doi：10.7499/j.issn.1008-8830.2507130

论著·临床研究

早期经幽门管喂养与极/超早产儿支气管肺发育不良发生风险的相关性

王恋　张竹鑫　林新祝

（厦门大学附属妇女儿童医院/厦门市妇幼保健院儿科学系新生儿科，福建厦门　361003）

［摘要］**目的**　探讨早期经幽门管喂养（early transpyloric feeding, ETPF）对极/超早产儿（胎龄<32周）支气管肺发育不良（bronchopulmonary dysplasia, BPD）发生风险的影响。**方法**　纳入2022年4月—2024年12月厦门市妇幼保健院新生儿科重症监护室收治的87例极/超早产儿，根据喂养管置入方式分为ETPF组（42例）和经口胃管喂养（orogastric tube feeding, OGTF）组（45例），比较分析两组早产儿的营养指标、用氧情况和BPD发生率。采用多因素logistic回归分析评估ETPF对极/超早产儿BPD发生风险的影响。**结果**　与OGTF组比较，ETPF组喂养不耐受的发生率显著降低（*P*<0.05），住院第2周时奶量及其热卡更高（*P*<0.05），达全肠内喂养日龄、口服热卡达110 kcal/（kg·d）及总热卡达110 kcal/（kg·d）日龄均明显缩短（均*P*<0.05）。ETPF组的BPD发生率显著低于OGTF组（*P*<0.05）。多因素logistic回归分析显示，ETPF是BPD发生风险降低的独立相关因素（*OR*=0.286，95%*CI*：0.089~0.922）。**结论**　ETPF可以促进极/超早产儿肠内喂养的耐受性，尽早建立全肠道喂养，降低BPD的发生风险。［中国当代儿科杂志，2026，28（4）：438-445］

［关键词］经幽门管喂养；支气管肺发育不良；肠内营养；早产儿

Association between early transpyloric feeding and the risk of bronchopulmonary dysplasia in very preterm/extremely preterm infants

WANG Lian, ZHANG Zhu-Xin, LIN Xin-Zhu. Department of Neonatology, Department of Pediatrics, Women and Children's Hospital, School of Medicine, Xiamen University/Xiamen Maternal and Child Health Hospital, Xiamen, Fujian 361003, China (Lin X-Z, Email: xinzhufj@163.com)

Abstract: Objective　To investigate the effect of early transpyloric feeding (ETPF) on the risk of bronchopulmonary dysplasia (BPD) in very preterm/extremely preterm infants (gestational age <32 weeks). **Methods**　A total of 87 very preterm/extremely preterm infants admitted to the Neonatal Intensive Care Unit of Xiamen Maternal and Child Health Hospital between April 2022 and December 2024 were included. According to the feeding tube placement method, infants were divided into an ETPF group (*n*=42) and an orogastric tube feeding (OGTF) group (*n*=45). Nutritional indicators, oxygen use, and the incidence of BPD were compared between the two groups. Multivariable logistic regression analysis was performed to evaluate the association between ETPF and the risk of BPD. **Results**　Compared with the OGTF group, the ETPF group had a significantly lower incidence of feeding intolerance (*P*<0.05), higher milk volume and caloric intake at week 2 of hospitalization (*P*<0.05), and significantly shorter time to achieve full enteral feeding, time to reach an oral caloric intake of 110 kcal/(kg·d), and time to reach a total caloric intake of 110 kcal/(kg·d) (all *P*<0.05). The incidence of BPD was significantly lower in the ETPF group than in the OGTF group (*P*<0.05). Multivariable logistic regression analysis showed that ETPF was an independent factor associated with a reduced risk of BPD (*OR*=0.286, 95%*CI*: 0.089-0.922). **Conclusions**　ETPF improves enteral feeding tolerance in very preterm/extremely preterm infants, enables earlier establishment of full enteral feeding, and reduces the risk of BPD.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2026, 28(4): 438-445]

［收稿日期］2025-07-22；［接受日期］2026-01-09
［基金项目］厦门市自然科学基金项目（3502Z20227140）。
［作者简介］王恋，女，硕士，副主任医师。
［通信作者］林新祝，男，主任医师。Email：xinzhufj@163.com。

Key words: Transpyloric feeding; Bronchopulmonary dysplasia; Enteral nutrition; Preterm infant

支气管肺发育不良（bronchopulmonary dysplasia, BPD）是早产儿最常见的慢性呼吸系统并发症，其发病机制涉及多种因素，包括严重早产、气压/容量伤、氧化应激损伤、围产期感染/炎症等，其中也包含营养摄入不足和肺微吸入[1-2]。早产儿生后早期营养摄入不足与BPD的发生风险增加相关，营养不足不仅阻碍肺发育，还可能影响肺损伤的修复，从而增加BPD的发生风险。有研究表明，胃食管反流（gastroesophageal reflux, GER）导致的微吸入在早产儿中普遍存在，其可能加剧肺部病变，是BPD发展的促成因素之一[3]。因此，优化营养支持策略是BPD综合防治的核心环节之一。理论上，若一种喂养方式既能改善营养又能减少GER相关的肺损伤，将更具优势。经幽门管喂养（transpyloric feeding, TPF）是早产儿的一种喂养策略。有研究显示，TPF可促使早产儿尽快达到全肠道喂养，改善营养状态[4]；同时，由于其喂养路径绕过胃部，被认为可能减少GER和相关的肺部微吸入[5]。基于这些潜在的益处，TPF被认为是一种可能降低BPD风险的喂养策略。日本约23.8%的新生儿重症监护病房对已患有BPD的婴儿采用TPF防止早产儿BPD恶化[6]，相较于有适应证地使用TPF，早期经幽门管喂养（early transpyloric feeding, ETPF），即生后7~10 d内放置幽门管，旨在更早地优化营养支持，并可能从早期阶段即避免胃部扩张等因素可能诱发的GER与微吸入风险。然而目前国内尚无临床试验探讨ETPF预防极/超早产儿BPD的有效性。因此，本研究探讨ETPF对极/超早产儿BPD发生风险的影响，为减少BPD发生率的院内营养管理策略提供循证医学依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象及分组

2022年4月，厦门市妇幼保健院新生儿科启动了一项前瞻性研究，旨在探讨ETPF对极/超早产儿肠内营养的改善作用，以优化临床营养策略。本研究数据来源于2022年4月—2024年12月期间在该科室前瞻性收集的临床资料，最终共纳入87例极/超早产儿进行回顾性分析。根据喂养管置入方式将其分为ETPF组（n=42）和经口胃管喂养（orogastric tube feeding, OGTF）组（n=45）。

1.2 纳入标准和排除标准

纳入标准：（1）胎龄<32周的早产儿；（2）ETPF组生后10 d内放置幽门管，且使用ETPF超过1周；（3）住院时间超过14 d；（4）肠内奶量≥120 mL/（kg·d）。

排除标准：（1）严重先天畸形；（2）先天性遗传代谢病；（3）生后>10 d开始肠内喂养；（4）患儿家属放弃治疗。

该研究已获得患儿家长知情同意及厦门大学附属妇女儿童医院伦理委员会批准（KY-2023-032-K02）。

1.3 试验方法

置管方法：两组患儿入院后均先经口腔置胃管进行OGTF。ETPF组患儿病情趋于稳定后，其幽门管置管时机由经管主治医师综合评估确定（即无肠道喂养禁忌证且血流动力学稳定），在入院10 d内完成。幽门管置入操作规范如下：置管前严格禁食4 h，患儿取右侧卧位，臀部垫高15~20 cm。在胃自然蠕动的辅助下，操作者持续缓慢推进导管，置管全程于床旁超声引导下进行，实时监控导管尖端位置。当超声影像确认导管尖端已通过幽门括约肌并进入十二指肠球部约2 cm深度，且回抽获得典型黄色十二指肠液时，即判定为幽门管置管成功。记录最终确认的置管深度，并妥善固定导管。幽门管常规维护周期为每周更换1次。若临床怀疑导管发生移位，则立即行床旁超声定位复查以确认其位置，确认导管脱出幽门管后给予重插。

喂养方法：两组患儿采用标准化的肠内营养方案，包括开奶时机、初始喂养量、奶量增量速度及母乳强化剂添加时机等均保持一致。所有患儿均在生后24 h内启动肠外营养支持，经中心静脉导管通过微量注射泵实施24 h持续匀速输注。当肠内摄入量达到120 mL/（kg·d）时，终止肠外营养。幽门管拔除需同时满足以下2项标准：（1）肠内喂养量达120 mL/（kg·d）；（2）ETPF留置时间超过7 d。

1.4 资料收集

收集符合纳入标准的早产儿的住院临床资料，包括：（1）基本资料，即胎龄、出生体重、性别、分娩方式、1 min Apgar评分、是否有胎儿宫内窘迫、产前足疗程激素使用情况、母孕期并发症和

住院期间并发症发生情况［新生儿呼吸窘迫综合征（neonatal respiratory distress syndrome, NRDS）、早发型败血症、有血流动力学意义的动脉导管未闭（hemodynamically significant patent ductus arteriosus, hsPDA）、新生儿坏死性小肠结肠炎（neonatal necrotizing enterocolitis, NEC）和晚发型败血症等］；（2）营养指标，如喂养不耐受发生率、住院第2周时奶量及其热卡、达全肠道喂养日龄、总热卡达110 kcal/（kg·d）日龄、口服热卡达110 kcal/（kg·d）日龄、校正胎龄36周的平均体重增长速率等；（3）氧疗情况、BPD发生率及其严重程度。

1.5 诊断标准

（1）BPD：参照2019年Jensen BPD诊断标准[7]，即根据校正胎龄36周或出院时给予的最高呼吸支持模式进行严重程度分类。Ⅰ级：校正胎龄36周时接受鼻导管吸氧且氧流量≤2 L/min；Ⅱ级：校正胎龄36周时接受鼻导管吸氧且氧流量>2 L/min或需要无创机械通气支持；Ⅲ级：校正胎龄36周时需要有创机械通气支持。其中Ⅱ级和Ⅲ级BPD统称为中重度BPD。（2）喂养不耐受：以下2项标准中符合1项即可诊断，即①胃残余量超过前一次喂养量的50%，伴有呕吐和/或腹胀；②喂养计划失败，包括减少、延迟或中断肠内喂养[8]。（3）达到全肠内喂养日龄：经口喂养总量达120 mL/（kg·d）所需的时间。（4）RDS诊断标准：参照2022年欧洲RDS防治指南[9]。（5）早发型败血症诊断标准：依据新生儿败血症诊断及治疗专家共识（2019年版）[10]。（6）hsPDA诊断标准：参照2019年发表的文献对hsPDA的定义[11]。

1.6 统计学分析

采用SPSS 26.0统计学软件进行统计学分析。计量资料用中位数及四分位数间距［M（P_{25}，P_{75}）］表示，两组间比较采用Mann-Whitney U检验。计数资料以例数和百分率（%）表示，组间比较采用卡方检验或Fisher确切概率法。采用多因素logistic回归分析探讨BPD发生的危险因素。P<0.05表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般情况的比较

共纳入87例早产儿，其中ETPF组42例，OGTF组45例。男婴30例（34%），女婴57例（66%）；胎龄为30.3（28.4，31.3）周，其中胎龄<28周12例，28~<32周75例；出生体重为1 315（1 025，1 533）g。ETPF组幽门管开始置管时间为7.0（6.0，8.0）d，置管持续时间为8.0（6.8，12.2）d。两组患儿均无死亡病例。

ETPF组和OGTF组胎龄、出生体重、分娩方式、1 min Apgar评分≤7分比例、产前激素足疗程使用率、母亲妊娠糖尿病比例、妊娠高血压比例、原发疾病（重度NRDS和hsPDA）比例的比较差异无统计学意义（均P>0.05）。ETPF组的男性比例高于OGTF组，早发型败血症比例低于OGTF组，差异有统计学意义（均P<0.05）。见表1。

表1 两组一般情况的比较

变量	OGTF组（n=45）	ETPF组（n=42）	χ^2/Z值	P值
胎龄［$M(P_{25}, P_{75})$，周］	30.0(28.4, 31.3)	30.3(28.4, 31.4)	–0.383	0.702
出生体重［$M(P_{25}, P_{75})$，g］	1 310(1 039, 1 516)	1 370(1 020, 1 534)	–0.433	0.665
男性［n(%)］	11(24)	19(45)	4.158	0.041
剖宫产［n(%)］	28(62)	30(71)	0.829	0.363
1 min Apgar评分≤7分［n(%)］	11(24)	10(24)	0.005	0.945
产前激素足疗程［n(%)］	28(62)	24(57)	0.233	0.629
妊娠糖尿病［n(%)］	8(18)	10(24)	0.482	0.488
妊娠高血压［n(%)］	4(9)	3(7)		1.000*
重度NRDS［n(%)］	19(42)	15(36)	0.386	0.534
早发型败血症［n(%)］	8(18)	1(2)		0.031*
hsPDA［n(%)］	13(29)	7(17)	1.833	0.176

注：［OGTF］经口胃管喂养；［ETPF］早期经幽门管喂养；［NRDS］新生儿呼吸窘迫综合征；［hsPDA］有血流动力学意义的动脉导管未闭。*采用Fisher确切概率法。

2.2 两组营养指标、用氧情况、BPD 发生率、并发症发生率、住院总时间和总费用的比较

与 OGTF 组相比，ETPF 组的喂养不耐受发生率更低（P<0.05），住院第 2 周时奶量及热卡更高（P<0.05），后者达全肠内喂养日龄、经口热卡达 110 kcal/（kg·d）日龄、总热卡达 110 kcal/（kg·d）日龄均较前者明显缩短（均 P<0.05）。两组住院第 2 周累计热卡、住院第 2 周氨基酸累计剂量、住院第 2 周脂肪乳累计剂量、校正胎龄 36 周时体重和校正胎龄 36 周的平均体重增长速率差异均无统计学意义（均 P>0.05）。两组 NEC、消化道出血、晚发型败血症发生率，以及住院总时间、总费用的差异均无统计学意义（均 P>0.05）。见表 2。

纳入的 87 例早产儿中，48 例（55%）发生了 BPD，其中轻度 BPD 30 例，中度 BPD 17 例，重度 BPD 1 例。有创机械通气共 29 例，其 BPD 发生率为 66%（19/29），包括中度 BPD 11 例（38%），重度 BPD 1 例（3%）；有创机械通气时间为 4（2，10）d，最高吸入氧浓度为 40（33，70）%。无创通气 58 例，其 BPD 发生率为 50%（29/58），包括中度 BPD 6 例（10%），无重度 BPD 病例。ETFP 组 BPD 的发生率明显低于 OGTF 组，差异有统计学意义（P<0.05）；其中 ETFP 组中重度 BPD 的发生率明显低于 OGTF 组（P<0.05），而两组轻度 BPD 的发生率差异无统计学意义（P>0.05）。两组有创机械通气比例、有创机械通气时间、无创机械通气时间、呼吸机使用时间、氧疗总时间的比较，差异均无统计学意义（均 P>0.05）。见表 3。

表 2 两组营养指标、并发症、住院总时间及总费用的比较

变量	OGTF 组 (n=45)	ETPF 组 (n=42)	χ^2/Z 值	P 值
喂养不耐受 [n(%)]	22(49)	11(26)	4.754	0.029
母乳喂养 [n(%)]	38(84)	40(95)	2.729	0.099
住院第 2 周时奶量 [$M(P_{25}, P_{75})$, mL/kg]	72.2(39.5, 107.4)	92.1(74.3, 122.7)	−2.251	0.024
住院第 2 周时奶量的热卡 [$M(P_{25}, P_{75})$, kcal/kg]	51.8(28.2, 90.3)	69.5(49.4, 103.1)	−2.225	0.026
住院第 2 周累计热卡 [$M(P_{25}, P_{75})$, kcal/kg]	782.0(714.9, 876.7)	824.7(745.7, 877.5)	−0.858	0.391
住院第 2 周氨基酸累计剂量 [$M(P_{25}, P_{75})$, g/kg]	37.5(32.7, 41.0)	35.9(29.9, 39.8)	−1.194	0.233
住院第 2 周脂肪乳累计剂量 [$M(P_{25}, P_{75})$, g/kg]	25.0(22.6, 29.1)	25.9(22.3, 30.0)	−0.578	0.563
达全肠内喂养日龄 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	23.0(16.5, 31.5)	17.5(14.0, 23.3)	−2.527	0.012
经口热卡达 110 kcal/(kg·d)日龄 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	29.0(23.0, 42.0)	24.0(20.0, 31.3)	−2.144	0.032
总热卡达 110 kcal/(kg·d)日龄 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	16.0(14.0, 21.5)	14.0(10.0, 17.0)	−2.512	0.012
PMA 36 周体重 [$M(P_{25}, P_{75})$, g]	2 120(1 730, 2 325)	2 080(1 923, 2 290)	−0.399	0.690
PMA 36 周平均体重增长速率 [$M(P_{25}, P_{75})$, g/(kg·d)]	16.2(14.2, 18.0)	16.0(14.1, 18.7)	−0.144	0.885
NEC [n(%)]	1(2)	0(0)		1.000*
消化道出血 [n(%)]	0(0)	3(7)		0.108*
晚发型败血症 [n(%)]	3(7)	1(2)		0.617*
住院总时间 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	55.0(39.5, 70.5)	50.0(36.8, 64.0)	−1.041	0.298
住院总费用 [$M(P_{25}, P_{75})$, 元]	116 025(79 027, 147 885)	105 660(74 913, 133 888)	−0.909	0.363

注：［ETPF］早期经幽门管喂养；［OGTF］经口胃管喂养；［PMA］校正胎龄；［NEC］新生儿坏死性小肠结肠炎。*采用 Fisher 确切概率法。

2.3 BPD 发生的单因素分析和多因素回归分析

单因素分析显示，ETFP、胎龄、出生体重、1 min Apgar 评分≤7 分、hsPDA 及有创机械通气时间均与 BPD 的发生相关（均 P<0.05），见表 4。

将上述单因素分析中有统计学意义的变量纳入多因素 logistic 回归模型进行分析。多因素分析结果显示，ETPF（OR=0.286，95%CI：0.089~0.922）和较高的出生体重（OR=0.996，95%CI：0.993~0.999）与 BPD 的发生风险降低相关（P<0.05）；有创机械通气时间延长（OR=1.476，95%CI：1.029~2.118）是 BPD 发生的危险因素（P<0.05）。见表 5。

表3　两组BPD发生率和用氧情况的比较

变量	OGTF组 (n=45)	ETPF组 (n=42)	χ^2/Z值	P值
BPD [n(%)]	30(67)	18(43)	4.979	0.026
轻度	16(36)	14(33)	0.047	0.827
中重度	14(31)	4(10)	6.170	0.013
有创机械通气 [n(%)]	18(40)	11(26)	1.864	0.172
有创机械通气时间 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	0(0, 5.5)	0(0, 1.0)	−1.949	0.051
无创机械通气时间 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	31.0(20.5, 48.5)	30.0(17.8, 42.8)	−0.658	0.510
呼吸机使用时间 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	32.0(20.5, 54.5)	31.5(18.0, 43.3)	−0.969	0.333
鼻导管吸氧时间 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	9.0(6.0, 19.5)	10.0(7.0, 15.0)	−0.200	0.842
氧疗总时间 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	50.0(33.5, 67.0)	42.5(26.5, 57.3)	−1.491	0.136

注：［OGTF］经口胃管喂养；［ETPF］早期经幽门管喂养；［BPD］支气管肺发育不良。

表4　非BPD组与BPD组的一般情况及治疗情况的比较

变量	非BPD组 (n=39)	BPD组 (n=48)	χ^2/Z值	P值
胎龄 [$M(P_{25}, P_{75})$, 周]	31.0(29.9, 31.4)	29.1(27.8, 30.5)	−3.587	<0.001
出生体重 [$M(P_{25}, P_{75})$, g]	1 450(1 345, 1 635)	1 068(931, 1 386)	−4.759	<0.001
男性 [n(%)]	17(44)	13(27)	2.595	0.107
剖宫产 [n(%)]	25(64)	33(69)	0.209	0.647
胎儿宫内窘迫 [n(%)]	0(0)	2(4)		0.500*
1 min Apgar评分≤7分 [n(%)]	4(10)	17(35)	7.439	0.006
产前激素足疗程 [n(%)]	24(62)	28(58)	0.092	0.762
妊娠糖尿病 [n(%)]	5(13)	13(27)	2.668	0.102
妊娠高血压 [n(%)]	1(3)	6(13)		0.124*
重度NRDS [n(%)]	11(28)	23(48)	3.512	0.061
使用肺表面活性物质 [n(%)]	16(41)	28(58)	2.579	0.108
早发型败血症 [n(%)]	3(8)	6(13)		0.725*
hsPDA [n(%)]	5(13)	15(31)	4.128	0.042
ETPF [n(%)]	24(62)	18(38)	4.979	0.026
有创机械通气时间 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	0(0, 1.0)	0(0, 6.7)	−2.281	0.023

注：［NRDS］新生儿呼吸窘迫综合征；［hsPDA］有血流动力学意义的动脉导管未闭；［ETPF］早期经幽门管喂养。*采用Fisher确切概率法。

表5　BPD发生的多因素回归分析

变量	B	SE	Waldχ^2	P	OR(95%CI)
ETPF	−1.252	0.597	4.395	0.036	0.286(0.089~0.922)
胎龄 (周)	−0.127	0.276	0.211	0.646	0.881(0.512~1.514)
出生体重 (g)	−0.004	0.002	7.683	0.006	0.996(0.993~0.999)
1 min Apgar评分≤7分	0.547	0.825	0.440	0.507	1.728(0.343~8.699)
hsPDA	−0.854	0.829	1.061	0.303	0.426(0.084~2.163)
有创机械通气时间 (d)	0.390	0.184	4.479	0.034	1.476(1.029~2.118)
常数项	9.898	7.308	1.835	0.176	

注：［ETPF］早期经幽门管喂养；［hsPDA］有血流动力学意义的动脉导管未闭。ETPF、1 min Apgar评分≤7分、hsPDA为二分类变量，其余为连续变量。

3 讨论

随着极/超早产儿救治存活率的提高，BPD 的发生率也呈上升趋势。多种临床治疗策略用于预防或治疗 BPD[12-13]，但目前尚无行之有效的预防 BPD 的策略，而 ETPF 作为预防 BPD 的潜在策略的相关研究较少。本研究结果显示，与 OGTF 组相比，ETPF 组 BPD 总体发生率显著降低。经多因素回归分析校正潜在混杂因素后，证实 ETPF 与 BPD 发生风险降低独立相关，提示该干预可以降低极/超早产儿 BPD 的发生率。

有研究证实，充分的营养支持是预防早产儿 BPD 的关键因素[14-15]。营养不良会削弱早产儿对高氧、气压伤及感染性疾病的防御能力，并损害肺损伤后的修复机制，从而促进 BPD 的发生。有研究表明，出生后前 2 周的总热卡摄入量较低及肠内喂养占比（肠内喂养量/总液体摄入量）较低，与超早产儿 BPD 的发生风险显著增加相关[16]。一项回顾性研究发现，生后早期肠内营养摄入不足，可以通过增加肠外营养来弥补，使总的营养摄入相等，但生后前 2 周肠内营养摄入不足的患儿，BPD 的发生率增加[17]，表明生后前 2 周达到一定的肠内营养量有预防 BPD 的作用，提示肠内喂养不可替代。本研究 ETPF 组患儿生后第 2 周时肠内喂养量显著高于 OGTF 组，提示 ETPF 有助于改善肠内喂养。一项探讨极早产儿 BPD 危险因素的全国多中心研究发现，BPD 患儿总热卡达 110 kcal/（kg·d）日龄、口服热卡达 110 kcal/（kg·d）日龄及达全肠内营养日龄均较非 BPD 患儿延迟，且达全肠内营养日龄延迟是发生 BPD 的独立危险因素[18]。本研究中 ETPF 组总热卡达 110 kcal/（kg·d）的中位日龄早于 OGTF 组，喂养不耐受发生率更低，全肠内喂养日龄和经口热卡达 110 kcal/（kg·d）日龄均较 OGTF 组明显缩短。这些结果表明，ETPF 作为一种重要的喂养策略，能通过减少喂养不耐受，允许更早、更稳定地增加奶量，从而显著促进早期全肠内营养的实现。这一优势不仅优化了营养供给，也可能通过减轻肠源性炎症反应，为肺发育和修复创造更好的条件，这或许是 ETPF 有助于降低 BPD 发生风险的重要途径。

GER 在早产儿中几乎普遍存在[19]，其导致的肺部微吸入被认为是 BPD 的重要促成因素。这一观点已得到了基础研究的支持。Farhath 等[20]研究发现，死亡或发生 BPD 的早产儿，其气管吸出物的胃蛋白酶浓度较未患 BPD 者显著升高 3 倍。该研究还显示，重度 BPD 患儿胃蛋白酶浓度亦显著高于中度 BPD 患儿，提示误吸胃内容物剂量与 BPD 严重程度存在量效关系，为微吸入参与 BPD 病理过程提供了直接依据。从理论上推断，TPF 通过绕过胃部进行喂养，可直接减少胃内容物反流至食管的概率，从而从源头上降低肺部微吸入的风险。这一潜在机制的价值在多项临床研究中得到了间接支持。有报道提出，TPF 可改善氧合、减少早产儿呼吸相关的不良并发症。2020 年日本 Shimokaze 等[21]以存在呼吸机依赖、胎龄<30 周的早产儿为研究对象，评估了 TPF 对呼吸状态的短期影响，结果提示 TPF 可能有助于缓解机械通气早产儿的氧合恶化。Srivatsa 等[22]研究显示，非插管婴儿从胃管喂养过渡至 TFP 喂养，脉搏氧饱和度/吸入氧浓度比值、人工氧滴定频率、低氧血症发作次数和严重程度均有显著改善，而插管婴儿则没有，结果表明 TPF 与非插管婴儿的氧合急性改善有关。2019 年的一项回顾性队列研究以超低出生体重儿为研究对象，发现与胃管喂养的患儿比较，生后 1 周内接受 ETPF 的患儿中 58% 发生 BPD 或死亡，证实 ETPF 可显著降低超低出生体重儿 BPD 或死亡复合结局的发生风险（*OR*=0.6，95%*CI*：0.3~0.9，*P*=0.03）[23]。Tanaka 等[24]也证实 ETPF 可以预防超低出生体重儿 BPD 的发生。与之相符的是，本研究的多因素分析结果也将 ETPF 确定为 BPD 发生风险降低的独立相关因素。此外，尽管本研究中 ETPF 组的有创通气时间与氧疗总时间短于 OGTF 组的趋势未达统计学意义（考虑可能与样本量较低有关），但该方向与既往报道[23-24] ETPF 可缩短呼吸支持时间的发现相符。综上所述，尽管本研究受技术条件所限未能直接量化 GER，但综合现有理论与文献，ETPF 可能通过减少 GER 及相关肺微吸入，进而发挥肺保护作用，是其降低 BPD 风险的合理解释机制之一。未来仍需大规模多中心临床研究结合直接监测手段予以验证。

本研究的优势在于，作为国内首个探讨 ETPF 与极/超早产儿 BPD 发生风险关联的临床研究，在一定程度上填补了该领域回顾性研究数据的空白，可为未来开展相关系统评价与 Meta 分析提供关键数据支持，并为后续前瞻性随机对照试验的设计提供初步依据。然而，本研究存在一些局限性：首先，作为一项单中心研究且样本量有限，可能存在选择偏倚，结论外推需谨慎。更重要的是，

本研究结论旨在验证ETPF作为一种潜在策略的有效性，而非建议将其作为所有极/超早产儿的常规喂养方案。在常规临床实践中，经口胃管喂养仍是符合生理的首选方式，ETPF的应用通常基于特定的临床适应证（如频繁或严重的喂养不耐受、疑似与反流相关的呼吸事件等）。因此，将本研究结论转化为临床实践时，必须结合患儿的具体情况审慎考量，而非普遍推广。另外，本研究未采用多通道食管阻抗-pH监测这一金标准对GER进行诊断，导致无法量化GER的发生率，这一局限性影响了对ETPF降低GER相关风险潜在效应的深入解析。因此，本研究结论尚需更多大样本、多中心、前瞻性研究进一步验证，并在此基础上进一步明确ETPF的最佳适用人群与应用时机。

综上所述，本研究表明，ETPF可以促进极/超早产儿肠内喂养的耐受性，尽早建立全肠道喂养，降低BPD的发生风险，该效应可能归因于ETPF对肠内营养状态的改善及其降低反流物微吸入风险的双重作用。

作者贡献声明：王恋负责数据采集、统计分析、文章撰写；张竹鑫负责数据采集、数据整理；林新祝负责研究指导、论文修改。

利益冲突声明：所有作者均声明不存在利益冲突关系。

［参 考 文 献］

[1] Jiang H, Lv Y, Hou W, et al. Association between neonatal malnutrition and bronchopulmonary dysplasia in very low-birth-weight infants: a propensity score-matched analysis[J]. Nutr Clin Pract, 2022, 37(6): 1429-1437. PMID: 35174535. DOI: 10.1002/ncp.10820.

[2] Nagarkatti A, Sarkar S, Anuar A, et al. Use of transpyloric feeds in extremely low birth weight infants at risk of severe bronchopulmonary dysplasia: a single center experience[J]. Front Pediatr, 2024, 12: 1496620. PMID: 39678392. PMCID: PMC11637884. DOI: 10.3389/fped.2024.1496620.

[3] Yu X, Sun M, Hu Y. Association between gastroesophageal reflux and bronchopulmonary dysplasia in preterm infants: a systematic review and meta-analysis[J]. Front Nutr, 2025, 12: 1562939. PMID: 40630162. PMCID: PMC12234343. DOI: 10.3389/fnut.2025.1562939.

[4] 封云, 邱洁, 陈俊, 等. 不同喂养方式对极低出生体质量儿胃肠功能影响的比较[J]. 肠外与肠内营养, 2017, 24(4): 213-215. DOI: 10.16151/j.1007-810x.2017.04.006.

[5] Jensen EA, Orians CM, Gibbs K, et al. Gastroesophageal reflux during postpyloric versus gastric tube feeding in preterm infants with bronchopulmonary dysplasia[J]. J Perinatol, 2025, 45(12): 1781-1787. PMID: 40210988. PMCID: PMC12353156. DOI: 10.1038/s41372-025-02301-5.

[6] Tanaka K, Hayashi R, Ariyama Y, et al. Management of bronchopulmonary dysplasia in Japan: a nationwide survey[J]. Early Hum Dev, 2023, 186: 105867. PMID: 37788509. DOI: 10.1016/j.earlhumdev.2023.105867.

[7] Jensen EA, Dysart K, Gantz MG, et al. The diagnosis of bronchopulmonary dysplasia in very preterm infants. An evidence-based approach[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2019, 200(6): 751-759. PMID: 30995069. PMCID: PMC6775872. DOI: 10.1164/rccm.201812-2348OC.

[8] 中国医师协会新生儿科医师分会循证专业委员会. 早产儿喂养不耐受临床诊疗指南（2020）[J]. 中国当代儿科杂志, 2020, 22(10): 1047-1055. PMID: 33059799. PMCID: PMC7568993. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2008132.

[9] Sweet DG, Carnielli VP, Greisen G, et al. European consensus guidelines on the management of respiratory distress syndrome: 2022 update[J]. Neonatology, 2023, 120(1): 3-23. PMID: 36863329. PMCID: PMC10064400. DOI: 10.1159/000528914.

[10] 中华医学会儿科学分会新生儿学组, 中国医师协会新生儿科医师分会感染专业委员会. 新生儿败血症诊断及治疗专家共识（2019 年版）[J]. 中华儿科杂志, 2019, 57(4): 252-257. PMID: 30934196. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2019.04.005.

[11] Shepherd JL, Noori S. What is a hemodynamically significant PDA in preterm infants?[J]. Congenit Heart Dis, 2019, 14(1): 21-26. PMID: 30548469. DOI: 10.1111/chd.12727.

[12] Durlak W, Thébaud B. BPD: latest strategies of prevention and treatment[J]. Neonatology, 2024, 121(5): 596-607. PMID: 39053447. DOI: 10.1159/000540002.

[13] Slaughter JL, Klebanoff MA, Hade EM. Estimating the effect of diuretics and inhaled corticosteroids for evolving bronchopulmonary dysplasia in preterm infants[J]. Paediatr Perinat Epidemiol, 2024, 38(6): 495-504. PMID: 38192005. PMCID: PMC11228129. DOI: 10.1111/ppe.13038.

[14] Yang J, Mei H, Huo M, et al. Early nutritional management and risk of neonatal bronchopulmonary dysplasia: a systematic review and mata analysis[J]. Ital J Pediatr, 2025, 51(1): 94. PMID: 40128877. PMCID: PMC11934726. DOI: 10.1186/s13052-025-01929-5.

[15] Lin H, Bai G, Ge J, et al. Nutritional support during the first week for infants with bronchopulmonary dysplasia and respiratory distress: a multicenter cohort study in China[J]. BMC Pediatr, 2024, 24(1): 238. PMID: 38570780. PMCID: PMC10988891. DOI: 10.1186/s12887-024-04675-5.

[16] Lin B, Xiong X, Lu X, et al. Enteral feeding/total fluid intake ratio is associated with risk of bronchopulmonary dysplasia in extremely preterm infants[J]. Front Pediatr, 2022, 10: 899785. PMID: 35712615. PMCID: PMC9194508. DOI: 10.3389/fped.2022.899785.

[17] Wemhöner A, Ortner D, Tschirch E, et al. Nutrition of preterm

infants in relation to bronchopulmonary dysplasia[J]. BMC Pulm Med, 2011, 11: 7. PMID: 21291563. PMCID: PMC3040142. DOI: 10.1186/1471-2466-11-7.

[18] 巴瑞华, 唐丽霞, 沈蔚, 等. 极早产儿支气管肺发育不良危险因素的全国多中心研究[J]. 中国小儿急救医学, 2022, 29(6): 433-439. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2022.06.007.

[19] Richards R, Foster JP, Psaila K. Continuous versus bolus intermittent intragastric tube feeding for preterm and low birth weight infants with gastro-oesophageal reflux disease[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2021, 8(8): CD009719. PMID: 34355390. PMCID: PMC8407337. DOI: 10.1002/14651858.CD009719.pub3.

[20] Farhath S, He Z, Nakhla T, et al. Pepsin, a marker of gastric contents, is increased in tracheal aspirates from preterm infants who develop bronchopulmonary dysplasia[J]. Pediatrics, 2008, 121(2): e253-e259. PMID: 18245400. DOI: 10.1542/peds.2007-0056.

[21] Shimokaze T, Yamamoto K, Miyamoto Y, et al. Acute respiratory effect of transpyloric feeding for respiratory exacerbation in preterm infants[J]. J Perinat Med, 2021, 49(3): 383-387. PMID: 33174864. DOI: 10.1515/jpm-2020-0243.

[22] Srivatsa B, Wesolowski A, Srivatsa KR, et al. Transpyloric feeding is associated with improved oxygenation compared with gastric feeding among nonintubated extremely low birth weight infants[J]. J Pediatr, 2023, 255: 175-180.e1. PMID: 36462688. DOI: 10.1016/j.jpeds.2022.11.025.

[23] Wallenstein MB, Brooks C, Kline TA, et al. Early transpyloric vs gastric feeding in preterm infants: a retrospective cohort study[J]. J Perinatol, 2019, 39(6): 837-841. PMID: 30967655. DOI: 10.1038/s41372-019-0372-3.

[24] Tanaka S, Namba F, Nagaya K, et al. Early transpyloric tube feeding in preventing adverse respiratory events in extremely low birth weight infants[J]. Biomedicines, 2024, 12(12): 2799. PMID: 39767706. PMCID: PMC11673349. DOI: 10.3390/biomedicines12122799.

（本文编辑：邓芳明）

（©《中国当代儿科杂志》编辑部，开放获取CC BY-NC-ND 4.0协议）
（© Editorial Office of *Chinese Journal of Contemporary Pediatrics*. OA under CC BY-NC-ND 4.0 license）