

MRI 检查技术专家共识

中华医学会影像技术分会 中华医学会放射学分会

MRI 检查广泛应用于临床,是疾病诊断、制定治疗方案和疗效评估的重要手段。目前我国的 MRI 设备已经基本普及到了县级医院。MRI 检查技术难度大,成像参数和序列繁多,根据疾病的特点选择成像序列和技术参数,使图像满足影像诊断及临床需要,是 MRI 设备操作技术人员必须具备的能力。为了规范 MRI 检查技术,更好地为患者服务,国内相关专家参考相关文献并结合临床实际起草了本版 MRI 检查技术专家共识。

MRI 检查前准备

一、适应证与禁忌证

1. 适应证:适用于人体大部分解剖部位和器官疾病的检查,应根据临床需要以及 MRI 在各解剖部位的应用特点选择。

2. 禁忌证:(1)体内装有心脏起搏器,除外起搏器为新型 MRI 兼容性产品的情况;(2)体内植入电子耳蜗、磁性金属药物灌注泵、神经刺激器等电子装置;(3)妊娠 3 个月内;(4)眼眶内有磁性金属异物。

有下列情况者,需在做好风险评估、成像效果预估的前提下,权衡利弊后慎重考虑是否行 MRI 检查。(1)体内有弱磁性置入物(如心脏金属瓣膜、血管金属支架、血管夹、螺旋圈、滤器、封堵物等)时,一般建议在相关术后 6~8 周再进行检查,且最好采用 1.5 T 以下场强设备^[1];(2)体内有金属弹片、金属人工关节、假肢、假体、固定钢板等时,视金属置入物距扫描区域(磁场中心)的距离,在确保人身安全的前提下慎重选择,且建议采用 1.5 T 以下场强设备;(3)体内有骨关节固定钢钉、骨螺丝、固定假

牙、避孕环等时,考虑产生的金属伪影是否影响检查目标;(4)可短时去除生命监护设备(磁性金属类、电子类)的危重患者;(5)癫痫发作、神经刺激症、幽闭恐怖症患者;(6)高热患者;(7)妊娠 3 个月及以上;(8)体内有金属或电子装置植入物者,建议参照产品说明书上的 MRI 安全提示。

二、MRI 对比剂使用注意事项

1. 核对受检者基本信息及增强检查申请单要求,确认增强检查为必需检查。

2. 评估对比剂使用禁忌证及风险,受检者签署对比剂使用风险及注意事项知情同意书。

3. 按药品使用说明书正确使用对比剂。

4. 增强检查结束后,受检者需留观 15~30 min,无不良反应方可离开。病情许可时,受检者应多饮水以利对比剂排泄。

5. 孕妇一般不宜使用对比剂,除非已决定终止妊娠或权衡病情依据需要而定。

6. 尽量避免大量、重复使用钆对比剂,尤其对于肾功能不全患者,以减少发生迟发反应及肾源性系统纤维化的可能^[2]。

7. 虽然钆对比剂不良反应发生率较低^[3],但仍需慎重做好预防及处理措施。

三、检查前准备

1. 核对申请单,确认受检者信息、检查部位、目的和方案。

2. 确认有无 MRI 检查禁忌证。

3. 对于有相对禁忌证及危重患者,做好急救准备。

4. 告知受检者检查流程、注意事项及呼吸配合等。

5. 受检者检查前更衣,确认无铁磁性金属物品(如推车、病床、轮椅、手机、手表、钥匙、首饰、硬币等)被带入扫描室。

6. 婴幼儿、躁动等不合作患者检查前给予药物镇静。

7. 做好增强检查前准备工作。

8. 做好 MRI 检查意外救治准备工作。

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2016.10.002

通信作者:余建明,430022 武汉,华中科技大学同济医学院附属协和医院放射科,Email: cjr.yujianming@vip.163.com; 徐克,110001 沈阳,中国医科大学附属第一医院放射科,Email: kexu@vip.sina.com

执笔者:李文美,530021 南宁,广西医科大学第一附属医院放射科,Email: liwenmei@126.com

9. 根据具体检查项目做好相应检查前准备。

各部位 MRI 检查技术

根据 MRI 成像原理, MRI 各序列成像参数具有一定特征, 根据 MRI 机型及各参数间的关系适当调整, 变动范围应在同类序列的图像对比特征内^[4-8]。一般情况下, T_2WI 序列: $TR > 2\ 000\ ms$, $TE\ 80 \sim 130\ ms$; SE 或 FSE T_1WI 序列: $TR\ 300 \sim 800\ ms$, $TE < 30\ ms$; 质子密度加权序列: $TR > 20\ 000\ ms$, $TE < 30\ ms$; 液体衰减反转恢复序列 (fluid attenuated inversion recovery, FLAIR) T_2WI (颅脑适用): $TR\ 8\ 000 \sim 10\ 000\ ms$, $TE\ 80 \sim 130\ ms$, $TI\ 2\ 000 \sim 3\ 000\ ms$; FLAIR T_1WI (颅脑适用): $TI\ 600 \sim 900\ ms$, TR 为 TI 的 2.5 ~ 3.0 倍, $TE < 30\ ms$ 。增强二维扫描序列一般要求与平扫二维序列的层面位置、层厚和层间隔均一致^[1,8-9]。

一、颅脑

(一) 颅脑常规 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 头线圈或头颈联合线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进。定位中心对准眉间及线圈中心。

3. 方位及序列: 以轴面为主, 矢状面或冠状面为辅。平扫序列包括: (1) 轴面 T_2WI 、 T_1WI 、FLAIR- T_2WI 序列, T_1WI 有异常高信号时, 加扫脂肪抑制 (fat suppression, fs)- T_1WI 序列。扫描基线平行于前-后联合连线 (AC-PC 线)。扫描范围覆盖枕骨大孔至颅顶。(2) 矢状面和冠状面 T_2WI 、 T_1WI 序列, 矢状面扫描基线平行于大脑矢状裂, 冠状面垂直于大脑矢状裂并平行于脑干。(3) 功能 MR 成像 (functional magnetic resonance imaging, fMRI)、DWI、磁敏感加权成像 (susceptibility weighted imaging, SWI)、MR 波谱分析 (magnetic resonance spectroscopy, MRS) 等根据病变选择性使用^[10-12]。急性脑卒中患者必须扫描 DWI 序列^[13-14]。增强扫描序列: 采用轴面、冠状面和矢状面 T_1WI 序列, 当病变紧邻颅底或颅盖骨时, 增强后应加扫脂肪抑制 T_1WI 。

4. 技术参数: 层厚 5 ~ 6 mm, 层间隔 $\leq$ 层厚 $\times$ 20%, FOV (200 ~ 240) mm $\times$ (200 ~ 240) mm, 矩阵 $\geq 256 \times 192$ 。TR、TE、TI 等与序列特征相对应。增强钆对比剂一般采用手推静脉注射, 常规剂量为 0.1 mmol/kg 或遵药品使用说明书。

5. 图像要求: (1) 全脑两侧结构尽量对称显示; (2) 无明显运动伪影; (3) 覆盖全脑。

(二) 鞍区 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 头线圈或头颈联合线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进。定位中心对准眉间及线圈中心。

3. 方位及序列: 以矢状面及冠状面为主, 轴面为辅。平扫序列包括: (1) 矢状面 T_1WI 序列, 扫描基线平行于大脑矢状裂。(2) 冠状面 T_2WI 、 T_1WI , 不加脂肪抑制。在矢状面上定位, 扫描平面垂直于鞍底, 范围包含鞍区和 (或) 病灶区域。增强扫描序列: (1) 非垂体微腺瘤的鞍区病变: 可行常规增强扫描, 选用冠状面、矢状面 fs- T_1WI 序列, 辅以轴面扫描。(2) 垂体微腺瘤: 行动态增强扫描^[15], 常选冠状面, 不加脂肪抑制, 时间分辨率 10 ~ 30 s/期或更短 (根据设备性能条件设置, 应保证图像分辨率满足诊断需要), 时相 > 6 期, 总扫描时间 $> 2\ min$ 。动态增强扫描后行矢状面及冠状面常规增强扫描, 加或不加脂肪抑制均可。

4. 技术参数: 基本原则为薄层、小 FOV、高分辨率扫描。层厚 2.0 ~ 3.0 mm, 层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 10\%$, FOV (180 ~ 200) mm $\times$ (180 ~ 200) mm, 矩阵 $\geq 256 \times 224$ 。对比剂使用: 静脉注射钆对比剂, 非垂体微腺瘤病变采用常规流率注射常规剂量 (0.10 mmol/kg) 或遵药品使用说明书; 垂体微腺瘤以 2 ~ 3 ml/s 流率注射半剂量 (0.05 mmol/kg)。

5. 图像要求: (1) 清晰显示蝶鞍、垂体、垂体柄、视交叉、下丘脑、海绵窦、颈内动脉、大脑前动脉主干等结构, 矢状面及冠状面最大化显示垂体柄长度; (2) 无明显运动伪影, 磁敏感伪影不影响鞍区影像诊断。

(三) 颞叶与海马 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 头线圈或头颈联合线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进。定位中心对准眉间及线圈中心。

3. 方位及序列: 平扫序列包括: (1) 轴面三维 T_2WI 或 FLAIR T_2WI , 扫描基线平行于 AC-PC 线; 斜轴面 T_2WI 、 T_1WI 、FLAIR T_2WI , 扫描基线平行于海马前后长轴线。(2) 矢状面 T_2WI : 双侧分开定位, 平行海马走行。(3) 斜冠状面二维、三维 T_1WI 或 FLAIR T_2WI , T_1WI 推荐使用具有反转恢复预脉冲的序列以增加灰白质对比, 扫描基线垂直于海马前后长轴线。增强扫描序列: 轴面、斜轴面、矢状面和斜冠状面 T_1WI 。

4. 技术参数: 基本原则为薄层、高分辨率扫描。二维序列层厚 3 ~ 5 mm, 层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 10\%$, 三维序列层厚 $\leq 2\ mm$, FOV (200 ~ 240) mm $\times$

(200~240) mm, 矩阵 $\geq 256 \times 224$ 。按照常规剂量和流率静脉注射钆对比剂。

5. 图像要求: (1) 颞上回、颞中回、颞下回及海马等结构清晰显示, 海马边缘清晰锐利, 可以满足体积测量要求, 两侧结构尽量对称显示; (2) 无明显运动伪影, 脑脊液搏动伪影不影响颞叶及海马的观察。

(四) 脑桥小脑角 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 头线圈或头颈联合线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进。定位中心对准眉间及线圈中心。

3. 方位及序列: 平扫序列包括: (1) 轴面二维薄层 T_2WI 、 T_1WI 、FLAIR T_2WI 或三维 T_2WI 水成像、三维 T_1WI 序列, 显示颅神经的三维亮水序列还可采用三维平衡式稳态自由进动序列。扫描基线平行于 AC-PC 线, 扫描范围覆盖脑桥上界至延髓枕大孔水平。(2) 冠状面 T_1WI 、 T_2WI 序列, 扫描基线平行于脑干。(3) 矢状面 T_2WI 、 T_1WI 序列, 扫描基线平行于大脑矢状裂。增强扫描序列: 轴面、冠状面及矢状面 T_1WI 序列, 必要时加扫三维时间飞跃 (time of flight, TOF) 序列或三维梯度回波 (gradient echo, GRE) T_1WI 高分辨序列扫描。

4. 技术参数: 以薄层、高分辨率扫描为基本原则。二维序列层厚 2.0~3.0 mm, 层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 10\%$, 三维序列层厚 0.3~1.0 mm, 无间隔扫描, FOV (200~240) mm $\times$ (200~240) mm, 采用层面内插技术提高空间分辨率。按照常规剂量和流率静脉注射钆对比剂。

5. 图像要求: (1) 脑干、延髓、部分脑神经 (如三叉神经、面听神经颅内段)、细小血管等结构清晰显示; (2) 无明显运动伪影, 磁敏感伪影及血管搏动伪影不影响影像诊断; (3) 需要观察颅内脑神经与血管关系的患者, 需提供三维 T_1WI 、三维 T_2WI 水成像、三维 TOF 序列的后处理 [多平面重组 (multi-plane reformation, MPR)、曲面重组] 图像, 多角度显示神经与血管的关系; (4) 后处理图像应清晰显示靶神经与血管的毗邻关系^[16-18]。

(五) 颅内动脉三维-TOF-MRA 的技术要点及要求

1. 线圈: 头线圈或头颈联合线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进。定位中心对准眉间及线圈中心。

3. 方位及序列: 轴面三维 TOF 快速梯度回波序列。扫描范围以 Willis 环为中心, 上至胼胝体顶, 下至枕大孔, 或包含靶血管区域。扫描基线与多数

颅内动脉走行成角。

4. 技术参数: TR、TE 均选最短, 反转角 $9^\circ \sim 25^\circ$, 矩阵 $\geq 320 \times 256$, FOV (200~240) mm $\times$ (200~240) mm, 层厚 0.8~1.5 mm, 无间距扫描, 三维块 3~4 个重叠 20%~30% 衔接扫描。预饱和带设置在扫描区域上方 (颅顶)。选用流动补偿、磁化传递、脂肪抑制和层面内插技术。

5. 图像要求: (1) 显示颅内大脑前、中、后动脉血管及 Willis 环血管; (2) 三维动脉最大强度投影 MIP 血管图清晰。

(六) 颅内静脉二维-TOF-MRA 的技术要点及要求

1. 线圈: 头线圈或头颈联合线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进。定位中心对准眉间及线圈中心。

3. 方位及序列: 二维 TOF 快速梯度回波序列。可选择斜矢状面扫描, 扫描基线在轴面像上与颅脑正中矢状面呈 $10^\circ \sim 20^\circ$ 夹角, 使大部分静脉血管走行与成像层面成角, 从而产生流入增强效应, 扫描范围包含两侧乙状窦外缘。也可选择冠状面扫描。

4. 技术参数: TR、TE 均选最短, 反转角 $50^\circ \sim 70^\circ$, 矩阵 $\geq 320 \times 224$, FOV (200~240) mm $\times$ (200~240) mm, 层厚 1.0~2.0 mm, 无间距扫描。预饱和带设置在扫描区域下方 (颌颈部)。选用流动补偿、磁化传递、脂肪抑制技术。

5. 图像要求: (1) 显示矢状窦及其引流静脉、乙状窦、横窦、直窦等静脉血管; (2) 三维静脉 MIP 血管图清晰。

(七) 颅内血管三维相位对比法 (phase contrasted, PC) MRA

1. 线圈: 头线圈或头颈联合线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进。定位中心对准眉间及线圈中心。

3. 方位及序列: 轴面、矢状面、冠状面三维 PC 快速梯度回波序列, 范围包含全脑或 ROI。

4. 技术参数: TR、TE 均选最短, 反转角选最小, 矩阵 $\geq 320 \times 192$, FOV (200~240) mm $\times$ (200~240) mm, 层厚 1.2 mm, 无间距扫描。流速编码值 5~70 cm/s (比目标血管最大流速高出 20%)。应用流动补偿、脂肪抑制技术, 并行采集技术及层面内插技术作为可选辅助技术项。

5. 图像要求: (1) 清晰显示矢状窦及其引流静脉、乙状窦、横窦等静脉血管及颅内动脉血管 (取决于流速编码值) 像; (2) 三维 MIP 血管图清晰。

二、头面部

(一)眼部 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:头线圈、头颈联合线圈和小型环形线圈。

2. 体位:仰卧位,头先进。线圈中心及定位中心对准鼻根部。

3. 方位及序列:平扫序列包括:(1)以轴面为主,扫描 T_2WI 、 $fs-T_2WI$ 、三维 T_2WI 水成像、 T_1WI 、三维 T_1WI 序列。扫描基线平行于视神经长轴并经过视神经,范围包含眼眶上、下壁。(2)斜矢状面 $fs-T_2WI$,扫描基线平行于受检侧视神经长轴,范围包含受检侧眼眶内外侧壁。(3)冠状面 T_2WI 、 T_1WI ,扫描基线垂直于颅脑矢状面,范围包含眼睑前缘至蝶鞍后床突。增强扫描序列:轴面、斜矢状面及冠状面 $fs-T_1WI$,也可采用二维或三维快速梯度回波 $fs-T_1WI$ 序列行动态增强扫描,以便获得更丰富的血液动力学信息。

4. 技术参数:以薄层、高分辨率扫描为原则。二维序列层厚 3.0 mm,层间隔 <0.5 mm,FOV (180~200) mm $\times$ (180~200) mm;三维序列层厚 0.3~1.0 mm,空间分辨率像素值 ≤ 1.0 mm $\times$ 1.0 mm。按照常规剂量和流率静脉注射钆对比剂。

5. 图像要求:(1)清晰显示两侧眼眶、视神经、眼球、眼外肌、眶周结构等;(2)无明显运动伪影,磁敏感伪影及血管搏动伪影不影响眼眶观察和诊断。

(二)耳部 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:头线圈、头颈联合线圈、3 in (1 in=2.54 cm) 环形线圈。

2. 体位:仰卧位,头先进。线圈中心及定位中心对准眉间。

3. 方位及序列:平扫序列包括:(1)以轴面为主,扫描 T_2WI 、 T_1WI 、三维 T_2WI 水成像、三维平衡式稳态自由进动水成像序列。扫描基线平行于 AC-PC 连线。(2)斜矢状面 T_2WI 序列:扫描基线垂直于受检侧面听神经干长轴,范围包含受检侧颞岩骨外侧缘至面听神经干延髓端。增强扫描序列:轴面、矢状面及冠状面 $fs-T_1WI$ 、三维 $fs-T_1WI$ 。

4. 技术参数:二维序列层厚 2.0~3.0 mm,层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 10\%$,三维序列层厚 0.3~1.0 mm,FOV (200~240) mm $\times$ (200~240) mm,空间分辨率像素值 <1.0 mm $\times$ 1.0 mm。按照常规剂量和流率静脉注射钆对比剂。

5. 图像要求:(1)两侧对称显示乳突、面听神经、耳蜗、听小骨等结构;(2)无明显运动伪影,磁敏

感伪影、血管搏动伪影不影响观察内听道;(3)三维 T_2WI 水成像序列需提供半规管等内耳结构的 MIP 和 MPR 后处理图像。

(三)鼻及鼻窦 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:头线圈、头颈联合线圈。

2. 体位:仰卧位,头先进。线圈中心及定位中心对准鼻尖与鼻根连线中点。

3. 方位及序列:平扫序列:至少在同一方位上扫描 T_2WI 、 $fs-T_2WI$ 和 T_1WI ,并加扫其他 1 个或 2 个方位的 T_2WI 、 T_1WI 。扫描基线:轴面:平行于硬腭,范围上至前颅底窝上缘,下至软腭下缘;矢状面:平行于颌面部正中矢状线,范围包含两侧上颌窦外侧壁;冠状面或斜冠状面:平行于颌面部冠状线或平行于鼻尖与鼻根连线的冠状线,范围包含鼻尖软组织前缘至鼻咽后壁。增强扫描序列:轴面、矢状面、冠状面(或斜冠状面) $fs-T_1WI$ 均需扫描。

4. 技术参数:二维序列层厚 4.0~5.0 mm,层间隔 ≤ 0.5 mm,FOV (200~240) mm $\times$ (200~240) mm,矩阵 $\geq 256 \times 224$ 。按照常规剂量和流率静脉注射钆对比剂。

5. 图像要求:(1)显示鼻腔和副鼻窦骨性及软组织结构,两侧对称显示;(2)无明显运动伪影,磁敏感伪影、血管搏动伪影不影响鼻及鼻窦的观察。

(四)鼻咽部、口咽部 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:头线圈、头颈联合线圈。

2. 体位:仰卧位,头先进。线圈中心及定位中心对准硬腭水平。

3. 方位及序列:轴面、矢状面、冠状面均需扫描。平扫序列:以轴面为主,扫描 T_2WI 、 $fs-T_2WI$ 和 T_1WI 序列,并加扫矢状面和(或)冠状面 T_2WI 、 T_1WI 。扫描基线:轴面:平行于硬腭,鼻咽部扫描范围从前颅底窝至喉腔上界,口咽部从硬腭至舌骨;矢状面:平行于颌面部正中矢状线,范围包含两侧乳突外缘;冠状面:平行于鼻咽部后壁,范围从鼻尖后到第二颈椎体后缘。观察鼻咽部肿瘤颈部淋巴结转移情况,扫描范围覆盖锁骨上窝和胸锁乳突肌后方。增强扫描序列:轴面、矢状面、冠状面 $fs-T_1WI$ 均需扫描。

4. 技术参数:二维序列层厚 4.0~5.0 mm,层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 20\%$,FOV (200~240) mm $\times$ (200~240) mm,矩阵 $\geq 256 \times 224$ 。按照常规剂量和流率静脉注射钆对比剂。

5. 图像要求:(1)显示鼻咽部、口咽腔、喉腔上部、上颌窦、筛窦、额窦、蝶窦、颈部两侧淋巴结等结

构,两侧结构对称显示;(2)无明显运动伪影,磁敏感伪影、血管搏动伪影不影响影像的观察。

(五)颌面部 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:头线圈、头颈联合线圈。

2. 体位:仰卧位,头先进。线圈中心及定位中心对准硬腭水平。

3. 方位及序列:平扫序列:至少在同一个方位(以轴面为主)扫描 T_2WI 、 $fs-T_2WI$ 和 T_1WI ,并加扫其他 1 个或 2 个方位的 T_2WI 、 T_1WI 。扫描基线:轴面:平行于硬腭,扫描范围上至前额,下至下颌软组织下缘;矢状面:平行于颌面部正中矢状线,范围包含颌面部两侧外缘;冠状面:垂直于颌面部正中矢状线,范围从鼻尖到下颌骨后缘。增强扫描序列:轴面、矢状面、冠状面 $fs-T_1WI$ 均需扫描。

4. 技术参数:层厚 5.0 ~ 6.0 mm,层间隔 $\leq$ 层厚 $\times$ 10%,FOV (200 ~ 240) mm $\times$ (200 ~ 240) mm,矩阵 $\geq 256 \times 224$ 。按照常规剂量和流率静脉注射钆对比剂。

5. 图像要求:(1)显示颌面部软组织及骨性结构,两侧对称显示;(2)无明显运动伪影,磁敏感伪影及血管搏动伪影不影响颌面部结构观察。

三、颈部

(一)喉部、甲状腺、甲状旁腺 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:颈线圈、头颈联合线圈、脊柱相控阵线圈。

2. 体位:仰卧位,头先进。定位中心及线圈中心对准喉结。

3. 方位及序列:平扫序列:以轴面为主,扫描 T_2WI 、 $fs-T_2WI$ [短时间反转恢复(short time inversion recovery, STIR)序列或水脂分离]和 T_1WI 序列,辅以矢状面 T_2WI 和 T_1WI 及冠状面 $fs-T_2WI$ (STIR 或水脂分离)。扫描基线:轴面:垂直于喉腔长轴,范围上至会厌上缘,下至第六颈椎体下缘水平;矢状面:平行于咽喉腔正中矢状线,范围包含喉部两侧软组织外缘;冠状面:平行于咽喉腔长轴,范围覆盖喉结至乳突后。增强扫描序列:轴面、矢状面及冠状面 $fs-T_1WI$ 均需扫描。

4. 技术参数:基本原则为适当提高空间分辨率。层厚 ≤ 3.0 mm,层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 10\%$,FOV (200 ~ 230) mm $\times$ (200 ~ 230) mm,矩阵 $\geq 256 \times 224$ 。按照常规剂量和流率静脉注射钆对比剂。

5. 图像要求:(1)显示喉部、甲状腺、甲状旁腺细微解剖结构,两侧对称显示;(2)颈部淋巴结的观察应

加大扫描范围,显示颈部淋巴结;(3)无明显吞咽运动及血管搏动伪影,伪影不影响靶区结构的影像诊断。

(二)颈部软组织 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:颈线圈、头颈联合线圈、脊柱线圈。

2. 体位:仰卧位,头先进。定位中心及线圈中心对准喉结。

3. 方位及序列:平扫序列:以轴面为主,扫描 T_2WI 、 $fs-T_2WI$ (STIR)、 $fs-T_1WI$ 序列,辅以矢状面 T_2WI 和 T_1WI 以及冠状面 $fs-T_2WI$ (STIR 或水脂分离)。扫描基线:轴面:垂直于颈部长轴,范围上至硬颚,下至胸骨切迹或覆盖病变 ROI;矢状面:与颈部正中矢状线平行,范围包含颈部两侧软组织或病变 ROI;冠状面:平行于颈部上下长轴,方位覆盖喉结至乳突后。增强扫描:轴面、矢状面及冠状面 $fs-T_1WI$ 均需扫描。

4. 技术参数:层厚 5.0 ~ 6.0 mm,层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 20\%$,FOV (200 ~ 260) mm $\times$ (200 ~ 260) mm,矩阵 $\geq 256 \times 224$ 。按照常规剂量和流率静脉注射钆对比剂。

5. 图像要求:(1)显示颈部软组织解剖结构,两侧对称显示;(2)无明显吞咽运动及血管搏动伪影。

(三)颈部血管 MRA 的技术要点及要求

1. 线圈:颈线圈、头颈联合线圈、脊柱线圈。

2. 体位:仰卧位,头先进。定位中心及线圈中心对准两侧下颌角连线水平。

3. 方位及序列:(1)三维 PC-MRA:冠状面扫描,包括全部颈部血管,上至基底动脉,下至主动脉弓。设定相应快流速编码(50 ~ 120 cm/s)约为目标血管最大流速的 120%,获取颈部动脉像,设定慢流速(15 ~ 30 cm/s)获取颈部静脉及动脉像。(2)三维 TOF-MRA:轴面扫描,垂直颈部血管,范围上至基底动脉,下至主动脉弓,获取颈部动脉像。(3)二维 TOF-MRA:轴面扫描,垂直颈部血管,获取颈部静脉像。(4)三维对比增强 MRA:冠状面扫描,包括全部颈部血管,上至基底动脉,下至主动脉弓。

4. 技术参数:(1)二维 TOF-MRA:在扫描范围下游放置空间饱和带,TR、TE 均为最短。(2)三维对比增强 MRA:单期扫描时间 ≤ 20 s,静脉注射钆对比剂,流率 2 ml/s,剂量 0.1 ~ 0.2 mmol/kg,然后注射等量生理盐水。扫描注射对比剂前蒙片,注射对比剂后扫描至少 2 个时相(动脉像及静脉像)。

5. 图像要求:(1)提供 MIP 重组三维血管像;(2)PC 法序列分别显示相应颈部动脉像或静脉像;(3)三维 TOF-MRA 序列应显示颈部动脉像;(4)二

维 TOF-MRA 序列显示颈部静脉像;(5)三维对比增强 MRA 分别显示动脉像和静脉像,动脉像尽量减少静脉像的污染;(6)非对比剂法大部分血管段能显示;(7)血管边缘清晰锐利,无运动模糊,无明显背景软组织影,无其他伪影影响诊断。

四、胸部

(一)肺、纵隔 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:体部、心脏相控阵线圈。
2. 体位:仰卧位,头先进或足先进。定位中心对准线圈中心及第 5 肋间水平连线。
3. 方位及序列:平扫序列:冠状面单次激发 T_2 WI、轴面快速自旋回波 fs- T_2 WI 呼吸门控(呼吸导航)、单次激发 T_2 WI、梯度回波 T_1 WI 屏气采集序列容积扫描,必要时加矢状面扫描。增强扫描序列:轴面、冠状面、矢状面梯度回波 fs- T_1 WI 屏气采集序列三期扫描,在设备性能支持的情况下,轴面可采用三维 T_1 WI 梯度回波序列行动态多期扫描。

4. 技术参数:层厚 5.0~8.0 mm,层间隔 $\leq$ 层厚 $\times$ 20%,FOV (360~400) mm $\times$ (360~400) mm,矩阵 $\geq$ 320 $\times$ 256。如采用三维梯度回波 T_1 WI 容积扫描,层厚 2.0~4.0 mm,呼吸触发采集。静脉注射钆对比剂,流率 2~3 ml/s,剂量 0.1 mmol/kg,然后注射等量生理盐水。

5. 图像要求:(1)显示完整肺及纵隔结构;(2)呼吸运动伪影、血管搏动伪影及并行采集伪影不影响影像诊断;(3)三维 T_1 WI 容积扫描提供 MPR 像,必要时提供时间-信号强度曲线分析结果。

(二)心脏 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:心脏、体部相控阵线圈。
2. 体位:仰卧位,头先进或足先进。定位中心对准线圈中心及两侧锁骨中线第五肋间水平连线。
3. 方位:(1)心脏二腔心面(左室长轴面):层面经过左室心尖至二尖瓣口并平行于室间隔;(2)心脏四腔心面:层面经过左室心尖及二尖瓣口和三尖瓣口中心;(3)心脏短轴面(左室短轴面):垂直于四腔心面的左心室长轴;(4)左室流出道面(心脏三腔心面):层面经过主动脉瓣口、二尖瓣口及左心室;(5)右室流出道面:层面经过右室及肺动脉段(左、右肺动脉分叉);(6)其他:胸部轴面、胸部冠状面、主动脉弓面、主动脉瓣面、肺动脉瓣面。

4. 序列:平扫序列:黑血序列和亮血序列为必选序列,电影亮血序列为可选序列。黑血序列主要采用双反转 T_2 WI 黑血序列及三反转 fs- T_2 WI 黑血序列,可在某一方位加扫双反转 T_1 WI 黑血序列。亮

血序列主要采用平衡稳态自由进动梯度回波序列,选用单时相成像显示心脏形态,多时相电影成像显示心脏的运动功能^[19]。增强扫描序列:心肌灌注成像采用反转恢复(inversion recovery, IR)-回波平面成像脉冲序列 T_1 WI 进行多时相扫描;心肌延迟强化成像选择相位敏感反转恢复序列或 IR-梯度回波脉冲序列 T_1 WI 进行扫描^[20]。

5. 技术参数:层厚 5.0~8.0 mm,无间距扫描或层间隔 $\leq$ 层厚 $\times$ 20%,FOV (300~400) mm $\times$ (300~400) mm,TR、TE 等与序列特征对应。采用心电门控、外周门控及呼吸门控技术。心功能分析采集短轴面电影图像,扫描范围覆盖完整左心室,从心尖到心底(即二尖瓣口),层厚 8.0 mm,无间距扫描,每个 RR 间期采集 20~30 个时相。首过灌注增强对比剂剂量为 0.10~0.15 mmol/kg,注射流率为 3 ml/s,每期的扫描时间控制在一个 RR 间期。心肌延迟强化扫描需补充对比剂 0.05 mmol/kg,扫描延迟时间 10~15 min。

6. 图像要求:(1)平扫:无严重呼吸运动伪影、心脏血管搏动伪影及磁敏感伪影,清晰显示心肌、心腔、瓣膜、心包、血管壁、血管腔等结构;(2)功能电影成像:可显示心脏的全心功能和心肌局部功能;(3)心肌灌注成像:短轴面成像方位角度标准,无呼吸运动和心脏搏动伪影;(4)心肌延迟强化成像:以短轴面、四腔心面和三腔心面为主,成像方位角度标准,正常心肌信号显示准确(低信号),无明显呼吸运动及心脏血管搏动伪影。

(三)胸部大血管对比增强 MRA 技术要点及要求

1. 线圈:体部、心脏相控阵线圈。
2. 体位:仰卧位,头先进或足先进。定位中心对准第五肋间水平连线。
3. 方位及序列:扫描冠状面,采用快速或超快速三维梯度回波序列等。

4. 技术参数:TR、TE 均为最短,反转角 20°~45°,激励次数 0.5 或 1.0 次,层厚 1~3 mm,无间距扫描,FOV (400~480) mm $\times$ (400~480) mm,矩阵 $\geq$ 192 $\times$ 288,三维块厚及层数以覆盖心脏大血管为准,即包含心脏前缘及降主动脉后缘,脂肪抑制,扫描时间 14~25 s/时相,至少扫描 2 个时相(动脉期和静脉期)。对比剂剂量 0.2 mmol/kg,注射流率为 3 ml/s(或前半剂量注射流率为 3 ml/s,后半剂量流率为 1 ml/s),再以等量生理盐水冲管^[21]。

5. 图像要求:(1)显示心脏大血管动脉像及静脉像;(2)靶血管对比剂处于峰值浓度,图像清晰;

(3)无明显运动伪影;(4)提供 MIP 重组多角度旋转三维血管图。

(四)乳腺 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:乳腺专用环形线圈、多通道阵列线圈。

2. 体位:俯卧位,头先进。定位中心对准线圈中心及两侧乳头连线。

3. 方位及序列:轴面为主,辅以矢状面扫描。平扫序列:轴面 $fs-T_2WI$ (STIR)、三维梯度回波序列 T_1WI 或快速自旋回波序列 T_1WI 、DWI,必要时加扫矢状面 $fs-T_2WI$ 。增强扫描序列:轴面三维 $fs-T_1WI$ 梯度回波序列多期动态扫描,每期 60~90 s,注药后总扫描时间 ≥ 6 min。

4. 技术参数:二维序列层厚 4.0~6.0 mm,层间隔为层厚 $\times$ (10%~20%);三维序列层厚 ≤ 2.0 mm,无层间隔或重叠扫描,FOV (300~400) mm $\times$ (360~400) mm(双侧),尽量包括双侧腋下区,矩阵 $\geq 256 \times 320$ 。钆对比剂剂量为 0.1 mmol/kg,注射流率为 2~3 ml/s,再以相同流率注射 20~30 ml 生理盐水。

5. 图像要求:(1)乳腺结构清晰显示,脂肪抑制均匀、完全;(2)无明显运动伪影、磁敏感伪影;(3)三维 T_1WI 梯度回波多期动态增强扫描序列扫描要求提供增强减影图像、 T_1 灌注时间-信号强度曲线分析结果以及 MPR、MIP 重组多期增强血管图像。

五、腹部

(一)肝、胆、脾 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:体部、心脏相控阵线圈。

2. 体位:仰卧位,头先进。定位中心对准线圈中心及剑突下 2~3 cm。

3. 方位及序列:平扫序列:轴面呼吸触发快速自旋回波 $fs-T_2WI$ 序列(呼吸不均匀者可选用屏气 $fs-T_2WI$ 序列)、快速梯度回波水-脂同反相位(双回波) T_1WI 屏气采集序列,在设备性能允许的情况下加扫 DWI 序列,扫描范围覆盖肝、胆、脾;冠状面单次激发快速自旋回波 T_2WI 屏气采集序列。增强扫描序列:轴面快速梯度回波三维 T_1WI 动态容积屏气采集序列^[22],低场设备可选用二维序列行三期以上动态扫描,并补充冠状面图像。

4. 技术参数:二维序列层厚 6.0~8.0 mm,层间隔 < 1.5 mm,FOV (300~400) mm $\times$ (300~400) mm,矩阵 $\geq 256 \times 224$ 。三维序列层厚 2.0~4.0 mm,无间距扫描,FOV (300~400) mm $\times$ (300~400) mm,矩阵 $\geq 256 \times 160$ 。采用呼吸触发(婴幼儿呼吸频率过快、幅度过小时可不选用)。增强扫描以 2~3 ml/s 的流率注射常规剂量钆对比剂,再注射等量生理盐水。尽

量优化扫描参数将扫描周期缩减至 < 10 s/期^[1]。

5. 图像要求:(1)完整显示靶器官及病变区域;(2)呼吸运动伪影、血管搏动伪影及并行采集伪影不影响影像诊断;(3)轴面呼吸触发快速自旋回波 $fs-T_2WI$ 序列为必选项,在设备条件允许的情况下,轴面 T_1WI 序列优先选择梯度回波-水-脂双相位 T_1WI 序列或非对称回波水脂分离 T_1WI 序列,尽可能使用 DWI 序列;(4)至少显示动脉期、门静脉期及平衡期影像;(5)提供 MPR、MIP 及曲面重组胆管像。

(二)胰腺 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:体部、心脏相控阵线圈。

2. 体位:仰卧位,头先进。定位中心对准线圈中心及剑突下 2~3 cm。

3. 方位及序列:平扫序列:轴面呼吸触发快速自旋回波 $fs-T_2WI$ 序列(呼吸不均匀者可选用屏气 $fs-T_2WI$ 序列)、快速梯度回波 $fs-T_1WI$ (必要时可加扫同反相位 T_1WI 序列),在设备性能允许的情况下加 DWI 序列;冠状面单次激发快速自旋回波- T_2WI 屏气采集序列。增强扫描序列:采用轴面快速梯度回波三维 T_1WI 屏气采集序列行三期或多期扫描,低场设备可行二维扫描,并补充冠状面扫描。

4. 技术参数:尽量选择薄层、高空间分辨率扫描。二维序列层厚 3.0~5.0 mm,层间隔 $\leq$ 层厚 $\times$ 20%,FOV (300~400) mm $\times$ (300~400) mm,矩阵 $\geq 288 \times 160$ 。三维序列层厚 2.0~3.0 mm,无间距扫描,FOV (300~400) mm $\times$ (300~400) mm,矩阵 $\geq 256 \times 160$ 。静脉注射常规剂量钆对比剂,流率 2~3 ml/s。尽量优化扫描参数将扫描周期缩减至 < 10 s/期。

5. 图像要求:(1)清晰显示胰腺、十二指肠壶腹部及病变区域结构;(2)呼吸运动伪影、血管搏动伪影及并行采集伪影不影响诊断;(3)轴面快速自旋回波 $fs-T_2WI$ 及梯度回波 $fs-T_1WI$ 为必选项,尽量选择 DWI 序列;(4)提供动脉期(或动脉早、晚期)、静脉期及延迟期像;(5)提供三维 T_1WI 增强扫描 MPR 像;(6)拟诊为胰腺恶性肿瘤的患者,至少有 1 个序列覆盖全肝,以观察有无肝脏转移。

(三)胰胆管水成像(magnetic resonance cholangiopancreatography, MRCP)技术要点及要求

1. 线圈:体部、心脏相控阵线圈。

2. 体位:仰卧位,定位中心对准线圈中心及剑突下 2~3 cm。

3. 方位及序列:(1)单次激发厚层块二维重 T_2 MRCP 序列:至少获取 3 个角度的冠状面像,即以胆

总管为轴,以正冠状面为中间层,向前、后旋转一定角度分别各获取 1 层斜冠状面像。层块范围覆盖主要肝内外胆管和胰管,屏气采集。(2)呼吸触发快速自旋回波三维重 T_2 MRCP 序列:斜冠状面扫描,覆盖主要肝内外胆管、胆总管、胆囊和胰管。

4. 技术参数:MRCP 不宜单独进行,应结合肝、胆、胰、脾的平扫和(或)三维动态增强扫描技术。单次激发二维 MRCP 序列:层块厚度 30~70 mm, FOV (300~350) mm×(300~350) mm, 矩阵 $\geq 384 \times 224$, TR $\geq 6\,000$ ms, TE ≥ 500 ms;呼吸触发三维 MRCP 序列:层厚 1.0~2.0 mm,无间距扫描, FOV (300~350) mm×(300~350) mm, 矩阵 $\geq 384 \times 224$, TR 2 000~6 000 ms(选 1~2 个呼吸间期), TE ≥ 500 ms。婴幼儿呼吸频率过快及幅度过小时可不使用呼吸触发。

5. 图像要求:(1)清晰显示肝内外胆管、胰管及病变区域;(2)呼吸运动伪影、血管搏动伪影及并行采集伪影不影响诊断;(3)单次激发二维 MRCP 序列多角度扫描、多次激发三维 MRCP 序列提供 MIP 重组多角度旋转的三维胰胆管成像。

(四)肾脏 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:体部、心脏相控阵线圈。

2. 体位:仰卧位,头先进。定位中心对准线圈中心及剑突与脐连线中点。

3. 方位及序列:平扫序列:轴面呼吸触发快速自旋回波 $fs-T_2WI$ 序列(呼吸不均匀者可选用屏气 $fs-T_2WI$ 序列)、快速梯度回波水-脂同反相位(双回波) T_1WI 屏气采集序列,在设备性能允许的情况下加 DWI 序列;冠状面呼吸触发快速自旋回波 $fs-T_2WI$ 序列。增强扫描序列:采用轴面快速梯度回波三维 T_1WI 屏气采集序列行三期或多期扫描,低场设备可行二维扫描,并补充冠状面扫描。

4. 技术参数:尽量选择薄层、高空间分辨率扫描。轴面二维序列层厚 4.0~5.0 mm,层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 20\%$;冠状面二维序列层厚 ≤ 4.0 mm,层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 20\%$ 。FOV (300~400) mm×(300~400) mm, 矩阵 $\geq 288 \times 224$ 。三维序列层厚 2.0~4.0 mm,无间隔扫描, FOV (300~400) mm×(300~400) mm, 矩阵 $\geq 256 \times 160$ 。增强扫描以 2~3 ml/s 的流率注射常规剂量钆对比剂,再注射等量生理盐水。

5. 图像要求:(1)显示肾脏及其周围组织结构,肾皮质、髓质、肾盂、肾盏结构清晰显示;(2)无明显呼吸运动伪影、血管搏动伪影及并行采集伪影;(3)轴面呼吸触发快速自旋回波 $fs-T_2WI$ 序列为必

选项,在设备条件允许的情况下,轴面 T_1WI 序列优先选择水脂双相位 T_1WI 或非对称回波水脂分离 T_1WI 序列;(4)增强扫描分别显示动脉期、静脉期及延迟期影像;(5)根据需要提供三维 T_1WI 增强三期扫描的 MPR、MIP 血管像。

(五)肾上腺 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:体部、心脏相控阵线圈。

2. 体位:仰卧位,头先进。定位中心对准线圈中心及剑突与脐连线中点。

3. 方位及序列:平扫序列:轴面呼吸触发快速自旋回波 T_2WI 或 $fs-T_2WI$ 序列、快速梯度回波水脂双相位 T_1WI 屏气采集序列,冠状面单次激发快速自旋回波 T_2WI 屏气采集序列。扫描范围从胃底上缘至肾门。增强扫描序列:轴面快速梯度回波三维 T_1WI 屏气采集序列三期或多期扫描,并补充冠状面扫描。

4. 技术参数:二维序列层厚 ≤ 4.0 mm,层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 10\%$, FOV (300~400) mm×(300~400) mm, 矩阵 $\geq 288 \times 224$ 。三维序列层厚 ≤ 3.0 mm,无间隔扫描, FOV (300~400) mm×(300~400) mm, 矩阵 $\geq 256 \times 160$ 。婴幼儿呼吸频率过快及幅度过小时可不使用呼吸触发。增强扫描采用钆对比剂,剂量为 0.05~0.10 mmol/kg,以 2~3 ml/s 的流率注射,再以相同流率注射等量生理盐水。

5. 图像要求:(1)尽量选择薄层、高空间分辨率扫描;(2)标准 T_2WI 序列采用或不采用脂肪抑制;(3)显示肾上腺及其周围组织结构,怀疑为异位嗜铬细胞瘤或肾上腺恶性肿瘤的患者扫描范围需加大;(4)呼吸运动伪影、血管搏动伪影及并行采集伪影不影响诊断。

(六)MR 尿路成像(MR urography, MRU)技术要点及要求

1. 线圈:体部相控阵线圈。

2. 体位:仰卧位,头先进。定位中心对准线圈中心及剑突与耻骨连线中点。

3. 方位及序列:单次激发二维 MRU 序列:闭气采集,冠状面显示双侧尿路,多角度斜冠状面及矢状面显示单侧尿路。呼吸触发三维 MRU 序列:冠状面扫描。

4. 技术参数:MRU 不宜单独进行,应结合平扫和(或)三维动态增强扫描技术。单次激发二维 MRU 序列:层块厚度 30~70 mm, FOV (300~350) mm×(300~350) mm, 矩阵 $\geq 384 \times 224$, TR $\geq 6\,000$ ms, TE 500 ms。呼吸触发三维 MRU 序列:层厚 1.0~2.0 mm,无间隔扫描, FOV (300~350) mm×(300~350) mm,

矩阵 $\geq 384 \times 224$, TR 2 000 ~ 6 000 ms(选 1 ~ 2 个呼吸间期), TE ≥ 500 ms。婴幼儿呼吸频率过快及幅度过小时可不使用呼吸触发。

5. 图像要求: (1) 扫描范围应包括双侧肾盂、肾盏、输尿管、膀胱; (2) 无明显呼吸运动伪影、血管搏动伪影及并行采集技术伪影; (3) 单次激发二维 MRU 序列应分侧进行多角度成像, 多激发三维 MRU 序列应提供 MIP 重组多角度旋转的三维尿路影像。

(七) 腹膜后病变的 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 体部线圈或心脏相控阵线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进。定位中心对准线圈中心及剑突与脐连线中点或 ROI 中心。

3. 方位及序列: 平扫序列: 轴面呼吸触发快速自旋回波 fs-T₂WI 序列(呼吸不均匀者可选用屏气 fs-T₂WI 序列)、快速梯度回波水脂同反相位(双回波) T₁WI 屏气采集序列, 在设备性能允许的情况下扫描 DWI 序列, 扫描范围覆盖 ROI; 冠状面单次激发快速自旋回波 T₂WI 屏气采集序列。增强扫描序列: 轴面快速梯度回波三维 T₁WI 屏气采集序列三期或多期扫描, 并补充冠状面扫描。

4. 技术参数: 二维序列层厚 6.0 ~ 8.0 mm, 层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 20\%$, FOV (300 ~ 400) mm $\times$ (300 ~ 400) mm, 矩阵 $\geq 288 \times 224$ 。三维序列层厚 2.0 ~ 4.0 mm, 无间隔扫描, FOV (300 ~ 400) mm $\times$ (300 ~ 400) mm, 矩阵 $\geq 256 \times 160$ 。婴幼儿可不使用呼吸触发。增强扫描以 2 ~ 3 ml/s 的流率注射常规剂量钆对比剂, 并以相同流率注射等量生理盐水。

5. 图像要求: (1) 完整显示腹膜后区域结构或病变区域结构; (2) 无明显呼吸运动伪影、血管搏动伪影及并行采集伪影; (3) 增强扫描获取时相准确, 显示动脉期、静脉期及延迟期影像; (4) 根据需要, 三维 T₁WI 增强多期扫描可行 MPR 重组, 进行时间-信号强度曲线分析及定量分析。

(八) 腹部血管 MRA 技术要点及要求

1. 线圈: 体部线圈或心脏相控阵线圈。

2. 体位: 仰卧位, 定位中心对准线圈中心及脐孔。

3. 方位及序列: (1) 二维、三维对比增强 MRA: 冠状面扫描, 包含腹主动脉后缘、前缘分支血管及相应脏器的血管, 扫描注射对比剂前蒙片, 注射对比剂后至少 2 个时相(动脉期及静脉期), 各期图像行减影 MIP 重组。(2) 平扫序列: 双反转或三反转黑血序列, 沿目标血管的长轴及短轴各扫描一次, 主要用于显示管壁结构; 平衡式稳态自由进动亮血序

列, 主要用于显示管腔。

4. 技术参数: 二维对比增强 MRA 层厚 4.0 ~ 8.0 mm, 层间隔 0 ~ 1.0 mm, FOV (350 ~ 400) mm $\times$ (350 ~ 400) mm, 矩阵 $\geq 256 \times 192$ 。三维对比增强 MRA: 扫描块厚度 40 ~ 50 mm, 层厚 1.0 ~ 2.0 mm, 无间隔扫描, FOV (350 ~ 400) mm $\times$ (350 ~ 400) mm, 矩阵 $\geq 256 \times 256$, 单期扫描时间控制在 20 s 内。采用高压注射器经静脉团注钆对比剂, 剂量为 0.1 ~ 0.2 mmol/kg, 注射流率 2 ~ 3 ml/s, 并以相同流率注射等量生理盐水。

5. 图像要求: (1) 三维对比增强 MRA 清晰显示腹部大血管及其分支血管, 包括腹主动脉、腹腔动脉、肝动脉、肾动脉、门静脉系统以及腹部静脉系统血管, 血管外背景组织信号抑制良好; (2) 无明显呼吸运动伪影、血管搏动伪影及并行采集伪影; (3) 提供 MIP 重组多角度旋转的血管三维影像。

六、盆腔

(一) 前列腺与膀胱 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 体部线圈或心脏相控阵线圈。

2. 体位: 仰卧位, 足先进或头先进。定位中心对准线圈中心及耻骨联合上缘上 2 cm。

3. 方位及序列: (1) 平扫序列: 轴面快速自旋回波 T₂WI、fs-T₂WI、快速自旋回波 T₁WI、DWI 序列, 扫描范围覆盖膀胱及前列腺; 斜冠状面快速自旋回波 fs-T₂WI 序列, 扫描基线与前列腺上、下长轴平行; 矢状面快速自旋回波 T₂WI 或 fs-T₂WI 序列。(2) 增强扫描: 轴面快速梯度回波三维 T₁WI(低场设备可行二维扫描), 常规增强扫描至少采集三期(动脉期、静脉期、延迟期), 每期 15 ~ 20 s, 并补充冠状面、矢状面扫描。在设备性能允许的情况下, 可选动态增强扫描^[23-24], 周期时间 < 10 s/期, 扫描周期 > 30 个, 整个动态扫描时长约 5 min。

4. 技术参数: 原则为小 FOV、高分辨率扫描。二维序列层厚 3.0 mm, 层间隔 0.3 ~ 0.5 mm(前列腺二维扫描推荐无间隔扫描), FOV (160 ~ 200) mm $\times$ (160 ~ 200) mm, 矩阵 $\geq 256 \times 224$ 。三维容积扫描序列层厚 2.0 ~ 3.0 mm, 无间隔扫描, FOV (240 ~ 300) mm $\times$ (240 ~ 300) mm, 矩阵 $\geq 256 \times 160$ 。动态增强扫描快速梯度回波三维 T₁WI 序列 TR、TE 均为最短, 激励角 10° ~ 15°。DWI 扫描 b 值 > 800 s/mm²。常规三期增强扫描采用高压注射器或手推钆对比剂, 动态灌注增强扫描需要采用双筒高压注射器静脉团注对比剂, 剂量为 0.1 mmol/kg, 注射流率为 2 ~ 3 ml/s, 并以相同流率注射等量生理盐水。

5. 图像要求: (1) 清晰显示膀胱、前列腺、尿道及邻近脏器组织的细微结构; (2) 平扫序列至少包括自旋回波 T_2WI (脂肪抑制和非脂肪抑制) 和 T_1WI (非脂肪抑制), 前列腺检查 DWI 为必需序列; (3) 在设备性能允许的情况下, 首选动态灌注增强扫描, 或至少三期扫描; (4) 无卷积伪影, 无明显呼吸运动伪影、磁敏感伪影及并行采集伪影。

(二) 子宫及附件技术要点及要求

1. 线圈: 体部线圈或心脏相控阵线圈。

2. 体位: 仰卧位, 足先进或头先进。定位中心对准线圈中心及耻骨联合中点上缘上 2 cm。

3. 方位及序列: (1) 平扫序列: 矢状面快速自旋回波 T_2WI 或 fs- T_2WI , 扫描层面需平行子宫长轴; 轴面快速自旋回波 T_2WI 、fs- T_2WI , 快速自旋回波 T_1WI ; 冠状面快速自旋回波 T_2WI ; 矢状面或轴面 DWI。扫描范围包含子宫及两侧附件区域。(2) 增强扫描序列: 矢状面 (子宫病变) 或轴面 (卵巢病变) 快速梯度回波三维 T_1WI 序列 (低场设备可行二维扫描), 常规三期 (动脉期、静脉期、延迟期) 增强扫描, 每期 15 ~ 20 s。在设备性能支持的情况下, 选用动态增强扫描, 周期时间 < 10 s/期, 扫描周期 > 30 个, 整个动态扫描时长约 5 min, 获取组织血流灌注信息行灌注定量分析及时间-信号强度曲线分析^[25]。

4. 技术参数: 原则为小 FOV、高分辨率扫描。二维序列层厚 3.0 ~ 5.0 mm, 层间隔 0.3 ~ 0.5 mm, FOV (160 ~ 200) mm × (160 ~ 200) mm, 矩阵 ≥ 256 × 224。三维容积扫描序列层厚 2.0 ~ 4.0 mm, 无间隔扫描, FOV (200 ~ 400) mm × (200 ~ 400) mm, 矩阵 ≥ 256 × 192。动态增强扫描快速梯度回波三维 T_1WI 序列 TR、TE 均为最短, 激励角 10° ~ 15°。常规三期增强扫描采用高压注射器或手推钆对比剂, 动态灌注增强扫描需要采用双筒高压注射器静脉团注对比剂, 剂量为 0.1 mmol/kg, 注射流率为 2 ~ 3 ml/s, 并以相同流率注射等量生理盐水。

5. 图像要求: (1) 清晰显示子宫、两侧附件及膀胱、直肠等邻近组织的细微结构; (2) 平扫序列至少包括自旋回波 T_2WI (脂肪抑制和非脂肪抑制) 和 T_1WI ; (3) 在设备性能允许的情况下, 首选动态灌注增强扫描, 或至少三期扫描; (4) 无卷积伪影, 无明显呼吸运动伪影、磁敏感伪影及并行采集伪影。

(三) 直肠 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 体部线圈或心脏相控阵线圈。

2. 体位: 仰卧位, 足先进或头先进。定位中心对准线圈中心及耻骨联合中点。

3. 方位及序列: 大范围盆腔扫描 (了解盆腔有无转移病灶及肿大淋巴结) 以及局部高分辨率直肠扫描。(1) 平扫序列: 大范围盆腔扫描: 包括盆腔矢状面单次激发 T_2WI 、盆腔轴面快速自旋回波 fs- T_2WI 、 T_1WI 及 DWI。小 FOV 高分辨率直肠扫描: 斜轴面快速自旋回波 T_2WI , 扫描基线垂直于病变段直肠长轴, 范围覆盖病变段直肠; 矢状面快速自旋回波 T_2WI , 范围覆盖完整直肠两侧; 斜冠状面快速自旋回波 T_2WI 、 T_1WI , 扫描基线在矢状面像上与直肠上、下长轴平行。小 FOV 高分辨率直肠扫描所有序列不加脂肪抑制。(2) 增强扫描序列: 先行局部直肠多期增强扫描, 再行大范围盆腔扫描。直肠扫描行常规三期 (动脉期、静脉期、延迟期) 增强扫描, 斜轴面快速梯度回波三维 T_1WI , 再补充直肠斜冠状面及矢状面扫描。在设备性能支持的情况下, 直肠增强扫描选用动态灌注增强扫描, 周期时间 < 10 s/期, 扫描周期 > 30 个, 整个动态扫描时长约 5 min, 获取组织血流灌注信息行定量分析及时间-信号强度曲线分析。

4. 技术参数: 原则为小 FOV、薄层、高分辨率扫描。(1) 大范围盆腔扫描: 层厚 5.0 ~ 8.0 mm, 层间隔 1.0 ~ 2.0 mm, FOV (320 ~ 380) mm × (320 ~ 380) mm, 矩阵 ≥ 320 × 224。(2) 小 FOV 高分辨率直肠扫描: 层厚 < 3.0 mm, 层间隔 0 ~ 0.3 mm, FOV (180 ~ 250) mm × (180 ~ 250) mm, 矩阵 ≥ 256 × 224。(3) 三维 T_1WI : 层厚 < 3.0 mm, 无间隔扫描, FOV (200 ~ 350) mm × (200 ~ 350) mm, 矩阵 ≥ 288 × 192。TR、TE 均为最短, 激励角 10° ~ 15°。常规三期增强扫描采用高压注射器或手推钆对比剂, 动态灌注增强扫描需要采用双筒高压注射器静脉团注对比剂, 剂量为 0.1 mmol/kg, 注射流率为 2 ~ 3 ml/s, 并以相同流率注射等量生理盐水。

5. 图像要求: (1) 包括盆腔大范围扫描及直肠局部高分辨率扫描图像; (2) 直肠局部平扫 T_2WI (非脂肪抑制) 序列为必选项; (3) 在设备性能允许的情况下, 首选动态灌注增强扫描, 或至少三期扫描; (4) 显示盆腔各脏器结构, 清晰显示直肠壁各层结构及与周围组织的比邻关系; (5) 无卷积伪影, 无明显呼吸运动伪影、磁敏感伪影及并行采集伪影。

七、脊柱及脊髓

(一) 颈椎 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 颈线圈、脊柱线圈、头颈联合线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进。定位中心对准线圈中心及下颌角水平。

3. 方位及序列: (1) 平扫: 矢状面 T_2WI 、 T_1WI , 观察椎骨及周围软组织则必须加 $fs-T_2WI$, 扫描基线平行于颈髓正中矢状面, 扫描范围包含 C1 ~ Th2 椎体及两侧附件; 轴面 T_2WI 序列, 椎间盘病变扫描基线平行于椎间盘, 每个椎间盘扫描 3 ~ 5 层; 椎体及颈髓病变扫描基线平行于椎体横轴或垂直于颈髓纵轴, 扫描范围自颅底斜坡至 C7 水平或覆盖病变区域; 必要时加扫冠状面 T_2WI 、 T_1WI 。(2) 增强扫描: 轴面、矢状面、冠状面 $fs-T_1WI$ 均需扫描。

4. 技术参数: 矢状面层厚 <3.0 mm, 轴面层厚 <4.0 mm, 无间隔扫描或层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 10\%$ 。矢状面、冠状面 FOV (230 ~ 260) mm $\times$ (230 ~ 260) mm, 矩阵 $\geq 320 \times 224$; 轴面 FOV (160 ~ 200) mm $\times$ (160 ~ 200) mm, 矩阵 $\geq 256 \times 224$ 。矢状面扫描相位编码方向设置为上下方向, 以减少脑脊液流动伪影对脊髓观察的影响。增强扫描静脉注射常规剂量的钆对比剂。

5. 图像要求: (1) 显示全部颈椎椎体、椎间盘及两侧附件、椎旁软组织等结构; (2) 无明显吞咽运动伪影、血管搏动及脑脊液流动伪影。

(二) 颈丛、臂丛神经根 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 颈线圈、脊柱线圈、头颈联合线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进。定位中心对准线圈中心及下颌角水平下 3 cm。

3. 方位及序列: 冠状面 $fs-T_2WI$ 、 T_1WI 序列, 扫描基线平行于颈髓纵轴, 扫描范围覆盖 C1 ~ Th3 段椎体前缘至椎管后缘; 轴面 $fs-T_2WI$, 扫描基线垂直于颈髓长轴, 颈神经根扫描范围为 C1 ~ Th2 水平, 臂丛神经根扫描范围为 C4 ~ Th2 水平; 快速自旋回波三维 $fs-T_2WI$ -重 T_2WI 序列, 冠状面扫描, 范围为 C1 ~ Th2 段椎体前缘至椎管后缘。建议该序列在注射钆对比剂后 2 ~ 3 min 开始扫描。在设备性能支持的情况下, 选择背景抑制 DWI 序列或三维 STIR 序列, 行冠状面扫描。

4. 技术参数: 二维序列层厚 <3.0 mm, 层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 10\%$, FOV (220 ~ 300) mm $\times$ (220 ~ 300) mm; 三维序列层厚 0.5 ~ 1.3 mm, 无间隔扫描。矩阵 $\geq 256 \times 256$ 。三维 T_2WI 序列推荐 TR 3 000 ~ 6 000 ms, TE 200 ~ 300 ms, TI 140 ~ 200 ms, 脂肪抑制。三维 DWI 序列 $b=1\,000$ s/mm², 脂肪抑制。增强扫描静脉注射常规剂量的钆对比剂。

5. 图像要求: (1) 三维 T_2WI 序列: MPR 重组像分别二维显示左右两侧神经根前根、后根, MIP 重组像多角度旋转三维显示神经根, 剪除颈丛、臂丛神经根以外的软组织影; (2) 三维 DWI 序列: 提供

MIP 重组多角度旋转神经根三维像; (3) 显示 C1 ~ C8 对神经根节内段, 清晰显示臂丛神经 (C5 ~ C8 对神经和 Th1 对神经) 节内段、神经节及节后段、节后段至外侧束、内侧束及后束三束集合处 (近锁骨中段)。

(三) 胸椎 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 脊柱线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进。定位中心对准线圈中心及颈静脉切迹与剑突连线中点。

3. 方位及序列: (1) 平扫: 矢状面 T_2WI 、 T_1WI , 观察椎骨及其周围软组织必须增加 $fs-T_2WI$ (推荐 STIR), 扫描基线平行于胸髓纵轴, 范围覆盖胸椎椎体及椎体两侧附件, 范围为 C7 ~ L1 水平。轴面 T_2WI , 椎间盘病变扫描基线平行于椎间盘, 椎体或脊髓病变扫描基线平行椎体横轴或垂直胸髓纵轴。范围自 Th1 ~ Th12 椎体水平或覆盖 ROI。脊柱畸形加扫冠状面 T_2WI 或 T_1WI 。扫描大视野包括 C1 或 L5 矢状面 T_2WI 1 ~ 5 层, 用于准确定位胸椎体节段。(2) 增强扫描: 矢状面、轴面、冠状面 $fs-T_1WI$ 均需扫描。

4. 技术参数: 矢状面层厚 <3.0 mm, 轴面层厚 3.0 ~ 5.0 mm, 层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 10\%$ 。矢状面、冠状面 FOV (300 ~ 380) mm $\times$ (300 ~ 380) mm, 矩阵 $\geq 384 \times 256$; 轴面 FOV (200 ~ 240) mm $\times$ (200 ~ 240) mm, 矩阵 $\geq 256 \times 224$ 。矢状面扫描相位编码方向设置为上下方向。增强扫描静脉注射常规剂量的钆对比剂。

5. 图像要求: (1) 显示全部胸椎体、椎间盘、附件及椎旁软组织, 两侧对称显示; (2) 提供能准确定位胸椎体的矢状面 T_2WI 定位像; (3) 椎体前方设置预饱和带以减少心脏大血管搏动伪影; (4) 心血管搏动伪影、脑脊液流动伪影不影响诊断。

(四) 腰椎 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 脊柱线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进。定位中心对准线圈中心及脐上 3 cm。

3. 方位及序列: (1) 平扫: 矢状面 T_2WI 、 T_1WI , 观察椎骨及其周围软组织必需加扫 $fs-T_2WI$ (推荐脂肪饱和技术), 扫描基线平行于腰椎管矢状面, 范围覆盖腰椎体及两侧横突, Th12 ~ S2 水平。轴面 T_2WI , 椎间盘病变扫描基线平行于椎间盘, 每个椎间盘扫描 3 ~ 5 层, 需覆盖整个椎间隙及相应节段的整个椎间孔。椎体或椎管病变扫描基线平行于椎体横轴或垂直于腰椎管纵轴, 范围覆盖 ROI 或

L1~S1 椎体水平。脊柱畸形加扫冠状面 T₂WI 或 T₁WI; T₁WI 有任何异常高信号时, 加 fs-T₁WI。(2) 增强扫描: 矢状面、轴面、冠状面 fs-T₁WI 均需扫描。

4. 技术参数: 层厚 3.0~4.0 mm, 层间隔≤层厚×10%, 矢状面、冠状面 FOV (250~320) mm×(250~320) mm, 矩阵≥384×256; 轴面 FOV (200~230) mm×(200~230) mm, 矩阵≥256×224。矢状面扫描相位编码方向设置为上下方向。增强扫描静脉注射常规剂量的钆对比剂。

5. 图像要求: (1) 显示全部腰椎至 S2 椎体、椎管及椎旁软组织等结构, 两侧对称结构应在同一层面显示; (2) 腰椎体前方设置预饱和带; (3) 无明显腹部呼吸运动伪影、血管搏动及脑脊液流动伪影等。

(五) 骶尾椎 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 脊柱线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进。定位中心对准线圈中心及髂前上棘连线中点。

3. 方位及序列: 平扫序列: (1) 矢状面: T₂WI、T₁WI, 观察椎骨及其周围软组织必须加扫 fs-T₂WI (推荐脂肪饱和技术)。扫描基线平行于椎管矢状面, 范围覆盖骶椎椎体两侧, L3 至全部尾椎。(2) 轴面: T₂WI 序列。扫描基线依次平行于各骶椎、尾椎椎间隙或平行于椎体横轴。扫描范围覆盖骶椎、尾椎或 ROI。(3) 斜冠状面: fs-T₂WI。扫描基线平行于骶椎椎管冠状面, 范围包含骶尾骨前后缘。(4) 附加序列: T₁WI 有高信号病灶时, 加 T₁WI 脂肪抑制序列。增强扫描: 矢状面、轴面、冠状面 fs-T₁WI 均需扫描。

4. 技术参数: 层厚 3.0~4.0 mm, 层间隔≤层厚×10%, FOV (220~260) mm×(220~260) mm, 矩阵≥288×224。增强扫描静脉注射常规剂量的钆对比剂。

5. 图像要求: (1) 显示全部骶尾椎椎体, 两侧对称结构对称显示; (2) 在骶尾椎骨前方设置预饱和带饱和盆腔信号; (3) 无明显运动伪影。

(六) 腰骶丛神经根 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 脊柱线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进。定位中心对准线圈中心及髂棘连线中点。

3. 方位及序列: (1) 平扫序列: 冠状面 fs-T₂WI、fs-T₁WI: 扫描基线平行于腰椎管冠状面。扫描范围: 腰丛神经扫描自腰椎体前缘至第二骶椎椎管后缘, Th12 椎体上缘至 S3 水平; 骶丛神经扫描自 L4

椎体前缘至骶骨后缘, L4 椎体上缘至耻骨联合。轴面 fs-T₂WI, 扫描基线垂直于腰椎管长轴, 范围覆盖 L1~S3 水平。(2) 神经根序列: 三维重 fs-T₂WI 序列: 冠状面扫描, 注射或不注射钆对比剂。设备性能支持时可选用背景抑制 DWI 序列, 行冠状面扫描。三维选择性水激励梯度回波 T₁WI 序列行冠状面扫描。

4. 技术参数: 二维序列层厚 3.0 mm, 层间隔≤层厚×10%, FOV (220~260) mm×(220~260) mm; 三维序列层厚 0.5~1.5 mm, 无间隔扫描, 矩阵≥288×256。三维 T₂WI 序列 TR 3 000~6 000 ms, TE 200~300 ms, TI 100~250 ms, 脂肪抑制, 如注射钆对比剂, 建议在注射后 2~3 min 开始扫描, 神经根成像效果更佳。背景抑制 DWI 序列 b=1 000 s/mm²。三维选择性水激励梯度回波 T₁WI 序列 TR、TE 均选择最短。

5. 图像要求: (1) 显示腰丛、骶丛神经根; (2) 三维选择性水激励 T₁WI 序列提供 MPR 及曲面重组像, 追踪显示神经根走行; (3) 三维重 T₂WI 序列提供 MPR 像, 显示左右两侧神经根前根、后根二维像, 提供 MIP 及多角度旋转腰、骶丛神经根三维像, 剪除背景软组织影像; (4) 背景抑制 DWI 序列: 提供 MIP 及多角度旋转的腰、骶丛神经根三维像。

(七) 腰椎管水成像技术要点及要求

1. 线圈: 脊柱线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进。定位中心对准线圈中心及髂前上棘连线中点。

3. 方位及序列: 冠状面三维 T₂WI 水成像序列、二维厚层块单次激励快速自旋回波水成像序列。

4. 技术参数: 三维 T₂WI 序列, 层厚 0.5~1.5 mm, 无间隔扫描, FOV (220~280) mm×(220~280) mm, 矩阵≥256×224, TR 2 000~6 000 ms, TE>300 ms; 二维厚层块序列, 层块厚度 3.0~7.0 cm, TR>2 500 ms, TE>500 ms。

5. 图像要求: (1) 清晰显示 L1~S3 椎管或 ROI 段椎管; (2) 背景组织抑制良好, 提供 MPR、MIP 并多角度旋转三维椎管像。

八、四肢及骨关节

基本原则: 根据病变性质及部位选择在主要优势方位上同层厚、同层间隔扫描的 2~3 个不同序列, 主要用于定性诊断, 辅以另外 2 个方位的 1~2 个序列, 用于辅助定位诊断。骨骼、软骨、滑膜病变以质子脂肪抑制 (protein density weighted imaging, PDWI)-fs、T₂WI、T₁WI、三维梯度回波序列组合为

主,软组织病变以 fs-T₂WI、T₂WI、T₁WI 序列组合为主。

(一)肩关节 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:肩关节专用线圈、四肢关节软线圈或体部相控阵线圈。

2. 体位:头先进,仰卧位,被检侧肩关节对侧身体抬高 30°,使被检侧肩关节紧贴检查床并尽量位于床中心。定位中心对准线圈中心及肱骨头。

3. 方位及序列:平扫序列:(1)轴面快速自旋回波 PDWI-fs 或梯度回波 T₂*WI 序列,扫描基线垂直于关节盂及肱骨长轴,扫描范围覆盖肩锁关节至关节盂下缘;(2)斜冠状面 fs-T₂WI 及 T₁WI,扫描基线在轴面像上垂直于关节盂或平行于冈上肌腱长轴,范围包含肩关节软组织前后缘或病变区域;(3)斜矢状面 PDWI-fs,扫描基线在轴面像上平行于关节盂或垂直于冈上肌腱长轴,范围覆盖肱骨头外侧软组织至关节盂内侧或病变区域。增强扫描:轴面、斜冠状面及斜矢状面 fs-T₁WI 均需扫描。关节腔造影:穿刺并向关节腔注射用生理盐水稀释 100~500 倍的钆对比剂,采用 fs-T₁WI 序列,扫描上述平扫的 3 个方位,必要时可加扫外展外旋位。

4. 技术参数:薄层、高分辨率扫描。二维序列层厚≤4.0 mm,层间隔≤层厚×10%,FOV (160~200) mm×(160~200) mm,矩阵≥256×224。

5. 图像要求:(1)显示肩关节骨性结构及软组织结构,关节唇、肱骨头、肩锁关节、冈上肌腱、冈下肌腱及肱二头肌长头肌腱等显示清晰;(2)扫描方位标准;(3)无明显运动伪影。

(二)上臂、前臂、大腿、小腿的 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:四肢关节软线圈、正交线圈、心脏或体部相控阵线圈。

2. 体位:仰卧位,头先进。上肢:被检侧上肢尽量置于床中心(身体半侧卧于检查床偏外侧),定位中心对准线圈中心及上臂、前臂长轴中点、ROI 中心。下肢:仰卧位,单侧检查下肢尽量置于床中心,双侧检查身体位于床中心,脚尖向前,定位中心对准线圈中心及大腿、小腿长轴中心或 ROI 中心,线圈至少包含邻近 1 个关节。

3. 方位及序列:平扫:(1)轴面、矢状面及冠状面 fs-T₂WI。(2)T₁WI,根据 fs-T₂WI 序列,选择显示病变最佳的方位扫描 1 个方位即可,如见异常高信号,需要在同方位加扫 fs-T₁WI。冠状面及矢状面 FOV 应包含 1 个邻近关节。增强扫描:fs-T₁WI 轴

面、冠状面及矢状面均需扫描。静脉注射常规剂量钆对比剂。

4. 技术参数:小 FOV、薄层、高分辨率扫描,根据病变性质和部位选择以轴面为主(冠状面和矢状面为辅)或相反。轴面层厚 5.0~8.0 mm,冠状面及矢状面层厚≤5.0 mm,层间隔≤层厚×20%,矩阵≥288×224。

5. 图像要求:(1)显示相应长骨及其软组织结构,冠状面及矢状面 FOV 至少包含 1 个关节;(2)运动伪影、血管搏动伪影不影响诊断。

(三)肘关节 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:推荐肘关节及四肢关节专用线圈,也可采用软线圈包裹。不建议采用大体积线圈。

2. 体位:仰卧位,头先进,被检侧上肢尽量置于床中心。定位中心对准线圈中心及肘关节中心。

3. 方位及序列:平扫:(1)轴面、矢状面及冠状面 PDWI-fs 或 fs-T₂WI。(2)T₁WI,选择显示病灶最佳的方位,扫描一个方位即可,推荐采用冠状面扫描;如见异常高信号,需要在同方位加扫 fs-T₁WI。(2)增强扫描:轴面、冠状面及矢状面 fs-T₁WI 均需扫描。

4. 技术参数:采用小 FOV、薄层、高分辨率扫描。根据病变性质和部位选择以轴面为主(冠状面和矢状面为辅)或相反。层厚 3.0~4.0 mm,层间隔≤层厚×10%,FOV (120~160) mm×(120~160) mm,矩阵≥256×224。

5. 图像要求:(1)显示肘关节骨性结构及其软组织结构;(2)运动伪影、血管搏动伪影不影响诊断。

(四)腕关节、手 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:腕关节专用线圈或用软线圈包裹。

2. 体位:(1)头先进,被检侧手上举于头上位,伸直,掌心向下;(2)被检侧关节对侧身体抬高 30°,使被检侧部位尽量置于床中心。定位中心对准线圈中心及腕关节、手中心。

3. 方位及序列:(1)平扫:冠状面 fs-T₂WI 及 T₁WI、轴面 fs-T₂WI,必要时加矢状面 fs-T₂WI 或 T₁WI。(2)增强扫描:冠状面、轴面、矢状面 fs-T₁WI 均需扫描。

4. 技术参数:扫描方位以冠状面为主,辅以轴面、矢状面。尽量选择小 FOV、薄层、高分辨率扫描。层厚≤3.0 mm,层间隔≤层厚×10%。腕关节 FOV (80~120) mm×(80~120) mm,矩阵≥256×224;手 FOV (200~250) mm×(200~250) mm,矩

阵 $\geq 288 \times 224$ 。三维序列层厚 0.5 ~ 2.0 mm, 无间隔扫描。

5. 图像要求: (1) 显示腕关节、手部骨性及其软组织结构; (2) 伪影不影响诊断。

(五) 骨盆 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 体部相控阵线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进或足先进。定位中心对准线圈中心及髂前上棘连线中点。

3. 方位及序列: (1) 平扫: 轴面 $fs-T_2WI$ 、 T_1WI , 扫描范围覆盖髂骨嵴至耻骨联合下缘; 冠状面 $fs-T_2WI$, 扫描基线在轴面上平行于两侧股骨头中点连线, 范围覆盖髂骨翼前后缘或病灶 ROI。 (2) 增强扫描: 轴面、冠状面 $fs-T_1WI$ 。

4. 技术参数: 层厚 5.0 ~ 6.0 mm, 层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 20\%$, FOV (320 ~ 380) mm $\times$ (320 ~ 380) mm, 矩阵 $\geq 256 \times 224$ 。

5. 图像要求: (1) 显示骨盆骨性及软组织结构; (2) 伪影不影响诊断。

(六) 髌关节 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 体部相控阵线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进或足先进。定位中心对准线圈中心及髌前上棘与耻骨联合连线中点下 2.5 cm 水平。

3. 方位及序列: (1) 平扫: 轴面 $fs-T_2WI$ 、 T_1WI , 扫描基线平行于两侧股骨头中点连线, 扫描范围覆盖髌白至股骨大转子; 冠状面 $fs-T_2WI$ 、 T_1WI , 扫描基线在轴面平行于两侧股骨头中心连线, 范围覆盖股骨头前缘至股骨大转子后缘。 (2) 增强扫描: 横轴面、冠状面 $fs-T_1WI$ 。

4. 技术参数: 层厚 4.0 ~ 5.0 mm, 层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 10\%$, FOV (300 ~ 340) mm $\times$ (300 ~ 340) mm, 矩阵 $\geq 320 \times 224$ 。

5. 图像要求: (1) 显示髌关节骨性结构及其软组织结构; (2) 伪影不影响诊断。

(七) 髋关节 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 体部或心脏相控阵线圈。

2. 体位: 仰卧位, 头先进或足先进。定位中心对准线圈中心及两侧髌前上棘连线中点。

3. 方位及序列: 以斜冠状面为主, 辅以斜轴面。 (1) 平扫: 斜冠状面 $fs-T_2WI$ 、 T_1WI , 扫描基线在矢状面像上平行于髋骨长轴, 范围覆盖髋骨前后缘; 斜轴面 $fs-T_2WI$, 扫描基线垂直于髋骨长轴, 范围覆盖髋髌关节上下界。 (2) 增强扫描: 斜冠状面及斜轴面 $fs-T_1WI$ 。

4. 技术参数: 层厚 4.0 ~ 5.0 mm, 层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 10\%$, FOV (260 ~ 300) mm $\times$ (260 ~ 300) mm, 矩阵 $\geq 320 \times 224$ 。

5. 图像要求: (1) 清晰显示髋髌关节髌骨面和髋骨面滑膜等; (2) 伪影不影响诊断。

(八) 膝关节 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 膝关节专用线圈或用软线圈包裹。

2. 体位: 仰卧位, 头先进或足先进。被检测膝关节屈曲 $10^\circ \sim 15^\circ$, 使前交叉韧带处于拉直状态。定位中心对准线圈中心及髌骨下缘。

3. 方位及序列: 平扫: (1) 冠状面: PDWI- fs 或轻度 $fs-T_2WI$, 扫描基线在轴面像上平行于股骨内、外侧髁后缘连线, 在矢状面像上平行于膝关节上下长轴。扫描范围覆盖髌骨前缘至关节软组织后缘或病变 ROI。 (2) 矢状面: T_1WI 及 PDWI- fs 或轻度 $fs-T_2WI$, 扫描基线垂直于膝关节冠状面, 扫描范围覆盖股骨内、外侧髁或膝关节软组织内外侧缘。 (3) 轴面: PDWI- fs 或轻度 $fs-T_2WI$, 扫描基线平行于胫骨平台关节面, 扫描范围覆盖髌骨上缘至腓骨小头或病变区域。 (4) 其他: 如果常规矢状面显示交叉韧带不佳, 可考虑加扫斜矢状面 PDWI- fs 或轻度 $fs-T_2WI$, 扫描基线在轴面像上向前内方向倾斜 $10^\circ \sim 15^\circ$, 大致与股骨外髁外缘平行; 如果主要观察关节软骨, 也可加扫三维梯度回波 $fs-T_1WI$ 序列。增强扫描: 冠状面、斜矢状面、轴面 $fs-T_1WI$ 均需扫描。

4. 技术参数: 扫描方位包括矢状面、冠状面及轴面, 行小 FOV、薄层、高分辨率扫描 (尤其是关节软骨、滑膜病变)。二维序列层厚 3.0 ~ 4.0 mm, 层间隔 $\leq$ 层厚 $\times 10\%$, FOV (160 ~ 200) mm $\times$ (160 ~ 200) mm, 矩阵 $\geq 256 \times 224$ 。三维序列层厚 0.5 ~ 2.0 mm, 无间隔扫描, FOV (160 ~ 200) mm $\times$ (160 ~ 200) mm, 矩阵 $\geq 288 \times 256$ 。 $fs-T_2WI$ TE 40 ~ 60 ms。

5. 图像要求: (1) 显示膝关节的骨性结构、软组织结构、关节韧带、半月板等; (2) 伪影不影响诊断。

(九) 踝关节 MRI 技术要点及要求

1. 线圈: 踝关节专用线圈或用软线圈包裹。

2. 体位: 仰卧位, 足先进, 被检测踝关节脚尖向前。定位中心对准线圈中心及内外踝连线。

3. 方位及序列: 平扫: (1) 轴面轻度 $fs-T_2WI$ 或 PDWI- fs , 扫描基线在矢状面像上平行于踝关节间隙, 在冠状面像上平行于内、外踝连线, 扫描范围覆盖胫腓关节至跟骨; (2) 冠状面 T_1WI 及 PDWI- fs 或轻度 $fs-T_2WI$, 扫描基线平行于内、外踝的连线及胫

骨长轴,扫描范围覆盖踝关节前后缘;(3)矢状面 PDWI 或轻度 fs-T₂WI,扫描基线垂直于胫骨内、外踝连线及平行于胫骨长轴,扫描范围包含踝关节内、外踝。增强扫描:轴面、冠状面及矢状面 fs-T₁WI 均需扫描。

4. 技术参数:扫描方位以冠状面、矢状面为主,辅以轴面,行小 FOV、薄层、高分辨率扫描。二维序列层厚 3.0~4.0 mm,层间隔≤层厚×10%,FOV (160~200) mm×(160~200) mm,矩阵≥256×224。三维序列层厚 0.5~2.0 mm,无间隔扫描,FOV (160~200) mm×(160~200) mm,矩阵≥288×256。

5. 图像要求:(1)显示踝关节骨性结构及其软组织结构,胫骨及腓骨下端、跟骨、距骨、跟腓韧带、胫腓前后韧带及跟腱等清晰可见;(2)伪影不影响诊断。

(十)跟腱 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:踝关节专用线圈或用软线圈包裹。

2. 体位:仰卧位,足先进。脚尖向前。定位中心对准线圈中心及内外踝连线。

3. 方位及序列:平扫:(1)轴面 fs-T₂WI、T₁WI,扫描基线在矢状面像和冠状面像上垂直于跟腱上下长轴,扫描范围覆盖完整跟腱或病变区域;(2)矢状面 fs-T₂WI、T₂WI、T₁WI,扫描基线在轴面像上垂直于胫骨内、外踝连线,在冠状面像上平行于跟腱上下长轴,范围覆盖跟腱内外侧缘或病变区域;(3)冠状面 T₂WI、T₁WI,扫描基线在矢状面像上平行于跟腱上下长轴。增强扫描:矢状面、轴面及冠状面 fs-T₁WI 均需扫描。

4. 技术参数:扫描方位以矢状面为主,辅以轴面、冠状面,行薄层、高分辨率扫描。层厚 3.0~4.0 mm,层间隔≤层厚×10%,FOV (150~200) mm×(150~200) mm,矩阵≥256×224。

5. 图像要求:(1)清晰显示跟腱、腓肠肌及比目鱼肌下端、跟骨等;(2)伪影不影响诊断。

(十一)足 MRI 技术要点及要求

1. 线圈:足踝线圈或用软线圈包裹。

2. 体位:仰卧位,足先进。脚尖向前。定位中心对准线圈中心及足中心。

3. 方位及序列:平扫:(1)轴面:PDWI-fs、轻度 fs-T₂WI,扫描基线在冠状面像及矢状面像上垂直于足长轴,扫描范围覆盖足尖至足跟后缘或病变区域;(2)冠状面:PDWI-fs 或轻度 fs-T₂WI、T₁WI,扫描基线在轴面像上平行于第 2~5 跖骨连线,在矢状

面像上平行于足长轴,扫描范围覆盖足背至足底;(3)矢状面:PDWI-fs 或轻度 fs-T₂WI,扫描基线在冠状面像上平行于足长轴或平行于第 3 跖骨长轴,轴面像上垂直于第 2~5 跖骨的连线,扫描范围覆盖足内外侧缘或病变区域。增强扫描:轴面、矢状面及冠状面 fs-T₁WI 均需扫描。

4. 技术参数:薄层扫描,层厚 3.0~4.0 mm,层间隔≤层厚×10%,FOV (200~250) mm×(200~250) mm,矩阵≥256×224。

5. 图像要求:(1)清晰显示足部骨性和软组织结构等;(2)伪影不影响诊断。

九、外周血管 MRA

(一)全身血管 MRA 技术要点及要求

全身血管 MRA 指一次成像获取自心脏、主动脉弓至小腿的血管成像,一般需注射对比剂分 3~4 段采集,然后经后处理拼接合成全身血管整体像。

1. 线圈:体部相控阵线圈与下肢血管线圈组合、一体化体部大线圈、体线圈。

2. 体位:仰卧位,头先进或足先进,小腿、大腿适当垫高,使其与胸腹部血管处于同一水平。定位中心对准颈胸段及该段线圈中心。

3. 方位及序列:冠状面扫描,选用三维扰相梯度回波序列。

4. 技术参数:三维块厚度越小越好,以覆盖心脏前缘及降主动脉后缘为准。层厚 1.2~2.0 mm,FOV (400~450) mm×(400~450) mm,矩阵≥320×256,TR 及 TE 均选最短。激励次数 1.0 或 0.5。各段的序列及参数相同并保持联动锁定状态。

5. 图像要求:(1)心脏及各段血管靶时相准确,动脉像无静脉像污染;(2)背景组织信号抑制良好,血管对比剂浓度饱满;(3)提供各段、各期血管 MIP 重组多角度旋转三维成像,设备条件具备的应提供无缝拼接的全身血管整体像;(4)根据病变情况,提供病变区域血管局部原始图像或 MPR 重组像;(5)伪影不影响诊断。

(二)四肢血管三维动态增强 MRA 技术要点及要求

1. 线圈:体部或心脏相控阵线圈、下肢线圈、表面线圈、软线圈等。

2. 体位:仰卧位,头先进或足先进。上肢血管一般采用头先进,下肢血管采用足先进或头先进均可。大腿和小腿血管一起扫描时,适当垫高小腿使之与大腿血管处于同一水平面。

3. 方位及序列:一般行冠状面扫描,选用三维扰相梯度回波序列。

4. 技术参数:三维块厚度刚好覆盖靶肢体血管及其分支前、后区域为准,适当提高空间分辨率进行采集。层厚 1.0~1.5 mm,FOV (300~450) mm×(300~450) mm(视靶血管范围而定),TR 及 TE 均选最短。激励次数 1.0 或 0.5。多段扫描时各段的序列及参数相同并保持联动锁定状态。

5. 图像要求:(1)显示肢体末端血管;(2)血管靶时相准确,动脉像无静脉像污染;(3)背景组织信号抑制良好,血管对比剂浓度饱满;(4)提供各段、各期血管后处理 MIP 重组三维像,并多角度旋转,设备条件具备的应提供无缝拼接的血管整体像;(5)双下肢血管成像显示范围应包括双侧髂动脉起始部至足背动脉;(6)伪影不影响诊断。

专家共识协作组成员(按照姓氏拼音顺序排序):付海鸿(中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院放射科);高宏(中华放射学杂志编辑部);高剑波(郑州大学第一附属医院放射科);黄仲奎(广西医科大学第一附属医院放射科);雷子乔(华中科技大学同济医学院附属协和医院放射科);李文美(广西医科大学第一附属医院放射科);李真林(四川大学华西医院放射科);龙莉玲(广西医科大学第一附属医院放射科);卢光明(南京军区总医院放射科);倪红艳(天津市第一中心医院放射科);石明国(第四军医大学西京医院放射科);徐克(中国医科大学附属第一医院放射科);杨正汉(首都医科大学附属北京友谊医院放射科);于群(华中科技大学同济医学院附属协和医院放射科);余建明(华中科技大学同济医学院附属协和医院放射科);曾勇明(重庆医科大学附属第一医院放射科)

参 考 文 献

- [1] 杨正汉,冯逢,王霄英.磁共振成像技术指南——检查规范、临床策略及新技术应用[M].2版.北京:人民军医出版社,2013:453-454.
- [2] 张龙江,卢光明,祁吉.关注含钆MR对比剂与肾源性系统性纤维化的关系[J].中华放射学杂志,2007,41(10):1142-1143. DOI:10.3760/j.issn.1005-1201.2007.10.036.
- [3] Aran S, Shaqdan KW, Abujudeh HH. Adverse allergic reactions to linear ionic gadolinium-based contrast agents: experience with 194, 400 injections[J]. Clin Radiol, 2015, 70(5):466-475. DOI:10.1016/j.crad.2014.12.011.
- [4] 黄仲奎,龙莉玲,李文美.医学影像检查操作技术[M].北京:人民军医出版社,2009:114-160.
- [5] 余建明.医学影像技术学[M].3版.北京:科学出版社,2014:385-444.
- [6] 余建明.实用医学影像技术[M].北京:人民卫生出版社,2015:856-866,928-1094.
- [7] 石明国,王鸣鹏,余建明.放射医师临床工作指南[M].北京:

- 人民卫生出版社,2013:352-497.
- [8] 中华放射学杂志编委会.头颈部CT、MR扫描规范指南(修改稿)[J].中华放射学杂志,2007;42(9):996-999. DOI:10.3760/j.issn.1005-1201.2007.09.030.
- [9] 高元桂,蔡幼权,蔡祖龙.磁共振成像诊断学[M].北京:人民军医出版社,1992:15-19.
- [10] 郝晶,李坤成,李可,等. Alzheimer 病视觉注意缺陷的功能 MRI 研究[J]. 中华放射学杂志,2005,39(5):453-458. DOI:10.3760/j.issn.1005-1201.2005.05.001.
- [11] 朱文珍,漆剑频,申皓,等. MR 磁敏感成像技术在脑部血管性病变中的应用[J]. 中华放射学杂志,2007,41(10):1040-1044. DOI:10.3760/j.issn.1005-1201.2007.10.009.
- [12] 夏海坚,孙晓川,唐文渊,等. 质子 MR 波谱对弥漫性轴索损伤的诊断价值[J]. 中华放射学杂志, 2007,41(4): 358-362. DOI:10.3760/j.issn.1005-1201.2007.04.007.
- [13] 周林江,沈天真,陈星荣. 磁共振扩散加权成像在超急性期脑梗死诊断中的应用[J]. 中华放射学杂志,2002,36(3):215-218. DOI:10.3760/j.issn.1005-1201.2002.03.006.
- [14] Neumann-Haefelin T, Witsack HJ, Wenserski F, et al. Diffusion- and perfusion-weighted MRI. The DWI/PWI mismatch region in acute stroke[J]. Stroke, 1999, 30(8):1591-1597.
- [15] 王秀河,黄耀熊,黄力,等. 动态增强 MRI 在垂体微腺瘤诊断中的应用研究[J]. 临床放射学杂志,2005,24(3):202-205. DOI:10.3969/j.issn.1001-9324.2005.03.003.
- [16] 李文美,黄仲奎,龙莉玲,等. 高场及超高场磁共振内耳水成像质量比较[J]. 广西医科大学学报,2010,27(4):598-599.
- [17] 李文美,黄仲奎,龙莉玲,等. 面神经 MRI 的三维-T₁WI 序列应用价值探讨[J]. 广西医科大学学报,2010,27(3):422-423.
- [18] 张礼荣,王德杭,王冬青,等. 血管压迫性三叉神经痛责任血管的 3.0 T MRI 研究[J]. 中华放射学杂志,46(6):494-499. DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2012.06.003.
- [19] Nael K, Fenchel M, Saleh R, et al. Cardiac MR imaging: new advances and role of 3T[J]. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2007, 15(3): 291-300. DOI:10.1016/j.mric.2007.08.002.
- [20] Kramer CM. Role of cardiac MR imaging in cardiomyopathies [J]. J Nucl Med, 2015, 56 Suppl 4: 39S-45S. DOI:10.2967/jnumed.114.142729.
- [21] 程流泉,高元桂,孙玮,等. 磁共振冠状动脉成像定位方法[J]. 中华放射学杂志,2003,37(11):1016-1020. DOI:10.3760/j.issn.1005-1201.2003.11.012.
- [22] 黄仲奎,龙莉玲. 慢性肝病与肝癌 MSCT 及 MRI 诊断[M]. 北京:人民卫生出版社,2012:44.
- [23] Yu PY, Chen MH, Ou HY, et al. Magnetic resonance angiographic inflow-sensitive inversion recovery technique for vascular evaluation before liver transplantation[J]. Transplant Proc, 2014, 46(3): 682-685. DOI:10.1016/j.transproceed.2013.11.043.
- [24] 卢光明. 动态对比增强 MRI 的应用与进展[J]. 中华放射学杂志,2015,49(6):406-409. DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2015.06.003.
- [25] 金雁,张娅,李鸥,等. MRI 定量动态增强参数在宫颈鳞癌病理分级中的价值[J]. 中华放射学杂志,2015,49(5):360-363. DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2015.05.009.

(收稿日期:2016-01-19)

(本文编辑:张晓冬)