

新生儿坏死性小肠结肠炎手术的麻醉管理

主讲人：李上莹莹

重庆医科大学附属儿童医院 麻醉科

2025.04.19

1956年由上海第一医学院儿科系迁重庆创建全国最早成立的儿童专科医院之一



- ◆ 年手术量**4万**余例，手术室外麻醉**1万**余例，儿童检查镇静近**8万**余例
- ◆ 新生儿科由**三个**病房组成，开放床位**310张**，年收治患儿达**1万**余例



近3年新生儿手术量**3000**余例，ASA Ⅲ~V级新生儿急腹症**1000**余例，

新生儿坏死性小肠结肠炎的手术量近**300**例

病例分享——病例介绍



“巴掌宝宝”

疾病概述

定义：

坏死性小肠结肠炎（NEC）是新生儿尤其是早产儿的肠道炎症坏死性疾病，临床主要表现为腹胀、呕吐、腹泻、便血，可出现休克及多器官功能衰竭。

流行病学：

据统计，在出生体重低于1500g的早产儿中NEC发病率为5%~10%，病死率可达20%~30%，其中超过30%~50%的NEC患儿需要接受外科手术治疗。

NEC的手术时机



- 手术绝对指征：肠穿孔
- 手术相对指征：内科保守治疗无效或病情进展
- 有手术指征且能耐受手术的NEC 患儿，首选剖腹探查术
- 对无法耐受剖腹探查术的患儿考虑选用腹腔引流术

病例分享——麻醉评估

极低体重超早产儿（出生 < 28周，体重 < 1500g）

气管插管辅助通气-----维持氧合

脓毒血症（感染性休克）-----循环不稳定（多巴胺泵入）

腹胀明显-----腹腔内高压？腹腔间隙综合征？

ASA分级 IV E

危重！！！！ → 挑战！！！！



NEC麻醉管理的关注点

病理生理特点

01

麻醉药物选择

02

气管导管选择

03

呼吸管理

04

循环管理

05

内环境及体温管理

06

一、早产儿与麻醉相关的病理生理特点

呼吸系统

- 呼吸窘迫综合征
- 支气管肺发育不良
- 胎粪吸入性综合征



循环系统

- 对容量负荷敏感
- 胎儿式循环 (PDA)
- 持续性肺动脉高压
- 先天性心脏病



消化系统

- 胃食管反流
- NEC
- 黄疸



内环境

- 低糖血症
- 低钙血症



其他系统

- 脑室内出血
- 早产儿视网膜病变
- 低体温

二、麻醉药物的选择

■ 麻醉诱导药物

- 吸入麻醉药：七氟烷
- 静脉麻醉药：咪达唑仑、芬太尼、顺式阿曲库铵、罗库溴铵

■ 麻醉维持药物：

- 吸入麻醉药：七氟烷
- 静脉麻醉药：瑞芬太尼、间断给与芬太尼和肌松药（诱导半量）

稳

平衡用药，生命体征平稳

少

小剂量、分次用药

二、麻醉药物的选择

O2/N2O/空气		0.3/0/0.7	L/min
★▲咪达唑仑(瑞太)注射液	AB403003...	0.1	mg
戊乙奎醚(长托宁)注射液		0.01	mg
苯磺顺阿曲库铵注射液(顺理阿)		0.15	mg
维生素K1注射液		2	mg
★▲注射用盐酸瑞芬太尼	AC4050091	0.2	μg/kg/min
★▲七氟烷(凯特力)		0.5	%
★▲枸橼酸芬太尼注射液	AB404022...	5	ug

麻醉诱导：咪达唑仑 (0.1mg)、芬太尼 (5ug)、顺式阿曲库铵(0.15mg)

麻醉维持：七氟烷(0.5%)、瑞芬太尼(0.2ug/kg/min)

本例患儿麻醉用药

二、麻醉药物的选择

O ₂ /N ₂ O/空气		0.3/0/0.7	L/min
★▲咪达唑仑(瑞太)注射液	AB403003...	0.1	mg
戊乙奎醚(长托宁)注射液		0.01	mg
苯磺顺阿曲库铵注射液(顺理阿)		0.15	mg
维生素K1注射液		2	mg
★▲注射用盐酸瑞芬太尼	AC4050091	0.2	μg/kg/min
★▲七氟烷(凯特力)		0.5	%
★▲枸橼酸芬太尼注射液	AB404022...	5	ug

麻醉诱导：咪达唑仑 (0.1mg)、芬太尼 (5ug)、顺式阿曲库铵(0.15mg)

麻醉维持：七氟烷(0.5%)、瑞芬太尼(0.2ug/kg/min)

本例患儿麻醉用药

三、气管导管的选择

本例患儿外院带入 # **2.5不带囊普**
通气管导管，深度**7cm**

根据新生儿体重选择合适的气管导管和插管深度

Table 4: Endotracheal tube size and length based on weight

Weight (kg)	Tube Size (ID), mm	Oral Length (cm)	Nasal Length (cm)
<0.7	2.0	5	5
<1.0	2.5	5.5	7.0
1.0	2.5/3.0	6.0	7.5
2.0	3.0	7.0	9.0
3.0	3.0/3.5	8.5	10.5
3.5	3.0/3.5	9.0	11

ID – Internal diameter

Endotracheal tubes and Laryngeal mask airways used in neonates.

Age/weight	Uncuffed tube size (mm ID)	Cuffed tube size (mm ID)	Laryngeal mask airway size
Preterm, <1000 g	2.5		
Preterm, 1000 g–2500 g	3.0	3.0 ^a	Case reports of Size 1 in infants 1.3–2.5 kg
Preterm, 3 kg	3.0	3.0 ^a	Size 1 (2.5–5.0 kg)
Term, 3 kg	3.5	3.0	Size 1 (2.5–5.0 kg)

■ 插管深度：1-2-3 (kg) —— 7-8-9 (cm) 法则（听诊+双侧胸廓起伏）

Anaesthetic concerns in preterm and term neonates. Indian J Anaesth. 2019 Sep;63(9):771-779

Anaesthesia for urgent and emergency surgery. Early Hum Dev. 2010 Nov;86(11):703-14.

三、气管导管的选择

本例患儿外院带入 # **2.5不带囊普**
通气管导管，深度**7cm**

根据新生儿体重选择合适的气管导管和插管深度

Table 4: Endotracheal tube size and length based on weight

Weight (kg)	Tube Size (ID), mm	Oral Length (cm)	Nasal Length (cm)
<0.7	2.0	5	5
<1.0	2.5	5.5	7.0
1.0	2.5/3.0	6.0	7.5
2.0	3.0	7.0	9.0
3.0	3.0/3.5	8.5	10.5
3.5	3.0/3.5	9.0	11

ID – Internal diameter

Endotracheal tubes and Laryngeal mask airways used in neonates.

Age/weight	Uncuffed tube size (mm ID)	Cuffed tube size (mm ID)	Laryngeal mask airway size
Preterm, <1000 g	2.5		
Preterm, 1000 g–2500 g	3.0	3.0 ^a	Case reports of Size 1 in infants 1.3–2.5 kg
Preterm, 3 kg	3.0	3.0 ^a	Size 1 (2.5–5.0 kg)
Term, 3 kg	3.5	3.0	Size 1 (2.5–5.0 kg)

■ 插管深度：1-2-3 (kg) —— 7-8-9 (cm) 法则（听诊+双侧胸廓起伏）

Anaesthetic concerns in preterm and term neonates. Indian J Anaesth. 2019 Sep;63(9):771-779

Anaesthesia for urgent and emergency surgery. Early Hum Dev. 2010 Nov;86(11):703-14.

三、气管导管的选择

RESEARCH REPORT

WILEY Pediatric Anesthesia

A retrospective observational study of acquired subglottic stenosis using low-pressure, high-volume cuffed endotracheal tubes

David Greaney¹ | John Russell² | Ian Dawkins³ | Martina Healy¹

TABLE 3 Characteristics of patients with acquired ETT-related subglottic stenosis

Patient number	Gestation (wk)	Uncuffed tube	Cotton-Myer Grade ^a	MLBs	# surgical procedures ^b	Completed treatment ^b
1	33	✓	50+	2	1	✓
2	24	✓	70+	5	3	✓
3	25	✓	100	9	3+	
4	24	✓	70	10	4+	
5	24	✓	80+	4	1+	
6	31	✓	80	2	1+	
7	35	✓	53	2	0	✓
8	24	✓	70+	7	3+	

^aCotton-Myer grade at first MLB.

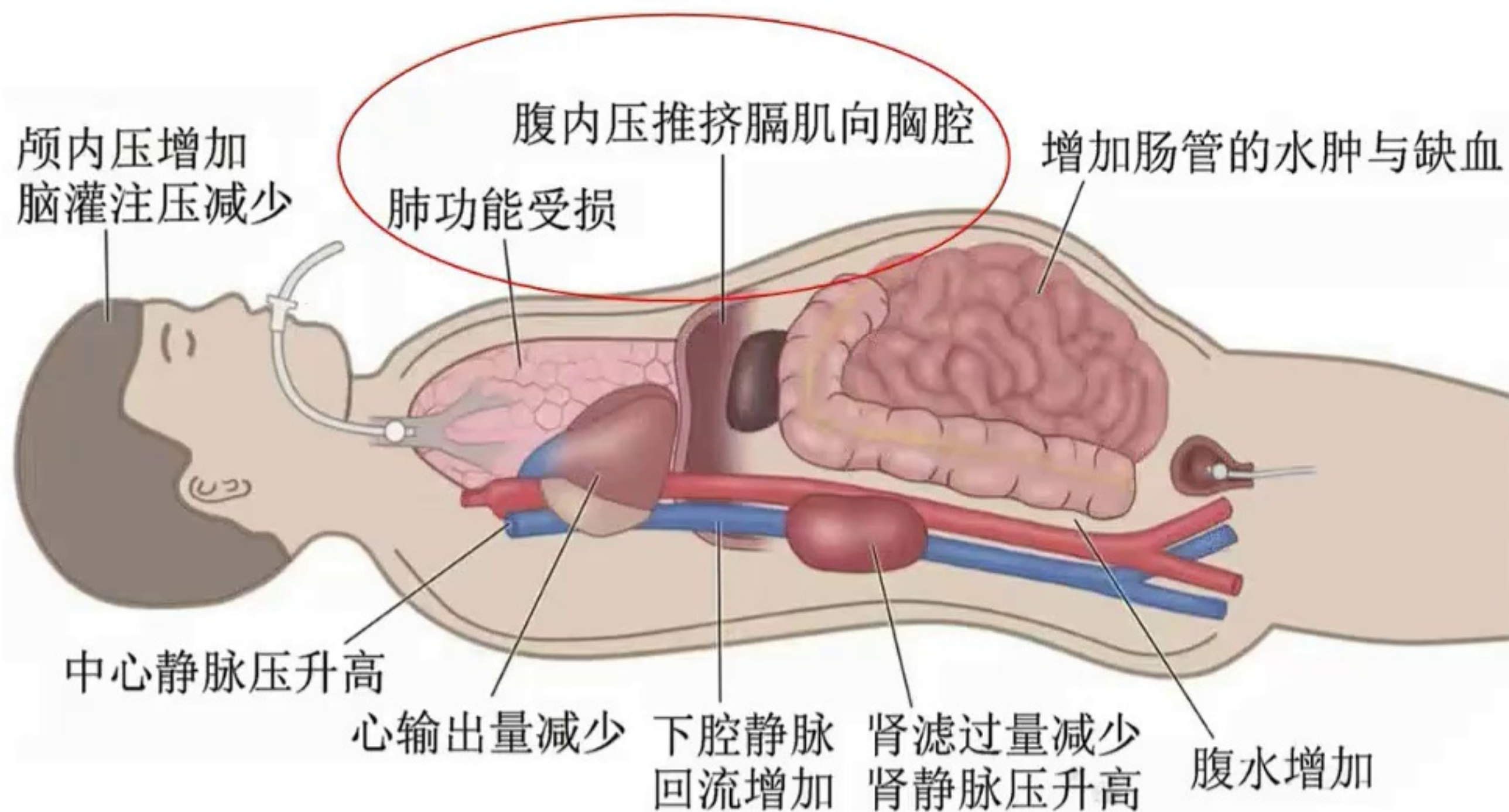
^bAt time of study completion, five of the patients required ongoing surgical therapy.

声门下狭窄，均为早产儿，且均使用**无囊**气管导管

使用**带囊**气管导管进行机械通气的患儿中未观察到声门下相关损伤

四、呼吸管理

腹腔高压对呼吸系统的影响



四、呼吸管理

目标血氧饱和度 (SpO₂)

Review 24.7 1区 > JAMA Pediatr. 2015 Apr;169(4):332-40.
doi: 10.1001/jamapediatrics.2014.3307.

Oxygen saturation target range for extremely preterm infants: a systematic review and meta-analysis

Meta-Analysis 63.5 1区 > JAMA. 2018 Jun 5;319(21):2190-2201. doi: 10.1001/jama.2018.5725.

Association Between Oxygen Saturation Targeting and Death or Disability in Extremely Preterm Infants in the Neonatal Oxygenation Prospective Meta-analysis Collaboration

当允许更为宽泛的SpO₂目标范围时 (85%-95%)，新生儿在死亡率、支气管肺的发育不良、早产儿视网膜病变及神经系统发育等方面与对照组 (SpO₂, 85%-89%) 没有显著差异。

与维持较高水平SpO₂ (91%-95%) 相比，较低水平SpO₂ (85%-89%) 的早产儿视网膜病变的风险减小，但死亡率、NEC风险增加。

四、呼吸管理

新生儿和低体重新生儿麻醉指南（2017 版）

左云霞, 石翊颀, 叶茂, 刘金柱, 李克忠 (共同执笔人), 杨狄, 连庆泉, 汪幸 (共同执笔人),
宋兴荣, 张马忠, 张建敏 (负责人), 张斌, 张溪英, 金立民, 赵平, 胡华琨, 胡智勇, 姜丽华,
倪诚

**建议术中维持 SpO₂ 在 93% ~ 96% 以上, PaO₂
在 50 ~ 80mmHg 比较合适**

四、呼吸管理

动脉二氧化碳分压 (PaCO_2)

› *Respir Care*. 2018 Aug;63(8):943-949. doi: 10.4187/respcare.05801. Epub 2018 Apr 3.

Incidence of Hypocapnia, Hypercapnia, and Acidosis
and the Associated Risk of Adverse Events in Preterm
Neonates

Melissa K Brown¹, Deborah M Poeltler², Kasim O Hassen², Danielle V Lazarus²,
Vanessa K Brown², Jeremiah J Stout², Wade D Rich², Anup C Katheria²

PaCO_2 :

低: < 30mmHg

正常: 35-45mmHg

轻度高: 45-55mmHg

中度高: 55-65mmHg

重度高: > 65mmHg

呼气末二氧化碳分压 (PetCO_2) 可能并不能反映真实的 PaCO_2

四、呼吸管理

动脉二氧化碳分压 (PaCO_2)

允许性高碳酸血症：在低潮气量下维持足够的分钟通气，有助于避免容积创伤和气压创伤引起的肺损伤，是在早产儿管理中常用的肺保护策略，但提供最小风险的 PaCO_2 范围尚不清楚。

- 对于需要呼吸支持的新生儿来说，大约5-7 kPa (37.5-52.5 mmHg) 的二氧化碳分压水平可能是安全的
- 允许性高碳酸血症的安全上限不明确

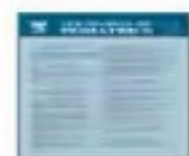
Incidence of Hypocapnia, Hypercapnia, and Acidosis and the Associated Risk of Adverse Events in Preterm Neonates.
Carbon dioxide levels in neonates: what are safe parameters? Pediatr Res. 2022 Apr;91(5):1049-1056.

四、呼吸管理

PCV vs VCV



The Journal of Pediatrics
Volume 149, Issue 3, September 2006, Pages 308-313



Original article

Mechanical ventilation of very low birth weight infants: Is volume or pressure a better target variable?

Presented at the Annual Meeting of the Pediatric Academic Societies, Washington, DC, May 16, 2005.

Jaideep Singh MD *, Sunil K. Sinha MD, PhD *, Paul Clarke MB, FRCPCH *, Steve Byrne MD, PhD *, Steven M. Donn MD *



VCV在极低出生体重新生儿中是**安全有效**的，
患儿**死亡率**、**机械通气时间**较PCV组更小。



Trusted evidence.
Informed decisions.
Better health.

Cochrane Database of Systematic Reviews

[Intervention Review]

Volume-targeted versus pressure-limited ventilation in neonates

Claus Klingenberg^{1,2}, Kevin I Wheeler^{3,4}, Naomi McCallion^{5,6}, Colin J Morley⁷, Peter G Davis^{8,9,10}



一项meta分析，该研究结果显示与使用PCV的新生儿相比，使用VCV的新生儿**死亡率**有降低趋势

四、呼吸管理

PCV-VG vs VCV

临床麻醉学杂志 2024 年 2 月第 40 卷第 2 期 J Clin Anesthesiol, February 2024, Vol.40, No.2

· 155 ·

· 临床研究

压力控制容量保证通气模式在新生儿胸腔镜食管
闭锁手术中的应用

- 选择全麻下行胸腔镜食管闭锁手术新生儿，日龄 1-4d，体重 1.4-4.5kg，ASA III或IV级。
- 在新生儿胸腔镜食管闭锁手术中，与VCV模式比较，使用 PCV-VG 模式可以降低气道压力，提高肺顺应性，改善术中肺部气体交换，有利于新生儿术后康复。

四、呼吸管理

通气模式及参数设置--经验

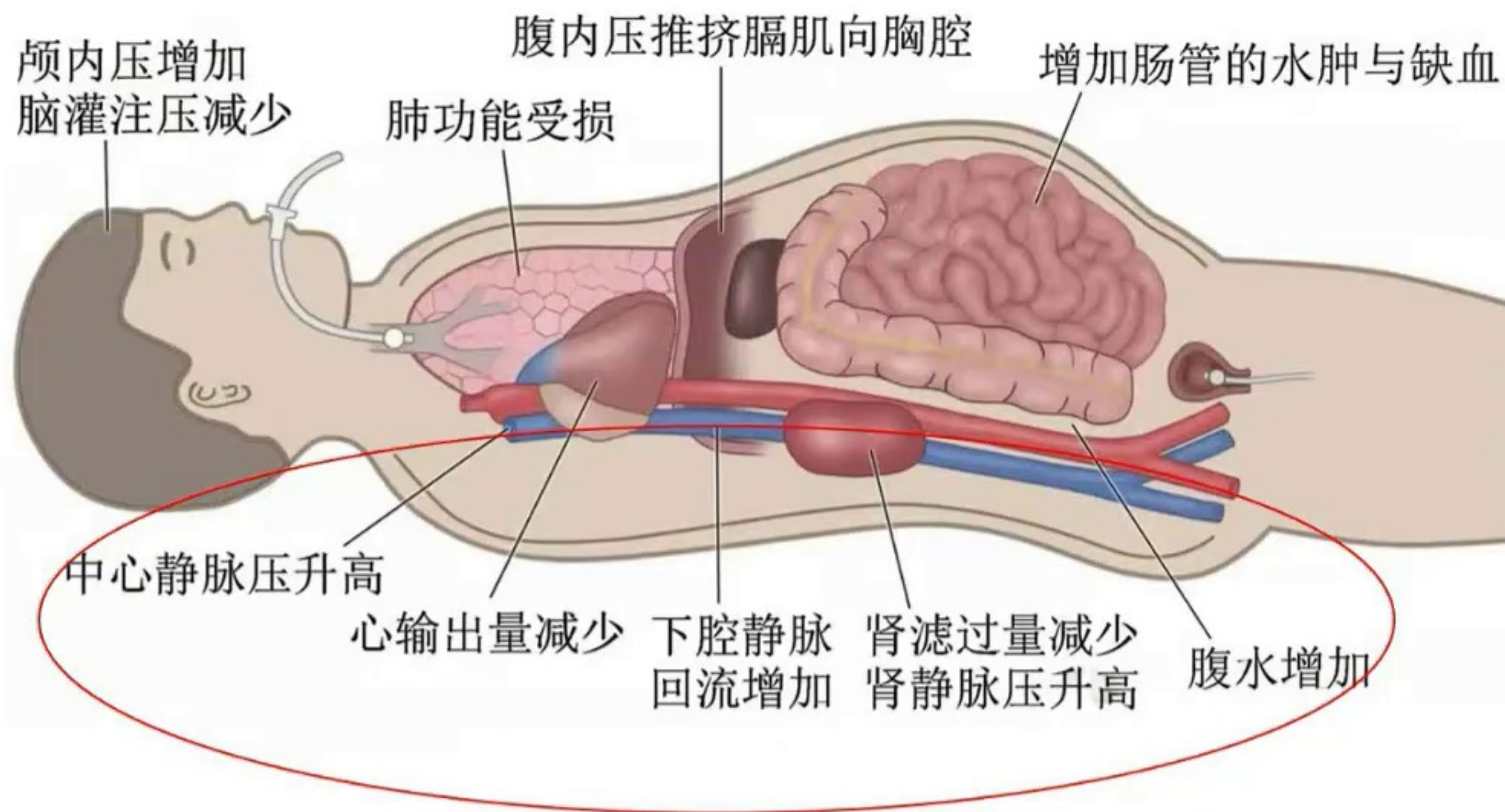
呼吸参数设置

- FiO_2 0.4-0.6
- 气道峰压: 小于 $30\text{cmH}_2\text{O}$
- PEEP 4- $5\text{cmH}_2\text{O}$
- 吸呼比 1:1.5
- 保持相对快的呼吸频率 30-40次/分



PCV & PCV-VG

五、循环管理



五、循环管理——低心率

新生儿低心率

- NEC患儿伴有明显坏死或败血症时，循环中促炎细胞因子水平升高使心率变异性降低
- 肠道动力不足、肠梗阻和肠扩张使迷走神经张力增加



1.Cytokine screening identifies NICU patients with Gram-negative bacteremia. Pediatr Res. 2012.

2.Autonomic dysfunction in experimental sepsis induced by cecal ligation and puncture. Auton Neurosci. 2008.

五、循环管理——低血压

新生儿低血压



Journal of Perinatology (2009) 29, S58–S62

© 2009 Nature Publishing Group All rights reserved. 0743-8346/09 \$32

www.nature.com/jp

REVIEW

Definition of hypotension and assessment of hemodynamics in the preterm neonate

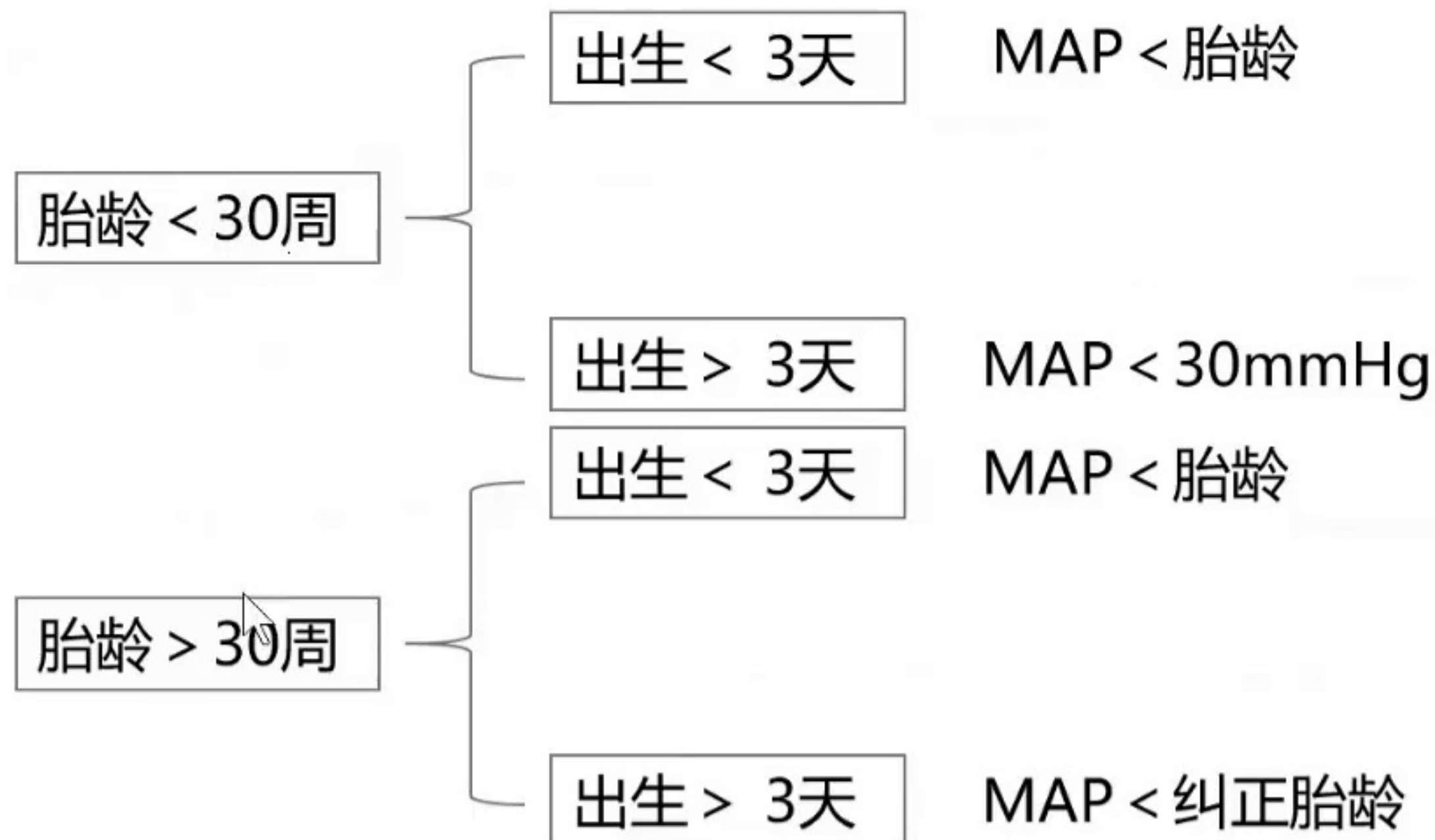
R Cayabyab^{1,2}, CW McLean^{1,2} and I Seri^{1,2}

¹Department of Pediatrics, Center for Fetal and Neonatal Medicine and the USC Division of Neonatal Medicine, Keck School of Medicine, University of Southern California, Los Angeles, CA, USA and ²Childrens Hospital Los Angeles and the LAC + USC Medical Center, Los Angeles, CA, USA

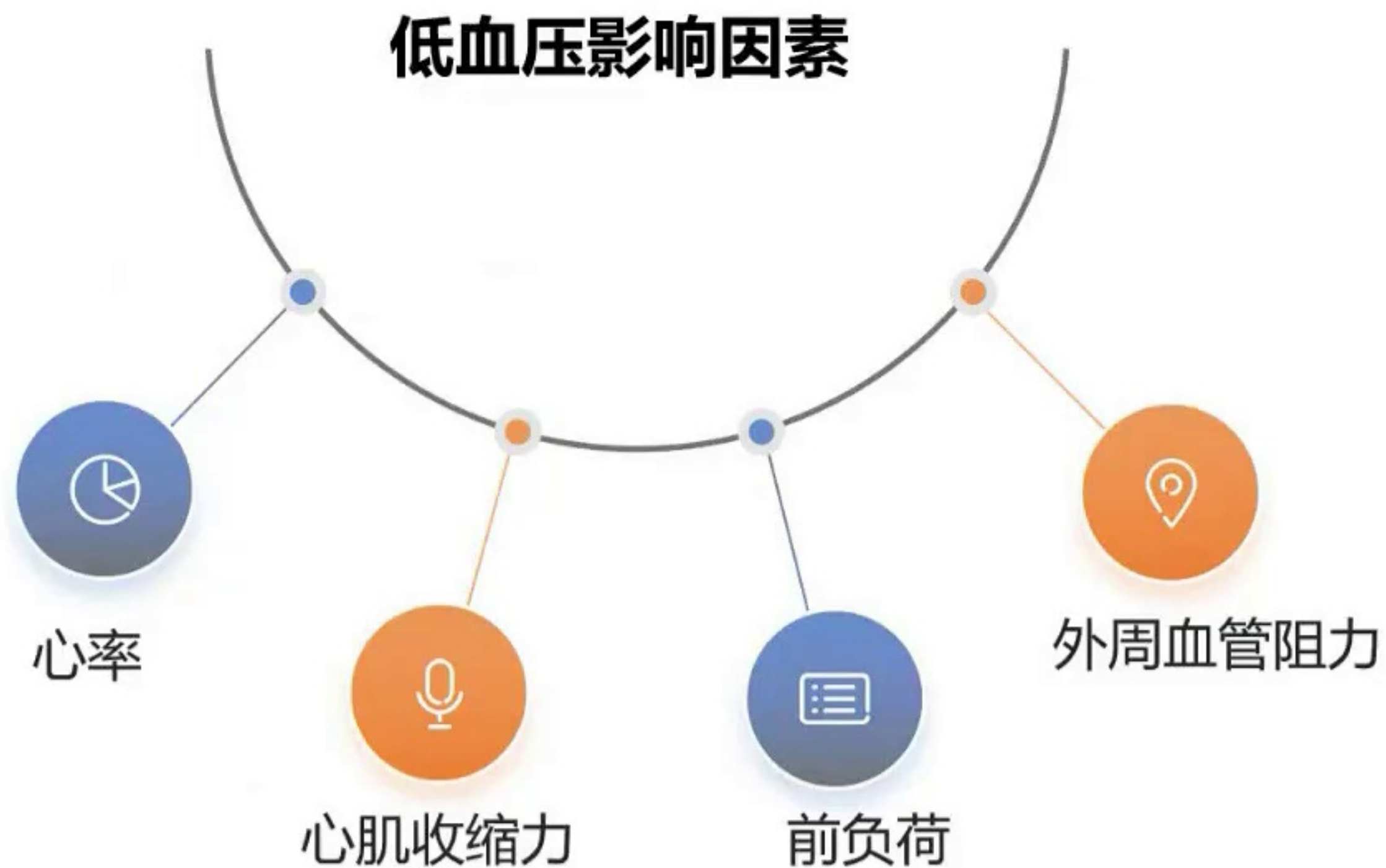
低血压：最为广泛使用的低血压定义为**平均动脉压（MAP）低于胎龄**，其次为MAP小于基于胎龄和体重的第5或第10百分位

五、循环管理——低血压

新生儿低血压



五、循环管理



五、循环管理——低血压监测

血压监测

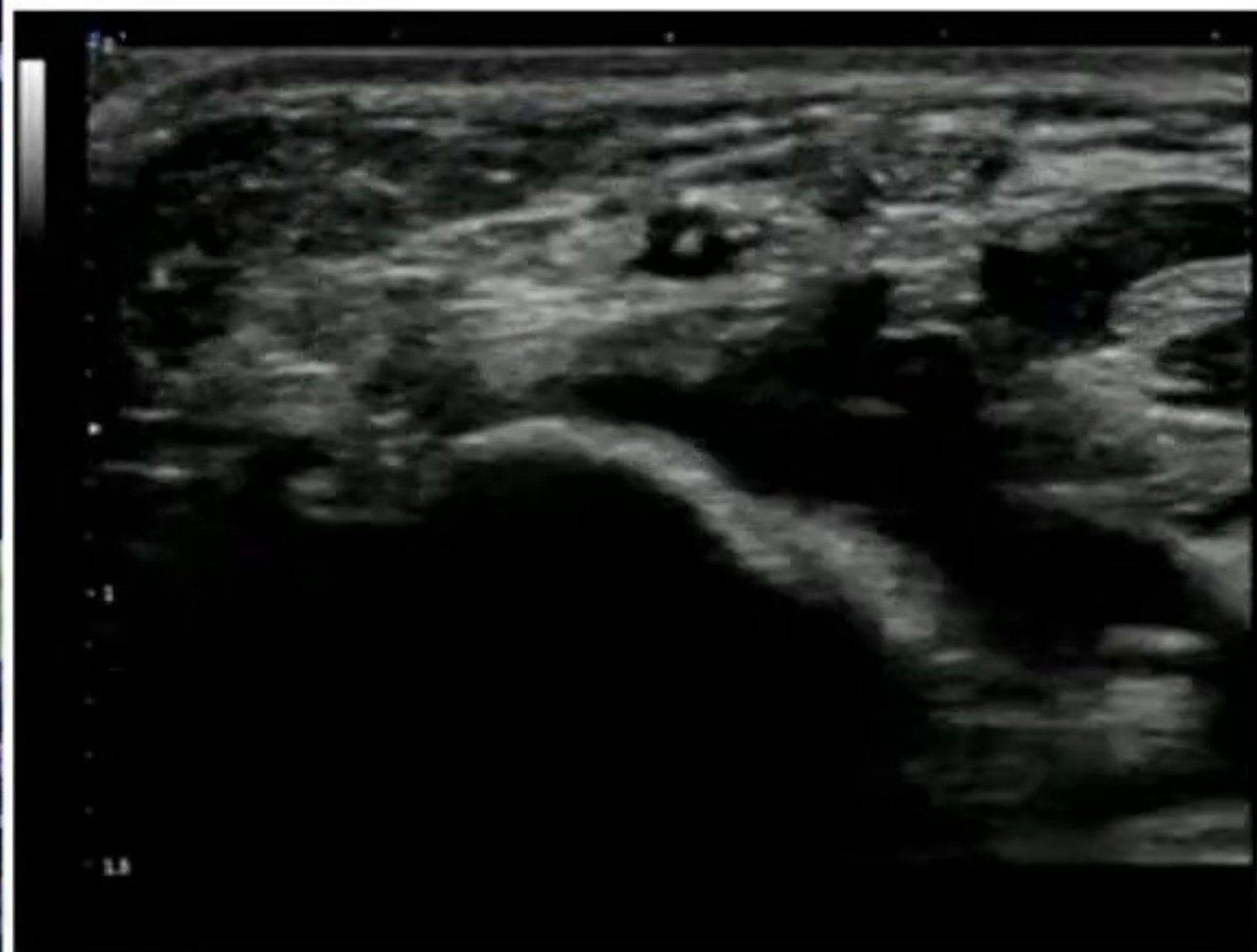
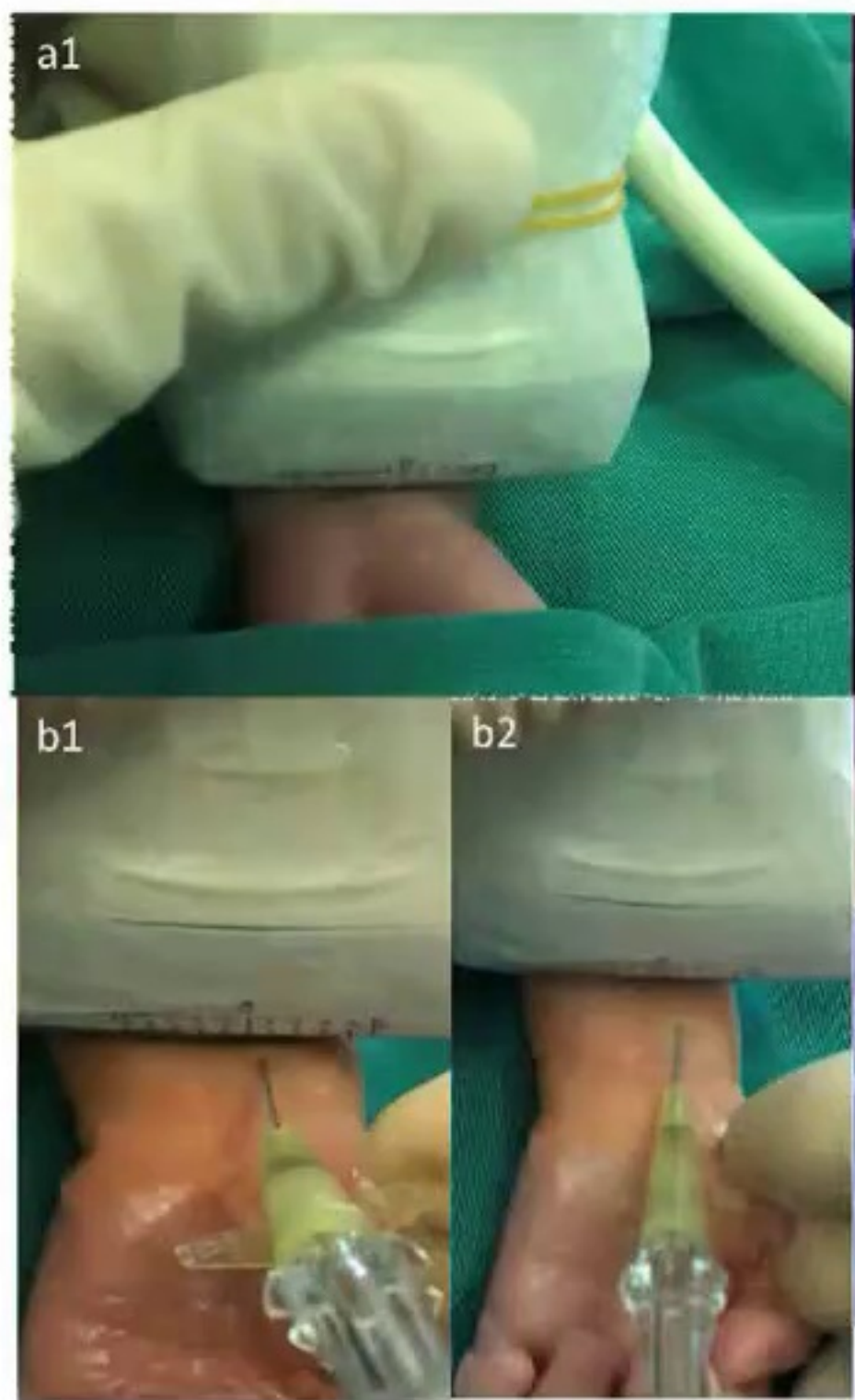


有创动脉压监测：精准、实时



动脉穿刺：难

五、循环管理——动脉穿刺



动脉穿刺：超声引导下短轴平面外“**针尖消失**”穿刺法

五、循环管理——动脉穿刺

动脉穿刺相关研究

Randomized Controlled Trial 5.108 > Anesth Analg. 2019 Jul;129(1):178-183.
doi: 10.1213/ANE.0000000000003445.

"Modified Dynamic Needle Tip Positioning" Short-Axis, Out-of-Axis, and In-Axis Cannulation in the Radial Artery: A Randomized Controlled Trial

Randomized Controlled Trial 4.330 > Eur J Anaesthesiol. 2020 Feb;37(2):91-97.
doi: 10.1097/EJA.0000000000001089.

Lifei Liu ^{1,2}, Yanzhe Tan ¹

Affiliations + expand

PMID: 29787409 DOI: 10

A novel method for ultrasound-guided radial artery cannulation in infants: A randomized controlled trial

Randomized Controlled Trial 4.2 2区 > Eur J Anaesthesiol. 2020 Feb;37(2):91-97.
doi: 10.1097/EJA.0000000000001089.

A novel method for ultrasound-guided radial artery cannulation in infants: A randomized controlled trial

Ping Ye ¹, Yanzhe Tan ¹

2.283 > J Vasc Access. 2023 May;24(2):111-116. Online ahead of print. Randomized Controlled Trial 5.0 2区 > J Clin Anesth. 2023 May;85:111038. doi: 10.1016/j.jclinane.2022.111038. Epub 2023 Jan 3.

Scale ultrasound-guided radial artery cannulation in infants: A randomized controlled trial

Fei Yang ¹, Shangying Yuan Shi ¹, Lifei Liu ¹

Ziyi Wang ¹, Hongjie Guo ¹, Shujun Shi ¹, Ying Xu ², Mao Ye ², Lin Bai ², Yanzhe Tan ², Yihui Li ², Lifei Liu ³

五、循环管理——中心静脉穿刺



五、循环管理——中心静脉穿刺



超声引导下颈内静脉穿刺留置针

五、循环管理——中心静脉穿刺

中心静脉穿刺相关研究

3.079 > Am J Perinatol. 2021 Aug 27. doi: 10.1055/s-0041-1733958. Online ahead of print.

Ultrasound
Saphenou

Randomized Controlled Trial

1.9 4区

> Acta Anaesthesiol Scand. 2021 Mar;65(3):420-427.

doi: 10.1111/aas.13728. Epub 2020 Nov 20.

Zhenzhen Tu¹, Yar

Combined s
jugular vein

2.283

> J Vasc Access. 2021 Jul;22(4):642-649. doi: 10.1177/11297298211011867. Epub 2021 Apr 28.

Affiliations + expa

PMID: 34450674

A randomize

Distal super
central cath

2.283

> J Vasc Access. 2021 May 16;11297298211015043. doi: 10.1177/11297298211015043.

Online ahead of print.

Wei Liu^{1 2}, Zhenzhen

guidance for
randomized

Ultrasound guidance for internal jugular vein

Randomized Controlled Trial

1.6 4区

> J Vasc Access. 2022 Nov;23(6):922-929.

doi: 10.1177/11297298211015043. Epub 2021 May 16.

Yanzhe Tan¹, Lifei Liu

tip positioning s
versus long-axi
controlled trial

Ultrasound guidance for internal jugular vein
cannulation in neonates: Modified dynamic needle
tip positioning short-axis out-of-plane technique
versus long-axis in-plane technique, a randomized
controlled trial

Yanzhe Tan^{1 2}, Zhenzhen Tu

Yanzhe Tan^{1 2}, Zhenzhen Tu^{1 3}, Ping Ye^{1 4}, Ying Xu¹, Mao Ye¹, Lin Bai^{1 5}, Lifei Liu^{1 2}

五、循环管理——血管穿刺



第一版（基础版）

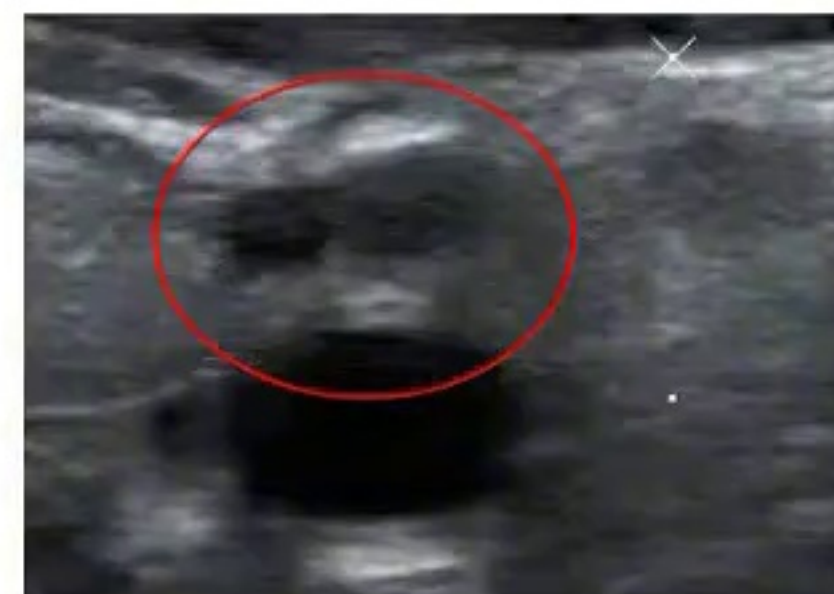
第二版（实战提升版）

交流群



五、循环管理——血管穿刺

血管穿刺并发症



非必要、不穿刺；
使用后、尽早拔；

要穿尽量穿一次；
拔后并发要观察。

五、循环管理——血管穿刺

9.3 1区 > *Anesthesiology*. 2025 Feb 1;142(2):298-307. doi: 10.1097/ALN.0000000000005250.
Epub 2024 Oct 4.

Catheter-related Internal Jugular Vein Thrombosis in Neonates and Long-term Consequences: A Prospective Cohort Study

Ling Xiong¹, Yanzhe Tan¹, Xue Yang¹, Hezhi Wang¹, Mengwei Ding², Daniel I Sessler³,
John Zhong⁴, Lirong Zhu⁵, Linlin Tang¹, Ying Xu⁶

招募了188名新生儿，68%新生儿在导管部位有中心静脉血栓，在血栓患儿中，23%在出院后6个月发生血管完全闭塞，4%发生静脉狭窄。并发症常发生在有较大血栓的患儿中，所以对有较大血栓的患儿需进行随访并考虑抗凝治疗。

五、循环管理——液体管理



输什么?

输多少?

五、循环管理——液体管理

输什么

1. 晶体液

文献报道，围术期新生儿输液，建议给予**平衡盐溶液**（含 Na^+ 120-140mmol/L）

British Journal of Anaesthesia Page 1 of 3
doi:10.1093/bja/aet436

EDITORIAL

Fluid management in association with neonatal surgery: even tiny guys need their salt

P.-A. Lönnqvist^{1,2}

¹ Section of Anaesthesiology and Intensive Care, Department of Physiology and Pharmacology, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden

² Paediatric Anaesthesia, Intensive Care and ECMO services, Karolinska University Hospital-Solna, SE-171 76 Stockholm, Sweden

E-mail: per-arne.lonnqvist@ki.se

五、循环管理——液体管理

输什么

新生儿和低体重新生儿麻醉指南（2017）

2.葡萄糖溶液

含糖的平衡盐溶液

- 早产儿、脓毒血症新生儿、糖尿病母亲新生儿则推荐使用含2.5%-5%葡萄糖等渗溶液，初始速率10ml/kg/h
- 术前已存在低血糖，先给予200mg/kg葡萄糖，使用含2.5%-5%葡萄糖等渗溶液，6-8ml/kg/h维持
- 术中血糖高于8.3mmol/L，应立即减慢速度至4-8mg/kg/min，必要时给与胰岛素

五、循环管理——液体管理

输什么

3.胶体液



对于早产儿、新生儿，**5%白蛋白**仍是较好的选择

- 新生儿，由于液体限制，可以将输注浓度配置**10%**，如果使用生理盐水配置，需警惕高钠高氯血症发生
- 对伴有严重水肿或低蛋白血症的危重症患者，**20%**白蛋白能够减少液体正平衡的发生

HES 130/0.4 (Voluven) or human albumin in children younger than 2 yr undergoing non-cardiac surgery.

Small volume resuscitation with 20% albumin in intensive care: physiological effects : The SWIPE randomised clinical trial.

五、循环管理——液体管理

输什么

4. 悬浮红细胞

Table 2 Transfusion threshold for preterm neonates (<32 weeks gestational age) according to the requirements for artificial ventilation, oxygen, or CPAP therapy¹¹

Postnatal age	Transfusion threshold (g L ⁻¹)		
	Artificial ventilation	Receiving O ₂ /CPAP	Not receiving O ₂
First 24 h	<120	<120	<100
1–7 days	<120	<100	<100
8–14 days	<100	<95	<75–85
>15 days	<85	<85	<85



五、循环管理——液体管理

输什么

5. 新鲜冰冻血浆 (FFP)



- ◆ 新生儿FFP的推荐剂量为 12-15 ml /kg
- ◆ 值得注意的是，国家输血指南规定，FFP不应作为简单的容量替代，并且在治疗新生儿低血压方面并不优于晶体或胶体输注

五、循环管理——液体管理

输什么

6. 冷沉淀



- 冷沉淀输注的主要适应证为DIC伴出血、心脏手术后出血、大出血
- 建议剂量为5-10ml / kg，如果患者存在活动性出血，则需要更大的剂量
- 在出血的情况下，建议监测临床变量和纤维蛋白原浓度

五、循环管理——液体管理

输什么

7. 血小板

- 对于大出血或计划进行大手术的新生儿，预防性血小板输注的建议阈值是 $100 \times 10^9/L$
- 通常输注10-20 ml/ kg



五、循环管理——液体管理

输多少

Table 1 Water requirements in neonates according to postnatal age and birth weight.⁵ LBW, low birth weight (<2.5 kg); VLBW, very low birth weight (<1.5 kg); ELBW, extra low birth weight (<1 kg)

Postnatal day	Water requirements (ml kg ⁻¹ day ⁻¹)	
	Term delivery or LBW	VLBW or ELBW
0–1	50–60	80–90
2	70–80	120
3	100–120	150
4	120–150	150
5	150–180	180

< 2kg的早产儿液体治疗推荐至少4ml/kg/h或100ml/kg/d，并应每日监测体重和电解质，及时确定治疗方案。

五、循环管理——血管活性药物使用

Review 3.569 > Front Pediatr. 2018 Apr 13;6:86. doi: 10.3389/fped.2018.00086. eCollection 2018.

Treating Hypotension in Preterm Neonates With Vasoactive Medications

Review 2.0 4区 > Children (Basel). 2024 Apr 19;11(4):490. doi: 10.3390/children11040490.

An Update on Pharmacologic Management of Neonatal Hypotension: When, Why, and Which Medication

处理新生儿低血压，常用的血管活性药物包括：多巴胺、多巴酚丁胺、肾上腺素、去甲肾上腺素、血管加压素、米力农

五、循环管理——血管活性药物使用

3.569 > Front Pediatr. 2021 Apr 22;9:638540. doi: 10.3389/fped.2021.638540. eCollection 2021.

Cardiovascular Pharmacological Support Among Preterm Infants in Chinese Referral Center Neonatal Intensive Care Units

Ningxin Luo¹, Siyuan Jiang¹, Patrick J McNamara², Xiaoying Li³, Yan Guo⁴, Yang Wang⁵, Junyan Han¹, Yingping Deng¹, Yi Yang⁶, Shoo K Lee^{7 8 9}, Yun Cao¹

3.225 > J Perinatol. 2021 Sep;41(9):2330-2336. doi: 10.1038/s41372-021-01031-8.

Epub 2021 Mar 23.

Vasoactive medications in extremely low gestational age neonates during the first postnatal week

Laura E Miller¹, Matthew M Laughon², Reese H Clark³, Kanecia O Zimmerman^{1 4}, Christoph P Hornik^{1 4}, Samia Aleem^{1 4}, P Brian Smith^{1 4}, Rachel G Greenberg^{5 6}

多巴胺仍然是新生儿、早产儿应对低血压使用最多的一线血管活性药物

五、循环管理——血管活性药物使用



- 极早产儿低血压治疗的**一线方案**仍以扩容+多巴胺为主
- 二线常选用多巴胺联合多巴酚丁胺
- 约40%患儿上述治疗无效,选用三线方案,即应用肾上腺素及去甲肾上腺素
- 仅10%选用氢化可的松治疗

五、循环管理

本例患儿术中循环管理

用药及输液情况	O ₂ /N ₂ O/空气	2/0/0	0.5/0/2	L/min
	★盐酸多巴胺注射液		5	μg/kg/min(泵)
	★▲注射用盐酸瑞芬太尼		0.2	μg/kg/min(泵)
	★▲七氟烷(凯特力)		0.5	% (吸入)
输液	复方电解质注射液	17.5/20ml		
	红细胞悬液	0.25u(A+)		
出血量	血量			10ml
尿量	尿量			10ml

入量：17.5ml 复方电解质、0.25u红细胞悬液、20%白蛋白25ml

出量：尿量10ml、出血量10ml

血管活性药物：多巴胺 5ug/kg/min

六、内环境及体温管理——内环境管理

低血糖

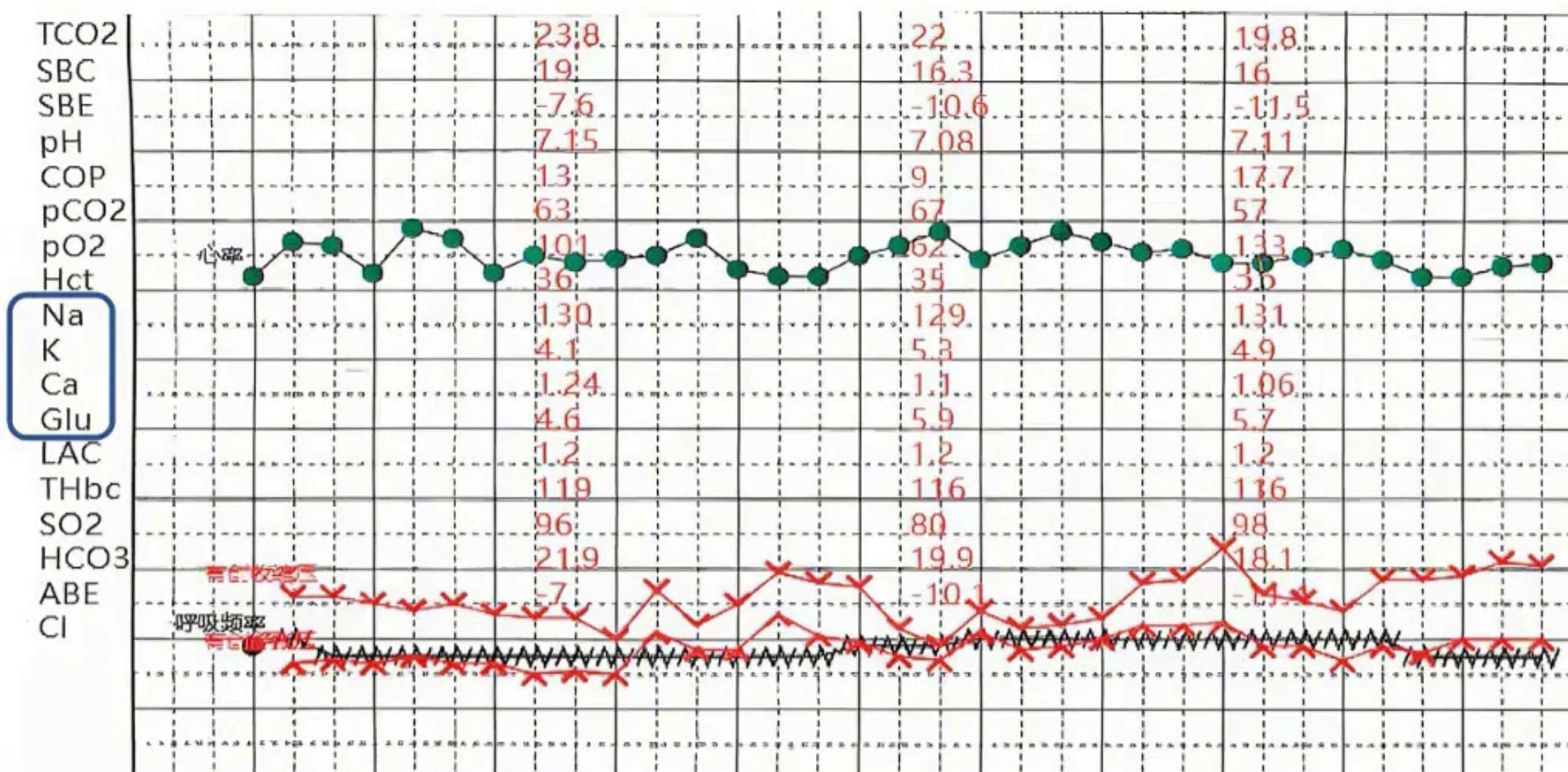
血糖维持5-9mmol/L，避免超过12mmol/L，动态血糖监测。5%-10%葡萄糖液持续泵注维持，5-7mg/kg/min，严重低血糖时可推注，1-2ml/kg

酸中毒

宁酸勿碱，BE在-10以上给予： $5\%NaHCO_3(ml) = (BE-3) \times 0.3 \times kg \times 1.7$ ，首剂给与1/2，随访血气随时调整，需稀释为1.4%NaHCO₃。纠酸过程中注意补钾

六、内环境及体温管理——内环境管理

本例患儿术中内环境



血糖4.6mmol/L，入室后予以50%葡萄糖2ml加入到
20ml复方电解质中，稀释成5%葡萄糖盐溶液

六、内环境及体温管理——体温管理

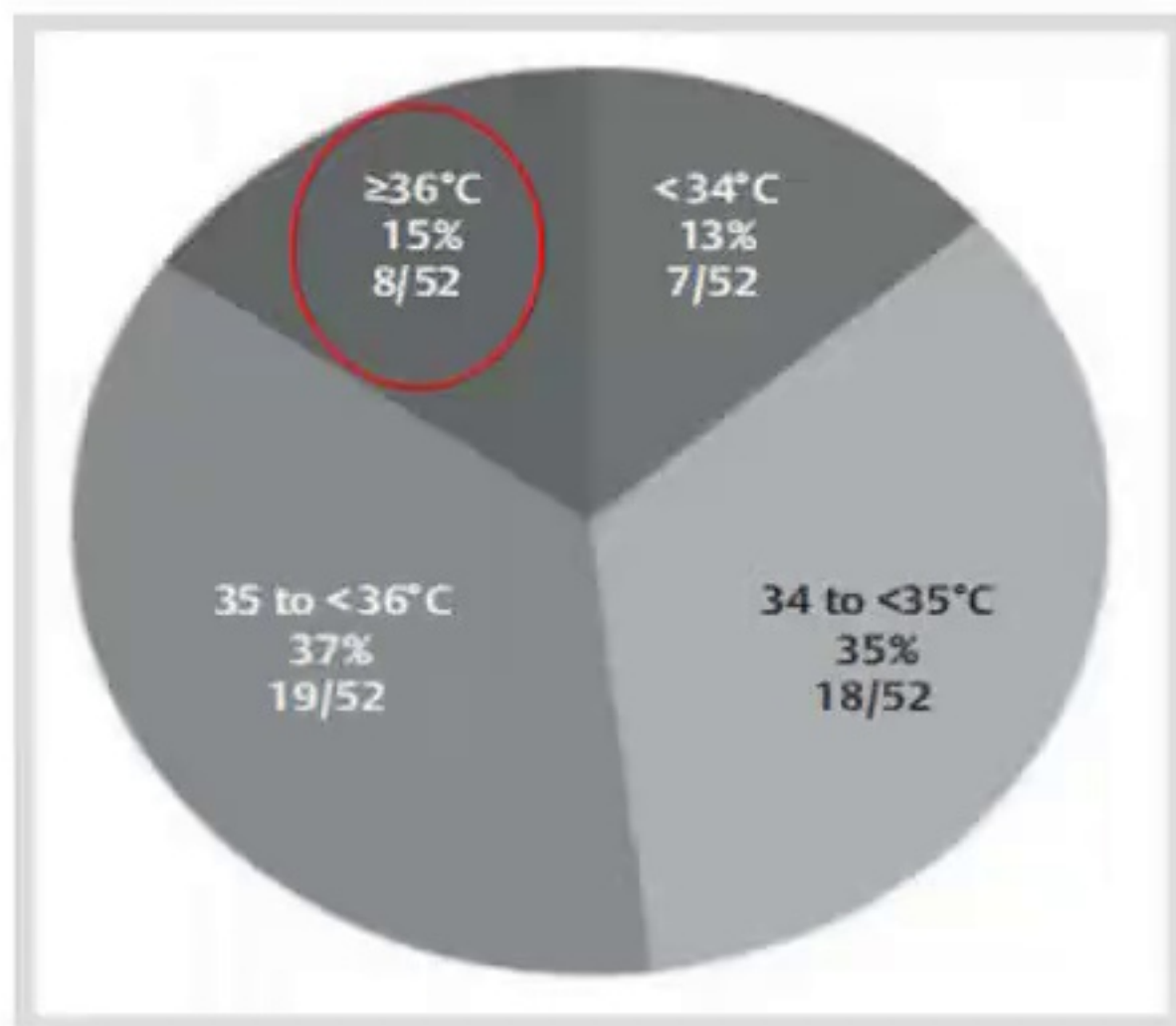


Figure 2 Lowest intraoperative temperature.

- 文献52例新生儿坏死性小肠结肠炎剖腹探查，术中只有5例患儿体温 $\geq 36.5^{\circ}\text{C}$ ，低体温发生率高达**90.4%**



The Journal of Pediatrics
Volume 175, August 2016, Pages 61-67.e4



Original Article

Admission Hypothermia in Very Preterm Infants and Neonatal Mortality and Morbidity

Emilija Wilson RN, RM^{1, 2, 3}, Rolf F. Maier MD, PhD⁴, Mikael Norman MD, PhD^{1, 2}, Bjoe Misselwitz MD, MPH⁵, Elizabeth A. Howell MD, PhD^{6, 7, 8}, Jennifer Zeitlin MA, DSc^{9, 10}, Anna Karin Bonamy MD, PhD^{11, 12}

Effective Perinatal Intensive Care in Europe (EPICE) Research Group*

- 文献报道在NICU的患儿中，入院时即有53.4%患儿发生低体温，体温低于 35.5°C 可使1-6日龄新生儿死亡风险增加**141%**，7-28日龄新生儿死亡风险增加**79%**

六、内环境及体温管理——体温管理

新生儿低体温的原因：

- 体温调控中枢发育不完善
- 体表面积大
- 头部散热多
- 棕色脂肪有限，并以其产热为主

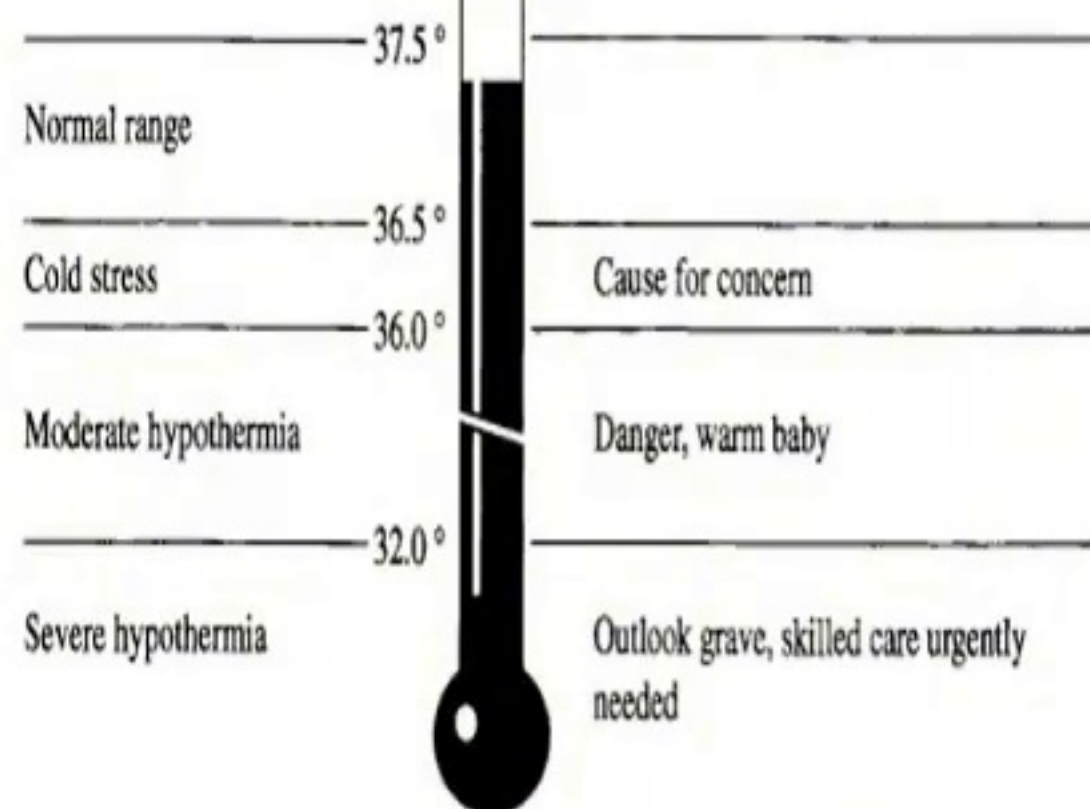
正常

轻度

中度

重度

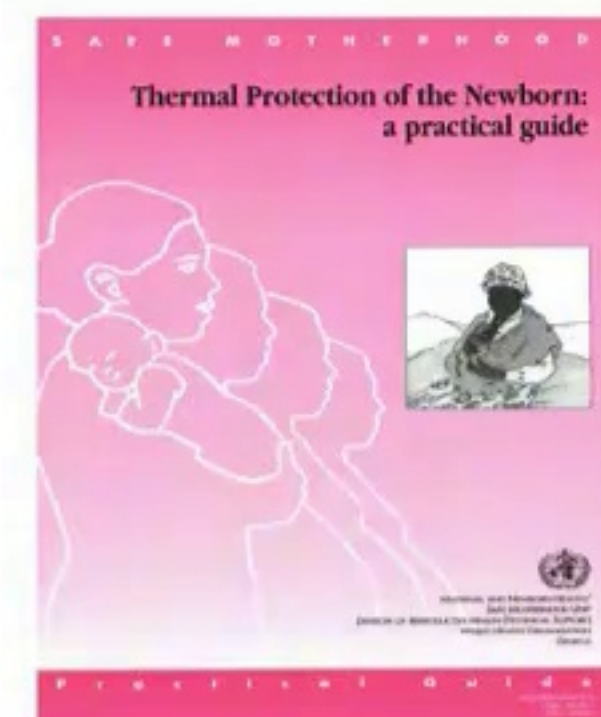
Body temperature
in the newborn infant (°C)



Hypothermia in the newborn infant

Perioperative Hypothermia in Children. Int J Environ Res Public Health. 2021.

WHO世界卫生组织



六、内环境及体温管理——体温管理

新生儿保温措施

环境温度、湿度（温度27-29℃、湿度50-60%）

人工保温：体表加温（加温毯）、输液加温（37℃）、冲洗液加温（38-40℃）等

复温速度：体温 $<36^{\circ}\text{C}$ （无计划进行亚低温治疗）应立即复温，快速（ $>0.5^{\circ}\text{C/h}$ ）或慢速（ $<0.5^{\circ}\text{C/h}$ ）复温均可



六、内环境及体温管理——体温管理

新生儿保温措施



六、内环境及体温管理——低体温

本例患儿术中体温管理

SPO ₂	98	86	90	85	84	84	91	89	89	90	89
ETCO ₂	14	26	39	41	22	25	25	25	19	11	11
鼻咽温1		35.3	35.1	35.2	35.4	35.6	35.9	36.2	36.5	36.6	36.8
Vt	5	13	13	14	17	13	16	17	16	13	14

术中低体温治疗

35.3°C

36.5°C

总结

麻醉药物

小

影响

少

剂量

呼吸系统

适

通气模式

动

呼吸参数

循环系统

难

监测

精

输液量

内环境与体温

精

内环境

难

体温





谢 谢