doi：10.7499/j.issn.1008-8830.2508075

论著·临床研究

# 超低出生体重儿早期液体超载与临床危重并发症关系的研究

刘凤　李书书　陈小慧

［南京医科大学附属妇产医院（南京市妇幼保健院）儿科，江苏南京　210004］

［摘要］**目的**　探讨超低出生体重儿（extremely low birth weight infant, ELBWI）在出生后前2周的液体平衡状态与临床危重并发症之间的关系，旨在减少液体超载对不良预后的影响。**方法**　回顾性分析2019年1月—2024年12月南京医科大学附属妇产医院新生儿重症监护病房住院的226例ELBWI的临床资料。将发生重度支气管肺发育不良（severe bronchopulmonary dysplasia, sBPD）或死亡者列为危重并发症组（99例），存活且仅发生中度及以下BPD者为对照组（127例）。通过出生体重变化百分比定义液体平衡指标。评估ELBWI出生后前2周液体超载与ELBWI发生sBPD或死亡之间的关系。**结果**　单因素分析显示，生后第3天、第7天、第10天、第14天的液体平衡状态，以及前3 d体重下降低于3%、前7 d体重下降低于6%，与危重并发症发生显著相关（均$P$<0.05）。控制混杂因素后进行多因素logistic回归分析，结果显示，生后第3天、第7天、第10天、第14天液体超载是发生危重并发症的危险因素（$OR$>1，$P$<0.05），前3 d体重下降低于3%（$OR$=5.213，95%$CI$：2.349~11.567）、前7 d体重下降低于6%（$OR$=3.920，95%$CI$：1.806~8.511）时危重并发症发生风险显著升高。**结论**　在ELBWI中，早期液体超载可能与sBPD或死亡风险相关，适度液体限制或有助于改善预后，需前瞻性研究进一步验证。

［中国当代儿科杂志，2026，28（4）：452-457］

［关键词］液体平衡；死亡；并发症；支气管肺发育不良；超低出生体重儿

## Association between early fluid overload and critical complications in extremely low birth weight infants

*LIU Feng, LI Shu-Shu, CHEN Xiao-Hui. Department of Pediatrics, The Affiliated Obstetrics and Gynecology Hospital of Nanjing Medical University (Nanjing Women and Children's Healthcare Hospital), Nanjing 210004, China (Email: liufeng2006432@163.com)*

**Abstract: Objective**　To explore the relationship between fluid balance during the first 14 postnatal days and critical clinical complications in extremely low birth weight infants (ELBWIs), with the aim of reducing the impact of fluid overload on adverse outcomes. **Methods**　Clinical data of 226 ELBWIs admitted to the neonatal intensive care unit of the Affiliated Obstetrics and Gynecology Hospital of Nanjing Medical University from January 2019 to December 2024 were retrospectively analyzed. Infants who developed severe bronchopulmonary dysplasia (sBPD) or died were classified as the critical complication group ($n$=99), and survivors with at most moderate BPD (none, mild, or moderate) were classified as the control group ($n$=127). Fluid balance indices were defined by the percentage change from birth weight. The association between fluid overload during the first 14 postnatal days and the occurrence of sBPD or death was evaluated. **Results**　Univariate analysis showed that fluid balance on postnatal days 3, 7, 10, and 14, as well as weight loss <3% within the first 3 days and <6% within the first 7 days, was significantly associated with the occurrence of critical complications (all $P$<0.05). After adjustment for confounders in multivariable logistic regression, fluid overload on postnatal days 3, 7, 10, and 14 was a risk factor for critical complications ($OR$>1, $P$<0.05), and the risk of critical complications increased significantly when weight loss was <3% within the first 3 days ($OR$=5.213, 95%$CI$: 2.349-11.567) and <6% within the first 7 days ($OR$=3.920, 95%$CI$: 1.806-8.511). **Conclusions**　In ELBWIs, early fluid

［收稿日期］2025-08-11；［接受日期］2026-03-03
［基金项目］江苏省卫生健康委科研项目（H2023012）。
［作者简介］刘凤，女，硕士，副主任医师。Email：liufeng2006432@163.com。

overload may be associated with an increased risk of sBPD or death, and moderate fluid restriction may help improve prognosis; prospective studies are required for further validation.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2026, 28(4): 452-457]

**Key words:** Fluid balance; Mortality; Complication; Bronchopulmonary dysplasia; Extremely low birth weight infant

超低出生体重儿（extremely low birth weight infant, ELBWI）出生后的第1周是其生理适应的关键时期。任何适应不良都可能导致血流动力学不稳定和组织灌注不足。该类患儿皮肤屏障发育不成熟，肾脏发育不全，出生后常表现为显著利尿现象，体重有过度下降风险[1]。即使在湿度为50%的恒温箱中，出生体重1 000 g的新生儿在出生48 h内不显性失水量可达140 mL/（kg·d）。胎龄与体重下降程度呈负相关[2]。生理性体重下降是新生儿过渡期的重要现象，但医学界对ELBWI转变为病理性体重下降的阈值仍无定论[3]。由于ELBWI液体平衡调节机制尚未发育完善，常常面临液体量不足与超载的双重高风险[4]。而早期液体不足或超载均可能带来多种不良临床结局[3, 5-8]，如重度支气管肺发育不良（severe bronchopulmonary dysplasia, sBPD）、严重脑室内出血、坏死性小肠结肠炎、症状性动脉导管未闭的发生率增加以及病死率升高等。因此，早期评估液体平衡状态和个体化液体管理可能会减少液体失衡的并发症，从而有可能改善预后。然而，目前国内关于ELBWI液体平衡的研究较少，且研究主要为出生后前4 d或7 d，临床结局主要为有血流动力学意义的动脉导管未闭。对于更长时间段的液体平衡变化缺乏深入探讨，且临床结局的涵盖范围相对较窄。同时，以累积液体摄入量与排出量的差值计算液体平衡，未能全面考虑患儿特殊的病理生理及准确评估排出量的困难，可能导致对患儿实际液体状态的评估不够准确，进而影响对病情的判断和治疗方案的制定。本研究的目的是评估入住新生儿重症监护病房的ELBWI生命前2周液体平衡状态与临床危重并发症之间的关系。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

回顾性收集2019年1月—2024年12月南京医科大学附属妇产医院新生儿重症监护病房住院的胎龄小于28周、出生体重低于1 000 g的ELBWI的病例资料。排除标准：（1）严重畸形；（2）家族性遗传病；（3）出生3 d内死亡或放弃治疗；（4）出生后前3 d未测量体重或体重数据缺失。本研究已获得南京医科大学附属妇产医院伦理委员会批准，审批号为宁妇伦字（2018）54号。所有患儿家属均签署了知情同意书。

### 1.2 诊断标准及定义

（1）ELBWI：出生体重<1 000 g的新生儿。（2）支气管肺发育不良（bronchopulmonary dysplasia, BPD）：采用2018年美国国立儿童健康和人类发展研究所BPD分级标准[9]。根据呼吸支持来确定BPD的严重程度，在矫正胎龄36周时接受30%或更多的氧气或需要正压通气来确定sBPD。对日龄>14 d、矫正胎龄<36周死亡的早产儿，如死因为持续的实质性肺疾病和呼吸衰竭（排除坏死性小肠结肠炎、脑室出血、败血症等疾病或放弃治疗引起的死亡），则确定为sBPD。（3）液体状态的评估主要有两种方法：基于液体平衡的计算或基于体重的计算。累积液体平衡（%）=［累积液体摄入量（mL）−液体排出量（mL）］/体重（kg）。此法在新生儿重症监护病房实际操作中可能较难实施，因为累积液体平衡法无法计入不显性失水，而不显性失水在超早产儿累积排出量中可能占很大比重。且受多种外部因素影响，如体表暴露面积、环境温度或恒温箱温度和湿度，以及呼吸支持的模式、尿布周围漏尿、粪尿混合时测量不准及呕吐物等，准确评估排出量存在困难[10]。2022体外生命支持组织指南也建议用体重变化代替传统的液体排出量来更好地评估小婴儿液体平衡状态[11]。因此，本研究液体平衡是通过比较每日体重和出生体重来计算的：液体平衡=［（每日体重（g）−出生体重（g））/出生体重（g）］×100%[12]。（4）液体超载：ELBWI早期生理性体重下降的阈值尚无定论。有研究显示，早期允许出生体重下降6%~12%且避免高钠血症的液体管理方案，可能为早产儿带来最佳临床结局[13]。也有研究认为，ELBWI应维持在出生后第1周体重下降在6%~15%范围内[14]。2021年的一项研究表明，日龄10 d内让ELBWI保持低渗状态（允许体重减轻6%~15%，将血钠水平控制在正常范围下限），

有利于改善其不良预后[15]。因此本研究以日龄前7 d体重下降低于6%定义为液体超载。

### 1.3 分组与评价指标

本研究将发生sBPD或死亡的患儿列为危重并发症组（99例），存活且仅发生中度及以下BPD的患儿作为对照组（127例）。分别探讨出生后第3天、第7天、第10天、第14天的液体平衡状态，以及前14 d最大体重增长百分比和最大体重下降百分比、前7 d最大体重增长百分比和最大体重下降百分比、前3 d体重下降低于3%、前7 d体重下降低于6%与危重并发症发生的关联。

### 1.4 统计学分析

采用SPSS 27.0软件进行统计学分析。符合非正态分布的计量资料采用中位数（四分位数间距）[$M$（$P_{25}$，$P_{75}$）]或中位数（范围）表示，组间比较采用Mann-Whitney $U$秩和检验。计数资料以频数和百分率或构成比（%）表示，组间比较采用$\chi^2$检验。以是否发生危重并发症为分组变量，性别、胎龄、出生体重等协变量为预测变量，通过logistic回归模型计算倾向性评分。采用最邻近匹配算法，卡钳值设为0.02，进行1∶1匹配。匹配后通过标准化差异检验协变量的均衡性，各协变量的标准化差异小于0.1表明匹配成功。采用logistic回归模型计算各时间段液体平衡状态与危重并发症可能性之间的比值比（odds ratio, *OR*）及其95%置信区间（confidence interval, *CI*）。为控制潜在混杂因素，将单因素分析中$P$<0.05的变量纳入多因素logistic回归模型中，计算校正后*OR*及95%*CI*。双侧$P$<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 基本特征

本研究回顾性收集268例ELBWI临床资料，42例因病例资料不完整或出生3 d内死亡被排除，最终纳入226例研究对象。中位胎龄25.93（范围：22.43~27.86）周，其中胎龄22~$24^{+6}$周43例（19.0%），25~$27^{+6}$周183例（81.0%）；中位出生体重830（范围：470~990）g，男性138例（61.1%），女性88例（38.9%）；单胎140例（61.9%），双胎86例（38.1%）；54例住院期间死亡（23.9%），56例（24.8%）发生sBPD（包括死亡11例）。以危重并发症（sBPD或死亡）为分组变量，倾向性评分匹配前99例，倾向性评分匹配后69例。倾向性评分匹配前，两组在胎龄、出生体重、性别、出生时窒息、复苏时气管插管及出生后前7 d使用血管活性药物等方面比较，差异有统计学意义（$P$<0.05）。倾向性评分匹配后，上述临床特征比较，差异均无统计学意义（$P$>0.05）。见表1。

### 2.2 液体平衡与危重并发症发生的关联

与出生体重相比，226例ELBWI出生后第3天液体平衡中位数为1.2%（–4.9%，2.6%），第7天液体平衡中位数为1.1%（–5.4%，3.1%），第10天液体平衡中位数为3.6%（–1.1%，9.3%），第14天液体平衡中位数为9.6%（4.5%，16.3%），前7 d最大体重下降百分比中位数为–5.5%（–9.0%，–2.2%），前7 d最大体重增长百分比中位数为2.3%（0%，6.3%），前14 d最大体重下降百分比中位数为–5.7%（–9.1%，–2.4%），前14 d最大体重增长百分比中位数为11.2%（5.9%，16.3%），前3 d体重下降低于3%为51.8%（117/226），前7 d体重下降低于6%为54.0%（122/226）。单因素分析显示，倾向性评分匹配后，出生后第3天、第7天、第10天、第14天的液体平衡状态，以及前14 d最大体重下降百分比、前7 d最大体重增长百分比和最大体重下降百分比、前3 d体重下降低于3%、前7 d体重下降低于6%，与危重并发症发生显著相关（均$P$<0.05），见表2。

将表1中倾向性评分匹配前$P$<0.05的变量作为混杂因素进行校正，将表2中倾向性评匹配后$P$<0.05的变量纳入多因素logistic回归模型中，结果显示，出生后第3天、第7天、第10天、第14天的液体平衡状态，以及前14 d最大体重下降百分比、前7 d最大体重增长百分比和最大体重下降百分比、前3 d体重下降低于3%、前7 d体重下降低于6%，与危重并发症发生显著相关（均$P$<0.05）。出生后第3天、第7天、第10天、第14天液体超载是发生危重并发症的危险因素（*OR*>1，$P$<0.05），前3 d体重下降低于3%（*OR*=5.213，95%*CI*：2.349~11.567）、前7 d体重下降低于6%（*OR*=3.920，95%*CI*：1.806~8.511）时危重并发症风险显著升高。见表3。

**表 1　两组倾向性评分匹配前后临床特征比较**

| 临床特征 | 倾向性评分匹配前 | | | | 倾向性评分匹配后 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 对照组 ($n$=127) | 危重并发症组 ($n$=99) | $Z/\chi^2$ 值 | $P$ 值 | 对照组 ($n$=69) | 危重并发症组 ($n$=69) | $Z/\chi^2$ 值 | $P$ 值 |
| 妊娠高血压 [例(%)] | 4(3.1) | 2(2.0) | −0.523 | 0.601 | 1(1.4) | 2(2.9) | −0.582 | 0.561 |
| 妊娠糖尿病 [例(%)] | 19(15.0) | 14(14.1) | −0.173 | 0.863 | 11(15.9) | 9(13.0) | −0.482 | 0.630 |
| 宫颈机能不全 [例(%)] | 34(26.8) | 24(24.2) | −0.431 | 0.667 | 17(24.6) | 15(21.7) | −0.402 | 0.688 |
| 胎盘早剥 [例(%)] | 1(0.8) | 2(2.0) | −0.802 | 0.423 | 1(1.4) | 1(1.4) | 0.000 | 1.000 |
| 胎膜早破>18 h [例(%)] | 33(26.0) | 26(26.3) | −0.047 | 0.962 | 21(30.4) | 19(27.5) | −0.374 | 0.708 |
| 产前类固醇激素≥4 剂 [例(%)] | 54(42.5) | 44(44.4) | −0.289 | 0.773 | 39(56.5) | 43(62.3) | −0.691 | 0.490 |
| 剖宫产 [例(%)] | 15(11.8) | 6(6.1) | −1.474 | 0.140 | 3(4.3) | 5(7.2) | −0.726 | 0.468 |
| 胎龄 [$M(P_{25}, P_{75})$, 周] | 26.3 (25.4, 27.0) | 25.4 (24.9, 26.3) | −4.436 | <0.001 | 25.7 (25.1, 26.4) | 25.9 (25.1, 26.6) | −0.780 | 0.435 |
| 胎龄 22~24$^{+6}$ 周 | 24.7 (24.4, 24.8) | 24.6 (24.3, 24.8) | −0.229 | 0.819 | 24.7 (24.4, 24.8) | 24.8 (24.6, 24.9) | −1.275 | 0.202 |
| 胎龄 25~27$^{+6}$ 周 | 26.4 (25.7, 27.0) | 25.9 (25.3, 26.6) | −2.570 | 0.010 | 26.0 (25.4, 26.6) | 26.1 (25.6, 27.0) | −1.122 | 0.262 |
| 出生体重 [$M(P_{25}, P_{75})$, g] | 850(780, 930) | 800(740, 880) | −3.161 | 0.002 | 830(760, 900) | 820(760, 885) | −0.066 | 0.947 |
| 男性 [例(%)] | 69(54.3) | 69(69.7) | −2.345 | 0.019 | 43(62.3) | 46(66.7) | −0.179 | 0.858 |
| 出生时窒息 [例(%)] | 53(41.7) | 62(62.6) | −3.110 | 0.002 | 34(49.3) | 38(55.1) | −0.679 | 0.497 |
| 复苏时气管插管 [例(%)] | 38(29.9) | 49(49.5) | −2.875 | 0.004 | 22(31.9) | 28(40.6) | −1.059 | 0.290 |
| 单胎 [例(%)] | 81(63.8) | 59(59.6) | −0.641 | 0.521 | 43(62.3) | 43(62.3) | 0.000 | 1.000 |
| 入院时体温 [$M(P_{25}, P_{75})$, ℃] | 36.5 (36.0, 36.7) | 36.3 (35.9, 36.7) | −1.662 | 0.097 | 36.4 (36.0, 36.6) | 36.4 (36.0, 36.7) | −0.135 | 0.893 |
| 出生后前 7 d 使用血管活性药物 [例(%)] | 18(14.2) | 32(32.3) | −3.254 | 0.001 | 10(14.5) | 14(20.3) | −0.895 | 0.371 |

**表 2　倾向性评分匹配前后液体平衡与危重并发症的单因素分析**

| 液体平衡分层 | 倾向性评分匹配前 | | | | 倾向性评分匹配后 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 对照组 ($n$=127) | 危重并发症组 ($n$=99) | $OR$ (95%$CI$) | $P$ | 对照组 ($n$=69) | 危重并发症组 ($n$=69) | $OR$ (95%$CI$) | $P$ |
| 第 3 天液体平衡状态 [$M(P_{25}, P_{75})$, %] | −2.1 (−5.6, 2.4) | 0 (−4.1, 2.9) | 1.035 (0.993~1.078) | 0.100 | −2.8 (−6.8, 1.1) | 0 (−3.9, 2.3) | 1.101 (1.024~1.184) | 0.009 |
| 第 7 天液体平衡状态 [$M(P_{25}, P_{75})$, %] | −2.5 (−6.5, 2.4) | 1.3 (−3.5, 4.8) | 1.042 (1.003~1.082) | 0.033 | −3.8 (−7.5, 1.0) | 1.1 (−3.7, 4.9) | 1.090 (1.029~1.154) | 0.003 |
| 第 10 天液体平衡状态 [$M(P_{25}, P_{75})$, %] | 2.4 (−1.6, 8.0) | 5.1 (0, 11.2) | 1.038 (1.002~1.075) | 0.040 | 2.1 (−2.3, 5.8) | 6.1 (1.1, 11.5) | 1.084 (1.027~1.144) | 0.003 |
| 第 14 天液体平衡状态 [$M(P_{25}, P_{75})$, %] | 8.2 (4.3, 14.1) | 13.5 (6.4, 18.9) | 1.055 (1.017~1.095) | 0.005 | 7.9 (4.1, 13.5) | 13.3 (7.3, 18.6) | 1.078 (1.026~1.132) | 0.003 |
| 前 14 d 最大体重增长百分比 [$M(P_{25}, P_{75})$, %] | 8.9 (6.1, 14.4) | 12.5 (5.6, 18.7) | 1.023 (0.994~1.053) | 0.124 | 8.6 (5.6, 13.7) | 12.5 (6.1, 17.9) | 1.040 (0.999~1.083) | 0.055 |
| 前 14 d 最大体重下降百分比 [$M(P_{25}, P_{75})$, %] | −6.7 (−9.5, −3.3) | −4.7 (−8.2, −1.6) | 1.055 (1.004~1.108) | 0.034 | −7.7 (−9.8, −4.3) | −4.7 (−7.9, −1.9) | 1.150 (1.058~1.250) | 0.001 |
| 前 7 d 最大体重增长百分比 [$M(P_{25}, P_{75})$, %] | 1.3 (0, 5.3) | 3.2 (0, 7.6) | 1.042 (1.001~1.085) | 0.043 | 1.1 (−1.3, 3.3) | 2.6 (0, 6.3) | 1.105 (1.031~1.185) | 0.005 |
| 前 7 d 最大体重下降百分比 [$M(P_{25}, P_{75})$, %] | −6.3 (−9.4, −2.7) | −4.2 (−7.6, −1.6) | 1.056 (1.005~1.110) | 0.031 | −7.2 (−9.8, −4.2) | −4.2 (−7.3, −1.6) | 1.163 (1.068~1.267) | <0.001 |
| 前 3 d 体重下降低于 3% [例(%)] | 53(41.7) | 64(64.6) | 2.553 (1.484~4.392) | <0.001 | 21(30.4) | 45(65.2) | 4.286 (2.101~8.743) | <0.001 |
| 前 7 d 体重下降低于 6% [例(%)] | 60(47.2) | 62(62.6) | 1.871 (1.095~3.198) | 0.022 | 25(36.2) | 46(66.7) | 3.520 (1.746~7.096) | <0.001 |

表3　液体平衡与危重并发症的多因素logistic回归模型分析

| 变量 | 赋值 | 偏回归系数 | 标准误 | *P* | *OR* | 95%*CI* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 第3天液体平衡状态 (%) | 连续性变量 | 0.092 | 0.041 | 0.023 | 1.097 | 1.013~1.188 |
| 第7天液体平衡状态 (%) | 连续性变量 | 0.091 | 0.033 | 0.006 | 1.095 | 1.027~1.168 |
| 第10天液体平衡状态 (%) | 连续性变量 | 0.093 | 0.033 | 0.005 | 1.098 | 1.029~1.171 |
| 第14天液体平衡状态 (%) | 连续性变量 | 0.083 | 0.029 | 0.005 | 1.086 | 1.026~1.150 |
| 前14 d最大体重下降百分比 (%) | 连续性变量 | 0.151 | 0.048 | 0.002 | 1.163 | 1.059~1.278 |
| 前7 d最大体重增长百分比 (%) | 连续性变量 | 0.099 | 0.039 | 0.010 | 1.104 | 1.024~1.191 |
| 前7 d最大体重下降百分比 (%) | 连续性变量 | 0.166 | 0.049 | <0.001 | 1.181 | 1.073~1.300 |
| 前3 d体重下降低于3% | 是=1, 否=0 | 1.651 | 0.407 | <0.001 | 5.213 | 2.349~11.567 |
| 前7 d体重下降低于6% | 是=1, 否=0 | 1.366 | 0.396 | <0.001 | 3.920 | 1.806~8.511 |

注：调整因素包括胎龄、出生体重、性别、出生时窒息、复苏时气管插管、出生后前7 d使用血管活性药物。

## 3　讨论

ELBWI出生后早期精准的液体管理，既要预防脱水、维持足够的组织灌注，又要避免液体超载。本研究中，与出生体重相比，出生后第7天液体平衡中位数为1.1%，前7 d体重下降低于6%比例为54.0%，与既往研究[14, 16]一致，意味着超半数患儿存在液体超载风险。Valentine等[2]的队列中，大多数极早产儿早期出现体重下降。然而Selewski等[17]针对1 007例胎龄小于36周早产儿的研究发现，超过一半的患儿出生后第1周体重高于出生体重。Havinga等[14]报道，极早产儿出生后第1周体重下降低于6%的发生率高达43%。不同医疗机构的诊疗实践差异可能是导致这种现象的原因，包括液体管理、喂养方式和中心静脉导管的规范使用等。因该类患儿易发生高钠血症和脱水，医护人员常将液体量增至非官方但普遍认可的150 mL/（kg·d）作为上限，原因是认为增加液体量能改善营养供给。如发生早期脓毒性休克，液体需求可能更多，如不能准确评估补液量与有效循环血容量的关系，很容易对肾功能尚未健全的日龄第1周的ELBWI造成液体超载。同时，ELBWI通常需要中心静脉置管用于静脉输液和采血，而维持导管通畅所需的最低液体量，对体重较小的ELBWI而言，可能占其每日液体需求量的很大比例，很容易出现液体超载。

本研究发现，出生后第3天、第7天液体平衡状态与sBPD或死亡有关。ELBWI出生后前3 d体重下降低于3%、出生后前7 d体重下降低于6%，sBPD或死亡风险增加，与既往研究[3, 12, 18]一致。一项回顾性单中心研究显示，ELBWI在出生后前3 d内出现严重液体超载是导致死亡风险增加和机械通气时间延长的独立危险因素[19]。早期液体超载可能导致肺间质液积聚、气体交换功能受损及机械通气需求增加，这些因素可能间接诱发BPD的发生[5]。荟萃分析显示，新生儿液体超载患者的院内病死率显著升高（*OR*=4.34，95%*CI*：3.01~6.26）[20]。

本研究发现，日龄第14天液体平衡状态及前14 d最大体重下降百分比与严重并发症发生相关。而两组间前14 d最大体重增长百分比比较差异无统计学意义。但Starr等[12]研究发现，出生后前2周体重增长峰值与sBPD相关，5%的液体超载可能对早产儿具有临床意义，因为即使是轻微的液体超载也会增加长期肺部疾病的风险。国外一项大样本队列研究发现，早产儿出生后前14 d液体正平衡或液体超载，机械通气风险显著上升[21]。造成结果不一致的原因可能在于，本研究队列中，危重并发症组出生后前14 d最大体重增长百分比中位数为12.5%，对照组为8.9%，即大部分患儿有液体超载风险。因此，更精细化、个体化地进行液体管理，降低液体超载，可能有助于降低本中心ELBWI的sBPD发生率。

由于本研究为单中心回顾性研究，设计存在固有缺陷，因此研究结果只能揭示相关性，无法确立因果关系。且数据来源于电子病历系统，依赖于人工测量的体重记录，可能存在误差。未来需要开展一项具有足够统计效力的随机对照试验，采用明确的液体管理方案并进行系统性前瞻性比较，以明确ELBWI早期最佳液体供给方案。在更多研究提供确凿数据前，液体平衡管理仍需谨慎。

综上所述，早期液体超载可能与sBPD或死亡风险相关，适度液体限制或有助于改善预后，需前瞻性研究进一步验证。在临床管理中，将现有液体超载认知与个体化生理变化相结合至关重要。本研究的数据可帮助临床医师对出现液体超载证

据的ELBWI实施早期液体管理与适度限制，可能有利于ELBWI的远期预后。

作者贡献声明：刘凤负责研究实施、数据分析、论文撰写；李书书、陈小慧负责研究设计指导、论文修改及经费支持。

利益冲突声明：所有作者声明无利益冲突。

## ［参　考　文　献］

[1] Valentine GC, Umoren RA, Perez KM. Early inadequate or excessive weight loss: a potential contributor to mortality in premature newborns in resource-scarce settings? [J]. Pediatr Neonatol, 2021, 62(3): 237-239. PMID: 33678594. DOI: 10.1016/j.pedneo.2021.01.004.

[2] Valentine GC, Perez KM, Wood TR, et al. Postnatal maximal weight loss, fluid administration, and outcomes in extremely preterm newborns[J]. J Perinatol, 2022, 42(8): 1008-1016. PMID: 35338252. DOI: 10.1038/s41372-022-01369-7.

[3] Aksoy HT, Güzoğlu N, Eras Z, et al. The association of early postnatal weight loss with outcome in extremely low birth weight infants[J]. Pediatr Neonatol, 2019, 60(2): 192-196. PMID: 30055960. DOI: 10.1016/j.pedneo.2018.06.003.

[4] Rysavy MA, Mehler K, Oberthür A, et al. An immature science: intensive care for infants born at ≤23 weeks of gestation[J]. J Pediatr, 2021, 233: 16-25. e1. PMID: 33691163. PMCID: PMC8154715. DOI: 10.1016/j.jpeds.2021.03.006.

[5] Soullane S, Patel S, Claveau M, et al. Fluid status in the first 10 days of life and death/bronchopulmonary dysplasia among preterm infants[J]. Pediatr Res, 2021, 90(2): 353-358. PMID: 33824447. DOI: 10.1038/s41390-021-01485-8.

[6] Abbas S, Keir AK. In preterm infants, does fluid restriction, as opposed to liberal fluid prescription, reduce the risk of important morbidities and mortality?[J]. J Paediatr Child Health, 2019, 55 (7): 860-866. PMID: 31270874. DOI: 10.1111/jpc.14498.

[7] 李华英, 钟林平, 秦膏阳, 等. 超早产儿住院期间不良结局与生后早期体重下降程度的相关性研究[J]. 中华新生儿科杂志（中英文）, 2024, 39(2): 95-99. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2096-2932.2024.02.007.

[8] Rallis D, Balomenou F, Drougia A, et al. Association of fluid overload with patent ductus arteriosus during the first postnatal day[J]. Minerva Pediatr (Torino), 2024, 76(3): 328-334. PMID: 33845562. DOI: 10.23736/S2724-5276.21.06060-6.

[9] Higgins RD, Jobe AH, Koso-Thomas M, et al. Bronchopulmonary dysplasia: executive summary of a workshop [J]. J Pediatr, 2018, 197: 300-308. PMID: 29551318. PMCID: PMC5970962. DOI: 10.1016/j.jpeds.2018.01.043.

[10] Weaver LJ, Travers CP, Ambalavanan N, et al. Neonatal fluid overload-ignorance is no longer bliss[J]. Pediatr Nephrol, 2023, 38(1): 47-60. PMID: 35348902. PMCID: PMC10578312. DOI: 10.1007/s00467-022-05514-4.

[11] Bridges BC, Dhar A, Ramanathan K, et al. Extracorporeal life support organization guidelines for fluid overload, acute kidney injury, and electrolyte management[J]. ASAIO J, 2022, 68(5): 611-618. PMID: 35348527. DOI: 10.1097/MAT.0000000000001702.

[12] Starr MC, Griffin R, Gist KM, et al. Association of fluid balance with short- and long-term respiratory outcomes in extremely premature neonates: a secondary analysis of a randomized clinical trial[J]. JAMA Netw Open, 2022, 5(12): e2248826. PMID: 36580332. PMCID: PMC9856967. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2022.48826.

[13] Ågren J, Segar JL, Söderström F, et al. Fluid management considerations in extremely preterm infants born at 22-24 weeks of gestation[J]. Semin Perinatol, 2022, 46(1): 151541. PMID: 34848064. DOI: 10.1016/j.semperi.2021.151541.

[14] Havinga J, Williams A, Hassan N, et al. Individualized fluid management in extremely preterm neonates to ensure adequate diuresis without increasing complications[J]. J Perinatol, 2021, 41(2): 240-246. PMID: 32814823. DOI: 10.1038/s41372-020-00789-7.

[15] Sharma R, Bhandari V. Fluid balance in early postnatal life: should we keep the babies dry to prevent bronchopulmonary dysplasia? [J]. Pediatr Res, 2021, 90(2): 240-241. PMID: 34035427. DOI: 10.1038/s41390-021-01589-1.

[16] Verma RP, Shibli S, Komaroff E. Postnatal transitional weight loss and adverse outcomes in extremely premature neonates[J]. Pediatr Rep, 2017, 9(1): 6962. PMID: 28435650. PMCID: PMC5379222. DOI: 10.4081/pr.2017.6962.

[17] Selewski DT, Gist KM, Nathan AT, et al. The impact of fluid balance on outcomes in premature neonates: a report from the AWAKEN study group[J]. Pediatr Res, 2020, 87(3): 550-557. PMID: 31537009. PMCID: PMC7036003. DOI:10.1038/s41390-019-0579-1.

[18] Al-Jebawi Y, Agarwal N, Groh Wargo S, et al. Low caloric intake and high fluid intake during the first week of life are associated with the severity of bronchopulmonary dysplasia in extremely low birth weight infants[J]. J Neonatal Perinatal Med, 2020, 13(2): 207-214. PMID: 31771083. DOI: 10.3233/NPM-190267.

[19] Matsushita FY, Krebs VLJ, Ferraro AA, et al. Early fluid overload is associated with mortality and prolonged mechanical ventilation in extremely low birth weight infants[J]. Eur J Pediatr, 2020, 179(11): 1665-1671. PMID: 32382790. DOI: 10.1007/s00431-020-03654-z.

[20] Alobaidi R, Morgan C, Basu RK, et al. Association between fluid balance and outcomes in critically ill children: a systematic review and meta-analysis[J]. JAMA Pediatr, 2018, 172(3): 257-268. PMID: 29356810. PMCID: PMC5885847. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2017.4540.

[21] Wright ML, Klamer BG, Bonachea E, et al. Positive fluid balance and diuretic therapy are associated with mechanical ventilation and mortality in preterm neonates in the first fourteen postnatal days[J]. Pediatr Nephrol, 2023, 38(7): 2243-2253. PMID: 36598600. DOI: 10.1007/s00467-022-05861-2.

（本文编辑：王颖）

（©《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）