



RSNA2012 胸部影像学

李志伟, 袁思殊, 马小玲, 罗彦, 夏黎明

【摘要】 2012 年的 RSNA 胸部研究热点主要集中在 COPD 肺功能的影像学评估、肺肿瘤的诊断和鉴别诊断、胸部低剂量 CT 扫描技术及肺栓塞的影像诊断, 重点是肺特殊气体应用、PET-CT 与 MRI-PT 的对比研究及肺能谱 CT 的应用等。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 磁共振成像; 放射摄影术; 肺肿瘤; 肺部疾病; 肺功能; 肺栓塞

【中图分类号】 R445.2; R814.42; R735 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)02-0118-09

2012 年的 RSNA 科学报告胸部的研究热点主要集中在 COPD 患者肺功能的影像学评估、肺肿瘤的诊断及胸部低剂量成像技术, 并提出了一些新的重建算法。现简要介绍如下。

COPD 及肺功能评价

1. 以特殊气体为对比剂的肺部 CT 和 MRI

一些学者利用特殊气体作为对比剂对肺功能进行评估, 在保证安全性的同时, 进行定量测量, 并分析测量结果与肺功能的关系。用于成像的气体包括¹⁹F(氟气)、¹²⁹Xe(氙气)、³He(氦气)、氩气(Kr)等。不同气体、不同成像手段所得到的定量测量结果多数与肺功能结果具有较好的相关性。

¹⁹氟增强 MRI 示健康人肺内气体呈不均匀分布, 而肺病患者不均匀性增加, 并能显示肺病患者呼气后的空气滞留。Yoshiharu 等使用氧增强 MRI 评估结缔组织病的肺功能和疾病严重程度, 计算氧增强 MRI 的相对强化比率(RER), 发现 RER 与肺功能参数、因子 KL-6、疾病严重程度显著有相关性。而 Juliana 等使用¹²⁹氙增强 MRI 发现健康成人肺的氙气溶解相信号呈明显的前-后梯度分布, 而 COPD 患者这种趋势减弱、紊乱或倒置, 提示其肺功能储备降低。Jame 等同样使用氙气进行双源双能量 CT 成像, 发现健康人吸入氙气呈均匀分布, 而肺气肿患者肺部氙气总量减少且分布不均, 肺气肿患者平均氙气强化值明显减低, 并与第一秒用力呼气容量(FEV1)、第一秒用力呼吸容量(FEV1)/最大肺活量(FVC)、峰值流速(%FEV1)有明显正相关关系。James 等使用³氦增强 MRI 发现在仰卧位时, 肺的后部较前部肺泡密度多 15%, 而腺泡管内径小 17%, 肺尖与肺底部也存在类似的差异。Jeong 等使用氦气增强双能 CT 对 5 只新英格兰白兔成像, 发现 50% 或 60% 的浓度能达到均匀增强的效果, 并认为此浓度的氦气比较适合于通气成像。

2. 肺灌注成像

MR 灌注成像在评价 COPD 患者肺部灌注异常方面显示了良好的可重复性, 并与肺功能检查和 CT 有较高的一致性。Mathieu 等使用不屏气无心电门控的稳态自由进动序列 MRI

肺灌注和通气成像, 发现此方法具有良好的可重复性, 可用于临床。Katja 等使用动态增强 MRI 比较了局部肺实质灌注的定量和半定量的测量结果, 发现其观察者内和观察者间的变异系数均小于 10%, 有助于临床非侵入性的、定量评估与肺灌注异常相关的疾病, 信号强度及其上升斜率可以作为反映局部肺血流量的指标。Yi 等使用 3D 部分并行采集动态增强 MRI 评估 COPD 患者局部肺灌注, 并将灌注参数与肺功能测试结果相比较, 发现 COPD 患者在 MR 灌注图像上产生了斑驳的灌注缺损。肺功能测试值(%FEV1、FVC、FEV1/FVC)与绝大部分 MRI 灌注参数(信号强度比、灌注缺损信号强度、最大上升斜率等)有明显相关性。以信号强度比(RSI)和肺功能测量参数的相关性最高。3D-DCE MR 灌注成像定量评价 COPD 患者肺灌注参数和肺功能是可行的。Subba 发现健康志愿者与各阶段 COPD 患者的 MR 灌注参数之间有明显差异, 各级 COPD 患者之间的信号强度比(RSI)亦有不同程度的差异。MRI 灌注成像参数值能反映 COPD 的严重程度, RSI 在鉴别正常肺与中度肺气肿时比 HRCT 容积参数更加敏感。

Subba 等用 CT 灌注扫描发现不同的 COPD 表现型有不同的灌注缺损(PD)模式和 rHU 值(rHU = 异常区域 HU/正常区域 HU), 不同表现型的 rHU 值与 FEV1/FVC 呈正相关。rHU 可进一步用于评价 COPD 不同表现型的肺部病变区域的功能丧失。

3. 常规影像检查手段

Takehiko 等使用动态 X 线检查来评估 COPD 的严重性, 即在静息状态下进行潮式呼吸, 10s 内使用 7.5 帧/s 脉冲式 X 线进行数据采集, 计算相应肺部小区域的每个通气相的最大差值, 用吸气相的峰值和呼气相的峰值之比计算局部相对流动速度比, 结果显示, 健康人及不同程度的 COPD 之间差异有显著性意义, 这种新方法可以被用于评估 COPD 的严重程度。Felix 等对小鼠肺气肿模型进行 X 线暗视野散射成像(X-ray dark-field scatter imaging), 与肺功能测试结果及组织病理学检查结果对比分析, 显示此技术可以通过整合 X 线的吸收和散布对肺气肿进行定位。

CT 定量评估肺气肿方面有多种方法, 包括吸气相肺 CT 值(低于 -900 ~ -995 HU 的区域)测量、参数反应图(PRM)、衰

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: 李志伟 (1985—), 男, 江西南昌人, 博士研究生, 主要从事心脏 MR 成像和诊断工作。

减-容积指数(AVD)、吸气/呼气相密度图、4D动态低剂量CT仿真支气管镜等。MRI评估肺气肿方面,James等利用超回波时间序列进行成像,分别使用四组参数(TR/TE):A:10/5ms,B:20/10ms,C:30/15ms,测量感兴趣区T2*值,发现A组与第一秒用力呼气容积比的相关系数最高。C组不同程度COPD的吸烟者T2*值差异最明显。使用多组参数的UTE可以用于评价吸烟患者肺功能及临床分期,较短的TE是多组参数UTE成像中重要组成部分。Katherine等发现COPD患者与健康志愿者的支气管憩室发病率相似,支气管憩室的数量与吸烟量及COPD严重程度无关。

对COPD的严重程度的评估,Katherin等利用纹理特性的自动分类方法能够完全正确地判断患者是否有肺气肿。尽管正常与“吸烟者肺”,小叶中央型与间隔旁型肺气肿的肺纹理特性有相互重叠部分,但是这4种肺纹理有明显差异。据此,可对吸烟所致肺损伤进行分类并对严重程度进行定量。Mizuho等通过3DCT成像发现肺气肿低密度区的分布大小服从幂定律,肺低密度区的百分比及此幂定律的指数均与肺功能测试结果明显相关。Jordan等发现当前吸烟患者的%LAA(以-950HU为临界值,肺部低于此CT值区域占全肺体积的百分比)明显较以前吸烟的患者低。MeiLan和James等使用PRM能对小气道疾病和肺气肿进行区分,发现小气道异常多见于COPD早期,而肺气肿多见于更严重的阶段,他们认为PRM可以作为监控COPD患者病情发展的一个指标,能够提供疾病的病灶量、分型和疾病发展及空间分布等信息。Katherine在稀疏表示纹理基元学习的基础上(texton learning via sparse representation)发明了一种新型的计算机辅助肺气肿分型方法,与高分辨力CT(HRCT)结果高度一致。通过这种新方法,肺气肿的分型准确性将大大提高。作者还在吸气相CT上测量气道壁厚度和肺气肿的程度,在吸气/呼气相扫描测量肺气肿和空气滞留程度。发现前者能更好的评估肺功能。Katherine在不同病情程度的COPD患者中测量呼气末平均肺衰减/吸气平均肺衰减(MLA E/D)比值,发现其与用力残气量/肺总量(FRC/TLC)比值有明显相关性。随着COPD病情的加重,上述相关性发生显著变化。

在评价空气滞留方面,Katherine应用CT吸气/呼气相密度图检测肺移植患者空气滞留情况,发现其与患者肺功能检查的一致性明显优于呼气相基于阈值的方法。CT值差值 ≤ 140 HU、阈值 $-910 \sim -700$ HU时,CT吸气/呼气相密度图与肺功能检查结果的一致性最好。James等使用衰减-容积指数(AVD)评价COPD患者的肺叶空气滞留发现AVI值随着COPD的严重程度减少且变异系数较小,可以作为评估COPD严重程度的定量指标。

在评估COPD患者气道塌陷方面,Katherine等研究显示4D动态低剂量CT仿真支气管镜(4D DLD-VB)技术能显示气道塌陷,且COPD越严重气道塌陷也越严重。Diana等发现COPD患者合并代谢综合征时呼气管道塌陷更明显、呼吸质量更差、运动能力减低,这可能说明代谢综合征与包含呼气管道塌陷的炎症性气道表型之间的关系。Prachi发现吸气/呼气相CT上测量气道的形态学参数(Pi_{10} ,吸气相周长为10mm的气道管壁所占百分比)能更好的鉴别伴有和不伴有动态肺过度充气COPD患者。

Song等分析了GOLD-U(GOLD标准未归类的COPD患者)的CT表现,发现GOLD-U患者膈肌膨出更加普遍,且气道壁增厚、呼吸时空气滞留、小叶中心小结节、网状结构异常、隔旁肺气肿、线样肺不张、驼背及胸廓内横径较小等表现更明显。胸廓内横径与GOLD-U明显相关。在吸烟者中胸壁的异常和肺实质疾病与GOLD-U状态有关。

肺肿瘤或结节病变

1. 非小细胞肺癌

针对非小细胞肺癌,许多学者做了大量细致的工作。在诊断方面,Yoshiharu等使用3T快速3D和双压脂(DFS)全身DWI,能准确评估非小细胞肺癌术后复发,且其效果明显优于未使用此技术的全身DWI、FDG-PET/CT及传统放射学检查。Ivan等发现PET-MRI用于诊断非小细胞型肺癌N分期的价值与CT相似,对诊断淋巴结转移和远处转移的敏感性和特异性还需更多数据来证明。Haiping等分析了213例非小细胞肺癌的 18 F-FDG PET-CT检查结果,发现目视判读和SUVmax对纵隔淋巴结分期均有较好的诊断准确性,但是目视判读法特异性和准确性要高于最大标准摄取值(SUVmax)。Chin等使用全身MRI-PET配准图像对非小细胞肺癌进行术前分期,发现在持续6个月的随访中,MRI-PET配准图像术前分期并未能比PET-CT联合头颅MRI发现更多的纵隔和胸腔外转移。在对非小细胞肺癌术前分期方面,除了能减少辐射暴露以外,MRI-PET相对于PET-CT联合头颅MRI可能并无其它优势。James比较横轴面和多方位CT在评估手术前的肺癌T分期的效果,结果显示多方位重组图像与单纯横轴面图像相比,并不能提高对肿块大小的诊断准确性。Friedrich使用CT灌注成像分析非小细胞肺癌的血供,发现其变异很大,且在灌注分析时须同时考虑体循环动脉和肺循环动脉输入函数,只单独考虑其中之一可能会低估肿瘤的血流量。肿瘤整体的血流不能通过单个的输入算法来估计,因为二者相对贡献是不可预知的。Edith等发现非小细胞肺癌在PET、CT上不同的表现可能与肿瘤不同的miRNA表达有关,这可能是一种非侵袭性诊断非小细胞肺癌的可选诊断方法。

在治疗及监测方面,Gregory等发现在治疗不能手术治疗的非小细胞性肺癌时,螺旋断层放疗(HT-SBRT)和基于直线加速的放疗(LA-SBRT)都能充分覆盖病灶,HT-SBRT能使脊髓或者食管所受的照射较少,照射的肺容积更大。Mizuki等用CT定量评估肿瘤的体积,发现在表皮生长因子受体(EGFR)突变的高级非小细胞肺癌患者,使用一线EGFR酪氨酸激酶抑制剂,第8周肿瘤体积减少的比例与整体生存期有相关性。Takaaki等认为不能手术的I期非小细胞肺癌患者行冷冻消融术是一种安全有效的治疗方法,其5年生存率($69.7\% \pm 12.7\%$)高于文献报道的射频消融和放疗,但稍低于亚肺叶切除术。Katherine随访100例晚期非小细胞肺癌患者,发现CT测量的肿瘤大小不能预测患者的生存时间,应用更精确的方法测量肿瘤体积也不能提高对生存时间的预测能力。此结果与较早的相关文献结果一致,进而提示患者治疗后肿瘤大小的变化并不是决定治疗决策的有效指标。

2. 肺腺癌

Hyun-Ju等发现在薄层CT上,有表皮生长因子受体(EG-

FR)突变的肺腺癌表现出高的 GGO%(GGO 容积百分比,即磨玻璃样阴影占整个病灶的比例,平均 51%)。在组织学上,鳞屑样特点出现概率非常高。GGO%随着 EGFR 复制的数量而增加,然而,在野生型 EGFR 腺癌中并未发现此趋势。高 EGFR 基因复制数量的肺腺癌患者 I 期的比例和 2 年生存率明显低于其它基因复制数量的患者。Christopher 分析了 EGFR 突变和肺腺癌组织学亚型的关系及其 CT 特点,发现 21 外显子突变常见于贴壁状为主的腺癌(原位癌、低侵袭性腺癌、贴壁为主的侵袭性腺癌),而在腺泡性、乳头状、微乳头状为主者以实性为主,侵袭性黏液腺癌相对少见。外显子 21 错义突变的 GGO%明显高于 EGFR 野生型肿瘤和外显子 19 错义肿瘤,EGFR21 外显子错义发生率伴随着 GGO 体积百分比的增加而增加,三者的肿瘤总体积无明显差异。CT 特点和 EGFR 突变有助于肺腺癌的分类。

在诊断方面,Christopher 等发现对于肿瘤小于 7cm 或更小的肺腺癌而言,HRCT 上腺癌的实质成分(除去 GGO 区域)的大小比肿瘤总大小更有助于评估病理学的恶性程度(依据淋巴结转移、血管、淋巴管或胸膜侵犯判断)。肿瘤边界模糊、高 SUVmax、低肿瘤瘤值强烈提示 MP+(含微乳头)腺癌。这些特点和定量生物学指标能预测 MP+并可根据肿瘤病灶内 MP 的比例进行分级。Jing 等发现依据最新国际肺癌研究学会、美国胸科学会和欧洲呼吸学会(IASLC/ATS/ERS)腺癌分型,贴壁型和浸润性黏液型 FDG 摄取低于腺泡型和实质型,乳头状型也可以与贴壁型区分。然而,不同组织病理学亚型的 EGFR 状态和 SUVmax 无统计学相关性。¹⁸F-FDG PET-CT 是否能用于预测 EGFR 突变及检测病灶对酪氨酸激酶抑制剂(TKD)的反应尚需进一步研究。James 等发现有间变性淋巴瘤激酶(ALK)改变的肺腺癌患者比没有 AKL 改变的肺腺癌患者年轻,且其与吸烟有明显相关性,其腺癌分化程度较无 AKL 改变的低,而 SUVmax、肿瘤大小、密度在两组间无明显差异。有 ALK 改变的肺腺癌患者肿瘤毛刺征少于无改变者。Hee 等发现浸润性肺腺癌和浸润前期结节的平均衰减、方差、体积、偏态、峰态和熵值都有显著不同,浸润前期结节具有比浸润性肺腺癌更高的峰态和低的熵值,从而说明计算机分析的 CT 参数中峰态和熵在半实体结节中对区分浸润性肺腺癌和浸润前期结节的价值较高。Eun 等研究显示非吸烟者的磨玻璃密度肺腺癌多发生于双肺上部(右肺上叶及左肺固有上叶)。双肺上部的磨玻璃密度肺腺癌与双肺下部(右肺中叶、下叶、左肺舌叶及下叶)相比,较大且含有较多实性成分。Opeyemi 等发现应用自动阈值分割技术(ATs)测量肺腺癌实性部分所占比例(体积及质量)的结果稳定可靠,并有助于鉴别肺腺癌的组织学亚型。肺腺癌不同组织学亚型中肿瘤实性部分所占比例依次为原位腺癌及微浸润性腺癌<贴壁为主型腺癌<其他浸润性腺癌。Edith 等发现病灶边缘的形态、病灶实质部分和磨玻璃样部分的比例均与肺腺癌的组织学生长类型有明显的关系。实变为主的腺癌常常边缘光滑并且在 CT 上表现为实变影,然而鳞屑样为主的腺癌边缘模糊,常位于外周,可见支气管充气征,磨玻璃影面积较大。此外,非球状肿瘤生长预示消极的存活期。这些 CT 形态学参数与肺腺癌的组织类型有关。可以根据活检数据和放射成像对不能切除的肿瘤预先判断组织学类型。

Christopher 对 26 例外科切除多个肺腺癌之后的患者进行

20~127 个月的随访,发现未切除的纯磨玻璃样结节(pGGNs)在长期随访 5 年中常常会增大,但均无引起转移或导致患者死亡。故对未切除的 pGGNs 长期随访是有必要的,但无需短间隔重复 HRCT 检查。

3. 其他肺结节病灶

在对肺结节的诊断和随访方面,Marjolein 等研究发现将最佳倍增时间(VDT)截止值从 400 天改为 210 天,能够减少诊断的假阳性,并且不改变对肺癌的诊断敏感性。Yingru 等应用 3 种不同的软件包半自动测量仿真人体模型与肺癌筛查患者中肺部结节的体积和体积倍增时间(VDT)时发现,不同软件包的测量结果有明显差异,进而可导致肺部结节良恶性分类的不同。因此,不同肺部结节体积测量软件包的标准化十分必要。James 等发现体积、体积/直径比、球度均可以用于预测结节的良恶性,其中前两者较为准确。Hyungjin 等的研究结果显示,对 GGN(<2cm)体积、衰减值和质量的测量,观察者之间和观察者内差异很小。导致 GGN 测量差异的形态学因素包括:① GGN 边界是否清楚;② 结节是纯 GGN 还是混杂 GGN。Gregory 等在使用 CT 对肺部结节进行随访复查时,扫描结节-肺底这个区域价值不大;即使是位于双肺下部的结节,扫描野从肺尖到以预测结节位置为圆心、半径 6cm 的区域,便能可靠的找到结节。使用这种扫描方法,可以减少大概 80%的辐射剂量。Ying 等研究显示,肺部性质不明的结节在随访过程中是否消失与以下两点相关:① 结节与肋胸膜的距离;② 结节的边缘。距肋胸膜远、边缘不光滑的结节在随访过程中消失的可能性大。由此可见,肺部一过性结节与恶性结节有相同的 CT 征象。75.8%的肺部一过性结节在 3 个月内消失,93%在两年内消失。因此,对于肺部性质不明的结节 3 个月复查 CT 可以鉴别出大多数的一过性结节。Jane 研究显示肺外恶性肿瘤患者肺部 GGN 大约有一半是一过性的。一过性肺部 GGN 通过薄层 CT 征象及临床特征可以很准确地诊断。随访过程中发现的边界不清、呈多形性的 GGN 多为一过性结节,作者还应用胸部 X 线片骨抑制图像防止了骨性组织的重叠投影,提高了对肺部结节特别是中度明显的结节的检出率。Sang 等发现对于纯磨玻璃密度结节(GGN),直径<10mm 是鉴别浸润前病变(不典型腺瘤样增生及原位腺癌)与浸润性肺腺癌的特异性指标。对于混杂 GGN,浸润前病变与浸润性肺腺癌的区别在于前者较小、实性部分较少,无分叶征及毛刺征。

Johan 等研究显示,动态增强 MRI 的时间-信号曲线诊断肺部结节/肿块的敏感度、特异度及符合率分别为 96.3%、68.8%和 90.0%,进一步结合 ADC 值,诊断的敏感度、特异度及符合率将上升至 96.3%、100.0%和 97.1%。因此,结合动态增强 MRI 和 DWI 的检查有助于肺部结节/肿块的诊断。

Christopher 对 7 例 CT 值为负值但不明确的胸部结节进行 MRI 扫描,发现化学位移 MRI 是检测肺错构瘤内脂肪的重要手段,同时还发现肺错构瘤在 T₂WI 上呈高信号,在 DWI 上未见扩散受限。作者还对 44 例肺部病灶进行 DWI,发现肺部良恶性病变的 ADC 值有明显差异,最佳的分界值为 $1.20 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,其诊断敏感度 85%,特异度 70%,曲线下面积(AUC)为 0.836,有明显统计学意义。

Marc 等比较 DWI 与 T₁WI 和 T₂WI 对诊断肺结节的价值。在 CT 上检出的直径在 3~58mm 的 94 个结节,>10mm

的结节,所有MRI序列都能检出;但6~10mm的结节,DWI的敏感度是89%,与T₁WI相似(90%),但稍低于T₂WI(95%),从而肯定了DWI在肺结节诊断中的价值。

James等研究利用光谱CT的灌注血流容积(PBVs)成像,通过测量碘剂的浓度分布来评估肺血流和因肿瘤引起肺血流的变化。肺癌的远端肺实质的平均灌注血流容积明显低于相应部位正常肺组织,且PBVs与肺肿瘤的体积无相关性,而与肿瘤远端肺实质的PBVs有相关性。

Nunzia评估抗血管生成化疗前后肿瘤病灶的灌注变化。评价的CT参数包括肿瘤的血容量(BV)、毛细血管渗透指数(CP)。比较使用常规化疗(1组)和抗血管生成化疗(2组)后两组的参数。结果显示:1组治疗前后BV、CP均无明显该变,2组在治疗前与1个疗程后、1个疗程后与3个疗程后BV、CP均有明显变化,但3个疗程后与6个疗程后无明显变化。可以利用CT肿瘤灌注情况来评价机体对抗血管生成化疗的反应。

Yoshiharu等分别应用双输入最大斜率模型(NPDMS)和单输入最大斜率模型(NPSMS)定量评估首过灌注ADCT(area-detector CT)中肺部结节的灌注,并与PET-CT的肿瘤最大摄取值(SUV),以及首过动态增强MRI的最大强化率(MER)和强化率的最大斜率(MSER)相比较,发现在鉴别肺部结节良恶性方面,应用NPDMS分析首过灌注ADCT的诊断价值与首过动态增强MRI相当,并优于应用NPSMS分析首过灌注ADCT和PET-CT。

Katherine等发现支气管腔内肿瘤和分泌物可通过以下CT征象进行鉴别:大小、部位、形状、与支气管壁的夹角、是否含有气体或脂肪以及有无远端阻塞性病变。支气管腔内肿瘤在横轴面肺窗图像上的长径较大,多为分叶状,与支气管壁夹角小,病变内含脂肪,有远端阻塞性表现;而支气管腔内分泌物形状多不规则,长径在肺窗和纵隔窗上变化较大[(肺窗长径-纵隔窗长径)/肺窗长径],与支气管壁夹角大,多位于后壁,病变内含气体。

Jane等研究中央型肺癌患者能谱CT在支气管血管成像上的应用,显示49keV单能CTA对显示支气管动脉的起源、走行、分支及外形最佳,明显提高CNR,可为中央型肺癌的血供及介入治疗提供理论依据。

Munenobu分析114例肺孤立性结节发现,当PET和CT诊断结果不一致的时候,二者单独的诊断效能明显低于¹⁸F-FDG PET-CT(敏感度77.1%,特异度90.9%,符合率82.5%)。

Sriram对87例患者的98个在PET-CT检查时呈低或无FDG摄取的肺结节进行分析,恶性结节占28%,先期测试临床概率分数较高或SUV_{max}>1.5被视为中等风险,二者合并为高风险。联合先期测试临床概率分数明显提高了检查的准确性,估计敏感度达85%,特异度为77%。高风险组特异度增加至98%。

Miyeon等评估肺癌的表面生长因子(EGFR)变化、ADC、PET-CT测量的SUV_{max}值、GGO含量之间的关系。有EGFR变化的肺癌患者的ADC值明显高于无EGFR变化者,SUV_{max}值明显低于无变化者,GGO含量高于无变化者,但差异无统计学意义。可以证实低级别的肺癌具有EGFR变化。

Ko等研究显示肺类癌患者术前PET检查通常是阳性的,SUV与肿瘤的生物行为有良好的相关性,肿瘤直径

≥3.5cm、SUV≥6对恶性类癌的预测值是95%。

在肺部结节定位和活检方面:Jae等在电视胸腔镜(VATS)术前应用C-臂锥形束CT(CBCT)引导经皮钽剂标记,能够有效、方便、安全的定位肺部结节,有助于肺部小的或模糊结节的精确切除及诊断。Yong等研究显示阿司匹林加氯吡格雷双联抗血小板治疗(DAT)是经皮经胸肺活检后咯血的危险因素,而单一药物抗血小板治疗并不增加活检后咯血的危险。另外,女性、肺部结节小、位置深以及活检过程中使用切割针的患者活检术后易于咯血。严重咯血与DAT、GGN以及肺部结节位置深等因素有关。Eun等比较了CT引导下细针抽吸术和芯针抽吸活检术对小于1cm的肺结节的诊断效果,发现芯针抽吸活检术对肺部小于1cm的结节诊断效率比较高,诸如活检标本数小于2个、病变为良性、病变为磨玻璃样病变等因素明显增加了诊断的失败率。Bippan等比较CT引导下肺部结节的细针抽吸及芯针活检,结果显示芯针活检能提供更多的诊断标本,而并发症发生率两者相似。Narinder等研究显示CT引导光纤针导航系统抽吸活检肺部结节安全、有效。与既往观点不同,研究发现抽吸活检操作时间与病变大小无关。Cheng等研究显示,开放式MRI引导经皮经胸穿刺活检肺部孤立结节是一种有效、安全的诊断方法,并发症极少,可作为超声或CT引导活检的补充方法,值得进一步临床推广和应用。Jane等研究显示,1998-2010年总的胸部活检率下降,其中支气管镜活检及外科手术活检率下降而经皮穿刺活检率增高,可能是由于临床操作趋向于侵入性最小化、医疗报销制度的改革以及经皮活检实用性的增加,胸部CT检查率的提高似乎也与此有关。

在治疗及术后随访方面:Tadamasa等采用体部立体定向放射治疗(stereotactic body radiation therapy, SBRT)对未经病理诊断的82例(53例为实性结节,29例为磨玻璃样结节)肺癌患者进行治疗,发现复发的13例患者均为实性结节,磨玻璃样结节的患者均未见复发,3年存活率为79%。SBRT可以作为未经病理诊断肺癌患者治疗方法的一种选择。Deepinder等研究把照射剂量分为5份的SBRT作用于对化学治疗效果不明显的肺癌患者,发现SBRT是对化疗不敏感肺部肿瘤的一种安全有效的治疗方法,在前两年里能有效控制肿瘤(第一、二年肿瘤的局部控制率分别为93%和87%)。Trakul等回顾性分析50例立体定向消融放射疗法(SABR)治疗肺寡转移性肿瘤患者的资料,发现局部控制效果仅与肿瘤的组织学分型有关,除结肠原发转移至肺的肿瘤使用SABR治疗后局部控制明显较差外,其他病灶均有较好的局部控制效果及免于后期治疗。临床上SABR明显的毒副作用很少,仅1.9%的患者有3级的毒副作用,未发现4级以上的毒副作用。

Nikola分析47个肺部病灶SBRT治疗后的初步数据表明,如果生物剂量当量(biological equivalent dose, BED)>100Gy肿瘤能得到长期的局部控制且治疗相关的毒副作用很少。放疗体位的非门控¹⁸F-FDG PET-CT有助于描绘肺部病灶的内部目标体积(internal target volume, ITV),并有助于评估每日放疗前放置的误差。临床上使用SBRT疗法时为了获得长期控制,应该避免使用BED<100Gy的方案。

Michael等不同,发现转移性肺病变比原发病变对SABR更具有抵抗力,甚至比腺癌的局部控制更具有抵抗力。这种差异的放射生物学和分子学基础仍不清楚,所以治疗转移性病灶

的 SABR 治疗方案中可能需要更高的剂量以保证最大化的临床受益。

Takaaki 对 31 例病变含有 50% 或以上磨玻璃样成分的肺癌患者行射频消融治疗,除 1 例患者死于脑出血外,其他患者都在 (38±24) 个月的随访期中存活,整体生存率和肿瘤特异性生存率第 1 年为 100% 和 100%,第 3 年为 95.8% 和 100%,第 5 年为 95.8% 和 100%。肺部的射频消融是治疗毛玻璃样为主型肺癌的一种有效有段。Ammar 总结经皮冷冻消融后的肺恶性结节的 CT 表现:①1 个月后随访可以发现结节表面积增加,随后逐渐减低;②每个随访问隔结节密度均减低,密度增高往往意味着复发;③结节内消融的区域空洞形成,大部分在术后的 3~6 个月内形成。Eldin 使用增强胸部 MRI 参数病灶-肌肉(相同层面脊旁肌)信号比(LMS),能一种有效评估肺部转移病灶微波消融治疗后反应的指标。LMS<1 与消融后肿瘤体积减少相关(瘢痕形成),LMS>1 见于消融前肿瘤明显强化、消融 24h 后的炎症反应及肿瘤残留或进展。治疗后 3、6、9 和 12 个月的 LMS 值明显相关。

Yan 等使用 CT 光谱成像测量肺新生物射频消融(RFA)前后病灶的碘密度和水密度,发现两者在治疗前后有明显差异碘密度治疗前 (1.38±0.35)mg/ml,治疗后 (0.3±0.31)mg/ml,水密度治疗前 (121±16.9)mg/ml,治疗后 (109±13.2)mg/ml。此技术可以探测病灶射频消融后的坏死,是评估 RFA 疗效的有效方法。

Yumiko 等发现 FDG-PET-CT 标化 SUVmax 和 CEA 与术后肿瘤复发有统计学相关性,标化 SUVmax 的敏感度和特异度明显高于 CEA。故 FDG-PET-CT 用于诊断肺癌术后复发患者的效果更好。

Jose 等制定利用 FDG-PET-CT 定义大体肿瘤体积(GTV)的最佳量化方法,以用于原位进展肺肿瘤的放疗中。GTV 的计算:①医师根据 FDG-PET-CT 图像在放疗计划系统中的视觉分析,以此为金标准;②使用 2.5 的最大标准吸收值作为阈值,呈现原发病灶体积变化;③以原发病灶的最大标准吸收值的 40% 作为阈值,呈现病灶体积变化。三者结果分别是 109、129 和 63cm³。故使用 2.5 的最大标准吸收值作为阈值可应用于 GTV,因为其最接近于金标准。

Cristopher 使用半傅里叶采集单次激发 FSE 序列(HASTE)评估肺癌局部侵犯,发现 HASTE 序列对纵隔心血管、胸壁、膈肌的侵犯都有较高的诊断准确性、敏感性和特异性。

气道病变

Chang 等使用多排 CT 采集吸气/呼气以及吸入乙酰甲胆碱后的吸气相图像,并得到 3D 配准图像发现哮喘患者的空气容积变化在吸气/呼气相上明显减低,而且在吸入乙酰甲胆碱后更不均匀。局部容积变化的 3D 配准图或许能提供一种评价哮喘患者局部功能性的通气障碍、空气滞留和过度膨胀的指标。

Sumit 等基于 CT 定量分析气道近端和远端的重构,提出哮喘分型分型方法,定量测量的指标包括右上叶尖段支气管(RB1)的管壁体积(wall volume, WV)和腔内容积(lumen volume, LV)、平均呼气吸气肺密度比(MLD E/I),其中第一型

RB1 WV 和 RB1 LV 明显增加,但是 RB1%WV 降低。第三型 RB1 WV 和 LV 最小,但是 RB1%WV 最高。RB1 WA/BSA(体表面积)明显增高,而 RB1 LA/BSA 无明显变化。

Soo 等为评估非呼吸控制的 3D-CT 支气管镜对气管支气管软化(TBM)的应用价值。结果显示 VR 图像在诊断管腔狭窄或者完全阻塞的特异度及阳性预测值都较高,灵敏度及阴性预测值较低,诊断气管软化的特异度及阴性预测值高,但灵敏度及阳性预测值较低。非呼吸控制的 3D-CT 支气管镜对(TBM)诊断具有价值。

Hua 为研究儿童误吸异物 3DCT 的表现和临床特征,在收入实验的 590 例儿童中,1~3 岁人数最多,左右肺吸入异物比例是 1:1.05,常见并发症有肺气肿、肺炎、肺不张等,还有一部分未见有并发症,另外还有如纵膈积气、气胸、皮下气肿这样严重的并发症,最常见异物是花生与葵花籽,3DCT 对气管异物的诊断的灵敏度及特异度分别为 99.83% 和 99.89%。

Mark 等为研究利用回顾性呼吸门控电影 MRI,在睡眠呼吸暂停综合征患者中可以特异性记录气道收缩时的动力学特征,应用 3D 梯度回波序列,图像包括整个上呼吸道,将图像根据周围软组织和调控气道空间的波形切割成多层,做出直方图,记录 2 例 OSAS 患者和 7 例非患者气道扩张最大的时间点。结果显示对照组鼻咽至口咽有平稳的转化,病例组在气道收缩部位有个气促的变化,收缩以上和收缩以下层面几乎用了半个循环时间。结论是 OSAS 患者在气道收缩时在电影 MRI 上收缩以上和以下层面的转化异常,可以用此技术来提高诊疗。

血管病变

1. 肺栓塞

Yan 等分析了 CT 光谱成像定量碘分布图对急性肺栓塞的诊断价值,结果表明灌注缺损区(0.25±0.21mg/ml)和正常肺组织间的碘含量(2.15±0.67mg/ml)有明显统计学差异,碘灌注缺损区和 CT 梗阻指数高度相关。抗凝或溶栓治疗前后,碘灌注缺损区有明显的差别。CT 光谱成像可以定量探测肺栓塞,并能很好的评价其严重程度及治疗效果。Katherine 研究显示能谱 CT 碘基图在肺栓塞的形态学分析及定量评估肺血流及灌注缺损上都十分可靠。因此,在肺栓塞的诊断及随访中起重要作用。

James 研究肺栓塞计算机辅助检测系统对临床漏诊的肺栓塞的诊断价值。肺栓塞计算机辅助检测系统能准确检测 75.6% 的漏诊为急性肺栓塞的患者。

Jane 等根据患者血流动力学不同,进行个体化造影剂注射,明显提高了肺动脉栓塞患者 CTPA 的血管强化程度,同时减少了造影剂的使用量。

Ayaz 等使用 CTPA 前瞻性的评估急性肺栓塞患者血栓栓塞的溶解概率,对 99 名诊断为急性肺栓塞的患者进行 CTPA 检查,并在其接受抗凝治疗后进行 3 周~4 个月的 CTPA 随访。发现大部分患者(72%)血栓在随访期内完全溶解,超过 80% 的栓子在接受抗凝治疗后 3 个月内溶解。CTPA 随访有助于临床治疗方案的制定。

Francois 在疑诊肺栓塞而行 CTPA 的患者中应用 SAFIRE 重建低剂量图像,与常规剂量 FBP 图像相比,客观图像质量以及对急性肺栓塞的诊断价值相似,而辐射剂量减低。

Sachiko 等研究双能 CT 定量肺灌注血容量成像在评估急性肺栓塞患者病情中的应用。研究显示,合并右心衰的急性肺栓塞患者的双肺平均标准化肺灌注血容量(nPBV)明显低于无右心衰的急性肺栓塞患者。平均 nPBV 与患者三尖瓣返流压力梯度有中到强度相关性。因此,双能 CT 定量肺灌注血容量成像有望用于急性肺栓塞患者疾病严重程度的评估。

Cristopher 对 2216 名 CT 引导下经皮穿刺活检进行分析,发现穿刺过程中,肺实质出血、病变位于下叶、使用较粗的穿刺针是系统性空气栓塞的危险因素。这些发现可能有助于尽量减少空气栓塞的发生。

2. 其它肺血管病变

En-Li 使用多排 CT 测量肺动脉高压(PHA),发现肺动脉(MPA)和右室流出道(RVOT)的横截面积可以诊断肺动脉高压。MPA 的膨胀性和 RVOT 的增厚能进一步鉴别高阻力型 PHA 和高流量型 PHA。高阻力型 MPA 膨胀性减低,右室流出道肥厚。James 利用 4D 血流量 MRI 评估肺动脉高压和正常患者的血流螺旋度、涡度、壁面剪应力(WSS)。利用心电图和呼吸同步的 4D 血流 MRI 测量具有时间分辨 3D 动脉血流,包括右室流出道、主要肺动脉、左右肺动脉主干。在 3 个患者和 2 个志愿者中测到了螺旋血流,患者的主肺动脉和左肺动脉中更易测到涡流,对照组的 WWS 高于患者。右肺动脉可见明显更多分布不均的 WSS。另外,肺动脉高压患者的动脉横截面积大于正常人。Seye 等研究双能 CT 肺灌注血容量成像在评估肺动脉高压患者肺血流动力学中的应用。双能 CT 肺灌注血容量成像能定量显示肺动脉高压患者肺动脉强化的增加,肺实质强化的减低及肺实质强化差异的增加。肺动脉与肺实质强化比值与肺血管阻力(PVR)相关,因此可能有助于诊断肺动脉高压。

Prachi 研究在特发性肺纤维化的患者中使用 3D 时间分辨的 MR 血管造影(HTR-MRA)评估肺动脉高压。35 个特发性肺纤维化的受试者进行右心导管插入和 HTR-MRA。13 名正常人作为对照组。病例组的 mMTT 和 mTTP 比对照组的明显延长。使用多参数分析来证明用 mPAP 还是 IRVP 评估 mMTT 和 mTTP 的价值更有效。IRVP 被证明与 mMTT 和 mTTP 联系更为紧密。HTR-MRA 能提供 IPF 患者的肺动脉高压的功能信息。

Edith 发现正常的肺容量与平均肺动脉压有显著的关联,纤维化形式的肺容量与平均肺动脉压或是肺动脉阻力没有关联。说明肺动脉高压常常使晚期的特发性肺纤维化变得复杂并且使其预后不良。

Amy 等为研究利用 CTA 和 MRA 评估全肺静脉回流异常(TAPVR)的修复术后,可反复发作肺静脉坏死的严重性和模式。TAPVR 修复术后复发肺静脉狭窄的特点是从吻合口到肺静脉开口的狭窄,范围扩大,弥漫性的肺静脉狭窄、闭锁畸形。CTA 和 MRA 均可提供准确的肺静脉形态表现。

Prachi 用肺灌注血管容量(LPBV)的 CT 成像通过测量碘剂的浓度分布,来评估肝硬化患者的肺血流变化情况。发现失代偿期肝硬化血流量少于代偿期肝硬化,而对照组正常人血量大于前两组。

肺间质性病变

使用 CT 评价肺纤维化是传统手段,Hideji 发现吸烟者肺

纤维化的肺气肿(PEFW)患者和普通型间质性肺炎(UIP)无论在病理上还是在 CT 上都有与 UIP 不同的特征表现,在 CT 上,前者低吸收区面积(LAA)、薄壁囊(CCTW)、磨玻璃样低吸收区(GGAR)、弥漫性小叶性结节(DICN) LAA、GGAR、DICN 出现的比例远大于后者。Prachi 研究用低剂量的 CT 随访普通型间质性肺炎的发展过程。对不同时间间质性肺炎患者的 CT 的 5 个肺叶进行评分:分为蜂窝状前期改变(PH)(A. 扩张的细支气管 B. 磨玻璃样改变 C. 线状的磨玻璃样改变)和蜂窝状改变(H)(1%, 10%~25%, 25%~50%, >50%)。每个肺叶都经历了从 PH 期的 A-C 再到 H 期改变。PH 发展为 PH 更高级分类或者发展到 H,而 H 发展到 H 的更高级分类。Hiromitsu 比较非特发性间质性肺炎(NISP)和普通型间质性肺炎(UIP)在高分辨率的 CT 表现和病理学诊断依据。发现 CT 上,UIP 和 NSIP 几乎没有差异性。Prachi 比较有风湿性关节炎(RA)的风湿性多肌痛症(PMR)患者的肺薄层 CT 表现和无 RA 的 PMR 患者的薄层 CT 表现。有 RA 的 PMR 组有异常表现比例(76%)大于无 RA 的 PMR 组,这些异常改变包括:磨玻璃样、支气管扩张、结构变形、结节影、蜂窝状影。在有 RA 的 PMR 的患者中使用薄层 CT 更有价值。Prachi 研究呼气相的薄层 CT(TSCT)鉴别特发性肺纤维化(IPF)和胶原血管间质性肺炎(CDV-IP)的应用价值,发现在呼气相 TSCT 中有气体滞留和小叶中央型结节,更支持 CDV-IP。Prachi 研究微小血管炎在肺部的薄层 CT 表现和随时间的发展。发现肺纤维化早于微小血管炎的诊断,并且有逐渐恶化的趋势,影像表现包括:磨玻璃样改变、肺实变、肺纤维化。75%的磨玻璃样改变和肺实变是弥漫性,25%为局限性,这些表现可能与坏死的微小血管有关。Edith 对 15 名怀疑有特发性间质性肺炎的患者行双源 CT 增强扫描,发现纤维化间质性肺炎和非纤维化肺炎、普通的间质性肺炎和特发性间质性肺炎之间碘价具有显著性差异,双源 CT 增强扫描借助碘地图可用于肺实质增强灶的量化及弥漫性肺病的辨别。Sang 研究不同薄层 CT 重建法对间质性肺炎的局部病灶的定量测量,发现对间质性肺炎来说,病灶的定量测量,不同重建方法对其影响甚微。

一些学者探讨了使用 MRI 评价肺间质病变的方法。Prachi 认为相位对比 MRI 能说明肺纤维化患者吸氧对其血流动力学没有明显影响。吸氧能增加血氧饱和度,减低心率,但是心输出量、平均速度、加速时间、比值均无明显改变。

Nino 等研究用 MRI 评估肺囊性纤维化的形态学改变的价值。分别在轴位扫描 T₂ 单次激发序列(HASTE)、T₁ 及 T₁ 增强梯度回波序列(CM)、冠位的灌注 MRI(TWIST)、T₂ 加权的自旋回波序列(TSE),认为 MRI 可以作为评估囊泡形纤维症的肺形态学改变的方法。

Chae 等通过 MRI 灌注成像发现特发性肺纤维化(IPF)或普通型间质性肺炎(UIP)患者 K_{trans}% 明显减低。加重的纤维化和稳定性病灶中的 K_{trans}% 和 Ve% 低于有好转病灶的相应参数。动态增强 MRI 灌注成像可用于描述肺间质性疾病的变化,可以作为无创性方法诊断肺间质疾病。

在超声方面,Prachi 评估利用剪切波速成像(shear wave velocity imaging, SVI)对肺纤维化成像,其影像表现为胸膜下区因肺纤维化和蜂窝结构而位移减少。从位移图像上分析胸膜下的肺实质,对早期诊断肺纤维化和控制疾病发展很有帮助。

肺部感染性病变

1. 肺炎

Sang 等分析 403 名人类偏肺病毒(hMPV)肺炎患者的 CT 表现,包括:磨玻璃样改变 68.4%、实变 38.2%、树芽征 7.9%、结节影 57.9%、支气管壁增厚 7.9%。

Francesco 等为研究在小儿肺中叶综合症(MLS)的随访应用胸部 MRI 和 X 线的价值,发现 MRI 对肺实变、支气管扩张,气管壁增厚等多种肺改变的检出率明显高于 X 线,并且 DWI 在形态学改变上也可帮助诊断。

Takuya 分析了¹⁸F-FDG-PET/CT 正常肺部图像上影响定量测量全肺密度(HU)和 SUV(FDG 摄取)的因素。对于 SUV,明显的影响因素包括体重、BMI、Brinkman 指数、%FEV₁、%FVC,肺容积、吸烟和 CT 值。对于全肺密度,明显的影响因素包括年龄、体重、BMI、肺容积、吸烟和 SUV。逐步多元回归分析表明 BMI 和全肺密度是全肺 SUV 明显的影响因素;年龄、肺容积、SUV 是全肺密度的重要影响因素。这种方法得到了正常全肺 HU 和 SUV 的数据基础,可能有助于使用¹⁸F-FDG-PET/CT 定量分析肺感染性病变。

2. 肺结核

Subba 分析药物敏感(DSTB)和多重耐药结核(MDRTB)的胸部数字断层融合(DT)表现,包括细支气管炎、结节、空洞。从最初使用抗结核药后 2 个月,DT 图像上就可以发现两种结核病灶的改善有明显的统计学差异,能更早的发现药物敏感结核与多重耐药结核的疾病进程。

Carole 等使用 CT 评估感染鸟型结核分支杆菌(MAC)的患者的治疗反应和临床表现,发现在治疗组合非治疗组,各项肺部异常变化并无显著的不同,故 CT 不能单独用于感染 MAC 的患者治疗过程中。

Edith 比较肺结核在基底段和尖段或尖后段的 CT 表现,基底段结核发病率高于肺炎或尖后段。实变、淋巴结病、胸腔积液三种征象基底段肺结核比肺炎或尖后段肺结核更常见,小结节则不及肺炎或尖后段肺结核常见。树芽征是二者最共同的 CT 表现,基底段肺结核与机体免疫功能不全有普遍关联,并且早期和晚期结核都有典型的 CT 表现。

3. 肺部寄生虫病

Jina 等研究 CT 对诊断蛔虫导致肺部移行性幼虫病的价值。回顾 25 名感染蛔虫的患者的 CT 资料,根据肺部异常表现如磨玻璃样改变、结节、气管壁增厚等等来评估。其中 80% 的患者有含有光晕或无光晕结节,64% 的有磨玻璃样改变,32% 的有肺不张,16% 的有肺实变,异常表现的多集中在外周肺带(100%)和下肺(84%)。外周嗜酸性粒细胞增高与肺部异常有关联。肺部感染蛔虫的患者在 CT 上多表现有直径小于 1cm 的结节、磨玻璃样、实变和节段性肺不张。

Edith 等分析肺部寄生虫感染的胸部 CT 表现,发现肺寄生虫感染常见的表现是胸膜下或外周实变,时常伴随内部坏死和病灶周围磨玻璃影。常见的胸膜改变是胸腔积液其次是胸膜增厚和胸腔内积气,常见的肺实质损伤是实变其次是空洞性病变,囊肿,蠕虫移行轨道,和只有纯磨玻璃影。胸膜肺损伤的多样性和双侧对称性分别是 57.3% 和 42.7%。肺吸虫病伴随病灶内部坏死,病灶周围结节,空洞样病变,以及蠕虫移行轨道比

非肺吸虫感染更常见,肺吸虫病中存在内部坏死,病灶周围结节,空洞样病变,以及蠕虫移行轨道比非肺吸虫感染更常见。

纵隔及胸腔疾病

Stefania 等以多排 CT 为标准,评价了超声对外伤性气胸的探查效果,164 例患者中,超声诊断气胸的阳性预测值为 92%,特异性为 98%,敏感性为 94%,准确率为 97%,其中超声漏诊的 3 例均为 <5mm 非致命性的气胸,另尚有 4 例假阳性。结果说明超声探查气胸结果准确、快速、实用,有很广阔的临床应用前景。

Cristopher 分析 440 名 CT 引导下经皮经胸廓肺部结节活检患者分析,移动活检针前深呼吸后屏气减少了气胸发生的概率。同时多元回归分析表明,病灶大小、病灶与胸膜的距离、是否深呼吸后屏气是气胸发生的独立危险因素。

Aoife 等发现病灶内缺乏脂肪,偏中线位置,非胸腺形状,这些特点是胸腺恶性病变的具有统计学意义的特征。年老、伴有纵膈脂肪浸润、病灶短径增加更倾向于恶性病变。这些 CT 上的特征可能有助于胸腺良性肿块的鉴别并有助于减少不必要的侵入性检查。

Ahmed 等发现侵袭性胸腺肿瘤的平均 ADC 值 $(0.98 \pm 0.12) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 明显低于肺侵袭性的胸腺肿瘤 $(1.38 \pm 0.17) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,侵袭性肿瘤和非侵袭性肿瘤亚型之间没有明显差别。以 ADC 值 $1.23 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 作为临界值诊断效果最佳:准确率为 95%,敏感性为 96%,特异性为 83%,阴性预测值为 95%,阳性预测值为 87%。

Yoo 等利用双能 CT 增强扫描鉴别纵膈实性和囊性肿瘤,发现 13 个实性肿瘤和 3 个囊性肿瘤中,早期二者的平均 CT 值无明显差异,延迟期二者有明显差异。二者的平均碘浓度在早期、延迟期均有明显差异。双能 CT 碘浓度值能有效的鉴别纵膈实性和囊性肿瘤。

Matthew 使用 CT 定量评价胸腔积液。在锁骨中线处将胸腔前后分为 4 等分,第 1 部分为少量胸腔积液,第 2 部分为中等量,第 3 或 4 部分为大量。对于处于分界线的病例,分别使用 3cm 和 10cm 为少量和中等量的分界线。少量积液为 328ml 或更少。通过这个简单的,规定的 2 步规则,提高了观察者之间的一致性。经过训练后,肺病专家和毕业后训练 3 年的放射科住院医师达到了心胸放射学家的基线水平。

Cristopher 对 23 新近诊断为淋巴瘤的患者分别行 3T 和 1.5T 全身扩散成像,发现对新近的淋巴瘤患者,在评价淋巴结区域和结外病变方面,3T 所得到的结果与 1.5T 是相似。

Edith 利用 CT 扫描评估危重患者膈膜容积并且将其与通过膈膜力值测定评估的生理数据进行比较。发现膈膜的容积和膈膜的值呈弱相关,膈膜容积可以通过 CT 进行评估,当重症监护室中出现败血症时,膈膜的容积比腰大肌的容积先下降。

新技术及应用

Prachi 利用 $12\mu\text{m}$ 分辨力的同步加速器微型 CT(SRCT)研究肺的磨玻璃样改变(GGO)的标本,证明 SRCT 能很好的区别肺泡气和肺泡壁,证明肺炎泡炎、弥漫性肺泡损伤(DAD)、肺泡内出血(PAH)、支气管肺泡癌(BAC)的病理学发展。肺炎泡炎有肺

泡壁的增厚,而没有肺野结构的变化。DAD有肺部密度改变,肺野过度充气、肺泡结构改变。PAH有锯齿状的肺泡壁增厚。BAC也表现为肺泡壁的增厚。

高螺距技术主要用于减少胸部扫描时的呼吸伪影和大血管搏动伪影。Ralf W. Bauer使用第二代迭代重建算法结合高螺距CTPA检查时能明显减低患者剂量,同时图像质量至少能保持或轻度提高。此外,高螺距双源CTPA无需屏气,因此屏气导致的对比伪影可以被最小化。

Opeyemi使用高螺距CT评估胸主动脉,图像很少或没有运动伪影,在测量主动脉直径时观察者间没有明显差别。与前瞻性心电门控CT相比,高螺距图像噪声明显较低,辐射曝露亦明显较低。Florian等使用高螺距采集技术对不能屏气的患者进行胸部CT扫描,发现与常规方法相比,高螺距采集技术明显减少了呼吸运动伪影,同时能保持图像噪声水平与常规方法相似。

Daku等应用非接触式传感器封闭的碳纳米管(CNT)X射线微型CT机对老鼠先天性膈疝(CDH)成像,认为CNTX射线微型CT机可被用于研究先天性疾病的CDH小鼠。Kingshuk等研究在肺容积成像中利用容积视点跟踪技术的对肺结节的诊断价值,发现其诊断的准确性和阅片者及经验有关,其可靠性需要更大的样本量来证实。Osamu等评估在双能量减影成像中应用减少运动伪影软件的价值,发现该软件能够增加结节检出率,特别是位于右下肺的病灶。Aran等评估可移动无线直接胸部成像(DRw)与可移动的CR在重症监护中应用,发现DRs在管道状和线状结构上的显像比CR清楚得多,尤其是中线位置和食管病变及气管的偏斜。在明显病变中,二者的图像质量和清晰程度没有显著差异。Dongming等发现在摄影项目的最初阶段,站点阳性检出率高于中心阳性检出率,这也提示富有经验的中心放射科医生可以通过对新工作站的病例进行二次阅读可减少误诊,从而减少不必要的检查。

计算机辅助诊断:Tae针对肺纤维化,比较放射科医生对其评分和利用计算机辅助的单位定量分析。结果显示利用计算机辅助的单位定量分析和放射科医生和评分具有显著相关性,且计算机辅助的单位定量分析对测量肺纤维化更准确和具有自动性,而且不依赖于CT扫描仪的类型。

Bram等比较有经验和无经验医生在应用计算机辅助诊断系统(CAD)和未使用计算机辅助时利用CXR的诊断肺结核情况。发现二者相差不大。利用CAD后二者的AZ(ROC曲线下面积)值均可明显增加。

Steven等比较利用CAD系统的胸片上检出肺结节(A组)和未利用CAD系统的肺结节检出率,发现而利用CAD一组的检查明显优于未使用CAD一组,说明计算机辅助检测(CAD)在肺小结节的诊断中有价值,与骨抑制成像均可作为减少肺结节遗漏与误诊的方法。

Daniel等研究显示在浅自由呼吸状态下行肺部动态增强MRI(DCE-MRI),与屏气状态下相比,并没有增加运动伪影,可用于肺灌注的定量分析。自由呼吸状态下测量的肺血浆容积(PPV)较屏气状态下增加,可能是因为自由呼吸时平均肺容积的生理性缩小造成的。自由呼吸状态下DCE-MRI有望用于多种疾病肺灌注的评估。

Charbel等使用新的给予患者心血管动力学的对比剂配

方,并使用50ml生理盐水(4.5ml/s)和尾-头的扫描方式进行胸部动脉的增强扫描,结果表明,相对于传统的胸部动脉增强方法,新的方法有助于明显提高动脉增强的效果,并减低发生对比剂反应的风险。

胸部扫描低剂量技术

在降低胸部扫描辐射剂量的同时保证图像的诊断效能方面许多学者做了很多尝试,包括使用迭代算法、自动管电流和管电压技术、X线断层融合代替CT扫描及减少不必要的扫描范围等。研究显示相对于其他算法,迭代算法在提高图像质量方面具有优势,可以进一步降低CT扫描剂量。

Vijay等评价了64排CT低剂量肺血管成像的图像质量,将噪声指数从19增加至23,将最大管电流从800mA减至650mA,结果发现使用低剂量扫描方法后平均辐射剂量降低了39.6%,但与常规扫描方法相比,图像质量下降具有统计学意义,放射科医师应当知道如何尽量降低辐射剂量的同时保证图像能满足诊断需求。Liang等分析100kVp低剂量和超高螺距CT成像对诊断急性肺栓塞的诊断效能,发现在辐射剂量减少超过50%的同时,对急性肺栓塞的诊断能达到与120kVp一样的效果。

Subba等作者利用填充不同物质(0HU的水、-1000HU的空气、120HU的丙烯酸)、4种不同直径的聚碳酸酯塑料管道(0.6、0.9、1.2和1.5mm)模型模拟COPD患者进行胸部CT扫描,比较4种迭代算法(FBP或ASIR(50%)、Veo、AIDR、iDose4)在不同辐射剂量(15、40和150mAs)时定量测量的准确性。图像均以标准kernel值重建,结果发现在胸部CT气道定量分析时,Veo法在测量管道尺寸时误差明显较少,而迭代算法(IR)会影响测量值的准确性;使用Veo法的极低剂量CT(10mA,80kVp)对小结节的检测能力较高,且能有效降低辐射量。作者还使用自适应统计迭代重建(ASIR)技术对3cm厚、包含14个人工毛玻璃结节的模型进行HDCT检查,发现随着噪声指数的增加,HDCT的有效辐射剂量和体积测量的误差率递减;对于相同的噪声指数,体积测量的误差率随着ASIR值的增高而减低,其中以噪声指数(NI)=40、ASIR=70时测量最为精确。与AIDR相比,在保证图像符合诊断标准的前提下,3D-AIDR技术能减低50.0%~64.2%的辐射剂量(相对于标准胸部CT),使用3D-AIDR时60mA的图像质量与未使用时120mA的图像质量相似甚至更好,因此认为3D-AIDR技术要优于AIDR。Subba等还比较了2种不同的减噪算法(safeCT;基于PACS、3D、非线性后处理算法;自适应统计迭代重建技术)对低剂量CT图像质量的改善效果。结果发现降低一半辐射剂量时,safeCT图像的各种图像质量评价指标始终比“ASIR-50%”重建的图像要好。作者还发现相对于FBP算法,ASIR通过提高肺结节的对比度噪声比(CNR)提高了图像质量,并能更好的显示肺细微的解剖结构,建议临床工作中常规使用100%ASIR重建模式进行肺小结节分析。

Ko研究显示在胸部增强CT检查时,应用迭代重建算法(iDose4)与FBP图像相比,噪声及辐射剂量更低,对比噪声比(CNR)及信号噪声比(SNR)更高,而主观图像质量相似。Katherine应用基于原始数据的迭代重建算法(SAFIRE)获得低剂量CT图像,与常规剂量的FBP图像相比,辐射剂量可减少

60%,主观图像质量相似,而客观图像质量更佳。Alfonso等应用FBP和ASIR重建低剂量CT测量人体模型中支气管管腔直径与管壁厚度,发现对于直径 $>3\text{mm}$ 的支气管,FBP和ASIR重建均能准确测量管腔直径,但对于直径 $<3\text{mm}$ 的气道,FBP和ASIR重建使测量的管腔直径偏小而管壁厚度偏大,这可能是由于重建参数的空间分辨率有限所导致的。

Masahiro等研究发现,自适应统计迭代重建(ASIR)和基于模型的迭代重建(MBIR)都能提高超低剂量CT的图像质量(与滤波反投影法相比)。特别是MBIR可以通过降低图像噪声和伪影提供最佳的图像质量。Masaki等应用MBIR成功地将胸部低剂量CT辐射剂量降低近80%,同时不影响肺部结节检出率。Trond等研究显示AIDR 3D重建超低剂量CT与常规胸部X线片(CR)相比,前者在图像质量和常见肺部病变检出率上都明显高于后者,而两者在辐射剂量及检查时间上相似,但CR的假阳性率高而敏感性低。

Hisanobu等比较应用AIDR 3D重建低剂量CT与FBP重建常规剂量CT定量测定肺气肿患者亚段支气管壁面积百分比(WA%)和主支气管至周围支气管管腔容积百分比(LV%)。研究显示,应用AIDR 3D测量的WA%及LV%相关性和一致性以及LV%与患者肺功能(1秒用力呼气容积百分比,FEV1%)的相关性均优于FBP,同时减少辐射剂量 $>80\%$ 。因此,应用AIDR 3D重建低剂量CT有望取代FBP用于肺气肿患者的支气管定量评估。

Ko研究显示双能CT(使用单能成像及迭代重建算法)与120kVp单能CT相比,在同等放射剂量的情况下,可检测出更小剂量的钙和碘。Robert等使用128排双源CT 30ml对比剂和64排CT标准对比剂用量所获得的图像中,主要血管结构的CT值无明显差异,前者的图像质量和阅片者的诊断信心明显高于常规剂量组。

临床上,不仅要求整体辐射剂量应尽量降低,而且对扫描范围内的高风险器官的剂量也应减低。Subba等通过对胸部模型的低剂量CT扫描,尝试使用高管电压联合迭代重建法在保证图像质量的前提下,进一步减少乳腺的辐射剂量。结果发现,与标准管电压(120kV,50mA)相比,使用高管电压(140kV,

31mA)联合迭代重建算法在保证图像质量的同时,能进一步减低乳腺的辐射剂量和整体辐射剂量。

扫描范围过大增加患者所受的不必要的辐射,Subba等回顾性分析1120例胸部扫描图像,发现存在大量超出Z轴扫描长度的现象,导致了很多人不必要的辐射暴露。过大的扫描长度即过度的辐射量明显与技师的经验和扫描时间有关,因此监测每个技师Z轴扫描长度,是保证CT检查质量和降低剂量的重要部分。Kaushik等在怀疑肺栓塞而行CTPA检查的患者中减少Z轴扫描范围(从主动脉弓至心底部),与常规扫描范围相比,不影响肺栓塞诊断的同时辐射剂量减少约66%。因此,强烈推荐用于妊娠、已多次行CT检查或胸部X线片显示肺炎及肺底正常的年轻患者。

Ko等发现超低剂量胸部CT中,自动管电流调试技术(ATCM)与固定管电流技术相比,主观图像质量降低,同时肺部细微结构的显示能力下降。Tilo等研究显示基于衰减的自动管电压选择技术(CARE kV)可以降低胸部CTA辐射剂量(DLP)的38.5%,同时提高检查的对比噪声比(CNR)。Patric等结合基于衰减的自动管电压选择技术(CARE kV)和器官特异性辐射防护技术(X-CARE),明显降低了胸部常规CT检查的辐射剂量,同时保持主观及客观图像质量(SNR)不变。Sarabjeet等研究发现应用自动曝光控制(AEC)技术CT扫描,进行两次相互垂直定位时的辐射剂量比仅进行一次定位时低;而固定管电流CT扫描时,一次后前位定位即可。

Maurizo等发现胸部数字断层融合(DTS)成像对肺结节的检出敏感度高于X线,在 $>5\text{mm}$ 的结节上,DTS与CT价值相当,但放射剂量比CT小4倍。Jane发现数字X线断层融合成像(DT)能够鉴别所有在胸片上显示为病变的假象(如扭曲的血管影、肺部叶间裂等正常解剖变异、突出的心耳以及血管骨骼重叠造成的假象),并且可以诊断约3/4需要进一步行CT检查的肺部病变。

Samuel等使用体重特异性kVp技术的便携式X线胸部摄片机在小儿中的应用:综合评估图像质量和放射剂量之后,显示各组的最佳条件: $\leq 3\text{kg}$ 的儿童使用50kVp,3~10kg的儿童使用60kVp,10~19kg的儿童使用70kVp。

下期要目

脑功能成像影像学专题

CT低剂量影像学专题

孤立性肺结节术前MSCT图像后处理并钩丝定位
呼吸机相关性肺炎的CT表现

多排螺旋CT在三房心诊断中的临床价值

基于判别分析模型的乳腺BI-RADS计算机辅助分类

创伤后应激障碍患者创伤暴露后不同时期静息脑功能初探
高分辨率CT在非结核分支杆菌肺病诊断及随访中的价值
CT肺动脉造影对急性肺栓塞患者肺动脉高压严重程度的
评估

CTA判断壁冠状动脉管腔狭窄程度最佳重建时相及管腔
狭窄与MB-MCA特征相关性研究