

初产妇母乳生物标记物动态变化与泌乳启动延迟的相关性及预警值研究*

陈绍传 贺恋词 张琼月 邓媛 庞艳 王鑫

(电子科技大学医学院附属妇女儿童医院·成都市妇女儿童中心医院, 四川 成都 610073)

【摘要】 目的 探究初产妇母乳中脂肪、蛋白质、乳糖、矿物质及钠钾比值等生物标记物的动态变化与泌乳启动延迟之间的相关性,并确定相应的预警值,为临床早期干预提供科学依据。方法 采用便利抽样选取 2023 年 1 月—2024 年 12 月期间本院分娩的初产妇 204 例。自产后开始,每日上午 9~11 点采集母乳样本,持续 3 d,采用全自动红外母乳分析仪测定母乳中脂肪、蛋白质、乳糖、矿物质的含量,采用全自动生化分析仪测定钠钾含量并计算钠钾比值,同时详细记录泌乳启动时间并判断是否泌乳启动延迟。结果 204 例初产妇观察期内,泌乳启动延迟发生率为 28.43% (58/204)。产后 1~3 d 母乳成分变化明显,脂肪、蛋白质、乳糖、矿物质含量上升,钠钾比值下降。ROC 曲线分析显示,各成分对泌乳启动延迟具有预测价值:脂肪预测的 AUC 为 0.709~0.740,临界值为 0.311~1.620g/100g;蛋白质预测的 AUC 为 0.700~0.808,临界值为 0.435~1.254g/100g;乳糖预测的 AUC 为 0.777~0.803,临界值为 2.503~5.728g/100g;矿物质预测的 AUC 为 0.771~0.854,临界值为 0.101~0.179g/100g;钠钾比值预测的 AUC 0.785~0.902,临界值为 1.870~2.776。相关性分析显示,产后 1~3 d,脂肪、蛋白质、乳糖、矿物质含量与泌乳启动延迟呈负相关(r 范围为: -0.159~-0.509,均 $P<0.05$),钠钾比值与之呈正相关(r 范围为: 0.387~0.621,均 $P<0.001$)。结论 产后第 1~3 d 母乳中脂肪、蛋白质、乳糖、矿物质的含量逐渐上升,钠钾比值逐渐下降与泌乳启动延迟相关。当脂肪含量低于 0.311g/100g、蛋白质含量低于 0.435g/100g、乳糖含量低 2.503g/100g、矿物质含量低于 0.101g/100g、钠钾比值高 2.776 时需警惕泌乳启动延迟的发生。监测产后第 1~3 d 母乳中这些生物标记物,对早期预测泌乳启动延迟、采取有效预防措施具有重要意义。

【关键词】 初产妇;母乳生物标记物;泌乳启动延迟;动态变化;预警值

【中图分类号】 R715.6 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2026.05.018

Study on the correlation and warning value between dynamic changes of biomarkers in breast milk of primiparous women and delayed lactation initiation

CHEN Shaochuan, HE Lianci, ZHANG Qiongyue, DENG Yuan, PANG Yan, WANG Xin

(Women's and Children's Hospital Affiliated to School of Medicine, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu Women and Children's Center Hospital, Chengdu 610073, China)

【Abstract】 Objective To explore the correlation between the dynamic changes of biomarkers such as fat, protein, lactose, minerals, and sodium potassium ratio in breast milk of primiparous women and delayed lactation initiation, and determine corresponding warning values, providing scientific basis for early clinical intervention. **Methods** Convenience sampling was used to select 204 primiparous women who gave birth in a tertiary maternity and child specialist hospital from January 2023 to December 2024. Starting from after giving birth, breast milk samples were collected daily from 9-11am for 3 days. The content of fat, protein, lactose, and minerals in breast milk were measured using a fully automatic infrared breast milk analyzer. The sodium potassium content was measured using a fully automatic biochemical analyzer,

基金项目:四川省卫健委 2021 年科研课题(21PJ134);中华医学会杂志社批准课题(CMAPN-NRP2021006)

通信作者:贺恋词,E-mail:helianci@126.com

引用本文:陈绍传,贺恋词,张琼月,等.初产妇母乳生物标记物动态变化与泌乳启动延迟的相关性及预警值研究[J].西部医学,2026,38(5):

736-740,746. DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2026.05.018

and the sodium potassium ratio was calculated. At the same time, the start time of lactation was recorded in detail to determine if there was a delay in lactation. **Results** During the observation period of 204 primiparous women, the incidence of delayed lactation initiation was 28.43% (58/204). The composition of breast milk changed significantly 1-3 days postpartum, with an increase in fat, protein, lactose, and mineral content, and a decrease in sodium potassium ratio. ROC curve analysis showed that each component had predictive value for delayed lactation initiation. The AUC for fat prediction was 0.709-0.740, with a critical value of 0.311-1.620g/100g. The AUC for protein prediction was 0.700-0.808, with a critical value of 0.435-1.254g/100g. The AUC for lactose prediction was 0.777-0.803, with a critical value of 2.503-5.728g/100g. The AUC for mineral prediction was 0.771-0.854, with a critical value of 0.101-0.179g/100g. The predicted AUC for the sodium potassium ratio was 0.785-0.902, with a critical value of 1.870-2.776. Correlation analysis showed that within 1-3 days postpartum, the content of fat, protein, lactose, and minerals were negatively correlated with delayed lactation initiation (r range: -0.159-0.509, all $P < 0.05$), and the sodium potassium ratio was positively correlated with it (r range: 0.387-0.621, all $P < 0.001$). **Conclusion** The content of fat, protein, lactose, and minerals in breast milk gradually increases from the first to the third day after delivery, and the sodium potassium ratio gradually decreases, which is related to delayed lactation initiation. When the fat content is below 0.311g/100g, the protein content is below 0.435g/100g, the lactose content is below 2.503g/100g, the mineral content is below 0.101g/100g, and the sodium potassium ratio is high at 2.776, it is necessary to be alert to the occurrence of delayed lactation initiation. Monitoring these biomarkers in breast milk on the first to third day postpartum is of great significance for early prediction of delayed lactation initiation and taking effective preventive measures.

【Key words】 Primiparous women; Breast milk biomarkers; Delayed initiation of lactation; Dynamic changes; Early warning value

母乳对于新生儿的健康成长起着无可替代的作用,而泌乳启动延迟是母乳喂养过程中较为常见的问题。泌乳启动延迟指的是产后超过 72 h 仍未完成泌乳从初乳向成熟乳转化的生理过程,通常表现为乳房充盈感不足、乳汁分泌量少、新生儿频繁饥饿等状况^[1]。有研究报道,产妇泌乳启动延迟的发生率为 9.5% ~ 33.8% 之间,不同地区和医疗环境下存在一定差异^[2]。泌乳启动延迟不仅可能导致新生儿喂养不足,影响其生长发育,还可能增加产妇乳腺炎等疾病的发生风险^[3]。对于初产妇而言,尽早实现泌乳启动并保证乳汁质量,是保障母婴健康的关键环节之一。母乳成分研究领域,脂肪、蛋白质、乳糖、矿物质以及钠钾比值等生物标记物的动态变化备受关注,这些生物标记物不仅反映了母乳的营养组成,还可能与泌乳启动的进程存在内在联系^[4-6]。已有研究初步显示,母乳中某些成分的含量变化可能与泌乳启动延迟相关,如母乳脂肪含量较低、蛋白质含量较高等情况在泌乳启动延迟产妇中更为常见^[7-8]。然而,目前对于初产妇产后不同时间点母乳生物标记物的动态变化特征,以及这些变化与泌乳启动延迟之间的量化关系和作用机制,鲜有深入且系统的研究。准确把握母乳生物标记物的动态变化规律,确定其与泌乳启动延迟的相关性及预警值,对于早期识别泌乳启动延迟风险、及时采取针对性干预措施具有重要意义。本课题组前期基于临床数据联合母乳生物标记构建了泌乳启动延迟风险预测模型^[7],但对于母乳生物标记物各

成分的变化规律及确切的临界值尚不明确。基于此,本研究通过对初产妇产后母乳生物标记物的动态监测,旨在深入探究母乳生物标记物动态变化与泌乳启动延迟的相关性及预警值,为临床母乳喂养管理提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 采用便利抽样选取 2023 年 1 月—2024 年 12 月期间本院住院分娩的初产妇 260 例,经产妇及其家属知情同意后纳入研究。纳入标准:①首次分娩的单胎产妇,母婴同室。②年龄在 18~35 周岁。③无严重的内外科合并症,如糖尿病、甲状腺功能异常等可能影响乳汁分泌的疾病。④分娩过程顺利,无产后大出血等严重并发症。⑤愿意配合研究,按时提供母乳样本及相关资料。排除标准:①分娩前使用过影响乳汁分泌的药物,如雌激素、多巴胺受体激动剂等。②存在乳腺结构异常,如乳头凹陷严重无法纠正、乳腺导管先天畸形等。③精神障碍或认知功能障碍,无法正常沟通及配合研究。④产后因各种原因放弃母乳喂养。因有 56 例产妇没有全部完成 3 天的母乳标本采集,固剔除这部分产妇,最终实际纳入 204 例。所有初产妇在分娩后 30 min 内均母婴皮肤接触,早吸吮,在院期间使用医院电动吸乳器进行机械通乳刺激乳房(型号: XRY-280YA/XH, 压力: 3~33 kpa),促进乳汁分泌,每日三次,每次 15 min。研究经过医院伦理委员会批准[批准编号: 科研伦审 2022 (19)号]。研究采用总体均数估计样本量的算法计算

样本量^[9]。于 2023 年 1 月—3 月开始预调查, 共计收集 36 例数据, 显示泌乳启动延迟发生率为 22.2%, 产后 1~3 天钠钾比值平均为(2.50 ± 0.42), 设置最大相对误差为 3%, 置信水平为 95%, 带入公式 $n = (Z_{\alpha}/2 \times \sigma/\delta)^2$, 计算出最少样本量为 121 例, 考虑 20% 的失访率, 最终至少需要 152 例能够满足研究需要, 研究共纳入 204 例。发生与未发生泌乳启动延迟的产妇年龄、孕周、亲喂次数、文化程度、分娩方式等资料比较无差异($P > 0.05$), 见表 1。

表 1 一般资料对比 $[(\bar{x} \pm s), n(\times 10^{-2})]$

Table 1 General information comparison

维度	未发生泌乳启动延迟 (n=146)	发生泌乳启动延迟 (n=58)	t/ χ^2	P
年龄(岁)	27.24 ± 2.95	27.97 ± 2.85	t = -1.600	0.111
孕周	38.42 ± 1.07	38.59 ± 1.12	t = -1.000	0.320
亲喂次数	8.90 ± 0.90	8.95 ± 0.69	t = -0.340	0.736
文化程度				0.121
大专以下	23(15.75)	16(28.07)		
大专	102(69.86)	38(66.67)		
本科	13(8.90)	2(3.51)		
硕士及以上	8(5.48)	1(1.75)		
分娩方式			$\chi^2 = 3.300$	0.069
剖宫产	65 (44.52)	34 (58.62)		
自然分娩	81 (55.48)	24 (41.38)		

1.2 研究方法

1.2.1 资料收集方法 成立专业研究小组, 设计“初产妇母乳及泌乳情况资料收集表”, 内容涵盖: 产妇的基本信息(年龄、孕周、亲喂次数、文化程度、分娩方式等); 产后泌乳启动情况; 母乳样本采集信息(采集时间、生物标记物检测结果)。自产后第一天起, 每日上午 9~11 点采集母乳样本, 采集至第三天, 标本采集均由经过统一培训并考核合格的全日制护理专业硕士研究生采集, 采集前 30 min 不进行母乳喂养。具体采集方法: 采集者洗净双手, 用温水(35~40℃)^[7]洗净乳房后用温热毛巾敷乳房 3~5 min, 刺激排乳反射, 之后扶起产妇为半卧位, 采集者站立于产妇侧面, 将拇指和食指放乳晕两侧, 呈 C 形, 向胸壁方向轻压, 再轻轻挤压乳晕, 反复一压一挤, 依乳腺走向更换位置挤出乳汁, 弃掉前端和后端乳汁, 取中段 5 mL 置于无菌母乳容器中(BM-2000 型)。采集后的样本立即置于-4℃医用冰箱(型号: HYC-198S)中保存^[7]。每日下午由硕士研究生将标本用-4℃冷链箱(型号: D008519)运送至检验科, 由经过统一培训并考核合格的检验技师采用全自动红外母乳分析仪(型号: KY-9003)检测母乳中脂肪(单位: g/100g)、乳糖(单位: g/100g)、蛋白质(单位: g/100g)、矿物质(单位: g/100g)的值, 采

用全自动生化分析仪(型号: LABOSPECT008AS)检测母乳中钠(单位: mmol/L)、钾(单位: mmol/L)值, 并计算比值(钠/钾)。

1.2.2 评价指标 泌乳启动延迟^[1]: 产后 72 h, 护士于床旁评估, 触摸乳房, 如柔软、无硬块, 观察期内无乳汁溢出且产妇自诉无充盈感, 则判定为泌乳启动延迟。

1.2.3 质量控制 对研究小组成员进行系统培训, 使其熟悉母乳样本采集流程、生物标记物检测方法及泌乳启动延迟的判断标准。采集母乳样本时, 严格遵循无菌操作原则, 确保样本不受污染。所有样本检测均由专业实验室人员按照标准操作规程进行, 定期校准检测仪器, 保证检测结果的准确性。设立双人核查制度, 对收集到的产妇资料及母乳检测结果进行核对, 避免数据录入错误。若出现数据异常或疑问, 及时与产妇沟通核实。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。正态分布的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 两组比较采用独立样本 t 检验; 非正态分布的计量资料以 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示。计数资料以频数和百分比(%)描述。采用 Pearson 相关性分析探究母乳生物标记物与泌乳启动延迟的相关性。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。绘制受试者工作特征(ROC)曲线, 分析母乳生物标记物预测泌乳启动延迟的曲线下面积(AUC)、灵敏度、特异度及最佳临界值, 以此评估各生物标记物对泌乳启动延迟的预警价值。

2 结果

2.1 研究对象的一般资料 本研究共纳入 204 例初产妇, 年龄(27.45 ± 2.93)岁, 孕周(39.15 ± 1.27)周, 亲喂次数(8.92 ± 0.84)次/日。在分娩方式上, 自然分娩的产妇占比 51.47%(105/204), 剖宫产的产妇占比 48.53%(99/204)。产妇文化程度中, 大专以下占比 19.21%(39/204), 大专占比(68.97%(140/204)本科占比 7.39%(15/204), 硕士及以上占比 4.43%(9/204)。204 例初产妇观察期内, 泌乳启动延迟发生率为 28.43%(58/204)。

2.2 母乳生物标记物预测泌乳启动延迟的准确性及临界值 本研究中, 在第 1~3 天, 各成分预测泌乳启动延迟中, 脂肪预测的 AUC 为 0.709~0.740, 临界值为 0.311~1.620g/100g、蛋白质预测的 AUC 为 0.700~0.808, 临界值为 0.435~1.254g/100g、乳糖预测的 AUC 为 0.777~0.803, 临界值为 2.503~5.728g/100g、矿物质预测 AUC 为 0.771~0.854, 临界值为 0.101~0.179g/100g; 钠钾比值预测 AUC 0.785~0.902, 临界值为 1.870~2.776。见表 2、图 1。

表 2 母乳生物标记物预测泌乳启动延迟的准确性及临界值

Table 2 Accuracy and critical values of breast milk biomarkers in predicting delayed prolactin start

时间	AUC	AUC 的 95% CI	灵敏度	特异度	临界值
第 1 天脂肪	0.709	0.623~0.795	0.822	0.586	0.311
第 2 天脂肪	0.716	0.643~0.788	0.568	0.810	0.882
第 3 天脂肪	0.740	0.671~0.809	0.692	0.793	1.620
第 1 天蛋白质	0.700	0.607~0.793	0.747	0.724	0.435
第 2 天蛋白质	0.808	0.741~0.874	0.808	0.81	0.664
第 3 天蛋白质	0.753	0.687~0.818	0.425	1.000	1.254
第 1 天乳糖	0.789	0.721~0.857	0.815	0.724	2.503
第 2 天乳糖	0.777	0.703~0.851	0.904	0.655	3.420
第 3 天乳糖	0.803	0.735~0.871	0.801	0.707	5.728
第 1 天矿物质	0.854	0.779~0.928	0.884	0.914	0.101
第 2 天矿物质	0.807	0.738~0.876	0.692	0.828	0.133
第 3 天矿物质	0.771	0.709~0.833	0.610	0.948	0.179
第 1 天钠钾比值	0.794	0.712~0.877	0.828	0.822	2.776
第 2 天钠钾比值	0.785	0.720~0.850	0.862	0.658	2.583
第 3 天钠钾比值	0.902	0.852~0.952	0.862	0.70	1.870

表 3 母乳生物标记物与泌乳启动延迟相关性($\bar{x}\pm s$)

Table 3 Correlation between breast milk biomarkers and delayed lactation initiation

时间	含量	r	P
第 1 天脂肪	0.50±0.43	-0.159	0.023
第 2 天脂肪	1.03±0.71	-0.330	<0.001
第 3 天脂肪	1.92±0.93	-0.368	<0.001
第 1 天蛋白质	0.66±0.51	-0.229	0.001
第 2 天蛋白质	0.78±0.30	-0.448	<0.001
第 3 天蛋白质	1.23±0.41	-0.338	<0.001
第 1 天乳糖	3.04±1.65	-0.403	<0.001
第 2 天乳糖	4.84±1.73	-0.421	<0.001
第 3 天乳糖	5.62±1.58	-0.509	<0.001
第 1 天矿物质	0.14±0.10	-0.288	<0.001
第 2 天矿物质	0.17±0.22	-0.169	0.016
第 3 天矿物质	0.20±0.07	-0.381	<0.001
第 1 天钠钾比值	2.87±0.45	0.472	<0.001
第 2 天钠钾比值	2.63±0.51	0.387	<0.001
第 3 天钠钾比值	1.81±0.39	0.621	<0.001

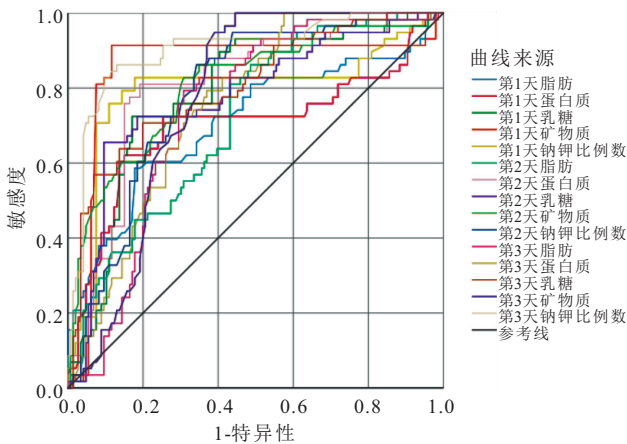


图 1 母乳生物标记物预测泌乳启动延迟的 ROC 曲线图

Figure 1 ROC curve of breast milk biomarkers predicting delayed lactation initiation

2.3 母乳生物标记物与泌乳启动延迟相关性 本研究中产后 1~3 天。脂肪、蛋白质、乳糖、矿物质含量上升,脂肪从第 1 天(0.50±0.43)g/100g 升至第 3 天(1.92±0.93)g/100mL,蛋白质从(0.66±0.51)g/100g 升至(1.23±0.41)g/100g,乳糖从(3.04±1.65)g/100g 升至(5.62±1.58)g/100g,矿物质从(0.14±0.10)g/100g 升至(0.20±0.07)g/100g;钠钾比值从第 1 天(2.87±0.45)降至第 3 天(1.81±0.39)。相关性分析显示,1~3 天内,脂肪、蛋白质、乳糖、矿物质含量与泌乳启动延迟呈负相关(均 $P<0.05$);钠钾比值与泌乳启动延迟呈正相关(均 $P<0.05$)。见表 3。

3 讨论

本研究中,204 例初产妇观察期内,泌乳启动延迟发生率为 28.43%(58/204),处于文献报道的 9.5%~33.8% 之间的区间内^[2],再次证实了初产妇中泌乳启

动延迟现象较为普遍,也表明本研究结果具有代表性 与临床意义。与同类型的研究对比,本研究的泌乳启动延迟发生率低于 2025 年李萌等^[10]报道的 33.4%,分析原因可能是该研究报道的纳入人群中,纳入了年龄 ≥ 35 岁、胎膜早破以及多项妊娠合并症(如 GDM)等,另外本研究对所有产妇开展了母婴皮肤接触,早吸吮,机械通乳刺激乳房,这些措施可能会促进泌乳启动,海迪等^[11]2024 的报道已印证了这一点。Segura 等^[12]的研究报道泌乳启动延迟发生率为 26%,略低于本研究。目前,国内外关于泌乳启动延迟发生率的范围还存在较大差异,但是普遍报道率都偏高,这可能是和研究的地区、人群、以及文化和前期的采取的预防措施不同有关,但是关于泌乳启动延迟的研究正呈上升趋势^[13],这侧面说明了临床更多的医务人员关注到了泌乳启动延迟。

本研究通过对 204 例初产妇母乳生物标记物发现,产后 1~3 天初产妇母乳生物标记物变化有规律,脂肪、蛋白质、乳糖和矿物质含量上升,钠钾比值下降。这些变化反映了母乳成分随时间的动态调整,以适应新生儿的营养需求。产后初期母体内分泌发生巨大变化,胎盘娩出后雌激素和孕激素水平急剧下降,解除了对泌乳素的抑制作用,促使乳腺腺泡细胞开始合成和分泌乳汁^[12]。随着时间推移至产后 1~3 天,乳腺细胞功能逐渐完善,脂肪含量上升是由于脂肪合成酶活性增加以及孕期储存脂肪的动员^[14],蛋白质含量增加与相关基因表达上调有关^[15],乳糖合成依赖乳糖合成酶,其活性随乳腺细胞成熟而升高,从而导致乳糖含量上升^[16],矿物质含量上升是母体主动转运以及乳腺细胞代谢、分泌功能增强的结果^[17],钠钾

比值下降则是因为乳腺上皮细胞离子转运功能改变,对钾摄取增加、钠重吸收减少^[18]。研究结果的 ROC 曲线分析结果表明,母乳中的脂肪、蛋白质、乳糖、矿物质以及钠钾比值对泌乳启动延迟均具有一定的预测价值。其中,矿物质和钠钾比值的预测 AUC 较高,分别为 0.771~0.854 和 0.785~0.902,提示它们可能是更敏感的预测指标。各成分临界值的确定为临床早期识别泌乳启动延迟提供了参考依据。具体而言,脂肪预测的 AUC 为 0.709~0.740,临界值为 0.311~1.620g/100g、蛋白质预测的 AUC 为 0.700~0.808,临界值为 0.435~1.254g/100g、乳糖预测的 AUC 为 0.777~0.803,临界值为 2.503~5.728g/100g、矿物质预测 AUC 为 0.771~0.854,临界值为 0.101~0.179g/100g、钠钾比值预测 AUC 为 0.785~0.902,临界值为 1.870~2.776。相关性分析显示,脂肪、蛋白质、乳糖、矿物质含量与泌乳启动延迟呈负相关(r 范围为:-0.159~-0.509,均 $P<0.05$),而钠钾比值与之呈正相关(r 范围为:0.387~0.621,均 $P<0.001$)。这可能是脂肪含量低反映乳腺细胞能量代谢或合成功能障碍,会影响泌乳启动^[19]。蛋白质含量低可能提升合成能力不足,由于其参与生物活性物质组成,对乳腺功能和泌乳启动至关重要^[20]。乳糖合成障碍会影响乳汁分泌和排出,含量低提示可能会影响乳汁分泌^[21]。矿物质参与维持乳腺细胞正常生理功能,含量异常会影响代谢和功能^[22]。钠钾比值过高表示乳腺上皮细胞紧密连接未成熟,影响乳汁渗透压和离子平衡,阻碍乳汁分泌和排出^[23-24]。与国内外同类型的研究相比,朱雪芳等^[8]研究指出母乳生物标志物中的乳糖、钠离子等是泌乳启动延迟的预测因子,但是其并没有报道出这两个指标的具体风险阈值。Kulsk 等^[25]的研究指出,从产后第 1 天开始,母乳生物标志物中的乳糖、总蛋白等指标是呈上升趋势,本研究的研究结论和这个结果基本一致。Lai 等^[6]研究认为,钠钾比可作为另一个乳汁分泌激活的标志物,综合其他研究看,产后钠钾比也已被证明是有效的、能用于预测母乳喂养时间的生化指标,其正常趋势应该是逐渐下降,本研究再次印证了这一点^[24,26],本研究和这些研究的区别是除纳入了被印证的乳糖、钠钾比等,还纳入了临床检测方便的宏量元素脂肪、矿物质,并且明确了产后三天每一天预警值。综上所述,产后 1~3 天母乳成分的变化及其与泌乳启动延迟的相关性是由多种生理机制共同作用的结果。这些成分可作为预测泌乳启动延迟的生物标志物,为临床早期干预提供了有价值的信息。可通过监测产后早期母乳成分变化,早期预测泌乳启动延迟的发生,当超

过临界值时,可及时采取干预措施,保障母乳喂养的成功。

本研究存在一定局限性,泌乳启动延迟受多因素(如饮食结构等)影响,本研究未纳入其他指标,且为单中心研究,未追踪泌乳启动延迟后母乳生物标记物的动态变化。未来可针对上述问题开展验证,鼓励有条件的机构联合开展血液成分预测验证,以形成更完善科学的结论指导临床。

4 结论

通过专业检测手段测定母乳中脂肪、蛋白质、乳糖、矿物质及钠钾比值等生物标志物,是一种可行且有效的研究方法。该检测过程相对简便,对产妇无创伤,相较于其他复杂且成本较高的泌乳相关检测方式,此方法具有操作便捷、成本可控的显著优势,更易于在临床实践中推广应用。分析母乳生物标志物能够早期、有效地预测初产妇泌乳启动延迟情况,当母乳中脂肪、蛋白质、乳糖、矿物质等生物标志物含量低于特定水平,且钠钾比值偏离正常范围时,预示着产妇发生泌乳启动延迟的可能性增加,医护人员能够及时采取针对性措施,从而有效降低泌乳启动延迟的发生率,提高母乳喂养成功率,促进母婴健康。

【参考文献】

- [1] NOMMSEN-RIVERS L A, CHANTRY C J, PEERSON J M, *et al.* Delayed onset of lactogenesis among first-time mothers is related to maternal obesity and factors associated with ineffective breastfeeding[J]. *Am J Clin Nutr*, 2010, 92(3): 574-584.
- [2] 宗可敬, 邵珠燕, 范清美, 等. 中医适宜技术在产妇泌乳启动延迟中的应用进展[J]. *护理学杂志*, 2023, 38(14): 122-125.
- [3] 谢晓星, 赵敏慧. 229 例产科监护室高危妊娠产妇泌乳启动延迟现状及影响因素分析[J]. *护理学报*, 2021, 28(7): 49-53.
- [4] 陈绍传, 王鑫, 庞艳, 等. 国内外母乳生物标志物在产妇泌乳启动延迟预警中的应用[J]. *实用医院临床杂志*, 2022, 19(4): 226-229.
- [5] ARTHUR P G, SMITH M, HARTMANN P E. Milk lactose, citrate, and glucose as markers of lactogenesis in normal and diabetic women[J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 1989, 9(4): 488-496.
- [6] LAI C T, GARDNER H, GEDDES D. Comparison of inductively coupled plasma optical emission spectrometry with an ion selective electrode to determine sodium and potassium levels in human milk[J]. *Nutrients*, 2018, 10(9): 1218.
- [7] 陈绍传, 王鑫, 邓媛, 等. 基于母乳生物标志物的泌乳启动延迟预警模型的构建[J]. *重庆医学*, 2024, 53(S2): 59-63.
- [8] 朱雪芳, 何文斐, 顾红. 基于母乳生物标志物的产妇泌乳启动延迟预警模型构建与验证[J]. *实用临床医药杂志*, 2023, 27(16): 96-100.
- [9] 史周华, 何雁. *中医药统计学与软件应用*[M]. 2 版. 北京: 中国中医药出版社, 2017.

- Front Pediatr, 2023, 11: 1229850.
- [13] HUANG S, YITAYEW M, ROZYCKI H J. The contribution of low Apgar scores in identifying neonates with short-term morbidities in a large single center cohort[J]. J Perinatol, 2024, 44(6): 865-872.
- [14] JONES I H, HALL N J. Contemporary outcomes for infants with necrotizing enterocolitis—a systematic review[J]. J Pediatr, 2020, 220: 86-92. e3.
- [15] THAKKAR H S, LAKHOO K. The surgical management of necrotising enterocolitis (NEC)[J]. Early Hum Dev, 2016, 97: 25-28.
- [16] 杨怡, 谢承, 黄圣余, 等. 床旁高频超声与 X 线平片在新生儿坏死性小肠结肠炎中的诊断价值对比[J]. 中国现代药物应用, 2024, 18(23): 63-66.
- [17] SOKOU R, MANTZIOS P, PALIOURA A E, *et al.* Diagnostic and prognostic value of hematological parameters in necrotizing enterocolitis: a systematic review[J]. J Clin Med, 2025, 14(7): 2530.
- [18] 张婕, 苗耐英, 李欢, 等. 小剂量多巴胺辅助治疗新生儿坏死性小肠结肠炎的临床疗效及对炎症因子水平的影响[J]. 儿科药理学杂志, 2025, 31(1): 41-44.
- [19] ZENG L, LIU W, LI Y, *et al.* CCL3 as a novel biomarker in the diagnosis of necrotizing enterocolitis [J]. BMC Pediatr, 2024, 24(1): 843.
- [20] RUAN L, CHEN G Y, LIU Z, *et al.* The combination of procalcitonin and C-reactive protein or presepsin alone improves the accuracy of diagnosis of neonatal sepsis: a meta-analysis and systematic review[J]. Crit Care, 2018, 22(1): 316.
- [21] 董婷, 孙靛静, 崔盈盈. 新生儿坏死性小肠结肠炎肠穿孔风险预测模型的构建及验证[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2025, 20(2): 192-196.
- [22] LI B, CHEN Y Z, YANG Z, *et al.* Lactate/albumin ratio as a prognostic biomarker for in-hospital mortality in pediatric patients with necrotizing enterocolitis[J]. BMC Pediatr, 2025, 25(1): 93.
- [23] 刘丹丹, 钟小林, 曹文宇, 等. 细胞焦亡在肠道炎性损伤中作用的研究进展[J]. 中南大学学报(医学版), 2023, 48(2): 252-259.
- [24] 雷小平, 罗丽娟. 输血相关性坏死性小肠结肠炎的思考[J]. 临床儿科杂志, 2022, 40(9): 647-653.
- [25] GARG B D, SHARMA D, BANSAL A. Biomarkers of necrotizing enterocolitis: a review of literature [J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2018, 31(22): 3051-3064.
- (收稿日期: 2025-09-12; 修回日期: 2025-12-11; 编辑: 张翰林)

(上接第 740 页)

- [10] 李萌, 孙爱娜, 高雅. 初产妇分娩 72h 内泌乳启动延迟发生情况及影响因素[J]. 中国计划生育学杂志, 2025, 33(1): 226-229.
- [11] 海迪, 袁凤霞, 王婷. 80 例产科监护室妊娠期糖尿病产妇泌乳启动延迟及影响因素分析[J]. 广州医药, 2024, 55(6): 628-632.
- [12] SEGURA-PÉREZ S, RICHTER L, RHODES E C, *et al.* Risk factors for self-reported insufficient milk during the first 6 months of life: a systematic review[J]. Matern Child Nutr, 2022, 18(Suppl 3): e13353.
- [13] 王丽娟, 邹敏, 何孟亭, 等. 产妇泌乳启动延迟管理的证据总结[J]. 中国护理管理, 2023, 23(4): 551-556.
- [14] 陈佐倩, 杨振宇, 赖建强, 等. 母乳宏量营养素水平与婴儿生长发育关系的研究[J]. 中国食物与营养, 2024, 30(4): 83-88.
- [15] BALLARD O, MORROW A L. Human milk composition nutrients and bioactive factors[J]. Pediatr Clin N Am, 2013, 60(1): 49-74.
- [16] 林怀美, 陈淑音, 林跃进, 等. 母乳成分分析与乳母膳食的相关性研究[J]. 基层医学论坛, 2021, 25(29): 4147-4149.
- [17] DING Y, YANG Y, XU F P, *et al.* Association between dietary fatty acid patterns based on principal component analysis and fatty acid compositions of serum and breast milk in lactating mothers in Nanjing, China[J]. Food Funct, 2021, 12(18): 8704-8714.
- [18] 庞艳, 林芳初, 李媛, 等. 母乳生物标志物在泌乳启动测定中的应用进展[J]. 广西医学, 2021, 43(13): 1636-1639.
- [19] KOMATSU Y, WADA Y, TABATA F, *et al.* Associations between maternal diet, human milk macronutrients, and breastfed infant growth during the first month of life in the SMILE iwamizawa in Japan[J]. Nutrients, 2023, 15(3): 654.
- [20] 逯通, 田慧敏, 于苗, 等. 乳母膳食和乳汁成分与婴儿生长发育的关系分析[J]. 吉林大学学报(医学版), 2019, 45(4): 950-954.
- [21] BOSS M, GARDNER H, HARTMANN P. Normal human lactation: closing the gap[J]. F1000Research, 2018, 7: 801.
- [22] 赵臻, 王丹, 王青云, 等. 黑龙江省哈尔滨市母乳中矿物质含量的检测[J]. 中国乳业, 2020(3): 71-73.
- [23] ARYEETAY R N O, MARQUIS G S, BRAKHOIAPA L, *et al.* Subclinical mastitis may not reduce breastmilk intake during established lactation [J]. Breastfeed Med, 2009, 4(3): 161-166.
- [24] MURASE M, WAGNER E A, J CHANTRY C, *et al.* The relation between breast milk sodium to potassium ratio and maternal report of a milk supply concern[J]. J Pediatr, 2017, 181: 294-297. e3.
- [25] KULSKI J K, HARTMANN P E. Changes in human milk composition during the initiation of lactation[J]. Aust J Exp Biol Med Sci, 1981, 59(1): 101-114.
- [26] MORTON J A. The clinical usefulness of breast milk sodium in the assessment of lactogenesis[J]. Pediatrics, 1994, 93(5): 802-806.
- (收稿日期: 2025-04-01; 修回日期: 2025-09-10; 编辑: 张翰林)