doi：10.7499/j.issn.1008-8830.2508024

论著·临床研究

# 足月适于胎龄儿早发型败血症住院期间不良结局与生后早期体重变化的相关性分析

曾仕诚　周娴璐　向稜稜　华子瑜

（重庆医科大学附属儿童医院新生儿科/国家儿童健康与疾病临床医学研究中心/儿童发育疾病研究教育部重点实验室/儿科代谢与炎症性疾病重庆市重点实验室，重庆　400014）

［摘要］**目的**　分析早发型败血症（early-onset sepsis, EOS）足月适于胎龄儿（appropriate for gestational age infant, AGA）住院期间不良结局与生后早期体重变化的相关性。**方法**　回顾性分析重庆医科大学附属儿童医院2023年1月—2024年9月间收治的EOS足月AGA的临床资料，根据生后第7天体重与出生体重的变化情况分为体重增加组（体重差值>0 kg，229例）和体重未增组（体重差值≤0 kg，131例），比较分析两组住院期间不良结局的发生率。**结果**　体重增加组的总住院时间、抗生素使用时间、机械通气时间长于体重未增组（$P$<0.05），急性肾损伤、电解质紊乱、颅内出血、动脉导管未闭、中-重度肺动脉高压及肺出血的发生率高于体重未增组（$P$<0.05）。体重增加组生后第5天、第6天每日液体净平衡及第5天、第6天、第7天每日累积液体净平衡高于体重未增组（$P$<0.05）。**结论**　EOS足月AGA生后早期体重增加可能增加住院期间不良结局发生率，体重变化可作为评估新生儿液体平衡的指标之一。　［中国当代儿科杂志，2026，28（4）：446-451］

［关键词］早发型败血症；适于胎龄儿；体重；液体平衡；足月儿

## Association between adverse outcomes during hospitalization and early postnatal weight changes in term appropriate-for-gestational-age infants with early-onset sepsis

*ZENG Shi-Cheng, ZHOU Xian-Lu, XIANG Ling-Ling, HUA Zi-Yu. Department of Neonatology, Children's Hospital of Chongqing Medical University/National Clinical Research Center for Child Health and Disorders/Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders/Chongqing Key Laboratory of Pediatric Metabolism and Inflammatory Diseases, Chongqing 400014, China (Hua Z-Y, Email: h_ziyu@163.com)*

**Abstract: Objective**　To study the association between adverse outcomes during hospitalization and early postnatal weight changes in term appropriate-for-gestational-age (AGA) infants with early-onset sepsis (EOS). **Methods**　A retrospective study was conducted on clinical data of term AGA infants with EOS admitted to the Children's Hospital of Chongqing Medical University from January 2023 to September 2024. The infants were divided into a weight-gain group (weight difference > 0 kg; $n$=229) and a no-weight-gain group (weight difference ⩽ 0 kg; $n$=131) based on the change in weight from birth to postnatal day 7, and the incidence of adverse outcomes during hospitalization was compared between groups. **Results**　Length of hospital stay, duration of antibiotic use, and duration of mechanical ventilation in the weight-gain group were longer than those in the no-weight-gain group ($P$<0.05). The incidence of acute kidney injury, electrolyte imbalance, intracranial hemorrhage, patent ductus arteriosus, moderate-to-severe pulmonary arterial hypertension, and pulmonary hemorrhage was higher in the weight-gain group than in the no-weight-gain group ($P$<0.05). Daily net fluid balance on postnatal days 5 and 6, and cumulative net fluid balance on postnatal days 5-7, were higher in the weight-gain group than in the no-weight-gain group ($P$<0.05). **Conclusions**　Early postnatal weight gain in term AGA infants with EOS is associated with an increased incidence of adverse outcomes during hospitalization, and weight change can serve as one of the indicators to assess neonatal fluid balance.

**[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2026, 28(4): 446-451]**

**Key words:** Early-onset sepsis; Appropriate-for-gestational-age infant; Weight; Fluid balance; Term infant

［收稿日期］2025-08-04；［接受日期］2026-01-28

［作者简介］曾仕诚，男，硕士，住院医师。

［通信作者］华子瑜，女，主任医师。Email：h_ziyu@163.com。

新生儿败血症（neonatal sepsis, NS）是全球新生儿死亡的第三大原因，病死率为11%~19%[1]。NS可分为早发型败血症（early-onset sepsis, EOS）与晚发型败血症，其中EOS定义为患儿生后72 h内出现的NS[2]。相较于晚发型败血症，严重的EOS可迅速发展为感染性休克、多器官功能障碍综合征，甚至导致患儿死亡。液体超载（fluid overload, FO）是指体内液体总量或细胞外液增加导致的病理性液体积聚[3]。危重新生儿FO程度每增加6%，其死亡风险会增加1%[4]。越来越多的研究表明，发生FO的新生儿不良结局发生率正逐步增加，包括支气管肺发育不良、脑室内出血、新生儿坏死性小肠结肠炎、动脉导管未闭（patent ductus arteriosus, PDA）、急性肾损伤（acute kidney injury, AKI）及死亡等[5-6]。Selewski等[7]研究显示，生后早期液体负平衡对胎龄≥36周的新生儿具有保护作用。体重变化作为一种简便、连续、无创的动态指标，广泛应用于新生儿营养及液体管理评估中，尤其适用于使用纸尿裤的小婴儿[8]。研究表明，生后早期体重下降是新生儿正常生理调节的体现，与自身液体负荷调整、代谢适应密切相关[9]。健康足月儿的体重下降幅度通常为出生体重的5%~10%，并在生后7~10 d恢复至出生体重。在NS中，由于全身炎症反应、代谢紊乱及液体管理策略的不同，新生儿生后早期体重变化模式可能发生显著改变。新生儿出生体重越低，临床不良结局发生率越高，远期预后越差。与新生儿感染性休克相比，目前液体平衡与新生儿感染之间的研究较少，且体重变化是否与病情严重程度及临床结局存在关联，尚缺乏系统研究。因此，本研究观察EOS足月适于胎龄儿（appropriate for gestational age infant, AGA）生后早期体重变化是否影响临床不良结局的发生率，以期为改善其预后提供临床依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

回顾性选择重庆医科大学附属儿童医院2023年1月—2024年9月间收治的360例EOS足月AGA为研究对象。纳入标准：（1）入院日龄≤72 h且胎龄≥37周的AGA。（2）符合《新生儿败血症诊断与治疗专家共识（2024）》[2]中EOS的诊断标准。临床诊断：有临床异常表现，同时满足下列条件中任何1项：①血液非特异性检查≥2项阳性；②脑脊液检查为化脓性脑膜炎改变；③血或脑脊液中检出致病菌DNA。确定诊断：有临床表现，血培养或脑脊液（或其他无菌腔液）培养阳性。（3）住院时间≥7 d。（4）住院期间均入住我院新生儿科病房。排除标准：（1）泌尿系统畸形或严重先天性心脏病；（2）先天代谢性疾病；（3）住院期间放弃治疗提前出院或死亡；（4）体重测量数据不全。根据生后第7天体重与出生体重的变化情况分为体重增加组（体重差值>0 kg，229例）和体重未增组（体重差值≤0 kg，131例）。本研究通过重庆医科大学临床研究伦理委员会审查批准，审批号为（2025）年学审（临研）第（292）号。

### 1.2 数据收集

通过查阅电子病历收集患儿临床资料。（1）一般资料：患儿信息，包括性别、分娩方式、是否多胎、是否符合危重患儿评分[10]、出生体重、生后第7天体重、每日液体出入量（每日液体饮入量、输入量、输出量）等；孕母信息，包括年龄、母孕期羊水粪染、胎膜早破、妊娠糖尿病、妊娠高血压、乙肝病毒、母亲甲状腺病史、产前有无抗生素使用、孕期有无感染等。（2）临床结局：总住院时间、抗生素使用时间、机械通气时间、AKI、电解质紊乱、高血糖、低血糖、化脓性脑膜炎、颅内出血、PDA、脓毒性休克、急性呼吸窘迫综合征、中-重度肺动脉高压及肺出血。

### 1.3 相关定义

（1）体重变化（kg）=生后第7天体重-出生体重；每日液体净平衡（mL/kg）=［（每日饮入量+每日输入量）-每日输出量］/出生体重；每日累积液体净平衡（mL/kg）=每日液体净平衡之和。（2）AGA、小于胎龄儿、大于胎龄儿、AKI、电解质紊乱、高血糖、低血糖、化脓性脑膜炎、颅内出血、PDA、脓毒性休克、急性呼吸窘迫综合征、中-重度肺动脉高压及肺出血等诊断标准均参考第5版《实用新生儿学》[11]。

### 1.4 统计学分析

应用SPSS 23.0统计软件进行数据分析。正态分布的计量资料以均数±标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，组间比较采用两样本$t$检验；非正态分布的计量资料以中位数（四分位数间距）［$M$（$Q_1$，$Q_3$）］表示，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$\chi^2$检验或Fisher确切概率法。$P$<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组一般资料比较

两组患儿出生体重、性别、分娩方式、是否多胎、是否符合危重患儿评分、白细胞计数、不成熟中性粒细胞/总中性粒细胞比值、降钙素原、乳酸、白蛋白，以及孕母资料等方面比较，差异均无统计学意义（$P$>0.05），见表1。

### 2.2 两组住院期间临床结局比较

两组患儿的高血糖、低血糖、化脓性脑膜炎、脓毒性休克及急性呼吸窘迫综合征的发生率比较，差异无统计学意义（$P$>0.05）。体重增加组的总住院时间、抗生素使用时间、机械通气时间长于体重未增组，AKI、电解质紊乱、颅内出血、PDA、中–重度肺动脉高压及肺出血发生率高于体重未增组（$P$<0.05）。见表2。

表1 两组一般资料比较

| 项目 | 体重未增组 ($n$=131) | 体重增加组 ($n$=229) | $\chi^2/t/Z$值 | $P$值 |
|---|---|---|---|---|
| 患儿资料 | | | | |
| 出生体重 ($\bar{x} \pm s$, g) | 3 363 ± 300 | 3 306 ± 304 | –1.732 | 0.084 |
| 男性 [例(%)] | 80(61.1) | 140(61.1) | 0.000 | 1.000 |
| 剖宫产 [例(%)] | 66(50.4) | 102(44.5) | 1.142 | 0.323 |
| 单胎 [例(%)] | 130(99.2) | 225(98.3) | 0.645 | 0.657 |
| 符合危重患儿评分 [例(%)] | 83(63.4) | 146(63.8) | 0.006 | 1.000 |
| 白细胞计数 [$M(Q_1,Q_3)$, $\times 10^9$/L] | 17.18(14.09, 22.54) | 18.67(13.32, 25.46) | –1.363 | 0.173 |
| I/T [$M(Q_1, Q_3)$] | 0.12(0.06, 0.21) | 0.15(0.08, 0.22) | –1.829 | 0.067 |
| 降钙素原 [$M(Q_1, Q_3)$, ng/mL] | 3.33(1.07, 8.14) | 3.09(1.21, 7.56) | –0.235 | 0.814 |
| 乳酸 [$M(Q_1, Q_3)$, mmol/L] | 2.9(2.2, 3.7) | 3.0(2.2 ,4.1) | –0.855 | 0.392 |
| 白蛋白 ($\bar{x} \pm s$, g/L) | 33 ± 4 | 33 ± 5 | –1.280 | 0.202 |
| 孕母资料 | | | | |
| 母亲年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁) | 30.0 ± 3.7 | 30.0 ± 4.4 | –0.024 | 0.981 |
| 羊水粪染 [例(%)] | 41(31.3) | 82(35.8) | 0.754 | 0.420 |
| 胎膜早破 [例(%)] | 33(25.2) | 46(20.1) | 1.267 | 0.290 |
| 妊娠糖尿病 [例(%)] | 29(22.1) | 39(17.0) | 1.418 | 0.263 |
| 妊娠高血压 [例(%)] | 4(3.1) | 7(3.1) | 0.000 | 1.000 |
| 乙肝病毒阳性 [例(%)] | 5(3.8) | 8(3.5) | 0.025 | 1.000 |
| 母亲甲状腺疾病史 [例(%)] | 13(9.9) | 21(9.2) | 0.055 | 0.852 |
| 产前使用抗生素 [例(%)] | 10(7.6) | 16(7.0) | 0.052 | 0.834 |
| 孕期感染 [例(%)] | 76(58.0) | 124(54.1) | 0.505 | 0.509 |

注：［I/T］不成熟中性粒细胞/总中性粒细胞比值。

表2 两组住院期间临床结局比较

| 项目 | 体重未增组 ($n$=131) | 体重增加组 ($n$=229) | $\chi^2/Z$值 | $P$值 |
|---|---|---|---|---|
| 总住院时间 [$M(Q_1, Q_3)$, d] | 11(9, 13) | 13(10, 18) | –3.473 | <0.001 |
| 抗生素时间 [$M(Q_1, Q_3)$, d] | 8(7, 10) | 9(7, 13) | –3.473 | 0.001 |
| 机械通气时间 [$M(Q_1, Q_3)$, d] | 0(0, 0) | 0(0, 6) | 6.310 | <0.001 |
| AKI [例(%)] | 6(4.6) | 32(14.0) | 7.788 | 0.007 |
| 电解质紊乱 [例(%)] | 19(14.5) | 59(25.8) | 6.225 | 0.016 |
| 高血糖 [例(%)] | 1(0.8) | 8(3.5) | 3.044 | 0.164 |
| 低血糖 [例(%)] | 8(6.1) | 11(4.8) | 0.283 | 0.629 |
| 化脓性脑膜炎 [例(%)] | 2(1.5) | 9(3.9) | 1.805 | 0.229 |
| 颅内出血 [例(%)] | 32(24.4) | 85(37.1) | 6.117 | 0.014 |
| PDA [例(%)] | 45(34.4) | 110(48.0) | 6.364 | 0.015 |
| 脓毒性休克 [例(%)] | 0(0) | 7(3.1) | 6.413 | 0.051 |

表2（续）

| 项目 | 体重未增组 ($n$=131) | 体重增加组 ($n$=229) | $\chi^2/Z$值 | $P$值 |
|---|---|---|---|---|
| 中–重度肺动脉高压 [例(%)] | 8(6.1) | 45(19.7) | 12.175 | 0.001 |
| 急性呼吸窘迫综合征 [例(%)] | 12(9.2) | 28(12.2) | 0.794 | 0.391 |
| 肺出血 [例(%)] | 3(2.3) | 22(9.6) | 6.904 | 0.009 |

注：［AKI］急性肾损伤；［PDA］动脉导管未闭。

### 2.3 两组生后7 d内液体净平衡比较

本研究共纳入360例EOS足月AGA，排除每日液体出入量资料缺失38例，故最后纳入322例患儿进行液体净平衡比较。体重增加组分别在生后第5天、第6天每日液体净平衡高于体重未增组（$P$<0.05）。体重增加组在生后第5天、第6天、第7天每日累积液体净平衡高于体重未增组（$P$<0.05）。见表3~4。

表3 两组生后7 d内每日液体净平衡比较

| 日龄 | 体重未增组 | | 体重增加组 | | $t/Z$值 | $P$值 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 例数 | 每日液体净平衡 (mL/kg) | 例数 | 每日液体净平衡 (mL/kg) | | |
| 1 d | 48 | 15.20(6.05, 27.74) | 114 | 19.11(10.79, 29.67) | –1.141 | 0.256 |
| 2 d | 94 | 33 ± 17 | 190 | 34 ± 22 | 0.205 | 0.838 |
| 3 d | 114 | 40 ± 19 | 208 | 44 ± 21 | 1.659 | 0.098 |
| 4 d | 114 | 39.12(26.90, 51.28) | 208 | 32.12(25.15, 48.74) | –1.277 | 0.201 |
| 5 d | 114 | 46.17(31.56, 57.15) | 208 | 56.50(39.75, 70.11) | –3.984 | <0.001 |
| 6 d | 114 | 46.59(34.08, 57.67) | 208 | 51.87(36.03, 64.90) | –2.170 | 0.030 |
| 7 d | 114 | 49 ± 20 | 208 | 45 ± 30 | –1.552 | 0.122 |

注：日龄1 d、4 d、5 d、6 d的每日液体净平衡用中位数（四分位数间距）表示，余用均数 ± 标准差表示。

表4 两组生后7 d内每日累积液体净平衡比较

| 日龄 | 体重未增组 | | 体重增加组 | | $t/Z$值 | $P$值 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 例数 | 每日累积液体净平衡 (mL/kg) | 例数 | 每日累积液体净平衡 (mL/kg) | | |
| 1 d | 48 | 15.20(6.05, 27.74) | 114 | 19.11(10.79, 29.67) | –1.141 | 0.256 |
| 2 d | 94 | 52 ± 28 | 190 | 56 ± 32 | 0.864 | 0.388 |
| 3 d | 114 | 94 ± 36 | 208 | 101 ± 44 | 1.476 | 0.141 |
| 4 d | 114 | 138 ± 46 | 208 | 149 ± 55 | 1.774 | 0.077 |
| 5 d | 114 | 182 ± 56 | 208 | 203 ± 63 | 2.884 | 0.004 |
| 6 d | 114 | 228 ± 68 | 208 | 254 ± 74 | 3.066 | 0.002 |
| 7 d | 114 | 277 ± 78 | 208 | 299 ± 89 | 2.145 | 0.033 |

注：日龄1 d的每日累积液体净平衡用中位数（四分位数间距）表示，余用均数 ± 标准差表示。

## 3 讨论

新生儿液体平衡早期易受多种因素影响，通常在生后1周内出现生理性体重下降，主要由于体液调节、胎粪排出、不显性失水增加以及早期喂养不足等因素所致[12]。Starr等[13]指出，生后前3 d的体液平衡和恢复体重的时间可能是改善患儿临床不良结局的潜在目标。此外，早期体重下降可能反映了更合理的液体管理和更早的肠内喂养启动，这些因素均有助于患儿的疾病恢复。NS的抗生素使用时间通常取决于感染控制情况和临床恢复进程[14]。发生FO的患儿可导致体内药物的分布容积增加，影响抗生素的血药浓度，适度的液体管理有助于优化药物治疗效果。同时，抗生素的使用种类也是抗生素使用时间的影响因素之一。

Matsushita等[5]研究表明，新生儿早期FO与生后7 d内较长的机械通气时间相关。败血症的核心病理生理机制是全身炎症反应综合征，其特征是促炎细胞因子（如肿瘤坏死因子-α、白介素-6、白介素-1β）过度释放，导致白细胞黏附增加，引起血管内皮损伤、毛细血管渗漏和微循环障碍，造成低灌注及休克，进一步增加血管通透性[15]。

过量的液体可能导致肺间质水肿，加重氧合障碍，降低肺顺应性，增加循环负担，进而增加机械通气需求[16-17]。严重NS常伴随毛细血管渗漏综合征[18]，导致液体和蛋白质从血管渗漏到组织间质中，是FO的极端状态。Cao等[19]研究表明，新生儿较早发生全身性水肿和在生后7 d内未能达到液体负平衡均与不良结局相关。此外，本研究还显示，体重增加组患儿第5天、第6天每日液体净平衡及第5天、第6天、第7天每日累积液体净平衡显著高于体重未增组，这可能提示体重管理在新生儿早期液体管理中也应得到重视。所以临床医生不仅要考虑毛细血管渗漏的严重程度，还要考虑液体干预的时机，以降低不良结局的发生率。

新生儿有着不成熟的肾脏稳态机制，由于循环中抗利尿激素水平高，且尿液排出较少，新生儿在早期液体需求量较低[20]。新生儿生后早期体重下降主要与细胞外液收缩，生后体液再分布过程的生理性调节有关，此时肾脏主要通过排钠机制维持电解质平衡[21]。Besen等[22]指出，新生儿发生电解质紊乱通常也与FO有关，存在潜在危险。此外，FO与新生儿AKI密切相关，尤其在NS或其他严重炎症状态下，过量的液体可能导致循环容量增加，加重心脏负担，甚至诱发肺水肿、AKI、微循环障碍等并发症。

PDA是影响新生儿常见的心脏疾病之一。由于新生儿PDA自发性关闭的发生率较高，目前有关PDA的治疗利弊仍存在争议[23]。Bell等[24]研究表明，在避免严重脱水的前提下限制液体摄入量可降低PDA的发生率，但不会显著增加不良事件的发生率。目前限制液体摄入已被建议为管理PDA的非药物干预措施之一[25]。PDA的发生率在体重未增组较低，这与FO增加心脏左向右分流、加重PDA的理论一致。本研究也观察到类似趋势，提示体重和液体管理在PDA的发生中可能起关键作用。

Besen等[26]研究表明，中-重度肺动脉高压在NS中是较为严重的并发症。其并发机制可能与炎症介质引起的肺血管收缩、血流动力学不稳定及右心后负荷增加有关[27]。新生儿颅内出血的发生主要与其早期内环境稳态的破坏相关，如窒息后的再灌注损伤、大脑供氧、血压及氧分压波动等密切相关。Huang等[28]研究指出，EOS、电解质紊乱、有创机械通气、胎龄等是增加新生儿颅内出血发生率的独立危险因素。本研究显示，体重适度降低可能是新生儿发生颅内出血的保护因素之一。体重下降不仅有助于降低肺血管压力，从而减少肺动脉高压的发生，也有助于改善血流动力学不稳定，维持更稳定的脑灌注，减少颅内出血风险。

本研究为单中心回顾性研究，可能存在选择偏倚；其次，未记录具体液体管理方案及喂养细节及未区分生理性体重下降与病理性脱水；此外，未纳入脑钠肽等反映容量负荷的生物学指标[29]。未来需开展前瞻性研究，明确最佳体重下降阈值，同时可进一步探讨不同体重变化程度对新生儿EOS具体生理机制的影响，以及如何通过个性化的液体管理策略来优化新生儿的临床结局。

综上，建议在EOS足月AGA的早期液体和体重管理中，可允许一定程度的体重下降，同时密切监测患儿每日体重、每日液体出入量及血流动力学。液体和体重应个体化管理，避免过量输液加重器官负担或过度限制导致低血容量。

作者贡献声明：曾仕诚负责设计课题、收集与分析数据、撰写与修改文章；周娴璐、向祯祯负责收集与分析数据；华子瑜负责设计课题、修改文章。

利益冲突声明：所有作者均声明不存在利益冲突。

## ［参 考 文 献］

[1] Li J, Xiang L, Chen X, et al. Global, regional, and national burden of neonatal sepsis and other neonatal infections, 1990-2019: findings from the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. Eur J Pediatr, 2023, 182(5): 2335-2343. PMID: 36879151. DOI: 10.1007/s00431-023-04911-7.

[2] 中华医学会儿科学分会新生儿学组, 中华儿科杂志编辑委员会. 新生儿败血症诊断与治疗专家共识（2024）[J]. 中华儿科杂志, 2024, 62(10): 931-940. PMID: 39327959. DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20240505-00307.

[3] 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.

[4] Kong X, Zhu Y, Zhu X. Association between early fluid overload and mortality in critically-ill mechanically ventilated children: a single-center retrospective cohort study[J]. BMC Pediatr, 2021, 21(1): 474. PMID: 34702226. PMCID: PMC8549157. DOI: 10.1186/s12887-021-02949-w.

[5] 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.

[6] 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.

[7] Selewski DT, Akcan-Arikan A, Bonachea EM, et al. The impact of fluid balance on outcomes in critically ill near-term/term neonates: a report from the AWAKEN study group[J]. Pediatr Res, 2019, 85(1): 79-85. PMID: 30237572. PMCID: PMC6941736. DOI: 10.1038/s41390-018-0183-9.

[8] 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.

[9] 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.

[10] 中华医学会急诊学分会儿科学组,中华医学会儿科学分会急诊学组、新生儿学组. 新生儿危重病例评分法（草案）[J]. 中华儿科杂志, 2001, 16(7): 42-43.
DOI: 10.3760/j.issn:0578-1310.2001.01.013

[11] 邵肖梅, 叶鸿瑁, 丘小汕. 实用新生儿学[M]. 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 2019.

[12] Rutledge A, Murphy HJ, Harer MW, et al. Fluid balance in the critically ill child section: "how bad is fluid in neonates? "[J]. Front Pediatr, 2021, 9: 651458. PMID: 33959572. PMCID: PMC8093499. DOI: 10.3389/fped.2021.651458.

[13] 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.

[14] Procianoy RS, Silveira RC. The challenges of neonatal sepsis management[J]. J Pediatr (Rio J), 2020, 96(Suppl 1): 80-86. PMID: 31747556. PMCID: PMC9432313.
DOI: 10.1016/j.jped.2019.10.004.

[15] Fatmi A, Saadi W, Beltrán-García J, et al. The endothelial glycocalyx and neonatal sepsis[J]. Int J Mol Sci, 2022, 24(1): 364. PMID: 36613805. PMCID: PMC9820255.
DOI: 10.3390/ijms24010364.

[16] Ziaka M, Exadaktylos A. Fluid management strategies in critically ill patients with ARDS: a narrative review[J]. Eur J Med Res, 2025, 30(1): 401. PMID: 40394685. PMCID: PMC12090615. DOI: 10.1186/s40001-025-02661-w.

[17] Sbaraini Zernini I, Nocera D, D'Albo R, et al. Acute respiratory distress syndrome and fluid management: finding the perfect balance[J]. J Clin Med, 2025, 14(6): 2067. PMID: 40142875. PMCID: PMC11942663. DOI: 10.3390/jcm14062067.

[18] Saravi B, Goebel U, Hassenzahl LO, et al. Capillary leak and endothelial permeability in critically ill patients: a current overview[J]. Intensive Care Med Exp, 2023, 11(1): 96. PMID: 38117435. PMCID: PMC10733291.
DOI: 10.1186/s40635-023-00582-8.

[19] Cao L, Song Y, Zhang L, et al. The clinical application of subcutaneous thoracic ratio and capillary leakage index on the occurrence of capillary leak syndrome in neonates with sepsis[J]. Front Pediatr, 2025, 13: 1603378. PMID: 40692798. PMCID: PMC12277306. DOI: 10.3389/fped.2025.1603378.

[20] Lindower JB. Water balance in the fetus and neonate[J]. Semin Fetal Neonatal Med, 2017, 22(2): 71-75. PMID: 28153467.
DOI: 10.1016/j.siny.2017.01.002.

[21] Gist KM, Selewski DT, Brinton J, et al. Assessment of the independent and synergistic effects of fluid overload and acute kidney injury on outcomes of critically ill children[J]. Pediatr Crit Care Med, 2020, 21(2): 170-177. PMID: 31568240. PMCID: PMC7007847. DOI: 10.1097/PCC.0000000000002107.

[22] Besen BA, Gobatto AL, Melro LM, et al. Fluid and electrolyte overload in critically ill patients: an overview[J]. World J Crit Care Med, 2015, 4(2): 116-129. PMID: 25938027. PMCID: PMC4411563. DOI: 10.5492/wjccm.v4.i2.116.

[23] Hundscheid T, Jansen EJS, Onland W, et al. Conservative management of patent ductus arteriosus in preterm infants: a systematic review and meta-analyses assessing differences in outcome measures between randomized controlled trials and cohort studies[J]. Front Pediatr, 2021, 9: 626261. PMID: 33718300. PMCID: PMC7946967.
DOI: 10.3389/fped.2021.626261.

[24] Bell EF, Acarregui MJ. Restricted versus liberal water intake for preventing morbidity and mortality in preterm infants[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2014, 2014(12): CD000503. PMID: 25473815. PMCID: PMC7038715.
DOI: 10.1002/14651858.CD000503.pub3.

[25] Jain A, Shah PS. Diagnosis, evaluation, and management of patent ductus arteriosus in preterm neonates[J]. JAMA Pediatr, 2015, 169(9): 863-872. PMID: 26168357.
DOI: 10.1001/jamapediatrics.2015.0987.

[26] Besen BA, Taniguchi LU. Negative fluid balance in sepsis: when and how? [J]. Shock, 2017, 47(1S Suppl 1): 35-40. PMID: 27454378. DOI: 10.1097/SHK.0000000000000701.

[27] Duignan SM, Lakshminrusimha S, Armstrong K, et al. Neonatal sepsis and cardiovascular dysfunction I: mechanisms and pathophysiology[J]. Pediatr Res, 2024, 95(5): 1207-1216. PMID: 38044334. DOI: 10.1038/s41390-023-02926-2.

[28] Huang J, Wang Y, Tian T, et al. Risk factors for periventricular-intraventricular haemorrhage severity in preterm infants: a propensity score-matched analysis[J]. BMC Pediatr, 2023, 23(1): 341. PMID: 37407929. PMCID: PMC10320876.
DOI: 10.1186/s12887-023-04114-x.

[29] Nourbakhsh N, Benador N. Assessment of fluid status in neonatal dialysis: the need for new tools[J]. Pediatr Nephrol, 2023, 38(4): 1373-1379. PMID: 36459242. PMCID: PMC9925496. DOI: 10.1007/s00467-022-05829-2.

（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）