

空间无限 理念无疆——MR 影像学新技术评议

李小明

【中图分类号】R445.2 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2019)10-1061-02

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2019.10.001

本期“MR 影像学新技术”专题刊登了一系列各系统或领域 MRI 新技术临床应用的文章共 7 篇。这些 MRI 新技术及其应用的成果是令人振奋的,其前途和未来值得关注。

胰腺癌 cDWI

DWI 是临床广泛应用的 MRI 技术。使用高 b 值可增加病灶检出。但高 b 值图像存在信噪比低、图像变形、扫描时间长等问题。计算 DWI (computed DWI, cDWI) 的出现有望解决上述问题。cDWI 是一种数学计算技术,在至少两个 b 值 DWI 的基础上,通过逆向计算,能获得任意 b 值 cDWI 图像。cDWI 不仅能节省扫描时间,还能抑制背景噪声。比之直接获得的 DWI 图像, cDWI 具有更好的图像质量,特别是在高 b 值时更具优势。

当胰腺导管腺癌(pancreatic ductal adenocarcinoma, PDAC)位于胰头或胰体时,由于远端胰腺发生梗阻性胰腺炎,显示为高信号。低 b 值 DWI 常常无法清晰显示 PDAC 病灶,而高 b 值 cDWI 有望增加 PDAC 病灶对比。梁亮等评估了 82 例 PDAC 的 cDWI 表现。通过各种计算 b 值评估 cDWI 图像质量,并计算 PDAC 周围正常组织信号间的比率。研究表明胰腺病变应用 cDWI 技术时,计算 b 值为 $c1000 \sim c1500 \text{ s/mm}^2$ 能够维持图像质量,并提高胰腺癌显示。因此建议使用 b 值 $1000 \sim 1500 \text{ s/mm}^2$ 。

脑出血 MDI

SWI 存在一种扩大效应,即强磁化率组织的显示范围要比实际尺寸大。对于面积较大、铁沉积水平较高的出血灶而言,这种扩大效应会导致对出血灶大小估计错误。 T_2^* 定量成像技术通过采集多个 TE 下的幅值信号,并对信号-时间曲线进行拟合计算(线性拟合或指数拟合)得到 T_2^* 弛豫时间。使用信号拟合方法时,计算误差会降低 T_2^* 定量图的信噪比、准确度,

甚至造成局部数值突变。新型的多维度集成(multi-dimensional integration, MDI) T_2^* 定量计算方法利用复数形式的回波信号进行计算,利用相位阵列线圈的通道维度提升 T_2^* 定量准确度。MDI 对原始图像的噪声以低 T_2^* 值形式进行传播能有效降低 T_2^* 数值突变现象,可获得更接近真实数值的结果。

吴宗山等对 89 例脑出血患者进行多回波 SWI 数据采集后,使用 MDI 算法以及常规的线性拟合与指数拟合算法获得 T_2^* 定量图。研究发现 MDI 的图像质量及出血灶检测敏感度高于线性拟合以及指数拟合。研究表明 MDI 算法可以稳定、快速地获得定量准确且数值可靠的 T_2^* 定量图,可以为临床颅内出血诊断提供更准确、更可靠的信息。

舌癌 SWI

舌部 SWI 技术罕见报道。舌癌易与舌部静脉畸形产生混淆。非常有必要在术前无创准确判定舌部疾病的性质以及预判恶性程度。杨星等对 23 例舌鳞状细胞癌及 13 例舌动静脉畸形进行三维 SWI 扫描。观察舌癌是否具有磁敏感信号区域(intratumoral susceptibility signal intensities, ITSS)以及 ITSS 的数量。

研究发现舌癌 ITSS 检出率低于静脉畸形,且 ITSS 的形态及数量均不同于静脉畸形。早晚期舌癌的 ITSS 也不相同。并建议对舌癌进行增强 SWI 扫描。

DSI

中枢神经系统大脑白质研究中最常用的成像方式是 DTI。但 DTI 空间分辨率不足,部分容积效应突出,无法精确追踪出白质内的交叉纤维。扩散频谱成像(diffusion spectrum imaging, DSI)具有高角度和高空间分辨率,可精确显示神经纤维交叉、缠绕等细微连接。梁丽红等对 DSI 的原理及研究现状进行了综述。

DSI 可精确揭示大脑、小脑白质纤维复杂多样连接形式,无创性可视化人类脑回路;能发现常见的精神障碍性疾病患者的脑区功能连接及脑网络结构等方面的异常;能检测出神经系统退行性疾病轴突及其髓鞘

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科

作者简介:李小明(1963—),女,武汉人,教授、主任医师、博士生导师,主要从事骨肌系统影像诊断和磁共振诊断及技术的相关医教科研工作。

的改变;对缺血性脑卒中、代谢性疾病及癌症化疗等患者的脑网络结构改变与其相应的临床症状相关性做出了很好的解释等等。DSI 是 DTI 的基础上进一步延伸,能够更好的反映脑白质微观结构以及更精确的显示复杂大脑白质纤维结构。

PNE 静息态

静息态功能磁共振主要反映自发脑活动,特别适用于儿童原发性夜间遗尿症(PNE)群体。度中心度(degree centrality,DC)是静息态 fMRI 数据分析的方法之一,可以用来描述网络节点重要性。节点 DC 值发生改变意味着该节点与其它节点间的功能同步性出现异常。张静等纳入 22 例 PNE 患儿及 33 例健康对照进行静息态 fMRI 扫描,计算 DC 值。结果表明遗尿组核心节点神经元活动同步性及与相关脑区间的连接发生异常,多处核心节点及相关脑区 DC 值改变。

子宫内膜癌 IVIM 与 DCE 相关性

盆腔 MR 检查是目前子宫内膜癌(endometrial cancer,EC)诊治指南中推荐的术前评估方法。其中动态增强扫描(dynamic contrast-enhanced,DCE)可以有效提升病灶检出率。体素内不相干运动(intravoxel incoherent motion,IVIM)DWI 基于多 b 值双指数模型,可以评估组织内因毛细血管微灌注产生的伪扩散系数 D^* 及灌注系数 f,并得到单纯水分子扩散系数 D。林澄昱等探索子宫内膜癌 IVIM 定量参数与 DCE-MRI 定量参数的相关性。纳入 36 例子宫内膜癌患者行 IVIM 及 DCE 扫描。发现 IVIM 定量参数,尤其灌注系数 f,与 DCE 模型中重要参数存在一定相关性。

脑缺血 CAT-QSM+qBOLD

众所周知,脑梗死早期存在缺血半暗带,属于潜在可挽救的脑组织,其特点是氧摄取分数(oxygen ex-

traction fraction, OEF)增加,以维持脑氧代谢率(cerebral metabolic rate of oxygen, CMRO₂)的平衡。磁共振氧代谢成像有助于急性缺血性脑卒中患者的评估、缺血半暗带的快速准确识别。张顺等阐述了基于磁共振定量磁化率成像(quantitative susceptibility mapping, QSM)的脑氧代谢成像技术基本原理及初步应用。

利用 QSM 成像测量动脉、静脉磁化率的差异,结合三维动脉自旋标记(3D-ASL)序列计算得到的 CBF 即可计算估计脑氧代谢相关参数。最新的脑氧代谢参数计算方法同时利用 QSM 采集序列中的相位及幅度信息,联合运用 QSM 及 qBOLD(QSM+qBOLD)计算方法,同时利用多回波的幅度信号随时间演变的聚类分析方法(cluster analysis of time evolution, CAT)来计算 OEF,可明显提高图像的信噪比,理论上较其它模型更加准确。基于 CAT-QSM+qBOLD 模型来计算脑氧代谢参数的基本理念是将具有相同幅度信号衰减特征的体素作为一个聚类(cluster),采用特定的算法将全脑的体素分为若干个不同的组,再分别对不同的组作为一个整体来计算 OEF。

脑梗死与对侧正常区域相比,OEF 升高代表缺血组织存在代偿;当 OEF 出现减低时,预示着这部分脑组织将发生不可逆性脑梗死。基于 QSM 序列的 CAT-QSM+qBOLD 模型计算脑氧代谢参数提供了脑氧代谢信息,有助于明确脑缺血的病理生理状态及周围是否存在缺血半暗带,为急性缺血性脑卒中的精准影像评估提供了基础。

总之,以上各系统 MR 新技术的应用是目前 MR 技术提升、发展的缩影,它通过新的数学计算技术、常用序列的修饰改进或传统扫描序列信号的部分提取聚类分析计算等新理念、新技术使形态结构和功能评估更敏感,更具特异性,并预示其发展的空间更深、更广,将受惠于患者和社会。

(收稿日期:2019-10-06 修回日期:2019-10-09)