



论文

坐位手术下 TEE 监测右心房水平反常性动脉空气栓塞(一例病例报道)

叶新, 马挺, 王天龙*, 葛明非, 王彩荣, 高敬, 李晓辉

首都医科大学北京宣武医院, 北京 100053

* 联系人, E-mail: w_tl5595@hotmail.com

收稿日期: 2009-04-17; 接受日期: 2009-09-14

摘要 女性病人, 36 岁, 右桥小脑角脑膜瘤, 拟在坐位下行右枕下乙状窦后入路桥小脑角脑膜瘤切除术。术前患者无系统合并症, 意识及定向力正常。麻醉诱导后放置经食道超声心动图(TEE)监测探头, 行术中 TEE 监测; 在 TEE 引导下将中心静脉导管放置至右心房顶端, 以备清除术中气栓。手术开始前未见右心房气栓及心房水平的左向右分流; 术中肿瘤切除过程中发现右心房气栓, 并反常性经卵圆孔进入左心房, 经中心静脉导管可有效清除由上腔静脉进入的右心房气栓。术后病人恢复良好出院。坐位手术中常合并空气栓塞, 气栓可反常性经卵圆孔进入左心房, TEE 可指导中心静脉导管定位, 并可及时发现气栓并有效治疗。TEE 应成为坐位手术的必备监测手段。

关键词麻醉
坐位手术
经食道超声心动图
中心静脉导管
定位
静脉气栓

因为严重的并发症如静脉空气栓塞、血液动力学不稳定、气颅、喉头水肿及神经损伤, 坐位成为神经外科手术中最具争议的体位。该体位在 1913 年由 Demertal 首先引入神经外科, 1928 年 Frazier 在美国推广使用。坐位手术流行的特殊原因包括更好地外科显露和解剖定位, 更好地静脉引流, 止血, 重力引流术野中的脑脊液和血液, 缩短手术时间, 减少手术出血和输血, 更好地进行神经功能保护, 麻醉医生更好地掌控气管插管, 胸壁和上肢, 正常的膈肌运动和可以观察到外科刺激颅神经时脸部的征象^[1~9]。适用于松果体区病变、桥脑小脑角、小脑半球和第 4 脑室肿瘤切除的手术。针对麻醉过程中的气栓, 通常采用在心电图引导下通过 P 波形态和波幅改变定位中心静脉导管, 通过体表超声声频变化判断右心房气栓并经中心静脉导管清除。但该方法的敏感性和特异

性均不令人完全满意。近 10 年来, 经食道超声心动图(TEE)在麻醉中得到广泛使用, 将 TEE 用于坐位神经外科手术可能会更好地解决该问题。

1 病例报道

患者, 女性, 年龄 36 岁, 体重 49 kg, ASA I 级, 因右桥小脑角脑膜瘤(图 1)入院, 拟在坐位全身麻醉下行右枕下乙状窦后入路桥小脑角脑膜瘤切除术。患者术前心肺功能和各项实验室检查结果均未见异常, 无手术史, 无药物和食物过敏史。术前肌注阿托品 0.5 mg, 苯巴比妥钠 0.1 g, 入室后血压(BP)131/74 mmHg, 心率(HR)88 次/min, 脉搏血氧饱和度(SpO₂)96%。开放静脉通道, 面罩吸纯氧(5 L/min), 经静脉给予咪达唑仑 5 mg, 依托咪酯 8 mg, 维库溴铵 8 mg, 芬太尼 0.3 mg 行麻醉诱导, 气管插管后行

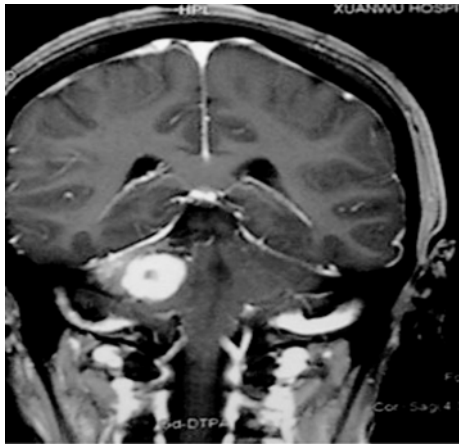


图 1 病人术前的 MRI 脑部影像

机械通气, 潮气量 450 mL, 呼吸频率 13 次/min, 维持潮气末二氧化碳分压($P_{ET}CO_2$)在 30~35 mmHg. 采用持续泵注异丙酚、瑞芬太尼、维库溴铵, 间断吸入七氟醚维持麻醉. 麻醉诱导后行左桡动脉穿刺置管监测有创动脉血压. 气管插管后, 经食道入口放置 TEE 探头, 插入食管中段取双心房水平切面, 可见左、右心房间呈水平排列的房间隔, 调整探头至 $90^\circ\sim 110^\circ$ 方位上的上、下腔静脉入口切面; 麻醉诱导后行右锁骨下静脉穿刺置管, 根据心内心电图及超声指引将中心静脉导管尖端定位于上腔静脉右心房入口处(图 2); 在中心静脉置管过程中 TEE 探头可探及空气栓子. 将 TEE 探头调至双心房水平切面, 清楚显示卵圆孔瓣呈部分游离状态(图 3), 未见右向左过膈血流, 行右心房气泡声学造影左心房未见气泡(图 4). 静脉输注羟乙基淀粉 130/0.4, 10 mL/kg 后, 缓慢调整成坐位. 放置心前多普勒探头. 常规将静脉压换能器放置手术野水平(CVP: -3 mmHg). 开始手术, 术中 TEE 探头多次发现少量气栓, 心前多普勒超声、血流动力学及 $P_{ET}CO_2$ 未见明显变化, 未予特殊处理; 术中发现 3 次严重右心房气栓, 血流动力学、 $P_{ET}CO_2$ 出现明显变化, 累积从中心静脉导管抽出约 100 mL 气体, 其中严重气栓时可见空气栓子经过卵圆孔进入左心房(图 5 和 6), 对症处理后生命体征平稳, 术毕改为仰卧位, TEE 检查无异常后, 带管回 ICU. 术日晚清醒拔除气管插管, 1 天后转回普通病房. 术后复查头颅 MRI 呈现肿瘤完全切除(图 7), 入院 23 天后出院, 无神经系统并发症.

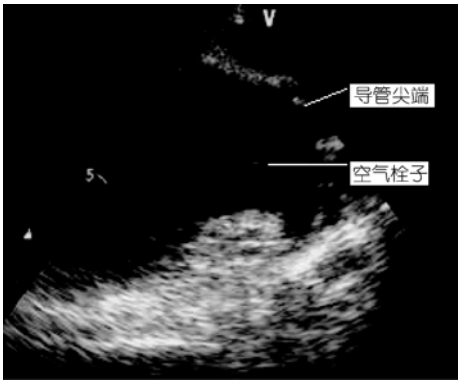


图 2 TEE 下中心静脉导管置入过程中右心房气栓

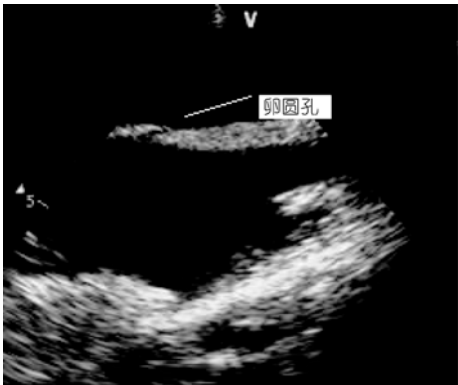


图 3 手术开始前右心房及卵圆孔影像

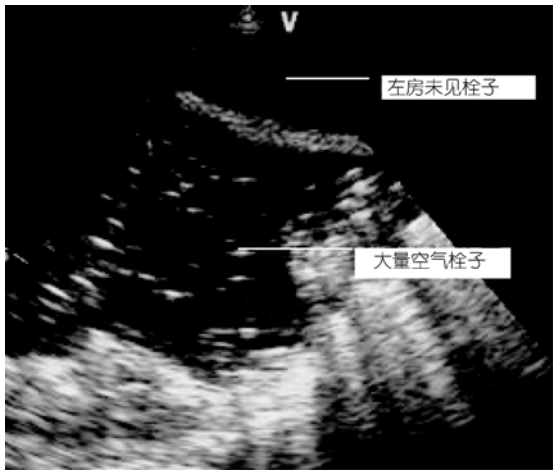


图 4 术中右心房大量气栓, 左心房无气栓

2 讨论

某些特殊部位的颅脑手术需在坐位下进行, 相

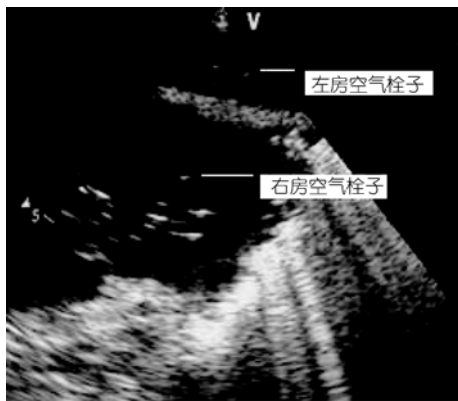


图 5 右心房及左心房气栓影像

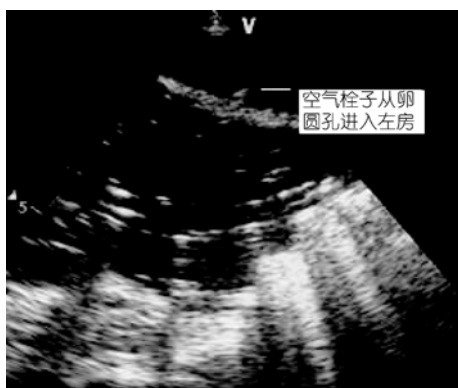


图 6 右心房气栓通过卵圆孔进入左心房影像



图 7 术后大脑 MRI 影像

对心脏水平, 坐位下颅内静脉压均处于负压状态, 因此发生气体肺栓塞的可能性较大, 临床也有见报道^[10~12]. Domaingue^[10]对 58 例坐位手术中静脉空气栓塞的

发生率进行研究, 发现其高达 43%, 但大多数气栓为小至中等大小. 由于监测方法不同, 静脉空气栓塞的发生率从 25%~100%不等^[4,13]. 这些监测方法包括经食道超声心动图(TEE), 心前区多普勒, 呼气末氮气(EtN₂)法, 呼气末二氧化碳法, 经皮氧分压法, 漂浮导管法以及食道听诊器法, 依次按降序排列^[14]. 与其他检测方法相比, TEE 目前被认为是“金标准”^[15~17]. 从该病例, 发现即使在静脉穿刺的过程中, TEE 探头就可探及微量的空气栓子, 与以往报道一致, 在放置或拔除颈内或锁骨下静脉导管过程中可发现空气静脉栓塞导致的反常性空气栓塞^[18~20]. 而此时 P_{ET}CO₂并无改变, 说明 TEE 的敏感性高于 P_{ET}CO₂法. 静脉空气栓塞的危害性取决于以下 3 个因素: (1) 空气量; (2) 空气进入速度; (3) 有/无房间隔缺损. 实验证实, 若患者出现低氧血症则至少 50 mL 空气进入右心房, 若 300~500 mL 空气快速进入右心房而未及时治疗则会导致患者死亡^[21~23].

出生前, 人的卵圆孔位于继发膈部, 左侧与原发性膈部邻近, 允许血液从右心房流入左心房. 出生后第一年内, 当左心房压力超过右心房, 通过黏连卵圆孔呈现功能上的永久闭合^[24]. 卵圆孔未闭(patent foramen ovale, PFO)是指出生后卵圆孔瓣未能与继发膈黏连、融合而充分闭合, 从而导致心房水平分流. 尸检中卵圆孔未闭的发生率为 25%, 例如 Hagen 等人^[25]在 965 例尸检中证实 263 例存在. 既往认为, PFO 只有在合并重度肺动脉高压, 右心室流出、流入道梗阻, 左室流出、流入道梗阻时, 才会产生有意义的心房水平分流, 而将 PFO 视为其他心脏疾患的合并或继发病变, 一直未引起足够的重视. 近年的研究证明, PFO 参与反常栓塞(即来自下肢静脉的栓子通过未闭的卵圆孔进入左心房、左心室, 造成体循环动脉栓塞)所致的缺血性脑卒中^[26]. 主要表现为: (1) 当右房压逐渐升高伴随连续性的右向左分流(如肺动脉高压、慢性阻塞性肺部疾患、肺栓塞); (2) 正性通气压释放后(Valsalva 氏动作、咳嗽、潜水)短暂的右房压力升高伴随的右向左分流; (3) 心房间周期性压力差伴随短暂的右向左分流时, 均可导致静脉系统或右房血栓经未闭的卵圆孔而引起体循环动脉栓塞, 即反常栓塞. 在原因不明的缺血性脑梗死患者中, PFO 者高达 32%~50%^[26], 尤以年轻患者发生率更高. 然而在某些研究中发现, 在全身麻醉出现气管插管反应时可

诱导暂时性右房到左房的压力梯度,从而导致血液右向左分流.在 Jaffe 等人^[27]的病例报道中,在机械通气吸气相的早期,用 TEE 可以观察到经 PFO 的右向左分流,当加用 PEEP15 cmH₂O 后,就转变为连续血流.虽然 PEEP 介导的心内右向左分流的机制还不清楚,但 Jaffe 等人认为可能与 PEEP 介导的肺血管抵抗有关.在患有严重慢性肺病的患者和阻塞型睡眠呼吸暂停的患者中大约 2/3 患者存在 PFO,这可能与低氧血症促进了肺动脉高压进展而继发引起房内分流有关^[28,29].在这类患者中 PFO 的高发提示,长期的右房到左房压力梯度可以开放原本因黏连而闭合的卵圆孔.而在 Levine 等人^[30]的病例报道中提及急性高海拔缺氧所引起的肺动脉高压也可导致卵圆孔开放,从而引起右向左分流. Akhter 和 Lajos 的病例报道描述,在脱泵冠状动脉搭桥术中,当旋转心脏时,右房压力由 8 mmHg 升至 16 mmHg 时,出现右向左分流^[31].上述文章提示, PFO 在一定条件下的发生率远高于 25%.在该例患者术前正压通气情况下, TEE 检查未见过膈血流,再行右房气泡声学造影时也未发现右向左分流,说明当时卵圆孔呈现关闭状态,而术中左心房出现空气栓子可能与静脉空气栓塞介导了广泛的肺动脉痉挛,导致右心房压力上升(由-1 mmHg 升至 4 mmHg,升高达 5 mmHg),而肺动脉痉挛减少了肺血流,左心室前负荷下降,左房压力降低,

正常的左房-右房的压力梯度逆转,导致卵圆孔开放.这与专业潜水员的减压病的病理生理过程相似. Lynch 等人^[32]证明正常观察者休息时右向左分流的发生率为 5%,而进行 Valsalva 动作时,发生率为 18%. 25%的患者在超声心动图检查中通过 Valsalva 实验发现功能性的心房卵圆孔未闭^[33].因此,在理论上反常空气栓塞的发生率在坐位手术中为 5%~10%. Mammoto 等人^[13]采用 TEE 监测,发现在神经外科坐位手术中, 21 例患者出现严重静脉空气栓塞的病人中有 3 例出现反常性栓塞. Papadopoulos 等人^[34]术前行 TEE 检测,排除证实为 PFO 病人,然而余下的 17 位行坐位后颅凹手术的患者中有两例发生了反常性栓塞.结果证明,虽然术前进行 TEE 筛查,但坐位手术仍有反常性栓塞的危险.

术中 TEE 敏感性高,能够及时发现静脉空气栓塞,尤其左心房内的空气栓子,从而能够及时对症处理,避免更多的气体栓子进入体循环,造成不良后果.反常栓塞多见于枕叶,本例病人术后复查 MRI,未发现梗塞灶及神经系统缺陷,恢复良好出院.

静脉空气栓塞是坐位手术中最严重的并发症,反常性栓塞还未得到充分认识,但所造成的后果十分严重.因此, TEE 具有诊断心房水平空气栓塞的高敏感性,建议进行更多的临床研究,使 TEE 成为坐位神经外科手术的必要监测手段.

参考文献

- 1 Drummond J C, Patel P M. Neurosurgical anesthesia. In: Miller RD, ed. Anesthesia. 5th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone, 2000. 1895—1933
- 2 Elton R J, Howell R S. The sitting position in neurosurgical anaesthesia: a survey of British practice in 1991. Br J Anaesth, 1994, 73: 257—258
- 3 Kida H, Nishikawa N, Matsunami K, et al. Sitting position in the neurosurgery: the result of a questionnaire sent to neurosurgeons of medical colleges. Masui, 2000, 49: 566—569
- 4 Slbin M S, Babinski M, Maroon J C, et al. Anesthetic management of posterior fossa surgery in the sitting position. Acta Anaesthesiol Scand, 1976, 20: 117—128
- 5 Matjasko J, Petrozza P, Cohen M, et al. Anesthesia and surgery in seated position: analysis of 554 cases. Neurosurgery, 1985, 17: 695—702
- 6 Standefer M, Bay J W, Trusso R. The sitting position in neurosurgery: a retrospective analysis of 488 cases. Neurosurgery, 1984, 14: 649—687
- 7 Black S, Ockert D B, Oliver W C, et al. Outcome following posterior fossa craniectomy in patients in the sitting or horizontal positions. Anesthesiology, 1988, 69: 49—56
- 8 Duke D A, Lynch J J, Harner S G, et al. Venous air embolism in sitting and supine patients undergoing vestibular schwannoma resection. Neurosurgery, 1998, 42: 1282—1286
- 9 Rath G P, Bithal P K, Chaturvedi A, et al. Complications related to positioning in posterior fossa craniectomy. J Clin Neurosci, 2007, 14:

520—525

- 10 Domaingue C M. Neurosurgery in the sitting position: a case series. *Anaesth Intensive Care*, 2005, 33: 332—335
- 11 Hernandez-Palazon J, Martinez-Lage J F, de la Rosa1Carrillo V N. Anesthetic technique and development of pneumocephalus after posterior fossa surgery in the sitting position. *Neurocirugia*, 2003, 14: 216—221
- 12 Schmitt H J, Hemmerling T M. Venous air emboli occur during release of positive end-expiratory pressure and repositioning after sitting position surgery. *Anesth Analg*, 2002, 94: 400—403
- 13 Mammoto T, Hayashi Y, Ohnishi Y, et al. Incidence of venous and paradoxical air embolism in neurosurgical patients in the sitting position: detection by transesophageal echocardiography. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1998, 42: 643—647
- 14 Black S, Cucchiara R F. Tumor surgery. In: Cucchiara R F, Black S, Michenfelder J D, eds. *Clinical Neuroanaesthesia*. 2nd ed. New York: Churchill-Livingstone, 1998. 340—365
- 15 Schneider B, Zienkiewicz T, Jansen V, et al. Diagnosis of patent foramen ovale by transesophageal echocardiography and correlation with autopsy findings. *Am J Cardiol*, 1996, 77: 1202—1209
- 16 Luotolahti M, Saraste M, Hartiala J. Saline contrast and colour Doppler transoesophageal echocardiography in detecting a patent foramen ovale and right-to-left shunts in stroke patients. *Clin Physiol*, 1995, 15: 265—273
- 17 Di Tullio M, Sacco R L, Venketasubramanian N, et al. Comparison of diagnostic techniques for the detection of a patent foramen ovale in stroke patients. *Stroke*, 1993, 24: 1020—1024
- 18 Zuha R, Price T, Powles R, et al. Paradoxical emboli after central venous catheter removal. *Ann Oncol*, 2000, 11: 885—886
- 19 Heckmann J G, Lang C J, Kindler K, et al. Neurologic manifestations of cerebral air embolism as a complication of central venous catheterization. *Crit Care Med*, 2000, 28: 1621—1625
- 20 Schlotterbeck K, Tanzer H, Alber G, et al. Cerebral air embolism after central venous catheter. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*, 1997, 32: 458—462
- 21 Rabin A, Gerszten P C, Karausky P, et al. The sensitivity of the seated straight-leg raise test compared with the supine straight-leg raise test in patients presenting with magnetic resonance imaging evidence of lumbar nerve root compression. *Arch Phys Med Rehabil*, 2007, 88: 840—843
- 22 Mitra R, Fleischmann K. Management of the sheared epidural catheter: is surgical extraction really necessary? *J Clin Anesth*, 2007, 19: 310—314
- 23 Woerdeman P A, Willems P W, Noordmans H J, et al. Application accuracy in frameless image-guided neurosurgery: a comparison study of three patient-to-image registration methods. *J Neurosurg*, 2007, 106: 1012—1016
- 24 Patten B. The closure of the foramen ovale. *Am J Anat*, 1931, 48: 19—44
- 25 Hagen P T, Scholz D G, Edwards W D. Incidence and size of patent foramen ovale during the first 10 decades of life: an autopsy study of 965 normal hearts. *Mayo Clin Proc*, 1984, 59: 17—20
- 26 Petty G W, Khandheria B K, Chu C P, et al. Patent foramen ovale in patients with cerebral infarction. *Arch Neuro*, 1997, 54: 819—822
- 27 Jaffe R A, Pinto F J, Schnittger I, et al. Intraoperative ventilator-induced right-to-left intracardiac shunt. *Anesthesiology*, 1991, 75: 153—155
- 28 Soliman A, Shanoudy H, Liu J, et al. Increased prevalence of patent foramen ovale in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *J Am Soc Echocardiogr*, 1999, 12: 99—105
- 29 Shanoudy H, Soliman A, Raggi P, et al. Prevalence of patent foramen ovale and its contribution to hypoxemia in patients with obstructive sleep apnea. *Chest*, 1998, 113: 91—96
- 30 Levine B D, Grayburn P A, Voyles W F, et al. Intracardiac shunting across a patent foramen ovale may exacerbate hypoxemia in high-altitude pulmonary edema. *Ann Intern Med*, 1991, 114: 569—570
- 31 Akhter M, Lajos T Z. Pitfalls of undetected patent foramen ovale in off-pump cases. *Ann Thorac Surg*, 1999, 67: 546—548
- 32 Lynch J J, Schuchard G H, Gross C M, et al. Prevalence of right-to-left atrial shunting in a healthy population: detection by Valsalva maneuver contrast echocardiography. *Am J Cardiol*, 1984, 53: 1478—1480
- 33 Woerdeman P A, Willems P W, Noordmans H J, et al. The analysis of intraoperative neurosurgical instrument movement using a navigation log-file. *Int J Med Robot*, 2006, 2: 139—145
- 34 Papadopoulos G, Kuhly P, Brock M, et al. Venous and paradoxical air embolism in the sitting position: a prospective study with transoesophageal echocardiography. *Acta Neurochir (Wien)*, 1994, 126: 140—143