

新生儿窒息

Asphyxia of the Newborn

南方医科大学南方医院新生儿科
黄为民

重点

新生儿窒息的病理生理

新生儿窒息的新法复苏

定 义
病 因
病理生理
临床表现
辅助检查
治 疗
预 后
预 防

定义

新生儿窒息是出生后无自主呼吸或呼吸抑制而导致低氧血症、高碳酸血症和代谢性酸中毒。

新生儿窒息是引起新生儿死亡和儿童伤残的重要原因之一。

定 义
病 因
病理生理
临床表现
辅助检查
治 疗
预 后
预 防

病 因

本质是缺氧；

凡影响胎盘或肺气体交换的因素均可引起窒息；

可出现于妊娠期、但绝大多数出现在产程开始后。

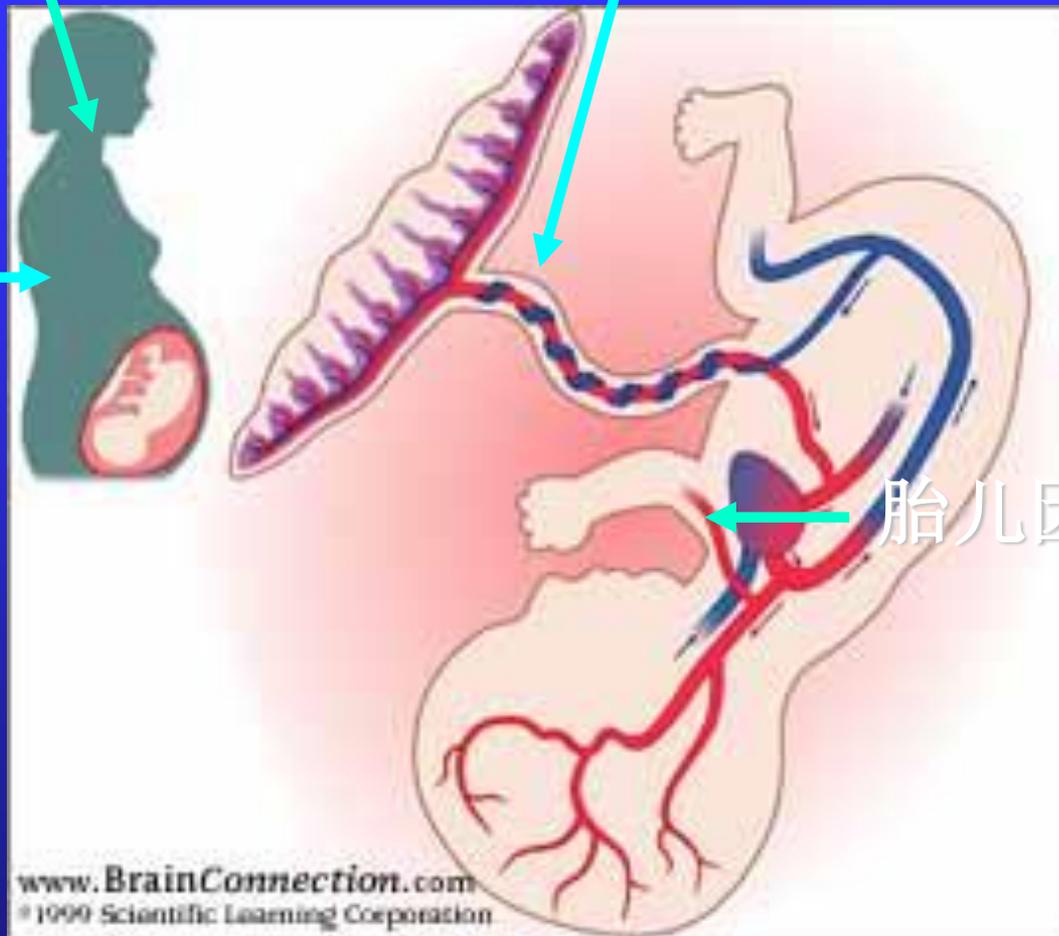
窒息的病因

胎盘因素

脐带因素

孕母因素

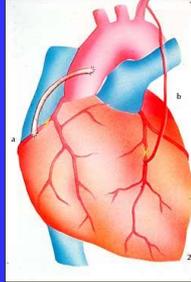
胎儿因素



分娩因素



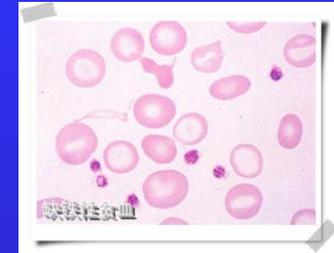
心脏病



呼吸系统疾病



严重贫血



吸毒吸烟

孕母因素



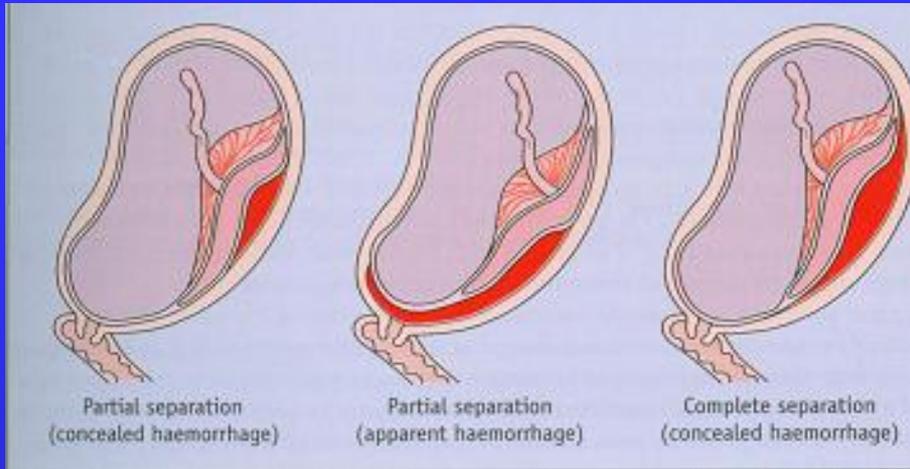
多胎妊娠



年龄过大
或过小

妊娠高血压
综合征

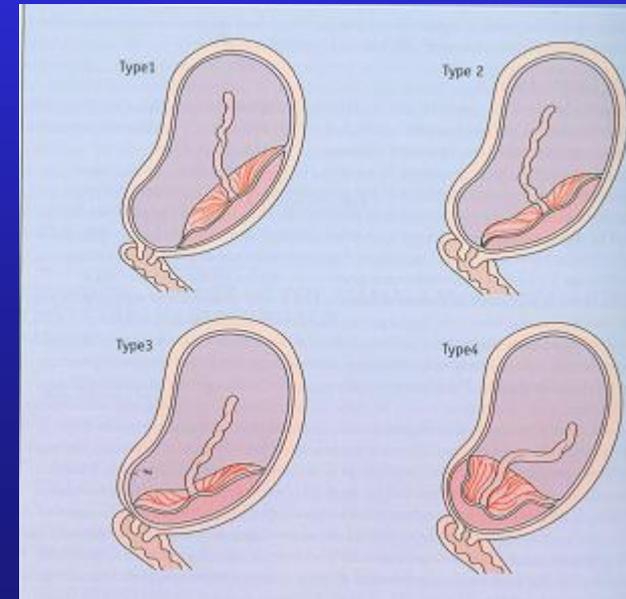
胎盘早剥



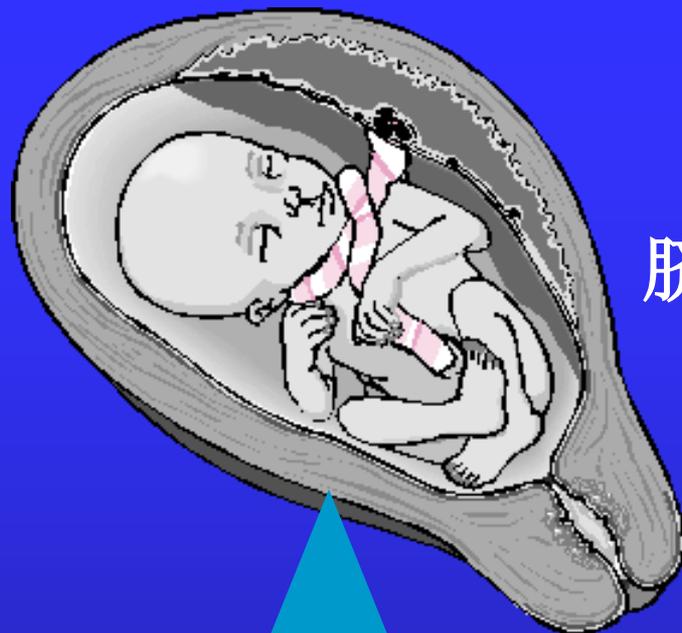
胎盘老化、
梗塞



胎盘因素



前置胎盘

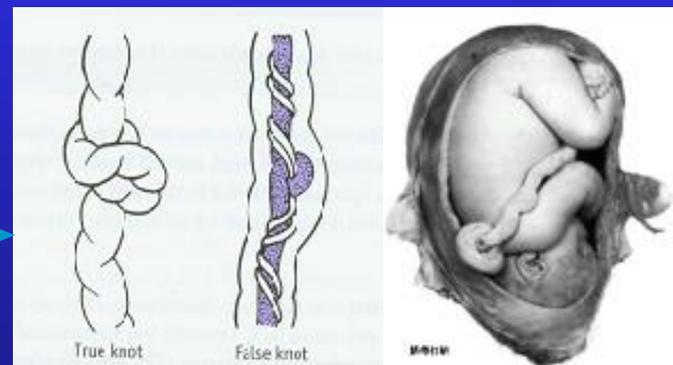


脐带绕颈

脐带因素



脐带脱垂



脐带打结

脐带过短

早产儿

巨大儿

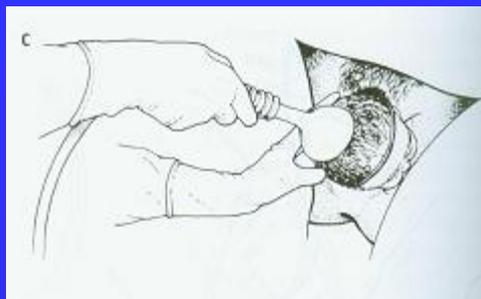
胎儿因素

宫内感染

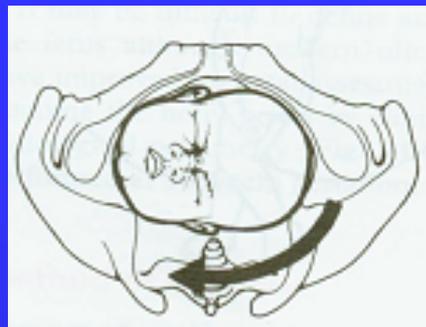
呼吸道梗阻

先天性心脏病

先天性畸形



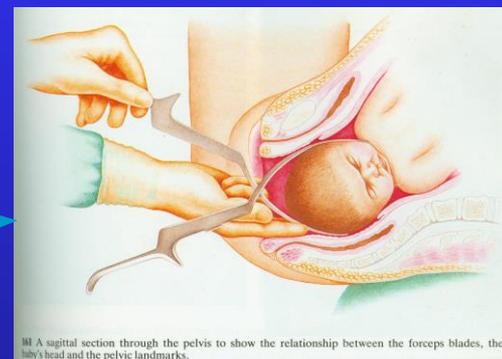
胎头吸引



头盆不称



臀位



产钳助产

分娩因素

产程延长或急产

产程中用药不当

定 义
病 因
病理生理
临床表现
辅助检查
治 疗
预 后
预 防

病理生理

- ❖ 胎儿向新生儿呼吸、循环的转变受阻
- ❖ 窒息时各器官缺血缺氧改变
- ❖ 呼吸改变
- ❖ 血液生化和代谢改变

正常胎儿向新生儿呼吸循环系统转变

胎儿肺液从肺中清除



表面活性物质分泌



肺泡功能残气量建立



肺循环阻力↓、体循环阻力↑



动脉导管和卵圆孔功能性关闭

胎儿向新生儿呼吸、循环的转变受阻

窒息 → 呼吸停止或抑制

缺氧、酸中毒

肺血管阻力↑

肺泡扩张受阻

表面活性物质产生↓、活性↓

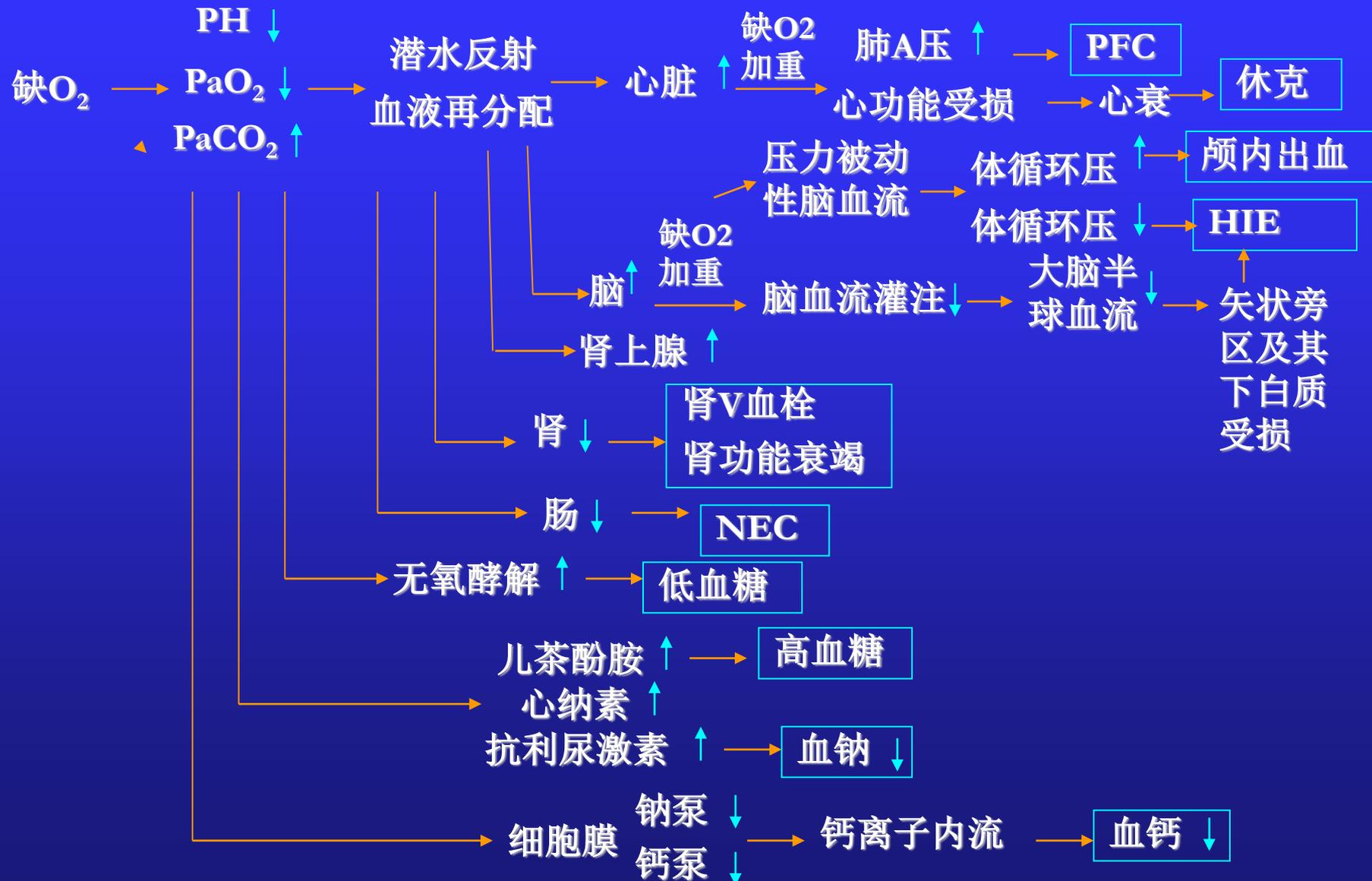
肺液不能被清除

胎儿循环重新开放 → 持续性肺动脉高压

组织缺氧、缺血、酸中毒↑↑

不可逆性器官损伤

窒息时各器官缺血缺氧改变



呼吸改变

原发性呼吸暂停 (primary apnea)

缺氧初期



呼吸加深加快



缺氧继续



呼吸停止、心率减慢

- ❖ 肌张力存在，对刺激有反应，血压稍↑，伴有紫绀
- ❖ 病因解除，清理呼吸道和物理刺激可恢复自主呼吸

继发性呼吸暂停(secondary apnea)

缺氧持续

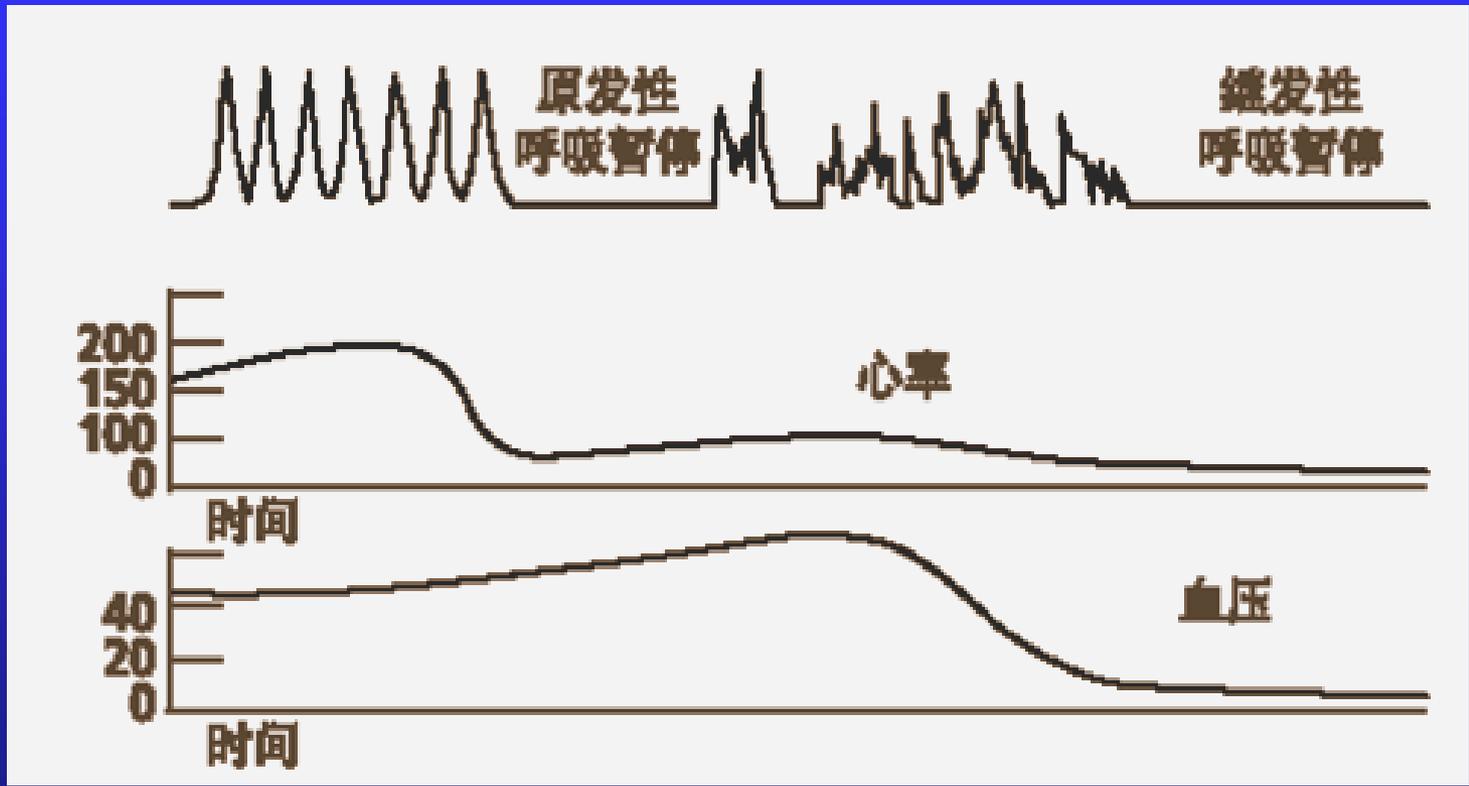


几次喘息样呼吸



呼吸停止

- ❖ 肌张力消失、对刺激无反应、苍白、心率和血压持续↓
- ❖ 此阶段需正压通气方可恢复自主呼吸，否则将死亡



呼吸暂停时心率和血压的变化

血液生化和代谢改变

- $\text{PaO}_2 \downarrow$ 、 $\text{pH} \downarrow$ 及混合性酸中毒
- 糖代谢紊乱
早期儿茶酚胺及高血糖素释放 $\uparrow \rightarrow$ 血糖正常或 \uparrow
继之糖原耗竭血糖 \downarrow
- 高胆红素血症
胆红素与白蛋白结合 \downarrow 、肝酶活力 $\downarrow \rightarrow$ 未结合胆红素 \uparrow
- 低钠血症 心钠素、抗利尿激素分泌异常 \rightarrow 稀释性低钠
- 低钙血症 钙通道开放、钙泵失灵 \rightarrow 钙内流

定 义
病 因
病理生理
临床表现
辅助检查
治 疗
预 后
预 防

临床表现

胎儿宫内窒息

新生儿窒息

多脏器受损症状

宫内窒息

早期 胎动 ↑

胎心率 > 160 次/分

晚期 胎动 ↓

胎心率 < 100 次/分

羊水胎粪污染

新生儿窒息

Apgar评分系统

皮肤颜色 (appearance)

心率 (pulse)

对刺激反应 (grimace)

肌张力 (activity)

呼吸 (respiration)

Apgar评分法

体征	评分		
	0	1	2
皮肤颜色	青紫和苍白	身体红、四肢青紫	全身红
心率（次/分）	无	<100	>100
弹足底或插鼻管反应	无反应	有些动作，如： 皱眉	哭，喷嚏
肌张力	松弛	四肢略屈曲	四肢活动
呼吸	无	有、不规则	正常，哭声响

传统窒息分度

重度 0~3分

轻度 4~7分

正常 8~10分

生后1分钟、5分钟和10分钟评分

如婴儿需复苏，15、20分钟仍需评分

目前国内外多数学者观点

单独的Apgar评分不应作为评估低氧或产时窒息以及神经系统预后的唯一指标，尤其是早产儿或存在其他严重疾病时。

美国儿科学会（AAP）和妇产科学会（ACOG）1996年共同制订了以下窒息诊断标准

- 脐动脉血显示严重代谢性或混合性酸中毒， $\text{pH} < 7$
- Apgar评分0~3分，并且持续时间 > 5 分钟
- 有神经系统表现，如惊厥、昏迷或肌张力低
- 多脏器受损

Committee on Fetus and Newborn, American Academy of Pediatrics, and Committee on Obstetric Practice, American College of Obstetricians and Gynecologists. Use and abuse of the Apgar score. Pediatrics, 1996, 98(1):141-142

多脏器受损症状

中枢神经系统 →

缺氧缺血性脑病
颅内出血

呼吸系统 →

羊水或胎粪吸入综合征
肺出血
急性肺损伤 / 急性呼吸窘迫综合征

心血管系统→

持续性肺动脉高压
缺氧缺血性心肌病

泌尿系统→

肾功能不全, 衰竭
肾静脉血栓形成

代谢紊乱→

低氧、高碳酸血症
代谢性酸中毒
低血糖、高血糖
低钙、低钠血症

消化系统→

应激性溃疡
坏死性小肠结肠炎
黄疸加重、持续时间延长

血液系统→

DIC
血小板减少

定 义
病 因
病理生理
临床表现
辅助检查
治 疗
预 后
预 防

辅助检查

出生前

监测胎心、胎动

羊膜镜 — 羊水胎粪污染程度

胎儿头皮血 — 血气分析

出生后

动脉血气、血糖、血电解质、血尿素氮、肌酐

定 义
病 因
病理生理
临床表现
辅助检查
治 疗
预 后
预 防

治疗

- ❖ 复苏方案
- ❖ 复苏步骤和程序
- ❖ 复苏后监护与转运

复苏方案 — “ABCDE” 方案

A (airway)	尽量吸净呼吸道粘液
B (breathing)	建立呼吸
C (circulation)	维持正常循环
D (drug)	药物治疗
E (evaluation)	评价

A 是根本, B 是关键, E 贯穿于整个复苏过程中

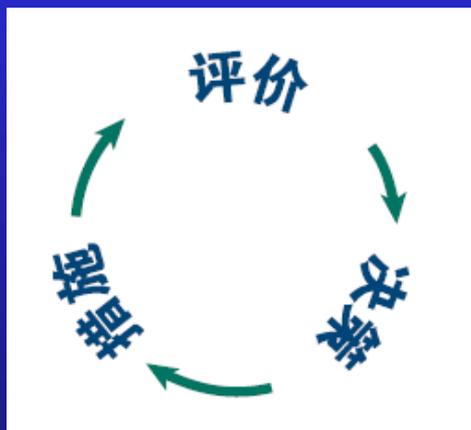
注意事项

分秒必争，产、儿科医生共同进行

严格执行ABCDE方案

呼吸、心率和皮肤颜色是窒息复苏评价的三大体征

遵循 →

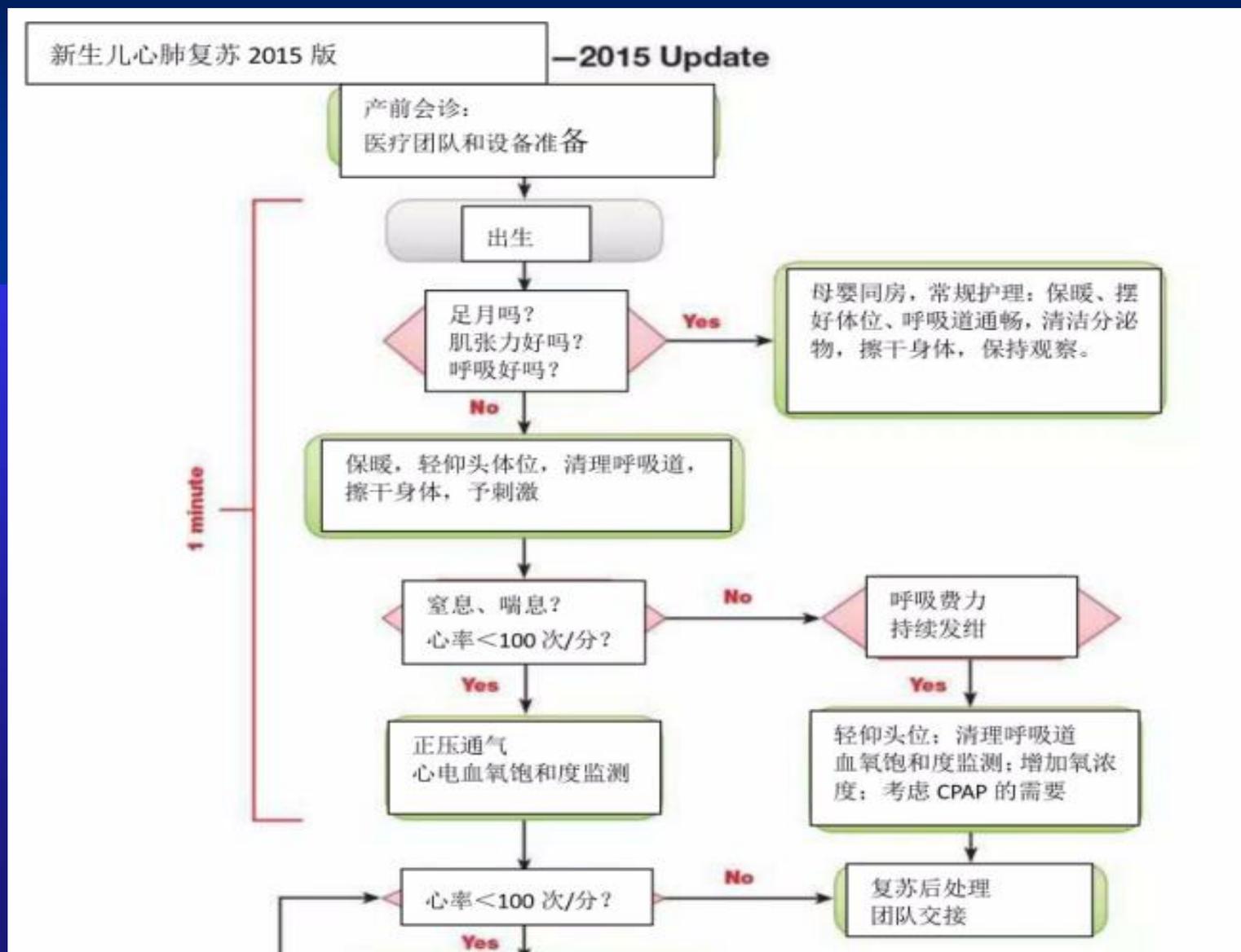


→ 循环往复，至完成复苏

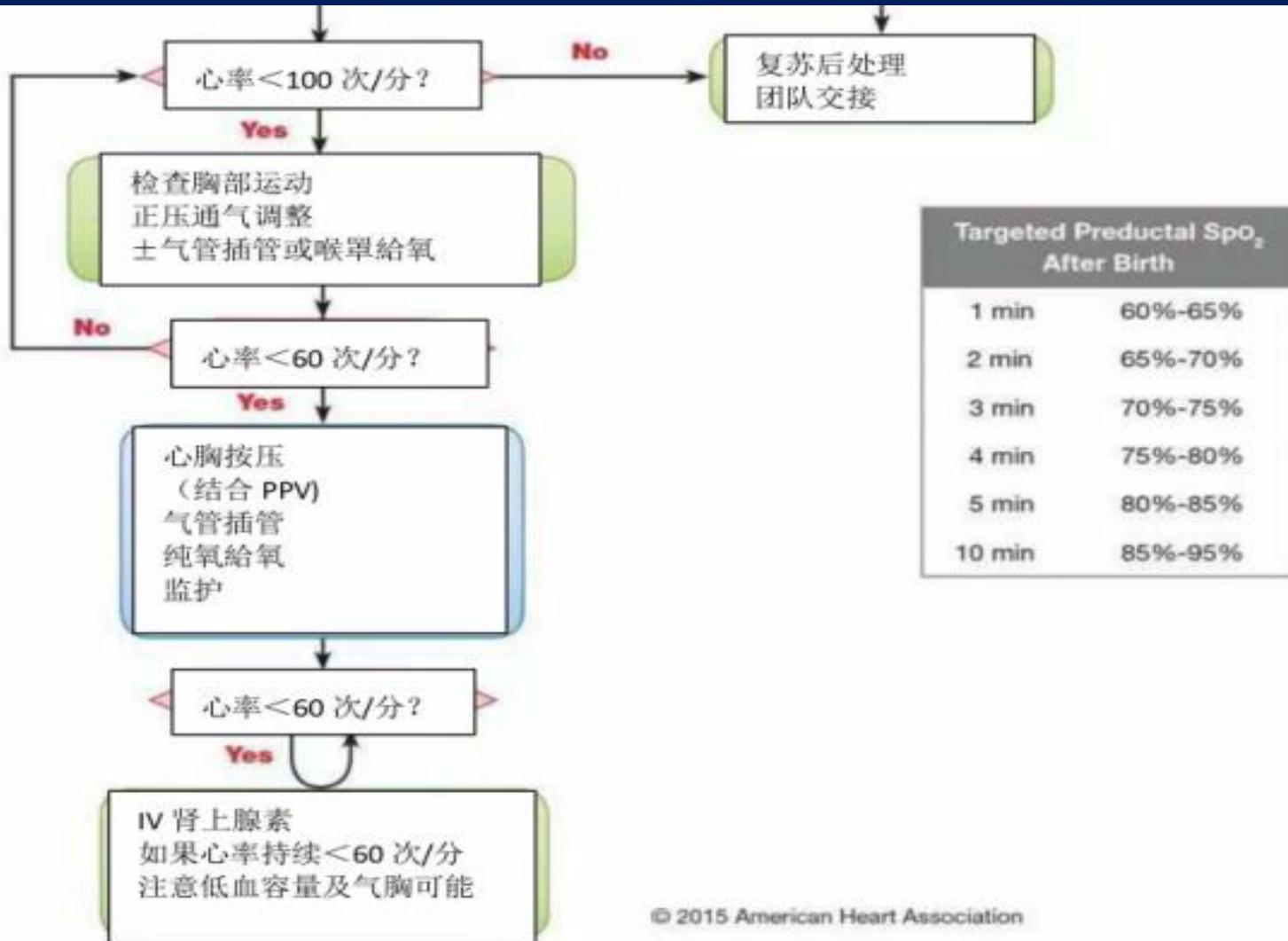
复苏步骤和程序

- 最初评估
- 初步复苏步骤
- 气囊面罩正压人工呼吸
- 胸外心脏按压
- 药物治疗

2015版复苏流程图



2015版复苏流程图



Targeted Preductal SpO ₂ After Birth	
1 min	60%-65%
2 min	65%-70%
3 min	70%-75%
4 min	75%-80%
5 min	80%-85%
10 min	85%-95%

新生儿复苏步骤

儿科

第6版

因新生儿心脏骤停的主要原因是缺氧引起的，故心肺复苏的重点依然在肺部通气。仍按照ABCDE的复苏原则。新生儿的复苏主要分为4部分：

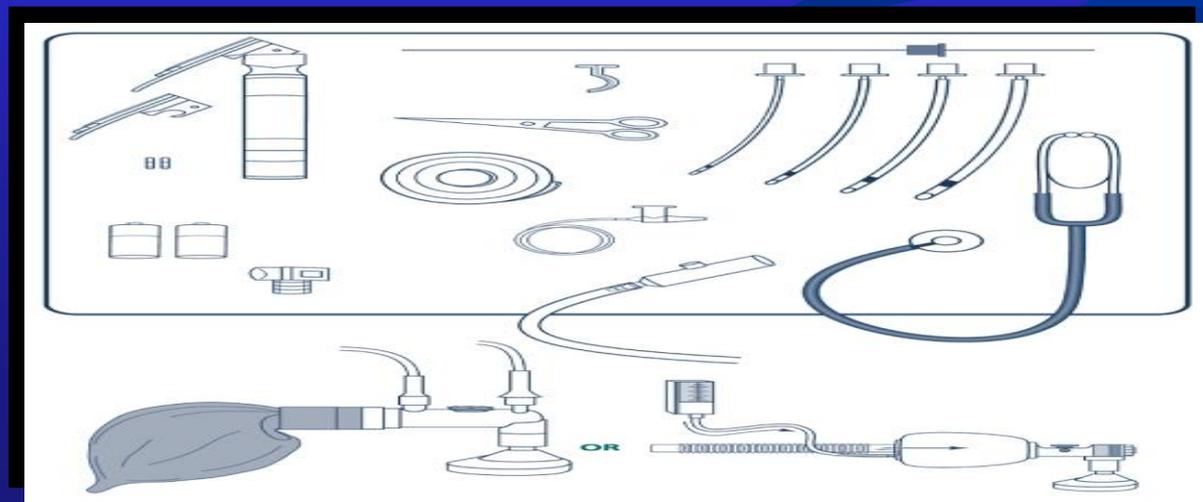
- (1) 快速评估和初步复苏；
- (2) PPV、血氧饱和度和心电监测；
- (3) 气管插管和胸外按压；
- (4) 药物和扩容。

60秒内快速完成初步评估、再次评估、必要时启动机械通气，依然是新生儿复苏的要点。**(黄金1分钟)**

复苏前准备

复苏前准备:

- (1) 技术准备: 熟练掌握新生儿复苏技术;
- (2) 人员准备: 每名新生儿都应由专人负责;明确的分工, 密切的协作;
- (3) 复苏设备准备 (见图);
- (4) 药品准备: 肾上腺素、生理盐水、纳洛酮、碳酸氢钠



快速评估

Southern Medical University

儿科学

第 5 版

快速评估:

2015版评估顺序: (1) 足月吗? (2) 肌张力好吗? (3) 羊水清吗? (4) 有呼吸或哭声吗?

初步复苏

Southern Medical University

1. 保暖:

(1) 体温是复苏成功与否的预测指标之一，也是复苏质量的指标。

(2) 无窒息新生儿体温应该维持在**36.5~37.5°C**间。

(3) 避免早产儿出现低体温，可采取多种方式，如辐射保暖台、塑料膜包裹、热床垫、暖湿化空气、提高室内温度等等；高体温可出现潜在相关风险，要避免（**>38°C**）。



2. 体位：头轻度仰伸位（鼻吸气位）；
3. 吸引：先口腔后鼻腔（吸引时间 $<10s$ ，压力 $<100mmHg$ ；应限制深度：吸引过度可导致喉痉挛和迷走神经性心动过缓并使自主呼吸出现延迟）；

胎粪污染的处理？

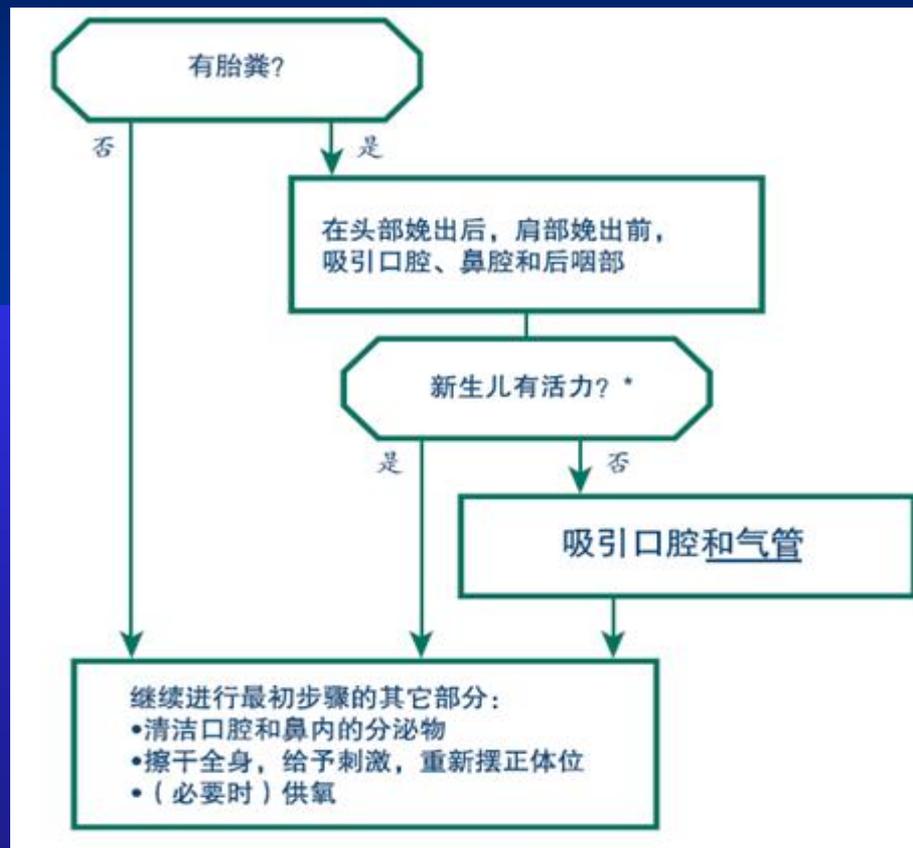
4. 快速擦干全身：清理呼吸道在前，擦干在后；
5. 刺激：轻弹足底或抚摸背部。

复苏实施方法

Southern Medical University

2010版:

羊水胎粪污染时的处理：
当羊水有胎粪污染时，无论胎粪是稠或稀，初生儿一娩出先评估新生儿有无活力：新生儿有活力时，继续初步复苏；如无活力，采用胎粪吸引管进行气管内吸引。



*有活力定义：规则呼吸或哭声响亮、肌张力好及心率 >100 次/min，以上三项有一项不好者为无活力

2015版：

羊水粪染并表现出肌张力低、呼吸较差的新生儿，应放置在辐射救护台上，必要时启动PPV（Positive Pressure Ventilation正压通气）；**常规胎粪吸引因缺乏足够证据，已经不再推荐。**每个新生儿都应该启动适当的通气和吸氧支持，如呼吸道被堵塞则应及时处理（如插管或吸出堵塞物）。

此推荐基于气管插管可能造成损伤及有可能耽误复苏时间。

脐带管理：

Southern Medical University

脐带管理：

2015版： 在不需要复苏的足月儿/早产儿中，推荐延迟结扎脐带**>30秒**；但在需要复苏的新生儿中，延迟结扎脐带证据不足。

脐带管理：

Southern Medical University

脐带延迟结扎

好处：有利于降低颅内出血率，提高血压和血容量，减少出生后输血的需要，减少坏死性小肠结肠炎相关。

不足：可能引起胆红素水平的轻微升高，增加光疗需要。

脐带挤压：现有研究仅限于极低出生体重早产儿，在尚未钳夹脐带前对**距新生儿端20 cm处的脐带连续挤压3次**。对不能延迟结扎脐带的极低出生体重儿，建议采取此方法。

低于29周早产儿不建议脐带挤压。

好处：有利于稳定血压，减少血管活性药物使用，增加血红蛋白浓度，减少输血，但对死亡率、颅内出血发生率、光疗使用率、体温稳定等指标没有影响。

关于用氧推荐

Southern Medical University

2015版:胎龄小于35周的早产儿开始复苏时推荐应用低流量给氧 (21%~30%);早产儿初始复苏时高浓度用氧 (50~100%) 已不再推荐。

低浓度氧复苏组的优势主要体现在视网膜病变减少;死亡率、支气管肺发育不良、颅内出血、心率恢复 >100 次/min所需时间等指标均无明显差异,因此推荐早产儿复苏应控制用氧。

在心脏按压时,认可使用100%氧气浓度,当心跳恢复时,可适当下调氧气浓度。

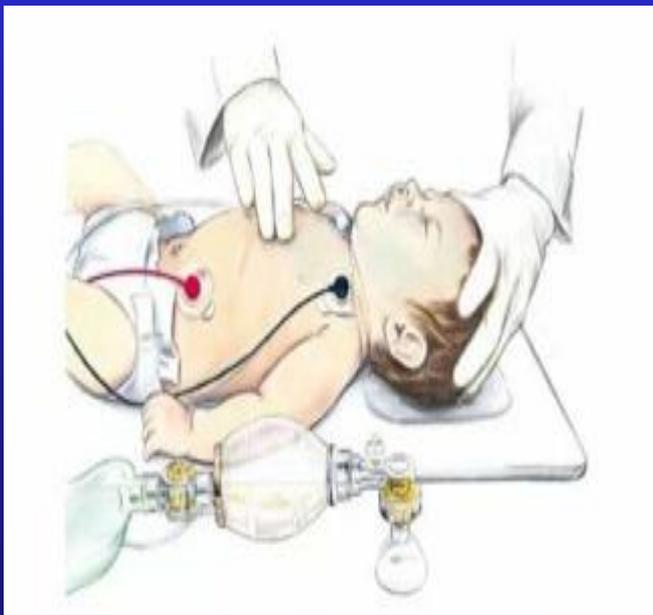
心率的评估

Southern Medical University

心率的评估

2010版：间歇听诊心前区、脐动脉触诊、脉搏血氧饱和度监测仪。

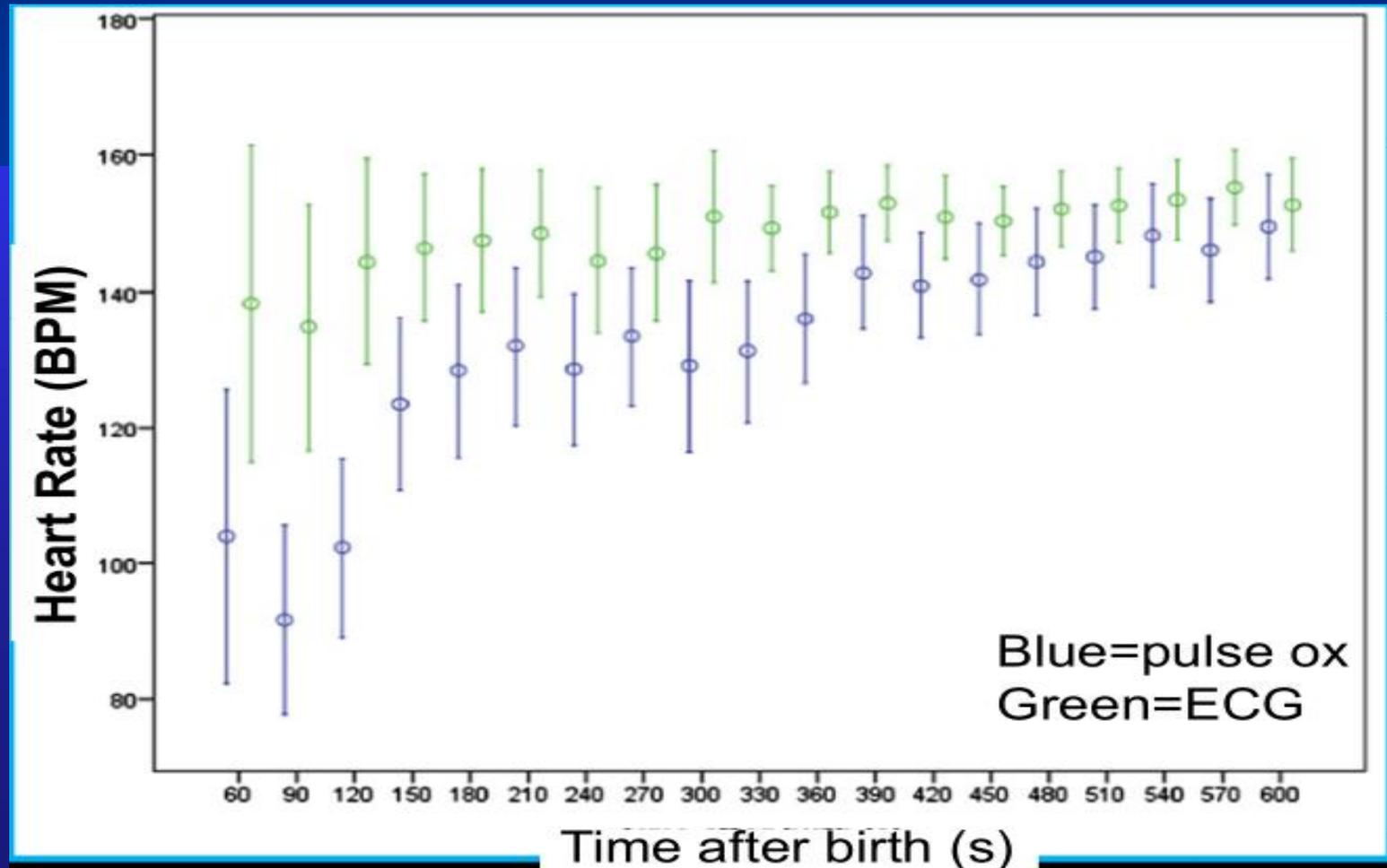
2015版：复苏过程中使用**3导联的ECG**能更准确地了解新生儿心率，**ECG的使用不能代替对患儿血氧饱和度的测定。**



心率评估

Southern Medical University

脉氧心率一般低于ECG心率



正压通气

Southern Medical University

新生儿复苏的关键是建立充分的正压通气

1. 指征：(1). 呼吸暂停或喘息样呼吸；(2). 心率 < 100 次 /min。
2. 有自主呼吸但存在呼吸窘迫的早产儿，应使用持续正压通气，而不是插管后使用正压通气。
- 3、(1) 压力：早产儿吸气峰压 $20 \sim 25 \text{cmH}_2\text{O}$ 可以有效，在某些足月儿可能需要 $30 \sim 40 \text{cmH}_2\text{O}$ 。
(2) 频率：频率 $40 \sim 60$ 次 /min (胸外按压时为 30 次 /min)。

(3) 如正压通气达不到有效通气,需检查面罩和面部之间的密闭性,是否有气道阻塞(可调整头位,清除分泌物,使新生儿的口张开)或气囊是否漏气

(4) 经 30 s 充分正压通气后,如有自主呼吸,且心率 ≥ 100 次/min,可逐步减少并停止正压通气。如自主呼吸不充分,或心率 100 次/min,须继续用气囊面罩或气管插管施行正压通气,并检查及矫正通气操作。如心率 < 60 次/min,气管插管正压通气并开始胸外按压。

正压通气

Southern Medical University

6个缩写字母**MRSOPA** 帮助记忆正压通气的步骤

M-Mask 调整面罩保证与面部的良好密闭

R-Reposition airway 摆正头位成鼻吸气位

S-Suction 必要时吸口鼻的分泌物

O-Open mouth 稍张口并下颌向前移动

P-Increase Pressure 增加压力使胸廓上抬

A-Airway 考虑气道的选择（气管插管或喉罩气道）

气管插管

Southern Medical University

气管插管指征:

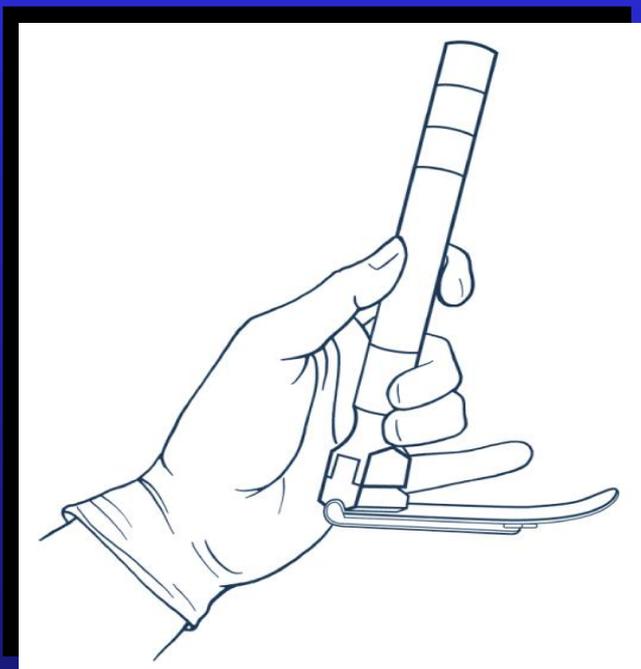
- (1) 需要气管内吸引清除胎粪时;
- (2) 气囊面罩正压通气无效或要延长时;
- (3) 胸外按压时;
- (4) 经气管注入药物时;
- (5) 特殊复苏情况, 如先天性膈疝或超低出生体重儿。

气管插管

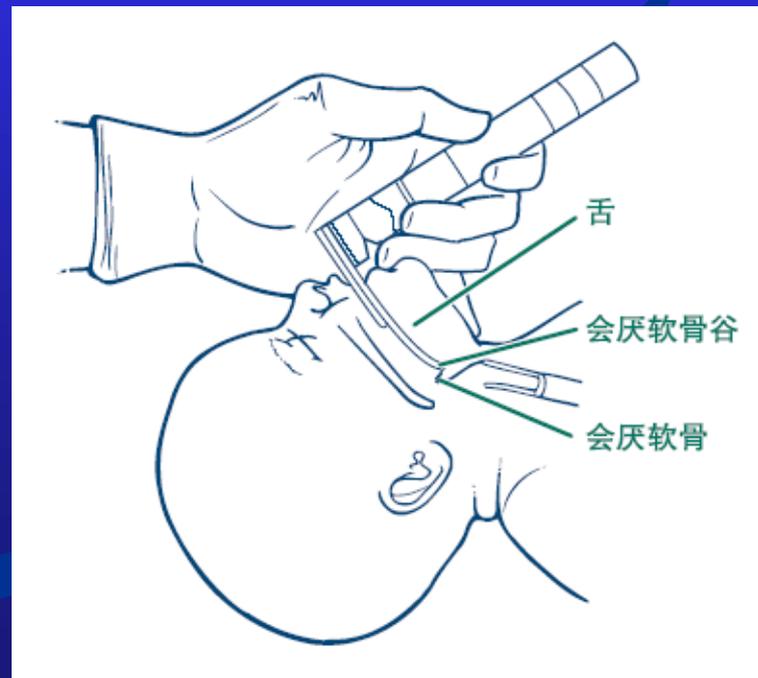
Southern Medical University

器械准备：喉镜1套；气管插管3根；金属导丝或管芯；复苏囊；吸痰器及相关设备材料；氧气与相关设备材料；固定用胶布；复苏常用药品、注射器。

持喉镜正确手势



气管插管示意图

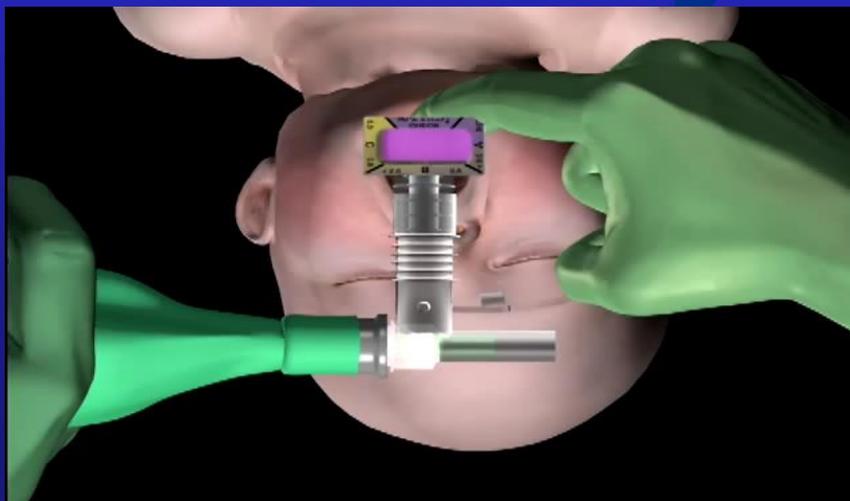


不同体重气管导管型号和插入深度

体重 (g)	导管内径 (ID) mm	唇-端距离cm
≤1000	2.5	6
~2000	~3.0	7
~3000	~3.5	8
>3000	~4.0	9

确定导管位置正确的方法：

- (1) 胸廓起伏对称；
- (2) 听诊双肺呼吸音一致, 尤其是腋下, 且胃部无呼吸音；
- (3) 无胃部扩张；
- (4) 呼气时导管内有雾气；
- (5) 心率、肤色和新生儿反应好转；
- (6) 有条件可使用呼出CO₂检测器, 可有效确定有自主循环的新生儿气管插管位置是否正确；
- (7) 胸片。



CO₂检测

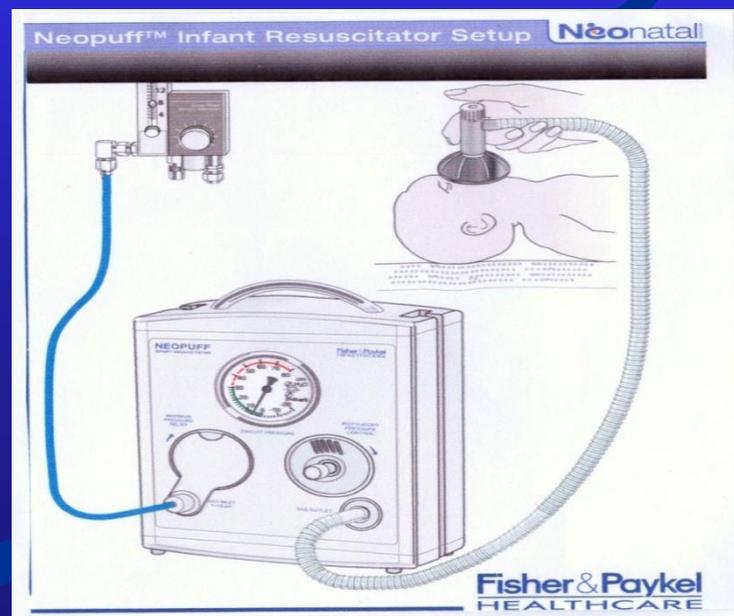
正压通气设备选择

Southern Medical University

新生儿的人工通气可用气流通气式气囊、自动充气式气囊、或T-组合复苏器有效的进行。**2010指南推荐使用T-组合复苏器。**

T-组合复苏器的优点是可以达到恒定的吸气峰压、呼气末正压和更长久的吸气操作。

早产儿应有恒定的吸气峰压，20-25 cmH₂O或更低，以避免肺损伤。早产儿应用正压通气时最好保持呼气末正压（PEEP），以增加功能残气量，改善肺顺应性，对抗肺损伤。



出生时未能建立自主呼吸的新生儿复苏时使用呼气末正压问题：虽然使用呼气末正压有造成二氧化碳潴留、增加气漏的风险，但根据现有研究证据，**2015版还是推荐使用呼气末正压**，但何为恰当的呼气末正压尚无推荐，现有研究采用的呼气末正压仅限于**5cm H₂O**。

T组合复苏器与有呼气末正压的球囊通气效果比较：现有研究主要针对晚期早产儿及足月儿，**建议使用呼气末正压**，但无证据显示T组合复苏器优于带或不带呼气末正压的自动充气式复苏囊。

2015版:

1. 产房内有自主呼吸但存在呼吸窘迫的、胎龄 <30 周早产儿持续气道正压 (continuous positive airway pressure, CPAP) 与间歇正压通气 (intermittent positive pressure ventilation, IPPV) 效果比较: 以支气管肺发育不良、死亡作为主要评价指标, 以颅内出血、新生儿坏死性小肠结肠炎、气漏、严重早产儿视网膜病变为相关评价指标, 结果**首先推荐产房内使用CPAP**。

2. 早产儿产房内复苏时通气策略的选择: 主要关注是否使用**延长吸气时间** (>5 s) 的肺复张策略, 现有证据**不推荐**出生后常规使用。

Southern Medical University

喉罩气道是一个用于正压通气的气道装置。

指征:

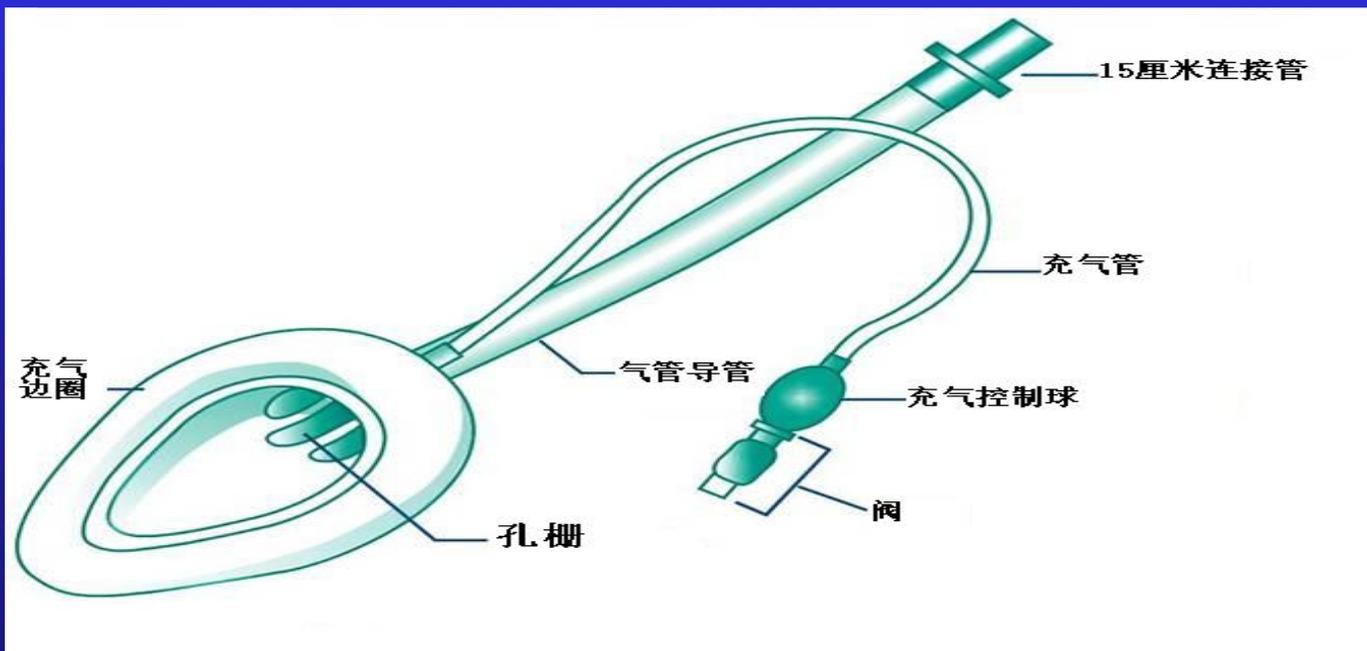
- (1) 新生儿复苏时如气囊 - 面罩通气无效, 气管插管失败或不可行时喉罩气道能提供有效的正压通气;
- (2) 小下颌或相对大的舌如 Robin 综合征和唐氏综合征;
- (3) 体重 $\geq 2000\text{g}$ 、胎龄 > 34 周。

对比需正压通气新生儿使用喉罩气道与面罩、气管插管的效果及其安全性的研究显示, 喉罩气道是可选用的安全正压通气途径, 但无证据显示以其替代面罩。

正压通气设备选择

Southern Medical University

但当面罩通气不成功时，喉罩通气可视为气管插管的替换方案，在<34周的早产儿中，或者在更大胎龄早产儿，气管插管不成功或无法使用的情况下，推荐使用喉罩通气。

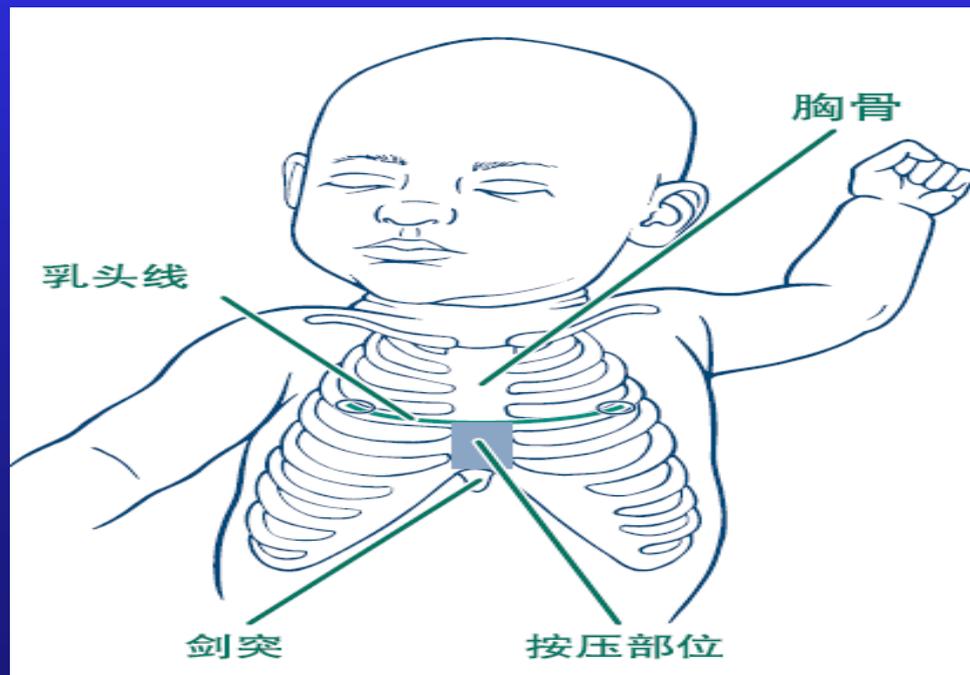


胸外按压

Southern Medical University

指征：充分正压通气30s后心率 <60 次/min，在正压通气同时须进行胸外按压。

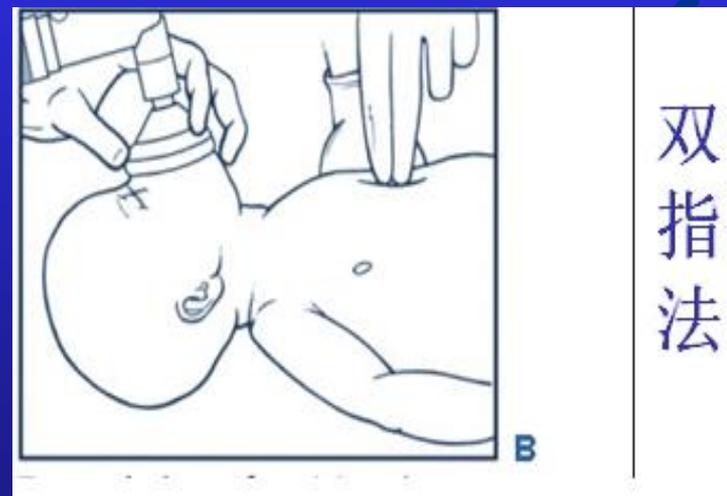
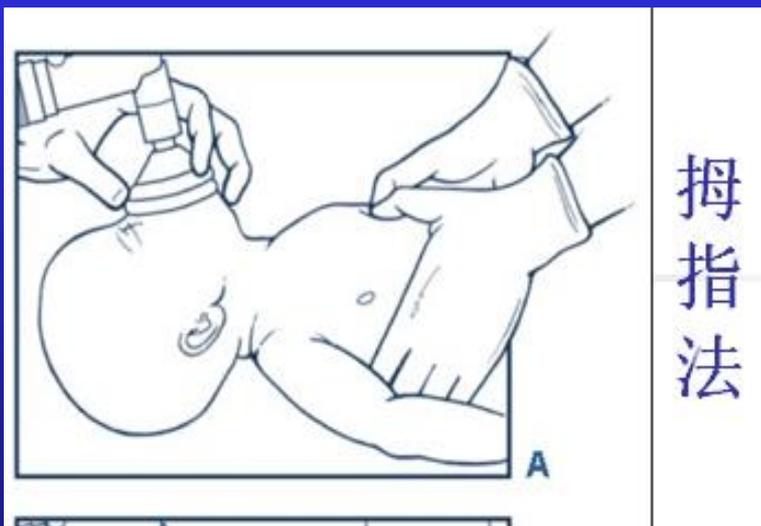
部位：新生儿两乳头连线中点的下方，即胸骨体下 $1/3$ 进行按压。



胸外按压方法

拇指法:此法不易疲劳，能较好地控制下压的深度并有较好的增强心脏收缩和冠状动脉灌流的效果；

双指法:其优点是不受患儿体型大小及操作者手大小的限制。



根据按压深度、操作过程有效性，**推荐使用双手环抱双拇指法。**

Southern Medical University

胸外按压频率

2010版指南推荐复苏时胸外按压和人工通气的比率为3:1（即90次/min按压和30次/min呼吸,达到每分钟约120个动作），因为通气障碍几乎总是首要的原因，没有证据改变当前应用的胸外按压与人工通气3:1的比例。

如果已知心跳停止是由心脏原因引起，可考虑胸外按压与人工通气的较高的比例（15:2）。

考虑到新生儿需要复苏的原因主要是出生窒息，呼吸支持格外重要，因此**2015版仍推荐继续使用3:1**。

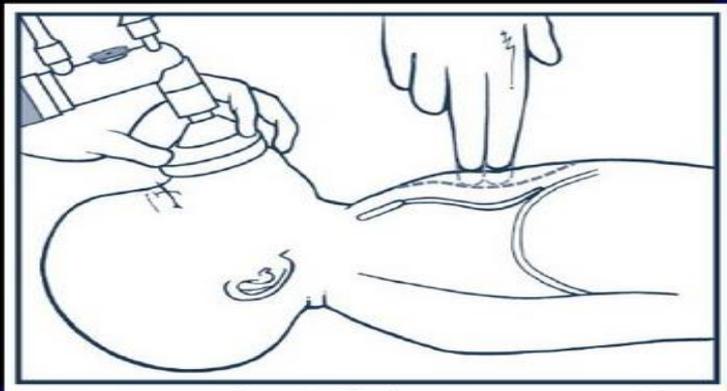
30s重新评估心率，如心率仍 <60 次/分，则使用肾上腺素。

胸外按压

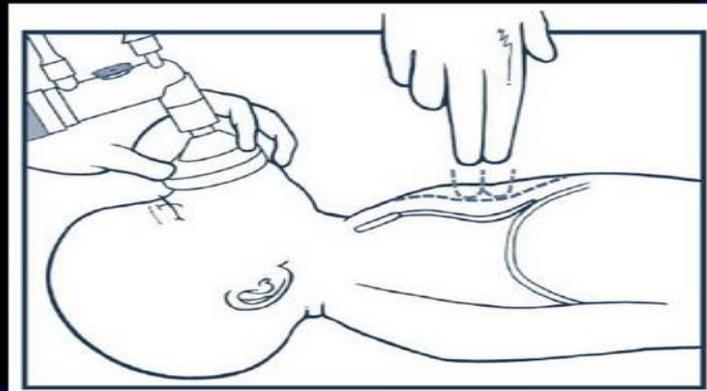
Southern Medical University

按压深度：胸廓前后径 $1/3$

按压时间：按压时间短于松开时间



正确的胸外按压（放松期手指不离开胸部）



错误的胸外按压（放松期手指离开胸部）

30s重新评估心率，如心率仍 <60 次/分，则使用肾上腺素

在新生儿复苏时, 很少需要用药。新生儿心动过缓通常是因为肺部充盈不充分或严重缺氧, 而纠正心动过缓的最重要步骤是充分的正压通气。

关于肾上腺素的使用和液体管理方面, 2015年指南没有更新。

肾上腺素：

(1) 指征：心搏停止或在30s的正压通气和胸外按压后，心率持续 <60 次/min。

(2) 剂量：静脉： $0.1\sim 0.3\text{ml/kg}$ 的1：10 000溶液；

气管注入： $0.5\sim 1.0\text{ml/kg}$ 的1：10 000溶液。

必要时3~5 min重复1次。浓度为1：1000肾上腺素会增加早产儿颅内出血的危险

扩容剂：

(1) 指征：有低血容量怀疑失血或休克的新生儿在对其他复苏措施无反应时考虑扩充血容量。

(2) 扩容剂的选择：可选择等渗晶体溶液，推荐生理盐水。大量失血则需要输入与患儿交叉配血阴性的同型血或 O 型红细胞悬液

(3) 方法：首次剂量为 $10\text{ml}/\text{kg}$ ，经外周静脉或脐静脉 ($>10\text{min}$) 缓慢推入。在进一步的临床评估和反应观察后可重复注入 1 次。给窒息新生儿和早产儿不恰当的扩容会导致血容量超负荷或发生并发症，如颅内出血。

碳酸氢钠： 在新生儿复苏时一般不推荐使用。

纳洛酮

指 征

正压人工呼吸后心率和肤色恢复正常但仍出现呼吸抑制
且其母产前4~6小时有注射麻醉药史

剂 量

每次0.1mg/kg，静脉或气管内注入
间隔0.5~1小时可重复1~2次

✎ 复苏后的新生儿可能有多器官损害的危险，应继续监护，包括：(1) 体温管理；(2) 生命体征监测；(3) 早期发现并发症。

✎ 维持内环境稳定：氧饱和度、心率、血压、红血球压积、血糖血气分析及血电解质等。

✎ 一旦完成复苏，为避免血糖异常，应定期监测血糖，低血糖者静脉给予葡萄糖。如合并中、重度缺氧缺血性脑病，有条件的单位可给予亚低温治疗。

- ✎ 在医疗条件允许的地区的， >36 周并有进展性（中到重度）缺氧缺血性脑病的新生儿，可使用治疗性亚低温治疗。
- ✎ 在医疗条件一般的地区，亚低温治疗可能在一些临床试验、多中心研究中心等的方案中进行。
- ✎ 资源有限地区对于缺氧缺血性脑病新生儿亚低温治疗建议：现有研究已证明，对缺氧缺血性脑病患儿进行亚低温治疗可降低死亡率及改善预后，建议进行。**维持体温在 $33\sim 34^{\circ}\text{C}$** ，应具备生命支持条件，保障治疗安全。

2010版 胎龄 ≥ 36 周的晚期早产儿及足月儿出生时Apgar评分0分，经积极正压通气、胸外按压、药物治疗后，10min Apgar评分仍为0分时，可以考虑停止复苏。

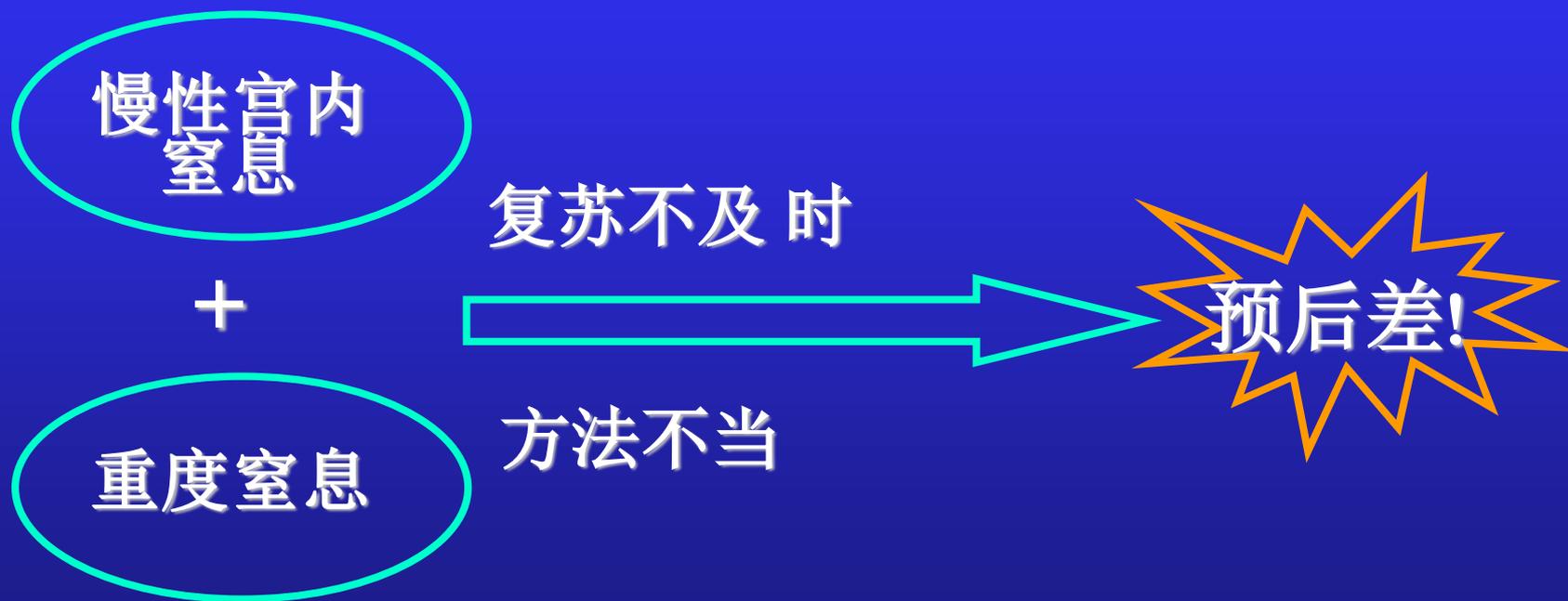
ILCOR新生儿复苏小组讨论存在较多争议，建议应根据后续治疗能力、**家长态度**决定复苏持续时间。总体讨论认为**10 min停止复苏为时过早**，此时可与家长交谈有关预后并讨论治疗是否继续。

胎龄 ≥ 34 周的新生儿，生后正压通气超过20 min仍无自主呼吸且Apgar评分仍 ≤ 3 分是不良预后的指征，在此情况下可根据当地进一步治疗的资源、家长要求等个体化决定是否继续复苏。

定 义
病 因
病理生理
临床表现
辅助检查
治 疗
预 后
预 防

预后

窒息持续时间对婴儿预后起关键的作用



定 义
病 因
病理生理
临床表现
辅助检查
治 疗
预 后
预 防

预防

加强围产期保健，及时处理高危妊娠

加强胎儿监护，避免宫内缺氧

推广ABCDE复苏技术

产房内配备复苏设备

每个分娩都有掌握复苏技术的人员在场