

心脏导管介入室的小儿麻醉

Hussein Talib Mohammed Shakarchi 博士

伊拉克，巴格达，伊拉克心脏疾病中心，麻醉医生

Marc Cohen 博士

英国，伦敦，大奥蒙德街医院，顾问麻醉医生

编辑：

Isabeau Walkerⁱ 和 Dr. Anthony Bradleyⁱⁱ 博士

ⁱ英国，伦敦，大奥蒙德街医院，顾问麻醉医生

ⁱⁱ英国布里斯托尔皇家儿童医院，顾问麻醉医生



25th Jul 2017

通讯至 atotw@wfsahq.org

在线测试可用于自我指导的继续医学教育 (CME)。通过考试将获得一个证书，请参阅这里的认证条款。

[Take test](#)

要点

- 在导管室的远程环境下，对患有复杂心脏疾病的儿童进行麻醉是很有挑战性的。
- 氯胺酮对心脏功能受损的患者来说是一种非常重要的药物。
- 在患有心脏病的儿童中，复发性的肺部感染很常见，尤其是在那些肺血流量过多的人群中。
- 禁食应保持在最低限度，避免脱水。
- 小儿很容易感冒。采取积极的保暖措施维持正常体温。

前言

心脏导管介入室(导管室)的诊断性和微创性干预措施现在已成为治疗儿童先天性心脏病(CHD)的常规方法。儿童可能在任何年龄，包括新生儿，进行择期或急诊手术。大多数的手术都要求对孩子进行麻醉。重要的是要了解每个孩子的解剖学和生理学，以及所采取的干预措施的潜在风险、益处和并发症。在管理这些复杂的情况时，团队内部的有效沟通和持续的警惕是至关重要的。通过良好的临床护理，大多数患者可以在手术结束后被转入普通心脏病病房，这就使得在导管室内对儿童进行治疗即使是在资源有限的国家，对所有患儿都是一个实际的选择。

一般原则

设备

心脏导管介入室一般位于医院的偏远区域。在成人，手术通常是在局部麻醉或镇静作用下进行的，因此，立即可用的麻醉资源或设备可能并不总是最优化的。对于儿童来说，需要进行全身麻醉是很常见的，因此在医院的其他地方也需要同样的麻醉护理标准。麻醉医师必须熟悉，并在手术前检查麻醉设备。¹

基础监测是最基本的，必须包括最低限度的有效脉搏血氧饱和度、心电图(ECG)和血压(BP)监测。必须具备一种带有儿科浆叶或减薄板的工作除颤器。操作人员应该接受过培训，会使用这个设备。¹

导管室温度通常较低，患者在进行手术时可能被暴露于该环境中。儿童低体温很容易发生。这可能会容易导致心律失常或延迟麻醉恢复的时间。使用空气毯来进行积极的取暖是最理想的，至少应该覆盖病人，并调节温度以适应患者的需要。¹

超声心动图(ECHO)在导管室是非常重要的，它用于诊断或确认心脏病变，测量压力梯度，检查已部署设备的位置，以及在介入治疗后对心脏损伤的评估(如:堵塞或新的瓣膜回流)。

术前评估

所有的患者术前都应该有一个全血计数。对于介入手术，一个有效的分类和保存应该是可用的，而对于更高风险的手术，如瓣膜球囊反搏术，血液应该是已进行交叉匹配并且立即可用。血糖、电解质、肾功能和肝功能均应在提前进行检查，但对于严重心脏功能受损或有复杂并存疾病的患者尤其如此。在严重的缺氧和代偿性多细胞血症患者中可以看到血小板减少症。当血小板计数超过 $100 \times 10^9/l$ 时，可能需要输血才能进行心导管的手术。

十二通道心电图非常重要，特别是对于有心律失常的儿童，当心律发生变化时也可以作为一个参考。

禁食

患者在术前应禁食，但全世界最普遍的问题是禁液体的时间太长。长时间的饥饿会使孩子感到痛苦，更有可能引起低糖血症，如果脱水，则更难以置管。特别重要的是，要避免严重缺氧的患者出现脱水，因为这增加了血栓并发症的风险。^{2,3} 后面所列的患者可能在等待时发生更严重的脱水，所提供的液体种类和液体量应明确。(更多禁食时间信息参见 ATOTW 教程第 352 页)

在列表开始时的团队简介

和所有的列表一样，在导管介入室使用“团队简介”开始列表是一种很好的做法。⁴ 这是团队成员进行自我介绍、检查列表中的每个病例并确认列表顺序的机会。(见 ATOTW 教程 325)。在大奥蒙德街医院，我们在每个大列表的开头都讨论以下问题:

- 检查名单上的所有病人并讨论存在特殊问题的病人。
- 确认是否需要交叉匹配
- 需要的任何特殊设备，包括侵入性监测
- 成像需要
- 抗生素需要
- 保温
- 谁是主刀谁是助手
- 其他的问题，比如人员安排和时间

麻醉技术

应选择一种麻醉技术，使病人能够安全快速的恢复，并在手术后返回病房。这将由各医院自身决定。机控通气下的平衡麻醉，用或不用肌松剂都是通常的选择方法。长效的肌松剂如泮库溴铵最好避免使用。保留自主呼吸也是选择之一，并且该方法经常在医疗资源短缺的国家使用，此时，氯胺酮是唯一的使用药物。为了维持血流动力学的稳定，强效的吸入麻醉药最好如氟烷最好避免使用。^{5,6}

尽管有来自开始手术的压力，但获得安全的血管通路是必须的。如果后面发生严重的不良反应，血管通路建立失败就会使医生变得很被动。对于一些儿童，可以预先在病房建立好血管通路，这将为后面的介入治疗节省了宝贵的时间。另一种方法可以在使用吸入麻醉药或氯胺酮诱导时开放血管通路。(5-10mg/kg 肌注 or 2mg/kg 静注)。

在介入治疗过程中，直接的心脏和动脉压力读数可以作为诊断工作的一部分进行测量，并反复评估干预后参数的变化。吸入氧浓度[FiO₂]的氧输送可能对血管阻力产生很大的影响，这将会影响介入治疗过程中压力读数。安全的诱导后，我们的目标是提供患者平时暴露在空气中的相同的氧需求(例如，如果在空气中自然通风的话，FiO₂ 接近 0.21)但是如果有问题的话，请在简短的时间里与心内科专家取得联系。^{5,6}

液体的维持

所有的患者都应该使用例如乳酸林格氏液之类的等张性维持液。如果有关于低血糖的担忧(如长期的饥饿)，可以将 50%的葡萄糖液 10-50ml 加入到 500ml 溶液中配成 1-5%的葡萄糖/乳酸林格液。在这种情况下，应该测量血糖水平。在现代的儿科麻醉实践中，没有地方可用低渗性的维持液体。⁷

术后护理

在返回病房之前，孩子应该完全清醒，最好是在让孩子一个有人员看护的恢复室里待上一段时间，并有氧气、吸痰和监护。在回到病房之前，必须检查血管穿刺部位是否出血，特别是在建立动脉通路的地方。^{5,6}

特殊情况

肺动脉高压

当静止时的肺动脉压力(mPAP)超过 25mmHg 时, 就能诊断为肺动脉高压(PH)。在麻醉的诱导后, 应该尽量将 FiO₂ 减小到尽可能接近室内空气或者患者可以安全地承受的最小限度的 FiO₂ 来进行 PAP 的测量. 给 100% 纯氧 10 分钟, 然后再次测量 PAP 作为评估 PH 值可逆性的证据, 即 mPAP 比平均动脉压 (MAP) 降低 15% [MAP 未发生显著变化]. 如果存在严重的缺氧或任何其他血氧变化, 就必须在测试中增加 FiO₂ 浓度.^{8,9}

法洛四联症 (TOF)

在很多情况下, 对 TOF 患者的诊断是通过 ECHO 来实现的。在一些地方, 特别是在 ECHO 不可用的地方, 可能会进行心导管检查:

- 评估右心室流出道(RVOT)阻塞的情况和严重程度
- 绘制冠状动脉供血, 并评估右心室的异常冠状动脉(如果不识别, 可能会在手术中发生危险)
- 确定主要的主动脉/旁系肺动脉(MAPCAs)

对于未治疗的法洛四联症的儿童, 进行心导管介入手术最主要的风险是一种高度紫绀的状态, 尤其是当造影的导管刺激了右室流出道的漏斗区时。右室流出道的肌束收缩导致漏斗部的肌肉痉挛, 尤其是在交感神经张力很高的情况下 (β 肾上腺素能受体). 这就增加了向左分流和严重的低氧血症的风险。通过降低交感神经兴奋性, 包括药物治疗, 用阿片类镇痛药进行的平衡麻醉, 以及重要的避“光”麻醉, 可以将紫绀的风险降至最低。应该避免肾上腺素的使用, 因为这会加重右室流出道的阻塞。^{5,6,10}

应该用以下方法治疗紫绀: :

- 增加 FiO₂
- 静脉注射 10ml/kg 的负荷液体量, 如果有必要, 可以重新进行评估和重复。这将会增加心输出量和肺血流量。
- 输注去氧肾上腺素 (1 mcg/kg 负荷量)或去甲肾上腺素 (0.05-0.1mcg/kg/min)。这些是单纯的 α 肾上腺受体激动剂, 它们增加了循环系统的血管阻力(SVR), 减少了向左的分流, 从而增加了右室流出道的血流量。.
- β 受体阻滞剂例如: 艾司洛尔 (0.5mg/kg 大于 1 分钟静推, 如果有需要, 可重复, 或以 25-300mcg/kg/min 速度输注)或美托洛尔 (0.1 mg/kg 大于 5 分钟静推, 最大量为 5mg)。这样可以缓解大血管的阻塞, 减少右室流出道的痉挛。¹⁰

伊拉克, 巴格达, 医疗城市综合体, 伊拉克心脏疾病中心的法洛四联症患者的的心导管介入术。

在我们这里, 对患有法洛四联症的儿童进行心导管介入治疗的理想麻醉剂是氯胺酮。氯胺酮有助于维持系统的血管阻力 (SVR), 因此可以减少左心室间隔缺损(VSD)的左向分流。肌注氯胺酮的诱导剂量(5-10 mg/kg)同时辅助肌注阿托品 (0.02mg/kg)以减少分泌物。静脉通路是在诱导后开通的, 严密监测患儿, 特别要注意气道。通过这种方式, 无需插管, 即可成功地完成简单的血管造影术。

单心室

患有单心室生理疾病的儿童(如左心发育不全综合征, 三尖瓣闭锁)需要一系列的姑息性手术来维持长期的生存。在新生儿期最初缓解, 以确保全身和肺部血流的安全后, 需要进一步的手术, 以确保在儿童成长过程中有充足的肺部血流。通过将上腔静脉吻合到肺动脉, 使得儿童在婴儿期形成双向格伦分流, 大约在 2-4 岁时, 通过介入手段将下腔静脉和肺动脉吻合使得全部的腔静脉肺静脉连接得以形成。静脉血通过上腔静脉和下腔静脉回流然后通过由单心室这个唯一的泵提供的“串联”循环回流。成功的 TCPC 的完成需要肺动脉压非常低, 因为肺血流量的驱动压力即是上腔静脉/下腔静脉内的压力。¹¹

诊断性的心导管介入应该作为 TCPC 工作的一部分。麻醉医师可能会被要求插入颈内静脉导管, 通过测量 BDG 的压力以评估 PAP。理想情况下, 单心室儿童接收介入手术时应保持“良好的充盈”以促进静脉回流, 从而促进血液循环。对于这类患者, 避免长时间的饥饿和脱水是非常重要的。在进行麻醉时应该对患者行气管插管并提供正压通气。应设置小潮气量 (7ml/kg)避免大潮气量增加的肺血管阻力(PVR)。此外, 应控制呼末二氧化碳[E_tCO₂]浓度, 以避免过度通气或通气不足带来的不必要的 PVR 改变, 重要的是, 要确保从脑循环到上腔静脉有足够的回流。

经食道超声心动图 (TOE)

经食道超声心动图可用于指导介入治疗, 例如可用于作为 ASD 置入的依据, 或当发现经胸壁超声心动图诊断能力较低时用于提高诊断信息可靠性。气管插管和控制通气是必要的。诊断性的经食道超声心动图通常是一个短的过程, 只需要一段短暂的插管时间。一种中效的肌肉松弛剂有利于插管, 例如, 可以使用阿曲库铵, 在资源有限的国家经常使用。一些中心可能偏好使用罗库溴铵和环糊精。^{5,6,10}

介入手术

介入手术必须只能在术后能够立即处理并发症如间隔封堵器栓塞或心脏结构有严重的创伤的治疗中心进行。^{5,6,10,12}

血液应进行交叉配型并且能立即用于介入手术。大多数介入的目的是要么关闭一个开放的或不想要的缺陷，要么扩大或创建一个缺陷。介入手术导管内径要比诊断性操作导管内径大，这就增加了血管损伤的风险。

在导管室进行的常见介入操作包括：

- PDA 封堵
- ASD 封堵
- 肺动脉瓣膜开瓣术
- 主动脉瓣膜开瓣术
- 房间隔切开术
- 血管支架 (主动脉或肺动脉缩窄)
- 侧支血管闭塞术
- 肺动脉瓣植入术

动脉导管未闭 (PDA) 封堵术

由左至右分流的动脉导管未闭(PDA)，导致肺血流增多，以及充血性心力衰竭的体征和症状。(Figure 1)。患者反复发生肺部感染并且不能茁壮成长。在婴儿和大一点的儿童中，小的孤立的动脉导管未闭可以通过介入进行关闭。大多数的麻醉药物都可以减少 PDA 的全身血管阻力和分流。这些患者应避免高氧(如果可能的话)，因为 O₂ 降低了肺血管阻力并增加了肺部的血流量。尽管也可能用氯胺酮在保留自主呼吸的情况下管理这样的手术，但我们还是推荐使用行插管和机械通气的平衡麻醉。^{5,6,10,12}

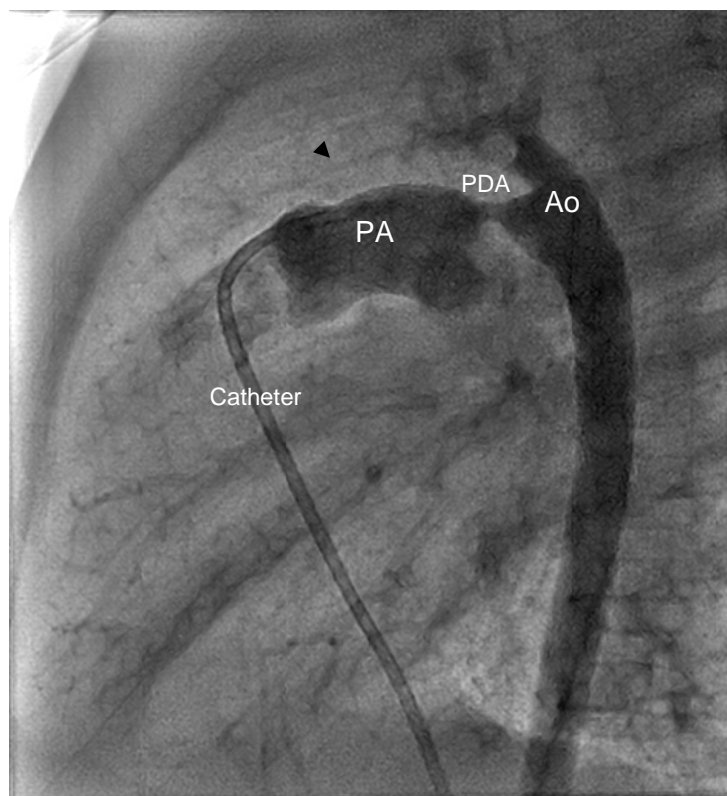


Figure 1.心导管造影：动脉导管未闭
(PDA: 动脉导管未闭; PA:肺动脉; Ao: 主动脉)

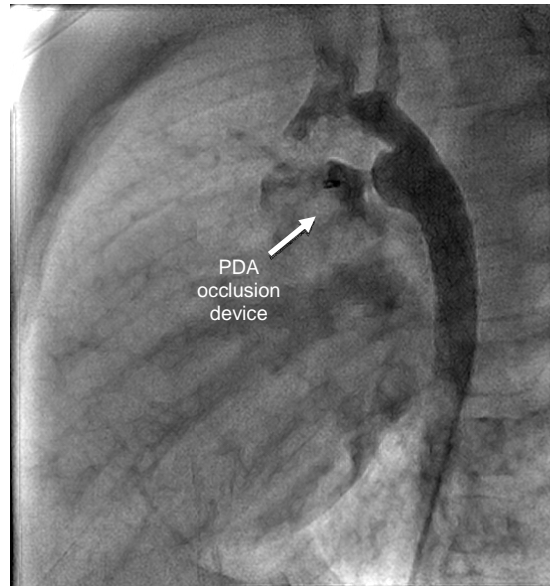


Figure 2.心导管图像: 动脉导管未闭封堵后

房间隔缺损(ASD)修补术

在经血管造影和心脏超声的引导下，动脉导管未闭可以被封堵 (Fig 3).通过经皮介入设备对房间隔缺损进行成功封堵的依据是临床和超声心动图的结果。具体来说，对缺损大小、解剖和位置的评估将决定这个手术是否可行。选择性封堵的征象包括那些有明显分流的肺血流量的证据。肺血流[Qp]: 全身血流 [Qs] 比率 > 1.5 并且右心室超负荷的病人。^{5,6}

在手术开始的 30 分钟内应给予预防性静脉注射抗生素，并根据当地的规程对使用肝素进行抗凝治疗。如果在血管造影后认为该房间隔缺损不适合用封堵器封堵，则应在活化凝血时间(ACT)的指导下，将肝素进行逆转。如果使用了一个大的鞘，并且穿刺部位应该被按压至少 10 分钟以上，那么必须特别小心检查术后的出血情况。从导管进入、外伤到心脏结构和空气栓塞，ASD 封堵与心率失常的发生都有关。如果封堵器发生栓塞，封堵器将需要通过介入的心内科医生紧急取出，如果经皮操作取出失败，可能需要行心外科手术。^{5,6,10,12}

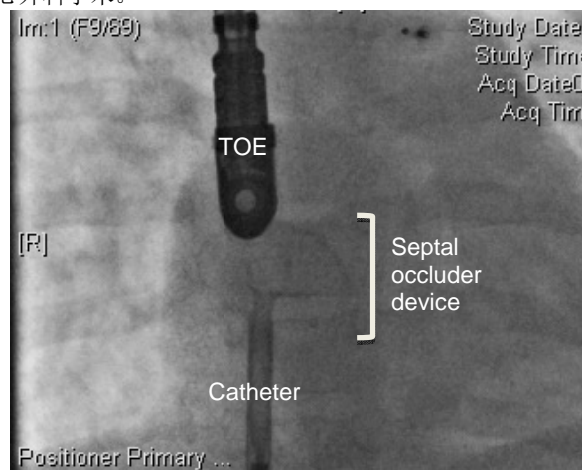


Figure 3.心导管图像: 房间隔缺损 (ASD) 封堵

经食道超声心动图引导 (TOE).所有的图片都是由大奥蒙德街医院的心脏学部提供的。

肺动脉瓣膜开瓣术

严重的肺动脉瓣 (PV) 狭窄是指肺动脉压力超过 50mmHg，同时是肺动脉瓣置换术的指征。PV 区域可能非常小或像缝隙一样，右心室(RV)的流出道很容易在导管置入被堵塞。在这段时间内，由于肺血流受阻，病人将会严重的缺氧。此时应该取出导管直至 SpO₂ 恢复正常。在荧光屏控制下插入一个带球囊的导管，球囊瞬间膨胀，使阀瓣之间的连接破裂。通过肺动脉瓣的压力梯度在 40 mmHg 以下可以接受。^{5,6,10}

主动脉瓣膜开瓣术

患有严重的主动脉瓣狭窄(AS)的儿童将会发生左心室肥大,这也是左心室功能减退的证据。必须维持患者的全身血管阻力以防冠脉缺血。如发生下列情况,则应行球囊扩张的主动脉瓣开瓣术: :

- 主动脉瓣压力梯度 (AoV) > 70 mmHg
- 主动脉瓣压力梯度 > 50 mmHg 并出现临床症状如胸痛或心电图示有缺血的证据。

在放置带球囊的导管穿过瓣膜时,血液流经左心室流出道,可能会将球囊装置从主动脉瓣中移走。在此过程中,快速的超速起搏抑制可以减少心脏输出,从而降低心脏的输出,并提高手术的成功率。严重的主动脉扩张(AI)由于过度扩张而引起的冠状动脉功能不全。^{5,6,10,12}

主动脉瓣狭窄 (CoA)

严重的主动脉瓣狭窄通常需要在婴儿早期进行手术,但是在第一次手术治疗后仍存在中等程度的狭窄或残余狭窄可以通过介入治疗。对于一些合适的年轻患者,主动脉瓣狭窄通常可以通过球囊成形术来治疗。对于大一些的儿童,如果解剖结构没大问题,可以在狭窄的地方置入支架。并发症包括主动脉破裂、主动脉夹层、脑血管事件、股动脉创伤、血栓形成和动脉瘤形成。必须有交叉匹配的血液。^{5,6,10,12}

年龄较大的儿童通常患有上肢高血压,所以在右臂上绑血压袖带或动脉导管是最好的,这样就能获得真正的血压测量值。对于主动脉瓣狭窄的治疗,麻醉的目的应该是维持血流动力学的稳定,但不能过分地降低动脉血压。在年幼的儿童中,使用小剂量的阿片类药物如芬太尼 (1-2 mcg/kg) 或氯胺酮 (0.5mg/kg)通常是安全的组合。全凭静脉麻醉可能适用于年龄较大的儿童。

球囊房间隔造口术 (BAS)

房间隔造口的主要目的是改善新生儿的体循环和肺循环,并在纠正手术前,通过右旋大动脉转位(d-tga)和不充分的氧进行混合。存在动脉转位的新生儿通常存在缺氧和酸中毒。那些更好的混合的人,例如动脉导管未闭(PDA)有更大的生存机会。BAS 也可用于改善其他具有生命威胁的混合性紫绀如有完整室间隔的肺动脉、三尖瓣闭锁和左心功能发育不全综合症。一根有气囊的导管从右心房进入左心房,并通过膨胀的气囊将其拉回来,从而形成了球囊房间隔造口。该手术是在有或没有镇静作用的超声引导下进行的,操作熟练,患者具有很好的耐受性。^{5,6,10}

室间隔缺损 (VSD) 修补术

VSD 修补是复杂的,需要通过全身麻醉下气管插管和经食道超声引导进行。心血管系统不稳定的风险很高,而且手术时间很长,应该只在有经验的中心进行。¹⁰

心脏压塞

心脏压塞不利于静脉回流,并且使心输出量(CO)降低。保持心率对于避免快速的减压是至关重要的。血管活性药物(阿托品和肾上腺素)应该事先准备好。患有严重压塞的儿童是非常虚弱的,氯胺酮是麻醉药物的最佳选择。在填塞的时候维持前负荷至关重要。与正压通气相比,自发呼吸更能被耐受,因为正压通气可能会阻碍静脉回流,增加RV的后负荷,并进一步减少心输出量。在解除压塞后(通常使用导管),肺血流量的突然恢复可能会导致肺水肿。对于这些高风险的患者,有创监测是必不可少的。^{5,6,10,12}

电生理(EP)治疗

由病理性传导途径引起的有症状的心律失常的患者可以通过射频消融或异常传导途径的冷冻消融术在介入室进行有效治疗。在治疗之前,患者通常停用了他们的抗心律失常药物,但是麻醉抑制了内源性交感神经冲动,而在手术过程中对心律的刺激影响会更加困难。应做到很好的平衡保证患者被彻底麻醉,不要麻醉太深,重要的是也不要让患者有意识。心律失常,如室颤或持续性室性心动过速,虽然不常见,但可能发生,必须通过除颤来进行治疗。室上性心动过速可能会对腺苷产生反应,但如果病人受到损害,则必须行电复律。对电生理治疗行气管插管全身麻醉是非常必要的,因为这些都是使用多重的大内径的导管的长时间的手术。使丙泊酚行全凭静脉麻醉是一种流行的技术。七氟烷复合阿片类药物也可以作为备选。地塞米松会对射频消融术范围产生限制,因此不能作为这些患者的常规止吐剂。^{5,13}

心导管介入室常见的并发症

麻醉相关并发症

患者的肺功能和心血管功能储备可能很有限。在麻醉诱导后，呼吸抑制和缺氧发生迅速，尤其是在新生儿和婴儿中。在整个过程中，呼吸的密切监测是必要的。

所有的麻醉药物都是直接的心血管抑制剂。氯胺酮，它的直接心肌抑制作用被它的刺激效应引起的儿茶酚胺再吸收抑制作用所抵消。然而，氯胺酮与谵妄的发生有关。对于老年患者，可以用咪达唑仑来改善谵妄。作为多模式麻醉的一部分，像芬太尼这样的阿片类药物是一种很好的选择，但它通常与手术后的恶心和呕吐有关，并且在年长的儿童中会经常使用到止吐药。^{5,6}

环境相关的并发症

导管介入室是一个寒冷的环境，这种条件下低体温症很容易发生，特别是在新生儿和婴儿身上。应该使用自动变温，在整个过程中记录温度。体温过低会延迟麻醉的恢复，并可能导致心率失常。^{5,6}

手术相关并发症

大血管入径可能会损害远端灌注，可能导致下肢的低灌注甚至是缺血。心率失常经常发生，主要是由于心内导管的存在引起的。这些通常取出导管就可以解决。其他原因还包括电解质紊乱、高碳酸血症或冠状动脉栓塞。造影剂是肾毒性的，可能会引起过敏反应，偶尔也会有难治的咳嗽。尽可能控制造影剂的量非常重要。

其他不常见的并发症包括器械的栓塞、导管折断、瓣膜损伤、心脏压塞、血管损伤和股动脉出血。大多数的并发症都可以在导管介入室处理，但有时有些更严重的并发症需要紧急手术。^{5,6}

辐射安全

对于所有在导管介入室工作的人来说，了解辐射安全以及辐射给病人和医护人员带来的风险是很重要的。^{5,14} 应遵守国家关于辐射安全的指导方针。所有育龄妇女都应该检查她们的怀孕状况。对患者和工作人员产生的辐射剂量应尽可能减少。影响辐射剂量的因素是距离、遮挡物和暴露时间：

- **距离：**辐射剂量随着离源距离的增加而减少。如果在照射过程中与患者保持密切接触，麻醉医师可能会暴露在高剂量的辐射中。
- **遮挡物：**必须穿戴防护服，如铅围裙、甲状腺项圈和防护眼镜。在没有适当的预防措施的情况下，可能会在几年内就达到白内障形成的阈值。
- **时间：**使用 X 射线检查会大大增加心脏病专家和麻醉医师的暴露风险。建议医疗工作者所能接受的最大辐射剂量为 5rem/年。理想情况下，曝光率应该比这低得多。在线透视检查时的曝光率可能特别高，所以在检查过程中，佩戴防护铅和尽可能远离辐射源是很重要的。

总结

- 了解每个孩子个体的心脏解剖和生理机能，以便在导管介入室中提供最安全、最有效的平衡麻醉是非常重要的。
- 与心脏科医生一起，了解他们对每个病例任何必要的麻醉措施的要求(如室内空气的通风)。确保采取的任何措施都不会危及患者的安全。和所有的病例一样，沟通是关键。
- 如今的心导管介入室可能会增加诊断和介入技术，就像其他的远程麻醉场所一样，所有的安全检查，包括血液供应，都必须到位，以避免任何不必要的并发症发生。

本教程估计需要 1 个小时才能完成。如果你想申请 CME 点数，请记录下所花费的时间并将其报告给你的认证机构。

要参加本教程的在线测试，请点击这里

参考文献和延伸阅读

1. Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland. Recommendations for standards of monitoring during anaesthesia and recovery 2015. *Anaesthesia* 2016; **71**: 85-93
2. Anderson H, Zaren B, Frykholm P. low incidence of pulmonary aspiration in children allowed intake of clear fluids until called to the operating suite. *PaediatrAnaesth*. 2015 Aug;**25**(8):770-7
3. APA consensus guideline on perioperative fluid management in children: V 1.1 September 2007
4. Organization WHO. WHO guidelines for safe surgery: safe surgery saves lives 2009 [cited 2017 1st April]. Available from: http://www.who.int/patientsafety/safesurgery/tools_resources/9789241598552/en/
5. Qureshi S, Pushparajah K, Taylor D. Anaesthesia for paediatric diagnostic and interventional cardiological procedures, *ContinEducAnaesthCrit Care Pain* 2015;**15**(1):1-6.
6. Lam J, Lin E, Alexy R *et al*. Anesthesia and the pediatric cardiac catheterization suite: a review. *Pediatricanesthesia* 2015: **25**(2)127–134.
7. National Institute for Health and Care Excellence. Intravenous fluids therapy in children. (Clinical guideline NG29.) 2015.
8. Tempe DK. Perioperative management of pulmonary hypertension. *Annals of Cardiac Anesthesia* 2010; **13**(2):89-91.
9. Goyal P, Kiran U, Chauhan S *et al*. Efficacy of nitroglycerin inhalation in reducing pulmonary arterial hypertension in children with congenital heart disease. *British Journal of Anesthesia* 2006; **97**(2): 208-14.
10. Reddy K, Jagger S, Gillbe C. The anaesthetist and the cardiac catheterisation laboratory, *Anaesthesia* 2006; **61**:1175-1186.
11. Feinstein JA, Benson DW, Dubin AM, *et al*. Hypoplastic Left Heart Syndrome: Current Considerations and Expectations. *J Am CollCardiol* 2012;**59** Suppl S:S1–S42.
12. Thangavel P, Muthukumar S, Karthekeyan *et al*. Anaesthetic Challenges in Cardiac Interventional Procedures, *World Journal of Cardiovascular Surgery*, 2014, **4**, 206-216.
13. Ashley E. Anaesthesia for electrophysiology procedures in the cardiac catheter laboratory. *ContinEducAnaesthCrit Care* 2012; **12**(5):230-236.
14. Taylor J, Chandramohan M, Simpson K. Radiation safety for anaesthetists. *ContinEducAnaesthCrit Care Pain* 2013; **13**(2):59-62.



This work by WFSA is licensed under a Creative Commons Attribution- NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. To view this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

云南省昆明医科大学附属第一医院

翻译 审校 邵建林