

2005—2019 年中国脑卒中发病与死亡趋势 及未来十年预测

熊文婧^{1,2}, 徐杰茹¹, 张敏¹, 姚承志¹, 赵湘铃¹, 吴霞¹, 让蔚清¹

1. 南华大学公共卫生学院, 湖南 衡阳 421001; 2. 南华大学附属第一医院, 湖南 衡阳 421000

摘要:目的 分析中国人群 2005—2019 年脑卒中发病与死亡趋势, 预测 2020—2029 年发病和死亡情况。方法 利用 GBD 中国人群脑卒中发病和死亡数据。采用 Joinpoint 连接点回归分析法分析人群脑卒中发病率和死亡率变化趋势; 计算年度变化百分比和平均年度变化百分比及其 95% 置信区间。应用 R 建立 GM(1, 1) 模型, 并预测 2020—2029 年中国脑卒中的发病和死亡情况。结果 2005—2019 年中国脑卒中发病率呈上升趋势, 男性从 2005 年的 197.94/10 万上升到 2019 年的 269.17/10 万, 平均每年上升 2.196%, 上升速度最快的是 2010—2014 年。女性从 2005 年的 198.57/10 万上升到 2019 年的 284.46/10 万, 平均每年上升 2.616%, 上升速度最快的是 2017—2019 年。男性死亡率略呈上升趋势。预测表明, 2029 年中国脑卒中男性发病率将可能达到 340.93/10 万、女性 376.67/10 万; 男性死亡率将可能达到 191.44/10 万、女性 126.52/10 万。结论 研究显示中国脑卒中发病呈上升趋势, 女性发病率整体高于男性。脑卒中死亡男性呈上升趋势。2020—2029 年男性和女性发病、男性死亡可能持续上升, 脑卒中的防控仍需加强。

关键词: 脑卒中; 发病趋势; 死亡趋势; GM(1, 1) 模型; 预测

中图分类号: R743.3 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2024)01-15-06

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202306479

Incidence and mortality trend of stroke in China from 2005 to 2019 and its forecast in the next decade

XIONG Wen-jing*, XU Jie-ru, ZHANG Min, YAO Cheng-zhi, ZHAO Xiang-ling, WU Xia, RANG Wei-qing

*School of Public Health, Nanhua University, Hengyang, Hunan 421001, China

Abstract: Objective To analyze the incidence and mortality trend of stroke in Chinese population from 2005 to 2019, and to predict the incidence and death from 2020 to 2029. **Methods** The incidence and mortality data of stroke in Chinese population according to global burden of disease (GBD) were used. Joinpoint regression analysis was used to analyze the changing trend of stroke incidence and mortality in the population, and the annual change percentage and average annual change percentage and their 95% confidence interval were calculated. The GM (1, 1) model was established by R, and the incidence and mortality of stroke in China from 2020 to 2029 were predicted. **Results** The incidence of stroke in China showed an upward trend from 2005 to 2019. The incidence of stroke in men increased from 197.94/100 000 in 2005 to 269.17/100 000 in 2019, with an average annual increase of 2.196% and the fastest increase during 2010 and 2014. The stroke incidence in women rose from 198.57/100 000 in 2005 to 284.46/100 000 in 2019, with an average annual increase of 2.616% and the fastest increase during 2017 and 2019. The male mortality rate showed a slight upward trend. It was predicted that in 2029, the incidence of stroke in China may reach 340.93/100 000 for males and 376.67/100 000 for females, and the mortality rate may reach 191.44/100 000 for males and 126.52/100 000 for females. **Conclusion** The study shows that the incidence of stroke is on the rise in China, and the incidence of stroke in females is higher than that in males. The mortality rate of stroke is on the rise in males. Male and female incidence and male mortality may continue to rise from 2020 to 2029, and stroke prevention and control still need to be strengthened.

Keywords: Stroke; Incidence trend; Mortality trend; GM (1, 1) model; Prediction

脑卒中又称脑血管意外(cerebrovascular accident),

是由于脑部血管突然破裂或因血管阻塞导致血液不能流入大脑而引起脑组织损伤或功能障碍的一组急性脑血管疾病^[1]。脑卒中是导致人类死亡和残疾的主要原因之一, 严重的威胁着人类生命与健康^[2-3]。且由于人口老龄化、风险因素(如高血压)的持续高流行率和管理不足, 中国人群脑卒中的发病率与死亡率逐

基金项目: 2019 年度湖南省芙蓉教学名师专项基金(2019RFS001);

2023 年南华大学立项课题(230XJZ008)

作者简介: 熊文婧(1990—), 女, 硕士, 主治医师, 研究方向: 疾病流行规律及中医防治

通信作者: 让蔚清, E-mail: nhurwq@126.com

渐上升,我国脑卒中发病人群中年龄<70岁的患者比例持续增加,逐步呈年轻化的趋势^[4-5]。

基于一定的数据,分析与预测未来发病和死亡的趋势,对于研究防控对策具有十分重要的意义。本文通过收集 2005—2019 年中国脑卒中的发病和死亡数据,分析人群脑卒中发病率和死亡率变化趋势;并预测未来十年脑卒中的发病率和死亡率,为相关部门制定预防与控制措施提供依据。

1 资料与方法

1.1 数据来源 2005—2019 年中国脑卒中发病和死亡数据主要来源于全球健康数据交换数据库 GHDx,该数据库是由全球疾病负担研究 GBD(Global Burden of Disease study,GBD, 官方网址 <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>)项目所提供,当前 GBD 数据库整合了 2005—2019 年共 30 年的疾病数据并免费开放^[6]。该数据库所收录的中国人群数据是由中国疾病预防控制中心与美国华盛顿大学健康测量和评价研究院长期合作的结果,地域范围包括了:中国大陆 31 个省份直辖市和自治区、香港和澳门两个特别行政区;数据依托于全国疾病监测系统、中国疾病预防控制中心的全国死因报告系统、癌症登记处以及孕产妇和儿童监测系统等,可以最大程度保证数据的可靠性和代表性^[7],本研究从 GBD 数据库中提取 2005—2019 年中国脑卒中粗发病率和粗死亡率数据进行研究,数据的下载方法参照相关文献^[8-9]。

1.2 研究方法

1.2.1 趋势分析 根据《国际疾病分类》(第 10 版)编码原则,从 GHDx 数据库中提取 2005—2019 年中国脑卒中发病与死亡的粗率(脑卒中疾病的国际疾病 ICD-10 分类编号,stroke:I64;intracerebral hemorrhage:I61;Ischemic stroke:I63.9;Subarachnoid hemorrhage:I60;ICD-10 分类号参见 <https://icd.who.int/browse10/2019/en>),并利用 Excel 2019 摘录中国不同性别人群脑卒中发病和死亡数据。

采用 Joinpoint 连接点回归分析法分别对人群脑卒中发病率和死亡率进行分析。计算年度变化百分比(annual percent change,APC)和平均年度变化百分比(average annual percent change,AAPC)及其 95% 置信区间(confidence interval,CI);通过置换检验确定连

接点个数及各连接点位置,并检验总体趋势和各时间分段趋势是否有统计学意义,检验水准 $\alpha=0.05$ 。AAPC<0 表示发病率和死亡率逐年下降,AAPC>0 表示发病率和死亡率逐年上升,双侧检验,检验水准为 $\alpha=0.05$,AAPC 可信区间包含 0,表示发病率和死亡率趋于平稳^[10]。计算公式参见文献^[11-12]。

1.2.2 GM(1,1)预测模型建立及评价 应用 R(4.2.0 版本)建立 GM(1,1)模型^[12],GM(1,1)模型的核心体系即灰色模型(grey model,简称 GM)是一种通过累积生成(或用其他方法生成)原始数据得到近似指数规律并建模的方法。灰色预测模型针对不同的问题采用不同的模型,GM(1,1)模型主要解决生成序列具有指数变化规律,只能描述单调的变化过程。

GM(1,1)模型的建立参见文献^[11-16];预测模型精度检验参见文献^[11,15-17]。若满足 $C \leq 0.35$ 且 $P \geq 0.95$,则可以认为 GM(1,1)预测精度等级高。

2 结果

2.1 脑卒中发病率趋势分析 2005—2019 年我国男女性脑卒中的发病率均成上升趋势,女性的发病率整体高于男性。男性发病率平均每年上升 2.196%,从 2005 年的 197.94/10 万上升到 2019 年的 269.17/10 万,其中上升速度最快的是 2010—2014 年,APC=3.593%。女性发病率平均每年上升 2.616%,从 2005 年的 198.57/10 万上升到 2019 年的 284.46/10 万,其中上升速度最快的是 2017—2019 年,APC=3.822%。见图 1,表 1、2。

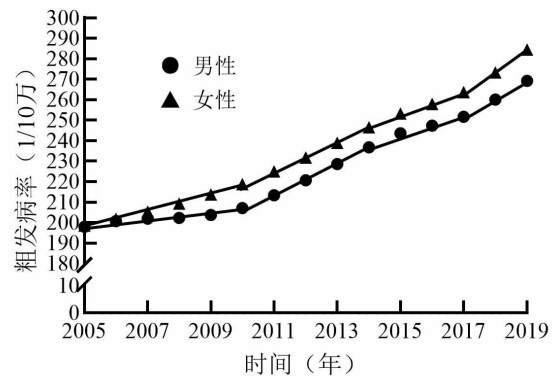


图 1 2005—2019 年中国脑卒中患者发病率变化趋势
Figure 1 Trends of incidence rate of stroke in China from 2005 to 2019

表 1 2005—2019 年中国脑卒中患者发病率变化趋势分析(%)

Table 1 The changing trend of stroke incidence in China from 2005 to 2019 (%)

时期(年)	男性			女性		
	APC(95%CI)	t 值	P 值	APC(95%CI)	t 值	P 值
2005—2010	0.752*(0.465 ~ 1.040)	7.729 6	0.002	1.943*(1.797 ~ 2.088)	37.346	≤0.001
2010—2014	3.593*(2.970 ~ 4.219)	16.252	<0.001	3.152*(2.845 ~ 3.460)	28.926	≤0.001
2014—2017	2.046*(0.894 ~ 3.211)	4.953	0.008	2.230*(1.656 ~ 2.806)	10.889	≤0.001
2017—2019	3.285*(2.169 ~ 4.413)	8.261	0.001	3.822*(3.269 ~ 4.378)	19.501	≤0.001

注: *P<0.05;APC 为年度变化百分比。

表 2 平均年度变化百分比 (%)

Table 2 The average annual percent change (%)

队列	范围	起点(年)	终点(年)	AAPC(95%CI)	t [#] 值	P 值
男性 -3 Joinpoints	全距	2005	2019	2.196*(1.942 ~ 2.449)	17.141	≤0.001
女性 -3 Joinpoints	全距	2005	2019	2.616*(2.490 ~ 2.742)	41.263	≤0.001

注: *P<0.05; AAPC 为平均年度变化百分比; # 如果 AAPC 在一个分段内, 使用 t 检验, 否则, 使用正态(Z)检验, 或参见文献选择。

2.2 脑卒中死亡率趋势分析 2005—2019 年我国男性脑卒中死亡率呈上升趋势, 女性的死亡率整体呈平稳趋势。男性死亡率平均每年上升 0.759%, 从 2005 年的 156.89/10 万上升到 2019 年的 173.99/10 万, 其中上升速度最快的是 2007—2010 年, APC=2.823%。女性死亡率 2005—2007 年、2010—2015 年间呈下降趋势, APC 分别为 -2.991%、-1.211%, 2015—2019 年间呈上升趋势, APC 为 2.237%。见图 2, 表 3、4。

2.3 2020—2029 年脑卒中发病率和死亡率预测

2.3.1 发病趋势 利用 2005—2019 年中国脑卒中发病数据建立灰色模型, 结果显示: 男性发病率模型的相对误差的绝对值在 0.123% ~ 3.989% 之间, 平均相对误差为 1.342%, 预测精度为 98.66%。女性发病率模型的相对误差在 0.009% ~ 1.706% 之间, 平均相对误差为 0.628%, 预测精度为 99.37%。男性与女性发病率所建立的 GM (1,1) 发病率模型的等级均为 1

级。见表 5、6。

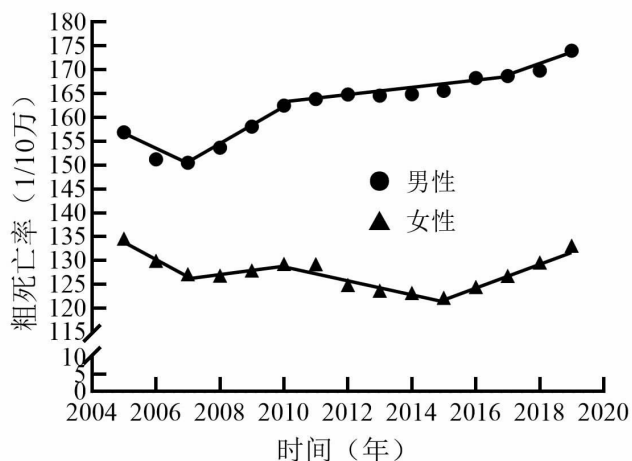


图 2 2005—2019 年中国脑卒中患者死亡率变化趋势

Figure 2 The changing trend of stroke mortality in China from 2005 to 2019

表 3 2005—2019 年中国脑卒中患者死亡率变化趋势分析 (%)

Table 3 Trend analysis of mortality rate changes in stroke patients in China from 2005 to 2019 (%)

时期(年)	男性			女性		
	APC(95%CI)	t 值	P 值	APC(95%CI)	t 值	P 值
2005—2007	-2.113(-4.295 ~ 0.120)	-2.629	0.058	-2.991(-6.051 ~ 0.170)	-2.629	0.058
2007—2010	2.823*(0.556 ~ 5.141)	3.467	0.026	0.710(-2.504 ~ 4.029)	0.605	0.578
2010—2017	0.472*(0.110 ~ 0.837)	3.616	0.022	-1.211*(-2.215 ~ -0.196)	-3.310	0.030
2017—2019	1.614(-0.478 ~ 3.749)	2.137	0.099	2.237*(-1.222 ~ 3.262)	6.156	0.004

注: *P<0.05; APC 为年度变化百分比。

表 4 平均年度变化百分比 (%)

Table 4 The average annual percent change (%)

队列	范围	起点(年)	终点(年)	AAPC(95%CI)	t [#] 值	P [#] 值
男性 -3 Joinpoints	全距	2005	2019	0.759*(0.281 ~ 1.239)	3.118	0.002
女性 -3 Joinpoints	全距	2005	2019	-0.085*(-0.755 ~ 0.589)	-0.248	0.804

注: *P<0.05; AAPC 为平均年度变化百分比; # 如果 AAPC 在一个分段内, 使用 t 检验, 否则, 使用正态(Z)检验, 或参见文献选择。

通过 GM (1,1)模型拟合优度分析, 对 2020—2029 脑卒中的发病率进行预测, 预测结果显示, 未来十年我国脑卒中发病率保持持续上升趋势, 2029 年发病率将可能达到男性 340.93/10 万、女性 376.67/10 万。见表 7。

2.3.2 死亡趋势 利用 2005—2019 年中国脑卒中死亡数据建立灰色模型, 结果显示: 男性死亡率模型

的相对误差的绝对值在 0.109% ~ 2.463% 之间, 平均相对误差为 1.097%, 预测精度为 98.90%。女性死亡率模型的相对误差在 0.017% ~ 2.467% 之间, 平均相对误差为 0.779%, 预测精度为 99.22%。男性与女性死亡率所建立的 GM (1,1) 死亡率模型的等级均为 1 级。见表 8、9。

表 5 2005—2019 年中国不同性别脑卒中发病率 GM(1,1)模型分析(1/10 万)

Table 5 Analysis of the GM (1,1) model of incidence rate of stroke in different genders in China from 2005 to 2019 (1/100 000)

年份(年)	男性				女性			
	$x^0(t)$	$x^1(t)$	$\hat{x}^0(t)$	相对误差(%)	$x^0(t)$	$x^1(t)$	$\hat{x}^0(t)$	相对误差(%)
2005	197.94	197.94	197.94	0.000	198.57	198.57	198.57	0.000
2006	200.77	390.70	192.76	-3.989	201.82	396.94	198.37	-1.706
2007	201.91	588.30	197.60	-2.132	205.33	600.69	203.74	-0.770
2008	202.31	790.86	202.56	0.126	209.19	809.96	209.26	0.033
2009	203.70	998.50	207.64	1.938	213.73	1 024.88	214.93	0.563
2010	207.10	1 211.36	212.86	2.779	218.74	1 245.63	220.75	0.918
2011	213.34	1 429.56	218.20	2.278	224.97	1 472.36	226.75	0.779
2012	220.70	1 653.24	223.68	1.348	231.76	1 705.23	232.87	0.476
2013	228.57	1 882.53	229.29	0.319	238.96	1 944.40	239.17	0.088
2014	236.76	2 117.58	235.05	-0.722	246.50	2 190.04	245.65	-0.345
2015	243.64	2 358.53	240.95	-1.103	253.26	2 442.34	252.30	0.380
2016	247.30	2 605.53	247.00	-0.123	257.95	2 701.47	259.13	0.458
2017	251.69	2 858.73	253.20	0.597	263.61	2 967.62	266.15	0.962
2018	260.02	3 118.28	259.55	-0.178	273.33	3 240.98	273.35	0.009
2019	269.17	5 443.54	266.07	-1.151	284.46	3 521.73	280.76	-1.303

表 6 中国脑卒中发病率 GM(1,1)模型拟合分析

Table 6 Fitting analysis of GM (1,1) model for incidence rate of stroke in China

预测指标	a 值	u 值	检验统计量 C	P 值	模型等级
男性	-0.025	185.475	0.342	0.953	一级
女性	-0.027	190.431	0.067	1.000	一级

通过 GM (1,1)模型拟合优度分析,对我国 2020—2029 年脑卒中死亡率进行预测,预测结果显示,未来十年我国脑卒中死亡率呈保持持续上升趋势,2029 年死亡率将可能达到男性 191.44/10 万、女性 126.52/10 万。见表 7。

3 讨论

脑卒中是严重危害国民健康的重大慢性非传染性疾病,具有高发病率、高致残率、高死亡率、高复发率、高经济负担五大特点^[8]。全球疾病负担研究(GBD)数据显示,脑卒中是我国成人致死、致残的首位病因,现患人数高居世界首位。

表 7 GM (1,1)模型预测值(1/10 万)

Table 7 GM (1,1) model predicted values (1/100 000)

年份(年)	发病率		死亡率	
	男性	女性	男性	女性
2020	272.75	296.16	175.23	126.76
2021	279.60	304.19	176.95	126.73
2022	286.61	312.42	178.70	126.70
2023	293.81	320.88	180.40	126.68
2024	301.18	329.57	182.25	126.65
2025	308.74	338.50	184.05	126.62
2026	316.49	347.66	185.87	126.60
2027	324.44	357.08	187.71	126.57
2028	332.58	366.74	189.56	126.54
2029	340.93	376.67	191.44	126.52

表 8 2005—2019 年中国不同性别脑卒中死亡率 GM(1,1)模型分析(1/10 万)

Table 8 Analysis of the GM (1,1) model for stroke mortality of different genders in China from 2005 to 2019 (1/100 000)

年份(年)	男性				女性			
	$x^0(t)$	$x^1(t)$	$\hat{x}^0(t)$	相对误差(%)	$x^0(t)$	$x^1(t)$	$\hat{x}^0(t)$	相对误差(%)
2005	156.89	156.89	156.89	0.000	134.53	134.53	134.53	0.000
2006	151.23	309.57	152.68	0.957	129.92	264.27	129.74	-0.141
2007	150.48	463.76	154.19	2.463	127.06	393.24	128.98	1.511
2008	153.65	619.47	155.71	1.342	126.81	521.47	128.23	1.118
2009	158.08	776.72	157.25	-0.527	127.89	648.95	127.48	-0.324
2010	162.47	935.53	158.81	-2.254	129.25	775.68	126.73	-1.947
2011	163.88	1 095.90	160.37	-2.142	129.18	901.68	126.00	-2.467
2012	164.82	1 257.86	161.96	-1.736	124.79	026.94	125.26	0.375

(续表)

年份(年)	男性				女性			
	$x^0(t)$	$x^1(t)$	$\hat{x}^0(t)$	相对误差(%)	$x^0(t)$	$x^1(t)$	$\hat{x}^0(t)$	相对误差(%)
2013	164.55	1 421.42	163.56	-0.603	123.64	1 151.47	124.53	0.717
2014	164.87	1 586.60	165.18	0.189	123.16	1 275.27	123.80	0.523
2015	165.59	1 753.41	166.81	0.736	122.12	1 398.35	123.08	0.079
2016	168.28	1 921.87	168.46	0.109	124.37	1 520.71	122.36	-0.017
2017	168.66	2 091.00	170.12	0.870	126.72	1 642.36	121.65	-0.040
2018	169.85	2 263.80	171.81	1.149	129.55	1 763.30	120.94	-0.664
2019	173.99	2 437.31	173.50	-0.279	133.05	1 883.53	120.23	-0.979

表 9 中国脑卒中死亡率 GM(1,1)模型拟合分析

Table 9 Fitting analysis of the GM (1,1) model for stroke mortality in China

预测指标	a 值	u 值	检验统计量 C	P 值	模型等级
男性	0.006	130.903	0.136	1.000	一级
女性	-0.001	150.386	0.230	1.000	一级

本研究分析发现 2005—2019 年我国男女性脑卒中的发病率均成上升趋势,女性的发病率整体高于男性。2005—2019 年我国男性脑卒中死亡率呈上升趋势,女性脑卒中死亡率整体呈平稳趋势。可能原因:(1)人口老龄化,部分地区的高盐、高糖、高脂饮食或饮酒生活方式等原因,导致脑卒中发生率增加^[4,19];(2)重大公共卫生服务项目支持各地开展心血管疾病、脑卒中等慢性病早诊早治项目,医疗救治技术进步和急救医疗体系的完善,基本保证死亡率呈平稳或下降趋势。

疾病发病与死亡预测不仅有利于研究卫生策略、调整防控方案,还有利于诊疗技术研发。GM(1,1)模型是灰色系统理论中应用最广泛的一种灰色动态预测模型,自 1982 年以来就得到广泛应用^[20-21]。本研究建立 GM (1, 1) 模型预测 2020—2029 年脑卒中发病趋势和死亡趋势,结果显示 $C \leq 0.35$ 且 $P \geq 0.95$, 预测精度等级均为 1 级,且按照 a 值标准判断该模型适合中长期预测。从 2020—2029 年,我国男女性发病率趋势呈上升趋势;男性死亡率趋势呈上升趋势,女性死亡率趋势则几乎持平,甚至略有下降趋势。糖尿病、血同型半胱氨酸、大型血小板比例是影响脑卒中发病的独立危险因素^[19]。HIV 感染者/AIDS 患者的缺血性卒中发病率呈上升趋势^[22]。体力活动者患脑卒中的风险可能更低^[23];脑血管功能积分值降低是脑卒中首发的重要原因^[24]。入院时低白蛋白血症的中风患者可能发生感染并发症的风险增加,死亡率高,功能预后差^[25];营养支持可能降低脑卒中死亡^[26]。以上研究提示提高健康素养、加强高危人群管理、适当运动、合理营养、定期评估脑血管功能,积极预防糖尿病、高血压、肥胖等疾病,或可有效预防脑卒中发生或降低死亡率。

本研究还存在一些局限性:(1)2020—2029 年脑卒中的发病率和死亡率是基于模型预测的结果,随着

健康中国行计划的实施、医疗技术水平的提高、健康教育普及等获将提高居民认知和自我防控水平,推测未来疾病发生和死亡实际结果可能会较预测结果偏低;(2)未来在建模技术和数据的进一步完善,预测结果可能也会受到影响;(3)虽然 GM (1, 1) 模型精度等级高,但在实际生活中脑卒中的发病率和死亡率受诸多因素的影响,需要分别分析影响因素或干预因素,应谨慎对待该预测结果。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] 刘咪,王晨冉,梁娟娟,等. 中国 1990—2017 年脑卒中及其危险因素疾病负担变化趋势分析[J]. 中国公共卫生,2021,37(10): 1501-1507.
Liu M, Wang CR, Liang JJ, et al. Change trend in disease burden of stroke and its risk factors in China,1990-2017[J]. Chinese Journal of Public Health, 2021, 37(10): 1501-1507.

[2] Collaborators GS. Global, regional, and National burden of stroke and its risk factors, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. Lancet Neurolog, 2021, 20(10): 795-820.

[3] 李刘欣,朱辰蕊,林黎明,等. 不同血压水平对青年人群早发脑卒中风险的影响 [J]. 中华高血压杂志,2022,30(11): 1061-1068.
Li LX, Zhu CR, Lin LM, et al. Relationship between blood pressure and the risk of early-onset stroke in young People [J]. Chinese Journal of Hypertension, 2022, 30(11): 1061-1068.

[4] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 中国脑卒中防治指导规范 [EB/OL]. [2023-12-04]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s3593/202108/50c4071a86df4bfd9666e9ac2aac605.shtml>.2021. National Health Commission of the People's Republic of China. Guidelines for stroke prevention and treatment in China [EB/OL]. [2023-12-04]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s3593/202108/50c4071a86df4bfd9666e9ac2aac605.shtml>.2021.

[5] 佚名. 柳叶刀》子刊: 脑卒中或将成为世界健康“头号杀手” [J]. 上海医药,2021,42(21):61.

- Anonym. Lancet Sub issue: Stroke may become the world's top health killer[J]. Shanghai Medical & Pharmaceutical Journal, 2021, 42(21): 61.
- [6] 屈彦,王天一,杨津,等. GBD 数据库的数据提取方法与流程[J]. 中国循证心血管医学杂志,2019,11(9):1043-1046.
Qu Y, Wang TY, Yang J, et al. GBD database application and data extraction methods and processes [J]. Chinese Journal of Evidence-Based Cardiovascular Medicine, 2019, 11(9): 1043-1046.
- [7] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. CA-A Cancer Journal for Clinicians, 2021, 71(3): 209-249.
- [8] 吕杰能,张世强,张雷,等. 基于信息再利用的灰色系统 GM (1.1)模型在传染病流行趋势预测中的应用[J]. 现代预防医学, 2010,37(14):2601-2603, 2606.
Lv JN, Zhang SQ, Zhang L, et al. Application of grey system gm (1.1) model based on information reused in forecasting the infectious disease trend [J]. Modern Preventive Medicine, 2010, 37 (14): 2601-2603, 2606.
- [9] 原瑞霞. 基于 GBD 大数据分析预测中国女性乳腺癌发病与死亡趋势的研究[D]. 武汉:武汉大学,2018.
Yuan RX. Analysis and Prediction of Morbidity and Mortality Trend of Best Cancer in Chinese Women Based on GBD Big Data [D]. Wuhan: Wuhan University, 2018.
- [10] 徐杰茹,陈磊,王冕,等. 1990-2019 年中国女性卵巢癌发病趋势分析与预测[J].现代预防医学,2021,48(19):3457-3460, 3470.
Xu JR, Chen L, Wang M, et al. Analysis and forecast of the incidence trend of ovarian cancer in Chinese women,1990-2019 [J]. Modern Preventive Medicine, 2021, 48(19): 3457-3460, 3470.
- [11] 张敏,段朝晖,徐杰茹,等. 基于 GBD 数据分析与预测 2000-2030 年中国胰腺癌发病与死亡趋势 [J]. 中国肿瘤, 2022,31(11):862-868.
Zhang M, Duan CH, Xu JR, et al. Prediction of incidence and mortality of pancreatic cancer in China from 2000 to 2030 based on global burden of disease study [J]. China Cancer, 2022, 31 (11): 862-868.
- [12] 李辉章,杜灵彬. Joinpoint 回归模型在肿瘤流行病学时间趋势分析中的应用[J]. 中华预防医学杂志,2020,54(8):908-912.
Li HZ, Du LB. Application of joinpoint regression model in cancer epidemiological time trend analysis[J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2020, 54(8): 908-912.
- [13] 李朋慧. R 语言时间序列分析在瓦斯浓度预测中的应用研究 [D]. 西安:西安科技大学,2019.
Li PH. Application research of time series analysis based on R language in gas concentration prediction [D]. Xi'an: Xi'an University of Science and Technology, 2019.
- [14] Zhao DR, Zhang HW, Cao Q, et al. The research of ARIMA, GM (1,1), and LSTM models for prediction of TB cases in China[J]. PLOS One, 2022, 17(2): e0262734.
- [15] 陈磊,徐杰茹,张敏,等. 中国肾癌死亡趋势预测及其预测模型比较[J]. 中华疾病控制杂志,2022,26(1):21-27.
Chen L, Xu JR, Zhang M, et al. Prediction of kidney cancer mortality trends and comparison of the two prediction models in China[J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2022, 26 (1): 21-27.
- [16] Zhang LP, Wang L, Zheng YL, et al. Time prediction models for echinococcosis based on gray system theory and epidemic dynamics [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2017, 14(3): 262.
- [17] Yang XB, Zou JJ, Kong DG, et al. The analysis of GM (1, 1) grey model to predict the incidence trend of typhoid and paratyphoid fevers in Wuhan City, China[J]. Medicine (Baltimore), 2018, 97(34): e11787.
- [18] 《中国脑卒中防治报告 2020》编写组. 《中国脑卒中防治报告 2020》[J]. 中国脑血管病杂志,2022,19(2):136-144.
Report on stroke prevention and treatment in China Writing Group. Brief report on stroke prevention and treatment in China, 2020[J]. Chinese Journal of Cerebrovascular Diseases, 2022, 19(2): 136-144.
- [19] 朱帅,张一英,向芳,等. 脑卒中高危人群缺血性脑卒中 3 年发病影响因素 COX 回归分析 [J]. 中国慢性病预防与控制, 2022,30(2):134-137.
Zhu S, Zhang YY, Xiang F, et al. COX regression analysis of influencing factors for 3-year incidence of ischemic stroke in high-risk population of stroke [J]. Chinese Journal of Prevention and Control of Chronic Diseases, 2022, 30(2): 134-137.
- [20] Islam MR, Kabir G, Ng KTW, et al. Yard waste prediction from estimated municipal solid waste using the grey theory to achieve a zero-waste strategy [J]. Environmental Science and Pollution Research International, 2022, 29(31): 46859-46874.
- [21] Zeng B, Yang YJ, Gou XY. Research on physical health early warning based on GM (1,1)[J]. Computers in Biology and Medicine, 2022, 143: 105256.
- [22] 胡琳雪,杨蓉,吴晓妍,等. HIV 感染者/AIDS 患者缺血性卒中发病率及危险因素研究进展 [J]. 华西医学,2022,37(6): 926-931.
Hu LX, Yang R, Wu XY, et al. Research progress on incidence rate and risk factors of ischemic stroke in People living with HIV/AIDS [J]. West China Medical Journal, 2022, 37(6): 926-931.
- [23] 蒲丽媛. 体力活动情况与脑卒中的关联性研究 (硕士论文) [D]. 长春:吉林大学,2021.
Pu LY. The association between physical activities and stroke[D]. Changchun: Jilin University, 2021.
- [24] 黄久仪,郭吉平,曹奕丰,等.脑血管功能积分预测 10 年首发脑卒中风险方法的建立[J].中华神经科杂志,2021,54(5):434-440.
Huang JY, Guo JP, Cao YF, et al. Establishment and evaluation of a method for predicting 10-year risk of first stroke with cerebrovascular function score [J]. Chinese Journal of Neurology, 2021, 54(5): 434-440.
- [25] 张植,杨青松,满春露,等. 急性缺血性脑卒中患者低蛋白血症发病率及危险因素的临床研究 [J]. 医药论坛杂志,2022,43(4):50-53.
Zhang Z, Yang QS, Man CL, et al. Clinical study on incidence and risk factors of hypoproteinemia in patients with acute ischemic stroke [J]. Journal of Medical Forum, 2022, 43(4): 50-53.
- [26] 李增宁,翟一静. 营养支持治疗在脑卒中防治的研究进展[J]. 中华预防医学杂志,2022,56(2):146-150.
Li ZN, Zhai YJ. Advances in nutritional support therapy for stroke prevention and treatment[J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2022, 56(2): 146-150.