

3D-iMSDE 脉冲MR神经成像判断腮腺内面神经及腮腺导管与肿瘤解剖关系的价值

蒋延伟¹ 孙程² 孙建² 徐永通¹ 张卫东³ 周伟³ 于连聘³ 李传亭⁴

¹滨州市人民医院超声医学科 256610; ²滨州医学院附属医院 256603; ³山东省立医院颌面外科, 济南 250021; ⁴山东大学附属山东省医学影像学研究所, 济南 250021

蒋延伟为山东大学在读的在职专业学位博士研究生

通信作者: 李传亭, Email: lichuanting@yeah.net

【摘要】 目的 探索三维改良运动敏感平衡驱动(3D-iMSDE)脉冲MR神经成像序列对不同类型腮腺肿瘤、腮腺内面神经及腮腺导管的立体结构显示情况,以指导手术计划的制定。方法 本研究为前瞻性研究。对30名健康志愿者及40例腮腺肿瘤患者分别进行3D-iMSDE序列、三维T₂加权快速梯度回波(3D-T₂-FFE)序列扫描。入组腮腺肿块患者均经颌面外科医师查体或经超声或其他影像检查发现。对志愿者iMSDE、T₂-FFE序列显示的面神经主干与其一级分支及腮腺导管的显示情况独立评分。并比较两序列影像图上面神经及腮腺导管的信号强度比(SIR)。对40例腮腺肿瘤患者,分析iMSDE及T₂-FFE序列图像,比较两种方法对面神经及腮腺导管与肿瘤关系的显示情况,并与术中解剖所见及术后病理结果对照。对iMSDE及T₂-FFE两序列的图像评分进行两样本Wilcoxon符号秩检验;对SIR_N、SIR_T分别进行配对样本t检验。两种方法显示面神经、腮腺导管及面神经、腮腺导管与肿瘤关系的比较采用χ²检验。结果 30名健康志愿者双侧腮腺内面神经及腮腺导管的评分,在iMSDE序列上分别为(4.20±0.55)、(4.17±0.59)分,在T₂-FFE序列上分别为(3.13±0.57)、(3.07±0.52)分,iMSDE序列图像评分均高于T₂-FFE序列,差异具有统计学意义(Z=-6.197, P<0.05)。面神经、腮腺主导管在iMSDE序列图像的SIR均高于T₂-FFE序列,差异具有统计学意义(t值分别为10.772、11.586, P值均<0.05)。40例腮腺肿瘤患者共41处病变,与术中解剖对比,iMSDE、T₂-FFE序列显示面神经及其一级分支与肿瘤关系的正确率分别为87.8%(36例)、53.7%(22例),显示腮腺主导管与肿瘤关系的正确率分别为92.7%(38例)、73.2%(30例),两者差异均具有统计学意义(χ²值分别为9.725、5.513, P值均<0.05)。iMSDE序列中,36例面神经及其一级分支(颞面干、颈面干)与肿瘤的关系得以正确显示,38例腮腺主导管显示结果较为理想。结论 3D-iMSDE MR神经成像序列能够正确显示腮腺内面神经与腮腺导管及其与腮腺肿瘤的位置关系。

【关键词】 腮腺肿瘤; 面神经; 磁共振成像; 腮腺导管

基金项目:山东省重点研发计划(2018GSF118041)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2019.09.008

The value of 3D-iMSDE MR neurography in the determination of the anatomical relationship between intraparotid facial nerve and parotid ducts and parotid tumors

Jiang Yanwei¹, Sun Cheng², Sun Jian², Xu Yongtong¹, Zhang Weidong³, Zhou Wei³, Yu Lianpin³, Li Chuanting⁴

¹Department of Ultrasonography, Binzhou People's Hospital, Binzhou 256610, China; ²Binzhou Medical University Hospital, Binzhou 256603, China; ³Department of Maxillofacial Surgery, Shandong Provincial Hospital, Jinan 250021, China; ⁴Shandong Medical Imaging Research Institute, Shandong University, Jinan 250021, China

Jiang Yanwei is an On-the-job Doctoral Student of Shandong University

Corresponding author: Li Chuanting, Email: lichuanting@yeah.net

【Abstract】 Objective To investigate the spatial relationship between intraparotid facial nerve and parotid ducts in different types of parotid neoplasms with 3D improved motion-sensitized

driven-equilibrium pulse (3D-iMSDE) MR neurography, and to guide the operation plan. **Methods** By means of prospective research methods, the sequences of 3D-iMSDE and 3D-T₂-fast field echo (3D-T₂-FFE) were obtained in 30 healthy volunteers and 40 patients with parotid gland tumors, respectively. All patients with parotid mass were found by physical examination, by maxillofacial surgeons or by ultrasonography or other imaging examinations. Facial nerve trunk with its first branches and parotid ducts were evaluated independently on images of iMSDE and T₂-FFE sequence for volunteers. The signal intensity ratio (SIR) of both facial nerve and parotid ducts were compared respectively in two sequences. The relationship between intraparotid facial nerve and parotid ducts with the lesion were analyzed on images of iMSDE and T₂-FFE sequences for 40 patients. The results were compared with intra-operative anatomy and post-operative pathological findings. Wilcoxon symbolic rank test, *t* test and chi-square test were used. **Results** The image scores of intra-parotid facial nerve and parotid ducts in iMSDE sequence were higher than that of T₂-FFE sequence in all 30 healthy volunteers. The difference was statistically significant ($Z=-6.197, P<0.05$). Both the facial nerve and parotid duct on images of iMSDE sequence had higher SIR than that of T₂-FFE. The differences were statistically significant ($t=10.772, 11.586$, respectively; $P<0.05$). Forty patients with parotid gland tumors had a total of 41 lesions. Compared with the intraoperative anatomy, the accuracy of iMSDE and T₂-FFE sequences in showing the relationship between the facial nerve and its primary branches with the mass were 36/41 (87.8%), and 22/41 (53.7%) respectively, and the accuracy of the two sequences in showing the relationship between the dominant duct of the parotid gland and the mass were 38/41 (92.7%) and 30/41 (73.2%), respectively. The accuracy rate in showing the relationship between facial nerve and its primary branch and the mass on images of iMSDE sequence were higher than that of T₂-FFE sequence, and also in showing the relationship of parotid duct and the mass. The statistical differences were significant ($\chi^2=9.725, 5.513; P<0.05$, respectively). In the iMSDE sequence, the relationship between the facial nerve and its first branches (temporofacial and cervicofacial division) with the tumor was correctly demonstrated in 36 cases. 38 cases of parotid ducts were satisfactorily displayed on image of iMSDE sequence. **Conclusions** The 3D-iMSDE MRN sequence can correctly show the relationship between intraparotid facial nerve and parotid duct and the parotid gland neoplasms.

【Key words】 Parotid neoplasms; Facial nerve; Magnetic resonance imaging; Parotid duct

Fund programs: Key Research and Development Plan of Shandong Province (2018GSF118041)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2019.09.008

腮腺肿瘤是临床中最常见的涎腺肿瘤,肿瘤的发生可以使其内复杂结构关系产生变化。手术切除肿瘤是其最主要的治疗方法,术前对面神经的良好显示对术中有效保护面神经及提高术后患者生存质量具有重要的意义^[1]。MR神经成像术(magnetic resonance neurography, MRN)为腮腺肿瘤与其神经血管结构,尤其是腮腺内面神经的显示提供了理想的技术手段,但是目前组织对比分辨率不高、血管信号不能得到抑制。三维改良运动敏感平衡驱动(three-dimensional improved motion-sensitized driven-equilibrium, 3D-iMSDE)脉冲MRN序列为三维高分辨T₂加权序列,同时可以抑制脂肪背景及血流信号,对周围神经的显示具有显著优势。笔者旨在探讨其显示腮腺肿瘤与腮腺内面神经和腮腺导管的关系的价值。

资料与方法

一、研究对象

本研究属前瞻性设计,经过山东省医学影像学

研究所伦理委员会批准(2018-009),检查前取得所有受试者知情同意并签署知情同意书。

收集自2018年1月至9月的30名健康志愿者(山东大学在读研究生、在职职工及其家属和头颈部其他疾病的患者),其中男16名,女14名;年龄19~73岁,中位年龄45岁。同期收集40例腮腺肿块患者(病变共41处),其中男18例,女22例;年龄17~74岁,中位年龄43岁。病史8 d至12年。入组腮腺肿块患者均为经颌面外科医师查体或经超声或其他影像检查发现的患者。入组对象排除标准:(1)患者具有严重的中枢神经系统疾病及心肺功能异常;(2)具有面神经炎、贝尔面神经瘫痪等面神经疾病;(3)干燥综合征等全身免疫性疾病或糖尿病患者;(4)具有腮腺外伤史或手术史;(5)MR禁忌证或存在幽闭恐惧症的患者。腮腺肿块患者临床表现:38例为无痛性腮腺肿块,1例腮腺肿块伴同侧面部疼痛,1例双侧无痛性腮腺肿块伴一侧面神经瘫痪。所有患者均经术后病理证实,良性病变34例,恶性病变6例。

二、MR扫描

采用8通道相控阵表面线圈,荷兰 Philips

Achieva 3.0 T TX 超导 MR 扫描仪。受检者取仰卧位,头先进,扫描范围从近顶部至颈根部。30名健康者志愿者均行 3D-iMSDE 及三维 T₂加权快速梯度回波(3D-T₂-FFE)序列冠状面扫描。40例腮腺肿块患者除行上述扫描外,同时行常规 MR 扫描,选用 TSE 序列:T₂WI 和 T₁WI 轴面、FS-T₂WI 冠状面、DWI 序列(b=0,1 000)轴面,FOV 230 mm×230 mm,层厚 4.0 mm。

3D-iMSDE 扫描参数:TR 2 500.0 ms, TE 180.0 ms, FOV 230.0 mm×230.0 mm×60.0 mm,体素 1.0 mm×1.0 mm×1.0 mm,矩阵 230×230,层厚 1.0 mm,层间距 0,层数 120,半采集因子 0.75,回波链长 100,加速因子 2,采集次数(NSA) 2,iMSDE 预置脉冲时间 50 ms,3 个方向 b 值 10 s/mm²,扫描时间 12 min 13 s。

3D-T₂-FFE 扫描参数:TR 8.7 ms, TE 3.1 ms, FOV 230 mm×230 mm×70 mm,体素 0.5 mm×0.5 mm×2.0 mm,矩阵 460×459,层厚 1.0 mm,层间距 0,层数 70,NSA 3,扫描时间 5 min 14 s。

三、图像后处理

将 iMSDE 及 T₂-FFE 原始图像上传至德国 Siemens Syngo.via 后处理工作站,利用 MIP、MPR 技术。面神经的观察从出茎突乳突孔开始,腮腺导管的观察从主导管开始。

四、图像评价分析

1. 健康志愿者:由从事神经影像诊断 15 年以上的 2 名主任医师分别对 30 名志愿者 iMSDE、T₂-FFE 序列图像上面神经主干与其分支及腮腺导管的显示情况独立评分。根据图像伪影出现情况(包括运动伪影、搏动伪影及磁敏感伪影等)及扫描区域信号的同质性进行评分,5 分为图像质量高,1 分为质量差^[2]。根据面神经、腮腺导管与其同一平面的腮腺实质信号进行比较,得出相应的信号强度比值(signal intensity ratio, SIR)^[2]。测量面神经及腮腺导管的信号强度时,ROI 的选择不超越神经及导管的区域。ROI 的选择除保持面神经或腮腺导管与其相应的腮腺实质处于同一平面外,还应避免 ROI 中出现血管及伪影。面神经、腮腺导管 ROI 大小均选取 5.0 mm(将图像放大 5 倍后测量)。每个 ROI 取 3 次,计算其平均值。同时保证 2 种序列的 ROI 在层面、面积、位置上均保持一致。

2. 病例组:采用双盲法,由以上 2 名阅片者独自分析 iMSDE 及 T₂-FFE 序列图像,对面神经及腮腺导管与肿瘤关系的显示情况进行对比分析,并与

术中解剖所见及术后病理结果对照。

五、统计学分析

数据的统计应用 SPSS 23.0 统计软件。对于健康志愿者,2 名阅片者的图像评分结果首先进行 Kappa 一致性检验。然后对 iMSDE 及 T₂-FFE 序列的图像评分进行两样本 Wilcoxon 符号秩检验,SIR_N、SIR_D(资料符合正态分布)分别进行配对样本 t 检验;面神经主干、腮腺主导管、面神经的一级分支颞面干及颈面干之间的比较,及面神经、腮腺主导管与肿瘤关系显示正确率的比较采用 χ^2 检验。正确率的金标准为术中解剖所见及术后病理结果。P<0.05 为差异具有统计学意义。

结 果

一、健康志愿者腮腺内面神经及腮腺主导管的显示情况

iMSDE、T₂-FFE 序列上腮腺内面神经及腮腺主导管均显示为高信号,且在 iMSDE 序列图像上(图 1,2),面神经及腮腺主导管的显示清晰程度均高于 T₂-FFE 序列(图 3,4)。2 名阅片者对 30 名健康志愿者双侧腮腺内面神经及腮腺导管的评分,在 iMSDE 序列上分别为(4.20±0.55)、(4.17±0.59)分, $\kappa=0.800$;在 T₂-FFE 序列上分别为(3.13±0.57)、(3.07±0.52)分, $\kappa=0.710$ 。2 名阅片者的评分结果一致性良好。iMSDE 序列图像评分高于 T₂-FFE 序列,差异具有统计学意义(Z=-6.197,P<0.05,表 1)。在面神经和腮腺主导管,iMSDE 序列图像的 SIR 均较 T₂-FFE 图像的高;且 2 种序列的 SIR_D 均高于 SIR_N。SIR_N、SIR_D 在 iMSDE 序列与 T₂-FFE 序列之间,SIR_N 与 SIR_D 之间差异均具有统计学意义(表 2)。

表 1 健康志愿者两种序列图像上双侧腮腺内面神经及腮腺导管的评分结果(例)

序列	腮腺数(个)	1分	2分	3分	4分	5分
iMSDE	60	0	0	5	39	16
T ₂ -FFE	60	0	6	12	42	0

注:iMSDE:改良运动敏感平衡驱动序列;T₂-FFE:T₂加权快速梯度回波序列

2 种序列对健康志愿者面神经主干及腮腺主导管显示情况差异无统计学意义;而对面神经的一级分支颞面干、颈面干的显示,iMSDE 明显优于 T₂-FFE,差异具有统计学意义(表 3)。

二、腮腺肿瘤患者腮腺内面神经和腮腺主导管

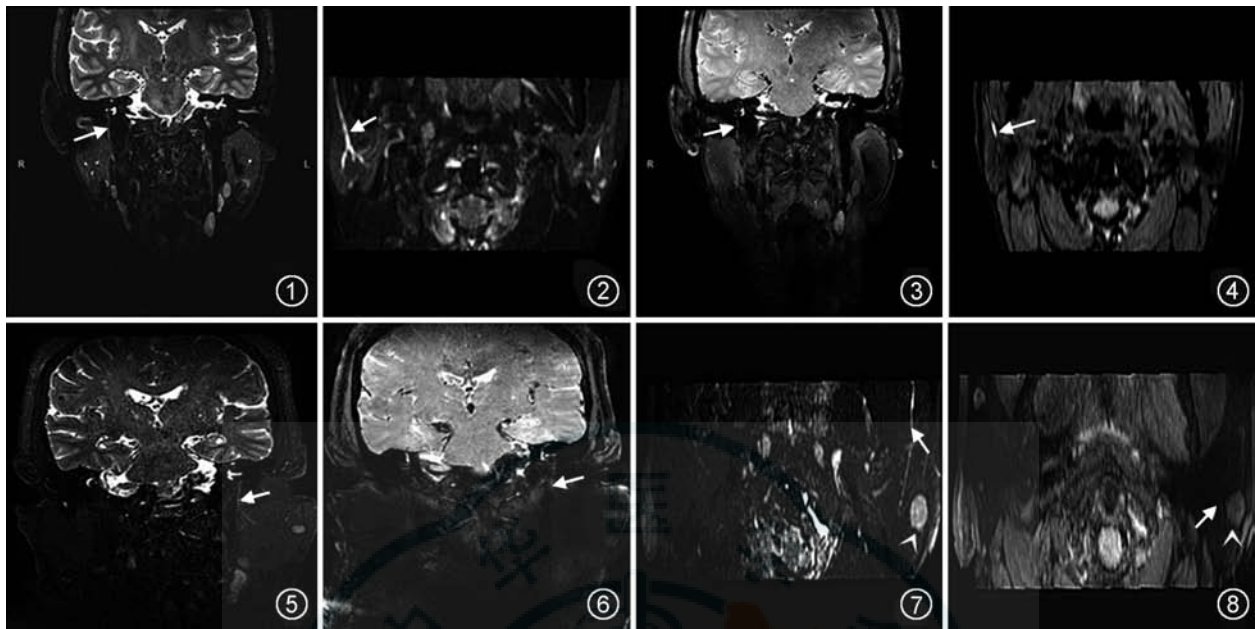


图1~4 男性,25岁,健康志愿者。三维改良运动敏感平衡驱动(3D-iMSDE)序列冠状面(图1)及轴面(图2)清楚显示右侧面神经主干及分支(图2,↑)、腮腺主导管走行(图3,↑);三维T₂加权快速梯度回波(3D-T₂-FFE)序列冠状面(图3)及轴面(图4),显示面神经主干及分支(图3,↑)、腮腺主导管走行(图4,↑)清晰度较3D-iMSDE序列差 图5~8 54岁,女性,基底细胞腺瘤。iMSDE(图5)、T₂-FFE(图6)冠状面,显示面神经主干及分支(↑)在iMSDE序列明显优于T₂-FFE;iMSDE(图7)、T₂-FFE(图8)轴面,右侧同一层面腮腺主导管(↑)在iMSDE序列明显优于T₂-FFE,肿瘤显示为较高信号(↑)

表2 健康志愿者两种序列图像SIR_N、SIR_D及比较($\bar{x} \pm s$)

序列	腮腺数(个)	SIR _N	SIR _D	t值	P值
iMSDE	60	2.23±0.68	3.51±0.82	-6.778	<0.01
T ₂ -FFE	60	1.02±0.20	1.70±0.39	-7.812	<0.01
t值		10.772	11.586		
P值		<0.01	<0.01		

注:iMSDE:改良运动敏感平衡驱动序列;T₂-FFE:T₂加权快速梯度回波序列;SIR_N:神经信号强度比值;SIR_D:导管信号强度比值

表3 两种序列对健康志愿者面神经主干及其一级分支、腮腺主导管的显示情况及比较

序列	腮腺数(个)	面神经主干(条)	颞面干(条)	颈面干(条)	腮腺主导管(个)
iMSDE	60	60	54	58	60
T ₂ -FFE	60	57	24	32	58
χ ² 值		1.368	32.967	30.044	0.508
P值		0.242	<0.01	<0.01	0.476

注:iMSDE:改良运动敏感平衡驱动序列;T₂-FFE:T₂加权快速梯度回波序列

及其与病变关系的显示情况

40例患者面神经及其分支、腮腺主导管在2种序列图像中均呈高信号,这与健康志愿者图像显示情况一致。但是iMSDE序列中面神经及其分支、腮腺导管的信号强度均明显优于T₂-FFE序列(图5~8)。与术中解剖所见比对,41处病变中,显示面神经及其一级分支与肿瘤关系的正确率,在iMSDE序

列87.8%(36处)、T₂-FFE序列53.7%(22处),差异具有统计学意义(χ²=9.725,P=0.002);显示腮腺主导管与肿瘤关系的正确率,iMSDE序列92.7%(38处)、T₂-FFE序列73.2%(30处),两者差异具有统计学意义(χ²=5.513,P=0.019)。iMSDE序列对面神经及其一级分支(颞面干、颈面干)与肿瘤位置关系正确显示包括以下几种情况:肿瘤推挤颞面干发生移位(图9),与术中所见一致(图10);病理显示肿瘤细胞为矮柱状或立方状腺上皮构成的双层腺管样结构,内层由腺上皮围绕,外层由肌上皮构成(图11)。面神经主干及分支无移位(图12),与术中解剖所见一致(图13);镜下显示癌细胞分化较差,多数细胞已失去鳞状上皮的排列结构,异型性明显,核分裂多见(图14)。肿瘤被面神经一级分支包绕(图15),术中见面神经分支包绕肿瘤(图16);切除肿瘤组织镜下可见肿瘤细胞由腺上皮及淋巴样间质构成,假复层柱状上皮围成不规则的腺管及囊肿,上皮下间质中充满密集的淋巴细胞,伴有淋巴滤泡形成(图17);此外还包括肿瘤推挤颈面干发生移位7处、肿瘤位于面神经主干分叉处使2分支均移位5处。5处因图像质量不佳或肿瘤体积过大挤压而于iMSDE序列中未能显示。38处腮腺主导管在iMSDE序列显示结果较为理想,其主要表现为腮腺主导管与肿瘤伴行(图18)、被挤压至一侧(图

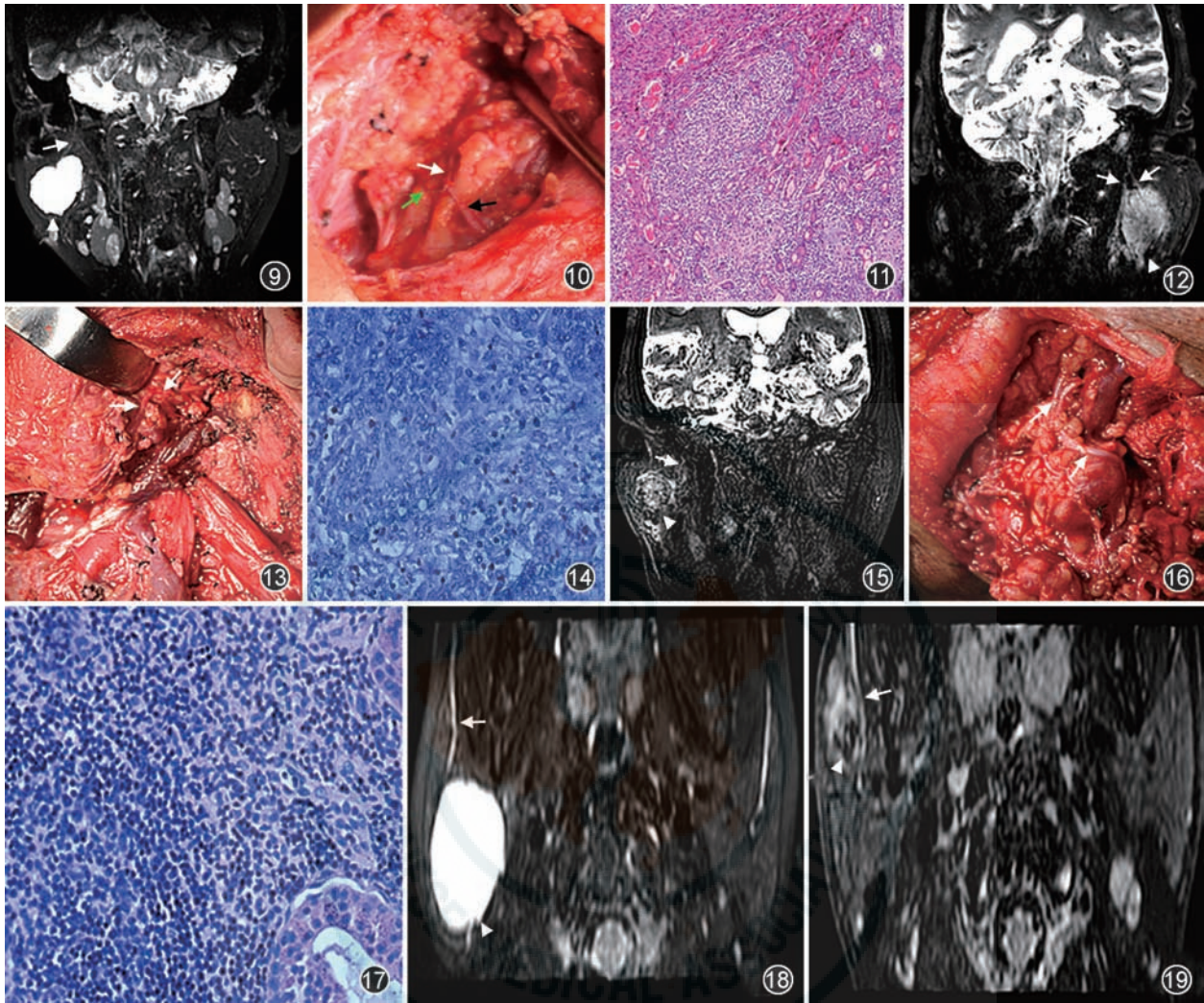


图9~11 女性,28岁,多形性腺瘤。图9为改良运动敏感平衡驱动(iMSDE)序列冠状面,右侧腮腺肿瘤呈均匀一致的高亮信号(Δ),颞面干(\uparrow)向外侧向内移位。图10肿瘤(绿 \uparrow)切除后显露的面神经主干(白 \uparrow)、颈面干(黑 \uparrow)颞面干移位至腮腺深叶。图11病理显示肿瘤细胞为矮柱状或立方状腺上皮构成的双层腺管样结构,内层由腺上皮围绕,外层由肌上皮构成(HE $\times 400$) 图12~17 男性,64岁,左侧腮腺鳞状细胞癌,右侧腮腺淋巴瘤。图12为左侧腮腺iMSDE序列冠状面,面神经2分支均增粗(\uparrow),肿瘤(Δ)虽侵犯了2分支,但面神经主干及2分支未见明显移位。图13术中见左侧面神经2分支受到侵犯而水肿增粗,颜色变暗(\uparrow),面神经主干及2分支移位不明显。图14左侧腮腺病理检查,镜下癌细胞分化较差,多数细胞已失去鳞状上皮的排列结构,异型性明显,核分裂多见(HE $\times 400$)。图15为右侧腮腺iMSDE序列冠状面,右侧面神经分支(\uparrow)包绕肿瘤(Δ)。图16术中见右侧面神经分支包绕肿瘤,颜色亮白(\uparrow)。图17右侧腮腺肿瘤病理检查,镜下可见肿瘤细胞由腺上皮及淋巴样间质构成,假复层柱状上皮围成不规则的腺管及囊腔,上皮间质中充满密集的淋巴细胞,伴有淋巴滤泡形成(HE $\times 400$) 图18 女性,38岁,多形性腺瘤。iMSDE序列轴面,病变侧腮腺主导管(\uparrow)与肿瘤(Δ)伴行 图19 男性,42岁,涎腺导管癌。iMSDE序列轴面,贴近肿瘤段的腮腺主导管(\uparrow)形态不规则信号不均匀,被肿瘤(Δ)挤压至一侧而移位

19)或肿瘤从中穿行。另外3处因肿瘤体积过大而无法清晰显示。

腮腺恶性肿瘤容易侵犯面神经主干,肿瘤包绕浸润面神经主干或其分支。6例恶性肿瘤在iMSDE序列中显示为肿瘤与面神经分界不清,面神经及其一级分支直径增粗、信号增强(图12)。术中解剖所见为肿瘤沿面神经或其分支表面生长,使面神经直径增粗、颜色变暗(图13)。2种序列图像相比,

iMSDE序列对腮腺恶性肿瘤侵犯面神经后面神经形态及信号改变的显示优于T₂-FFE序列。

讨 论

3D-T₂-FFE图像对显示细小神经等结构有帮助,Takahashi等^[3]应用三维稳态梯度回波采集序列(与3D-T₂-FFE原理相同)对腮腺内面神经和导管

与腮腺肿瘤关系的研究,显示准确率为91.7%。因此本研究选择该序列与iMSDE序列进行对比。结果显示,3D-T₂-FFE序列也可以较好地显示腮腺内面神经及腮腺导管,两者亦均呈高信号。从扫描时间上看,3D-T₂-FFE序列明显短于3D-iMSDE序列。但从腮腺内面神经和腮腺导管显示的信号均一性及信号强度上,3D-iMSDE序列成像质量明显优于3D-T₂-FFE序列。在面神经和腮腺主导管,iMSDE序列图像的SIR均较T₂-FFE图像的高;且两序列的SIR_D均高于SIR_N。

iMSDE是优化后的MSDE,对血流的抑制作用更强^[4],抑制任何方向的血流信号,特别是对灌注及涡流样的液体信号^[5]。Yoneyama等^[6]已经利用iMSDE技术对5名健康志愿者的臂丛、腰骶丛及颅神经进行了三维轨迹显示,效果良好。本研究中利用3D-iMSDE序列对30名健康志愿者进行了MRN成像,腮腺内面神经及主导管的显示效果良好。30名健康志愿者双侧腮腺内面神经及腮腺导管的图像质量评分,iMSDE序列分别为(4.20±0.55)、(4.17±0.59)分。

本研究图像分析显示,腮腺肿瘤可以使面神经主干及颞面干、颈面干2分支发生如下几种位置变化:(1)肿瘤推挤颞面干发生移位;(2)肿瘤推挤颈面干发生移位;(3)肿瘤位于面神经主干分叉处使2分支均移位;(4)面神经主干或2分支被包绕;(5)面神经主干及2分支无移位。按此分类,在能够正确显示的36处病变中,上述5类情况都有显示。这样,利用3D-iMSDE序列就避免了以往因术前不能显示肿瘤与面神经位置关系,而只能根据术中所见临时确定手术方案的盲目性。本研究结果显示腮腺良、恶性肿瘤与面神经位置关系的主要区别在于恶性肿瘤侵犯面神经。上述肿瘤与神经的位置5种关系中,恶性肿瘤会包绕面神经主干或其分支,使面神经难以分辨,也会沿面神经或其分支表面生长,使面神经增粗、变暗。在iMSDE序列图像上,面神经及其一级分支直径增粗、信号增强。而良性肿

瘤,包括炎性病变,都没有上述改变。有关iMSDE序列上的这些征象,尚未见文献报道。

本研究的局限性:第一,3D-iMSDE序列扫描时间较长,患者依从性不易控制;第二,本研究的样本量较少,特别是恶性肿瘤患者病例数较少;第三,3D-iMSDE序列对腮腺内面神经的二级分支及腮腺导管分支显示尚不理想,即使通过后处理也较难将二级分支完整显示。

综上所述,3D-iMSDE-MRN序列对腮腺内面神经及其一级分支、腮腺导管都有较高的空间分辨率、信号强度比,能够清晰显示腮腺肿瘤与其位置关系。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Eski E, Sökmen MF. Segmental superficial parotidectomy in the surgical treatment of benign parotid tumours. *J Laryngol Otol*[J]. 2018,132:356-359. DOI:10.1017/S0022215118000245.
- [2] Zhao Y, Yang B. Value of visualization of the intraparotid facial nerve and parotid duct using a micro surface coil and three-dimensional reversed fast imaging with steady-state precession and diffusion-weighted imaging sequence. *J Craniofac Surg*[J]. 2018, 29(8): e754-e757. DOI: 10.1097/SCS.0000000000004704.
- [3] Takahashi N, Okamoto K, Ohkubo M, et al. High-resolution magnetic resonance of the extracranial facial nerve and parotid duct: demonstration of the branches of the intraparotid facial nerve and its relation to parotid tumours by MRI with a surface coil[J]. *Clin radiol*, 2005,60(3):349-354. DOI:10.1016/j.crad.2004.06.018.
- [4] Wang J, Yarnykh VL. Enhanced image quality in black-blood MRI using the improved motion-sensitized driven-equilibrium (iMSDE) sequence[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2010, 31(5): 1256-1263. DOI: 10.1002/jmri.22149.
- [5] Kasper JM, Wadhwa V, Scott KM, et al. SHINKEI--a novel 3D isotropic MR neurography technique: technical advantages over 3DIRTSE-based imaging[J]. *Eur Radiol*, 2015, 25(6): 1672-1677. DOI:10.1007/s00330-014-3552-8.
- [6] Yoneyama M, Takahara T, Kwee TC, et al. Rapid high resolution MR neurography with a diffusion-weighted pre-pulse[J]. *Magn Reson Med Sci*, 2013, 12(2): 111-119. DOI: 10.2463/mrms.2012-0063.

(收稿日期:2018-12-01)

(本文编辑:高宏)