

3D-TOF-MRA联合IONM技术在脑神经血管压迫综合征微血管减压术中的应用探讨

李春, 李习珍, 张成, 曹祥记

阜阳市第五人民医院神经外科, 安徽 阜阳 236000

摘要:目的 探讨三维时间飞跃法磁共振血管成像(3D-TOF-MRA)联合术中神经电生理监测(IONM)技术在脑神经血管压迫综合征微血管减压术中的应用价值。方法 选取2016年8月—2018年11月该院收治的拟行微血管减压术的218例脑神经血管压迫综合征患者,随机分为研究组与对照组,各109例。两组术前均行3D-TOF-MRA检查,另研究组在术中实施IONM技术。对比手术效果、术后并发症发生情况及术后2年复发率。结果 研究组三叉神经痛患者总有效率(100.00%)及面肌痉挛患者总有效率(100.00%)均高于对照组[(90.91%)、(89.19%)]($P < 0.05$),研究组舌咽神经痛患者疗效佳率(100.00%)与对照组(93.75%)比较差异无统计学意义($P > 0.05$);研究组术后总并发症发生率(4.12%)低于对照组(14.43%),差异有统计学意义($P < 0.05$);研究组术后2年复发率与对照组比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。结论 在脑神经血管压迫综合征减压术中应用3D-TOF-MRA联合IONM技术,可提高手术效果,减少术后并发症的发生。 [国际神经病学神经外科学杂志, 2021, 48(1): 27-31]

关键词: 脑神经血管压迫综合征; 三维时间飞跃法磁共振血管成像; 神经电生理监测; 微血管减压术

中图分类号: R651.1

DOI: 10.16636/j.cnki.jinn.1673-2642.2021.01.007

Application of three-dimensional time-of-flight magnetic resonance angiography combined with intraoperative neurophysiological monitoring in microvascular decompression for neurovascular compression syndrome

Li Chun, Li Xi-Zhen, ZHANG Cheng, CAO Xiang-Ji

Department of Neurosurgery of the Fifth People's Hospital of Fuyang City, Fuyang, Anhui 236000, China

Abstract: **Objective** To investigate the value of three-dimensional time-of-flight magnetic resonance angiography (3D-TOF-MRA) combined with intraoperative neurophysiological monitoring (IONM) in microvascular decompression for neurovascular compression syndrome. **Methods** A total of 218 patients with neurovascular compression syndrome who were admitted to our hospital from August 2016 to November 2018 and planned to undergo microvascular decompression were enrolled and randomly divided into study group and control group, with 109 patients in each group. All patients received 3D-TOF-MRA before surgery, and IONM was performed for the patients in the study group during surgery. The two groups were compared in terms of surgical outcome, postoperative complications, and recurrence rate at 2 years after surgery. **Results** Compared with the control group, the study group had significantly higher overall response rates of patients with trigeminal neuralgia (100.00% vs 90.91%, $P < 0.05$) and patients with hemifacial spasm (100.00% vs 89.19%, $P < 0.05$), and there was no significant difference in the good response rate of patients with glossopharyngeal neuralgia between the study group and the control group (100.00% vs 93.75%, $P > 0.05$). The study group had a significantly lower incidence rate of total postoperative complications than the control group (4.12% vs 14.43%, $P < 0.05$). There was no significant difference in recurrence rate at 2 years after surgery between the study group and the control group ($P > 0.05$). **Conclusions** In microvascular decompression for neurovascular compression syndrome, 3D-TOF-MRA combined with IONM can improve surgical outcome and reduce postoperative complications. [Journal of International Neurology and Neurosurgery: 2021, 48(1): 27-31]

Keywords: neurovascular compression syndrome; three-dimensional time-of-flight magnetic resonance angiography;

基金项目: 2019年度安徽省阜阳市卫生健康委科研立项课题(FY2019-090)

收稿日期: 2020-11-13; 修回日期: 2021-01-28

neurophysiological monitoring; microvascular decompression

脑神经血管压迫综合征在临床上较为常见,主要包括舌咽神经痛、面肌痉挛与三叉神经痛等,严重影响人们正常生活及工作^[1]。微血管减压术是目前临床公认的治疗脑神经血管压迫综合征的首选方法,其可从源头上解除血管压迫问题,效果显著,且安全性高^[2]。但因颅内细小血管、神经组织较多,神经血管丰富,术中可出现损伤神经及血管的情况,影响手术效果及术后恢复。因此,如何在术中有效地避免损伤神经及血管,减少不良后果,提升手术疗效,成为当前急需解决的重点问题。对脑神经根的正确显露及对责任血管的准确判定是手术成功的重要条件之一,三维时间飞跃法磁共振血管成像(three dimensional time-of-flight magnetic resonance angiography, 3D-TOF-MRA)增加了血流与周围静态组织之间的对比度,可清晰地显示神经与周围血管三维空间的关系,有研究^[3]报道,3D-TOF-MRA可有效显示三叉神经痛中的责任血管,为微创手术提供了准确的影像学依据。另神经电生理监测(intraoperative neurophysiological monitoring, IONM)技术通过监测脑神经、血管传导反应和神经电位

变化情况,可在手术过程中发出警示信号,已在微血管减压术中得到广泛应用,对减少手术并发症及提升手术疗效具有积极作用^[4]。鉴于此,为提高手术效果,减少手术并发症,本研究特将3D-TOF-MRA与IONM技术联合应用于脑神经压迫综合征减压术中,探讨及分析其应用效果,以期指导临床治疗,详情如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取本院2016年8月—2018年11月收治的拟行微血管减压术的218例脑神经血管压迫综合征患者,纳入标准:均符合脑神经血管压迫综合征诊断标准^[5],均经CT、MRI扫描;均采取微血管减压术治疗;均知情同意。排除标准:颅内占位性病变、脑血管疾病;既往微血管减压术史;颅脑外伤;其他原因引发的神经痛等;面神经炎后遗症。采用随机数字表将纳入患者分为研究组与对照组,各109例。研究组与对照组一般资料情况见表1,对比差异均无统计学意义($P>0.05$)。本研究已获得医院伦理委员会审批。

表1 两组一般资料

组别	例数	性别 例(%)		年龄/岁	病程/年	疾病类型 例(%)		
		男	女			舌咽神经痛	面肌痉挛	三叉神经痛
研究组	109	59(54.13)	50(45.87)	51.25±8.09	3.65±0.52	20(18.35)	41(37.61)	48(44.04)
对照组	109	61(55.96)	48(44.04)	50.13±8.46	3.79±0.64	19(17.43)	40(36.70)	50(45.87)
χ^2/t 值		0.074		0.999	1.773	0.031	0.020	0.074
P 值		0.785		0.319	0.078	0.860	0.889	0.785

1.2 方法

两组患者微血管减压术由同一手术团队操作。

1.2.1 对照组 术前行3D-TOF-MRA检查,采取微血管减压术治疗。①术前3D-TOF-MRA检查:采用德国Siemens 3.0T超导磁共振成像,8通道线圈,扫描参数:TR为25 ms,TE为4.6 ms,FOV为130 mm×130 mm,层厚为0.7 mm,层面数为60,重建矩阵为512×512,反转角为30°,各向同性体素为0.7×0.7×0.7,平均采集2次,扫描时间为3分28秒;将原始图像输入MR工作站,采用多平面重建及最大密度投影重建进行神经血管的重建(冠状面、矢状面)及责任血管来源判断,观察神经、血管的关系。②在3D-TOF-MRA检查的指导下,开展微血管减压术:全麻,气管插管,健侧卧位,其中对舌咽神经痛、面肌痉挛患者采取“U”形切口切开硬脑膜,对三叉神经痛患者采取倒置“T”形切口切开硬脑膜,在显微镜下,轻轻牵拉小脑半球,缓慢释放脑脊液。其中对于舌咽神经痛患者与面肌痉挛患者,在面听神经下方将延髓小脑池打开以进一步释放脑脊液,紧接着充分暴露病变神经及血管,将与颅神

经关系紧密的血管仔细游离,且探寻压迫脑干段(root entry/exit zone, REZ)的责任血管,采用减压材料(Teflon棉垫)将其与REZ处的脑干面垫开;对于三叉神经痛患者,从横窦乙状窦夹角处将桥脑小脑池打开以进一步释放脑脊液,探寻责任血管并将其移开,将Teflon棉垫垫入,垫开责任血管与脑神经入REZ;完成减压手术操作后,逐层关闭切口,然后加压包扎。另术后给予抗生素等处理。

1.2.2 研究组 术前行3D-TOF-MRA检查,开展微血管减压术(手术方法同对照组),且在微血管减压术中行IONM技术监测指导。其中IONM技术监测应用加拿大艾泰克公司生产的电生理监测设备(EPOCH XP神经机能工作站),于患者麻醉完成后,放置电极。①侧方扩散反应(lateral spread response, LSR)监测:在下颌角处安放刺激电极(针状电极),将刺激电极阴极刺入下颌缘,将阳极插入下颌缘垂线上(距离阴极1 cm处),此外,分别在患侧眼轮匝肌、口角上下方安放记录电极,刺激强度0.2~2.0 mA,频率2~8 Hz,用以监测LSR;一旦发现LSR消失,则

立即通知手术操作者;②三叉神经诱发电位(trigeminal somatosensory evoked potential, TSEP)监测:将电极分别放置于左右上唇皮下,两电极间距5 mm,参考电极为前额Fpz点皮下针电极,时限为0.3 ms方波刺激,此外,刺激频率为5.1 Hz,滤波为30~500 Hz,以出现嘴角抽动为刺激强度标准;将手术对侧的TSEP作为参照,根据术侧TSEP波恢复情况评估手术减压效果;③脑干听觉诱发电位(brainstem auditory evoked potential, BAEP)监测:将耳塞插入患者外耳道,并将记录电极放于颅顶正中,用短声刺激(耳机发出喀喇声)单耳,波宽0.1 ms,矩形波,刺激频率20 Hz,声音强度60~80 dB,电极阻抗<30 k Ω ,另其分析时程为100 ms,由1000个声刺激叠加;当潜伏期延长10%、波幅下降50%时,则需及时告知手术操作者采取相应措施,待波形基本恢复以后继续进行手术;④自发性肌电图(Electromyography, EMG)监测:其中面神经:针形电极分别插入术侧口轮匝肌、颊肌以及眼轮匝肌;舌咽神经:置于同侧软腭;三叉神经:置于同侧咬肌;扫描速度为10 ms/D,另滤波为20~3000 Hz,灵敏度为3.5 μ V/D,若术中出现连续爆发性或单个的自发电位,则警示手术操作者采取相应对策。

1.2.3 随访 所有患者出院后均随访2年,对治愈且无术后并发症者采取电话随访的形式,对缓解、无效和(或)发生手术并发症者采取门诊随访的形式,每月1次。

1.3 观察指标

1.3.1 手术效果^[6] ①三叉神经痛:术后3个月内,疼痛完全消失则为治愈;疼痛基本消失,偶尔发作,无需药物控制,为明显缓解;疼痛减轻,但需要药物控制,为部分缓解;疼痛无变化或加重,为无效;其中治愈及明显缓解为有效;②舌咽神经痛:术后即刻,在不服用药物的情况下,症状完全消失或者其缓解程度>95%,为疗效佳;在服用药物或不服用药物的情况下,症状缓解程度>50%,为疗效一般;症状无缓解,为疗效差;③面肌痉挛:术后3个月内,症状完全消失,为治愈;症状基本消失,仅在特定情况下(情绪紧张等)偶有发作,为明显缓解;症状减轻,但仍然每天发作,为部分缓解;症状无变化或加重,为无效;其中治愈与明显缓解情况视为有效。

1.3.2 术后并发症发生情况 包括听神经功能损害(听力下降或丧失、耳鸣)、面瘫、眩晕、面部麻木、脑脊液遗漏等情况,统计总并发症发生率。

1.3.3 随访结果 随访观察术后2年治愈、明显缓解及疗效佳者的复发情况。

1.4 统计学方法

采用SPSS 21.0统计学软件,计数资料采用 χ^2 检验,若理论频数 ≥ 1 且 ≤ 5 则需校正卡方值,若理论频数 < 1 则采用Fisher确切概率法检验,等级计数资料采用秩和检验, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术效果

研究组三叉神经痛患者及面肌痉挛患者总有效率均高于对照组($P < 0.05$),研究组舌咽神经痛患者疗效佳率与对照组比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表2~4。

表2 三叉神经痛患者疗效对比 例(%)

组别	例数	治愈	明显缓解	部分缓解	无效	总有效
研究组	48	39(81.25)	8(16.67)	1(2.08)	0(0.00)	47(97.92)
对照组	50	38(76.00)	5(10.00)	7(14.00)	0(0.00)	43(86.00)
Z/ χ^2 值			4.794			4.639
P值			0.030			0.031

表3 舌咽神经痛患者疗效对比 例(%)

组别	例数	疗效佳	疗效一般	疗效差
研究组	20	18(90.00)	2(10.00)	0(0.00)
对照组	19	17(89.47)	2(10.53)	0(0.00)
χ^2 值			0.165	
P值			0.846	

表4 面肌痉挛患者疗效对比 例(%)

组别	例数	治愈	明显缓解	部分缓解	无效	总有效
研究组	41	34(82.93)	6(14.63)	1(2.44)	0(0.00)	40(97.56)
对照组	40	30(75.00)	4(10.00)	6(15.00)	0(0.00)	34(85.00)
Z/ χ^2 值			4.251			4.046
P值			0.043			0.044

2.2 术后并发症发生情况

研究组术后总并发症发生率低于对照组($P < 0.05$)。见表5。

表5 术后并发症发生情况对比 例(%)

组别	例数	听力下降	耳鸣	面瘫	眩晕	总并发症
研究组	109	0(0.00)	3(2.75)	0(0.00)	2(1.83)	5(4.59)
对照组	109	1(0.92)	8(7.34)	4(3.67)	2(1.83)	15(13.76)
χ^2 值		--	1.532	--	0.000	5.505
P值		0.999	0.216	0.130	1.000	0.019

2.3 随访结果

术后随访2年,在三叉神经痛治疗有效患者中,研究组未见复发,对照组有1例复发,研究组三叉神经痛患者复发率(0.00%)与对照组(2.33%)比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);在舌咽神经痛疗效佳患者中,研究组与对照组均未见复发,研究组舌咽神经痛患者复发率(0.00%)与对照组(0.00%)比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);在面肌痉挛治疗有效患者中,研究组未见复发,对照组有2例复发,研究组面肌痉挛患者复发率(0.00%)与对照组(5.88%)比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。

3 讨论

脑神经血管压迫综合征是临床常见功能性神经疾病,由周围脑血管压迫脑神经根而引起,其中小脑桥角区

为主要压迫部位,此可引发神经支配的相应区域疼痛或肌肉痉挛,给患者身心健康及生活质量造成严重影响^[7-8]。现阶段,微血管减压术是临床治疗此类疾病的首选方法,且预后效果良好^[9]。但术中存在对面、听神经等的机械性刺激,可影响面、听神经功能,同时亦可出现术中遗漏责任血管、分离不彻底等情况,不利于预后^[10]。因此,如何在术中准确判断责任血管及有效预防手术并发症的发生,成为当前临床关注的重点。

本研究结果发现,研究组三叉神经痛及面肌痉挛患者总有效率均较对照组升高,另虽研究组舌咽神经痛患者疗效佳率与对照组接近,但亦有所提升,提示将3D-TOF-MRA与IONM技术联合应用于脑神经血管压迫综合征减压术中,可提升患者手术效果。3.0T超导MRI组织分辨率高,其中3D-TOF-MRA是利用血管流空效应而显示出血管与神经的信号差异,通过最大密度投影的重建,能够有效判断责任血管的来源和走行,可指导对血管、神经的显微定位^[11]。有研究^[12]表明,3D-TOF-MRA在判断神经与周围责任血管的关系具有良好的可靠性。因3D-TOF-MRA可准确地显示面部神经根与责任血管的位置关系,则有助于指导手术操作者根据手术的难易程度而做好术前准备,并有利于术中找到责任血管。IONM技术中的LSR与责任血管是否压迫面神经根相关,其减弱或消失能够帮助判断术中减压是否充分,且当其在推开血管后下降50%以内,提示可能存在两根或多根责任血管,需仔细探查,此有助于避免术中发生责任血管遗漏,帮助手术操作者判断减压效果,从而有利于提高面肌痉挛者手术效果^[13]。此外,IONM技术中的TSEP监测可对三叉神经周围到皮质下的传导通路进行反应,通过评估其恒定的P₁、N₂波恢复情况可了解到三叉神经痛责任血管的减压效果,从而可帮助手术操作者评估手术成功与否,指导进一步操作,促使手术效果提升。有研究^[14]报道,在面肌痉挛微血管减压术中采用IONM技术组的术后即刻手术疗效较未用IONM技术组高。术前3D-TOF-MRA检查可帮助手术操作者顺利找到责任血管,且IONM技术中的LSR、TSEP监测可提示手术减压效果是否充分,指导手术操作,从而有利于术中及时调整,因此,将3D-TOF-MRA与IONM技术联合应用于脑神经血管压迫综合征减压术中,可促进患者手术效果提升。而本研究在舌咽神经痛患者的手术效果未显示出良好优越性,可能与所选样本量少有关。

本研究结果还发现,研究组术后总并发症发生率较对照组降低,提示将3D-TOF-MRA、IONM技术联合应用于脑神经血管压迫综合征减压术中,可减少手术相关并发症的发生。3D-TOF-MRA及LSR监测均有助于术中找到责任血管,则避免了对面神经根的反复探查,缩短了探寻时间,一定程度上减轻了对面神经的损伤,则可减少相

应并发症发生^[15];另BAEP代表听神经受刺激的情况,若术中出现BAEP潜伏期延长、波幅下降,则可立即发出警告以提醒手术操作者减少或停止相关操作,从而可减少对面神经功能的损害^[16]。此外,EMG监测在术中面神经吸引器划过或遭受持续牵拉与压迫时可发出单个或连续爆发的自发电位,此可警示手术操作者调整或停止相关操作,且其具有连续性与及时性,能够在术中较好地指导手术操作,避免对面神经的刺激,减少面神经损伤,从而可减少面瘫发生。因颅内血管、神经组织丰富,微血管减压术中较易损伤,利用IONM技术监测,可协助手术操作者避开细小血管与神经组织,并可发出报警信号予以警示,从而可使患者手术相关并发症减少。本研究中虽然研究组术后听力下降、耳鸣、面瘫等各发生率与对照组均相近,但总并发症发生率降低,术中IONM技术监测在提高手术安全性方面仍具有较好应用价值。另研究组术后2年复发率与对照组差异较小,提示术中IONM技术监测在术后复发方面无改善作用。

综上,在脑神经血管压迫综合征减压术中应用3D-TOF-MRA联合IONM技术,可提高手术效果,减少术后并发症,具有临床推广应用价值。

参 考 文 献

- [1] Haller S, Etienne L, Kövari E, et al. Imaging of neurovascular compression syndromes: trigeminal neuralgia, hemifacial spasm, vestibular paroxysmia, and glossopharyngeal neuralgia[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2016, 37(8): 1384-1392.
- [2] Lee JA, Park K. Short-term versus long-term outcomes of microvascular decompression for hemifacial spasm[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2019, 161(10): 2027-2033.
- [3] 朱传清, 于泽峰, 郭春锋. 3D-TOF-MRA联合3D-FIESTA-C在血管压迫性三叉神经痛术前评估中的诊断价值[J]. *实用放射学杂志*, 2018, 34(2): 180-183.
- [4] Park SK, Joo BE, Park K. Intraoperative neurophysiological monitoring during microvascular decompression surgery for hemifacial spasm[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2019, 62(4): 367-375.
- [5] 吴承远, 刘玉光. 临床神经外科学[M]. 2版. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 61-63.
- [6] 中国医师协会神经外科医师分会功能神经外科专家委员会, 北京中华医学会神经外科学分会, 中国显微血管减压术治疗脑神经疾患协作组. 中国显微血管减压术治疗面肌痉挛专家共识(2014)[J]. *中华神经外科杂志*, 2014, 30(9): 949-952.
- [7] Morinaga Y, Nii K, Sakamoto K, et al. Neurovascular compression syndrome of the brain stem with opsoclonus-myoclonus syndrome combined with vestibular paroxysmia and autonomic symptoms[J]. *Drug Discov Ther*, 2019, 13(4): 228-231.
- [8] Luzzi S, Del Maestro M, Trovarelli D, et al. Endoscope-assisted microneurosurgery for neurovascular compression syndromes: basic principles, methodology, and technical notes[J]. *Asian J*

- Neurosurg, 2019, 14(1): 193-200.
- [9] Lee MH, Lee JA, Park K. Different roles of microvascular decompression in hemifacial spasm and trigeminal neuralgia[J]. J Neurol Surg B Skull Base, 2019, 80(5): 511-517.
- [10] Jafree DJ, Williams AC, Zakrzewska JM. Impact of pain and postoperative complications on patient-reported outcome measures 5 years after microvascular decompression or partial sensory rhizotomy for trigeminal neuralgia[J]. Acta Neurochir (Wien), 2018, 160(1): 125-134.
- [11] Sichtermann T, Faron A, Sijben R, et al. Deep learning-based detection of intracranial aneurysms in 3D TOF-MRA[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2019, 40(1): 25-32.
- [12] Garcia M, Naraghi R, Zumbrunn T, et al. High-resolution 3D-constructive interference in steady-state MR imaging and 3D time-of-flight MR angiography in neurovascular compression: a comparison between 3T and 1.5T[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2012, 33(7): 1251-1256.
- [13] 王凤伟, 杨金庆, 薛勇. 神经电生理监测在原发性面肌痉挛微血管减压术中的应用[J]. 中国临床神经外科杂志, 2019, 24(8): 483-485.
- [14] 向兴刚, 咎向阳, 张永辉, 等. 面神经微血管减压术中神经电生理监测的应用价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2019, 17(22): 3616-3620.
- [15] Price SA, Davies O, Walsh P, et al. Case report: recurrent glossopharyngeal neuralgia after previous glossopharyngeal rhizotomy: microvascular decompression with intra-operative neurophysiology[J]. Br J Neurosurg, 2015, 29(6): 883-884.
- [16] Joo BE, Park SK, Cho KR, et al. Real-time intraoperative monitoring of brainstem auditory evoked potentials during microvascular decompression for hemifacial spasm[J]. J Neurosurg, 2016, 125(5): 1061-1067.

责任编辑:王荣兵