



## 空气栓塞

### 静脉空气栓塞的发病机制

许多神经外科手术并发症与患者手术体位相关，空气栓塞就是其中之一。

空气栓塞的发生取决于患者头部手术部位与心脏水平的角度，患者抬高的头部与右心房之间的负压差为空气虹吸进入静脉提供了机会。

脱水、失血等情况可降低中心静脉压，从而增加静脉空气栓塞的发生风险。根据病例研究，空气栓塞的发病率高达 60%，其中大部分是无症状的，与其相关的致死率与致残率小于 3%。

后颅窝手术时采取坐位具有许多优势，譬如血液与脑脊液在重力的作用下回流，保证了最佳手术视野。然而，患者坐位时空气血栓的发生概率大大增加。空气较易从不可收缩的血管（尤其是硬脑膜静脉窦和板障静脉）进入静脉系统。空气流动并积聚在心脏，导致肺动脉高压与心肺功能不稳。

同样地，中心静脉导管与肺动脉导管的存在更易导致空气栓塞。又由于 1/4 的患者可能卵圆孔未闭，故造成反常性空气栓塞（ paradoxical air embolism , PAE ）的风险显著增加。

当空气进入循环系统时，外周血管阻力开始下降，从而心输出量增加。然而，随着空气的积累，心输出量开始呈降低趋势，最后心跳骤停。相较于处理空气栓塞，控制出血在手术中显得更简单也更安全，所以一些神外医生在暴露静脉窦时会降低患者头部位置。值得注意的是，当患者清醒时，咳嗽是静脉空气栓塞的早期征象。

**这一并发症危害性大但可以避免，因此保持高度的警惕至关重要。**

## 检测与诊断

多普勒信号的改变，低血压，PaO<sub>2</sub> 的降低，肺动脉压力增加，PaCO<sub>2</sub> 增加，呼气末氮气浓度增加（ increasing end tidal nitrogen ）、心输出量的降低都是肺空气栓塞的潜在征象，需要绝对注意。稍后出现的空气栓塞征象（可在采取新式检查方法前察觉栓塞）为：低血压、心电图改变、心脏杂音。一个经常被忽略的征象就是无法解释的低血压。

很多技术设备与参数被用以检测及治疗空气栓塞。例如：经食管超声心动图、心前区超声多普勒超声血流探查和听诊、二氧化碳图（呼气末 CO<sub>2</sub>）、呼气末氮气浓度及右心导管（可用于抽出空气气泡）。

对检测空气栓塞最敏感的手段是经食道和心前区多普勒超声。若多普勒听诊闻及“洗衣机”样声响（washing machine sign），多可确诊。另两种方法是呼气末 CO<sub>2</sub> 及氮气浓度。由于空气栓塞的检测没有单一完美的方法，所以提高警惕很重要。

术者必须了解空气栓塞的危险性，并认识到哪些手术可能将患者带入险境。事实上，空气栓塞最常见的原因并不是坐位手术，而是仰卧位。这是因为绝大多数开颅术都是在仰卧位下完成的。行矢状窦旁脑膜瘤切除术，或肿瘤位于静脉窦、板障静脉或皮质静脉（Labbé 吻合静脉与岩上窦）邻部，是空气栓塞的危险因素。

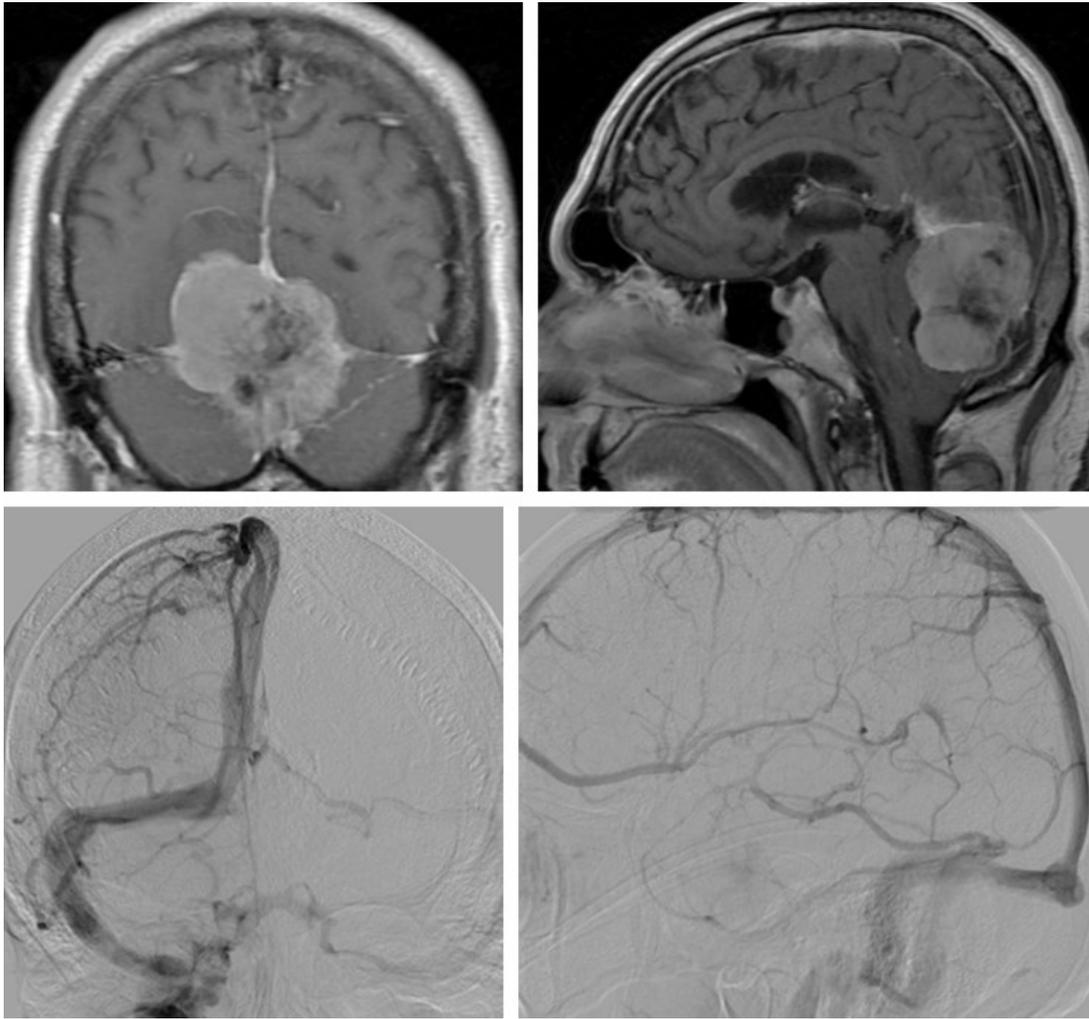


图 1. 若肿瘤侵袭窦汇则将显著增加手术切除时空气栓塞的发生风险。因此，我强烈推荐在此类需暴露硬膜窦的手术中运用经食道和心前区多普勒超声进行监测。

## 治疗

若术者或麻醉医生怀疑发生了空气栓塞，应立即进行确认。再次强调，空气栓塞是一种可被预防与治疗的并发症，如未发现是不可原谅的。此时，

所有的手术操作应立即停止，哪怕“不确定”的空气栓塞诊断都应该引起足够的重视并进行积极治疗。

接下来演示如何处理静脉空气栓塞：

1. 立即检查手术区域是否有空气入口（具有板障静脉的松质骨或打开的硬膜窦）。请注意由于不可收缩静脉的向心回流，手术视野可能显得“过于干燥”。然而这些入口需要立即用骨蜡或海绵堵塞。

2. 手术区域可以浇注液体来封闭空气入口（可使用湿海绵覆盖）。与此同时，降低患者的头部至心脏平面以下。这样可使开放的静脉再次出血，便于识别及关闭空气进入处。倘若无法迅速改变患者体位（譬如患者处于坐位），可间歇性压迫颈静脉 15-20 秒为改变体位赢得时间。

3. 心律失常、低氧、低血压等危及生命的症状需要首先处理。若存在右心导管，可通过其将空气栓子吸出。如果可以，可将患者置于左侧卧位，便于空气的吸出。

4. 一氧化二氮可导致更大的空气栓子，使情况恶化。此时，可予患者纯氧。若患者无法达到血流动力学上的稳定，手术需立即终止，并关闭创口。

对找到的空气进入处处理完毕后，若确认患者状态平稳，可继续进行手术。

## 点睛之笔

- 空气栓塞是由于空气进入不可收缩血管导致的一种潜在威胁生命的并发症。提高警惕可以挽救病人生命。
- 若怀疑空气栓塞，应立即检查手术区域是否有空气进入点，并降低患者头部。
- 若空气栓塞无法有效处理，需停止手术。

Contributor: Jonathan M. Parish, MD

DOI: <https://doi.org/10.18791/nsatlas.v1.ch15.4>

中文版链接：<http://www.medtion.com/atlas/4206.jsp>

( 编译：郑璇；审校：徐涛 )