

小儿吸入麻醉诱导专家指导意见

上官王宁, 王英伟, 王炫, 尹宁, 左云霞 (负责人/共同执笔人), 叶茂, 朱波, 李师阳, 李军, 李丽伟, 李超, 连庆泉, 宋兴荣, 张马忠, 张建敏, 张溪英, 周期, 赵平 (共同执笔人), 胡智勇, 姜丽华

吸入麻醉诱导是常用的小儿麻醉诱导方法, 具有起效快、较平稳、无痛苦及易被接受等优点。目前常用的吸入麻醉药物有七氟烷、地氟烷、氧化亚氮等, 其中最适于小儿吸入诱导的是七氟烷和氧化亚氮。由于小儿的生理和心理发育尚不成熟, 与成人相比对麻醉诱导过程更为敏感。粗暴的麻醉诱导可能造成小儿术后行为异常、睡眠障碍甚至终身的面罩恐惧症。因此, 麻醉科医师应该高度重视小儿麻醉诱导技术和技巧, 根据小儿年龄和合作程度等采取灵活措施。

为了帮助广大麻醉科医师快速掌握此技术, 中华医学会麻醉学分会儿科麻醉学组专家经反复讨论, 提出以下小儿吸入麻醉诱导专家指导意见。

一、小儿吸入麻醉诱导前准备

(一) 麻醉前病情评估

1. 病史 尽管患儿的病史一般不复杂, 但小儿生理储备功能低下, 病情变化快。麻醉科医师既要了解外科手术相关疾病, 还需全面了解各系统功能状况、并存疾病或多发畸形、既往疾病和麻醉手术史、出生状况、过敏史和家族麻醉手术史。尤其应关注小儿是否存在哮喘、肺炎及近期上呼吸道感染病史。极个别小儿可能有先天性喉喘鸣、先天性喉发育不良或先天性气管软化症等病史, 此类小儿在麻醉诱导期间可能发生严重吸气性呼吸困难。大量胸腔积液、胸腔占位、膈疝等胸内压增加的小儿, 在自主呼吸抑制后可能发生严重通气困难, 麻醉诱导时需考虑保留自主呼吸。

2. 体格检查 体格检查应该全面, 同时着重于检查重要系统, 尤其是呼吸系统的检查 (是否存在解剖畸形、上呼吸道感染的表征、扁桃体大小等), 应仔细听诊心肺, 如两肺是否有干湿性啰音, 心脏是否有杂音等。尚需注意患儿有无腹胀、胃排空障碍和食管反流等增加反流误吸的危险因素。

3. 实验室及特殊检查 一般 ASA I、II 级患儿, 如行短小手术, 不需特殊检查; 如行较大手术或者合并有呼吸、循环、中枢神经系统、肝肾、内分泌等系统疾病的 ASA III

级及以上患儿，应做相应的实验室及特殊检查。

（二）麻醉前安全核查

1.基本情况核对 包括患儿姓名、性别、年龄、体重、外科手术名称和手术部位，手术、麻醉知情同意书是否已签署。确保在正确的小儿身上实施监护人同意的正确手术或操作。

2.禁食时间核查 按照禁清流质 2h、母乳 4h、牛奶配方奶和淀粉类固体食物 6h、油炸脂肪及肉类食物大于 8h（即 2-4-6-8 法则）执行。目前，各种因素使小儿术前禁食时间普遍过长，容易造成脱水、低血糖等，值得重视。同时，应评估小儿反流误吸的风险。

3.小儿呼吸道评估 评估是否潜在通气困难和插管困难。

4.预测手术出血量 根据预测出血量多少，准备建立合适的静脉通道并备血。

（三）麻醉诱导前准备

1.麻醉机 见附件一。

2.监护仪 监测心电图（心率与心律等）、无创血压、脉搏氧饱和度（ SpO_2 ）和呼气末二氧化碳分压（ $PetCO_2$ ）、体温，条件允许下监测呼气末麻醉气体浓度。其中，以适合小儿且功能状态完好的 SpO_2 探头的准备尤为重要。必要时准备其它监测如有创血压、中心静脉压等。

3.吸引设备 合适的小儿吸痰管并检查吸引力。

4.保暖设施 小儿（尤其是婴幼儿）入手术室前应准备适当的保暖设施，包括适当的室温，保证各种保温装置（如加热灯、电热毯、暖风机等）处于良好的功能状态。

5.气道管理相关器具 无论计划采取何种麻醉方式，必需按气管插管全身麻醉准备合适的面罩、口咽通气道或鼻咽通气道、喉镜、气管导管、喉罩、插管管芯等。

6.抢救药品和麻醉药品 建议常规准备肾上腺素、阿托品和琥珀胆碱并按常用浓度稀释。麻醉药品包括拟用的吸入麻醉药、镇静药、麻醉性镇痛药和肌松药。

7.麻醉科医师 小儿生理储备功能差，病情变化快，小儿麻醉的责任医师建议是掌握了小儿麻醉技术并且从事麻醉工作至少 3 年的执业医师。

8.手术室环境 可以在手术室门口准备一些玩具，最好有供小儿玩耍的场地和器材。在手术室过道、诱导室和复苏室里摆放、张贴和悬挂一些小动物的卡通图片和小玩具等，

使小儿感到温暖、亲切。手术间里可以播放一些儿童歌曲和音乐。

二、小儿吸入麻醉诱导的常用方法

（一）诱导准备

1.麻醉前用药 麻醉诱导前 10~20 min 口服含咪达唑仑 0.25~0.5mg/kg 的糖浆，最大推荐剂量为 10mg。不合作的大龄儿童可在糖浆中加入 3mg/kg 氯胺酮加强镇静效果。抗胆碱能药物一般不作为常规使用，但术中如果采用氯胺酮麻醉在建立静脉通道后给予阿托品 10~20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。直肠给药的优点和口服相似，常应用于不愿或不会服药的小儿。不推荐采用肌肉注射的给药方法给予麻醉前用药。

2.诱导地点 可以在专门的麻醉诱导室或在手术室。家长参与麻醉诱导过程的利与弊尚存在争议。

3.建立基本生命体征监测 心率与心律、 SpO_2 和血压。如果小儿不合作，可采用由家长或者医护人员坐位怀抱孩子诱导的方法。诱导前可以只监测 SpO_2 ，入睡后立即实施心电图和血压监测。

4.准备静脉输液系统和穿刺针，并在吸入麻醉诱导小儿入睡后立即开放外周静脉。

5.吸入麻醉诱导药物 推荐采用麻醉效能强、血气分配系数低、无刺激性气味的七氟烷。地氟烷尽管血气分配系数低，诱导和苏醒更快，但因存在强烈的气道刺激性而不用于吸入麻醉诱导。异氟烷血气分配系数相对高且气道刺激性强，不适合用做吸入诱导。氧化亚氮麻醉效能低，只能作为辅助麻醉诱导药物。

（二）诱导方法（以七氟烷为例）

小儿吸入麻醉诱导方法主要有三种，即潮气量法、肺活量法和浓度递增诱导法。潮气量法和肺活量法为了加快诱导速度，都需要事先用高浓度七氟烷预充呼吸回路。

1.呼吸回路预充具体操作步骤如下：

（1）麻醉机设置于手控模式，关闭新鲜气流。

（2）排空手控呼吸囊。

（3）关闭逸气阀。

（4）封闭呼吸回路输出口。

（5）将装有七氟烷的挥发罐调至 6%~8%（建议新生儿用 2%~3%），新鲜气流量 3~6L/min。

(6) 待呼吸囊充盈时，暂时开放逸气阀，挤瘪呼吸囊；设置逸气阀为 20cmH₂O，待呼吸囊再度充盈时，回路中七氟烷浓度将得到明显地提升。

(7) 放开呼吸回路开口，轻轻挤压呼吸囊，让螺纹管吸入充满高浓度的七氟烷。然后立即接面罩开始诱导。

2. 潮气量法诱导 本方法适合于所有年龄的小儿，尤其适用于婴幼儿和不合作的学龄前儿童，是小儿吸入麻醉诱导最常用方法。

(1) 七氟烷的挥发罐调至 6%~8%（建议新生儿用 2%~3%），新鲜气流量 3~6L/min，预充回路后，将回路输出口连接合适的面罩（下至颈部上达鼻梁），盖于小儿口鼻处。

(2) 小儿通过密闭面罩平静呼吸。不合作小儿注意固定其头部，尽力避免用力托下颌造成疼痛刺激，诱发躁动。

(3) 小儿意识消失后，将七氟烷的挥发罐调至 3%~4%（新生儿调至 1%~2%），以便维持自主呼吸，必要时辅助呼吸。适当降低新鲜气流至 1~2L/min，避免麻醉过深和减少麻醉药浪费和污染。

(4) 调整逸气阀，避免呼吸囊过度充盈。

(5) 建立静脉通路，辅助其它镇静镇痛药物和/或肌肉松弛药物完成喉罩放置或者气管插管。

3. 肺活量法诱导 适合于合作的小儿（一般大于 6 岁）。

(1) 在手术前一天访视小儿或麻醉诱导前训练小儿深呼吸、深吸气、屏气和呼气。

(2) 七氟烷的挥发罐调至 6%~8%，新鲜气流量 3~6L/min，预充回路。

(3) 让小儿用力呼出肺内残余气体后，将面罩盖于小儿口鼻处并密闭之，嘱咐其用力吸气并屏气，当小儿最大程度屏气后再呼气，可能此时小儿意识已经消失。否则，令小儿再深吸气、屏气和呼气，绝大多数小儿在两次呼吸循环后意识消失。

(4) 小儿意识消失后，将七氟烷的挥发罐浓度调至 3%~4%，新鲜气流调整至 1~2L/min。维持自主呼吸，必要时辅助呼吸。

(5) 建立静脉通路，辅助其它镇静镇痛药物和（或）肌松药物完成喉罩安放或气管插管。

4. 浓度递增法诱导 适于合作及危重小儿。

(1) 麻醉机为手动模式，置逸气阀于开放位，新鲜气流 3~6L/min。

(2) 开启七氟烷挥发罐，起始刻度为 0.5%，小儿每呼吸 3 次后增加吸入浓度 0.5%（如果希望加快速度每次可增加 1%~1.5%），直至达到 6%。

(3) 如果在递增法诱导期间，小儿躁动明显，可立即将吸入浓度提高到 6%~8%，新鲜气流量增至 5~6L/min（改为潮气量法）。

(4) 小儿意识消失后，立即将七氟烷的挥发罐调至 3%~4%，新鲜气流调整至 1~2L/min。维持自主呼吸，必要时辅助呼吸。

(5) 建立静脉通路，辅助其它镇静镇痛药物和/或肌肉松弛药物完成喉罩安放或者气管插管。

5. 小儿吸入诱导时的常用辅助方法

(1) 1~3 岁的幼儿常常不合作，诱导期可以分散小儿的注意力，如鼓励小儿吹皮球等。麻醉诱导前让小儿玩面罩，或通过面罩连接的呼吸囊练习吹皮球可减少小儿对面罩的恐惧感。使用芳香面罩或在面罩上涂上香精或无色香味唇膏可以增加小儿对面罩的接受度。

(2) 如小儿不愿意躺在手术床上，麻醉科医师（或家长）可怀抱小儿进行吸入诱导。方法是：让小儿坐在麻醉者（或家长）的大腿上，一侧手臂置于麻醉者（或家长）身后（避免小儿手抓面罩），家长或麻醉科医师持面罩紧贴小儿口鼻部实施麻醉诱导。

(3) 如小儿拒绝接受面罩（可能这些小儿对面罩有恐惧感或曾经有过吸入麻醉的不良记忆），可将双手在面罩周围围成“杯状”罩于小儿口鼻部，使小儿口鼻前形成较高浓度的吸入麻醉药，而面罩不直接接触小儿皮肤。也可不用面罩而以手握住环路中的弯接头，手握成杯状代替面罩。

(4) 如诱导前小儿已经处于睡眠状态，尽可能避免面罩触碰小儿。即将面罩慢慢接近小儿口鼻处，吸入氧化亚氮+氧气，再轻轻地扣上面罩。吸氧化亚氮约 1~2 min 后开始复合吸入七氟烷渐升至合适浓度为止。一般不直接采用高浓度七氟烷吸入，以避免小儿因高浓度七氟烷刺激而醒过来。

三、小儿吸入诱导注意事项

1. 诱导期间如果呼吸囊不够充盈，可增加新鲜气流量或者调整逸气开关，不要按快充氧开关。因为快充氧不经过挥发罐，将会稀释回路中七氟烷的浓度。

2.操作者持面罩和托下颌动作轻柔，用力托下颌会增加小儿躁动。

3.诱导期间辅以 50%~70%氧化亚氮，可加速麻醉诱导。在预充回路时就用氧化亚氮与氧气混合气预充。在应用浓度递增法诱导时，可以预先让小儿吸入氧化亚氮与氧气混合气，待小儿安静后再慢慢加入七氟烷。

4.单纯使用七氟烷诱导，在麻醉深度较浅时气管插管，易诱发喉痉挛，建议辅助其它静脉药物完成。

5.吸入麻醉诱导期间，如果小儿出现明显三凹征，多为上呼吸道梗阻，双手托下颌并使小儿张口，改善不明显时可置入口咽通气道；如果上呼吸道梗阻非常严重，应怀疑小儿有呼吸道问题如先天性喉喘鸣、先天性喉发育不良、先天性气管软化症及扁桃体肥大等，此种情况的处理是立即减浅麻醉（关闭挥发罐，排空呼吸囊，增加新鲜气流），仔细询问病史，再重新决定麻醉方案。吸入麻醉诱导也可能诱发喉痉挛，如果静脉通道已经建立可静脉推注丙泊酚 1mg/kg。如果没有建立可增加七氟烷吸入浓度，必要时肌肉注射琥珀胆碱 2~4mg/kg。

6.小儿吸入麻醉诱导早期可能出现心率加快和血压升高，一般持续时间很短。诱导期间低血压罕见，但术前明显血容量不足或并存循环功能障碍的小儿可能发生，尤其是早产新生儿，必要时降低吸入浓度并使用血管活性药物。

7.切记高浓度吸入诱导时，在小儿入睡后立即降低七氟烷吸入浓度。如果忘记调整，高浓度七氟烷可能导致严重循环抑制，甚至心搏骤停。

附件一：麻醉机准备和检查程序

1. 开启麻醉机电源，应有低氧压报警。开启中心氧气或者氧气钢瓶压力表，低氧压报警消失。

2. 检查氧气流量表。旋钮开至最大时，氧气流量应能大于 10L/min，旋钮关至最小时氧气流量应大于 150ml/min。确认氧气-氧化亚氮的联动装置工作正常。

3. 检查快冲氧是否工作。

4. 检查钠石灰罐。如发现钠石灰失效（变为紫色或兰色）应及时更换。

5. 检查吸入麻醉药挥发罐，确保在全程手术过程中，观察窗中液面应不低于标示的最低限，以保证准确的吸入麻醉药输出浓度。

6. 连接螺纹管和呼吸囊。手堵螺纹管出口，将氧气流量关至最小，然后快充氧将压力增加至 40cmH₂O，此时应有连续高压报警，同时在 15 秒内压力应仍高于 30cmH₂O，

证明机器无漏气。

7. 开放螺纹管出口，开动呼吸机，风箱上下空打，麻醉机应有脱机报警。

8. 手堵螺纹管出口，用快充氧将呼吸囊充气，检查手控通气是否有效。

9. 选定通气模式：容量控制或压力控制。如使用容量控制通气模式，设定潮气量、呼吸频率和吸/呼比；如使用压力通气模式，一般将压力先设定为 15cmH₂O，呼吸频率 20 次/分，然后根据实际通气量和呼气末 CO₂ 进行参数调整。

10. 根据小儿具体情况设定潮气量、每分钟通气量、气道压报警上下限（一般为预定目标值的±30%，如潮气量为 200ml，呼吸频率为 16 次/分时，潮气量报警下限定为 140ml，上限为 260ml，呼吸分钟通气量报警下限 2.5L，上限为 3.8L）。

参考文献

1. Lejus, Bazin V, Pinaud M, et al. Inhalation induction using sevoflurane in children: the single-breath vital capacity technique compared to the tidal volume technique. *Anaesthesia*. 2006;61(6):535-40.
2. Siddik-Sayyid SM, Taha SK, Kanazi GE, et al. Propofol 2 mg/kg is superior to propofol 1 mg/kg for tracheal intubation in children during sevoflurane induction. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2011;55(5):535-8.
3. Ho KY, Chua WL, Ng AS, et al. A comparison between single- and double-breath vital capacity inhalation induction with 8% sevoflurane in children. *Paediatr Anaesth*. 2004;14(6):457-61.
4. Fernandez M, Lejus C, Pinaud M, et al. Single-breath vital capacity rapid inhalation induction with sevoflurane: feasibility in children. *Paediatr Anaesth*. 2005;15(4):307-13.
5. Dubois MC, Piat V, Murat I, et al. Comparison of three techniques for induction of anaesthesia with sevoflurane in children. *Paediatr Anaesth*. 1999;9(1):19-23.
6. Miller, R, et al. eds. *Miller's Anesthesia*. 8th ed. Churchill Livingstone. 2014, Vol.1.
7. Holzman, R.S, T.J. Mancuso, D.M. Polaner, eds. *A practical approach to pediatric anesthesia. Clinical and Operational Aspects of Pediatric Anesthesia*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

8. Lerman, J, C.J. Coté, D.J. Steward, eds. *Manual of Pediatric Anesthesia: With an Index of Pediatric Syndromes*. 6th ed. Techniques and Procedures. Philadelphia: Churchill Livingstone, Elsevier, 2010.
9. Lan YP, Huang ZH, Zuo YX, et al. Effects of the combination of mask preconditioning with idazolam pretreatment on anxiety and mask acceptance during pediatric inhalational induction and postoperative mask fear in children. *Chin Med J (Engl)*. 2012;125(11):1908-14.
10. Kreuzer I, Osthaus WA, Schultz A, et al. Influence of the sevoflurane concentration on the occurrence of epileptiform EEG patterns. *PLoS One*, 2014;9(2):e89191.
11. Rhondali O, Juhel S, Rhzioual-Berrada K, et al. Impact of sevoflurane anesthesia on brain oxygenation in children younger than 2 years. *Paediatr Anaesth*, 2014;24(7):734-740.