

中等以上收入国家卫生资源在人均GDP与婴儿死亡率间的中介路径

张小燕^{1,2}, 李鸿斌^{1,2*}, 冯海娟^{2,3}, 王正栋^{2,3}, 王洁^{1,2}, 施克芸^{1,2}, 李节^{1,2}, 印冬珣^{1,2}

¹如皋市妇幼保健计划生育服务中心儿童保健科, 江苏 如皋

²如皋市妇幼保健院儿童保健科, 江苏 如皋

³如皋市人民医院内科, 江苏 如皋

收稿日期: 2026年4月13日; 录用日期: 2026年5月7日; 发布日期: 2026年5月15日

摘要

目的: 分析人均GDP通过相关卫生资源因素影响婴儿死亡率的间接效应。方法: 基于世界银行数据库的更新数据, 以高和中等收入国家的婴儿死亡率为因变量, 人均GDP为自变量, 分别以护士和助产士(每千人)、熟练医护人员护理下分娩(%)、医院床位(每千人)为中介变量, 进行中介效应分析。结果: 护理人力(护士和助产士)在高收入国家发挥部分中介作用, 但在中等收入国家中介效应不显著; 分娩服务(熟练医护人员护理下分娩)在高和中等收入国家均发挥部分中介作用; 而硬件资源(医院床位)在高收入国家表现为遮掩效应, 在中等收入国家中介作用亦不显著。结论: 在不同经济发展阶段, 人均GDP通过卫生资源间接影响婴儿死亡率中介路径存在显著的异质性, 仍需不断积累数据深入探索。

关键词

婴儿死亡率, 人均GDP, 卫生资源, 护士和助产士, 熟练医护人员护理下分娩, 医院床位

The Mediating Pathways of Health Resources in the Association between Per Capita GDP and Infant Mortality Rate in High- and Middle-Income Countries

Xiaoyan Zhang^{1,2}, Hongbin Li^{1,2*}, Haijuan Feng^{2,3}, Zhengdong Wang^{2,3}, Jie Wang^{1,2}, Keyun Shi^{1,2}, Jie Li^{1,2}, Dongxun Yin^{1,2}

¹Department of Child Health Care, Rugao Maternal and Child Health and Family Planning Service Center, Rugao Jiangsu

*通讯作者。

文章引用: 张小燕, 李鸿斌, 冯海娟, 王正栋, 王洁, 施克芸, 李节, 印冬珣. 中等以上收入国家卫生资源在人均GDP与婴儿死亡率间的中介路径[J]. 临床医学进展, 2026, 16(5): 1223-1232. DOI: 10.12677/acm.2026.1651922

²Department of Child Health Care, Rugao Maternal and Child Health Hospital, Rugao Jiangsu

³Department of Internal Medicine, Rugao People's Hospital, Rugao Jiangsu

Received: April 13, 2026; accepted: May 7, 2026; published: May 15, 2026

Abstract

Objective: This paper aims to analyze the indirect effect of per capita GDP on infant mortality rate through relevant health resource factors. **Method:** Based on updated data from the World Bank database, a mediation analysis was conducted with infant mortality rate in high- and middle-income countries as the dependent variable, per capita GDP as the independent variable, and nurses and midwives (per 1000 people), deliveries attended by skilled health personnel (%), and hospital beds (per 1000 people) as mediating variables. **Results:** Nursing human resources (nurses and midwives) played a partial mediating role in high-income countries, but the mediating effect was not significant in middle-income countries. Delivery services (deliveries attended by skilled health personnel) played a partial mediating role in both high- and middle-income countries. However, hardware resources (hospital beds) exhibited a masking effect in high-income countries, while the mediating effect was not significant in middle-income countries. **Conclusion:** At different stages of economic development, the mediating pathways through which per capita GDP indirectly affects infant mortality via health resources exhibit significant heterogeneity. Further data accumulation is still needed for in-depth exploration.

Keywords

Infant Mortality Rate, Per Capita GDP, Health Resources, Nurses and Midwives, Deliveries Attended by Skilled Health Personnel, Hospital Beds

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

婴儿死亡率是国际上公认的代表基础健康的重要指标,其影响因素是涉及社会各领域的复杂系统[1]。研究表明,美国 2010 年县级的患者与医生的比例、性传播感染率与婴儿和新生儿死亡率之间存在关联[2]。多哥 2017 年拥有饮用水源、母亲拥有健康保险等因素可以降低婴儿和儿童死亡风险[3]。2016 年埃塞俄比亚的母亲产前护理、母乳喂养等是婴儿死亡的决定性因素[4]。在宏观层面,巴西的反贫困政策及医疗保健、卫生设施、食品和住房的改善,促进婴儿死亡率显著下降[5]。2000 年至 2018 年 9 个亚洲经济体的免疫接种、基本用水服务设施等措施的利用改善了五岁以下儿童和婴儿的死亡率[6]。以及 2000 年至 2019 年间 60 个低收入和中等收入国家的全民健康覆盖指数每增加一个单位,婴儿死亡风险就会降低 1.2% [7]。由此可见,公共卫生设施建设、人力资源配置、母婴保健服务可及性等卫生资源因素是婴儿死亡率的影响因素。

经济发展水平通常以人均 GDP 衡量,被认为是影响婴儿死亡率的根本性宏观驱动因素。近期研究进一步探讨了二者关系的动态演变,提出了人均 GDP 与婴儿死亡率关系变化的“拐点”假设[8]-[10],二者关系是从过去的非积极影响向积极影响转变而来,未来还会向非积极影响转变而去。人均 GDP 对婴儿死

亡率的影响路径可能并非单一的直接作用,在非积极影响阶段,人均 GDP 是否会通过中间变量发挥类似“桥梁”的间接作用?在积极影响阶段是否也通过中间变量使其直接效应增强?前期研究已初步证实,人均收入或消费支出[11]、相关农业因素[12]是不同收入国家的中间变量。基于健康生产函数理论,卫生资源是连接宏观经济投入与健康产出的关键中间环节。根据 Donabedian 的“结构-过程-结果”质量评估框架,医院床位反映卫生系统的“硬件结构”,护士与助产士密度体现“人力结构”,而熟练医护人员接生比例则代表“服务过程”的核心指标。三类资源在经济发展影响健康结果的过程中可能扮演不同角色,且其作用路径可能随经济发展阶段呈现异质性。具体而言,在卫生系统建设初期,硬件资源的可及性可能是制约健康产出的主要瓶颈;随着经济发展水平提升,人力资源配置质量与服务过程优化可能逐步成为更关键的中介环节;而在卫生系统高度发达阶段,部分资源的过度扩张甚至可能引发资源错配问题,削弱其正向健康效益。然而,上述理论推演尚缺乏系统的实证检验,三类卫生资源在不同收入水平国家中是否均发挥显著的中介作用,以及其中介路径是否存在阶段性差异,仍有待深入探究。论证中间变量假设,对于明确卫生投入的方向、及时调整防控策略、最大化经济发展的健康红利有一定的现实意义。

为此,基于世界银行数据库的更新数据,以婴儿死亡率为因变量,人均 GDP 为自变量,相关卫生资源因素为中介变量,进行中介效应分析,旨在剖析人均 GDP 通过卫生资源配置影响婴儿死亡率的间接路径,尤其关注硬件设施(如床位)与人力资源(如护士)在不同发展阶段扮演的差异化角色,为精准施策提供依据。

2. 资料与方法

2.1. 资料来源

从世界银行数据库(<https://data.worldbank.org.cn/>)下载数据,包括婴儿死亡率(‰)、人均 GDP (现价美元)、护士和助产士(每千人)、在熟练医护人员护理下的分娩(占总数的百分比)、医院床位(每千人)。婴儿死亡率的更新时间为 2024 年 5 月 30 日,其他的更新时间为 2024 年 6 月 28 日。根据数据的完整性,选择高和中等收入国家 2000~2017 年的医院床位、2000~2021 年的其他 2 个变量纳入研究。

2.2. 研究方法

2.2.1. 变量的描述性分析

按高收入、中等收入国家分为两类,再按不同中介变量分组,分别对各组的变量进行描述性分析,包括最值、均值、标准差、中位数、峰度、偏度、变异系数等。

2.2.2. 变量数据的预处理

首先对不同分组的变量进行正态分布检验,再对分组变量进行时间序列平稳性检验,还进行变量间相关分析,并对人均 GDP 与各中介变量之间进行多重共线性诊断。本文省略了前期预处理的结果。

2.2.3. 变量的自然对数转换

为规避描述性分析及预处理发现的数据异常问题,对各分组的变量进行自然对数转换。为进一步简化模型,避免回归方程中出现与分析中介效应无关的截距项[13],对经自然对数转换后的变量再进行中心化处理。

2.2.4. 构建中介模型

以自然对数转换后经中心化处理的婴儿死亡率为因变量(Y)、人均 GDP 为自变量(X),分别以护士和助产士(M_1)、熟练医护人员护理下分娩(M_2)、医院床位(M_3)为中介变量(M)。

模型 1: $Y = cX + e_1$, 模型 2: $M = aX + e_2$, 模型 3: $Y = c'X + bM + e_3$, c 为 X 对 Y 的总效应, a 为 X 对 M 的效应, b 为控制 X 影响后 M 对 Y 的效应, c' 为控制 M 后 X 对 Y 的直接效应。 e_1 、 e_2 、 e_3 为回归残差。中介效应 = 间接效应 = $a \times b = c - c'$ 。

2.2.5. 中介效应检验

依据中介效应检验流程[13]的五步法(逐步检验结合 Bootstrap 法)进行检验和结果判断。

第一步, 检验模型 1 的系数 c , 如果显著, 按中介效应立论, 否则按遮掩效应立论。

第二步, 依次检验模型 2 的系数 a 、模型 3 的系数 b , 如果两个都显著, 则间接效应显著, 转到第四步。如果至少一个不显著, 进行第三步。

第三步, 用 Bootstrap 法直接检验 $H_0: ab = 0$ 。如果显著, 则间接效应显著, 进行第四步。否则间接效应不显著, 停止分析。

第四步, 检验模型 3 的系数 c' , 如果不显著, 即直接效应不显著, 说明只有中介效应。如果显著, 即直接效应显著, 进行第五步。

第五步, 比较 ab 和 c' 的符号, 如果同号, 属于部分中介效应, 报告中介效应占总效应的比例(ab/c)。如果异号, 属于遮掩效应, 报告间接效应与直接效应的比例的绝对值 $|ab/c'|$ 。

2.3. 统计学方法

选择平行中介分析, 同时进行 Bootstrap 抽样(5000)、Sobel 法系数乘积检验。描述性分析、正态分布检验、单位根检验、相关分析、共线性诊断、自然对数转换、中心化处理、平行中介分析等均在 SPSSPRO1.1.28 上进行数据处理, $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 描述性分析

在高收入国家, 护士和助产士组有 37 个国家 814 个样本点, 熟练医护人员护理下分娩组有 41 个国家 902 个样本点, 医院床位组有 50 个国家 900 个样本点。在中收入国家, 护士和助产士组有 9 个国家 198 个样本点, 熟练医护人员护理下分娩组有 27 个国家 594 个样本点, 医院床位组有 39 个国家 702 个样本点。各分组变量的描述性分析见表 1。

Table 1. Statistical results of descriptive analysis for different grouping variables in high- and middle-income countries
表 1. 高、中收入国家不同分组变量的描述性分析的统计结果

类别	分组	变量	样本量	最大值	最小值	平均值	标准差	中位数	峰度	偏度	变异系数
高收入国家	M ₁	Y		21.600	1.500	4.800	2.890	3.900	7.887	2.480	0.602
		X	814	103553.840	1621.262	32858.178	19248.409	30276.372	0.738	0.826	0.586
		M ₁		22.320	1.859	8.553	4.010	7.809	0.331	0.841	0.469
	M ₂	Y		37.100	1.500	7.145	5.772	5.300	6.005	2.250	0.808
		X	902	103553.840	937.298	27867.179	19954.820	21401.762	0.901	1.067	0.716
		M ₂		100.000	80.900	98.842	1.903	99.600	20.903	-3.756	0.019
	M ₃	Y		24.500	1.900	6.206	4.078	4.700	3.558	1.802	0.657
		X	900	123678.702	1621.262	30348.849	21169.163	25051.893	2.585	1.381	0.698
		M ₃		14.690	1.070	4.805	2.510	4.200	1.794	1.184	0.522

续表

中收入国家	M ₁	Y		31.700	5.100	13.264	6.046	12.500	0.300	0.871	0.456
		X	198	12669.341	440.539	5549.913	3436.173	4696.559	-0.945	0.442	0.619
		M ₁		6.544	0.502	3.021	1.739	2.502	-0.987	0.542	0.576
	M ₂	Y		63.000	2.000	18.197	10.944	16.050	2.261	1.387	0.601
		X	594	14613.036	279.620	4956.792	3153.718	4730.604	-0.172	0.631	0.636
		M ₂		101.000	12.000	93.233	15.293	98.950	12.543	-3.444	0.164
	M ₃	Y		84.8	2.7	23.272	15.825	18.2	2.406	1.613	0.68
		X	702	15765.415	137.182	4130.871	3059.129	3582.379	0.287	0.92	0.741
		M ₃		12.61	0.41	3.291	2.383	2.73	2.023	1.411	0.724

3.2. 中介效应分析

3.2.1. 高收入国家的中介效应分析

3 个路径的中介模型，见表 2、表 3，c 的回归系数 t 检验差异均有统计学意义，按中介效应立论。

a、b 的回归系数 t 检验差异亦有统计学意义，则间接效应显著。

c'的回归系数 t 检验差异亦有统计学意义，直接效应显著。

$X \rightarrow M_1 \rightarrow Y$ 路径的 $ab = 0.449 \times (-0.338) = -0.152$ ，与 c' 同号，属于部分中介效应， $ab/c = (-0.152)/(-0.423) = 35.93\%$ 。

$X \rightarrow M_2 \rightarrow Y$ 路径的 $ab = 0.004 \times (-4.037) = -0.016$ ，与 c' 同号，属于部分中介效应， $ab/c = (-0.016)/(-0.530) = 3.02\%$ 。

$X \rightarrow M_3 \rightarrow Y$ 路径的 $ab = (-0.146) \times (-0.493) = 0.072$ ，与 c' 异号，属于遮掩效应。 $|ab/c'| = |0.072/(-0.499)| = 14.43\%$ 。

Table 2. T-Test results of regression coefficients for mediation models in different subgroups of high- and middle-income countries

表 2. 高、中收入国家不同分组中介模型的回归系数 t 检验结果

类别	按中介变量分组	模型 1			模型 2			模型 3					
		c	t	P	a	t	P	b	t	P	c'	t	P
高收入国家	M ₁	-0.423	-23.179	0.000	0.449	24.819	0.000	-0.338	-10.115	0.000	-0.271	-11.894	0.000
	M ₂	-0.530	-27.273	0.000	0.004	5.356	0.000	-4.037	-4.975	0.000	-0.513	-26.326	0.000
	M ₃	-0.427	-21.940	0.000	-0.146	-6.804	0.000	-0.493	-19.466	0.000	-0.499	-29.814	0.000
中收入国家	M ₁	-0.213	-5.598	0.000	-0.034	-0.583	0.560	-0.239	-5.434	0.000	-0.222	-6.212	0.000
	M ₂	-0.437	-18.311	0.000	0.156	12.477	0.000	-0.456	-5.976	0.000	-0.366	-14.038	0.000
	M ₃	-0.438	-21.001	0.000	0.004	0.124	0.901	-0.310	-13.612	0.000	-0.437	-23.540	0.000

Table 3. Test results of Bootstrap sampling and Sobel's method for the coefficient product of mediation models in different groups of high- and middle-income countries

表 3. 高、中收入国家不同分组中介模型的 Bootstrap 抽样法和 Sobel 法系数乘积法的检验结果

类别	按中介变量分组	中介效应值	Boot SE	Bootstrap 95% CI		Sobel 法检验	
				下限	上限	z	P
高收入国家	M ₁	-0.152	0.019	-0.192	-0.116	-7.819	0.000

续表

	M_2	-0.016	0.006	-0.030	-0.006	-2.783	0.005
	M_3	0.072	0.011	0.051	0.094	6.658	0.000
中收入国家	M_1	0.008	0.013	-0.019	0.033	0.606	0.545
	M_2	-0.071	0.010	-0.093	-0.054	-7.317	0.000
	M_3	-0.001	0.011	-0.023	0.018	-0.110	0.911

3.2.2. 中等收入国家的中介效应分析

3 个路径的中介模型, 见表 2、表 3, c 的回归系数 t 检验差异均有统计学意义, 按中介效应立论。

在 $X \rightarrow M_1 \rightarrow Y$ 与 $X \rightarrow M_3 \rightarrow Y$ 路径, a 的回归系数 t 检验差异均无统计学意义, b 的回归系数 t 检验差异均有统计学意义, Bootstrap 95% CI 均包括 0, Sobel 法检验差异均无统计学意义, 则间接效应不显著。

在 $X \rightarrow M_2 \rightarrow Y$ 路径, a、b 的回归系数 t 检验差异均有统计学意义, 则间接效应显著; c' 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 直接效应显著; $ab = 0.156 \times (-0.456) = -0.071$, 与 c' 同号, 属于部分中介效应, $ab/c = (-0.071)/(-0.437) = 16.25\%$ 。见表 2。

4. 讨论

本研究基于高、中等收入国家的面板数据, 系统检验了护士和助产士密度、熟练医护人员接生比例及医院床位密度在人均 GDP 影响婴儿死亡率过程中的中介作用。结果揭示了在不同经济发展阶段, 卫生资源的中介路径存在显著的异质性: 熟练医护人员接生比例在两类国家均发挥部分中介作用, 而以床位为代表的“硬件投入”与以护士与助产士为代表的“人力红利”, 其作用路径截然不同。这将深化我们对“经济发展如何转化为健康结果”这一经典问题的理解。

4.1. 分娩专业化: 跨越发展阶段的普适性中介路径

结果表明, 在高、中收入国家, 熟练医护人员护理下的分娩比例均在人均 GDP 与婴儿死亡率之间扮演了显著的部分中介角色(高收入国家中介效应占总效应的 3.02%, 中等收入国家占 16.25%)。婴儿死亡高度集中于围产期, 熟练医护人员(助产士、产科医生)是处理分娩窒息、产后出血、感染等新生儿急症的第一道防线。人均 GDP 的增长, 往往伴随着卫生投入的增加和卫生系统的强化, 最终通过提升分娩服务的可及性与质量来降低婴儿死亡率。

值得注意的是, 该路径的中介效应占比在中等收入国家远高于高收入国家, 揭示了一个重要的阶段性特征。对于中等收入国家而言, 正处于从“经济增长”向“服务覆盖”转化的关键期, 提升住院分娩覆盖率能带来巨大的、边际效益极高的健康红利。而在高收入国家, 该比例已接近饱和, 进一步微小的提升对降低本就极低的婴儿死亡率贡献有限, 因此其中介效应占比虽显著但数值较小。提示中等收入国家应将有限的资源优先用于消除住院分娩的地理和经济障碍, 这是将经济增量转化为健康产出的最有效捷径。

4.2. 护理人力资源: 高收入国家“质量红利”的体现

护士与助产士密度仅在高收入国家发挥部分中介作用(间接效应占总效应的 35.93%), 而在中等收入国家则不显著。这一鲜明对比, 可能反映了卫生系统从“量的积累”到“质的飞跃”的转变。

在高收入国家, 卫生系统已普遍完成基础设施的“数量扩张”, 进入了“质量与精细化管理”阶段。充足的护士和助产士不仅仅是数字, 更代表着围产期精细化护理、产后健康教育的普及、以及从医院到家庭的连续性照护模式的建立。此时, 人力资本的边际效益极高, 成为解释经济发展如何进一步改善健

康的关键中间变量。

反观中等收入国家，该路径的中介效应不显著，暴露出典型的“卫生系统脆弱性”问题。结合描述性分析(护士与助产士密度均值仅 3.02/千人，远低于高收入国家的 8.55/千人)，这可能源于三个层面的困境：一是总量不足，人均 GDP 的增长尚未转化为足够规模的护理人才培养；二是分布不均，有限的护理资源集中于大城市三级医院，未能下沉到农村和基层；三是效能低下，即便有护士配置，也可能因缺乏配套的培训、管理或药物而无法转化为有效的健康产出。单纯的经济增长如果不能伴随护理人力资源的系统性强化和下沉，其对婴儿健康的间接推动作用将十分有限。

4.3. 医院床位：从“健康资产”到“遮掩效应”的悖论

医院床位密度的中介效应结果最引人深思。在中等收入国家，其中介效应不显著，而在高收入国家，它非但没有起到中介作用，反而发挥了显著的遮掩效应，且该效应与直接效应之比的绝对值为 14.43%。这意味着，在高收入国家，人均 GDP 通过增加床位密度，反而微弱地抵消了自身对降低婴儿死亡率的正面作用。

这看似悖论的结果，可以从两个角度解读。首先，在高收入国家，婴儿死亡率已降至极低水平(均值 6.2‰)，健康产出的提升更多依赖于预防、社区管理和医疗质量，而非单纯的住院床位数量。此时，床位的增加可能反映了“过度医疗化”或“资源错配”。过多的床位可能诱导不必要的剖宫产、增加院内感染风险，或导致卫生资源向以成人为主的专科治疗倾斜，反而挤占了本就高效的妇幼预防保健投入。其次，从统计上讲，当直接效应(c')远大于间接效应(ab)时，即便 ab 为正且显著，也会因与 c'异号而呈现出遮掩效应。这提示在高收入国家，人均 GDP 对降低婴儿死亡率的强大直接效应(如更好的营养、教育、居住环境)，被床位扩张带来的微弱负面影响所部分抵消，二者呈现出“此消彼长”的资源竞争关系。

在中等收入国家，床位中介效应不显著，则指向另一个关键问题——“空壳床位”现象。单纯增加床位数量，如果缺乏与之配套的设备、药品、合格的医生和护士，这些床位只能是“摆设”，无法转化为实际的救治能力。这解释了为何人均 GDP 的增长并未能通过“床位”这一硬件指标有效地传导至婴儿健康结局。

4.4. 与已有研究的比较与理论对话

本研究发现医院床位在高收入国家呈现遮掩效应，这与部分研究强调的“基础设施投入对健康产出的积极作用”形成对比。例如，Njoh 等(2019)基于非洲国家的分析发现，基本设施获得可解释婴儿死亡率 57%的变异性[14]。这一差异可能源于发展阶段的不同：在卫生系统尚未完善的低收入国家，床位等硬件设施仍处于“补短板”阶段，其正向效应显著；而在高收入国家，床位扩张已超出合理需求，反而可能通过诱导剖宫产、挤占预防资源等路径削弱健康收益。这一解释与“供给诱导需求”理论一致，Shigeoka 等(2014)基于日本数据的研究发现，在按绩效支付改革背景下，医院存在通过增加新生儿重症监护病房(NICU)利用率和操纵出生体重报告来获取更高医保报销额度的行为，为供给诱导需求提供了直接证据[15]。针对意大利低危妊娠人群的研究也显示，过度的产科检查与监护并未降低早产或 NICU 入院风险，提示过度医疗化对新生儿结局的改善作用有限[16]。上述发现共同支持了在高收入国家，硬件资源扩张可能因供给诱导需求而产生“遮掩效应”的推断。

在护理人力资源方面，Bugelli 等(2021)基于巴西的研究发现，医生与护士密度是婴儿死亡率的重要影响因素[17]，与本研究在高收入国家的发现一致。然而，本研究进一步揭示，这一中介路径在中等收入国家并不显著。这一差异并非矛盾，而是提示护理人力从“数量扩张”到“质量转化”存在阈值效应。Owusu 等(2021)的研究也表明，卫生支出的健康效益取决于资源配置效率而非单纯投入规模[18]，为本研

究发现的阶段性特征提供了间接支持。

卫生资源在经济发展与健康结果之间的中介作用，随发展阶段演变具有异质性，一定程度上丰富了对“经济-健康”转化机制的理论认识。

4.5. 政策启示

4.5.1. 中等收入国家：聚焦覆盖，强化配套

优先保障分娩可及性。熟练医护人员接生是唯一显著的中介路径(占比 16.25%)，提示应将资源优先投向提升住院分娩覆盖率，通过补贴、交通支持等方式消除服务障碍，这是将经济增长转化为健康红利的最有效捷径。研究表明，孟加拉国由熟练人员提供的产前护理对降低婴儿死亡率有显著贡献[19]。

警惕“空壳床位”与“人力错配”。医院床位与护士密度的中介效应不显著，警示单纯增加硬件或总量投入可能无效。政策必须坚持“软硬并重”，确保基层卫生机构不仅有床位，更有合格的医生、护士及药品配套，打通资源到健康的最后通路。

4.5.2. 高收入国家：优化存量，防范冗余

深耕护理人力资源的“质量红利”。护士与助产士发挥了较大的中介作用(占比 35.93%)，政策重心应从“增量扩张”转向“存量优化”，通过赋能社区护理、拓展服务边界，将人力资本优势转化为精细化健康管理。

遏制医院床位的“遮掩效应”。床位扩张非但无益，反而抵消了部分健康收益(14.43%)，暴露出过度医疗与资源错配的风险。应逐步缩减低效住院床位，将资金重新配置于社区预防、数字健康等领域，推动卫生系统从“病有所医”向“健康管理”转型。

4.5.3. 共同启示：以经济发展为基，以精准投入为要

无论处于哪一阶段，人均 GDP 的直接效应均远大于间接效应。提示卫生领域的精准投入无法替代综合的经济发展战略。政策制定者须坚持“将健康融入所有政策”，通过经济增长、减贫、教育等综合措施，为母婴健康营造更广阔的社会生态，推动全民健康覆盖进程，才是降低婴儿死亡率的根本保障。

4.6. 研究的局限性与未来方向

本研究存在一定局限性。首先，受限于数据的完整性，纳入研究的国家偏少，各变量纳入的国家和年份不尽一致，可能导致选择偏倚。其次，中介效应分析基于观察性数据，虽能揭示统计关联，但难以完全排除遗漏变量(如文化、制度、环境因素)带来的混杂干扰。第三，本研究聚焦于三类核心卫生资源，未来研究可进一步拓展至教育、营养、环境污染、数字健康等其他潜在中介变量，构建更全面的理论框架，更深刻地揭示经济发展影响人类健康的复杂机制。

5. 结论

本文通过中介效应模型，揭示了高、中等收入国家人均 GDP 影响婴儿死亡率的卫生资源路径。主要结论如下：

分娩服务是跨越发展阶段的普适性中介路径。熟练医护人员护理下分娩的比例在两类国家均发挥了显著的部分中介作用，尤其在中等收入国家贡献更大，提示提升住院分娩覆盖率是中等收入国家将经济增长转化为健康红利的最关键环节。

护理人力资源是高级阶段的“质量红利”。护士和助产士密度仅在高收入国家发挥较大的部分中介作用(占比 35.93%)，而在中等收入国家不显著。这表明，只有当卫生系统跨越“数量扩张”阶段后，人力资本的精细化配置才能成为经济发展的主要健康传导路径。

医院床位存在“资源错配”与“效能陷阱”。医院床位在高收入国家表现为显著的遮掩效应(抵消直接效应的 14.43%), 反映出过度医疗或资源结构性错配的风险; 在中等收入国家中介效应不显著, 则暴露出“重硬件、轻配套”的效能陷阱。

综上所述, 人均 GDP 对婴儿死亡率的影响并非简单的直接作用, 而是通过不同卫生资源路径产生复杂的间接效应, 且这些路径的效能随经济发展阶段而异。因此, 政策制定者应摒弃“一刀切”的卫生投入模式: 中等收入国家应优先聚焦于提升分娩服务的可及性和配套效能, 而高收入国家则应着力于优化人力资本配置、遏制过度医疗, 促进最大化经济发展的健康回报。

基金项目

南通市妇幼健康联盟科研项目(TFM202509)。

参考文献

- [1] 李鸿斌, 贲宇, 冯海娟. 婴儿死亡率影响因素及未来防控策略思考[J]. 临床医学进展, 2022, 12(8): 7992-8000.
- [2] Ehntholt, A., Cook, D.M., Rosenquist, N.A., Muennig, P. and Pabayo, R. (2020) State- and County-Level Income Inequality and Infant Mortality in the USA in 2010: A Cohort Study. *International Journal of Public Health*, **65**, 769-780. <https://doi.org/10.1007/s00038-020-01388-1>
- [3] Pelenguei, E. and Pilo, M. (2022) Effect of Wealth Inequality on Child and Infant Mortality in Togo. *BMC Health Services Research*, **22**, Article No. 1499. <https://doi.org/10.1186/s12913-022-08912-4>
- [4] Kefale, B.A., Woya, A.A., Tekile, A.K., Bantie, G.M. and Wubetu, G.Y. (2023) Geographical Disparities and Determinants of Infant Mortality in Ethiopia: Mapping and Spatial Analysis Using EDHS Data. *BMC Pediatrics*, **23**, Article No. 221. <https://doi.org/10.1186/s12887-023-04043-9>
- [5] de Souza Sá, Á.R. and Santos Branco, D.K. (2023) Social Fund and Infant Mortality: Evidence from an Anti-poverty Policy in Northeast Brazil. *Health Economics*, **33**, 674-695. <https://doi.org/10.1002/hec.4785>
- [6] Gillani, D.Q., Gillani, S.A.S., Naeem, M.Z., et al. (2021) The Nexus between Sustainable Economic Development and Government Health Expenditure in Asian Countries Based on Ecological Footprint Consumption. *Sustainability*, **13**, Article 6824. <https://doi.org/10.3390/su13126824>
- [7] Hone, T., Gonçalves, J., Seferidi, P., Moreno-Serra, R., Rocha, R., Gupta, I., et al. (2024) Progress Towards Universal Health Coverage and Inequalities in Infant Mortality: An Analysis of 4·1 Million Births from 60 Low-Income and Middle-Income Countries between 2000 and 2019. *The Lancet Global Health*, **12**, e744-e755. [https://doi.org/10.1016/s2214-109x\(24\)00040-8](https://doi.org/10.1016/s2214-109x(24)00040-8)
- [8] 李鸿斌. 论证人均 GDP 与婴儿死亡率关系变化的“拐点”假设——全球高收入国家婴儿死亡率影响因素的岭回归分析[J]. 统计学与应用, 2025, 14(12): 85-115.
- [9] 李鸿斌, 张小燕, 王洁. 论证中高收入国家人均 GDP 与婴儿死亡率关系变化的“拐点”假设[J]. 统计学与应用, 2026, 15(1): 8-23.
- [10] 李鸿斌, 王洁, 张小燕. 论证中低收入国家婴儿死亡率与人均 GDP 关系变化的“拐点”假设[J]. 临床医学进展, 2026, 16(1): 1849-1864.
- [11] 李鸿斌, 冯海娟, 王正栋, 等. 人均收入或消费支出在人均 GDP 与婴儿死亡率间的中介效应分析[J]. 统计学与应用, 2025, 14(4): 383-398.
- [12] 李鸿斌, 王洁, 张小燕, 等. 农业因素在人均 GDP 与婴儿死亡率间的中介效应分析[J]. 农业科学, 2025, 15(11): 1307-1318.
- [13] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731-745.
- [14] Njoh, A.J., Ricker, F., Joseph, N., Tarke, M.O. and Koh, B. (2019) The Impact of Basic Utility Services on Infant Mortality in Africa. *Utilities Policy*, **59**, Article 100928. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2019.100928>
- [15] Shigeoka, H. and Fushimi, K. (2014) Supplier-induced Demand for Newborn Treatment: Evidence from Japan. *Journal of Health Economics*, **35**, 162-178. <https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2014.03.003>
- [16] Kundisova, L., Nante, N., Cuccaro, C., Mariottini, E. and Alaimo, L. (2019) Does the Over-Medicalisation of Pregnancy Help to Improve Neonatal Outcomes? *European Journal of Public Health*, **29**, ckz187.127. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckz187.127>

- [17] Bugelli, A., Borgès Da Silva, R., Dowbor, L. and Sicotte, C. (2021) Health Capabilities and the Determinants of Infant Mortality in Brazil, 2004-2015: An Innovative Methodological Framework. *BMC Public Health*, **21**, Article No. 831. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10903-9>
- [18] Owusu, P.A., Sarkodie, S.A. and Pedersen, P.A. (2021) Relationship between Mortality and Health Care Expenditure: Sustainable Assessment of Health Care System. *PLOS ONE*, **16**, e0247413. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247413>
- [19] Jamee, A.R., Sen, K.K. and Bari, W. (2022) Examining the Influence of Correlates on Different Quantile Survival Times: Infant Mortality in Bangladesh. *BMC Public Health*, **22**, Article No. 1980. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14396-y>