

# 基于统计学模型的婴儿行为特征及睡眠质量预测研究

王哲<sup>1</sup>, 杨渠钊<sup>1</sup>, 梁兰青<sup>2</sup>, 卢灏<sup>1</sup>, 范昶哲<sup>3</sup>, 吴延科<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>广东海洋大学数学与计算机学院, 广东 湛江

<sup>2</sup>广东海洋大学外国语学院, 广东 湛江

<sup>3</sup>广东工业大学信息工程学院, 广东 广州

收稿日期: 2023年10月19日; 录用日期: 2023年12月7日; 发布日期: 2023年12月14日

## 摘要

母亲是婴儿生命中最重要的人之一, 母亲心理健康状态的不良状况可能会对婴儿的认知、情感、社会行为等方面产生负面影响。故而研究婴儿的行为特征、睡眠质量评估和综合治疗费用尤为重要。本文利用相关机构所提供的数据, 基于机器学习的方法对该问题进行分析预测。本文通过crosstab方法构建交叉表研究母亲身体指标、心理指标对婴儿行为特征和睡眠质量的影响, 并构建SEM结构方程模型, 通过对结构模型和测量模型的分析与验证, 基于该结构路径图发现: 婴儿的睡眠质量对母亲的心理状态有显著的负向影响; 婴儿行为特征对母亲的心理状态有正向影响; 母亲的身体指标对婴儿的睡眠质量有显著的负向影响。

## 关键词

婴儿行为, 婴儿睡眠, 睡眠质量, 行为特征, 婴儿健康

# A Study on the Prediction of Infant Behavioural Characteristics and Sleep Quality Based on Statistical Model

Zhe Wang<sup>1</sup>, Quchuan Yang<sup>1</sup>, Lanqing Liang<sup>2</sup>, Hao Lu<sup>1</sup>, Changzhe Fan<sup>3</sup>, Yanke Wu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>School of Mathematics and Computer Science, Guangdong Ocean University, Zhanjiang Guangdong

<sup>2</sup>Faculty of Foreign Languages, Guangdong Ocean University, Zhanjiang Guangdong

<sup>3</sup>School of Information Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou Guangdong

Received: Oct. 19<sup>th</sup>, 2023; accepted: Dec. 7<sup>th</sup>, 2023; published: Dec. 14<sup>th</sup>, 2023

\*通讯作者。

文章引用: 王哲, 杨渠钊, 梁兰青, 卢灏, 范昶哲, 吴延科. 基于统计学模型的婴儿行为特征及睡眠质量预测研究[J]. 统计学与应用, 2023, 12(6): 1592-1597. DOI: 10.12677/sa.2023.126162

## Abstract

The mother is one of the most important people in the life of the infant, and poor mental health status of the mother may have a negative impact on the cognitive, emotional and social behaviour of the infant. Therefore, it is particularly important to study the behavioural characteristics of infants, sleep quality assessment and the cost of comprehensive treatment. This paper analyses and predicts this problem based on machine learning methods using data provided by relevant institutions. This paper constructs a cross-tabulation table to study the effects of mothers' physical and psychological indicators on infants' behavioural characteristics and sleep quality through the crosstab method, and constructs the SEM structural equation model. Through the analysis and validation of the structural model and the measurement model, based on the structural pathway diagram, it is found that: The sleep quality of the infants has a significant negative impact on the mothers' psychological state; infants' behavioural characteristics have a positive influence on the mothers' psychological state; mothers' physical indicators have a significant negative influence on the infants' sleep quality.

## Keywords

Infant Behaviour, Infant Sleep, Sleep Quality, Behavioural Characteristics, Infant Health

Copyright © 2023 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

婴儿的行为特征和睡眠质量一直备受家庭和医疗关注。了解婴儿的行为模式和睡眠习惯对于父母的育儿决策、婴儿的健康和发育以及家庭生活的质量至关重要。因此，本研究旨在基于统计学模型，深入研究婴儿的行为特征，并利用这些特征来预测婴儿的睡眠质量。这一研究的目的是为婴儿的健康和睡眠问题提供更全面的理解，帮助父母和医疗专业人员更好地管理和支持婴儿的成长。婴儿的行为和睡眠模式是新生儿阶段的重要关注点。婴儿的行为特征包括进食习惯、哭闹和觉醒模式，这些因素与其养育的难易程度直接相关。此外，婴儿的睡眠质量对其生长和发育至关重要。了解这些模式和特征对于提供有效的父母支持和儿科医疗服务至关重要。婴儿行为的多样性和睡眠质量的个体差异使得研究和预测变得复杂。本研究的动机在于利用统计学模型，系统性地研究婴儿的行为特征，以揭示不同特征之间的关联和趋势。通过分析大量婴儿行为数据，我们有望提供更深入的理解，从而更好地支持婴儿的养育和健康。

## 2. 相关工作

在婴儿行为特征和睡眠质量预测领域，已经有一些相关的研究和工作。早期的研究主要集中在描述不同年龄段的婴儿的睡眠模式，包括入睡时间、觉醒频率和睡眠周期。这些描述性研究为后续的分析提供了基础。一些研究侧重于婴儿哭闹与睡眠问题之间的关联。这些研究试图找出哭闹和不安定行为与夜间睡眠质量之间的关系。一些研究着眼于改善婴儿的睡眠习惯，通过父母培训和行为治疗等方法来减少夜间觉醒次数和提高婴儿的整体睡眠质量。一些研究使用量化工具，如行为观察和记录，来系统性地收集婴儿的行为数据。这有助于研究者更准确地理解婴儿的行为模式[1]。一些研究利用统计学模型和机器

学习方法，基于婴儿的行为特征，来预测婴儿的睡眠质量。这些模型试图建立行为特征与睡眠之间的关联。有些研究关注婴儿的家庭环境，如房间温度、噪音水平和床上用品，与婴儿睡眠质量之间的关系。一些研究关注了父母的心理健康对婴儿睡眠的影响[2] [3] [4] [5]。焦虑和压力等因素可能对婴儿的行为和睡眠产生影响。

这些相关工作为本研究提供了背景和参考，但本研究的独特之处在于它将综合婴儿的多个行为特征，并利用统计学模型来预测婴儿的睡眠质量。通过结合既有研究和新的数据分析方法，本研究旨在提供更深入的理解和实用的预测模型，以支持婴儿的健康和家庭的生活质量。

### 3. 模型的建立与求解

本文通过 pandas 中 `crosstab()` 用于处理分类数据。所以我们通过函数接受两个或多个列表或 `Dataframe`，默认情况下返回每个组合的频率，来探究母亲的身体指标和心理指标对婴儿的行为特征和睡眠质量有影响。

**Table 1.** Frequency table of infant behavioural characteristics and marital status

**表 1.** 婴儿行为特征与婚姻情况频率表

婴儿行为特征		0	1	2
婚姻情况	1	4	9	1
	2	112	212	43

由表 1 可知，已婚母亲的婴儿行为特征绝大多数为中等型，多数为安静型，极少数为矛盾型，可见已婚母亲有着美好温馨的家庭，家庭的影响将会对婴儿的行为特征造成极大影响，一个美好的家庭会让婴儿变得健康与安静。

**Table 2.** Frequency table of infant behavioural characteristics and modes of delivery

**表 2.** 婴儿行为特征与分娩方式频率表

婴儿行为特征		0	1	2
分娩方式	刨宫产	1	4	0
	自然分娩	119	221	45

由表 2 可知，自然分娩的婴儿绝大多数为中等型，大多数为安静型，实际上，自然分娩的婴儿在产程里经历了头部向下往外挤出的过程，他的潜意识里也会有一个生理和心理的准备[6]。而剖宫产是安静地待在宝妈肚里睡觉的时候被突然地抱出来了，这个过程可能会不利于宝宝安全感的建立。

**Table 3.** Frequency table of infant waking times and modes of delivery

**表 3.** 婴儿睡醒次数与分娩方式频率表

睡醒次数		0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	10.0
分娩方式	刨宫产	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	自然分娩	125	113	71	35	17	16	4	1	1	2

由表 3 可知，自然分娩的婴儿在睡眠时大多数会醒来一到两次，婴儿容易醒来，他们的睡眠很浅，而刨宫产的婴儿睡眠比较深，不容易醒来。

**Table 4.** Frequency table of infant sleeping patterns and modes of delivery  
**表 4.** 婴儿入睡方式与分娩方式频率表

入睡方式		哄睡法	安抚奶嘴法	定时法	抚触法	环境营造法
分娩方式	刨宫产	0	0	1	1	3
	自然分娩	89	20	44	68	164

由表 4 可知, 自然分娩的婴儿较为活泼, 分娩过程中子宫的收缩, 能让胎宝宝得到锻炼, 不容易入睡, 大多数需要母亲进行哄睡、抚摸、环境营造的方法来帮助婴儿入睡, 而刨宫产的婴儿则较为容易进入睡眠[7] [8] [9] [10]。

SEM 是基于变量的协方差矩阵来分析变量之间关系的一种统计方法, 实际上是一般线性模型的拓展, 包括因子模型与结构模型, 体现了传统路径分析与因子分析的完美结合[11]。SEM 一般使用最大似然法估计模型(Maxi-Likelihood, ML)分析结构方程的路径系数等估计值, 因为 ML 法使得研究者能够基于数据分析的结果对模型进行修正。

结构方程模型中有三种变量: 潜在变量、显性变量(测量变量)和残差变量。潜在变量无法观测; 对于显性变量, 研究者可以直接观察或者直接测量获得, 获得的数据可以转化为量化数据, 外因潜在变量的指标变量以符号“X”表示, 而内因潜在变量的指标变量以符号“Y”表示[12]。内因潜在变量无法被模型中外因潜在变量解释的变异量, 即结构方程模型中随机变异部分。选择这些变量的首要原因通常是研究的理论基础。基于现有的理论框架或以往的研究来确定哪些变量可能会相互关联, 并对研究主题产生影响。例如, 在母婴睡眠研究中, 母亲的生理状态、心理状态以及婴儿的行为特征都被认为可能影响到婴儿的睡眠质量。相关文献中可能已经有研究支持了选择这些变量的合理性。在选择变量时, 综合考虑多个因素, 这些因素可能包括理论假设、可观测性、可操作性以及可解释性。选择的变量符合研究问题的需求, 并且能够被可靠地测量。

基于所给指标, 本文构建一个结构方程模型的测量模型结构。通过将母亲的身体指标、心理指标和婴儿行为特征作为潜在变量(Latent Variable), 将睡眠质量作为外部观察变量(Observed Variable), 再与其它潜在变量相联系。其中, 母亲的身体指标为母亲年龄、婚姻状况、教育程度、妊娠时间(周数)、分娩方式; 母亲的心理指标为 CBTS、EPDS、HADS; 婴儿行为特征包括婴儿行为特征安静型、婴儿行为特征中等型、婴儿行为特征矛盾型[13]。睡眠质量作为观察指标, 由整晚睡眠时间、睡眠次数、入睡方式三种指标衡量。

## 4. 结论

在母亲身体指标方面, 母亲刨宫产与身体指标呈现正相关, 并且作为参照变量; 而自然分娩、妊娠时间与身体指标呈现显著的负相关性。在母亲心理指标方面, CBTS 是一个显著的参照变量, EPDS 与母亲心理指标的相关性更强, 而 HADS 与母亲心理指标的相关性较为中等[14]。在婴儿睡眠质量方面, 整晚睡眠时间是一个关键的参照变量, 入睡方式中, “哄睡法”、“安抚奶嘴法”、“定时法”、“抚触法”均与婴儿睡眠质量呈现负相关性。在婴儿行为特征方面, 将“中等型”作为参照变量, 而“安静型”和“矛盾型”与“中等型”呈现负相关性。

母亲身体指标与母亲心理指标间存在负相关关系。表现为, 母亲的身体健康状况与其心理健康状况呈现反向关系, 这表明身体上的健康问题可能会导致心理上的压力增加。婴儿睡眠质量对母亲心理指标有着显著的负相关关系。这可能意味着, 婴儿的睡眠质量越好, 母亲的心理健康状况可能会越差[15]。婴儿的行为特征对母亲的心理指标有着正向影响。表明婴儿表现出更多的行为特征时, 母亲的心理状态可

能会好转。母亲的身体和心理状态对婴儿的睡眠质量和行为特征也存在着一定的影响，但具体的影响程度和方向则需要进一步的研究。

综上所述，结构方程模型的测量模型与结构模型分析揭示了母亲的身体与心理健康状况、婴儿的睡眠质量与行为特征之间的相关关系。其中测量模型指出，母亲的身体指标与分娩方式及妊娠时间呈显著相关，而心理状态与多种心理评估工具(CBTS, EPDS, HADS)有关。婴儿的睡眠质量则受到不同入睡方式的影响，而婴儿的行为特征则取决于他们的个性类型[16]。结构模型揭示，母亲的身体健康状况与其心理健康状况呈现负相关性，婴儿的睡眠质量对母亲的心理健康状况有显著的负向影响，而婴儿的行为特征对母亲的心理健康状况有正向影响。除此之外，母亲的身体和心理状态也会对婴儿的睡眠质量和行为特征产生影响。

## 5. 讨论

在未来的研究中，关于婴儿行为特征和睡眠质量的研究可以进一步拓展，以提供更全面的洞见和应用，未来研究可以采用更复杂的多变量分析方法，以探索婴儿行为特征之间的复杂相互作用。这将有助于更全面地理解不同行为特征如何影响婴儿的睡眠质量。跟踪婴儿的行为和睡眠模式，直到儿童或青少年时期，可以提供更深入地了解关于婴儿行为和长期健康的关联。这将有助于了解早期生活阶段如何影响后续发展。未来研究可以考虑文化和社会因素对婴儿行为和睡眠的影响。不同文化背景和社会环境可能会对婴儿的行为产生重要影响，因此研究跨文化差异是有意义的。研究可以集中在发展和评估婴儿睡眠干预方法上，以帮助父母解决婴儿睡眠问题。这包括开发有效的睡眠培训和家庭支持计划。未来研究可以考虑如何增加父母的参与和教育，以帮助他们更好地理解 and 应对婴儿行为和睡眠问题。这可以通过在线资源、支持小组和教育计划来实现。利用生物标志物和睡眠监测技术，未来的研究可以提供更客观和精确的婴儿行为和睡眠数据。这有助于更精确地研究和干预婴儿的睡眠问题。合并心理学、医学、护理学、社会学和工程学等多学科知识，以综合性地研究婴儿行为和睡眠。跨学科合作可以为问题的理解和解决提供更多角度。

综上所述，婴儿行为特征和睡眠质量的研究领域具有广泛的潜力，可以通过更深入的分析 and 综合性的方法来拓展。这些研究有助于提高婴儿的健康和生活质量，同时也为父母提供更多支持和指导。未来的研究将进一步深化我们对这一重要领域的了解，为婴儿和家庭的福祉做出更多贡献。

## 基金项目

国家自然科学基金(No. 42275146)，广东海洋大学社科基金(No. C22825)。

## 参考文献

- [1] Bei, B., Pinnington, D.M., Quin, N., Shen, L., Blumfield, M., Wiley, J.F., *et al.* (2023) Improving Perinatal Sleep via a Scalable Cognitive Behavioural Intervention: Findings from a Randomised Controlled Trial from Pregnancy to 2 Years Postpartum. *Psychological Medicine*, **53**, 513-523.
- [2] Oyegbile, T., Zecavati, N. and Delasobera, B. (2017) 0924 Gender Differences in Sleep Disturbance among Children with Concussion. *Sleep*, **40**, A343-A344. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsx050.923>
- [3] Wang, C., Dopko, R.L., Clayborne, Z.M., Capaldi, C.A., Roberts, K.C. and Betancourt, M.T. (2022) Original quantitative research—Investigating the Association between Sleep and Aspects of Mental Health in Children: Findings from the Canadian Health Survey on Children and Youth. *Health Promotion & Chronic Disease Prevention in Canada: Research, Policy & Practice*, **42**, 466-478. <https://doi.org/10.24095/hpcdp.42.11/12.02>
- [4] Tsompanidis, A., Aydin, E., Padaigaitė, E., Richards, G., *et al.* (2021) Maternal Steroid Levels and the Autistic Traits of the Mother and Infant. *Molecular Autism*, **12**, Article No. 51. <https://doi.org/10.1186/s13229-021-00453-7>
- [5] Adeel, M., Mehmood, Z. and Ullah, A. (2022) Stress Estimation Model for the Sustainable Health of Cancer Patients. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, **2022**, Article ID 3336644.

- 
- <https://doi.org/10.1155/2022/3336644>
- [6] Kisely, S., Leske, S., Arnautovska, U., Siskind, D., Warren, N., Northwood, K., *et al.* (2023) A 40-Year Study of Child Maltreatment over the Early Life Course Predicting Psychiatric Morbidity, Using Linked Birth Cohort and Administrative Health Data: Protocol for the Childhood Adversity and Lifetime Morbidity (CALM) Study. *BJPsych Open*, **9**, e50. <https://doi.org/10.1192/bjo.2023.29>
- [7] Cheung, G., Varvari, I. and Fenton, C. (2022) The SHIELD Project: Designing an Intervention for Social Media with Young People. *BJPsych Open*, **8**, S46-S47. <https://doi.org/10.1192/bjo.2022.181>
- [8] Rasmussen, I.S., Wilson, P., Overbeck, G. and Strandberg-Larsen, K. (2023) Association of Self-Reported Mother-Infant Relationship with Child and Adolescent Mental Health. *BJPsych Open*, **9**, e39. <https://doi.org/10.1192/bjo.2023.4>
- [9] Amaefule, C.O., Breitwieser, J., Biedermann, D., Nobbe, L., Drachslar, H. and Brod, G. (2023) Fostering Children's Acceptance of Educational Apps: The Importance of Designing Enjoyable Learning Activities. *British Journal of Educational Technology*, **54**, 1351-1372. <https://doi.org/10.1111/bjet.13314>
- [10] Woods, A.D., Jiao, J.L., Morgan, P.L. and Buxton, O.M. (2023) Is Sleep Longitudinally Related to Children's Achievement, Executive Function and Classroom Behaviour? *Infant and Child Development*, e2426. <https://doi.org/10.1002/icd.2426>
- [11] Lin, P., LaMonica, H.M., Naismith, S.L. and Mowszowski, L. (2020) Memory Compensation Strategies in Older People with Mild Cognitive Impairment. *Journal of the International Neuropsychological Society*, **26**, 86-96. <https://doi.org/10.1017/S1355617719000912>
- [12] Pinto, T.M. and Figueiredo, B. (2023) Measures of Infant Self-Regulation during the First Year of Life: A Systematic Review. *Infant and Child Development*, **32**, e2414. <https://doi.org/10.1002/icd.2414>
- [13] Amlung, M., Petker, T., Jackson, J., Balodis, I. and MacKillop, J. (2016) Steep Discounting of Delayed Monetary and Food Rewards in Obesity: A Meta-Analysis. *Psychological Medicine*, **4**, 2423-2434. <https://doi.org/10.1017/S0033291716000866>
- [14] Groth, C. (2018) Tourette Syndrome in a Longitudinal Perspective. Clinical Course of Tics and Comorbidities, Coexisting Psychopathologies, Phenotypes and Predictors. *Danish Medical Journal*, **65**, B5465.
- [15] Fuller, G., Eggen, W., Wirdateti, W. and Nekaris, K.A.I. (2020) Mother-Infant Behaviours in Greater Slow Loris (*Nycticebus coucang*) Dyads Consisting of Mothers Pregnant at Confiscation and Their Sanctuary-Born Infants. In Nekaris, K. and Burrows, A., Eds., *Evolution, Ecology and Conservation of Lorises and Pottos*, Cambridge University Press, Cambridge, 242-262. <https://doi.org/10.1017/9781108676526.025>
- [16] Chiricozzi, A., Esposito, M., Gisondi, P., Valenti, M., Gori, N., Giovanardi, G., *et al.* (2020) Disease Severity Is Associated with Alexithymia in Patients with Atopic Dermatitis. *Dermatology*, **236**, 329-335. <https://doi.org/10.1159/000507246>