rats[J]. Cardiovasc Res, 2008, 78(3): 523-532.
[12] Frantz S, Hu K, Adamek A, *et al*. Transforming growth factor beta inhibition increases mortality and left ventricular dilatation after myocardial infarction[J]. Basic Res Cardiol, 2008, 103(5): 485-492.
[13] Blobe G C, Schiemann W P, Lodish H F. Role of transforming growth factor beta in human disease[J]. N Engl J Med, 2000, 342(18): 1350-1358.
[14] Nian M, Lee P, Khaper N, *et al*. Inflammatory cytokines and postmyocardial infarction remodeling[J]. Circ Res, 2004, 94(12): 1543-1553.
[15] Iekushi K, Taniyama Y, Kusunoki H, *et al*. Hepatocyte growth factor attenuates transforming growth factor-β-angiotensin II crosstalk through inhibition of the PTEN/Akt pathway[J]. Hypertension, 2011, 58(2): 190-196.

(收稿:2013-02-23;修回:2013-05-23)
(编辑 栾 嘉)

短篇论著

文章编号:1000-5404(2013)18-1998-03

吲哚菁绿血管造影在硬脊膜动静脉瘘手术中的应用价值

牛 胤,蒋周阳,缪洪平,冯 华,陈 志,朱 刚 (400038 重庆,第三军医大学西南医院神经外科,全军神经外科研究所)

[**摘要**] **目的** 探讨吲哚菁绿血管造影在硬脊膜动静脉瘘手术中的应用价值。**方法** 回顾性分析硬脊膜动静脉瘘手术中使用吲哚菁绿血管造影的3例硬脊膜动静脉瘘患者的临床资料。术前行脊髓血管造影明确诊断,通过显微手术直接探查以识别硬膜内的血管连接,然后静脉注射吲哚菁绿来验证。处理瘘口完毕后再次行吲哚菁绿造影。**结果** 3例患者术中的吲哚菁绿血管造影结果与术前脊髓血管造影、术中探查结果均吻合。经成功手术后2例患者症状明显改善,1例症状缓慢改善。**结论** 吲哚菁绿血管造影术实施简单,可实时准确提供脊髓硬脊膜动静脉瘘瘘口位置,明确供血动脉、引流静脉及瘘口情况。

[**关键词**] 硬脊膜动静脉瘘;吲哚菁绿;血管造影
[**中图法分类号**] R654.4;R814.43;R981.1 [**文献标志码**] A

吲哚菁绿血管造影术在传统的动脉瘤显微手术或脑血管搭桥手术中具有重要价值,并已得到广泛应用。Hanel等[1]于2010年首先报道了吲哚菁绿血管造影在脊髓硬脊膜动静脉瘘手术中的应用,至今国内外此类技术在硬脊膜动静脉瘘手术中运用尚处于起步阶段,需进一步明确其应用价值。现总结我科2012年硬脊膜动静脉瘘手术中使用吲哚菁绿血管造影的3例硬脊膜动静脉瘘患者的临床资料,报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

3例患者均为男性,平均年龄46(40~51)岁,术前均行脊髓血管造影明确诊断为硬脊膜动静脉瘘。3例瘘口均位于脊髓胸段,行血管内栓塞治疗困难,遂选择显微手术。主要症状包括:进行性加重的双下肢麻木、乏力及大小便功能障碍。

[**基金项目**] "十二五"国家科技支撑计划(2011BA108B08)
[**通信作者**] 朱 刚,电话:(023)68765252
[**优先出版**] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20130701.0925.001.html(2013-07-01)

1.2 影像学资料

3例患者均行脊髓MRI检查,提示脊髓背侧虫蚀样血管流空信号,脊髓受压水肿,1例患者可见脊髓空洞,MRI血管成像提示硬脊膜动静脉瘘,可见引流静脉迂曲扩张沿脊髓上下蜿蜒走行引流。3例患者行脊髓血管造影瘘口分别位于胸4、胸5、胸6(图1),均为单一瘘口,但供血动脉均走行迂曲纤细,因此行血管内栓塞治疗难度大,风险高。



↑:瘘口位于胸6

图1 硬脊膜动静脉瘘患者脊髓血管造影见胸7肋间动脉为硬脊膜动静脉瘘的供血动脉

1.3 治疗方法

术前患者行脱水及激素治疗控制症状。完善术前准备行吲哚菁绿过敏试验,根据血管造影明确瘘口位置,并于放射科准确定位,标记瘘口所在椎体节段。患者取俯卧位,正中入路,分离两侧棘旁肌显露其下的椎板,咬骨钳咬除瘘口所对应椎体的棘突及椎板,充分暴露后剪开硬脊膜肉眼下观察瘘口情况、供血动脉及引流静脉。

应用具有吲哚菁绿术中血管造影功能的手术显微镜。首先清理术野,将欲观察的畸形血管和瘘口一并置于显微镜视野内,将显微镜切换到荧光血管造影模式,照明强度自动设成50%,红外线波长为800 nm。配制新鲜的0.25%吲哚菁绿溶液(25 mg吲哚菁绿完全溶解于10 mL灭菌注射用水中,剂量0.2~0.5 mg/kg)[2],通过肘正中静脉快速推注。当吲哚菁绿到达近红外光线照射的目标区域后,将诱发吲哚菁绿发出荧光。通过荧光录像反复动态地观察供血动脉、引流静脉及瘘口的显影情况。行吲哚菁绿荧光血管造影明确后,电凝瘘口后切断引流静脉,距离第1次荧光造影15 min以上后,再次造影以确定是否还存在残留的畸形血管及静脉回流情况。术后第2天开始口服华法林3 mg,1次/d抗凝治疗,预防静脉血栓,持续3个月[3]。

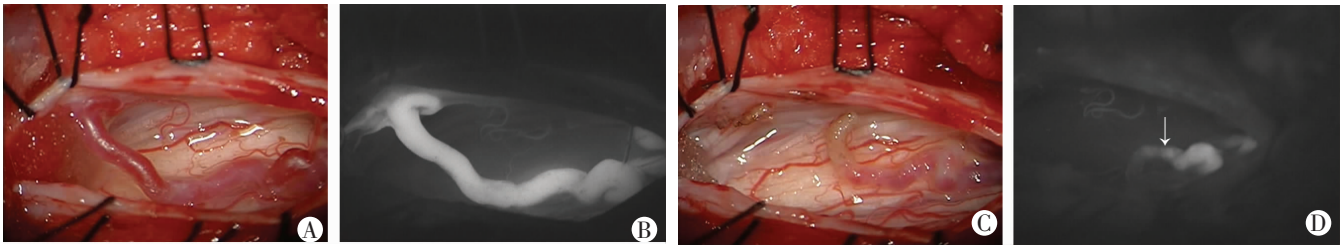
2 结果

全组3例患者通过血管造影明确诊断,确定椎板切除术及硬膜切开的部位。通过在硬膜内侧面探查,在脊神经根附近发现瘘口的位置(图2A)。行吲哚菁绿血管造影证实瘘口、供血动脉及引流静脉(图2B),所有患者术中吲哚菁绿造影结果与术前判断一致,瘘口分别位于胸4、胸5、胸6,3例患者均予双击电凝行离断术。处理完瘘口后(图2C),再次行吲哚菁绿血管造影以确认瘘口是否彻底清除。吲哚菁绿血管造影显示动脉化的引流静脉不再于动脉早期显影,而是在静脉期与皮层静脉一起显影,所有病例没有残余瘘口。其中1例患者处理完瘘口后造影见离断的引流静脉残端早期即显影,静脉期时可见引流静脉内充盈缺损,考虑血栓形成致吲哚菁绿滞留在残端(图2D)。全部病例手术后行脊髓MRI复查显示髓周异常迂曲畸形血管消失,脊髓缺血、水肿好转,MRA提示硬脊膜动静脉瘘消失。在这3例患者中,2例患者双下肢麻木、乏力症状明显改善,1例症状缓慢改善。

3 讨论

脊髓硬脊膜动静脉瘘是最常见的脊髓血管畸形[4],胸腰椎区为好发部位,以脊髓静脉压增高、缺血或脊髓腔隙性改变为主。老年男性多见,首发症状是典型的腰背痛、下肢麻木及肌无力,并可伴有两便功能障碍[5]。脊髓血管造影是诊断脊髓硬脊膜动静脉瘘的金标准检查[6],可以明确瘘口的位置、供血动脉及引流静脉情况。有两种方法处理脊髓硬脊膜动静脉瘘,显微外科手术或通过血管内途径超选栓塞分流部位。哪种方法消灭瘘口更有效且复发率更低还不明确[7-9],因此,治疗方案由掌握这两种技术的团队根据个体情况制定。如果采取血管内栓塞,在治疗完成后即刻可通过血管造影证实脊髓硬脊膜动静脉瘘是否完全栓塞。假如闭塞成功可不必行外科手术;假如只能行部分栓塞或不能栓塞,则需行显微外科夹闭或电凝后切断。

单纯的显微镜下肉眼观察较难准确判断瘘口位置,而且盲目地将脊髓动脉或正常静脉误以为引流静脉行夹闭或切断,可能导致脊髓缺血或脊髓水肿加重从而出现严重的神经功能障碍,因此,显微外科手术治疗的关键在于准确找到硬脊膜动静脉瘘瘘口位置,并判断出引流静脉及供血动脉[10]。这就需要术中行选择性血管造影来证实。常规的血管造影需行腹股沟穿刺,术中患者俯卧位,实现术中血管造影较为困难,且有较多并发症。手术显微镜及视频摄像系统构成的吲哚菁绿术中荧光造影术是一种研究血管内血液流动的新方法,其在脊髓硬脊膜动静脉瘘手术治疗中可反映动脉,毛细血管和静脉期的血流变化。这种技术安全、快捷、可靠,为神经外科医生在硬膜探查前提供关于异



A、C:显微镜下;B、D:吲哚菁绿血管造影后;A、B:离断前;C、D:离断后 ↑:引流静脉残端血栓形成

图2 硬脊膜动静脉瘘患者胸6脊髓硬脊膜动静脉瘘离断前后术中表现

常血管内血流信息。本回顾性研究表明,术中吲哚菁绿血管造影通过血流的变化能够帮助外科医生准确判断瘘口位置,明确引流静脉及供血动脉。同时,术中实时的吲哚菁绿造影行血流变化的监测,可以明确动静脉瘘是否残留,是否误夹,即在术中便可采取进一步手术处理,避免不必要的损伤。较之以往术后复查脊髓血管造影更能及时、准确地判断手术的疗效,并可根据术中情况及时补救。

2003年,Raabe等[2]首先介绍了使用荧光染料吲哚菁绿使血管成像的新方法,荧光染料通过血液循环系统进入脑血液循环,可直接观察脑血管情况,并可运用于动脉瘤显微夹闭手术。这一技术在常规动脉瘤手术中作为一个独立的血管造影方式,已经得到广泛的认同,并在2010年开始运用于硬脊膜动静脉瘘手术中。在国内,2011年苏伟等[11]首先报道了该技术在9例脊髓硬脊膜动静脉瘘手术中的应用。并指出在行吲哚菁绿术中荧光造影时需注意:①重复造影时间间隔最好>15 min,若间隔时间较短,前次造影的吲哚菁绿残留可能影响下一次造影的效果;②预观察的血管最好平行于视野,并清理视野中的血液、脑脊液及棉片等,以提高造影的图像质量;③吲哚菁绿血管造影推荐剂量为是0.2~0.5 mg/kg,每日最大剂量不应超过5 mg/kg。

本组研究中患者瘘口处理后行吲哚菁绿血管造影显示动脉化的引流静脉不再于动脉早期显影,而是在静脉期与皮层静脉一起显影,这也证实引流静脉并非畸形血管,这些静脉尚有正常的引流功能[12]。既往文献多关注瘘口的观察,但对静脉引流较少提及。我们认为瘘口离端后,除了注意观察瘘口闭塞情况外,还应该重视静脉血流动力学的变化,一旦静脉引流阻塞可导致脊髓血流回流受阻,加重脊髓水肿。国内陈刚等[3]提出术后静脉压急剧下降,引流静脉血流淤滞,易致静脉内血栓形成,因此术后需行抗凝治疗。本组病例通过吲哚菁绿血管造影首先于术中即发现引流静脉血栓形成,更验证了术后患者进一步行抗凝治疗的必要性,但对症状加重者排除出血原因后才可予以抗凝治疗,同时为降低术中静脉血栓形成可能,应尽量减少对静脉端的烧灼和牵拉。

本组病例诊治结果显示吲哚菁绿血管造影术实施简单,可实时准确提供脊髓硬脊膜动静脉瘘瘘口位置,明确供血动脉、引流静脉及瘘口情况,在手术过程中具有重要辅助作用。

参考文献:

[1] Hanel R A, Nakaji P, Spetzler R F. Use of microscope-integrated near-infrared indocyanine green videoangiography in the surgical treatment of spinal dural arteriovenous fistulae[J]. Neurosurgery, 2010, 66(5): 978-985.

[2] Raabe A, Beck J, Gerlach R, *et al*. Near-infrared indocyanine green video angiography: a new method for intraoperative assessment of vascular flow[J]. Neurosurgery, 2003, 52(1): 132-139.

[3] 陈刚, 李俊, 秦尚振, 等. 硬脊膜动静脉瘘的手术治疗[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2008, 7(2): 145-148.

[4] Bao Y H, Ling F. Classification and therapeutic modalities of spinal vascular malformations in 80 patients[J]. Neurosurgery, 1997, 40(1): 75-81.

[5] 李萌, 张鸿祺, 支兴龙, 等. 硬脊膜动静脉瘘的诊断和治疗[J]. 中华外科杂志, 2003, 41(2): 99-102.

[6] Jellema K, Tijssen C C, Sluzewski M, *et al*. Spinal dural arteriovenous fistulas--an underdiagnosed disease. A review of patients admitted to the spinal unit of a rehabilitation center[J]. J Neurol, 2006, 253(2): 159-162.

[7] Andres R H, Barth A, Guzman R, *et al*. Endovascular and surgical treatment of spinal dural arteriovenous fistulas[J]. Neuroradiology, 2008, 50(10): 869-876.

[8] Eskandar E N, Borges L F, Budzik R F Jr, *et al*. Spinal dural arteriovenous fistulas: experience with endovascular and surgical therapy[J]. J Neurosurg, 2002, 96(2 Suppl): 162-167.

[9] Steinmetz M P, Chow M M, Krishnaney A A, *et al*. Outcome after the treatment of spinal dural arteriovenous fistulae: a contemporary single-institution series and meta-analysis[J]. Neurosurgery, 2004, 55(1): 77-88.

[10] Vougioukas V I, Coulin C J, Shah M, *et al*. Benefits and limitations of image guidance in the surgical treatment of intracranial dural arteriovenous fistulas[J]. Acta Neurochir (Wien), 2006, 148(2): 145-153.

[11] 苏伟, 冯恩山, 王贵怀, 等. 吲哚菁绿术中荧光造影在脊髓硬脊膜动静脉瘘手术中的应用[J]. 中华神经外科杂志, 2011, 27(1): 40-43.

[12] McCutcheon I E, Doppman J L, Oldfield E H. Microvascular anatomy of dural arteriovenous abnormalities of the spine: a microangiographic study[J]. J Neurosurg, 1996, 84(2): 215-220.

(**收稿**:2013-03-09;**修回**:2013-05-31)

(编辑 王小寒)