

乳母饮食中B族维生素含量对6月龄婴儿神经心理发育的影响

谢钱茹¹ 黄晓曼¹ 许鸿羽¹ 荀国辉¹ 沈荣蓉¹ 郝加虎²

1 合肥市妇女儿童保健中心,合肥 230041;2 安徽医科大学公共卫生学院,
出生人口健康教育重点实验室,人口健康与优生安徽省重点实验室,合肥 230032

摘要:目的 探索乳母饮食中B族维生素摄入量对婴儿神经心理发育的影响。方法 于2020年6月—2021年4月在合肥市妇女儿童保健中心选择233对母婴,采用自制调查问卷在产后42天、3个月及6个月时对乳母的膳食情况进行调查,使用《年龄与发育进程问卷(第3版)》(ASQ-3)中文版在婴儿6月龄时进行神经心理发育评估,并采用多元线性回归分析乳母饮食中B族维生素含量对婴儿神经心理发育的影响。多因素Logistic回归分析乳母饮食中B族维生素含量与神经发育水平偏低的关联。结果 233对母婴中,男婴113名(57.1%),出生体重为(3.52±0.79)kg,乳母分娩年龄为(29.2±3.8)岁。产后42天乳母饮食中B族维生素与婴儿神经心理发育无统计学关联($P>0.05$),产后3个月乳母饮食中维生素B₂含量与婴儿解决问题能区得分在完全调整模型中呈显著正相关($\beta=0.19,95\%CI 0.01\sim 0.36$);维生素B₉含量与婴儿的ASQ-3总分以及解决问题能区得分呈显著正相关($\beta=0.24,95\%CI 0.08\sim 0.39$),且调整后结果依然有统计学意义($\beta=0.18,95\%CI 0.02\sim 0.34$)。Logistic回归分析结果表明,产后6个月乳母饮食中维生素B₉含量与婴儿整体神经发育(ASQ-3总得分)水平偏低的风险降低显著相关($OR=0.40,95\%CI 0.21\sim 0.75$)。产后3个月乳母饮食中维生素B₂、维生素B₃、维生素B₉含量分别与婴儿个人-社会能区、粗大动作能区、个人-社会能区发育水平偏低的风险降低显著相关($OR=0.14,95\%CI 0.05\sim 0.42$; $OR=0.32,95\%CI 0.13\sim 0.80$; $OR=0.45,95\%CI 0.24\sim 0.86$)。结论 产后3个月和6个月乳母饮食中B族维生素含量(尤其维生素B₉)与婴儿神经心理发育呈正相关关系。

关键词:乳母 饮食 B族维生素 婴儿 神经心理发育

中图分类号:R17 R173 R174

文献标志码:A

DOI:10.19813/j.cnki.weishengyanjiu.2025.03.003

Impact of B vitamins in the diet of breastfeeding mother on neuropsychological development of infants aged 6 months old

Xie Qianru¹, Huang Xiaoman¹, Xu Hongyu¹, Xun Guohui¹, Shen Rongrong¹, Hao Jiahui²

1 Hefei Maternal and Child Health Care Institute, Hefei 230041, China; 2 School of Public Health, Anhui Medical University; Key Laboratory of Population Health Across Life Cycle (Anhui Medical University), Ministry of Education of the People's Republic of China, Anhui Provincial Key Laboratory of Population Health and Aristogenics, Hefei 230032, China

ABSTRACT: OBJECTIVE To investigate the impact of B vitamins intake in the

基金项目:国家自然科学基金项目(No. 82273644);中国疾病预防控制中心妇幼保健中心项目(No. 2019FYH019)

作者简介:谢钱茹,女,硕士,副主任医师,研究方向:妇女保健,E-mail:36201907@qq.com

通信作者:郝加虎,男,博士,教授,研究方向:环境暴露与妇幼健康,E-mail:haojiahui@ahmu.edu.cn

diet of breastfeeding mother on infant neurodevelopment. **METHODS** Study was conducted at Hefei Women and Children's Health Center from June 2020 to April 2021. A self-designed questionnaire was used at 42 days, 3 months, and 6 months postpartum to survey the dietary intake of breastfeeding mothers. Neurodevelopmental assessments were conducted using the *Ages and Stages Questionnaire*, 3rd edition (ASQ-3) when infants were 6 months old. General linear models (GLM) were employed to analyze the effects of B-vitamin intake in maternal diet on infant neurodevelopment. Multivariable logistic regression was used to test the consistency of the result. **RESULTS** Ultimately, 233 mother-infant pairs were included in this study, of which 113 (57.1%) were infants. The birth weight of the infants was (3.52 ± 0.79) kg, and the mean maternal age at delivery was (29.2 ± 3.8) years. No statistically significant association was found between maternal B-vitamin intake at 42 days and infant neuropsychological development ($P > 0.05$). At 3 months, maternal vitamin B₂ intake was significantly positively correlated with the infant's total problem-solving domain score in the fully adjusted model ($\beta = 0.19$, 95% CI 0.01–0.36). Vitamin B₉ intake was significantly positively correlated with the total ASQ-3 score and the problem-solving score, and the result remained significant after adjustments ($\beta = 0.24$, 95% CI 0.08–0.39; $\beta = 0.18$, 95% CI 0.02–0.34). Logistic regression analysis showed that maternal dietary vitamin B₉ at 6 months was significantly associated with a reduced risk of low level of neural development in overall neurodevelopment (ASQ-3 total score) ($OR = 0.40$, 95% CI 0.21–0.75). At 3 months, maternal vitamin B₂, vitamin B₃ and vitamin B₉ intake was significantly associated with a reduced risk of low level of neural development in the infant's personal-social, gross motor and personal-social domains ($OR = 0.14$, 95% CI 0.05–0.42; $OR = 0.32$, 95% CI 0.13–0.80; $OR = 0.45$, 95% CI 0.24–0.86, respectively). **CONCLUSION** Maternal dietary intake of B-vitamins at 3 and 6 months, especially vitamin B₉, is positively correlated with infant neuropsychological development.

KEY WORDS: breastfeeding mother, diet, B vitamins, infant, neuropsychological development

母乳可以提供0~6月龄新生儿和婴儿几乎所有的营养成分,是新生儿和婴儿最理想的食物^[1],在0~6月龄内坚持纯母乳喂养是新生儿和婴儿喂养的最佳方式^[2]。此外,0~6月龄是出生后生长发育的第一个高峰期^[3],在这一阶段,神经元突触和髓鞘的形成对婴儿神经系统的发育至关重要^[4]。B族维生素作为一组具有重要生理功能的水溶性维生素,能够通过乳腺进入乳汁,通过参与神经递质的合成、神经信号的传导以及神经元的能量代谢,从而促进婴儿神经系统发育^[5-6]。母乳是纯母乳喂养婴儿摄入B族维生素的唯一来源,而母乳中B族维生素水平受到乳母饮食与营养状况的影响^[7]。本研究通过分析乳母饮食中B族维生素含量与6月龄婴儿神经心理发育的关系,为哺乳期母亲的饮食指导和营养补充提供科学依据,以优化母乳质量和促进婴儿健康成长。

1 对象与方法

1.1 调查对象

研究对象来自合肥市妇女儿童保健中心产后42天纯母乳喂养队列。纳入标准:(1)单胎,足月分娩;(2)自然怀孕,自然分娩;(3)拟在产后6个月内坚持纯母乳喂养。排除标准:(1)婴儿有严重出生缺陷;(2)乳母孕期、产时有妊娠合并症及并发症;(3)乳母有精神疾病史,家族遗传史。研究开展时间为2020年6月—2021年4月,研究初期纳入403对母婴,并在产后3个月与6个月时进行随访。分别有223名、191名和203名乳母在产后42天、3个月、6个月时完成了膳食调查,233名婴儿在6月龄时完成了《年龄与发育进程问卷(第3版)》(ages and stages questionnaire-3rd edition, ASQ-3)中文版调查。因此,最终纳入233对母婴。

本研究经合肥市妇幼保健计划生育服务中心

医学伦理委员会批准(No. 2019-002),全部乳母均签署知情同意书。

1.2 研究方法

1.2.1 基本情况调查和婴儿体格发育测量 采用问卷调查的方式收集乳母基本情况(产时年龄、文化程度和家庭人均月收入)、婴儿基本信息(性别与出生体重等)。在婴儿 42 天、3 个月、6 个月时由儿童保健医生使用统一的婴幼儿量表、婴儿体重秤(WS-RT-1G 幼儿智能卧式体检仪,康娃,中国武汉)进行婴儿身长和体重的测量。

1.2.2 膳食调查 分别于产后 42 天、3 个月、6 个月通过定性调查(膳食频率调查法)和定量调查(24 小时膳食回顾法)评估乳母 24 小时膳食。包括各类食物(主食、蔬菜、水果、蛋类、肉类、鱼类、豆类、奶类、干果类等)的食用频率和食用量。由专业技术人员将膳食问卷结果录入营养计算软件(营养之星高级版,臻鼎,中国上海)应用程序,软件自动计算乳母每日膳食中能量与 B 族维生素(维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 B₃、维生素 B₉)的摄入量。

1.2.3 神经心理发育评价 婴儿 6 月龄时使用 ASQ-3 中文版进行神经心理发育评估^[8]。在研究人员的指导下,由婴儿母亲或者父亲完成问卷。ASQ-3 主要测试婴儿 5 个能区(沟通、粗大运动、精细运动、解决问题和个人-社会功能)的发育情况。每个能区包含 6 个题目,每个问题有 3 个选项(0=还没有,5=有时,10=是)。各个能区的 6 个题目得分之和即为该能区的得分,5 个能区的得分之和即为该量表的总得分。由于本研究中发育异常(得分低于该能区标准化均值 2 个标准差)的婴儿较少,影响统计分析的稳定性,故以各能区得分低于第 25 百分位数界值为发育水平偏低。

1.3 质量控制

在婴儿体格测量中,使用统一的测量工具和标准化的操作流程,减少测量误差;所有参与调查的研究人员均接受统一培训,熟悉问卷内容和调查方法;采用双录入和核对的方法,减少数量录入错误。

1.4 统计学分析

使用 SPSS 23.0 进行统计分析。连续变量正态分布数据采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,偏态分布时采用 $M(P25, P75)$ 表示。分类变量用 $n(r\%)$ 表示。以 6 月龄婴儿 ASQ-3 分量表得分和总得分为因变量,以产后 42 天、3 个月和 6 个月时乳母膳食 B 族维生素摄入量为自变量,控制变量包括乳母信

息(产时年龄、文化程度、家庭人均月收入和母亲膳食能量摄入)以及婴儿信息(性别、胎次、出生孕周、出生体重、每个时间点的婴儿体重增长量等)。此外,在模型 2 中,产后 3 个月时进一步控制产后 42 天时 B 族维生素摄入量;产后 6 个月时进一步控制 42 天和 3 个月时 B 族维生素摄入量。

考虑到不同 B 族维生素摄入量单位不同,为提高回归系数的可比性,在回归分析前对自变量进行了 Z 标准化处理 [$Z = (\text{测量值} - \text{均数}) / \text{标准差}$]。使用多元线性回归分析产后各时点 B 族维生素水平 Z 分与 6 月龄婴儿神经心理发育的关系。由于 ASQ-3 量表得分呈偏态分布,因此使用 Logistic 回归模型来评估结果的一致性。将 ASQ-3 量表得分按照第 25 百分位数分为 2 个等级,并使用与多元线性回归相同的调整进行多因素 Logistic 回归分析。检验水准为 0.05, $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本情况

由表 1 可见,233 名婴儿中男婴比例高于女婴,第 1 胎的比例高于第 2 胎。233 名乳母中有 66 名分娩时年龄为 30 岁以上,文化程度为高中及以下比例占 70% 以上。

2.2 产后 42 天、3 个月、6 个月时乳母膳食能量与 B 族维生素摄入情况

乳母膳食能量与各类 B 族维生素的摄入量在产后 42 天时均最低,而在产后 3 个月均最高。产后 42 天、3 个月、6 个月时乳母膳食能量和各类 B 族维生素摄入情况详见表 2。

2.3 婴儿 6 月龄时 ASQ-3 得分

婴儿总 ASQ-3 得分为 235(200,260),沟通能区总得分为 55(55,60),粗大动作能区总得分为 40(25,50),精细动作能区总得分为 55(45,60),解决问题能区总得分为 50(45,60),个人-社会功能能区总得分为 35(25,50)。

2.4 乳母饮食 B 族维生素含量与 6 月龄婴儿神经心理发育的关系

由表 3 可见,在控制了乳母分娩年龄、文化程度、家庭人均月收入、乳母膳食能量摄入、婴儿性别、出生体重、体重增量以及产后 42 天和 3 个月时 B 族维生素含量后,完全调整模型的结果显示,3 个月时乳母饮食中维生素 B₂ 含量的 Z 分与婴儿 6 月龄时个人-社会能区得分呈显著正相关,调整后的 $\beta = 0.19(95\% CI 0.01 \sim 0.36, P < 0.05)$ 。产后 6 个月时乳母饮食中维生素 B₉ 含量的 Z 分

表1 2020—2021年合肥市233对母婴基本特征

指标	调查人数	结果 ⁽¹⁾
乳母		
分娩年龄/岁	233	29.2±3.8
文化程度		
大专及以上	69	29.6
高中及以下	164	70.4
家庭月收入		
≤5000元	53	22.7
5001~10000元	136	58.4
>10000元	44	18.9
胎次		
第1胎	137	58.8
第2胎	96	41.2
婴儿		
性别		
男	133	57.1
女	100	42.9
出生孕周	233	38.84±1.62
出生体重/kg	233	3.52±0.79
产后42天		
婴儿体重/kg	223	5.24±0.66
婴儿身长/cm	223	56.98±2.24
产后3个月		
婴儿体重/kg	191	7.21±3.86
婴儿身长/cm	191	62.50±2.19
产后6个月		
婴儿体重/kg	203	8.53±1.00
婴儿身长/cm	203	68.55±2.16

注:(1)连续变量以 $\bar{x}\pm s$ 表示,分类变量以 $r/\%$ 表示

表2 2020—2021年合肥市233名乳母饮食能量与B族维生素摄入量[M(P25,P75)]

指标	摄入量
产后42天($n=223$)	
能量/kcal	1090.0 (732.0~1718.0)
维生素B ₁ /mg	0.6 (0.3~1.0)
维生素B ₂ /mg	0.6 (0.4~0.9)
维生素B ₃ /mg	10.9 (6.6~16.1)
维生素B ₉ /μg	127.5 (65.3~210.6)
产后3个月($n=191$)	
能量/kcal	1463.3 (882.6~2238.4)
维生素B ₁ /mg	0.9 (0.5~1.6)
维生素B ₂ /mg	0.8 (0.6~1.2)
维生素B ₃ /mg	15.1 (9.6~22.1)
维生素B ₉ /μg	159.7 (84.8~245.2)
产后6个月($n=203$)	
能量/kcal	1248.3 (850.1~1926.7)
维生素B ₁ /mg	0.7 (0.5~1.3)
维生素B ₂ /mg	0.7 (0.5~1.1)
维生素B ₃ /mg	12.7 (8.2~19.5)
维生素B ₉ /μg	141.8 (86.4~239.3)

与6月龄婴儿的解决问题能区得分($\beta=0.24$,95%CI 0.08~0.39)、ASQ-3总分($\beta=0.18$,95%CI 0.02~0.34)均呈显著正相关($P<0.05$)。

由表4可知,Logistic回归分析呈现出相似的结果。在完整调整模型中,产后6个月时乳母膳食中维生素B₉含量的Z分每增加一个单位,6月龄婴儿整体神经发育(ASQ-3总得分)水平偏低的风险降低60%(OR=0.40,95%CI 0.21~0.75)。在ASQ-3子量表分析中,产后3个月乳母饮食中维生素B₂含量的Z分与个人-社会能区发育水平偏低风险显著降低有关(OR=0.14,95%CI 0.05~0.42)。产后3个月乳母饮食维生素B₃、维生素B₉含量的Z分分别与粗大动作能区、个人-社会能区发育水平偏低风险显著降低有关(OR=0.32,95%CI 0.13~0.80;OR=0.45,95%CI 0.24~0.86)。

3 讨论

本研究结果显示,婴儿3个月和6个月时乳母饮食B族维生素含量与6月龄婴儿神经心理发育风险降低有关,特别是维生素B₉。

本研究中产后3个月和6个月时的乳母饮食B族维生素含量与6月龄婴儿神经心理发育有关。由于本研究只测量了婴儿6月龄时的ASQ-3得分,近期的B族维生素摄入量可能更能反映出当前的营养状态对婴儿发育的即时影响。因此尚不能说明婴儿42天时的乳母饮食B族维生素含量对婴儿神经心理发育没有影响。未来的研究应在更大的人群中进行并对婴儿神经心理发育情况进行纵向随访,深入探索乳母B族维生素摄入量对婴儿神经心理发育的远期影响。此外,本研究未观察到乳母饮食维生素B₁摄入量与6月龄婴儿神经心理发育之间的显著统计学关联,这一结果可能由于仅在6月龄对婴儿发育状况进行横断面测量还不足以发现维生素B₁潜在的时序性影响。

维生素B₂(核黄素)作为黄素腺嘌呤二核苷酸(FAD)和黄素单核苷酸(FMN)辅酶的组成部分,参与细胞呼吸和能量代谢过程。长期缺乏维生素B₂将导致婴儿生长迟缓和轻中度缺铁性贫血^[9]。本研究发现婴儿3个月时乳母饮食中较高的维生素B₂水平与婴儿个人-社会能区得分提高有关。目前国内外还缺乏维生素B₂对婴儿神经精神发育影响的相关研究,未来可能需要更多的临床证据与分析性研究来探索两者间的关系。维生素B₃以烟酸(尼克酸)和烟酰胺两种形式存在。研究表明,烟酸是维持中枢神经系统的神经

表 3 产后不同时间母乳饮食 B 族维生素含量对 6 月龄婴儿神经心理发育影响的线性回归分析 [β (95%CI)]

模型	维生素 B ₁				维生素 B ₂			
	产后 42 天	产后 3 个月	产后 6 个月	产后 42 天	产后 3 个月	产后 6 个月	产后 6 个月	
社交								
未调整	0.06 (-0.08~0.19)	-0.08 (-0.22~0.06)	0.16 (0.01~0.30) ⁽¹⁾	-0.03 (-0.17~0.10)	-0.05 (-0.19~0.09)	0.06 (-0.09~0.20)		
模型 1	-0.08 (-0.29~0.13)	-0.14 (-0.38~0.10)	0.24 (0.03~0.44) ⁽¹⁾	-0.20 (-0.37~0.03)	-0.07 (-0.26~0.11)	-0.01 (-0.19~0.17)		
模型 2		-0.15 (-0.39~0.09)	0.20 (-0.02~0.42)		-0.06 (-0.25~0.12)	0.04 (-0.19~0.26)		
粗大运动								
未调整	0.09 (-0.04~0.22)	-0.03 (-0.18~0.11)	0.10 (-0.04~0.24)	-0.03 (-0.16~0.11)	-0.01 (-0.16~0.14)	0.04 (-0.10~0.18)		
模型 1	0.11 (-0.11~0.33)	-0.06 (-0.30~0.19)	0.10 (-0.11~0.30)	-0.14 (-0.32~0.04)	-0.01 (-0.20~0.18)	0.01 (-0.17~0.19)		
模型 2		-0.08 (-0.33~0.17)	0.06 (-0.16~0.28)		0.00 (-0.19~0.19)	-0.04 (-0.26~0.18)		
精细动作								
未调整	0.01 (-0.13~0.14)	-0.06 (-0.20~0.08)	-0.03 (-0.17~0.10)	-0.06 (-0.19~0.07)	0.05 (-0.10~0.19)	-0.05 (-0.18~0.09)		
模型 1	0.01 (-0.20~0.22)	-0.02 (-0.26~0.21)	-0.05 (-0.24~0.15)	-0.08 (-0.26~0.09)	0.09 (-0.09~0.27)	-0.06 (-0.23~0.11)		
模型 2		-0.03 (-0.27~0.21)	-0.06 (-0.27~0.15)		0.10 (-0.08~0.29)	0.14 (-0.07~0.35)		
解决问题								
未调整	0.10 (-0.03~0.23)	-0.05 (-0.19~0.09)	0.05 (-0.09~0.18)	-0.01 (-0.14~0.12)	0.04 (-0.11~0.18)	0.03 (-0.11~0.17)		
模型 1	0.05 (-0.16~0.26)	-0.11 (-0.35~0.12)	0.03 (-0.17~0.23)	-0.12 (-0.30~0.05)	0.03 (-0.15~0.21)	-0.04 (-0.21~0.14)		
模型 2		-0.13 (-0.37~0.11)	0.02 (-0.19~0.22)		0.04 (-0.15~0.22)	0.17 (-0.04~0.38)		
个人-社会功能								
未调整	0.07 (-0.07~0.20)	0.05 (-0.09~0.19)	0.04 (-0.10~0.18)	0.00 (-0.13~0.14)	0.17 (0.03~0.31) ⁽¹⁾	0.02 (-0.12~0.16)		
模型 1	0.05 (-0.16~0.26)	0.10 (-0.13~0.33)	0.03 (-0.16~0.23)	-0.02 (-0.20~0.15)	0.18 (0.01~0.36) ⁽¹⁾	-0.03 (-0.20~0.14)		
模型 2		0.09 (-0.14~0.32)	0.04 (-0.17~0.24)		0.19 (0.01~0.36) ⁽¹⁾	0.00 (-0.20~0.20)		
ASQ-3								
未调整	0.09 (-0.04~0.22)	-0.04 (-0.18~0.10)	0.08 (-0.06~0.21)	-0.03 (-0.16~0.10)	0.07 (-0.08~0.21)	0.02 (-0.12~0.16)		
模型 1	0.05 (-0.16~0.26)	-0.05 (-0.28~0.19)	0.08 (-0.12~0.28)	-0.14 (-0.31~0.03)	0.07 (-0.10~0.25)	-0.03 (-0.21~0.14)		
模型 2		-0.07 (-0.30~0.17)	0.05 (-0.16~0.26)		0.09 (-0.09~0.27)	0.08 (-0.13~0.29)		

续表

模型	维生素 B ₃			维生素 B ₆		
	产后 42 天	产后 3 个月	产后 6 个月	产后 42 天	产后 3 个月	产后 6 个月
社交						
未调整	0.05 (-0.09~0.18)	-0.13 (-0.27~0.00)	0.10 (-0.05~0.24)	0.08 (-0.06~0.21)	0.01 (-0.13~0.15)	0.15 (0.01~0.29) ⁽¹⁾
模型 1	-0.03 (-0.23~0.17)	-0.20 (-0.41~0.00)	0.11 (-0.08~0.30)	0.03 (-0.12~0.18)	0.06 (-0.13~0.25)	0.14 (-0.01~0.30)
模型 2		-0.24 (-0.45~0.03)	0.06 (-0.15~0.27)		0.04 (-0.16~0.23)	0.12 (-0.05~0.29)
粗大运动						
未调整	0.04 (-0.10~0.17)	0.02 (-0.12~0.17)	0.06 (-0.08~0.20)	0.01 (-0.13~0.14)	-0.04 (-0.18~0.11)	0.07 (-0.07~0.21)
模型 1	0.02 (-0.18~0.22)	0.09 (-0.12~0.30)	0.09 (-0.10~0.28)	-0.04 (-0.19~0.12)	-0.06 (-0.25~0.14)	0.04 (-0.12~0.19)
模型 2		0.05 (-0.16~0.27)	0.04 (-0.17~0.25)		-0.05 (-0.25~0.15)	0.03 (-0.14~0.20)
精细动作						
未调整	-0.04 (-0.17~0.10)	-0.06 (-0.20~0.08)	0.00 (-0.14~0.13)	-0.01 (-0.14~0.12)	-0.05 (-0.19~0.09)	0.09 (-0.04~0.22)
模型 1	-0.06 (-0.26~0.13)	-0.03 (-0.23~0.18)	0.05 (-0.14~0.24)	0.00 (-0.16~0.15)	0.01 (-0.18~0.19)	0.11 (-0.04~0.26)
模型 2		-0.05 (-0.26~0.16)	0.03 (-0.17~0.24)		0.00 (-0.20~0.20)	0.13 (-0.03~0.29)
解决问题						
未调整	0.05 (-0.09~0.18)	0.01 (-0.13~0.15)	0.08 (-0.05~0.22)	0.01 (-0.12~0.14)	0.01 (-0.14~0.15)	0.22 (0.09~0.35) ⁽¹⁾
模型 1	-0.05 (-0.25~0.15)	0.04 (-0.16~0.24)	0.10 (-0.08~0.29)	-0.04 (-0.19~0.12)	0.04 (-0.15~0.22)	0.22 (0.07~0.37) ⁽¹⁾
模型 2		0.02 (-0.19~0.22)	0.11 (-0.10~0.31)		0.03 (-0.17~0.22)	0.24 (0.08~0.39) ⁽¹⁾
个人-社会功能						
未调整	-0.04 (-0.18~0.09)	0.03 (-0.11~0.17)	0.10 (-0.04~0.23)	0.01 (-0.12~0.14)	0.08 (-0.06~0.22)	0.17 (0.03~0.30)
模型 1	-0.12 (-0.31~0.08)	0.03 (-0.17~0.22)	0.16 (-0.02~0.34)	0.01 (-0.14~0.16)	0.12 (-0.06~0.30)	0.15 (0.00~0.30)
模型 2		0.01 (-0.20~0.21)	0.17 (-0.03~0.37)		0.11 (-0.08~0.30)	0.14 (-0.02~0.29)
ASQ-3						
未调整	0.01 (-0.12~0.14)	-0.02 (-0.16~0.12)	0.09 (-0.05~0.23)	0.02 (-0.11~0.15)	0.01 (-0.14~0.15)	0.19 (0.05~0.32)
模型 1	-0.07 (-0.26~0.13)	0.01 (-0.19~0.21)	0.14 (-0.04~0.33)	-0.01 (-0.16~0.14)	0.04 (-0.14~0.22)	0.18 (0.03~0.32)
模型 2		-0.03 (-0.23~0.18)	0.12 (-0.08~0.32)		0.03 (-0.16~0.22)	0.18 (0.02~0.34)

注: ASQ-3:《年龄与发育进程问卷(第3版)》中文版;模型 1:调整乳母(分娩年龄、文化程度、家庭人均月收入、膳食能量摄入)和婴儿(性别、胎次、出生孕周、出生体重、体重增长);模型 2:模型 1 基础上,在产后 3 个月控制产后 42 天时 B 族维生素含量,产后 6 个月控制产后 42 天和 3 个月 B 族维生素的含量;(1) $P < 0.05$

表 4 产后不同时间母乳喂养 B 族维生素含量对 6 月龄婴儿神经心理发育影响的 Logistic 回归分析 [OR (95%CI)]

模型	维生素 B ₁						维生素 B ₂					
	产后 42 天	产后 3 个月	产后 6 个月	产后 42 天	产后 3 个月	产后 6 个月	产后 42 天	产后 3 个月	产后 6 个月	产后 42 天	产后 3 个月	产后 6 个月
社交												
未调整	0.96 (0.69~1.34)	1.13 (0.80~1.59)	0.74 (0.49~1.10)	1.13 (0.83~1.53)	0.74 (0.49~1.10)	0.74 (0.49~1.10)	1.13 (0.83~1.53)	1.10 (0.78~1.56)	1.13 (0.82~1.56)	1.10 (0.78~1.56)	1.10 (0.78~1.56)	1.13 (0.82~1.56)
模型 1	1.55 (0.91~2.65)	1.09 (0.61~1.96)	0.46 (0.23~0.95) ⁽¹⁾	1.82 (0.75~2.89)	0.46 (0.23~0.95) ⁽¹⁾	0.46 (0.23~0.95) ⁽¹⁾	1.82 (0.75~2.89)	1.12 (0.71~1.77)	1.31 (0.86~1.98)	1.12 (0.71~1.77)	1.12 (0.71~1.77)	1.31 (0.86~1.98)
模型 2		1.10 (0.61~1.99)	0.49 (0.23~1.03)		0.49 (0.23~1.03)	0.49 (0.23~1.03)		1.07 (0.67~1.71)	1.14 (0.68~1.91)	1.07 (0.67~1.71)	1.07 (0.67~1.71)	1.14 (0.68~1.91)
粗大运动												
未调整	0.64 (0.40~1.02)	0.77 (0.51~1.17)	0.79 (0.52~1.21)	1.02 (0.71~1.45)	0.79 (0.52~1.21)	0.79 (0.52~1.21)	1.02 (0.71~1.45)	0.75 (0.48~1.17)	0.83 (0.54~1.26)	0.75 (0.48~1.17)	0.75 (0.48~1.17)	0.83 (0.54~1.26)
模型 1	0.65 (0.30~1.37)	0.94 (0.48~1.85)	0.98 (0.55~1.74)	1.47 (0.90~2.39)	0.98 (0.55~1.74)	0.98 (0.55~1.74)	1.47 (0.90~2.39)	0.89 (0.51~1.54)	1.00 (0.63~1.61)	0.89 (0.51~1.54)	0.89 (0.51~1.54)	1.00 (0.63~1.61)
模型 2		0.99 (0.49~1.99)	1.00 (0.56~1.79)		1.00 (0.56~1.79)	1.00 (0.56~1.79)		0.84 (0.48~1.47)	1.11 (0.65~1.91)	0.84 (0.48~1.47)	0.84 (0.48~1.47)	1.11 (0.65~1.91)
精细动作												
未调整	1.06 (0.77~1.44)	1.13 (0.82~1.57)	1.00 (0.72~1.40)	1.07 (0.79~1.46)	1.00 (0.72~1.40)	1.00 (0.72~1.40)	1.07 (0.79~1.46)	0.84 (0.58~1.22)	0.96 (0.69~1.35)	0.84 (0.58~1.22)	0.84 (0.58~1.22)	0.96 (0.69~1.35)
模型 1	1.32 (0.79~2.20)	1.15 (0.66~2.02)	1.20 (0.75~1.93)	1.18 (0.77~1.81)	1.20 (0.75~1.93)	1.20 (0.75~1.93)	1.18 (0.77~1.81)	0.70 (0.40~1.23)	1.05 (0.69~1.59)	0.70 (0.40~1.23)	0.70 (0.40~1.23)	1.05 (0.69~1.59)
模型 2		1.15 (0.65~2.03)	1.18 (0.72~1.94)		1.18 (0.72~1.94)	1.18 (0.72~1.94)		0.68 (0.39~1.21)	0.78 (0.42~1.46)	0.68 (0.39~1.21)	0.68 (0.39~1.21)	0.78 (0.42~1.46)
解决问题												
未调整	0.84 (0.60~1.17)	1.04 (0.76~1.43)	1.00 (0.73~1.38)	1.03 (0.76~1.40)	1.00 (0.73~1.38)	1.00 (0.73~1.38)	1.03 (0.76~1.40)	0.98 (0.71~1.36)	1.00 (0.73~1.38)	0.98 (0.71~1.36)	0.98 (0.71~1.36)	1.00 (0.73~1.38)
模型 1	0.91 (0.53~1.59)	1.27 (0.73~2.20)	0.98 (0.61~1.58)	1.30 (0.84~1.99)	0.98 (0.61~1.58)	0.98 (0.61~1.58)	1.30 (0.84~1.99)	1.06 (0.69~1.63)	1.06 (0.71~1.61)	1.06 (0.69~1.63)	1.06 (0.69~1.63)	1.06 (0.71~1.61)
模型 2		1.35 (0.77~2.38)	0.97 (0.59~1.59)		0.97 (0.59~1.59)	0.97 (0.59~1.59)		1.05 (0.68~1.63)	0.76 (0.43~1.35)	1.05 (0.68~1.63)	1.05 (0.68~1.63)	0.76 (0.43~1.35)
个人-社会功能												
未调整	0.84 (0.59~1.22)	0.70 (0.46~1.06)	0.87 (0.60~1.27)	0.89 (0.63~1.27)	0.87 (0.60~1.27)	0.87 (0.60~1.27)	0.89 (0.63~1.27)	0.33 (0.18~0.60) ⁽¹⁾	0.80 (0.53~1.20)	0.33 (0.18~0.60) ⁽¹⁾	0.33 (0.18~0.60) ⁽¹⁾	0.80 (0.53~1.20)
模型 1	1.03 (0.57~1.89)	0.85 (0.43~1.68)	1.01 (0.59~1.72)	1.02 (0.63~1.65)	1.01 (0.59~1.72)	1.01 (0.59~1.72)	1.02 (0.63~1.65)	0.15 (0.05~0.43) ⁽¹⁾	0.84 (0.51~1.39)	0.15 (0.05~0.43) ⁽¹⁾	0.15 (0.05~0.43) ⁽¹⁾	0.84 (0.51~1.39)
模型 2		0.86 (0.43~1.71)	1.01 (0.58~1.77)		1.01 (0.58~1.77)	1.01 (0.58~1.77)		0.14 (0.05~0.42) ⁽¹⁾	0.56 (0.25~1.26)	0.14 (0.05~0.42) ⁽¹⁾	0.14 (0.05~0.42) ⁽¹⁾	0.56 (0.25~1.26)
ASQ-3												
未调整	0.76 (0.54~1.08)	1.14 (0.83~1.56)	0.87 (0.62~1.22)	0.95 (0.70~1.30)	0.87 (0.62~1.22)	0.87 (0.62~1.22)	0.95 (0.70~1.30)	0.84 (0.59~1.20)	0.81 (0.57~1.17)	0.84 (0.59~1.20)	0.84 (0.59~1.20)	0.81 (0.57~1.17)
模型 1	1.04 (0.59~1.85)	1.18 (0.68~2.04)	0.93 (0.56~1.55)	1.34 (0.86~2.09)	0.93 (0.56~1.55)	0.93 (0.56~1.55)	1.34 (0.86~2.09)	0.72 (0.42~1.22)	0.87 (0.55~1.38)	0.72 (0.42~1.22)	0.72 (0.42~1.22)	0.87 (0.55~1.38)
模型 2		1.30 (0.74~2.29)	0.94 (0.55~1.58)		0.94 (0.55~1.58)	0.94 (0.55~1.58)		0.74 (0.43~1.27)	0.57 (0.28~1.14)	0.74 (0.43~1.27)	0.74 (0.43~1.27)	0.57 (0.28~1.14)

续表

模型	维生素 B ₃			维生素 B ₆		
	产后 42 天	产后 3 个月	产后 6 个月	产后 42 天	产后 3 个月	产后 6 个月
社交						
未调整	0.98 (0.71~1.36)	1.32 (0.95~1.84)	0.96 (0.68~1.36)	0.94 (0.67~1.32)	1.06 (0.75~1.51)	0.73 (0.48~1.10)
模型 1	1.30 (0.76~2.20)	1.55 (0.94~2.56)	0.90 (0.55~1.46)	1.08 (0.73~1.59)	1.08 (0.66~1.76)	0.70 (0.42~1.15)
模型 2		1.67 (0.99~2.81)	1.02 (0.60~1.73)		1.12 (0.67~1.87)	0.69 (0.41~1.18)
粗大运动						
未调整	0.75 (0.49~1.13)	0.47 (0.27~0.80) ⁽¹⁾	0.90 (0.61~1.33)	0.92 (0.63~1.34)	0.79 (0.52~1.20)	0.90 (0.61~1.34)
模型 1	0.77 (0.41~1.45)	0.30 (0.12~0.74) ⁽¹⁾	1.18 (0.70~2.00)	1.08 (0.71~1.64)	1.03 (0.60~1.78)	1.11 (0.73~1.69)
模型 2		0.32 (0.13~0.80) ⁽¹⁾	1.19 (0.70~2.04)		1.04 (0.59~1.81)	1.17 (0.77~1.80)
精细动作						
未调整	1.03 (0.75~1.41)	1.18 (0.85~1.62)	0.99 (0.71~1.38)	1.03 (0.75~1.41)	1.27 (0.92~1.75)	0.74 (0.49~1.10)
模型 1	1.11 (0.68~1.83)	1.15 (0.71~1.86)	1.02 (0.64~1.62)	1.07 (0.75~1.54)	1.33 (0.85~2.08)	0.72 (0.45~1.15)
模型 2		1.19 (0.73~1.94)	1.00 (0.62~1.64)		1.33 (0.83~2.12)	0.64 (0.38~1.08)
解决问题						
未调整	0.91 (0.66~1.25)	0.86 (0.61~1.22)	0.98 (0.71~1.35)	0.90 (0.65~1.25)	0.88 (0.63~1.24)	0.51 (0.31~0.82) ⁽¹⁾
模型 1	1.08 (0.65~1.77)	0.79 (0.46~1.34)	0.89 (0.57~1.40)	0.97 (0.67~1.41)	0.79 (0.49~1.27)	0.63 (0.39~1.02)
模型 2		0.84 (0.49~1.44)	0.83 (0.51~1.36)		0.84 (0.51~1.37)	0.66 (0.39~1.09)
个人-社会功能						
未调整	1.02 (0.74~1.43)	0.62 (0.39~0.98) ⁽¹⁾	0.75 (0.50~1.13)	0.93 (0.66~1.32)	0.67 (0.45~1.01)	0.52 (0.31~0.87) ⁽¹⁾
模型 1	1.43 (0.82~2.48)	0.67 (0.34~1.30)	0.68 (0.40~1.17)	1.02 (0.69~1.50)	0.46 (0.25~0.87) ⁽¹⁾	0.51 (0.28~0.94) ⁽¹⁾
模型 2		0.66 (0.34~1.30)	0.65 (0.36~1.17)		0.45 (0.24~0.86) ⁽¹⁾	0.54 (0.28~1.08)
ASQ-3						
未调整	0.85 (0.62~1.18)	1.11 (0.81~1.51)	0.81 (0.57~1.14)	0.86 (0.62~1.19)	1.02 (0.74~1.41)	0.49 (0.31~0.79) ⁽¹⁾
模型 1	1.15 (0.68~1.96)	1.06 (0.65~1.72)	0.71 (0.44~1.16)	1.02 (0.70~1.49)	0.86 (0.54~1.36)	0.44 (0.25~0.78) ⁽¹⁾
模型 2		1.17 (0.71~1.94)	0.71 (0.43~1.18)		0.91 (0.57~1.47)	0.40 (0.21~0.75) ⁽¹⁾

注: ASQ-3:《年龄与发育进程问卷(第3版)》中文版;模型1:调整乳母(分娩年龄、文化程度、家庭人均月收入、膳食能量摄入)和婴儿(性别、胎次、出生孕周、出生体重、体重增长);模型2:模型1基础上,在产后3个月控制产后42天时B族维生素含量,产后6个月控制产后42天和3个月B族维生素的含量;(1) $P<0.05$

元正常发育、存活的主要介质^[10],并促进胚胎干细胞向神经祖细胞的转化^[11]。烟酰胺在保护神经元免受创伤性损伤方面发挥重要作用^[12]。美国的一项队列研究发现,基线饮食维生素 B₃ 摄入量最高的五分位数组较摄入量最低的五分位数组在 20~25 年后表现出更好的认知能力^[13]。

维生素 B₉(叶酸)的活性形式四氢叶酸作为多种一碳单位的载体,参与 DNA 与 RNA 合成、氨基酸代谢和 DNA 甲基化反应,对于婴儿神经系统的正常发育和形成至关重要^[14-15]。此外,叶酸在大脑发育中参与多巴胺和 5-羟色胺等神经递质的合成,这些神经递质在大脑功能调节、情绪和认知过程中起重要作用^[6]。髓鞘能够保护神经轴突并促进神经元之间的交流,对认知发展至关重要^[16],而叶酸缺乏可能对大脑的髓鞘形成过程造成影响^[17]。研究表明,哺乳期摄入叶酸补充剂与红细胞中的叶酸水平直接相关,并与血清叶酸水平呈正相关^[18]。哺乳期妇女由于泌乳的需要,对叶酸的需求量增加,当乳母叶酸储备不足时,会导致乳汁中叶酸含量下降。母亲提高饮食叶酸的摄入量可以降低子代神经管畸形、自闭症谱系障碍的发生风险^[19-20]。本研究中乳母在婴儿 6 个月时饮食中叶酸含量与婴儿神经心理发育呈正相关。在所有模型中,乳母较高的叶酸摄入水平将提高婴儿 ASQ-3 总分,解决问题能区得分。在浙江省开展的一项随机对照试验中,产后 3 个月增补叶酸的乳母,其婴儿的动作能、言语能、应人能及总 DQ 得分均显著高于对照组^[21]。这与本研究结果一致。因此,不仅在怀孕前和怀孕期间需要增补叶酸,哺乳期仍需增加叶酸摄入,尤其是在婴儿的早期发育阶段,不仅可以防止乳母发生叶酸相关性贫血,对婴儿神经心理发育也具有重要影响。

本研究的局限性:(1)样本量相对较小,限制了研究结果的外推性;(2)研究未能考虑乳母孕期体重、生活行为因素(如吸烟、饮酒)以及孕期补充剂使用情况的影响,从而限制了研究结果的解释与推广;(3)母乳摄入情况是评估乳母营养与婴儿生长发育关系的关键因素,但在实际调查时很难准确测量。因此,本研究在数据分析时将不同时点的婴儿体重增量作为母乳摄入量的近似变量加以控制,但体重增长也并不能完全替代真实的母乳摄入量;(4)仅在单个时间点进行神经心理发育评估,可能影响早期乳母饮食中 B 族维生素摄入与婴儿神经发育之间关系评估的稳定性。基于以上局限性,未来的研究应通过扩大样本量、在研究设计与数据收集时充分考虑潜在的

混杂因素,采用更精确的母乳摄入量测定方法,并在多个时间点进行婴儿神经心理发育的评估,以深入探讨乳母饮食中 B 族维生素含量与婴儿神经心理发育之间的关系。

综上,乳母饮食中 B 族维生素(维生素 B₂、维生素 B₃、维生素 B₉)摄入与婴儿 6 个月时神经心理发育的不同能区发展存在一定关联,强调了 B 族维生素在早期大脑发育中的关键作用,特别是叶酸在这些维生素中的作用尤为显著。哺乳期妇女应摄入富含 B 族维生素的食物,例如谷类、豆类、绿叶蔬菜和动物肝脏等,并适量补充叶酸,以促进婴儿的神经心理发育。

参考文献

- [1] DROR D K, ALLEN L H. Overview of nutrients in human milk [J]. *Adv Nutr*, 2018, 9 (suppl 1): 278-294.
- [2] 陈姝. 科学喂养,助力学龄前儿童健康成长[N]. *中国妇女报*, 2022-06-07(008).
- [3] 中国营养学会膳食指南修订专家委员会妇幼人群指南修订专家工作组. 6 月龄内婴儿母乳喂养指南[J]. *临床儿科杂志*, 2016, 34(4): 287-291.
- [4] NATU V S, ROSENKE M, WU H, et al. Infants' cortex undergoes microstructural growth coupled with myelination during development[J]. *Commun Biol*, 2021, 4(1):1191.
- [5] KENNEDY D O. B vitamins and the brain: mechanisms, dose and efficacy: a review [J]. *Nutrients*, 2016, 8(2):68.
- [6] TARDY A L, POUTEAU E, MARQUEZ D, et al. Vitamins and minerals for energy, fatigue and cognition: a narrative review of the biochemical and clinical evidence [J]. *Nutrients*, 2020, 12 (1): 228.
- [7] HAMPEL D, SHAHAB-FERDOWS S, ADAIR L S, et al. Thiamin and riboflavin in human milk: effects of lipid-based nutrient supplementation and stage of lactation on vitamer secretion and contributions to total vitamin content [J]. *PLoS One*, 2016, 11 (2):e0149479.
- [8] 卞晓燕,姚国英,魏梅,等. 年龄与发育进程问卷上海市儿童常模和心理测量学特性研究[C]//中华医学会第十五次全国儿科学术大会. 成都:中华医学会, 2010.
- [9] THAKUR K, TOMAR S K, SINGH A K, et al. Riboflavin and health: a review of recent human research [J]. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2017, 57 (17):3650-3660.