

地理信息系统技术在某市道路交通伤害中的应用研究

董爱虎¹, 杨莉¹, 张海英¹, 刘勇², 王剑¹, 唐咸艳³, 黄开勇¹, 王晓敏¹

摘要: [目的] 探讨柳州市道路交通伤害的空间规律, 对交通伤害的预防和控制提供科学依据。[方法] 应用地理信息系统(geographic information system, GIS)技术中反距离加权插值法(inverse distance weighted, IDW)探测柳州市道路交通伤害的空间分布规律, 并对结果进行可视化分析。[结果] 2000—2009 年柳州市城市道路交通的伤害事故发生起数和受伤人数波动较大, 但总体上呈下降趋势, 死亡人数和直接经济损失在高值过后呈小范围内波动; 柳州市道路交通伤害发生的事数起数排序为鱼峰区>柳北区>城中区>柳南区, 城市道路交通伤害事故发生起数的空间自相关分析表明, 平均 Moran's I 的 Z 值为 $6.113 > 1.96$, $P < 0.05$, 存在空间聚集性。道路伤害死亡数的插值分析结果显示, 聚集区主要集中在东环大道鱼峰区路段、柳江一桥至鱼峰路路段、屏山大道箭盘山路路段, 柳北区跃进路路段, 潭中中路、西路路段; 2004 年道路伤害专题地图显示城市中心道路伤害严重, 2005—2009 年伤害渐渐远离城市中心, 主要发生在城乡结合部道路上。[结论] 柳州市 2000—2009 年城市道路伤害发生情况依然比较严重, 应用 GIS 可以探测出伤害的聚集区, 且准确定位聚集区并对区域进行可视化, 为预防和控制道路伤害提供可视化依据。

关键词: 反距离加权插值法; 地理信息系统; 道路交通伤害; 空间自相关性; 聚集性

Application of Geographic Information System to Road Traffic Injuries in a City DONG Ai-hu¹, YANG Li¹, ZHANG Hai-ying¹, LIU Yong², WANG Jian¹, TANG Xian-yan³, HUANG Kai-yong¹, WANG Xiao-min¹ (1.Department of Occupational and Environmental Health, School of Public Health, Guangxi Medical University, Nanning, Guangxi 530021, China; 2.Graduate School, Guangxi Medical University, Nanning, Guangxi 530021, China; 3.Department of Epidemiology and Health Statistics, School of Public Health, Guangxi Medical University, Nanning, Guangxi 530021, China). Address correspondence to YANG Li, E-mail: yangli8290@hotmail.com • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To investigate the spatial patterns of road traffic injuries in Liuzhou city, and to provide scientific basis for traffic injury prevention and control. [Methods] The method of inverse distance weighted (IDW) interpolation of geographic information system (GIS) technology was employed to detect the spatial distribution pattern of road traffic injuries in Liuzhou city and to make visual analysis. [Results] From 2000-2009, a major fluctuation was observed in the number of traffic accidents and casualties of road traffic injuries in Liuzhou city, and a minor one in death toll and direct economic losses after peak value. The order of accident frequency was Yufeng District> Liubei District> Chengzhong District> Liunan District. Spatial autocorrelation analysis showed that the average Moran's I Z was $6.113 > 1.96$, $P < 0.05$, indicating there existed spatial clustering. IDW analysis showed that the road traffic injuries concentrated mainly in the sections of Donghuan Road of Yufeng District, Liujiangyiqiao to Yufeng Road, Pingshan Avenue of Jianpanshan Road, Yuejin Road of Liubei District, Middle Tanzhong Road and West Tanzhong Road. The road traffic injury thematic maps showed that traffic accidents gathered in the downtown area in 2004, and gradually removed away from the downtown area and concentrated in the urban-rural fringe in 2005-2009. [Conclusion] The road traffic injuries of Liuzhou city are serious during 2000-2009. GIS can be used to detect and locate the high-risk areas, and to provide a visual basis for road traffic injury control and prevention.

Key Words: inverse distance weighted; geographic information system; road traffic injuries; spatial autocorrelation; clustering

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(编号: 30860237); 广西自然科学基金(编号: 桂科自 0832156)

[作者简介] 董爱虎(1982—), 男, 硕士生; 研究方向: 伤害流行病学; E-mail: 08264815@163.com

[通信作者] 杨莉教授, E-mail: yangli8290@hotmail.com

[作者单位] 1. 广西医科大学公共卫生学院职业卫生与环境卫生学教研室, 广西 南宁 530021; 2. 广西医科大学研究生院, 广西 南宁 530021; 3. 广西医科大学公共卫生学院流行病与卫生统计学教研室, 广西 南宁 530021

道路交通伤害是一个重要的公共卫生问题。根据 WHO 估计, 全世界每年约有 120 万人死于道路交通伤害, 受伤者达到 5 000 万人, 如果不采取有效的预防措施, 到 2020 年全球道路交通伤害的伤亡人数将上升 65%, 而中、低收入国家将上升 80%^[1], 从而成为发展中国家疾病和死亡负担的第二大原因。我国大陆自记载道路伤害开始, 特别是近十几年来, 随着社会经济的发展和交通工具机动化程度的快速提高, 道路交通伤害已经成为威胁人群健康和社会安全的重要问题, 死因监测结果显示, 1991 年以来道路伤害的死亡率上升趋势非常明

显,至2000年达到15.49/10万,成为第一位伤害死因^[2],上海市的伤害监测报告显示,道路交通伤害为优先防治的种类^[3],2007年《第四届全国伤害预防与控制学术会议》报告的伤害死亡数据已经达到65.24/10万,其中2006—2008年三年伤害监测病例特征数据显示,死亡构成比中道路交通伤害的发生分别为23.07%、21.61%和21.44%^[4],占全部死因的第二位。据报道,1997—2001年广西三座城市居民伤害死亡均以交通运输事故居死因之首,其中柳州道路交通伤害死亡率为10.62/10万,居第二位^[5]。在交通伤害如此严重的情况下,需要我们定位伤害发生的地点,分析伤害事故地点信息,应用空间分析功能进行数据的量化分析,同时应用地理信息系统(geographic information system, GIS)技术中的制图功能把道路伤害的分布直观地显示出来,从而发现伤害事故发生点的空间规律,这种加载了地理信息的空间分析对探究事故发生的原因具有积极的意义。本项目将基于该分析结果探讨广西道路交通伤害的发生、发展规律,并为制定防制伤害策略、措施及相应卫生政策提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 道路交通事故资料来源

资料来源于广西公安厅交警总队记录在案的柳州市(指柳州市城区:城中区、柳南区、柳北区和鱼峰区)2000—2009年的道路交通事故资料。该资料主要通过交通事故信息采集表、统计表、月报表和死亡事故情况分析表收集而来。空间自相关分析指标为柳州市2000—2009年各城区道路交通事故发生次数,应用MapInfo 8.5软件,制作2000—2009年道路伤害事故发生地点专题地图。

1.2 统计分析方法

1.2.1 数据统计 道路交通事故的车祸判断、分类标准和车祸

死亡判断均按公安部统一规定^[6],应用SPSS 13.0软件进行资料整理。

1.2.2 统计分析 应用ArcGIS 10.0为GIS分析平台,以SPSS 13.0整合的数据为基础,结合道路交通伤害事故发生点的专题地图,分析柳州市2000—2009年道路交通事故的空间分布特征。

1.2.3 空间自相关分析 通过相关分析可以检测两种分析变量的变化是否存在相关性,若所分析的统计量为不同观察对象的统一属性变量,则称之为自相关^[7]。空间自相关(spatial autocorrelation)是针对同一个属性变量而言的,当某一测样点属性值高,而其相邻点同一属性值也高时,为空间正相关;反之,为空间负相关。应用Moran's *I*评价空间自相关性,其 Z 值越大,表明相关强度越大,基于这些理论,发现柳州城市道路交通事故发生点的空间规律性,探测出事故的聚集区域。存在空间正相关的统计量,应用反距离加权插值法做进一步分析。

1.2.4 反距离加权插值 空间异质性是空间插值研究的隐含前提,即要素的非均匀空间分布才需要空间插值;空间相关性则是空间插值研究的基础,反距离权重空间插值法是一种加权平均值,为任何一个观测值都对邻近的区域有影响,且影响的大小随距离的增大而减小,应用此原理,探测各事故发生点之间的关系,并预测未知伤害事故空间点的特征^[8-9]。

2 结果

2.1 柳州城市四城区道路伤害的总体情况

四城区2000—2009年10年间道路交通伤害的4项数据如表1所示,鱼峰区和柳北区的各项数据都排在前2位,占总数的2/3左右。其中,鱼峰区的事故起数(1616起)和受伤人数(1119人)两项数据排在第一;柳北区的死亡人数(541人)和直接经济损失(355.41万元)排在第一。

表1 柳州市四城区道路伤害事故起数、死亡人数、受伤人数和直接经济损失数据[数目(%)]

Table 1 Data of accidents, deaths, injuries and direct economic losses caused by road traffic injuries in four districts of Liuzhou

项目(Item)	城中区(Chengzhong District)	鱼峰区(Yufeng District)	柳南区(Liunan District)	柳北区(Liubei District)	合计(Total)
事故起数(Accidents)	835(18.15)	1616(35.12)	774(16.82)	1376(29.91)	4601
死亡人数(Deaths)	129(7.96)	529(32.65)	421(25.99)	541(33.40)	1620
受伤人数(Injuries)	336(12.5)	1119(41.61)	289(10.75)	945(35.14)	2689
直接经济损失(万元) Losses(10000 Yuan RMB)	222.79(21.88)	308.76(30.32)	131.63(12.93)	355.41(34.94)	1018.26

2.2 柳州市城区10年间道路交通伤害分布情况

柳州市城区2000—2009年道路伤害发生情况如表2所示,从表2可以看出,2000—2003年间,道路伤害的事故起数、死亡人数和直接经济损失均维持在较高水平,自2003年开始下降,到2005年降到最低,2006—2009年,受伤人数和事故起数有小幅波动,但直接经济损失和死亡人数则趋于平稳。

2.3 柳州市道路交通伤害的空间分析

以道路伤害发生点的死伤人数进行全域型空间自相关Moran's *I*统计分析,分析结果见表3。根据表3所示,2001、2003、2004、2006、2007、2008和2009年区域性Moran's *I*的 Z 值都大于3.29,说明道路伤害的发生存在着空间自相关性;Moran's *I*统计量取值在2005年以后也有所增长,普遍高于2005年及以前各年份,其中2006年比2000年高出0.06。

表2 2000—2009年柳州市城区道路伤害事故起数、死亡人数、受伤人数和直接经济损失数据

Table 2 2000-2009 data of accidents, death tolls, injuries and direct economic losses caused by road traffic injuries in Liuzhou

年份 Year	事故起数 (起) Accidents	死亡人数 (人) Deaths	受伤人数 (人) Injuries	直接经济损失(万元人民币) Direct economic losses (10000 Yuan RMB)
2000	859	92	520	192.26
2001	693	66	515	138.30
2002	868	88	530	179.99
2003	758	251	315	202.02
2004	401	360	37	77.63
2005	142	163	30	30.20
2006	212	151	150	51.15
2007	269	152	233	39.69

续表 2

年份 Year	事故起数 (起) Accidents	死亡人数 (人) Deaths	受伤人数 (人) Injuries	直接经济损失(万元人民币) Direct economic losses (10000 Yuan RMB)
2008	160	140	107	36.70
2009	239	157	252	70.30
合计 Total	4601	1620	2689	1018.26

表 3 广西柳州市 2000—2009 年道路伤害死伤人数 Moran's I 分析结果

年份 Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
I_i	0.35	0.06	0	0.14	0.24	0.05	0.41	0.79	0.59	0.53
Z	8.32	2.84	0.27	7.32	7.56	0.43	5.61	13.37	5.96	9.45

[注] I_i 为 Moran's I 统计量; P 等于 0.001、0.01、0.05, 对应的临界 Z 值分别为 3.29、2.58、1.96 (I_i for Moran's I statistics; P equals to 0.001, 0.01, 0.05, the corresponding critical Z are 3.29, 2.58, 1.96)。

为探测临近伤害事故发生点之间的影响, 利用 ArcGIS 软件绘制反距离加权插值图。根据相关文献报道^[8], 在 ArcGIS 10.0 软件支持的地理统计分析的模块下导入 MapInfo 8.5 制作的专题地图, 选择插值分析模块, 应用系统默认的标准模式, 为使得插值图精度更高, 设置幂为 2, 搜索邻域为标准模式, 搜索扇形类型设置为 8, 各个插值点权重均等视为 1, 其余为默认值。

以 2004 年的柳州城市道路交通伤害发生点数据为基础, 制作道路交通伤害专题地图, 如图 1 所示。

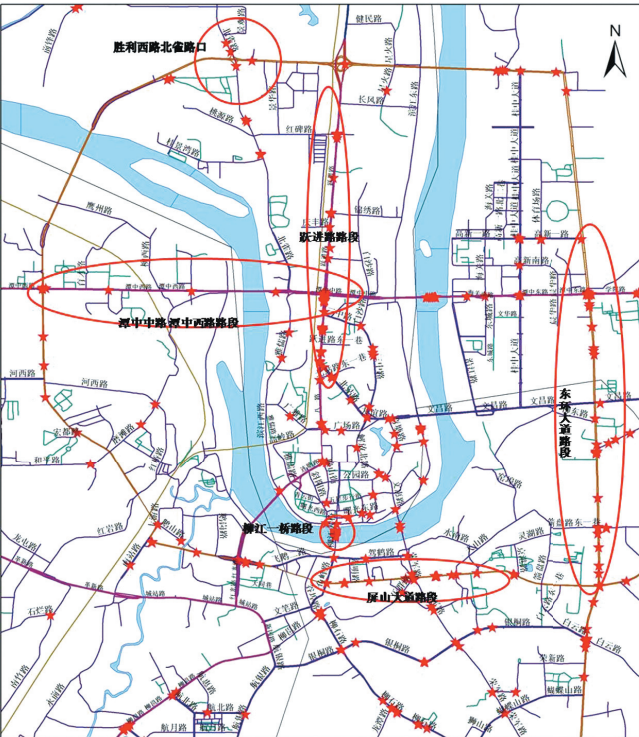


图 1 1:40000 比例尺下 2004 年道路交通伤害专题图
Figure 1 Special charts of 2004 road traffic injury in 1:40000 scale

专题地图 1 更加具体地显示了 2004 年道路交通伤害事故发生较为严重的路段为: 城中区的跃进路路段、潭中路路段、

胜利西路与北雀路交叉路口, 鱼峰区的屏山大道路段、柳江一桥路段和东环大道的潭中东路与南环路之间路段。其他各年份的死亡人员专题地图(略)显示: 2000—2003 年道路死亡交通事故与 2004 年相近, 主要分布在城市主干道, 市中心和城市周边分布较均匀; 2005—2009 年相近, 开始远离城市中心, 偏向城市郊区分布。

3 讨论

柳州市是一个老工业城市, 人口稠密, 交通发达, 发生道路交通事故伤害的比例非常高^[5]。柳州市城区每年发生道路伤害事故的起数从 2003 年的高值过后, 开始下降, 至 2005 年降到最低, 这一趋势与 2008 年全国的伤害分析预测基本吻合^[10]。据查证, 2006 年 8 月—2009 年 7 月柳州市与南宁市一起承担了《反酒后驾驶》项目。在项目实施阶段, 道路伤害事故的总起数与死亡、受伤人数及直接经济损失都明显减少, 根据本研究所制作的道路伤害专题地图, 即可以更加具体地定位事故发生点的位置, 为我们统筹防控策略提供了直接证据。

疾病的空间分布大多都具有明显的区域聚集性, 同样伤害在某种程度上也存在着聚集性。2000—2009 年道路伤害死伤人数平均 Moran's I 的 Z 值为 6.113, 这表明柳州市城市道路存在空间自相关性。道路交通伤害反距离加权插值分析结果表明, 2000—2004 年城市道路伤害造成的死亡事故主要聚集在城市主干道, 分布较为均匀。从 2005 年开始, 发生死亡的道路伤害事故开始由城市中心向周边转移, 到 2007—2009 年发生死亡的道路伤害事故明显下降, 主要集中在柳州市环城路及其以远的周边道路, 鱼峰区主要集中在柳石路大桥桥下路段和阳和大道路段, 柳北区主要集中在胜利路与北雀路的交叉路口。

本研究结果表明, 上述情况存在以下原因: (1) 人员方面, 在 2000—2009 年间柳州市道路交通伤害情况有较大波动, 因为 2003 年末到 2004 年初随着国家《道路交通安全法》的提议修改、颁布、施行, 柳州城市道路交通伤害的比率开始大幅下降, 到 2005—2009 年间的道路伤害发生起数保持在一定范围内; (2) 车辆方面^[11], 汽车保有量的持续增长, 2009 年柳州市汽车净增 2 万多辆, 相当于 2007—2008 年两年的增加量, 但道路交通伤害发生起数变化不大; (3) 道路方面, 交叉路口设计不合理, 路口角度过小限制驾驶员视野, 导致交通事故的发生, 柳北区三中与白沙路路口、三中路与跃进路的交叉路口、鱼峰区的屏山大道与箭盘山路交叉路口都是出口角度过小, 例如根据柳州城市道路交通伤害数据制作的交通伤害专题地图标记, 2004 年城市主干道曾发生过严重的死亡性交通伤害主要都由出口角度过小所致; (4) 综合方面, 城乡结合部路段车速比较快, 且多是卡车货车, 发生事故时车辆损坏严重, 东环路的鱼峰区路段、柳南区西环路与潭中西路的交叉路口、柳北区胜利西路北雀路口 2004 年和 2009 年都发生过死亡性交通伤害, 且以 2004 年直接经济损失插值图(略)显示东环路颜色最深影响最大。

本研究把伤害的发生加以可视化, 为城市道路伤害的预防与控制提供了科学的依据。但本研究也存在着一些偏倚, 资料

来源为交警登记在案的道路伤害事故,但在现实中发生的轻微碰撞或刮擦等小事件,很多是当事人自行解决的,这些事故并未记录在案。柳州市区因为有限摩令,致使电动车的道路使用量增多,道路交通伤害的发生系数增大,但公安交警部门没有相关入户登记,相关法律法规欠缺,望有关部门应予以重视。为了得到更有意义的结果,希望有关部门记录更加完善伤害事故的基础资料,使所得结果更加科学。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] PEDEN M, SCMFIELD R, SLEET D, et al. World report on road traffic injury prevention[M]. Geneva: World Health Organization, 2004: 11-143.
- [2] 杨功焕, 周麦耕, 黄正京, 等. 中国人群 1991—2000 年伤害死亡的流行趋势和疾病负担[J]. 中华流行病学杂志, 2004, 25(3): 193-198.
- [3] 严玉洁, 孙兰, 黄俊. 2007—2008 年上海市闵行区伤害住院病例调查[J]. 环境与职业医学, 2009, 26(4): 333-336.
- [4] 段蕾蕾, 邓晓, 吴春眉, 等. 2006—2008 年全国伤害监测病例分布特征分析[J]. 中华流行病学杂志, 2010, 31(8): 880-884.
- [5] 杨莉, 刘勇, 刘德诚. 广西 3 城市居民伤害死亡调查[J]. 中国公共卫生, 2004, 20(5): 580-581.
- [6] 王声湧. 伤害流行病学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2003: 308-310.
- [7] 王劲峰. 空间分析[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 76-91.
- [8] 汤国安, 杨昕. ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 388-392.
- [9] 刘光孟, 汪云甲, 王允. 反距离权重插值因子对插值误差影响分析[J]. 中国科技论文在线, 2010, 5(11): 879-884.
- [10] 王正国. 道路交通伤害[J]. 中华急诊医学杂志, 2008, 17(5): 453-455.
- [11] 郑俊康视察柳州市道路交通拥堵状况[EB/OL]. 柳州市交警支队[2011-10-2], http://www.gx.xinhuanet.com/dttx/2010-01/11/content_18733191.htm.

(收稿日期: 2011-08-15)

(英文编审: 薛寿征; 编辑: 丁瑾瑜; 校对: 徐新春)

【告知栏】

《环境与职业医学》杂志 2012 年征订通知

创刊于 1984 年的《环境与职业医学》杂志,为中华预防医学会系列杂志优秀期刊,系由上海市疾病预防控制中心、中华预防医学会主办,上海市预防医学研究院、华东区域劳动卫生职业病防治中心协办的国内外公开发行的专业学术期刊(ISSN 1006-3617, CN 31-1879/R, CODEN HYZYAZ)。本刊已连续多次被评为中国中文核心期刊、中国生物医学核心期刊、中国科技论文统计源期刊和中国科技核心期刊;并被美国化学文摘(CA)、美国乌利希国际期刊指南(UIPD)、英国国际农业与生物科学研究中心(CABI)、波兰哥白尼索引(IC)、美国剑桥科学文摘(自然科学)[CSA(NS)]等著名国际数据库所收录。

本刊内容主要介绍国内外劳动卫生与职业病防治工作、环境危害因素及其治理,以及有关环境卫生学的学术研究、科研成果和实践经验。包括环境卫生、环境与健康、环境流行病学、环境检测、环境毒理、生态与健康、职业病临床、化学应急救援、卫生管理、环境污染与治理、职业病防治实践等方面的论著、实验研究、调查报告、综述、文摘、短篇报道、病例报告等。可供广大疾病控制、卫生监督部门,厂矿劳动安全、卫生与职业病防治,环境保护、环境科学研究等相关单位专业人员,医学院校教学、科研等人员参考,欢迎订阅。

本刊为月刊,大 16 开,80 页,每月 25 日出版,每期定价 10 元,全年定价 120.00 元(含包装及平邮邮资,需挂号或速递者邮资另计)。由邮局及自办结合发行,本刊邮发代号:4-568,邮局可办理 2012 年征订工作。

1. 银行汇款 户名:上海市疾病预防控制中心;账号:31663803001665382;开户:上海银行白玉支行;2. 邮局汇款 上海市延安西路 1326 号生物大厦 22 楼《环境与职业医学》杂志编辑部,邮编:200052。

读者如需单本或合订本,可直接向编辑部联系邮购。对历年本刊所出的专题专刊(含会议论文集),需要者亦可联系邮购。联系人:葛宏妍。电话:(021)61957507;传真:(021)62084529;E-mail:zazhi2@scdc.sh.cn;网址:<http://jeom.scdc.sh.cn:8081>。

《环境与职业医学》杂志编辑部