

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

李鸿斌^{1,2}, 冯海娟³, 王正栋³, 王洁^{1,2}, 张小燕^{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: 2025年3月27日; 录用日期: 2025年4月18日; 发布日期: 2025年4月28日

摘要

本文基于世界银行数据库的更新数据, 按高、中、低收入国家分组, 以2000~2021年婴儿死亡率为因变量, 人均GDP为自变量, 分别以人均国民总收入、调整后的国民净人均收入、人均居民最终消费支出为中介变量, 进行中介效应分析。结果表明, 人均国民总收入、调整后的国民净人均收入在高收入国家发挥遮掩作用, 人均居民最终消费支出在高收入国家中介作用不显著, 3个变量在中收入国家均发挥部分中介作用, 低收入国家因样本量偏小中介效应有待验证。探索人均GDP与婴儿死亡率之间的中间变量, 对于制定、实施降低婴儿死亡率的干预措施, 有一定的作用。建议将经济发展成果通过收入或消费支出途径惠及儿童健康, 切实消除收入不平等, 着力调整消费结构。

关键词

婴儿死亡率, 人均GDP, 人均国民总收入, 调整后的国民净人均收入, 人均居民最终消费支出, 中介分析

Analysis of the Mediating Effect of Per Capita Income or Per Capita Consumption Expenditure between Per Capita GDP and Infant Mortality Rate

Hongbin Li^{1,2}, Haijuan Feng³, Zhengdong Wang³, Jie Wang^{1,2}, Xiaoyan Zhang^{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

文章引用: 李鸿斌, 冯海娟, 王正栋, 王洁, 张小燕, 施克芸, 李节, 印冬珣. 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. DOI: 10.12677/sa.2025.144118

²Department of Child Health Care, Rugao Maternal and Child Health Hospital, Rugao Jiangsu³Internal Medicine, Rugao People's Hospital, Rugao JiangsuReceived: Mar. 27th, 2025; accepted: Apr. 18th, 2025; published: Apr. 28th, 2025

Abstract

This article is based on updated data from the World Bank database, grouped by high, medium, and low-income countries, with infant mortality rate from 2000 to 2021 as the dependent variable and per capita GDP as the independent variable, the mediating effects are analyzed using per capita gross national income, adjusted net per capita national income, and per capita final consumer expenditure as the mediating variables. The results indicate that per capita gross national income and adjusted net per capita national income play a masking role in high-income countries, while the mediating effect of per capita final consumption expenditure is not significant in high-income countries. All three variables play a partial mediating role in middle-income countries, while the mediating effect in low-income countries remains to be verified due to the small sample size. Exploring the intermediate variable between per capita GDP and infant mortality rate has a certain impact on implementing interventions to reduce infant mortality. It is suggested to benefit children's health through income or consumption expenditure, effectively eliminate income inequality, and focus on adjusting the consumption structure.

Keywords

Infant Mortality Rate, Per Capita GDP, Per Capita Gross National Income, Adjusted National Net Per Capita Income, Per Capita Final Consumption Expenditure of Residents, Mediation Analysis

Copyright © 2025 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

婴儿死亡率不仅是一个基础性的健康指标，而且也是国际公认的衡量经济社会发展和人类发展的重要的综合性指标之一。把经济社会发展的成果普惠儿童生存与发展，是保障家庭幸福安康、促进社会和谐稳定的重要举措之一，也是人类社会可持续发展的必然要求。

众多的研究表明，人均 GDP 对婴儿死亡率的下降有显著的影响[1]-[6]，但也有文献显示人均 GDP 与婴儿死亡率并无关联，中国大陆在上世纪七十年代前二者不相关[1][7]，日本自上世纪九十年代中后期开始人均 GDP 不是婴儿死亡率的积极影响因素[8][9]，在 20 个低收入国家中[10]，人均 GDP 与婴儿死亡率关系缺乏稳定性，并不总是婴儿死亡率的影响因素，在 34 个经济合作与发展组织国家中，筛选的 292 个地区 2000~2013 年的人均 GDP 对婴儿死亡率没有显著影响[11]。有研究提出了人均 GDP 与婴儿死亡率关系变化的“拐点”假设[1][7][8][10]，先从非积极影响向积极影响的关系转变(第一转变)，再从积极影响向非积极影响的关系转变(第二转变)，中国的实证分析[7]、20 个低收入国家中有 2 个国家[10]符合第一转变，日本符合第二转变[8]。在积极影响阶段人均 GDP 是积极影响因素，是不是还通过其他变量发挥着间接作用？在非积极影响阶段人均 GDP 不是积极影响因素，是否也通过其他变量发挥着间接的作

用?探索人均 GDP 与婴儿死亡率之间有意义的变量,对于制定实施降低婴儿死亡率的干预措施,有一定的提示作用。

威尔金森假说认为,在富裕社会中,决定人口健康状况的因素是收入不平等,而不是经济增长[12]。“拐点”假设积极影响阶段的判断与该假说不一致;在前期的论证过程中,尽管没有引入有关人均收入变量,但纳入了人均居民最终消费支出,这是建立在家庭收入基础上的,事实上,人均居民最终消费支出鲜少是婴儿死亡率的影响因素[7][8][10],似乎也不支持这一假设。有研究认为婴儿死亡率是唯一一个既与收入不平等有统计学上的显著相关性又符合威尔金森假说的健康指标[12]。有研究结果显示收入不平等对婴儿死亡率的影响似乎比对老年人死亡率的影响更大[11]。还有研究当巴西家庭收入低于 2 倍最低工资时会增加婴儿死亡率[13]。当然,收入与健康之间关系的收入不平等假说已争论了几十年[11],收入不平等与婴儿死亡率的关系是动态而复杂的。经济发展可通过提高收入分配,带动家庭可支配收入的提高,进而扩大家庭消费转化。人均国民总收入通常是国民总收入的年中人口平均数,反映整体经济实力,影响社会收入分配及国家公共健康支出等多个方面;而调整后的国民净人均收入考虑了固定资本消耗和自然资源损耗等成本和折旧性因素,更准确反映家庭实际可支配收入,影响医疗保健的购买能力等;人均居民最终消费支出则直接反映居民最终消费水平,与家庭生活水平、健康消费等有关。我们推测,在人均 GDP 与婴儿死亡率间,人均国民总收入、调整后的国民净人均收入或人均居民最终消费支出有可能是其中间变量,深入探索分析,判断我们推测的可能性,对于弄清婴儿死亡率的下降机制有一定的帮助。

从研究方法看,有采用相关分析[1]、全局或局部空间自相关[14]、带虚拟变量的向量误差修正模型[4]等方法,分析了人均 GDP 与婴儿死亡率间的紧密程度,但未明确因果关系;有采用多元线性回归分析[15]、岭回归分析[7][8]、面板数据分析[13][16]、地理加权回归分析[17]等方法,探索了人均 GDP 等变量与婴儿死亡率之间的因果关系,但无法深入判断人均 GDP 与婴儿死亡率之间的中间变量。有研究医疗支出对人类发展指数与孕产妇和新生儿死亡率关系的影响[18],使用中介分析确定医疗卫生支出是否介导了人类发展指数与新生儿死亡率及孕产妇死亡率之间的关系。对于我们深入研究人均 GDP 与婴儿死亡率间的中间变量,有参考与借鉴作用。

因此,本文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,分别以调整后的国民净人均收入、人均国民总收入或人均居民最终消费支出为中间变量,经中介效应分析,判断人均 GDP 是否通过中间变量对婴儿死亡率形成间接影响,为探索婴儿死亡率的下降机制,制定针对性的干预措施,提供参考依据。

2. 对象与方法

2.1. 研究对象

以 2000~2021 年全球各国或地区的婴儿死亡率(‰)、人均 GDP(现价美元)、人均国民总收入(2015 年不变价美元)、调整后的国民净人均收入(2015 年不变价美元)、人均居民最终消费支出(2015 年不变价美元)为研究对象。从世界银行数据库(<https://data.worldbank.org.cn/>)下载数据,婴儿死亡率的更新时间为 2024 年 5 月 30 日,其他指标的更新时间为 2024 年 6 月 28 日。

2.2. 研究方法

2.2.1 分组与筛选

在下载数据的 Excel 工作簿的 Metadata-Countries 工作表的 Income_Group 栏目上,对各个国家或地区按收入分为高收入国家、中高收入国家、中低收入国家、低收入国家四类,现将中高收入国

家、中低收入国家合并为中等收入国家,本文按高、中、低收入国家三个组别进行中介分析。对下载数据首先筛选剔除婴儿死亡率和/或人均 GDP 数据缺失或不齐全的国家或地区,然后分别根据拟选中介变量的完整性确定纳入研究的国家或地区。

2.2.2. 描述性分析

对筛选纳入研究的高、中、低收入国家的婴儿死亡率、人均 GDP、调整后的国民净人均收入、人均国民总收入、人均居民最终消费支出进行描述性分析,包括最值、均值、标准差、中位数、峰度、偏度、变异系数等。变异系数大于 0.15,视为数据异常。

2.2.3. 相关分析与共线性诊断

分别对不同分组的变量间进行 Pearson 相关分析,差异有统计学意义的变量纳入进一步的研究。以婴儿死亡率为因变量,人均 GDP 分别与拟选的 1 个中介变量构建自变量相关矩阵,测算方差扩大因子(VIF),进行多重共线性诊断,当 $VIF \geq 10$ 时,存在严重的多重共线性。

2.2.4. 平稳性检验与正态分布检验

对不同分组的时间序列变量逐个进行单位根检验,当零阶差分,差异有统计学意义表示该变量时间序列平稳。变量数据的正态分布检验,选择小样本数据的 Shapiro-Wilk 检验,当差异无统计学意义,符合正态分布,当差异有统计学意义时,比较峰度(绝对值小于 10)与偏度(绝对值小于 3)并结合直方图虽不绝对正态但可接受为正态分布。

2.2.5. 变量数据的预处理

针对前期分析不同变量数据的异常问题,对高、中、低收入国家的各变量数据进行自然对数转换。为了分析方便,避免在回归方程中出现与分析中介效应无关的截距项[19],在对数转换基础上,再进行中心化处理。此后文中描述的变量均指经自然对数转换后中心化处理的变量数据。

2.2.6. 构建中介效应模型

以婴儿死亡率为因变量(Y),人均 GDP 为自变量(X),分别以人均国民总收入(M_1)、调整后的国民净人均收入(M_2)、人均居民最终消费支出(M_3)为中介变量(M)。

模型 1: $Y = cX + e_1$, 即自变量 X 与因变量 Y 构建回归模型。

模型 2: $M = aX + e_2$, 即自变量 X 与中介变量 M 构建回归模型。

模型 3: $Y = c'X + bM + e_3$, 即自变量 X 和中介变量 M 一起与因变量 Y 构建回归模型。当 X 与 M 存在多重共线性时,模型 3 采用岭回归模型。

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 = $a \times b = c - c'$ 。

2.2.7. 中介效应检验

依据中介效应检验流程[19]的五步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

中介效应分析选择平行中介分析, 同时进行 Bootstrap 抽样(1000)、Sobel 法系数乘积检验。描述性分析、相关分析、共线性诊断、正态分布检验、单位根检验、自然对数转换、中心化处理、平行中介分析均在 SPSSPRO1.1.27 上进行数据处理, $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 变量的前期分析与预处理

3.1.1. 分组筛选及描述性分析

根据 2000~2021 年人均 GDP 和/或婴儿死亡率的完整性, 从世界银行数据库的下载数据中, 初步筛选了 188 个国家或地区, 其中高收入国家 62 个, 中等收入国家 104 个, 低收入国家 23 个。再根据选择的不同中介变量的完整性, 确定了最终纳入研究的国家。人均国民总收入共有 114 个国家, 其中, 44 个高收入国家 968 个数据点、56 个中等收入国家 1232 个数据点、14 个低收入国家 242 个数据点; 调整后的国民净人均收入 107 个国家, 其中, 41 个高收入国家 902 个数据点、54 个中等收入国家 1188 个数据点、12 个低收入国家 264 个数据点; 人均居民最终消费支出 124 个国家, 其中, 47 个高收入国家 1034 个数据点、63 个中等收入国家 1386 个数据点、14 个低收入国家 308 个数据点。不同分组在不同样本量数据下各变量的描述性分析结果见表 1。各组变量数据的变异系数均大于 0.15。

Table 1. Descriptive analysis of variables in high, middle, and low income countries based on different sample size
表 1. 基于不同样本量数据的高、中、低收入国家各变量的描述性分析

分类	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	婴幼儿死亡率	968	25.40	1.50	5.64	3.86	4.30	5.75	2.21	0.68
	人均 GDP		133,711.79	1,621.26	31,515.22	21,790.93	26,478.37	2.76	1.43	0.69
	人均国民总收入		86,012.46	3,640.14	30,754.37	18,804.21	27,750.72	0.33	0.89	0.61
	婴幼儿死亡率	902	18.00	1.50	5.39	3.17	4.20	1.44	1.41	0.59
	人均 GDP		133,711.79	1,621.26	31,092.40	22,247.35	25,511.60	2.77	1.46	0.72
	调整后的国民净人均收入		76,011.69	2,815.15	24,530.75	15,530.57	22,364.91	0.23	0.87	0.63
	婴幼儿死亡率	1034	18.80	1.50	5.23	3.13	4.10	2.23	1.57	0.60
	人均 GDP		133,711.79	1,621.26	32,514.97	21,635.60	27,774.26	2.41	1.31	0.67
	人均居民最终消费支出		44,823.39	1,958.12	16,693.02	9,656.01	16,826.84	-0.06	0.66	0.58
中收入国家	婴幼儿死亡率	1232	87.80	2.00	29.09	18.67	23.70	0.21	0.97	0.64
	人均 GDP		14,613.04	137.18	3,503.92	2,753.76	2,751.61	1.35	1.26	0.79
	人均国民总收入		13,781.64	452.77	3,688.00	2,572.04	3,177.21	1.59	1.28	0.70
	婴幼儿死亡率	1188	87.80	2.00	28.83	18.44	23.65	0.19	0.95	0.64
	人均 GDP		14,613.04	223.71	3,675.80	2,859.69	2,930.52	0.92	1.17	0.78

续表

低收入国家	调整后的国民净人均收入		12,026.52	12.03	3,154.66	2,223.54	2,702.99	1.82	1.30	0.71
	婴幼儿死亡率		87.80	2.00	28.64	19.16	23.00	0.03	0.93	0.67
	人均 GDP	1386	14,613.04	137.18	3,768.47	2,945.90	3,055.29	0.55	1.07	0.78
	人均居民最终消费支出		9,368.55	411.08	2,565.84	1,807.21	2,186.76	1.18	1.22	0.70
	婴幼儿死亡率		138.30	29.50	69.14	22.76	66.10	0.00	0.57	0.33
	人均 GDP	242	965.00	114.37	511.59	216.32	504.11	-1.14	0.07	0.42
	人均国民总收入		899.30	265.09	551.12	159.78	569.68	-0.80	0.06	0.29
	婴幼儿死亡率		138.30	29.50	69.38	22.05	66.10	0.12	0.57	0.32
	人均 GDP	264	965.00	114.37	504.97	211.57	503.43	-1.06	0.12	0.42
	调整后的国民净人均收入		777.63	105.93	430.06	143.23	423.72	-0.23	-0.02	0.33
	婴幼儿死亡率		138.30	16.30	64.53	24.43	62.85	0.06	0.32	0.38
	人均 GDP	308	2,971.28	114.37	606.49	388.49	521.24	10.22	2.54	0.64
	人均居民最终消费支出		2,379.54	201.96	536.72	370.74	433.54	8.98	2.84	0.69

3.1.2. 相关分析与共性诊断

在不同样本量数据下,不同分组的婴儿死亡率、人均 GDP、调整后的国民净人均收入、人均国民总收入、人均居民最终消费支出之间的 Pearson 相关分析差异均有统计学意义($P < 0.05$)。人均 GDP 与各中介变量的共线性诊断显示 VIF 均小于 10。见表 2。

Table 2. Correlation analysis and collinearity diagnosis between variables in high, medium, and low-income countries based on different sample sizes of data

表 2. 基于不同样本量数据的高、中、低收入国家的变量间的相关分析及共线性诊断

分类	样本量	变量	婴幼儿死亡率		人均 GDP		VIF
			r	P	r	P	
高收入国家	968	人均 GDP	-0.463	0.000			6.515
		人均国民总收入	-0.434	0.000	0.920	0.000	6.515
	902	人均 GDP	-0.496	0.000			6.328
		调整后的国民净人均收入	-0.450	0.000	0.919	0.000	6.328
	1034	人均 GDP	-0.491	0.000			3.766
		人均居民最终消费支出	-0.425	0.000	0.825	0.000	3.766
中收入国家	1232	人均 GDP	-0.545	0.000			6.423
		人均国民总收入	-0.547	0.000	0.918	0.000	6.423
	1188	人均 GDP	-0.535	0.000			5.768
		调整后的国民净人均收入	-0.575	0.000	0.909	0.000	5.768
	1386	人均 GDP	-0.572	0.000			2.877
		人均居民最终消费支出	-0.594	0.000	0.877	0.000	2.877
低收入国家	242	人均 GDP	-0.533	0.000			3.135

续表

264	人均国民总收入	-0.401	0.000	0.857	0.000	3.135
	人均 GDP	-0.544	0.000			4.339
	调整后的国民净人均收入	-0.364	0.000	0.808	0.000	4.339
308	人均 GDP	-0.609	0.000			4.047
	人均居民最终消费支出	-0.503	0.000	0.868	0.000	4.047

3.1.3. 平稳性检验与正态分布检验

不同分组的时间序列变量零阶差分的单位根检验差异均有统计学意义，见表 3。正态分布检验显示，少数组别的 Shapiro-Wilk 检验差异无统计学意义，有统计学意义的组别在比较峰度、偏度再结合直方图后，虽不绝对正态但可接受为正态分布。峰度、偏度见表 1，正态分布检验结果及直方图从略。

Table 3. Unit root test of time series variables in different income countries and groups from 2000 to 2021
表 3. 2000~2021 年不同收入国家不同分组时间序列变量的单位根检验

按中介变量 分组	变量	差分 阶数	高收入国家		中收入国家		低收入国家	
			t	P	t	P	t	P
人均国民总 收入	婴幼儿死亡率	0	-5.948	0.000	-4.338	0.000	-3.762	0.003
	人均 GDP	0	-5.622	0.000	-3.705	0.004	-3.996	0.001
	人均国民总收入	0	-4.604	0.000	-4.453	0.000	-3.469	0.009
调整后的国民 净人均收入	婴幼儿死亡率	0	-5.970	0.000	-4.269	0.001	-3.923	0.002
	人均 GDP	0	-6.222	0.000	-3.489	0.008	-4.219	0.001
	调整后的国民净人均收入	0	-4.588	0.000	-5.061	0.000	-4.357	0.000
人均居民最终 消费支出	婴幼儿死亡率	0	-5.381	0.000	-4.434	0.000	-4.202	0.001
	人均 GDP	0	-5.852	0.000	-4.215	0.001	-6.083	0.000
	人均居民最终消费支出	0	-4.653	0.000	-5.908	0.000	-6.255	0.000

3.1.4. 变量数据的预处理

对不同分组的原始变量数据先进行自然对数转换,然后再进行中介化处理,得到新的变量数据,用于构建中介模型。

3.2. 中介效应分析

各分组的模型 1、模型 2、模型 3 的回归方程显著性 F 检验差异均有统计学意义(P < 0.05)。见表 4、表 5、表 6。

Table 4. Mediating effect analysis of per capita gross national income between per capita GDP and infant mortality rate in high, medium, and low-income countries from 2000 to 2021

表 4. 2000~2021 年高、中、低收入国家的人均国民总收入在人均 GDP 与婴儿死亡率间的中介效应分析

分 组	变量	样本量	模型 1					模型 2					模型 3				
			系数	标准误	t	P	标准化 系数	系数	标准误	t	P	标准化 系数	系数	标准误	t	P	标准化 系数

续表

高收入国家	人均 GDP		-0.458	0.018	-25.087	0.000	-0.628	0.829	0.009	87.531	0.000	0.942	-0.740	0.054	-13.765	0.000	-1.014
	人均国民总收入												0.340	0.061	5.563	0.000	0.410
	R ²	968			0.394					0.888					0.413		
	调整 R ²				0.394					0.888					0.411		
	F				629.352					7,661.690					339.901		
	P				0.000					0.000					0.000		
中收入国家	人均 GDP		-0.523	0.017	-30.122	0.000	-0.652	0.765	0.010	80.333	0.000	0.916	-0.306	0.043	-7.142	0.000	-0.382
	人均国民总收入												-0.283	0.051	-5.514	0.000	-0.295
	R ²	1232			0.425					0.840					0.438		
	调整 R ²				0.424					0.840					0.437		
	F				907.334					6,453.383					479.717		
	P				0.000					0.000					0.000		
低收入国家	人均 GDP		-0.333	0.038	-8.688	0.000	-0.489	0.535	0.022	24.621	0.000	0.846	-0.453	0.072	-6.331	0.000	-0.665
	人均国民总收入												0.224	0.113	1.981	0.049	0.208
	R ²	242			0.239					0.716					0.252		
	调整 R ²				0.236					0.714					0.242		
	F				75.473					606.199					40.158		
	P				0.000					0.000					0.000		

Table 5. Mediating effect analysis of adjusted net national income per capita between per capita GDP and infant mortality rate in high, medium, and low-income countries from 2000 to 2021

表 5. 2000~2021 年高、中、低收入国家的调整后的国民净人均收入在人均 GDP 与婴儿死亡率间的中介效应分析

分组	变量	样本量	模型 1					模型 2					模型 3				
			系数	标准误	t	P	标准化系数	系数	标准误	t	P	标准化系数	系数	标准误	t	P	标准化系数
高收入国家	人均 GDP		-0.431	0.017	-25.268	0.000	-0.644	0.840	0.010	87.999	0.000	0.947	-0.716	0.052	-13.795	0.000	-1.071
	调整后的国民净人均收入												0.340	0.059	5.806	0.000	0.451
	R ²	902			0.415					0.896					0.436		
	调整 R ²				0.414					0.896					0.434		
	F				638.461					7,743.738					347.684		
	P				0.000					0.000					0.000		
中收入国家	人均 GDP		-0.511	0.018	-28.454	0.000	-0.637	0.786	0.011	71.191	0.000	0.900	-0.182	0.040	-4.572	0.000	-0.227
	调整后的国民净人均收入	1188											-0.418	0.046	-9.158	0.000	-0.455
	R ²				0.406					0.810					0.445		
	调整 R ²				0.405					0.810					0.444		

续表

F		809.611				5,068.110				475.031						
P		0.000				0.000				0.000						
低收入国家	人均 GDP	-0.339	0.036	-9.449	0.000	-0.504	0.657	0.029	22.497	0.000	0.812	-0.494	0.060	-8.196	0.000	-0.736
	调整后的国民净 人均收入											0.237	0.074	3.181	0.002	0.286
	R ²	264		0.254					0.659					0.282		
	调整 R ²			0.251					0.656					0.274		
	F			89.292					506.127					51.260		
	P			0.000					0.000					0.000		

Table 6. Analysis of the mediating effect of per capita final consumption expenditure on per capita GDP and infant mortality rate in high, medium, and low-income countries from 2000 to 2021

表 6. 2000~2021 年高、中、低收入国家人均居民最终消费支出在人均 GDP 与婴儿死亡率间的中介效应分析

分组	变量	样本量	模型 1					模型 2					模型 3				
			系数	标准误	t	P	标准化系数	系数	标准误	t	P	标准化系数	系数	标准误	t	P	标准化系数
高收入国家	人均 GDP		-0.433	0.017	-25.656	0.000	-0.624	0.784	0.012	63.346	0.000	0.892	-0.407	0.037	-10.912	0.000	-0.587
	人均居民最终 消费支出												-0.033	0.042	-0.774	0.439	-0.042
	R ²	1034			0.389					0.795					0.390		
	调整 R ²				0.389					0.795					0.388		
	F				658.252					4,012.707					329.298		
	P				0.000					0.000					0.000		
中收入国家	人均 GDP		-0.548	0.016	-33.948	0.000	-0.674	0.721	0.010	72.144	0.000	0.889	-0.246	0.034	-7.225	0.000	-0.302
	人均居民最终 消费支出									0.000			-0.419	0.042	-9.991	0.000	-0.418
	R ²	1386			0.454					0.790					0.491		
	调整 R ²				0.454					0.790					0.490		
	F				1,152.459					5,204.772					667.277		
	P				0.000					0.000					0.000		
低收入国家	人均 GDP		-0.495	0.033	-14.816	0.000	-0.646	0.705	0.029	24.302	0.000	0.812	-0.442	0.057	-7.724	0.000	-0.576
	人均居民最终 消费支出												-0.076	0.066	-1.153	0.250	-0.086
	R ²	308			0.418					0.659					0.420		
	调整 R ²				0.416					0.656					0.415		
	F				219.504					590.606					110.536		
	P				0.000					0.000					0.000		

3.2.1. $X \rightarrow M_1 \rightarrow Y$ 路径的中介分析

高收入国家：模型 1， $c = -0.458$ ($t = -25.087$, $P = 0.000$)，人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义，按中介效应立论；模型 2， $a = 0.829$ ($t = 87.531$, $P = 0.000$)，人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统

计学意义, 模型 3, $b = 0.340$ ($t = 5.563, P = 0.000$), 人均国民总收入的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 则间接效应显著; 模型 3, $c' = -0.740$ ($t = -13.764, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 直接效应显著; $ab = 0.829 \times 0.340 = 0.282$, 与 c' 异号, 属于遮掩效应, 间接效应与直接效应比例的绝对值 $|ab/c'| = |0.282/(-0.740)| = 38.11\%$ 。见表 4。

中收入国家: 模型 1, $c = -0.523$ ($t = -30.122, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 按中介效应立论; 模型 2, $a = 0.765$ ($t = 80.333, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 模型 3, $b = -0.283$ ($t = -5.514, P = 0.000$), 人均国民总收入的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 则间接效应显著; 模型 3, $c' = -0.306$ ($t = -7.142, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 直接效应显著; $ab = 0.765 \times (-0.283) = -0.216$, 与 c' 同号, 属于部分中介效应, 间接效应占总效应的比例 $ab/c = (-0.216)/(-0.523) = 41.30\%$ 。见表 4。

低收入国家: 模型 1, $c = -0.333$ ($t = -8.688, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 按中介效应立论; 模型 2, $a = 0.535$ ($t = 24.621, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 模型 3, $b = 0.224$ ($t = 1.981, P = 0.049$), 人均国民总收入的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 则间接效应显著; 模型 3, $c' = -0.453$ ($t = -6.331, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 直接效应显著; $ab = 0.535 \times 0.224 = 0.120$, 与 c' 异号, 属于遮掩效应, 间接效应与直接效应比例的绝对值 $|ab/c'| = |0.120/(-0.453)| = 26.49\%$ 。见表 4。

3.2.2. $X \rightarrow M_2 \rightarrow Y$ 路径的中介分析

高收入国家: 模型 1, $c = -0.431$ ($t = -25.268, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 按中介效应立论; 模型 2, $a = 0.840$ ($t = 87.999, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 模型 3, $b = 0.340$ ($t = 5.806, P = 0.000$), 调整后的国民净人均收入的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 则间接效应显著; 模型 3, $c' = -0.716$ ($t = -13.795, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 直接效应显著; $ab = 0.840 \times 0.340 = 0.285$, 与 c' 异号, 属于遮掩效应, 间接效应与直接效应比例的绝对值 $|ab/c'| = |0.285/(-0.716)| = 39.80\%$ 。见表 5。

中收入国家: 模型 1, $c = -0.511$ ($t = -28.454, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 按中介效应立论; 模型 2, $a = 0.786$ ($t = 71.191, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 模型 3, $b = -0.418$ ($t = -9.158, P = 0.000$), 调整后的国民净人均收入的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 则间接效应显著; 模型 3, $c' = -0.182$ ($t = -4.572, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 直接效应显著; $ab = 0.786 \times (-0.418) = -0.329$, 与 c' 同号, 属于部分中介效应, 间接效应占总效应的比例 $ab/c = (-0.329)/(-0.511) = 64.38\%$ 。见表 5。

低收入国家: 模型 1, $c = -0.339$ ($t = -9.449, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 按中介效应立论; 模型 2, $a = 0.657$ ($t = 24.497, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 模型 3, $b = 0.237$ ($t = 3.181, P = 0.002$), 调整后的国民净人均收入的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 则间接效应显著; 模型 3, $c' = -0.494$ ($t = -8.196, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 直接效应显著; $ab = 0.657 \times 0.237 = 0.156$, 与 c' 异号, 属于遮掩效应, 间接效应与直接效应比例的绝对值 $|ab/c'| = |0.156/(-0.494)| = 31.58\%$ 。见表 5。

3.2.3. $X \rightarrow M_3 \rightarrow Y$ 路径的中介分析

高收入国家: 模型 1, $c = -0.433$ ($t = -25.636, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 按中介效应立论; 模型 2, $a = 0.784$ ($t = 63.346, P = 0.000$), 人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义, 模型 3, $b = -0.033$ ($t = -0.774, P = 0.439$), 人均居民最终消费支出的回归系数 t 检验差异无统

计学意义；Bootstrap 95%的置信区间为(-0.113, 0.074)，其间包括 0，则间接效应不显著，即中介效应不显著。见表 6、表 7。

Table 7. Mediating effect test of per capita income and consumption expenditure between per capita GDP and infant mortality rate in high, medium, and low-income countries

表 7. 高、中、低收入国家人均收入及消费支出在人均 GDP 与婴儿死亡率间的中介效应检验

中介变量	分组	中介效应值	Boot SE	Bootstrap 95%CI		Sobel 法	
				下限	上限	z	P
人均国民总收入	高收入国家	0.282	0.041	0.204	0.366	6.841	0.000
	中收入国家	-0.217	0.040	-0.303	-0.144	-5.446	0.000
	低收入国家	0.120	0.070	-0.018	0.255	1.723	0.086
调整后的国民净 人均收入	高收入国家	0.285	0.048	0.192	0.382	5.988	0.000
	中收入国家	-0.329	0.041	-0.408	-0.254	-8.013	0.000
	低收入国家	0.156	0.052	0.058	0.260	2.996	0.003
人均居民最终 消费支出	高收入国家	-0.026	0.047	-0.113	0.074	-0.547	0.584
	中收入国家	-0.302	0.027	-0.358	-0.254	-11.265	0.000
	低收入国家	-0.054	0.059	-0.165	0.062	-0.911	0.363

中收入国家：模型 1， $c = -0.548$ ($t = -33.948$, $P = 0.000$)，人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义，按中介效应立论；模型 2， $a = 0.721$ ($t = 72.144$, $P = 0.000$)，人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义，模型 3， $b = -0.419$ ($t = -9.991$, $P = 0.000$)，人均居民最终消费支出的回归系数 t 检验差异有统计学意义，则间接效应显著；模型 3， $c' = -0.246$ ($t = -7.225$, $P = 0.000$)，人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义，直接效应显著； $ab = 0.721 \times (-0.419) = -0.302$ ，与 c' 同号，属于部分中介效应，间接效应占总效应的比例 $ab/c = (-0.302)/(-0.548) = 55.11\%$ 。见表 6。

低收入国家：模型 1， $c = -0.495$ ($t = -14.816$, $P = 0.000$)，人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义，按中介效应立论；模型 2， $a = 0.705$ ($t = 24.302$, $P = 0.000$)，人均 GDP 的回归系数 t 检验差异有统计学意义，模型 3， $b = -0.076$ ($t = -1.153$, $P = 0.250$)，人均居民最终消费支出的回归系数 t 检验差异无统计学意义；Bootstrap 95%的置信区间为(-0.165, 0.062)，其间包括 0，则间接效应不显著，即中介效应不显著。见表 6、表 7。

4. 讨论

描述性分析结果表明，高收入国家婴儿死亡率的均值最低，低收入国家最高，约是高收入国家的 10 多倍，中收入国家居中，约是高收入国家的 5 倍多。人均 GDP、人均国民总收入、调整后的国民净人均收入、人均居民最终消费支出的均值在高收入国家最高，低收入国家最低，高收入国家是低收入国家的 30 至 60 多倍，中收入国家居中，是低收入国家的 4 至 8 倍。因国家的收入分组不同，婴儿死亡率、人均 GDP 及人均收入及消费支出存在着较大的差别。经济发展、收入与消费支出在婴儿死亡率下降历程中各自所发挥了怎样的作用？需要深入探索研究。高收入国家婴儿死亡率的下降历程将是中、低收入国家的未来发展的必经过程，可能有值得学习或借鉴的经验，也有必要深入分析总结。

4.1. 关于分组数据的预处理及相关说明

描述性分析结果还显示，各变量的变异系数均大于 0.15，表明不同分组的各数据集的变量数值围绕

平均值的分散程度较高,存在着较大的波动性或不稳定性,主要有两个方面的原因,一是数据收集跨度大,从2000年至2021年,22年间各变量的发展变化较大,相同变量起始值的落差较大,二是因不同国家的经济社会发展水平的差距,各变量数据存在着较大的国别差异,故而会出现最大值与最小值相差很大,距离均值较远。变异系数过高将会导致回归分析的不稳定性,影响中介效应的分析结果。故须对各分组变量数据进行自然对数转换,一是降低数据的离散程度,压缩数值范围,降低异常值对模型的影响;二是改善数据分布,减轻数据的偏态,使数据更接近正态分布;三是稳定方差,异方差的存在会影响回归分析的准确性和可靠性,对数转换可使数据的方差更加稳定,减少异方差性的问题;四是可以使数据的线性关系更加明显,从而使回归分析更加有效。

回归方程的截距提供了因变量的一个基准水平,表示自变量为零时的预测值。本文是采用中介效应分析寻找人均GDP与婴儿死亡率间的中介变量,截距对于分析中介效应没有实质性作用。所以,在变量自然对数转换后,进一步进行了中心化处理,不仅可以减少数值变异及数据相差较大所引起的误差,还因零均值化后,回归方程的截距为零,使模型更加简洁,便于结果展示与分析。

本文所采用的平行中介分析,涉及3个回归方程,模型1、模型2是一元线性回归方程,模型3是二元线性回归方程。符合构建线性回归方程的要求是开展中介效应分析的前提条件,主要有以下3点,一是变量数据变异系数小,呈正态分布,二是变量间呈一定程度的相关性,三是模型3的自变量间不存在多重共线性。尽管原变量数据变异系数大,经自然对数转换改善了数据变异问题。经正态分布检验各变量符合或可以接受为正态分布,中心化处理是将自然对数转换后的不同组别的数据集的各个变量数据减去均值,其实是各个数据点向下平移了均值个单位,仅改变了数据位置,并不改变原数据的分布形式;相关分析结果显示,不同组别的原变量间相关分析差异均有统计学意义,提示各变量间呈现不同程度的相关性;表2显示各分组的模型3的人均GDP与各中介变量间并不存在严重的共线性,同时表6的Bootstrap 95%置信区间跨度并不大[19],提示参数估计比较稳定,未呈现摇摆不定的现象,也是无共线性的一个佐证。另外,本文的研究对象均为时间序列变量,若存在非平稳性时间序列变量,回归分析可导致伪回归,使中介模型结果不可靠。表3显示不同中介变量分组的各时间序列变量不存在单位根,为平稳性时间序列。因此,不同分组的变量经数据的预处理后,已经符合平行中介分析基本条件。

对各组别构建的中介模型,在进行中介效应分析前,还需要满足两个条件,一是模型1、模型2、模型3的回归方程有意义,二是拟合优度可接受。从表4、表5、表6看,各组所构建的3个线性回归方程的显著性F检验差异均有统计学意义。关于拟合优度,从构建因变量最佳预测模型角度,当然是 R^2 越接近1越好,但在构建最佳预测模型时不可能只选择1个或2个自变量,而且在3个模型中的自变量或中介变量也未必是因变量的最为关键的决定性影响因素,构建中介模型的目的不是趋势预测,而是寻找中介变量,故而要求3个模型的 R^2 很理想不太现实,也很难实现。表3~5共展示了27个 R^2 值,最大值为0.896,最小值为0.239,0.25以下仅1个(小效应量),各分组的3个回归方程的拟合优度 R^2 值总体上呈现为中、大效应量,进行中介效应分析可以接受。

4.2. 关于中介效应分析的结果解释

结果显示,在人均GDP→人均国民总收入(M_1)→婴儿死亡率路径中,高收入国家的中介变量人均国民总收入发挥遮掩效应,提示直接效应与间接效应相反,间接效应与直接效应比例的绝对值为38.11%,人均GDP促进婴儿死亡率的下降,而人均国民总收入实际上“遮掩”了人均GDP对婴儿死亡率约38.11%的直接效应,从而导致总效应减弱。中收入国家的人均国民总收入发挥着部分中介效应,间接效应占总效应的比例41.30%,提示人均GDP对婴儿死亡率发挥着直接效应的同时,还通过人均国民总收入发挥着间接效应,大约是总效应的41.30%,从而导致总效应增强。低收入国家的人均国民总收入发挥着遮掩

效应,间接效应与直接效应比例的绝对值为 26.49%,提示人均国民总收入“遮掩”了人均 GDP 对婴儿死亡率大约 26.49%的直接效应,从而导致总效应减弱。

结果表明,在人均 GDP→调整后的国民净人均收入(M_2)→婴儿死亡率路径中,高收入国家的调整后的国民净人均收入发挥遮掩效应,提示人均 GDP 的直接效应与调整后的国民净人均收入的间接效应相反,间接效应与直接效应比例的绝对值为 39.80%,调整后的国民净人均收入“遮掩”了人均 GDP 对婴儿死亡率大约 39.80%的直接效应,从而导致总效应减弱。中收入国家的调整后的国民净人均收入发挥部分中介效应作用,间接效应占总效应的比例 64.38%,说明人均 GDP 在发挥直接效应的同时,还通过调整后的国民净人均收入发挥着间接效应,大约是总效应的 64.38%,从而导致总效应的增强。低收入国家的调整后的国民净人均收入发挥着遮掩效应,间接效应与直接效应比例的绝对值为 31.58%,调整后的国民净人均收入“遮掩”了人均 GDP 对婴儿死亡率大约 31.58%的直接效应,从而导致总效应减弱。

结果还显示,在人均 GDP→人均居民最终消费支出(M_3)→婴儿死亡率路径中,高收入、低收入国家的人均居民最终消费支出的间接效应均不显著,提示人均居民最终消费支出没有发挥中介效应作用。中收入国家的人均居民最终消费支出发挥部分中介效应,间接效应占总效应的比例为 55.11%,提示在人均 GDP 发挥直接作用时,还通过人均居民最终消费支出发挥间接效应,大约是总效应的 55.11%,从而导致总效应增强。

4.3. 对策建议

4.3.1. 积极放大人均收入与消费变量的间接效应

在中等收入国家,3 个中介变量均发挥着部分中介效应,人均 GDP 的增长可提高人均国民总收入、调整后的国民净人均收入、人均居民最终消费支出,从而提高家庭的收入水平和消费水平,保证家庭有更多的生活资源用于孕产妇营养、婴儿养育、医疗保健等诸多方面,改善婴儿健康,从而降低婴儿死亡率。有研究针对 31 个撒哈拉以南非洲 2001~2018 年数据,经多国面板数据分析和多种估计技术,营养不良发生率每增加 1%,婴儿死亡率就会增加 0.0119 个百分点,平均膳食能量供应量每增加 1%,婴儿死亡率就会降低 0.0139 个百分点[20]。日本 1999~2017 年 47 个县按家庭职业汇总的人口动态统计数据[21] Joinpoint 回归显示,日本婴儿死亡率存在着职业间不平等现象,特别是农业家庭和失业工人,随着时间的推移而增加。建议着力提高中等收入国家的人均收入与消费支出水平,进一步改善家庭生活条件,提高婴儿健康水平。

4.3.2. 进一步优化资源配置,缩小收入差距

在高低收入国家的人均国民总收入、调整后的国民净人均收入发挥“遮掩”效应,通常预期收入增长会有利于婴儿死亡率的下降,这与更好的生活条件、营养及医疗保健有关,但从模型 3 看,婴儿死亡率随着人均国民总收入或调整后的国民净人均收入的增长而提升,这可能与资源分配不均有关,收入增长却没有能平均分配到所有家庭,特别是收入低的家庭很难从收入增长中获得足够的利益,还可能与医疗保健服务质量及可及性的地区性差异有一定关系。2000~2019 年 60 个中低收入国家富裕的五分之一人口因全民健康覆盖而导致的婴儿死亡率下降幅度大于贫困的五分之一人口[22]。伴随经济增长而来的环境污染[3] [23]、社会竞争所带来的工作压力增加以及不良生活习惯的长期影响,也会对婴儿死亡率造成不利的影响。建议进一步优化资源配置,向低收入及贫困地区倾斜,进一步缩小贫富差距,有效提高低收入群体的收入水平。

4.3.3. 改善消费结构,向健康消费倾斜

在高、低收入国家人均居民最终消费支出没有发挥中介效应,可能是人均居民最终消费支出的增长

集中在非必需品上,并没有显著改善与婴儿生命健康直接相关的消费,如食品、医疗保健、教育等。有研究在美国 2019 年美国北卡罗来纳州的县级健康数据分析显示,粮食不安全是婴儿死亡率的最强预测因子也是一个严重的公共卫生问题[24];还有可能是总体上消费水平上升,但由于收入的不平等导致的消费不平等现象,有文献表明减少财富不平等的政策可以帮助降低婴儿和儿童死亡风险[25],另外,也可能存在着消费质量的差异。建议着力改善消费结构,向健康消费倾斜,提高消费质量,减少消费不平等。

4.3.4. 不可忽视、有必要持续发挥人均 GDP 的直接作用

在所有的中介分析中,直接效应均是显著的,提示人均 GDP 增长有助降低婴儿死亡率,确有很多的依据[1]-[7]表明人均 GDP 与婴儿死亡率负相关。人均 GDP 增长直接反映了国民经济实力提升,可能带来更好的医疗保健服务体系,更高的家庭生活水平,更完善的社会公共服务,更优的生活生存环境,更加有利于降低婴儿死亡率。来自中国的实证表明,提高公共设施覆盖率将降低贵州和其他发展中地区婴儿健康受不利降雨冲击的脆弱性[26]。针对 1995~2013 年的 84 个发展中经济体的研究表明,增加获得改善的水、卫生设施和医疗保健设施的机会将显著降低世界各地发展中经济体的儿童死亡率[27]。建议不断促进经济社会的可持续发展,在保障人均 GDP 不断增长的同时,进一步优化收入分配、正确引导消费,并把经济增长的成果投入到社会公共服务的方方面面。

4.4. 局限性

受不同国家各变量数据完整性的影响,不同分组纳入研究的国家不完全一致、样本量也不尽相同,在下载资料中世界银行确定的低收入国家数量就很少,纳入研究的国家就更少了,在低收入国家分组中最小数据点为 242,最大为 308,尽管可以进行中介分析,但结果分析需要慎重对待。样本量少可会导致无法准确检测到实际存在的效应,增加第二类错误(假阴性)的风险,错误地认为中介效应不存在;样本量偏少,还可致参数估计的不确定性增加,对遮掩效应的估计值不稳定,难以准确判断遮掩效应是否存在。本文对中介效应的判断采用五步法[19]进行,同时还报告了 Sobel 法、Bootstrap 法的检验结果,结果显示,仅在低收入国家人均国民总收入为中介变量时,五步法判断为遮掩效应,而 Sobel 法、Bootstrap 法均显示为中介作用不显著,可能与样本量偏少有一定的关系。因此,对低收入国家的中介分析结果仍需进一步的验证。在构建的中介模型中没有纳入人均卫生支出、卫生资源配备、医疗保健服务情况等控制变量,主要原因是各国相关指标的统计缺失较为严重,如果纳入为控制变量,则样本量会大幅减少,会影响模型建立与结果判断。当然,缺乏控制变量时,难以排除混杂因素对路径的干扰,可能也会影响模型的估计与准确性。

5. 小结

经中介效应分析,在高收入国家,人均国民总收入、调整后的国民净人均收入发挥遮掩作用,人均居民最终消费支出中介作用不显著,在中收入国家 3 个变量发挥部分中介作用,低收入国家因样本量偏小中介效应有待验证。建议将经济发展成果通过收入或消费支出途径惠及儿童生命健康,切实消减收入不平等,着力调整消费结构。

基金项目

南通市妇幼健康专科联盟项目(TFM202509)。

参考文献

- [1] Li, H.B., Feng, H.J., Wang, J., *et al.* (2017) Relationships among Gross Domestic Product per Capita, Government Health

- Expenditure per Capita and Infant Mortality Rate in China. *Biomedical Research*, **28**, 2859-2864.
- [2] Akinlo, A.E. and Sulola, A.O. (2019) Health Care Expenditure and Infant Mortality in Sub-Saharan Africa. *Journal of Policy Modeling*, **41**, 168-178. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2018.09.001>
 - [3] Qaiser Gillani, D., Gillani, S.A.S., Naeem, M.Z., Spulbar, C., Coker-Farrell, E., Ejaz, A., *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>
 - [4] Rashid, H. and Ramirez, M.D. (2021) Investigating the Causality between Remittances, Infant Mortality, and Economic Growth in India: A Cointegration and Vector Error Correction Model Analysis. *Research in Applied Economics*, **13**, 21-44. <https://doi.org/10.5296/rae.v13i3.19042>
 - [5] Wang, L., Yang, L., Li, H., Cai, H., Huang, J. and Malkhazova, S.M. (2021) Abortion and Infant Mortality Change Driven by Socioeconomic Conditions in Russia. *Geospatial Health*, **16**, Article 923. <https://doi.org/10.4081/gh.2021.923>
 - [6] Qaiser Gillani, D., Gillani, S.A.S., Naeem, M.Z., Spulbar, C., Coker-Farrell, E., Ejaz, A., *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] 李鸿斌. 中国婴儿死亡率影响因素的岭回归分析[J]. 临床医学进展, 2023, 13(6): 9368-9377.
 - [8] 李鸿斌. 日本人均 GDP 与婴儿死亡率关系转变的分析与启示[J]. 统计学与应用, 2023, 12(5): 1222-1237.
 - [9] 李鸿斌, 冯海娟, 贲宇. 日本阶段性婴儿死亡率经济社会因素的岭回归分析[J]. 国际医学与数据杂志, 2023, 7(1): 4-7.
 - [10] 李鸿斌. 基于世界银行数据 20 个低收入国家婴儿死亡率影响因素的岭回归分析[J]. 临床医学进展, 2023, 13(8): 13116-13153.
 - [11] Kim, K. (2019) Revisiting the Income Inequality Hypothesis with 292 OECD Regional Units. *International Journal of Health Services*, **49**, 360-370. <https://doi.org/10.1177/0020731418814105>
 - [12] Baek, S. and Kim, K. (2018) Retesting the Income Inequality Hypothesis: Pooled Time-Series-Cross-Section Regression with a New Statistical Case Selection Method. *Asian Social Work and Policy Review*, **12**, 191-199. <https://doi.org/10.1111/aswp.12150>
 - [13] 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>
 - [14] Testoni Costa-Nobre, D., Kawakami, M.D., Areco, K.C.N., Sanudo, A., Balda, R.C.X., Marinonio, A.S.S., *et al.* (2021) Clusters of Cause Specific Neonatal Mortality and Its Association with per Capita Gross Domestic Product: A Structured Spatial Analytical Approach. *PLOS ONE*, **16**, e0255882. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255882>
 - [15] Bremberg, S.G. (2016) The Rate of Country-Level Improvements of the Infant Mortality Rate Is Mainly Determined by Previous History. *The European Journal of Public Health*, **26**, 597-601. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckw059>
 - [16] Miladinov, G. (2021) Measuring of the Socio-Economic Causes of Infant Mortality in Macedonia, Turkey and Albania. *Journal of Public Health*, **31**, 85-98. <https://doi.org/10.1007/s10389-020-01419-4>
 - [17] Wang, S. and Wu, J. (2020) Spatial Heterogeneity of the Associations of Economic and Health Care Factors with Infant Mortality in China Using Geographically Weighted Regression and Spatial Clustering. *Social Science & Medicine*, **263**, Article 113287. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113287>
 - [18] Nuhu, K.M., McDaniel, J.T., Alorbi, G.A. and Ruiz, J.I. (2018) Effect of Healthcare Spending on the Relationship between the Human Development Index and Maternal and Neonatal Mortality. *International Health*, **10**, 33-39. <https://doi.org/10.1093/inthealth/ihx053>
 - [19] 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.
 - [20] Beyene, S.D. (2023) The Impact of Food Insecurity on Health Outcomes: Empirical Evidence from Sub-Saharan African Countries. *BMC Public Health*, **23**, Article No. 338. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15244-3>
 - [21] Kanamori, M., Kondo, N. and Nakamura, Y. (2021) Infant Mortality Rates for Farming and Unemployed Households in the Japanese Prefectures: An Ecological Time Trend Analysis, 1999-2017. *Journal of Epidemiology*, **31**, 43-51. <https://doi.org/10.2188/jea.je20190090>
 - [22] 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)
 - [23] Han, C., Xu, R., Zhang, Y., Yu, W., Zhang, Z., Morawska, L., *et al.* (2021) Air Pollution Control Efficacy and Health Impacts: A Global Observational Study from 2000 to 2016. *Environmental Pollution*, **287**, Article 117211.

- <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117211>
- [24] Cassidy-Vu, L., Way, V. and Spangler, J. (2022) The Correlation between Food Insecurity and Infant Mortality in North Carolina. *Public Health Nutrition*, **25**, 1038-1044. <https://doi.org/10.1017/s136898002200026x>
- [25] 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>
- [26] Lin, Y., Liu, F. and Xu, P. (2020) Effects of Drought on Infant Mortality in China. *Health Economics*, **30**, 248-269. <https://doi.org/10.1002/hec.4191>
- [27] Lu, Z., Bandara, J.S. and Paramati, S.R. (2019) Impact of Sanitation, Safe Drinking Water and Health Expenditure on Infant Mortality Rate in Developing Economies. *Australian Economic Papers*, **59**, 13-33. <https://doi.org/10.1111/1467-8454.12167>