不一定完全反映我国国情,也难以反映当地人群脑卒中的实际疾病负担;而且,在计算时,期望寿命的引用常常不能客观地代表研究地区的人群健康情况。因此,在健康资料不完整的国家和地区,此项研究往往难以进行。

2. 我国脑卒中疾病经济负担及大数据背景下的评价方法:疾病经济负担是指由于疾病发病、伤残(失能)和过早死亡给患者、家庭、社会带来的经济损失和资源消耗<sup>[20]</sup>。按疾病对社会和人群的影响分为直接经济负担、间接经济负担和无形经济负担。直接经济负担包括直接医疗费用和直接非医疗费用<sup>[21]</sup>。间接经济负担是指由患病使有效劳动时间减少和劳动能力降低造成的社会和家庭的价值损失<sup>[22]</sup>。无形经济负担是指患者及其家属因疾病所遭受的痛苦、忧虑、悲伤和社会隔离等导致生活质量下降,而无法用货币衡量的损失<sup>[23]</sup>。

(1)直接经济负担计算方法:目前计算疾病直接经济负

担的常用方法有上下法、分步模型法、直接法以及自下而上法。其中上下法以及直接法是在获取全国或研究地区卒中中总医疗费用的基础上,根据住院天数或发病(患病)率得出相应的系数,再带入相关公式进行医疗费用计算的方法。其中医疗费用资料大多利用研究地区医院信息系统(Hospital Information System, HIS)或医疗保险信息系统中的数据进行计算<sup>[24]</sup>,有时也会结合卫生服务调查中脑卒中的医疗卫生服务数据,如中国健康与养老追踪调查(China Health and Retirement Longitudinal Study, CHARLS)数据库或特殊设计的有关医疗卫生费用的问卷中的数据进行分析<sup>[25]</sup>。卒中患病率或发病率来自监测或调查资料。这些方法数据虽然便于收集,但数据不全面,往往忽视了非医疗费用支出,患病率或发病率需要考虑地区差异才更有公共卫生学意义。

利用分步模型法及自下而上法计算脑卒中的疾病负担时,研究者需要将医疗费用分成人均门诊费用以及人均住院费用,再乘以对应范围内的总居民数和该模型的系数,才可以求出该地区的总医疗费用<sup>[26]</sup>。这两种方法的患病资料常来自国家或者某地区的卫生服务调查数据库,人口学资料来自《中国卫生统计年鉴》以及部分典型调查数据,研究者往往对卒中患者采用面对面访谈或电话采访,结合医院的成本计算系统获取卒中规定时间内初始住院费用(包括药物、住院护理、外科手术、实验室和影像检查),门诊费用(包括药物、亚专科诊所、康复治疗、实验室和影像检查)及其他医院诊治费用,最终获取每一位患者的实际资源消耗,计算出每一位患者的平均治疗成本<sup>[27-29]</sup>。由于这些方法将医疗费用划分的较为细致,所以测算的结果精度较高,但对资料的要求高,需要详细而精确的调查数据,收集资料具有一定的难度<sup>[30]</sup>。

将上下法与自下而上法相结合,从宏观角度获得某地区的卒中总医疗费用,再通过对卒中患者的调查计算平均治疗成本,可以运用现有资源弥补数据的缺漏,从总体上准确评估卒中直接经济负担<sup>[31]</sup>。我国目前鲜有将这两种方法结合的研究,但是我国的医保数据系统及医院信息系统较为完善,在未来的研究中可以考虑结合卒中发病登记报告及病案首页信息,得到精度更高的疾病负担结果。

(2)间接经济负担计算方法:脑卒中间接经济负担一般可分为生产力损失、非正式护理费用和缴纳的医疗保障金等,一些发达国家还包含一定程度的政府支出<sup>[32-33]</sup>。使用这些方法研究疾病负担时,一般数据来源于当地的卫生服务调查,抽取少量医院对其患者及家属进行调查收集相关信息。间接经济负担需要结合生存分析的相关指标、人均国民生产总值以及生产力权重进行计算,其中伤残权数可以在GBD伤残权数项目表获得,人均国民生产总值可以通过国家统计局的资料获得。此外,由于卒中康复周期长、致残率高,所以寿命周期成本也是计算间接经济损失时不可缺少的部分,主要包括卒中发生后3年内花费的多余经济成本,所以在研究时常常需要随访患者及其家属,计算

较为复杂。

(3)无形经济负担计算方法:无形经济负担研究包括定量与定性研究方法。定量研究方法主要有支付意愿法、人群健康综合测量指标法和生命量表法等。定性研究方法主要有访谈法<sup>[34]</sup>。支付意愿法是目前较为主流的一种计算无形经济负担的方法,其原理是通过观察或询问人们对健康损害的减少(或增加)所愿支付(或补偿)的货币金额来反映健康损失的价值<sup>[35]</sup>。该方法常通过人群抽样调查,收集人们愿意支付多少钱来替换或降低影响健康的危险因素等信息,定量估算出疾病造成的痛苦、悲伤和不便等导致的无形负担。利用该方法进行研究时常常需要利用相关卫生服务调查中的访谈材料以及问卷资料,但是由于调查条件的限制以及被调查的人群文化程度差异较大,对疾病的认识不同,调查的质量往往难以控制。

3. 大数据背景下的脑卒中疾病负担研究的发展:在大数据全球共享与发展的大背景下,卒中疾病负担研究的形式变得愈发多元化与合作化。GBD研究项目连接了多国的公共卫生监测系统,定期更新各国的卒中疾病负担状况,为全球公共卫生系统信息共享构建了便捷的交互网络。自2009年以来,中国CDC慢性非传染性疾病预防控制中心(慢病中心)与美国华盛顿大学健康测量与评估中心(IHME)合作建立了中国疾病负担合作研究中心,通过对我国慢性病相关监测、大规模流行病学调查数据、发表的论文和报告以及社会、经济、人口学数据进行整合,研究分析了我国和各省卒中疾病负担<sup>[13]</sup>。在各国政府和研究机构均已认识到医疗大数据作为国家基础性战略资源的重要性的今天,如何完善卒中疾病负担数据平台,建立适合中国国情的卒中疾病负担研究指标与体系,并根据研究结果指导推动卫生政策的实施,显得尤为重要。

(1)搭建高效多源的大数据疾病负担分析平台:目前,云计算凭借其强大的计算和存储能力已经发展成为主流的医疗大数据分析处理支撑平台,但是医疗大数据平台资源大部分用于传染病的预测或者健康管理,我国还没有搭建起适合我国国情的疾病经济负担研究系统。相较发达国家,我国现阶段卒中疾病负担的研究数据来源较为单一,对数据的处理与应用还不够深入,并未有效整合多源数据并进行疾病负担的高效评估。并且,我国卒中疾病经济负担研究大多为特定医疗卫生机构的临床或流行病学相关研究,或多利用现成的病例登记或者问卷随访资料自行设计的计算方法进行测算,这些测算方法的适用性尚未得到公认,国内也无统一的测算方法和标准进行比照,测算结果有局限性,且真实性和可靠性尚难认定。因此,在卒中流行趋势全球化的今天,我国卫生信息在抽取、转化、装载时应该更有针对性<sup>[36]</sup>。在统计就诊次数、就诊费用以及住院费用等数据时,应该多利用各种网络医疗平台的数据,结合医保平台或者医疗服务机构提供的数据,构建电子健康档案、电子病历数据库,建设医疗健康管理和大数据应用服务体系,加强大数据基础研究。在利用医疗卫生数据的同时,

综合利用环境、交通、金融、教育、科技、农业等各个行业的相关数据进行全面的疾病负担分析,重点完善健康领域信息资源建设,整合多种监测系统外的数据,提升疾病负担系统对数据的追踪能力与处理能力,构建出适合我国的慢性病疾病负担信息平台。

(2)进一步完善理论框架:除了建立高效多源的数据平台外,我国对脑卒中疾病负担的相关研究理论也需要不断深入。WHO 以及 GBD 推荐在计算疾病负担相关流行病学指标时通过机器学习模型或其他统计学手段进行校正,但是我国现有的研究鲜有涉及;在脑卒中经济负担评价方面,除了常规的计量指标,相关量表和理论框架难以标准化,而且也无法完全适应我国的脑卒中疾病负担情况,缺乏统一的衡量标准。在计算 DALY 和 QALY 时,我国研究者依然只能套用国外研究者研究出的伤残系数以及多种量表,缺乏适合我国国情的一套计算工具。因此,国内相关研究尚需在脑卒中疾病负担的评估方法和各种疾病负担评估的质量控制方面进一步完善。我国可以仿照国外学者的相关研究,建立机器学习模型,模拟不同人群的脑卒中的自然史,根据不同的疾病状态(如初次脑卒中发病、发病后存活和死亡)计算分配给每种疾病状态的成本,得出每种状态转换的概率,再乘以相应的倍数,计算出脑卒中的总体预期成本。这种方法可以有效整合卫生内部成本与卫生部门外患者的自付费用。通过加强卫生部门信息系统、医疗保险系统、交通部门、财政系统等多部门的协作,计算出较为精确的估计出脑卒中的经济负担<sup>[37]</sup>。

(3)疾病负担研究向政策的转化:在数据平台和理论框架的支撑下,大数据背景下的疾病负担研究以挖掘和分析为手段,以医疗大数据技术为基础,能够提供更加全面客观的决策依据。我国脑卒中患者群体基数大、治疗率低、卫生资源短缺,并且脑卒中的发病风险因素较多且复杂,政府在改进心脑血管卫生服务体系、减轻疾病负担方面面临更大的挑战。因此,充分利用脑卒中疾病负担的研究成果,制定符合本地实际发展的健康医疗大数据战略政策,做好基础建设与安全监管,确保各项任务措施落到实处,是十分重要的;将脑卒中疾病负担数据反映到多个部门,例如环保部门、爱国卫生运动组织部门等,加大一级预防甚至零级预防政策的力度,出台有关条例,根据相关危险因素对高危人群进行针对性的健康教育,使脑卒中的发病关口前移,避免人群暴露于脑卒中的危险因素中。对于卫生行政管理部门,脑卒中疾病负担的研究成果有助于指导有关部门合理进行医疗资源配置,促进各地加大康复机构的建设力度,培养更多康复医学的相关人才。对于因病致贫、因病返贫的家庭,财政部门应该出台有关政策保障患者的生活水平,将因脑卒中带给社会及个人的影响降到最低。

与全球相比,我国的脑卒中疾病负担问题更为严峻<sup>[2-5]</sup>。本文通过概述大数据背景下我国的脑卒中疾病负担现有研究方法,结合大数据环境下全球脑卒中疾病负担研究应用情况,为今后我国脑卒中疾病负担研究提供了新

的方向。在合理利用多方脑卒中疾病负担研究数据,充分搭建并且完善脑卒中疾病负担研究网络体系的情况下,才能获得更全面、更精确的公共卫生数据,使合理配置公共卫生资源并制定公共卫生决策成为可能,并客观地体现我国疾病负担的真实情况,为解决有关公共卫生问题提供新的思路。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参 考 文 献

- [1] 李天俊. 基于过往文献的脑卒中疾病经济负担研究[J]. 劳动保障世界, 2020(8): 74. DOI: 10.3969/j.issn.1007-7243.2020.08.046.  
Li TJ. Study on the economic burden of stroke based on the past literature[J]. Labor Security World, 2020(8): 74. DOI:10.3969/j.issn.1007-7243.2020.08.046.
- [2] GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. Lancet, 2018, 392(10159): 1789-1858. DOI:10.1016/S0140-6736(18)32279-7.
- [3] GBD 2017 Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. Lancet, 2018, 392(10159): 1736-1788. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)32203-7.
- [4] GBD 2017 Risk Factor Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. Lancet, 2018, 392(10159): 1923-1994. DOI:10.1016/S0140-6736(18)32225-6.
- [5] GBD 2017 DALYs and HALE Collaborators. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 359 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. Lancet, 2018, 392(10159): 1859-1922. DOI:10.1016/S0140-6736(18)32335-3.
- [6] GBD 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015[J]. Lancet, 2016, 388(10053): 1459-1544. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31012-1.
- [7] 蔡小娟, 陈艳. 我国脑卒中流行及防控现状[J]. 广东医学, 2019, 40 Suppl 1: 212-215. DOI: 10.13820/j.cnki.gdyx.20186151.  
Cai XJ, Chen Y. Prevalence and prevention and control of stroke in China[J]. Guangdong Med J, 2019, 40 Suppl 1: 212-215. DOI:10.13820/j.cnki.gdyx.20186151.
- [8] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会神经康复学组, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国脑卒中早期康复治疗指南[J]. 中华神经科杂志, 2017, 50(6): 405-412. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2017.06.002.  
Eurology Branch of Chinese Medical Association, Neurorehabilitation Group of Neurology Branch of Chinese Medical Association, Cerebrovascular Disease Group of Neurology Branch of Chinese Medical Association. Guidelines for early rehabilitation of stroke in China[J]. Chin J Neurol, 2017, 50(6): 405-412. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2017.06.002.
- [9] 李茜瑶, 周莹, 黄辉, 等. 疾病负担研究进展[J]. 中国公共卫生, 2018, 34(5): 777-780. DOI: 10.11847/zgggws1118319.  
Li QY, Zhou Y, Huang H, et al. Progress in disease burden researches[J]. Chin J Public Health, 2018, 34(5): 777-780. DOI:10.11847/zgggws1118319.
- [10] Harris PA, Taylor R, Thielke R, et al. Research Electronic

- Data Capture (REDCap) - A metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support[J]. *J Biomed Inform*, 2009, 42(2):377-381. DOI:10.1016/j.jbi.2008.08.010.
- [11] 《中国脑卒中防治报告》编写组.《中国脑卒中防治报告 2019》概要[J]. *中国脑血管病杂志*, 2020, 17(5):272-281. DOI:10.3969/j.issn.1672-5921.2020.05.008.
- Report on Stroke Prevention and Treatment in China Writing Group. Brief report on stroke prevention and treatment in China, 2019[J]. *Chin J Cerebrovascul Dis*, 2020, 17(5):272-281. DOI:10.3969/j.issn.1672-5921.2020.05.008.
- [12] 刘江美,刘韞宁,王黎君,等.1990年与2010年中国心脑血管疾病负担研究[J]. *中华预防医学杂志*, 2015, 49(4):315-320. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2015.04.014.
- Liu JM, Liu YN, Wang LJ, et al. The disease burden of cardiovascular and circulatory diseases in China, 1990 and 2010[J]. *Chin J Prev Med*, 2015, 49(4):315-320. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2015.04.014.
- [13] 王媛,曹新西,侯亚冰,等.1990和2017年中国与全球心脑血管病疾病负担研究[J]. *中国慢性病预防与控制*, 2020, 28(1):10-13, 19. DOI:10.16386/j.cjpcdd.issn.1004-6194.2020.01.003.
- Wang Y, Cao XX, Hou YB, et al. Study on Chinese and global cardiovascular diseases burden in 1990 and 2017[J]. *Chin J Prev Control Chron Dis*, 2020, 28(1):10-13, 19. DOI:10.16386/j.cjpcdd.issn.1004-6194.2020.01.003.
- [14] GBD 2015 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. GBD 2015 Diseases and Injury Incidence and prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability (YLDs) for 310 acute and chronic diseases and injuries, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015[J]. *Lancet Under Rev*, 2016, 388(10053): 1545-1602. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31678-6.
- [15] 殷鹏,齐金蕾,刘韞宁,等.2005-2017年中国疾病负担研究报告[J]. *中国循环杂志*, 2019, 34(12):1145-1154. DOI:10.3969/j.issn.1000-3614.2019.12.001.
- Yin P, Qi JL, Liu YN, et al. Burden of disease in the Chinese population from 2005 to 2017[J]. *Chin Circulat J*, 2019, 34(12):1145-1154. DOI:10.3969/j.issn.1000-3614.2019.12.001.
- [16] 罗丽莎,宇传华,孟润堂,等.应用伤残调整寿命年分析中国脑卒中疾病负担与危险因素[J]. *中国卫生统计*, 2017, 34(4):542-545. DOI:CNKI:SUN:ZGWT.0.2017-04-004.
- Luo LS, Yu CH, Meng RT, et al. Application of DALY in burden of disease and risk factors of stroke in China[J]. *Chin J Health Stat*, 2017, 34(4):542-545. DOI:CNKI:SUN:ZGWT.0.2017-04-004.
- [17] 曾令乾.慢性疾病负担的计算及应用[D].合肥:中国科学技术大学,2019.
- Zeng LQ. Calculation and application of chronic disease burden[D]. Hefei: University of Science and Technology of China, 2019.
- [18] Xu DL, Wang B, Chen LJ, et al. The incidence and mortality trends of bone lymphoma in the United States:an analysis of the surveillance, epidemiology, and end results database[J]. *J Bone Oncol*, 2020, 24:100306.
- [19] Anand S, Hanson K. Disability-adjusted life years:a critical review[J]. *J Health Econ*, 1997, 16(6): 685-702. DOI: 10.1016/S0167-6296(97)00005-2.
- [20] 李丽华,陈永法.国外疾病成本测算方法及应用现状[J]. *中国药物经济学*, 2013(3):17-20. DOI:10.3969/j.issn.1673-5846.2013.03.003.
- Li LH, Chen YF. Cost of illness methods and application situation abroad[J]. *China J Pharmaceut Econ*, 2013 (3):17-20. DOI:10.3969/j.issn.1673-5846.2013.03.003.
- [21] Chung W. The cost of liver disease in Korea:methodology, data, and evidence[J]. *Clin Mol Hepatol*, 2015, 21(1): 14-21. DOI:10.3350/cmh.2015.21.1.14.
- [22] Jo C. Cost-of-illness studies:concepts, scopes, and methods [J]. *Clin Mol Hepatol*, 2014, 20(4):327-337. DOI:10.3350/cmh.2014.20.4.327.
- [23] 崔朋伟,刘娜,段招军.疾病经济负担研究进展[J]. *中国预防医学杂志*, 2016, 17(8): 612-616. DOI: 10.16506/j.1009-6639.2016.08.012.
- Cui PW, Liu N, Duan ZJ. Research Progress on economic burden of disease[J]. *China Prev Med*, 2016, 17(8): 612-616. DOI:10.16506/j.1009-6639.2016.08.012.
- [24] 方翔,刘玺. HIS 系统在疾病直接经济负担测算中的应用[J]. *福建电脑*, 2016, 32(12):13-14. DOI:10.16707/j.cnki.fjpc.2016.12.007.
- Fang X, Liu X. Application of his system in the calculation of direct economic burden of disease[J]. *Fujian Computer*, 2016, 32(12):13-14. DOI: 10.16707/j. cnki. fjpc. 2016. 12.007.
- [25] 杨俭,李远庆,陈晓禹,等.我国中老年慢性病患者疾病直接经济负担研究[J]. *中国卫生经济*, 2019, 38(5):71-73. DOI:10.7664/CHE20190517.
- Yang J, Li YQ, Chen XY, et al. Economic burden among middle-aged and elderly patients with chronic diseases [J]. *Chin Health Econ*, 2019, 38(5):71-73. DOI:10.7664/CHE20190517.
- [26] 马勇.中国城镇居民脑卒中患者医疗费用及影响因素研究[D].北京:北京中医药大学,2018.
- Ma Y. Study on medical expenses and influencing factors of stroke patients among urban residents in China[D]. Beijing:Beijing University of Chinese Medicine, 2018.
- [27] Saka O, McGuire A, Wolfe C. Cost of stroke in the United Kingdom[J]. *Age Age*, 2009, 38(1): 27-32. DOI: 10.1093/ageing/afn281.
- [28] 廖祥萍,汪玲红,宋紫檀,等.中国赣南地区青年缺血性脑卒中患者经济负担及其影响因素[J]. *赣南医学院学报*, 2018, 38(12): 1191-1195. DOI: 10.3969/j. issn. 1001-5779.2018.12.004.
- Liao XP, Wang LH, Song ZT, et al. Economic burden and its influencing factors of young ischemic stroke in Gannan region of China[J]. *J Gannan Med Univ*, 2018, 38(12): 1191-1195. DOI:10.3969/j.issn.1001-5779.2018.12.004.
- [29] de Wit L, Putman K, Dejaeger E, et al. Use of time by stroke patients: a comparison of four European rehabilitation centers[J]. *Stroke*, 2005, 36(9):1977-1983. DOI:10.1161/01.STR.0000177871.59003.e3.
- [30] Persson J, Ferraz-Nunes J, Karlberg I. Economic burden of stroke in a large county in Sweden[J]. *BMC Health Serv Res*, 2012, 12:341. DOI:10.1186/1472-6963-12-341.
- [31] Chevreul K, Durand-Zaleski I, Gouépo A, et al. Cost of stroke in France[J]. *Eur J Neurol*, 2013, 20(7):1094-1100. DOI:10.1111/ene.12143.
- [32] 王洁玉.河南省脑卒中患者疾病经济负担及影响因素研究[D].郑州:郑州大学,2017. DOI: CNKI: CDMD: 2.1017.058932.
- Wang JY. The study of economic burden of stroke patients and its influencing factors in Henan province[D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2017. DOI: CNKI: CDMD:2.1017.058932.
- [33] 纪灏,张静,窦颖,等.应用DALY结合人力资本法研究某三甲专科医院医院获得性重症肺炎的间接经济负担[J]. *中国感染控制杂志*, 2018, 17(12):1055-1059. DOI:10.3969/j.issn.1671-9638.2018.12.005.
- Ji H, Zhang J, Dou Y, et al. Indirect economic burden due to severe healthcare-associated pneumonia in a tertiary first-class specialty hospital by application of disability-adjusted life year and human capital method[J]. *Chin J Infect Control*, 2018, 17(12):1055-1059. DOI:10.3969/j.issn.1671-9638.2018.12.005.
- [34] 舒占坤,蔡乐,杨媚,等.云南省丽江市农村居民脑卒中经济负担研究[J]. *现代预防医学*, 2010, 37(13):2449-2450. DOI:CNKI:SUN:XDYF.0.2010-13-022.
- Shu ZK, Cai L, Yang M, et al. Analysis on economic burden of stroke in a rural area of Lijiang Yunnan province[J]. *Mod Prev Med*, 2010, 37(13):2449-2450. DOI:CNKI:SUN:XDYF.0.2010-13-022.
- [35] 马起山,邹宇华,张顺祥.疾病无形负担的研究进展[J]. *中国卫生经济*, 2011, 30(1): 89-91. DOI: 10.3969/j.issn.1003-0743.2011.01.030.
- Ma QS, Zou YH, Zhang SX. Research progress on intangible burden of diseases[J]. *Chin Health Econ*, 2011, 30(1): 89-91. DOI:10.3969/j.issn.1003-0743.2011.01.030.
- [36] 于石成,肖革新.全球疾病负担研究——大数据分析应用实例[J]. *医学信息学杂志*, 2013, 34(9): 12-16. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6036.2013.09.003.
- Yu SC, Xiao GX. Research on global burden of disease-big data analysis application examples[J]. *J Med Intellig*, 2013, 34(9):12-16. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6036.2013.09.003.
- [37] Kang HY, Lim SJ, Suh HS, et al. Estimating the lifetime economic burden of stroke according to the age of onset in South Korea: a cost of illness study[J]. *BMC Public Health*, 2011, 11:646. DOI:10.1186/1471-2458-11-646.