

• 临床研究 •

2008—2021 年中国 5 岁以下儿童先天性心脏病死亡趋势分析

黎昌兰¹, 杨君利², 刘玲¹, 李晓弈², 常悦²

1. 贵州医科大学公共卫生与健康学院, 贵州 贵阳 561113; 2. 贵州医科大学医药卫生管理学院

摘要: **目的** 了解中国 2008—2021 年 5 岁以下儿童先天性心脏病(先心病)死亡率变化趋势,为制订降低先心病死亡率的相关卫生政策提供重要参考。**方法** 收集 2008—2021 年中国死因监测数据集,采用 JoinPoint 回归分析 5 岁以下儿童先心病死亡率的年度变化百分比(APC)和平均年度变化百分比(AAPC)。**结果** 2008—2021 年,<1 岁婴儿(AAPC = -8.65, $P < 0.001$)和 1~<5 岁儿童(AAPC = -9.01, $P < 0.001$)先心病死亡率均呈下降趋势,但<1 岁婴儿先心病死亡率显著高于 1~<5 岁儿童。<1 岁男婴先心病死亡率(AAPC = -9.11, $P < 0.001$)下降幅度大于女婴(AAPC = -7.91, $P < 0.001$),但男婴死亡率高于女婴。城市<1 岁婴儿的先心病死亡率(AAPC = -10.69, $P < 0.001$)下降幅度大于农村(AAPC = -7.69, $P < 0.001$),但 2018 年后农村<1 岁婴儿先心病死亡率反超城市。西部地区 1~<5 岁儿童的先心病死亡率(AAPC = -6.02, $P < 0.001$)降幅低于东部地区(AAPC = -11.42, $P < 0.001$)和中部地区(AAPC = -8.71, $P < 0.001$)。**结论** 2008—2021 年中国 5 岁以下儿童先心病死亡率逐渐下降,但总体死亡率仍处于较高水平,尤其是婴儿群体。今后应加强先心病的预防和早期筛查,降低先心病的发生率和死亡率。

关键词: 先天性心脏病; 5 岁以下儿童; 死亡率; JoinPoint 回归

中图分类号: R179

文献标识码: A

文章编号: 1008-6579(2025)12-1386-06

doi: 10.11852/zgetbjzz2024-1168

Death trends of congenital heart disease in children under 5 years old in China from 2008 to 2021

LI Changlan¹, YANG Junli², LIU Ling¹, LI Xiaoyi², CHANG Yue²

1. School of Public Health, Guizhou Medical University, Guiyang, Guizhou 561113, China;

2. School of Medicine and Health Management, Guizhou Medical University

Corresponding author: CHANG Yue, E-mail: 4567401@qq.com

Abstract: **Objective** To examine the mortality trends of congenital heart disease (CHD) among children under 5 years old in China from 2008 to 2021, in order to provide critical evidence for developing health policies to reduce CHD mortality. **Methods** Data were collected from China's cause of death monitoring system spanning the years 2008 to 2021. The annual percentage change (APC) and average annual percentage change (AAPC) of congenital heart disease mortality rates among children under 5 years old were assessed using JoinPoint regression analysis. **Results** From 2008 to 2021, both infants (<1 year; AAPC = -8.65, $P < 0.001$) and children (1-<5 years; AAPC = -9.01, $P < 0.001$) showed significant declining trends in CHD mortality, though infant mortality remained substantially higher. Male infants exhibited greater mortality reduction (AAPC = -9.11, $P < 0.001$) than females (AAPC = -7.91, $P < 0.001$), yet maintained higher absolute rates. Urban areas demonstrated steeper declines in infant mortality (AAPC = -10.69, $P < 0.001$) compared to rural areas (AAPC = -7.69, $P < 0.001$), with rural rates surpassing urban after 2018. Western China showed slower mortality reduction in children aged 1-<5 years (AAPC = -6.02, $P < 0.001$) compared with eastern (AAPC = -11.42, $P < 0.001$) and central regions (AAPC = -8.71, $P < 0.001$). **Conclusions** While CHD mortality among children under 5 years has significantly declined since 2008, rates remain concerningly high, particularly for infants. These findings underscore the need for enhanced nationwide CHD prevention and early screening programs to further reduce disease burden and mortality.

Keywords: congenital heart disease; children under 5 years of age; mortality rate; JoinPoint regression

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71964009)

作者简介: 黎昌兰(1997—), 女, 硕士在读, 主要研究方向为慢性病预防与控制。

通信作者: 常悦, E-mail: 4567401@qq.com

先天性心脏病(简称先心病)是最常见的出生缺陷,也是婴儿因出生缺陷而死亡的主要原因^[1]。根据 2010—2017 年的数据,全球先心病的发病率约为 9.4‰,并呈现逐年上升的趋势^[2]。随着医学技术的进步,先心病患者可以通过心脏手术来修复或缓解缺陷,从而提高生存率。然而,接受手术的患者仍可能面临心力衰竭、心律失常等并发症,部分儿童甚至可能出现神经发育障碍^[3]。中国是先心病负担最高的国家之一,目前估计有 200 万例先心病患者^[4],每年新增确诊病例 15~20 万例^[5]。2016 年,世界卫生组织提出将新生儿死亡率降低到 12‰ 以下,儿童死亡率降低到 25‰ 以下,并在 2030 年前消除 5 岁以下儿童所有可避免的死亡,同时将非传染性疾病导致的过早死亡人数减少 1/3^[6]。因此,本研究将 5 岁以下儿童分为<1 岁婴儿组和 1~<5 岁儿童组,采用 JoinPoint 回归探讨中国 5 岁以下儿童先心病死亡率在性别、居住地和地区之间的差异,为制定降低先心病死亡率的相关卫生政策提供参考。

1 资料和方法

1.1 数据来源 本研究数据资料来源于《中国死因监测数据集(2008—2021)》^[7],收集了各年 5 岁以下儿童的数据,具体包括年龄、性别、居住地和地区。

1.2 统计学方法 应用 Excel 2016 建立数据库,按照年龄(<1 岁、1~<5 岁)、性别(男性与女性)、居住地(城市和农村)和地区(东部、中部、西部)进行分层。计算先心病的粗死亡率。采用 JoinPoint 4.8.0.1 软件对中国 5 岁以下儿童 2008—2021 年先心病死亡趋势进行对数线性回归分析。通过计算各类别粗死亡率的年度变化百分比(annual percent change, APC)和平均年度变化百分比(average annual percent change, AAPC),分析 5 岁以下儿童先心病死亡率在 2008—2021 年的各区间段和总体区间变化趋势。APC 代表各阶段的变化趋势, AAPC 代表完整区间的变化趋势, APC/AAPC>0、APC/AAPC<0 分别代表正增长和负增长, APC=AAPC, 代表死亡率呈单调上升或下降的趋势^[8]。检验水准 $\alpha=0.05$ (双侧)。

2 结果

2.1 中国 5 岁以下儿童先心病死亡率总体情况

2008—2021 年,<1 岁婴儿和 1~<5 岁儿童先心病死亡人数分别为 15 488 人和 4 526 人,<1 岁婴儿死亡人数占 5 岁以下儿童死亡总数的 77.39%,<1 岁婴儿先心病死亡率显著高于 1~<5 岁儿童。<1

岁婴儿先心病死亡率从 2008 年的 $76.28/10^5$ 下降到 2021 年的 $22.22/10^5$ (AAPC=-8.65, $P<0.001$), 2012—2017 年 (APC=-11.26, $P<0.001$) 和 2017—2021 年 (APC=-17.65, $P<0.001$) 下降趋势显著。1~<5 岁儿童先心病死亡率从 2008 年的 $4.78/10^5$ 下降到 2021 年的 $1.47/10^5$ (AAPC=-9.01, $P<0.001$), 2014—2021 年 (APC=-15.97, $P<0.001$) 下降趋势显著。见图 1、表 1。

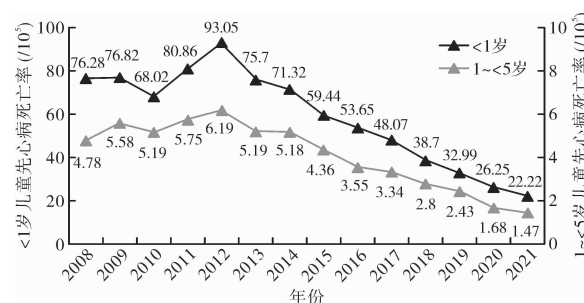


图 1 2008—2021 年中国 5 岁以下儿童的先心病死亡率

Fig. 1 Mortality rate of congenital heart disease in children under 5 years old in China from 2008 to 2021

2.2 中国不同性别 5 岁以下儿童先心病死亡率变化趋势 2008—2021 年,<1 岁男婴 (AAPC=-9.11, $P<0.001$) 和女婴 (AAPC=-7.91, $P<0.001$) 的先心病死亡率均呈下降趋势,其中男婴 2012—2017 年 (APC=-11.42, $P=0.001$) 和 2017—2021 年 (APC=-18.78, $P=0.001$) 的降幅有统计学意义,女婴 2013—2021 年 (APC=-13.55, $P<0.001$) 的降幅有统计学意义。总体来看,<1 岁男婴死亡率仍高于女婴。1~<5 岁男童 (AAPC=-8.57, $P<0.001$) 和女童 (AAPC=-9.46, $P<0.001$) 的死亡率均呈下降趋势,其中男童 2014—2021 年 (APC=-15.93, $P<0.001$) 的降幅和女童 2014—2021 年 (APC=-15.85, $P<0.001$) 的降幅有统计学意义。见图 2 和表 1。

2.3 中国不同居住地 5 岁以下儿童先心病死亡率变化趋势 2008—2021 年,<1 岁婴儿的先心病死亡率在城市 (AAPC=-10.69, $P<0.001$) 和农村 (AAPC=-7.69, $P<0.001$) 均呈下降趋势,其中城市 2017—2021 年 (APC=-25.58, $P=0.001$) 的降幅及农村 2012—2021 年 (APC=-12.67, $P<0.001$) 降幅有统计学意义。2013—2018 年间,城市 <1 岁婴儿的先心病死亡率高于农村,但自 2018 年起,农村反超城市。1~<5 岁儿童的先心病死亡率在城市 (AAPC=-7.99, $P<0.001$) 和农村 (AAPC=-8.65, $P<0.001$) 同样呈下降趋势,其中城市 2008—2014 年 (APC=5.97, $P=0.015$) 呈上升趋势

势,2014—2018 年($APC = -14.28, P = 0.005$)和 2018—2021 年($APC = -23.76, P = 0.002$)期间显著下降,而农村 2012—2021 年($APC = -13.97, P < 0.001$)下降趋势明显。2008—2012 年期间农村死亡率高于城市,自 2012 年起,两者死亡率差距逐渐缩小。见图 3、表 1。

表 1 2008—2021 年中国 5 岁以下儿童先心病死亡率的 AAPC 和 APC

Tab. 1 AAPC and APC of congenital heart disease mortality rate in children under 5 years old in China from 2008 to 2021

分类	指标	<1 岁组				1~<5 岁组			
		年份(年)	变化值(%)	95%CI	P 值	年份(年)	变化值(%)	95%CI	P 值
总体	AAPC	2008—2021	-8.65	-11.13~-6.10	<0.001	2008—2021	-9.01	-11.23~-6.74	<0.001
	APC	2008—2012	5.09	-2.07~12.77	0.136	2008—2014	-0.17	-4.73~4.60	0.936
		2012—2017	-11.26	-15.15~-7.20	0.001	2014—2021	-15.97	-18.82~-13.02	<0.001
		2017—2021	-17.65	-22.91~-12.04	<0.001				
男性	AAPC	2008—2021	-9.11	-12.06~-6.06	<0.001	2008—2021	-8.57	-12.13~-4.87	<0.001
	APC	2008—2012	5.04	-3.40~14.22	0.201	2008—2014	0.83	-6.63~8.89	0.813
		2012—2017	-11.42	-16.00~-6.58	0.001	2014—2021	-15.93	-20.34~-11.29	<0.001
		2017—2021	-18.78	-25.07~-11.96	0.001				
女性	AAPC	2008—2021	-7.91	-10.61~-5.12	<0.001	2008—2021	-9.46	-12.08~-6.76	<0.001
	APC	2008—2013	1.89	-5.56~9.93	0.590	2008—2014	-1.38	-6.60~4.12	0.576
		2013—2021	-13.55	-16.06~-10.96	<0.001	2014—2021	-15.85	-19.35~-12.20	<0.001
城市	AAPC	2008—2021	-10.69	-15.35~-5.77	<0.001	2008—2021	-7.99	-11.15~-4.71	<0.001
	APC	2008—2014	2.40	-2.79~7.87	0.308	2008—2014	5.97	1.59~10.55	0.015
		2014—2017	-13.35	-30.97~8.77	0.174	2014—2018	-14.28	-21.49~-6.40	0.005
		2017—2021	-25.58	-33.33~-16.92	0.001	2018—2021	-23.76	-32.53~-13.85	0.002
农村	AAPC	2008—2021	-7.69	-9.13~-6.23	<0.001	2008—2021	-8.65	-11.73~-5.45	<0.001
	APC	2008—2012	4.58	-0.79~10.25	0.087	2008—2012	4.58	-6.91~17.48	0.407
		2012—2021	-12.67	-13.70~-11.63	<0.001	2012—2021	-13.97	-16.07~-11.82	<0.001
东部地区	AAPC	2008—2021	-12.18	-15.61~-8.61	<0.001	2008—2021	-11.42	-14.60~-8.12	<0.001
	APC	2008—2012	1.50	-7.89~11.85	0.720	2008—2014	-2.12	-8.44~4.63	0.485
		2012—2017	-11.26	-16.66~-5.51	0.003	2014—2021	-18.68	-22.93~-14.19	<0.001
		2017—2021	-25.00	-32.33~-16.88	<0.001				
中部地区	AAPC	2008—2021	-7.69	-10.32~-4.98	<0.001	2008—2021	-8.71	-11.86~-5.45	<0.001
	APC	2008—2013	2.30	-5.02~10.19	0.506	2008—2014	0.50	-5.95~7.40	0.868
		2013—2021	-13.43	-15.84~-10.95	<0.001	2014—2021	-15.94	-19.98~-11.69	<0.001
西部地区	AAPC	2008—2021	-5.75	-8.72~-2.67	<0.001	2008—2021	-6.02	-9.76~-2.13	<0.001
	APC	2008—2012	9.09	-2.09~21.54	0.102	2008—2012	9.83	-4.46~26.24	0.162
		2012—2021	-11.67	-13.73~-9.57	<0.001	2012—2021	-12.31	-14.68~-9.87	<0.001

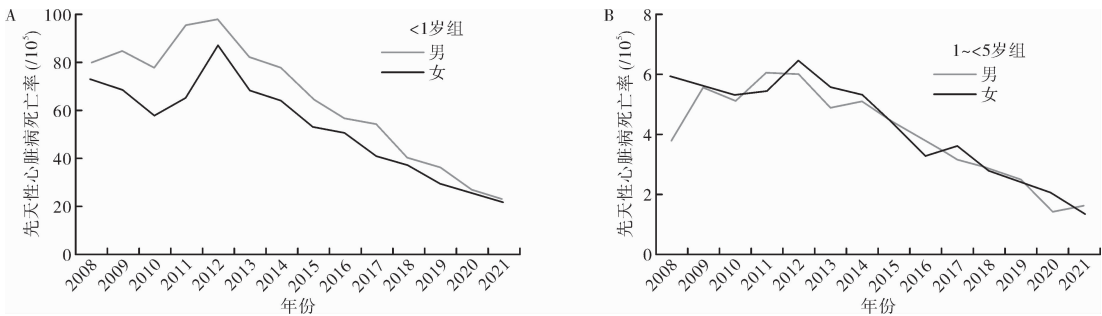


图 2 2008—2021 年中国 5 岁以下儿童不同性别先心病死亡率

Fig. 2 Mortality rates of congenital heart disease in children under 5 years old in China, by gender from 2008 to 2021

2.4 中国不同地区 5 岁以下儿童先心病死亡率变化趋势 2008—2021 年,<1 岁婴儿先心病死亡率在东部($AAPC = -12.18, P < 0.001$)、中部($AAPC = -7.69, P < 0.001$)和西部($AAPC = -5.75, P < 0.001$)地区均呈下降趋势,其中东部地区 2012—2017 年($APC = -11.26, P = 0.003$)和 2017—2021 年($APC = -25.00, P < 0.001$)的降幅有统计学意

义,中部地区 2013—2021 年($APC = -13.43, P < 0.001$)的降幅及西部地区 2012—2021 年($APC = -11.67, P < 0.001$)的降幅有统计学意义。1~<5 岁儿童先心病死亡率在东部、中部和西部地区均呈下降趋势,但西部地区($AAPC = -6.02, P < 0.001$)的降幅低于东部地区($AAPC = -11.42, P < 0.001$)、中部($AAPC = -8.71, P < 0.001$)。其中

东部地区 2014—2021 年 ($APC = -18.68$, $P < 0.001$)、中部地区 2014—2021 年 ($APC = -15.94$, $P < 0.001$) 和西部地区 2012—2021 年 ($APC =$

-12.31 , $P < 0.001$) 的下降趋势显著。总体来看, 5 岁以下儿童先心病死亡率依次为西部地区最高, 中部地区次之, 东部地区最低。见图 4 和表 1。

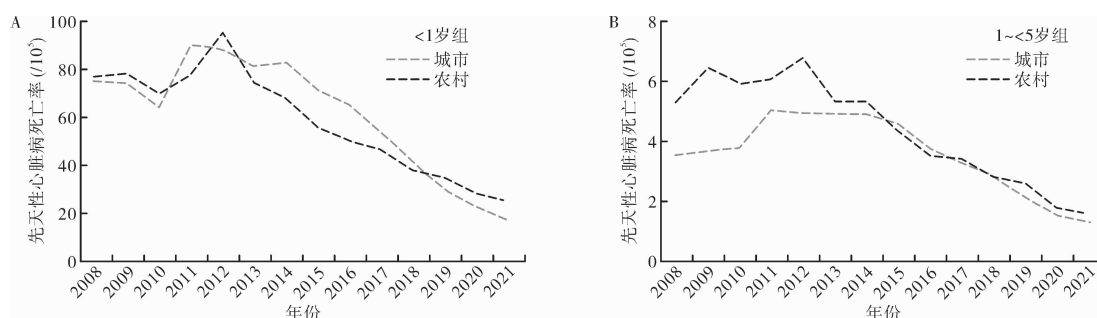


图 3 2008—2021 年中国 5 岁以下儿童不同居住地先心病死亡率

Fig. 3 Mortality rate of congenital heart disease among children under 5 years old in different residential areas in China from 2008 to 2021

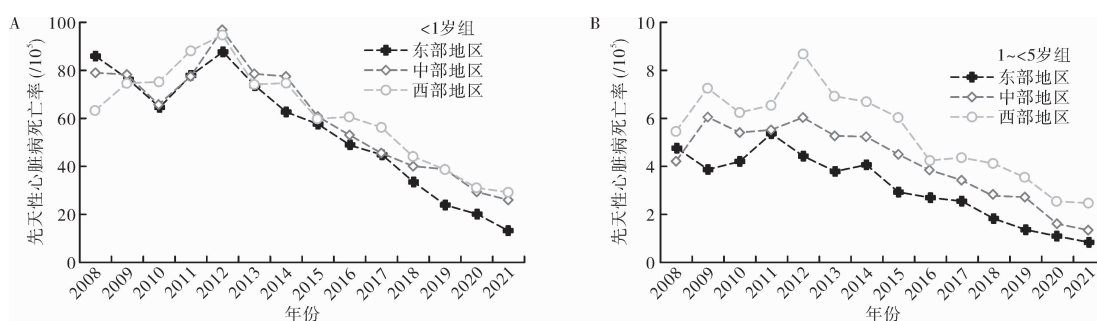


图 4 2008—2021 年中国 5 岁以下儿童不同地区先心病死亡率

Fig. 4 Mortality rates of congenital heart disease among children under 5 years old in different regions of China from 2008 to 2021

3 讨论

3.1 中国 5 岁以下儿童先心病死亡率总体降低
2008—2021 年, <1 岁婴儿和 1~<5 岁儿童先心病死亡率均呈下降趋势, 这与其他研究结果一致^[5,9]。5 岁以下儿童先心病死亡率有所改善, 可能与以下因素有关: 首先, 产前诊断技术的逐年提升, 使越来越多的先心病胎儿在怀孕 28 周之前被识别并及时终止妊娠, 从而降低了活产胎儿中先心病的发生率。同时, 产前检查和新生儿筛查的推广与加强, 有助于先心病的早期发现和治疗, 如“心脏听诊+经皮脉搏血氧饱和度测量”双指标法的应用, 有效提升了新生儿先心病的检出率, 从而有利于降低先心病的病死率和致残率^[10]。其次, 先心病的内科治疗成功率显著提高, 增加了患者的存活率和生存时间^[11]。再次, 社会干预措施也有效降低了新生儿先心病的发病率。例如, 中国提倡孕前和孕早期为孕妇补充叶酸和多种维生素, 以减少出生缺陷的发生。研究表明, 孕前 1 个月和孕后 3 个月补充叶酸不仅能降

低神经管畸形的发生率, 还能减少先心病、唇腭裂和脐膨出等出生缺陷的发生率^[12]。

本研究结果显示, 2008—2021 年, <1 岁婴儿先心病死亡率显著高于 1~<5 岁儿童, 具体而言, <1 岁婴儿的先心病平均死亡率为 $58.81/10^5$, 而 1~<5 岁儿童仅为 $4.11/10^5$, 前者约为后者的 14 倍。这一发现表明先心病儿童多在婴儿期死亡, 这与其他相关文献的报道一致^[13-14]。有研究显示, 患有严重先心病的婴儿在出生后第 1 年通常需要进行手术或其他干预^[15]。然而, 由于新生儿体重较轻, 这类手术需要更高的技术水平, 同时麻醉风险也较大, 新生儿期的先心病手术往往较为复杂, 对围手术期的管理要求也很高^[16]。此外, 约 29.2% 的新生儿在手术后可能出现并发症, 这些因素都可能增加新生儿因先心病而死亡的风险^[17], 并且早产、心外出生缺陷或遗传性疾病也会进一步提高先心病的死亡风险^[14-16]。

3.2 <1 岁男婴先心病死亡率问题较为突出
在 <1 岁婴儿和 1~<5 岁儿童中, 男、女童的先心病死亡率下降趋势均相似, 但在 <1 岁婴儿中, 男婴先

心病死亡率高于女婴。有研究指出,男婴在婴儿期接受先心病手术的可能性高于女婴,包括高风险手术和多次手术^[18]。另一项研究显示,男婴的手术死亡率也高于女婴^[16]。此外,多项研究表明,男婴的先心病发病率同样高于女婴^[19-20],这可能导致男婴更高的死亡率。然而,男婴先心病发病率较高的具体原因尚不明确,亟需进一步研究。

3.3 农村 5 岁以下儿童先心病死亡率问题需更加关注 2012—2018 年,城市<1 岁婴儿先心病死亡率高于农村,2018 年后,农村反超城市。一方面,城市地区的社会经济和医疗卫生事业发展较快,医疗和经济条件相对优越,居民生活水平较高,更加重视孕产妇和儿童的健康保健。此外,城市的医疗机构在产前诊断和治疗方面的水平也较高。除了医疗和经济条件外,健康知识和文化水平等因素也可能导致农村地区先心病死亡率高于城市地区,高文化水平的孕妇通常对疾病的认知更为深入,且对医疗方案的依从性较好,这类孕妇的家庭收入普遍较高,因此在孕期检查和保健方面更为完善,有助于早期发现问题并采取相应措施,从而改善预后^[21]。另一方面,农村地区的人均收入较低,许多低收入家庭无法承担先心病儿童的手术费用,导致许多患儿虽然被确诊,但未能及时获得有效治疗。此外,贫困儿童在手术后的恢复效果也往往不理想,从而进一步增加了死亡率^[22]。

3.4 西部地区 5 岁以下儿童先心病死亡率问题需要加强重视 东部、中部和西部地区<1 岁婴儿和 1~<5 岁儿童的先心病死亡率均呈下降趋势,东部地区的降幅明显高于中部地区和西部地区。两个年龄组的先心病死亡率也呈西部地区最高,中部地区次之,东部地区最低。这种差异可能与手术治疗效果以及各地区的医疗条件和经济水平密切相关。西部地区的医疗条件 and 经济发展相对滞后于东部和中部地区^[23],因此导致了该地区 5 岁以下儿童先心病死亡率较高。

中国先心病患儿的死亡率逐年降低,但 5 岁以下儿童的先心病死亡率仍处于较高水平。尽管手术治疗和管理的进步使重症先心病儿童能够存活至成年,从而降低了儿童的死亡率,但随着患者年龄的增长,疾病负担逐渐从心脏转向心血管及全身并发症,这导致了医疗资源的使用增加和生活质量下降,从而带来了更高的社会成本^[24]。此外,对于一些可治愈性强且治愈率高的先心病,可以在出生后进行治疗。然而,对于一些复杂的先心病,治疗难度较大,效果也不理想。有研究表明,超过 80% 的先心病相关死亡发生在 5 岁以下的儿童中,再次突显了预防和早期筛查先心病的重要性^[25]。目前,中国正在重

点推广的先心病三级预防措施,能够有效降低患儿的发生率。然而,先心病的形成,尤其是复杂类型,通常发生在妊娠早期(23~36d),此阶段孕妇可能尚未发现怀孕。因此,倡导三级预防在降低先心病发生率方面具有重要意义^[26]。

综上所述,尽管中国采取了多项措施,使得 2008—2021 年间 5 岁以下儿童先心病的死亡率呈下降趋势,但总体死亡率仍较高,尤其是在婴儿群体中。此外,城市与农村、东部、中部和西部地区之间的 5 岁以下儿童先心病死亡率差异显著。因此,未来中国应加强对先心病的预防和早期筛查,并提高治疗水平,以进一步降低 5 岁以下儿童的先心病死亡率。同时,应更加关注农村地区以及中西部地区,以缩小城乡差距及区域间的差异。

参考文献

- [1] Tennant PW, Pearce MS, Bythell M, et al. 20-year survival of children born with congenital anomalies: A population-based study[J]. *Lancet*, 2010, 375(9715): 649-656.
- [2] Liu Y, Chen S, Zühlke L, et al. Global birth prevalence of congenital heart defects 1970—2017: Updated systematic review and Meta-analysis of 260 studies[J]. *Int J Epidemiol*, 2019, 48(2): 455-463.
- [3] Liamlahi R, Latal B. Neurodevelopmental outcome of children with congenital heart disease[J]. *Handb Clin Neurol*, 2019(162): 329-345.
- [4] 胡盛寿,高润霖,刘力生,等.《中国心血管病报告 2018》概要[J]. *中国循环杂志*, 2019, 34(3): 209-220.
Hu SS, Gao RL, Liu LS, et al. Summary of the 2018 report on cardiovascular diseases in China [J]. *Chinese Circulation Journal*, 2019, 34(3): 209-220. (in Chinese)
- [5] 商伟静,叶健莉,潘晓平. 2004—2018 年中国 0~1 岁儿童先天性心脏病死亡变化与趋势分析[J]. *中华预防医学杂志*, 2020, 54(11): 1249-1254.
Shang WJ, Ye JL, Pan XP. The analysis on the change and trend of the congenital heart disease mortality rate in children aged 0 - 1 in China from 2004 to 2018[J]. *Chin J Prev Med*, 2020, 54(11): 1249-1254. (in Chinese)
- [6] World Health Organization. Almost half of all deaths now have a recorded cause[EB/OL]. (2017-5-17) [2024-08-28]. <https://www.who.int/news/item/17-05-2017-almost-half-of-all-deaths-now-have-a-recorded-cause-who-data-show>.
- [7] 中国疾病预防控制中心. 全国疾病监测系统死因监测数据集[EB/OL]. [2024-09-13]. <https://ncncd.chinacdc.cn/jcysj/siyinjc/syfxbg/>.
Chinese Center for Disease Control and Prevention. National Disease Surveillance System cause-of-death surveillance data set [EB/OL]. [2024-09-13]. <https://ncncd.chinacdc.cn/jcysj/siyinjc/syfxbg/>. (in Chinese)
- [8] Kim HJ, Fay MP, Feuer EJ, et al. Permutation tests for joint-point regression with applications to cancer rates[J]. *Stat Med*, 2000, 19(3): 335-351.
- [9] Su Z, Zou Z, Hay SI, et al. Global, regional, and national time trends in mortality for congenital heart disease, 1990—

- 2019: An age-period-cohort analysis for the Global Burden of Disease 2019 study [J]. *E Clinical Medicine*, 2022, 43: 101249.
- [10] 孔令婉,樊利春,陈仁伟,等. 海南省新生儿先天性心脏病筛查-诊断-评估适宜技术的建立与应用[J]. *中国热带医学*, 2023, 23(7): 704-709.
- Kong LW, Fan LC, Chen RW, et al. Establishment and application of suitable technology for screening diagnosis and evaluation of neonatal congenital heart disease in Hainan Province[J]. *China Tropical Medicine*, 2023, 23(7): 704-709. (in Chinese)
- [11] 何春花,王艳萍,朱军,等. 1996—2006 年全国 5 岁以下儿童先天异常死亡流行病学分析[J]. *四川大学学报(医学版)*, 2010, 41(2): 324-328.
- He CH, Wang YP, Zhu J, et al. Mortality from congenital malformations in children under 5 years old in China, 1996—2006[J]. *Journal of Sichuan University (Medical Sciences)*, 2010, 41(2): 324-328. (in Chinese)
- [12] Canfield MA, Collins JS, Botto LD, et al. Changes in the birth prevalence of selected birth defects after grain fortification with folic acid in the United States: Findings from a multi-state population-based study[J]. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol*, 2005, 73(10): 679-689.
- [13] GBD 2017 Congenital Heart Disease Collaborators. Global, regional, and national burden of congenital heart disease, 1990—2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. *Lancet Child Adolesc Health*, 2020, 4(3): 185-200.
- [14] Lynn MM, Salemi JL, Kostelyna SP, et al. Lesion-specific congenital heart disease mortality trends in children: 1999 to 2017[J]. *Pediatrics*, 2022, 150(4): e2022056294.
- [15] Howell HB, Zaccario M, Kazmi SH, et al. Neurodevelopmental outcomes of children with congenital heart disease: A review[J]. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*, 2019, 49(10): 100685.
- [16] Zheng G, Wu J, Chen P, et al. Characteristics of in-hospital mortality of congenital heart disease (CHD) after surgical treatment in children from 2005 to 2017: A single-center experience[J]. *BMC Pediatr*, 2021, 21(1): 521.
- [17] Kansy A, Tobota Z, Maruszewski P, et al. Analysis of 14 843 neonatal congenital heart surgical procedures in the European Association for Cardiothoracic Surgery Congenital Database[J]. *Ann Thorac Surg*, 2010, 89(4): 1255-1259.
- [18] Marelli A, Gauvreau K, Landzberg M, et al. Sex differences in mortality in children undergoing congenital heart disease surgery: A United States population-based study[J]. *Circulation*, 2010, 122(Suppl 11): 234-240.
- [19] Pugnali F, Felici A, Corno AF, et al. Gender differences in congenital heart defects: A narrative review[J]. *Transl Pediatr*, 2023, 12(9): 1753-1764.
- [20] Zhao L, Chen L, Yang T, et al. Birth prevalence of congenital heart disease in China, 1980—2019: A systematic review and Meta-analysis of 617 studies[J]. *Eur J Epidemiol*, 2020, 35(7): 631-642.
- [21] 荆俊鹏,马刚,付春云,等. 广西地区围产儿先天性心脏病发生率及其预后危险因素分析[J]. *现代预防医学*, 2020, 47(20): 3822-3826.
- Jing JP, Ma G, Fu CY, et al. Incidence and prognostic risk factors of congenital heart disease of perinatal infants, Guangxi[J]. *Modern Preventive Medicine*, 2020, 47(20): 3822-3826. (in Chinese)
- [22] Xiang L, Su Z, Liu Y, et al. Effect of family socioeconomic status on the prognosis of complex congenital heart disease in children: An observational cohort study from China[J]. *Lancet Child Adolesc Health*, 2018, 2(6): 430-439.
- [23] Zhang H, Shi L, Yang J, et al. Efficiency and equity of bed utilization in China's health institutions: Based on the rank-sum ratio method[J]. *Int J Equity Health*, 2023, 22(1): 177.
- [24] Liu A, Diller GP, Moons P, et al. Changing epidemiology of congenital heart disease: Effect on outcomes and quality of care in adults[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2023, 20(2): 126-137.
- [25] Wu W, He J, Shao X. Incidence and mortality trend of congenital heart disease at the global, regional, and national level, 1990—2017 [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(23): e20593.
- [26] 刘迎龙,苏俊武,许耀强. 先天性心脏病三级防治对促进全民健康助力全面小康的重要贡献[J]. *中国医药*, 2020, 15(8): 1153-1156.
- Liu YL, Su JW, Xu YQ, et al. The important contribution of the tertiary prevention and treatment of congenital heart disease in national health and prosperity for all[J]. *China Medicine*, 2020, 15(8): 1153-1156. (in Chinese)
- 收稿日期: 2024-09-26 修回日期: 2025-02-17 本文编辑: 李少闻

(上接第 1371 页)

- [21] Percival S, Sims T, Stebbings GK. Local vibration therapy, oxygen resaturation rate, and muscle strength after exercise-induced muscle damage[J]. *J Athl Train*, 2022, 57(5): 502-509.
- [22] Chagas PSC, Magalhães EDD, Sousa Junior RR, et al. Development of children, adolescents, and young adults with cerebral palsy according to the ICF: A scoping review[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2023, 65(6): 745-753.
- [23] Mailleux L, Feys H. Upper limb strength training and somatosensory stimulation: Optimizing self-care independence for children with unilateral cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2019, 61(9): 998.
- [24] 王浩,吴洁,王栋,等. 全身振动疗法对痉挛型脑瘫患儿坐位及整体运动平衡能力的影响[J]. *浙江临床医学*, 2023, 25(9): 1304-1306.
- Wang H, Wu J, Wang D, et al. Effects of whole body vibration therapy on sitting and overall motor balance in children with spastic cerebral palsy[J]. *Zhejiang Clin Med*, 2023, 25(9): 1304-1306. (in Chinese)
- [25] Wuestefeld A, Fuermaier ABM, Bernardo-Filho M, et al. Towards reporting guidelines of research using whole-body vibration as training or treatment regimen in human subjects-A Delphi consensus study[J]. *PLoS One*, 2020, 15(7): e0235905-e0235935.
- 收稿日期: 2024-10-21 修回日期: 2025-04-27 本文编辑: 李少闻