

· 中枢神经系统疾病磁共振成像研究 ·

脑神经相关疾病的磁共振成像研究进展

柳澄

【关键词】 颅神经疾病； 磁共振成像； 综述文献

DOI:10.3969/j.issn.1672-6731.2011.03.003

与脑神经有关的临床疾病所能采取的诊断方法十分有限,即使是电生理学检测,也很难作出形态学改变与组织学异常的明确诊断。因此,医学影像学在脑神经解剖和相关疾病的研究中始终占有重要位置。自 MRI 检查技术问世以来,有关脑神经解剖与相关疾病的研究不断见诸文献报道,但是由于大多数脑神经十分纤细,与邻近正常组织间的信号差异较小,使得 MRI 空间分辨力较低,因此其进展始终不能令人满意。近年来,随着 MRI 技术的不断发展使得脑 MRI 影像的空间分辨力和软组织分辨力不断提高,三维采集的亚毫米层厚的高分辨力图像已经应用于实践,三维各向同性图像的成功使得我们能够运用图像后处理技术来获得常规扫描难以达到的特殊角度和曲面走行的薄层重组图像,扩散加权成像(DWI)不仅使我们可以观察很多神经纤维束的形态和走行,而且能够良好地显示脑干脑神经核团的异常改变,从而促进脑神经及其相关疾病的研究。

一、用于脑神经研究的 MRI 技术

1. T_2WI 由于绝大多数脑神经在出脑干后均走行于含有脑脊液的脑池中,使 T_2WI 的应用成为必然。因为在各种 T_2 的扫描序列中,脑脊液均表现为高信号,可以很好地衬托出呈现为略低信号的纤细的各组脑神经。在自旋回波(SE)序列中,薄层(如 2 mm 层厚)快速自旋回波(TSE) T_2WI 为最常用的扫描序列。其中三维薄层重 T_2WI 的应用研究近年颇多,临床中经常应用的三维快速自旋回波序列及三维薄层梯度回波序列(GRE)包括:三维稳态进动快速成像(3D-FISP 或 3D-FIESTA)、三维稳态扰相梯度回波采集(3D-SPGR)和三维磁化准备快速梯度回波

(3D-MPRAGE)等技术,数据三维采集有效层厚仅 0.50 ~ 1.00 mm,使空间分辨力显著提高。例如,三维稳态构成干扰(3D-CISS)序列即是 512 矩阵高分辨力 3D- T_2WI ,其实质是采用平衡梯度和可变射频脉冲的 3D-TrueFISP 序列。FIESTA 序列的原理和功效与此相仿^[1]。这一类序列有着很高的 T_2 和 T_2^* 敏感性,可以使低信号的脑神经与高信号的脑脊液形成良好的信号差异,极为适合检出在脑脊液中走行的纤细的脑神经;另一项优势,是能够充分抑制脑脊液波动伪影,这样,纤细的脑神经不会由于脑脊液波动伪影而无法清晰显示;第 3 项优势,即亚毫米层厚,基本上达到各向同性,可以充分应用图像后处理技术。因为各向同性图像的后处理图像质量可以与原始扫描图像完全一致,不会有空间分辨力的丧失,有利于纤细脑神经的长轴显示,从而弥补了常规图像难以长轴显示脑神经全貌的不足,对于脑神经研究是一项极为重要的技术。3.0T 及以上超高磁场扫描仪的应用,进一步提高了这些纤细脑神经的解剖观察和病理改变的检出。

2. 常规 MRI 增强扫描 广泛应用于脑神经检查中,对于脑神经病理改变的检出无疑更有帮助,不仅有助于确认肿瘤和炎性病变,而且显示脑血管对脑神经的压迫也极有价值。有文献报道,采用增强 CISS 序列观察海绵窦内脑神经解剖与走行,由于增强后海绵窦呈高信号,可以很好地衬托出走行于海绵窦内呈中等信号的第 III、IV、VI 对脑神经,以及第 V 对中的第 1、2 支脑神经^[2]。

3. DWI 也逐渐应用于脑神经的影像学解剖研究,加以改良,即称为基于稳态的三维高分辨扩散加权成像(3D-DW-SSFP),可应用于脑神经的解剖学研究,在此图像中脂肪和液态水均呈现明显低信号,脑神经和脑组织则为高信号,结合图像后处理技术可以很好地显示各组脑神经形态和走行^[3]。而

且, DWI 对脑神经核病理改变的检出亦优于常规扫描序列。有研究显示, 在 DWI 图像上脑干相应脑神经核的高信号改变, 常可以解释所属脑神经的临床症状^[4]。对于各种磁共振血管成像技术的应用, 使我们能够辨认许多脑血管的确切解剖位置, 并且能够很容易地与非血管结构相鉴别, 对于评价脑血管压迫所致脑神经症状性病变有着重要诊断价值。例如, 可以确认桥小脑角池内压迫面神经的结构是否为血管^[5]。

二、图像后处理技术的应用

由于脑神经的走行与标准的横断面、冠状位和矢状位均不在同一平面上, 而是形成一定角度, 使得常规扫描技术无法显示脑神经长轴。虽然从理论上讲, MRI 可以进行任意角度的扫描, 但是在实际应用过程中无法找到一种可以保证与脑神经走行完全平行的定位方法。因此, 还需要一种恰当的图像后处理技术来调整图像方位, 使图像的走行与脑神经的走行平行。多平面重组(MPR)技术是近年来在多层螺旋 CT 图像后处理中应用最为广泛的一项扫描技术, 各向同性图像的实现则是应用这项技术的基础, 三维序列的亚毫米层厚图像使我们具备了应用这项技术的基本条件。将这种后处理技术应用到脑神经的显示中, 采用同样质量的 MPR 图像替代直接扫描图像, 不仅可以保证任意调节方位这一优势, 而且能够避免多次扫描, 缩短检查时间。例如, 通过一次扫描获得亚毫米层厚图像后, 可以在角度调整后的斜横断面、斜冠状位和斜矢状位 MPR 图像上分别显示动眼神经的解剖形态、走行及其与大脑后动脉和小脑上动脉的解剖关系^[6-7]。有些脑神经的走行, 不仅不与常规横断面、冠状位、矢状位平行且呈曲线走行, 单纯 MPR 技术也不能完全显像, 而最大强度投影(MIP)技术的应用则适用于对这些脑神经的全程显示。有研究显示, 3D-DW-SSFP 所得高信噪比薄层断层图像, 经过 MIP 技术处理, 可以获得脑神经的长轴影像, 不仅突出了脑神经与邻近解剖结构的信号对比使其更容易辨认, 而且弥补了断层图像无法与脑神经走行平行成像的不足^[3]。

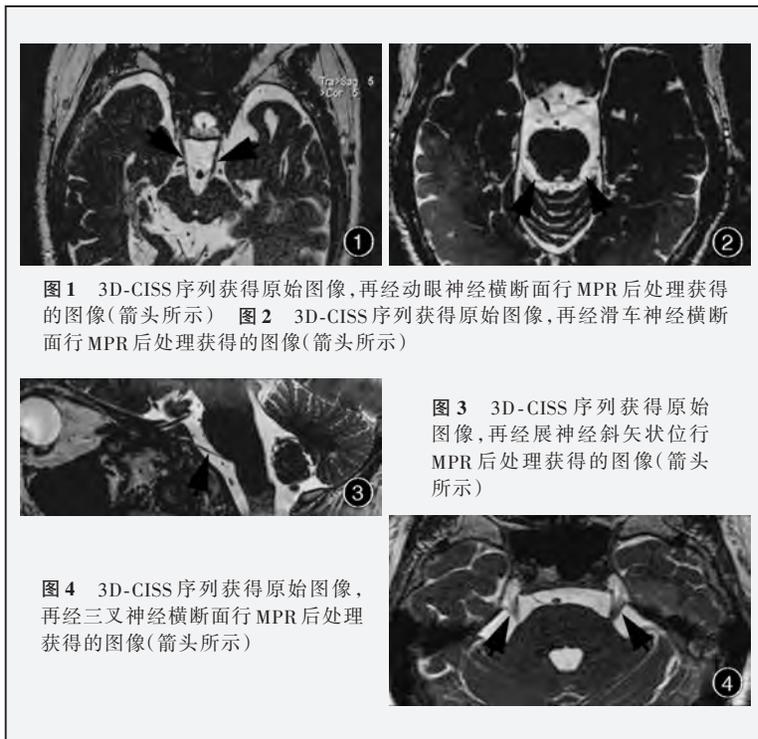
三、脑神经解剖及相关疾病的 MRI 表现

1. 嗅球与嗅束 穿过前颅底的嗅神经(嗅丝)十分纤细, 目前的影像学检查技术难以显示, 但是可以观察到嗅球和嗅束。在沿嗅球、嗅束长轴进行的矢状位 T₁WI 上, 嗅球、嗅束恰位于额叶下方, 呈长条

状, 并均为中等信号, 二者下方与其平行的条状略高信号区是前颅底的髓质骨。在冠状位 SE T₁WI 上, 嗅球呈类圆形, 嗅束为短线状, 位于直回和眶回之间的嗅沟内。但因嗅球体积小, 与嗅束之间无明显分界标志, 故嗅球体积范围难以准确界定。由于在薄层横断面和冠状位图像上可以十分容易地确认位于直回内侧的嗅沟, 因此判断嗅球和嗅束的存在不难; 而沿嗅沟走行所进行的矢状位 MPR 图像, 则很容易全程显示嗅球和嗅束的长轴^[8]。

2. 视神经 视神经表现为与脑实质相近的中等信号强度。由于比较粗大, 常规 MRI 扫描序列即可清晰地显示视神经、视交叉, 以及未进入脑实质的视束。沿视神经眶内段走行的斜矢状位图像可以长轴显示眶内段的全长; 正矢状位图像则可以清晰地显示位于鞍上的视交叉自后上向前下走行; 与鞍上池平行的横断面图像可以清晰地显示呈“X”形的视交叉, 在冠状位切面上, 视交叉呈横行的“一”字形, 与其下方的垂体柄、垂体呈“工”字形, 其前方的视神经呈圆点状, 其后方未进入脑实质的两条视束分别呈“人”字形。由于优秀的解剖学图像, MRI 技术已经成为评价视神经的主要影像学检查方法^[9]。(1) 短时间反转恢复(STIR)序列: 可以抑制眶内脂肪, 清晰地显示视神经及其周围眼肌, 有利于观察视神经增粗或萎缩, 以及视神经炎导致的高信号改变。DWI 可以示踪视觉传导通路, 从神经纤维传导束水平检测视觉传导功能。在 3D-DW-SSFP 的 MPR 图像上, 鞍上池内的脑脊液、眶内脂肪均呈低信号, 可以清晰地衬托出显示为高信号的双侧视神经从球后到视交叉后的全程^[3]。(2) 脂肪抑制序列: 脂肪抑制序列的 T₂WI, 以及联合应用脂肪抑制技术和钆(Gd)对比剂增强的 T₁WI, 是显示视神经炎的较好检查技术。选择性部分反转恢复(SPIR)-FLAIR 成像对视神经炎的显示率高达 100%, 而且还能显示继发性视神经萎缩。DWI 已经成功用于视神经和视觉传导通路的研究, 并在视觉纤维束的三维显示和评价视神经功能障碍方面取得了有益的结果^[10-11]。眶内肿瘤来源的鉴别是 MRI 的优势, 尤其是结合对比剂增强技术, 可以明确肿瘤是来自视神经、视神经鞘还是二者以外的空间。

3. 眼运动神经 动眼神经、滑车神经和展神经均为眼运动神经。其共同特点是纤细、走行不规则, 常规 SE 序列扫描层厚较厚(≥ 3 mm), 而且不能很好地抑制脑脊液波动, 因此很难显示这 3 对脑神



经的解剖形态^[12]。目前所采用的最佳检查方法,是应用三维薄层 T₂WI,如 3D-CISS、FIESTA 等,获得高质量薄层图像,然后通过 MPR 技术根据这 3 对脑神经的走行特点进行后处理,于适宜的角度上清晰地显示它们在脑池内的解剖形态和走行。应用这些影像学技术,可以全程显示动眼神经自大脑脚内侧发出到入眶的部分(图 1);可以显示滑车神经自脑干后方发出至小脑幕内缘的部分(图 2)^[6]。这种检查技术还可以显示动眼神经、展神经周围血管与它们的毗邻关系,在正常人群中大部分毗邻血管均与动眼神经和展神经之间不存在含脑脊液的间隙,对于诊断脑血管搏动导致的脑神经功能障碍是一项挑战^[13]。对于展神经而言,不仅可以清晰地显示其脑池段,而且由于空间分辨率大幅度提高,可以辨认 Dorello 管开口端展神经旁细小的间隙,其中的脑脊液呈高信号,展神经呈略低信号,二者对比锐利,从而确认展神经自此处进入颅底(图 3)。

4. 三叉神经 三叉神经是比较粗大的脑神经,常规扫描序列层厚只需约 3 mm,在 3 个方位的图像上均能分辨位于颅后窝的三叉神经主干和海绵窦旁的 Meckel 腔,其后的 3 支分支只有在部分人群中可以看到起始部。近年的研究由于应用三维重 T₂WI 结合 MPR 后处理技术,可以观察到三叉神经更细微的解剖结构,例如可以观察到:三叉神经主干是由 3 支神经组合而成(图 4);对于 Meckel 腔内走

行的 3 支分支神经与周围包绕的脑脊液均能清晰地显示,从而纠正了有关半月结为一实体结节的认识误区;适当角度的斜矢状位图像则可以显示半月结后 3 支分支的走行(尚未发表)。MRI 检查对确定三叉神经痛患者的神经-血管压迫位置具有重要临床价值,三叉神经自脑干发出的起始部(2~7 mm)由于髓鞘较薄且十分敏感,因此极易发生血管压迫导致三叉神经痛^[4],这已成为大家能够接受的原发性三叉神经痛的病理学机制。T₂加权诸序列、血管成像诸序列,尤其是结合增强扫描可以显示压迫此段三叉神经的血管及其来源^[14-15]。

5. 面神经及前庭蜗神经 由于面神经各段周围解剖环境差异较大,因此 MRI 对其各段的显示能力亦相差明显。由于有脑脊液高信号的衬托,脑池段和内耳道段在 T₂WI 图像上可以清晰辨认;但是迷路段、水平段和垂直段由于周围缺乏脑脊液的衬托,正常人无法观察到这两部分结构的影像。CT 亦仅能够清晰地显示这 3 部分的骨性结构。结合血管成像诸序列,可以观察到血管对面神经的压迫和移位,这对于寻找面肌痉挛的原因十分有价值。对于面神经炎,采用脂肪抑制的重 T₂WI 序列可以看到呈高信号(炎症改变导致面神经含水量增加)的面神经。常规扫描序列对于前庭蜗神经的观察受许多因素的限制,一般仅能观察到脑池段,进入内耳道后的分支无法显影。横断面薄层重 T₂WI 可以显示进入内耳道后分支出来的蜗神经,并可以观察到其深入到耳蜗的底部,但是难以观察和分辨前庭上、下神经。斜冠状位图像可以垂直通过面神经和前庭蜗神经分支,能够直接显示面神经,蜗神经和前庭上、下神经共 4 支神经的短轴,呈现为聚集在一起的 4 个点状结构,前上为面神经、前下为蜗神经、后上为前庭上神经、后下为前庭下神经,为观察这 4 支神经病变提供了便利。例如,可以明确听觉障碍患者是否存在蜗神经萎缩(发育不良)^[16-17]。钆对比剂的增强扫描使得面神经和前庭蜗神经肿瘤的检出率明显提高,尤其是微小肿瘤的检测^[18]。此时呈高信号的瘤体很容易被识别,而且根据其与前神经和前庭蜗神经之间的解剖关系,也很容易确认其来源。明确邻近细微解剖结构,也使得面神经和前庭

蜗神经肿瘤与其他肿瘤的鉴别诊断率明显提高。在以往的常规 MRI 影像中,即使应用了对比增强技术,也常无法分清脑池内的肿瘤与受压的脑神经脑池段,在薄层重 T₂WI 图像中,由于空间分辨力的提高,可以在绝大部分病例中分清肿瘤与受压的脑神经^[19],例如肿瘤对面神经、前庭蜗神经和展神经的推压移位。

6. 后组脑神经 舌咽神经(第 IX 对脑神经)、迷走神经(第 X 对脑神经)、副神经(第 XI 对脑神经)和舌下神经(第 XII 对脑神经)均位于颅后窝延髓邻近区域,亚毫米层厚的重 T₂WI 可以自上而下在横断面图像上显示舌咽神经、迷走神经和副神经呈束状、等信号自延髓橄榄后沟向前外侧的颈静脉孔走行。由于可以同时观察到小脑前下动脉,因此可以评价小脑后下动脉与这 4 对脑神经之间的关系,有可能在排除脑血管压迫性后组脑神经症状方面有一定诊断价值,舌下神经表现为线状低信号在舌下神经管走行^[7,19-23]。采用 3D-DW-SSFP 的 MIP 图像观察后组脑神经,由于脑脊液呈低信号,应用脂肪抑制序列后颅底骨性结构及脂肪也呈低信号,从而很好地衬托出高信号的脑神经和脑实质,同时亦弥补了断层扫描图像只能观察直行部分的缺陷,可以较好地显示后组脑神经从延髓发出后一直到颈静脉孔和舌下神经管的全程^[3]。

参 考 文 献

- [1] Hatipoglu HG, Durakoglugil T, Ciliz D, et al. Comparison of FSE T₂W and 3D FIESTA sequences in the evaluation of posterior fossa cranial nerves with MR cisternography. *Diagn Interv Radiol*, 2007, 13:56-60.
- [2] Amemiya S, Aoki S, Ohtomo K. Cranial nerve assessment in cavernous sinus tumors with contrast-enhanced 3D fast-imaging employing steady-state acquisition MR imaging. *Neuroradiology*, 2009, 51:467-470.
- [3] Zhang Z, Meng Q, Chen Y, et al. 3-T imaging of the cranial nerves using three-dimensional reversed FISP with diffusion-weighted MR sequence. *J Magn Reson Imaging*, 2008, 27:454-458.
- [4] Becker M, Kohler R, Vargas MI, et al. Pathology of the trigeminal nerve. *Neuroimag Clin N Am*, 2008, 18:283-307.
- [5] Tarnaris A, Renowden S, Coakhami HB. A comparison of magnetic resonance angiography and constructive interference in steady state - three - dimensional Fourier transformation magnetic resonance imaging in patients with hemifacial spasm. *Br J Neurosurg*, 2007, 21:375-381.
- [6] Sun X, Liang C, Liu C, et al. Oculomotor paralysis: 3D-CISS MR imaging with MPR in the evaluation of neuralgic manifestation and the adjacent structures. *Eur J Radiol*, 2010, 73:221-223.
- [7] 李红, 曲海源, 刘屹, 等. MR 脑池成像结合多层面重建技术对颅神经脑池段显示方法的研究. *中国临床医学影像杂志*, 2009, 20:195-197.
- [8] Duprez TP, Rombaux P. Imaging the olfactory tract (cranial nerve #1). *Eur J Radiol*, 2010, 74:288-298.
- [9] Goh PS, Gi MT, Charlton A, et al. Review of orbital imaging. *Eur J Radiol*, 2008, 66:387-395.
- [10] Trip SA, Wheeler-Kinshott C, Jones SJ, et al. Optic nerve diffusion tensor imaging in optic neuritis. *Neuroimage*, 2006, 30:498-505.
- [11] Tao XF, Wang ZQ, Gong WQ, et al. A new study on diffusion tensor imaging of the whole visual pathway fiber bundle and clinical application. *Chin Med J (Engl)*, 2009, 122:178-182.
- [12] Tubbs RS, Oakes WJ. Relationships of the cisternal segment of the trochlear nerve. *J Neurosurg*, 1998, 89:1015-1019.
- [13] 梁长虎, 柳澄, 武乐斌, 等. 脑池段展神经及相关动脉 MRI 与解剖断层标本的对比研究. *中华放射学杂志*, 2007, 41:817-820.
- [14] Borges A, Casselman J. Imaging the trigeminal nerve. *Eur J Radiol*, 2010, 74:323-340.
- [15] Borges A. Trigeminal neuralgia and facial nerve paralysis. *Eur J Radiol*, 2005, 15:511-533.
- [16] 梁长虎, 柳澄, 武乐斌, 等. 脑池段面、前庭蜗神经及其病变的磁共振成像研究. *医学影像学杂志*, 2008, 18:71-74.
- [17] Veillon F, Ramos-Taboada L, Abu-Eid M, et al. Imaging of the facial nerve. *Eur J Radiol*, 2010, 74:341-348.
- [18] Saremi F, Helmy M, Farzin S, et al. MRI of cranial nerve enhancement. *AJR Am J Roentgenol*, 2005, 185:1487-1497.
- [19] 梁长虎, 柳澄, 李坤成, 等. 3D-CISS MRI 序列对脑池段后组脑神经及其病变显示的优势. *中华神经外科杂志*, 2009, 25:1016-1019.
- [20] Davagnanam I, Chavda SV. Identification of the normal jugular foramen and lower cranial nerve anatomy: contrast-enhanced 3D fast imaging employing steady-state acquisition MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2008, 29:574-576.
- [21] Ciftci E, Anik Y, Arslan A, et al. Driven equilibrium (drive) MR imaging of the cranial nerves V - VIII: comparison with the T₂-weighted 3D TSE sequence. *Eur J Radiol*, 2004, 51:234-240.
- [22] 梁长虎, 柳澄, 李坤成, 等. 3D-CISS 序列与 3D-TSE 序列对 VII~IX 对颅神经成像质量的比较. *医学影像学杂志*, 2007, 17:891-894.
- [23] 王浩初, 许顺良, 樊树峰. 3D-FIESTA 与 FRFSE T₂WI 对后颅窝神经成像效能的对比研究. *中国临床医学影像杂志*, 2008, 19:385-387.

(收稿日期:2011-04-19)

依法宣传毒品危害
培养遵纪守法公民

增强全民法律意识
坚决参与禁毒斗争