

基础研究

闭合性椎动脉损伤的 MRA 诊断
与病理变化的比较研究

任先军, 蒲 渝, 张 峡, 王卫东, 王 敏, 蒋 涛

(第三军医大学新桥医院骨科 400037 重庆市)

【摘要】目的:对闭合性椎动脉损伤的 MRA 影像与病理变化进行比较观察。**方法:**26 只犬建立颈椎屈曲损伤的撞击伤模型, 撞击后摄颈椎 X 线片, 24~36h 后行椎动脉二维时间飞逝效应磁共振血管成像 (2DTOF MRA) 检查, 然后切取椎动脉进行病理学观察。对 319 例闭合性颈椎损伤患者, 采用 2D TOF MRA 技术进行前瞻性检查。**结果:**26 只犬中, 14 只在屈曲撞击暴力下发生小关节脱位, MRA 发现 7 只犬一侧椎动脉损伤, 2 只犬一侧椎动脉成像不完整, MRA 诊断可疑阳性。17 只犬 MRA 椎动脉成像正常。病理检查显示 MRA 诊断为阳性的 7 只犬中, 4 只犬椎动脉内膜、中膜有撕裂, 附壁血栓形成; 3 只犬椎动脉内膜撕裂伴血栓形成。MRA 诊断为阴性的 17 只犬椎动脉内膜均正常。MRA 诊断为可疑阳性的 2 只犬, 1 只椎动脉内膜完整无损伤, 另 1 只椎动脉内膜撕裂, 迟发性附壁血栓形成。临床 319 例颈椎创伤患者, 52 例伴有椎动脉损伤, 单侧椎动脉损伤 51 例, 其中左侧 22 例, 右侧 29 例; 双侧椎动脉损伤 1 例。**结论:**2D TOF MRA 是诊断闭合性椎动脉损伤的有效方法, 但在损伤早期难以准确鉴别血管痉挛和小面积内膜损伤。

【关键词】椎动脉; 损伤; MRA; 诊断; 病理

中图分类号: R543.5, R445.2 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2005)-10-0598-04

The comparative study of MRA diagnosis and pathology of blunt vertebral artery injury/REN Xianjun, PU Yu, ZHANG Xia, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2005, 15(10): 598-601

【Abstract】 Objective: To conduct a comparative study of MRA image and pathology of blunt vertebral artery injury. **Method:** The strike-induced flexion injury model of cervical spine was constructed based on animal experiment with 26 adult dogs. X-ray was taken immediately after injury. 2D TOF MRA was taken in 24~36 hours. Then vertebral artery sample was harvested for pathologic examination. 319 patients with close cervical spinal trauma underwent 2D TOF MRA prospective examination. **Result:** In animal experiment, cervical facet dislocation happened in 14 of the 26 dogs. Of the 26 subjects, 7 had unilateral vertebral artery injury as detected by MRA. 2 had incomplete blood flow image on one side vertebral artery, which were diagnosed as suspected positive by MRA. There were no vertebral artery injury with the other 17 subjects. The vertebral artery sample of all 26 dogs underwent the pathologic study. Of the 7 dogs with positive MRA, 4 dogs had disruption of intima and media, 3 dogs had disruption of intima. Of the 2 dogs with suspicious MRA positive diagnosis, one had no intima injury while the other had intima disruption with late mural thrombus. There was no intima injury in 17 dogs with negative MRA findings. Vertebral artery injury was detected by 2D TOF MRA in 52 of the 319 patients. Of the 52 cases, there were 51 unilateral vertebral artery injuries, including 22 injuries on the left vertebral artery and 29 on the right vertebral artery. One case involved bilateral vertebral artery injury. **Conclusion:** 2D TOF MRA is an effective diagnostic method of blunt vertebral artery injury. It may have difficulties differentiating spasm, or small disruption of intima of the artery from others in the early period.

【Key words】 Vertebral artery; Injury; MRA; Diagnosis; Pathology

【Author's address】 Department of Orthopedics, Xinqiao Hospital, the Third Military Medical University, Chongqing, 400037, China

基金项目: 全军“十五”课题资助项目 (编号: 01MB114)

第一作者简介: 男 (1964-), 教授, 主任医师, 博士生导师, 研究方向: 脊柱外科

电话: (023) 68774908 E-mail: a65223875@cta.cq.cn

伴发于颈椎骨折脱位的闭合性椎动脉损伤是一种严重的合并症, 由于椎动脉损伤后临床症状并无特异性, 普通影像上又无特殊表现, 常常造成

诊断上的困难。闭合性椎动脉损伤的确切机制尚不十分明了。在诊断方面,二维时间飞跃效应磁共振血管成像(two dimensional time-of-flight magnetic resonance angiography, 2D TOF MRA)是目前诊断椎动脉损伤的一种主要方法,但 MRA 能否准确反映不同程度的椎动脉损伤状况尚有争议,对此也缺乏详实的实验研究报道。近年来,我们建立了犬颈椎屈曲损伤的撞击伤模型,在对椎动脉损伤后的 MRA 影像和病理变化进行比较研究的基础上,对临床上闭合性颈椎创伤患者开展了前瞻性椎动脉 MRA 检查,报告如下。

1 资料与方法

1.1 动物实验

1.1.1 颈椎屈曲损伤的撞击伤模型 健康成年犬 26 只,体重 12~15kg,随机分为 3 组,全麻下先行手术预处理。A 组 6 只,切断 C5~C6 棘上韧带和棘间韧带;B 组 10 只,切断犬 C5~C6 棘上韧带、棘间韧带、小关节突的关节囊及黄韧带;C 组:10 只,在 B 组基础上切断 C5~C6 前纵韧带。术后将动物侧卧固定于 BIM-II 型撞击机(第三军医大学外研所研制)平台上,通过二次撞击锤施以屈曲暴力进行撞击。二次锤质量 1.5kg,撞击直径 5cm,撞击点正对犬后部 C4~C5 平面,撞击速度为 28m/s(相当于车速 100km/h)。

1.1.2 X 线片检查 撞击后即摄颈椎正侧位 X 线片,观察有无小关节脱位发生。

1.1.3 椎动脉 MRA 检查 26 只犬伤后 24~36h 行椎动脉 MRA 检查,采用美国 GE 公司 0.5T 超导型 MR 扫描仪,使用颈部表面线圈,扫描范围包括颈椎全部长度,2D TOF 成像进行数据采集。

1.1.4 病理学检查 完成影像学检查后,咬除横突孔处骨质,暴露椎动脉,先进行肉眼观察,之后切取椎动脉全长做 HE 染色。

1.2 临床资料

319 例闭合性颈椎创伤患者中,颈椎骨折 261 例,双侧小关节突脱位 24 例,单侧小关节突脱位 22 例,颈椎无放射影像异常的脊髓损伤 12 例。男 261 例,女 58 例,年龄 12~73 岁,平均 38.9 岁。受伤原因:车祸伤 117 例,坠落伤 149 例,摔伤 24 例,砸伤 29 例。脊髓损伤按美国脊髓损伤学会的分类标准(ASIA):A 型 101 例,B 型 23 例,C 型 62 例,D 型 79 例,E 型 54 例。患者入院后即行颅

骨牵引或颈围制动,然后行颈椎 MRI 和椎动脉 MRA 检查,采用 2D TOF 成像方法进行数据采集。2D TOF MRA 椎动脉损伤的诊断标准:(1)椎动脉在 MRA 预期位置完全无血流成像;(2)T2 横断面上椎动脉内有高信号影像。

2 结果

2.1 动物实验结果

26 只犬中,共有 14 只犬在屈曲撞击暴力作用下形成小关节脱位。A 组 6 只均未发生小关节脱位。B 组 5 只发生小关节脱位,其中双侧 3 例,单侧 2 例,均为左侧;C 组 9 只发生小关节脱位,均为单侧,左侧 4 例,右侧 5 例。

2.1.1 MRA 检查结果

26 只犬撞击后均接受了椎动脉 MRA 检查。12 只未发生颈椎小关节脱位犬的椎动脉 MRA 成像正常,血流通畅。14 只发生小关节脱位犬中,7 只犬发生一侧椎动脉损伤,MRA 上一侧椎动脉完全无成像,其中 5 只为左侧椎动脉(图 1、2,后插页 IV),2 只为右侧椎动脉;2 只犬左侧椎动脉变细,成像不完全,MRA 诊断为可疑阳性。这 2 只犬在伤后 72h 复查了 MRA,一只犬出现左侧椎动脉完全阻塞,MRA 上该侧椎动脉完全无成像;另一只犬 MRA 上椎动脉恢复正常血流成像。其余 5 只犬椎动脉无损伤,成像正常(图 3、4,后插页 IV)。

2.1.2 病理学检查结果

大体观察损伤椎动脉段大多位于颈椎脱位平面,外表血管壁颜色明显变暗。

光学显微镜下观察,损伤段椎动脉的血管内膜失去正常连续性,内膜撕裂掀起,血小板血栓形成,附着于血管内膜中断处,周围可见红细胞和淋巴细胞沉积,血管中弹性膜也可以出现结构不连续。其中 6 只病理损伤位于小关节脱位平面,2 只病理损伤位于小关节脱位平面近端。MRA 最终确诊有椎动脉损伤的犬中,4 只犬表现为血管内膜撕裂伴附壁血栓形成,另 4 只犬表现为血管内膜、中膜均有严重撕裂,同时附壁血栓形成(图 5、6,后插页 IV);无椎动脉损伤的犬中未见附壁血栓形成(图 7、8,后插页 IV)。

MRA 检查结果与病理改变的关系见表 1。

2.2 临床应用结果

319 例闭合性颈椎损伤患者 52 例伴有椎动

脉损伤,其中单侧椎动脉损伤 51 例,左侧 22 例,右侧 29 例(图 9a~d);双侧椎动脉阻塞 1 例。52 例伴有椎动脉损伤的患者中,双侧小关节突脱位 19 例,单侧小关节脱位 15 例,骨折 16 例,无放射影

像异常的脊髓损伤 2 例。51 例单侧椎动脉损伤患者神志清楚,其中 7 例有头晕、嗜睡,1 例视物模糊;1 例双侧椎动脉损伤患者伤后出现神志淡漠、反应迟钝,1 周后死亡。

表 1 犬椎动脉损伤后 MRA 表现与病理学改变的比较

	犬 10	犬 15	犬 17	犬 18	犬 19	犬 21	犬 23	犬 24	犬 25
MRA 检查	L(+)	R(+)	L(±)→(+)	L(+)	R(+)	L(+)	L(±)→(-)	R(+)	R(+)
病理变化	I+T	I+M+T	I+T	I+M+T	I+M+T	I+M+T	N	I+T	I+T

L:左侧椎动脉,R:右侧椎动脉,N:正常,I:内膜撕裂,M:中膜撕裂,T:附壁血栓形成,+:阳性,±:可疑阳性,-:阴性



图 9 a C5 椎体后下缘骨折,C5 后移位 b MRI 显示 C5/6 椎间盘、C5~C6 后纵韧带复合结构严重撕裂 c MRA 显示左侧椎动脉成像清楚,右侧椎动脉完全无血流成像 d MRI T2 加权横断面上右侧横突孔处椎动脉可见高信号血栓影像

3 讨论

椎动脉损伤的确切机制尚不十分清楚,既往文献中有闭合性椎动脉损伤后的病理变化报道很少,并且临床所报道的也多为个案病例。1961 年,Carpenter 通过血管造影成功诊断了一例左侧椎动脉损伤的患者,其后尸检发现其病理变化为椎动脉血栓形成。Wirbel 等^[1]对一例因双侧椎动脉阻塞而死亡的患者进行尸检发现,颈椎骨折平面椎动脉的内膜、中膜完全断裂。Hamada 等^[2]对比观察了椎动脉血管造影和病理变化,发现椎动脉损伤的病理表现为血管内膜撕裂伴假性动脉瘤形成。但也有个别学者的个案报道表明,影像学诊断有一侧椎动脉损伤的患者死亡后尸体并未发现明显的血管内壁损伤。目前多数学者认为,闭合性椎动脉损伤主要是由于椎动脉受到过度牵张,血管内膜和中膜破裂,附壁血栓形成,最终发生血管完全闭塞^[3-7]。Johnson 等^[8]通过新鲜尸体标本的研究指出,颅外段椎动脉纵向抗牵拉作用远不如横向抗牵拉作用,一旦椎动脉纵向牵拉长度超过其本身的 16%~20%,椎动脉就容易断裂,同时,颅外段椎动脉的纵向抗牵张能力亦明显低于颅内段椎动

脉。Louw 等^[9]报道闭合性椎动脉损伤可发生在锁骨下动脉发出后的起始部或小关节脱位平面以下,这从另一个侧面表明椎动脉损伤正是由于过度牵张机制造成,在致伤因子作用下造成远离骨性损伤平面的椎动脉内膜被牵张撕裂,进而血栓形成。

早期文献大多认为闭合性椎动脉损伤的发生率很低,这与检查的技术和方法有关。传统的血管造影及其发展而来的 DSA 是诊断椎动脉损伤可靠、准确的方法,但血管造影费时多、创伤较大,有相当的风险。Jeans 等^[10]指出椎动脉造影并发症的发生率超过 3%。同时,颈椎创伤患者又大多并存有高位截瘫和呼吸、循环衰竭,因此,椎动脉血管造影和 DSA 很难成为颈椎创伤患者的常规检查,尤其在伤后早期,从而使闭合性椎动脉损伤常常被漏诊。

1995 年,Friedman 等首先报道采用 2D TOF MRA 诊断椎动脉损伤。由于 MRA 是应用 MR 特殊的流动效应进行血管成像,采用 2D TOF 成像技术后,其成像清楚、分辨率良好,且具有无创的优势,因此 2D TOF MRA 逐渐成为诊断闭合性椎动

脉损伤的主要方法。近年来,有关颈椎骨折脱位继发椎动脉损伤的报道逐渐增多,其发生率为 19%~75%,发生率差异如此之大的原因在于患者伤情和致伤暴力不同,伴有小关节脱位的颈椎创伤继发闭合性椎动脉损伤的几率最高^[3,4,11,12]。

尽管 2D TOF MRA 是一种无创、高敏感度和特异性的检查方法,但 MRA 能否准确鉴别诊断不同程度的椎动脉损伤类型目前尚有争议。既往文献也缺乏详实的研究报道。本研究在活体犬上建立了颈椎屈曲损伤撞击伤模型,撞击后全部犬均接受了椎动脉 MRA 检查,然后取每只犬双侧椎动脉进行病理学观察。26 只犬中,最初 MRA 诊断有一侧椎动脉损伤的 7 只犬中,病理检查显示其中 4 只犬伤侧椎动脉内膜、中膜撕裂,伴有附壁血栓形成、管腔闭塞;3 只犬伤侧椎动脉内膜撕裂,无明显中膜损伤,伴有附壁血栓并阻塞管腔。MRA 最初诊断一侧椎动脉可疑损伤的 2 只犬经动态 MRA 检查,其中 1 只犬 MRA 诊断为阴性,椎动脉成像清楚,血流恢复正常,病理检查显示该侧椎动脉内膜完整,无附壁血栓形成。对比分析可以确定,其最初椎动脉成像不完整系血管一过性痉挛所致。而另一只犬 MRA 诊断则为阳性,椎动脉完全无成像,病理检查发现该侧椎动脉在骨折脱位平面内膜撕裂、附壁血栓形成并阻塞管腔。病理观察结果提示该侧椎动脉最初的内膜损伤未能被 MRA 发现,在渐进演化为迟发性附壁血栓后,MRA 追踪检查才得出诊断。17 只 MRA 诊断无椎动脉损伤犬的病理学检查均表现正常,血管内膜完整。结合临床观察和动物实验结果,我们认为,采用 2D TOF MRA 成像技术诊断闭合性椎动脉损伤的特异性和准确性均很高,且具有无创的优势,应当成为椎动脉损伤的首选检查方法。但 MRA 在早期不能准确鉴别血管闭塞与血管痉挛,也较难发现早期的小面积内膜损伤,MRA 追踪观察是进一步确诊的有效方法。

本组 319 例颈椎创伤患者中,52 例伴发椎动脉损伤,其发生率为 16.3%,略低于既往文献报道,这可能与我们的病例系连续收治的颈椎创伤而非选择性病例有关。实验研究表明,伤后早期 MRA 检查存在假阴性可能,这就提醒我们在以后的临床工作中,对于伤后早期 MRA 椎动脉成像不十分清楚的患者应考虑行动态 MRA 检查。

从研究的临床资料来看,双侧椎动脉损伤可

出现致命性脑缺血死亡,单侧椎动脉损伤大多无明显的脑神经损伤症状,对于无症状的单侧椎动脉损伤,我们认为仍需保持足够的重视,这是因为椎动脉血栓有向颅内蔓延及播散的危险。同时,一侧椎动脉损伤后损害了脑后部的血液供应,降低了对侧椎动脉代偿的安全范围,成为急性脑干损害的潜在危险因素。如何预防和降低这些风险仍是目前临床上值得探讨的课题。

4 参考文献

1. Wirbel R, Pistorius G, Braun C, et al. Bilateral vertebral artery lesion after dislocating cervical spine trauma: a case report[J]. Spine, 1996, 21(11): 1375-1379.
2. Hamada Y, Mannoji H, Kaneko Y. A rupture dissecting aneurysm of the vertebral artery: comparison of angiographic and histological finding [J]. Neuroradiology, 2001, 43 (5): 375-378.
3. Vaccaro AR, Klein GR, Flanders AE, et al. Long-term evaluation of vertebral artery injuries following cervical spine trauma using magnetic resonance angiography[J]. Spine, 1998, 23 (7): 789-795.
4. Giacobetti FB, Vaccaro AR, Bos-Giacotetti NA, et al. Vertebral artery occlusion associated with cervical spine trauma[J]. Spine, 1997, 22(2): 188-192.
5. Biffl WL, Moore EE, Elliott JP, et al. The devastating potential of blunt vertebral arterial injuries [J]. J Ann Surg, 2000, 231 (5): 672-681.
6. Parbhoo AH, Govender S, Corr P. Vertebral artery in cervical spine dislocation[J]. Injury, 2001, 32(7): 565-568.
7. Veras LM, Pedraza-Gutierrez S, Castellanos J, et al. Vertebral arterial occlusion after acute cervical spine trauma[J]. Spine, 2000, 25(9): 1171-1177.
8. Johnson CP, How T, Scraggs M, et al. A biomechanical study of the human vertebral artery with implication for fatal arterial injury[J]. Forensic Science International, 2000, 109 (3): 169-182.
9. Louw JA, Mafoyane NA, Small B, et al. Occlusion of the vertebral artery in cervical spine dislocations [J]. J Bone Joint Surg (Br), 1990, 72(4): 679-681.
10. Jeans WD. The development and use of digital subtraction angiography[J]. Br J Radiol, 1990, 63(747): 161-168.
11. 任先军. 颈椎骨折脱位合并椎动脉损伤[J]. 中华骨科杂志, 2000, 20(2): 72-74.
12. Weller SJ, Rossitch E Jr, Malek AM. Detection of vertebral artery injury after cervical spine trauma using magnetic resonance angiography[J]. Spine, 1999, 46(4): 660-666.

(收稿日期: 2005-02-16 修回日期: 2005-04-14)

(英文编审 郭万首)

(本文编辑 卢庆霞)