

急性肺血栓栓塞放射学检查技术方案与诊断共识

中华医学会放射学分会心胸学组

一、前言

肺栓塞(pulmonary embolism, PE)是以各种栓子阻塞肺动脉或其分支为其发病原因的一组疾病或临床综合征的总称,包括肺血栓栓塞(pulmonary thromboembolism, PTE)、脂肪栓塞综合征、羊水栓塞、空气栓塞等。PTE为PE的最常见类型,占PE中的绝大多数,而PTE的绝大多数为急性肺栓塞(acute pulmonary thromboembolism, APE)。临床特点以肺循环和呼吸功能障碍为其主要临床和病理生理学特征,是临床急性肺心病最常见的病因。

美国PTE的年发病率为1.08%,每年有90万例PE发病,且随着年龄增加,其发病率增加^[1]。欧洲PE评估联盟的研究报告显示,在欧盟的6个主要国家中,症状性PTE的发生例数每年超过100万。法国基于社区人群的研究显示,静脉血栓栓塞症和PTE人群年发病率分别为1.83%和0.60%^[2]。

PTE在我国一直被认为是少见病,近10年来有关临床流行病学调查发现国内PTE的诊断例数迅速增加,绝大多数医院所诊断的PE例数较10年前有10~30倍的增长。来自国内60家大型医院的统计资料显示,住院患者中PTE的比例从1997年的0.26%上升到2008年的1.45%^[3]。

二、国际和国内PTE诊疗指南与共识

目前国际上已有可供借鉴参考的PTE诊疗指南主要包括:(1)欧洲2000年心脏病学会(ESC)急性PTE诊治指南^[4];(2)英国胸科协会2003年可疑急性PTE处理指南^[5];(3)美国胸科医师学会2004年抗凝和溶栓指南;(4)英国2006年急性PTE规范化诊疗流程;(5)美国医师学会和美国家庭医生委员会2007年静脉血栓栓塞性疾病的诊断和治疗临床指南;(6)欧洲2008年ESC新版急性PTE诊治指南^[6]。我国在2001年中华医学会呼吸病学分会制定并公布了PTE的诊断与治疗指南草案^[7]。这些指南内容涉及PTE的临床患病概率评估、危险分层(排)、诊断策略、预后评估及治疗,其纳入了大量近年的大规模临床研究成果,采用新的证据级别推荐方法作为规范PTE诊治的指南,为临床医师在医疗实践中灵活、个体化使用提供了更大的空间。

相关指南中对PTE的诊疗程序已经达成共识,PTE的影像学检查是诊疗程序中重要的一环。2005年全国肺血栓栓塞症-深静脉血栓形成防治协作组、中华医学会呼吸病学

分会肺栓塞与肺血管病学组提出的肺血栓栓塞症-深静脉血栓形成(PTE-DVT)影像学检查操作规程(推荐方案)^[3],对PTE相关检查的操作规程、不同检查手段的操作方法、图像分析、诊断标准作出了规范要求。经过6年的推广应用,随着对PTE-DVT防治研究的不断深化,近年来影像学设备的进步和新技术的出现,需要对以往的操作规程进行不断补充、修正和完善。

三、PE的影像学检查方案和诊断标准

(一)X线检查

随着计算机成像(computed radiography, CR)系统和数字化成像(digital radiography, DR)系统的问世,使传统的X线摄影走向数字化,实现了影像信息的数字化储存和传输。

1. 胸部CR、DR投照条件:管电压120 kV,距离183 cm(或180 cm),自动曝光控制(automatic exposure control, AEC)密度-1档,管电流为0.99~1.69 mAs,左右双野电离室,曝光影像感光度值约1300。患者入射体表剂量(emitting skin dose, ESD)参考值为:体质量70 kg的患者,胸部后前位0.3 mGy,侧位1.5 mGy^[8]。

2. 体位:胸部后前位和左侧位。

3. 诊断标准:X线胸片多有异常改变,但无特异性,可为诊断提供初步线索。(1)典型的病例,两侧对比可发现区域性肺纹理稀疏、纤细,肺透亮度增加和肺血分布不匀;(2)发生肺梗死者,可显示底边朝向胸膜或膈肌上的楔形影,有少至中量胸腔渗液;(3)当并发肺动脉高压或右心扩大或衰竭时,可观察到上腔静脉影增宽,肺动脉段凸出,右下肺动脉增宽,右心室扩大^[9]。

4. 诊断价值:X线平片基本上仅能检出典型PE患者或提示有意义,其敏感度和特异度均低。X线胸片可以提供心肺全面信息,对于鉴别诊断有一定的作用。

(二)螺旋CT检查

1. 单排螺旋CT:患者仰卧于检查床上,于深吸气后屏气扫描,采取从头到足(如果患者屏气困难,采取从足到头)扫描,范围从主动脉弓上1 cm至右膈顶水平。(1)CT肺动脉成像(CT pulmonary angiography, CTPA)扫描参数:管电压120~140 kV,管电流200~250 mAs,层厚2.5~3.0 mm(病情较重者,可采用层厚5.0 mm),螺距系数值为1.7~1.8,扫描时间≤1.0 s/周,FOV为28 cm×28 cm~35 cm×35 cm,矩阵512×512(具体技术参数依不同机型而定);(2)对比剂及注入方法:经肘静脉用高压注射器注入80~100 ml(超重者用量1.5 ml/kg)非离子型对比剂(浓度为300、320、350或

DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2012.12.002

通信作者:郭佑民,710061,西安交通大学第一附属医院医学影像部,Email:ejr.guoyoumin@vip.163.com

370 mg I/ml), 注射流率为 3.5 ~ 4.0 ml/s, 延迟时间依患者的循环时间而定, 一般为 12 ~ 15 s (右心功能不全或重度肺动脉高压者应适当延长)。

2. 16 排以下螺旋 CT: 包括 2、4、8、16 排等不同机型。患者仰卧, 于深吸气后屏气扫描, 扫描定位同单排 CT。扫描时间为 0.42 ~ 0.50 s/周, 缩短了屏气扫描时间。(1) CTPA 扫描参数 (不同机型其扫描参数不尽相同, 供参考): 管电压 120 kV, 管电流 160 mAs, 容积扫描; (2) 对比剂及注入方法: 经肘静脉用高压注射器注入 100 ml 非离子型对比剂 (浓度同上), 注射流率为 3.5 ~ 4.0 ml/s, 延迟时间依患者的循环时间而定, 一般为 10 ~ 20 s, 如有自动跟踪触发系统, 按程序设定; (3) 图像后处理: 扫描结束后, 将原始图像数据传输至工作站行三维重组, 将得到的原始数据行层厚 1 ~ 2 mm 的轴面重建, 采用 MIP 5 mm、MPR 等多种技术对肺动脉进行三维重组后, 结合轴面图像分析 CTPA 图像^[10-13]。

3. 64 排螺旋 CT 及后 64 排 CT: 64 排螺旋 CT 扫描机于 2004 年下半年在国内应用于临床。因此, 在 2005 年的“推荐方案”中尚未涉及 64 排及后 64 排 CT 的检查方案与诊断标准, 这也是需要重点补充的内容之一。

64 排 CT 扫描机其机架结构和几何参数与 16 排 CT 机基本一样, 但扫描速度更快, 随扫描速度的加快要保持图像质量需要更大的曝光剂量, 所以 64 排 CT 机的 X 线管容量更大。另一个特点是 64 排 CT 所进行的容积扫描是无法应用胶片进行诊断的, 必须在三维工作站上才能有效进行诊断。目前临床应用的 64 排 CT 机由于探测器宽度、X 线管容量、扫描速度和应用软件等技术不同, 扫描参数也有所差异。随着技术的进步, 近年相继推出了 80 排 (160 层)、128 排 (256 层)、320 排 (640 层) 及双源 CT 等众多的新机型。

检查方法^[14-19]: 患者仰卧于检查床上, 于深吸气后屏气扫描, 采取从头到足 (或从足到头), 范围从主动脉弓上 1 cm 至右膈顶水平。(1) 扫描条件: 管电压 120 kV, 管电流 200 ~ 500 mAs (如肥胖者需要较高的管电流), 层厚 5 mm, 容积扫描。(2) 对比剂及注入方法: 非离子型对比剂 (浓度同上) 80 ml, 流率 4.5 ml/s, 采用智能对比剂跟踪技术根据主、肺动脉对比剂浓度的峰值自动选择适宜的延时扫描时间 (心功能正常者延时 10 ~ 12 s, 老年人或心力衰竭患者延时 12 ~ 14 s)。注完对比剂后追加 0.9% 氯化钠溶液 20 ml, 流率 4.5 ml/s。(3) 图像后处理: 将原始数据传输至工作站, 应用软件将得到的原始数据进行后处理, 轴面重建层厚 1 ~ 2 mm, 并采用 MIP、MPR 等多种技术对肺动脉进行三维重组。

用于诊断 PE 的 CT 成像还包括肺灌注成像和双能量肺灌注成像 (dual energy lung perfusion imaging, DELPI), 均是依据代表组织血流灌注量的含碘量图像, 间接显示栓塞后组织灌注能力, 从而为 APE 的诊断提供补充依据, 但其对 APE 诊断能力尚缺乏证据, 需要进一步积累符合循证医学与卫生技术评价要求的资料^[20-22]。

4. CTPA 诊断 PTE 标准^[23-25]: PTE 诊断的直接征象包

括: (1) 管腔部分性充盈缺损: 表现为肺动脉及其分支中心的充盈缺损影, 当栓子的走行方向与动脉平行时, 可见到“环征”和“轨道征”。栓子亦可为偏向性, 与动脉壁呈锐角, 栓塞动脉的管径可正常或增粗。当动脉完全被栓子堵塞时, 表现为动脉内无对比剂充填, 呈低密度影, 栓塞动脉的管径多增粗。(2) 管腔闭塞: 肺动脉及其分支的部分性或完全性闭塞。肺动脉及其分支完全闭塞且管腔缩小者为慢性 PE 征象。(3) 漂浮征: 血栓游离于肺动脉腔内, 多为新鲜血栓征象。(4) 马鞍征: 条状血栓骑跨于左右肺动脉分叉部, 呈“马鞍”形充盈缺损, 为新鲜血栓征象。(5) 管壁不规则增厚: 主肺动脉及左右肺动脉管壁不规则增厚, 为慢性 PTE 征象。(6) 血栓钙化: 为慢性 PTE 征象, 较少见。

间接征象指 PTE 造成肺组织、心脏特别是右心房、右心室和体循环、肺循环的继发改变, 需要在肺窗和纵隔窗观察, 包括: (1) 肺血管分布不均匀。(2) 肺实质灌注不均匀形成“马赛克”征。(3) 肺梗死征象: 肺窗表现为以胸膜为基底的楔形高密度影, 可单发或多发, 纵隔窗示病灶无强化。肺梗死在不同阶段表现不同, 早期为楔形实变影 (少数也可为表现球形或斑片状), 中期可以坏死溶解形成空洞, 晚期可形成陈旧纤维条索, 可并存胸腔积液、膈肌升高。(4) 主肺动脉增粗、右心室扩大等肺动脉高压征象。(5) 右心功能不全的表现: 右心房、右心室增大, 腔静脉 (奇静脉) 扩张, 胸腔积液或并存心包积液。(6) 胸膜改变, 可见胸腔积液等。

5. 诊断价值^[26-29]: 除对碘剂过敏者外, CTPA 检查基本无禁忌证, 敏感度达 87% ~ 90%, 特异度达 94% ~ 96%, 在肺栓塞诊断前瞻性研究 (PIOPED) II 中认为 CTPA 检查 APE 的漏诊率为 6%。与传统的血管造影相比, CTPA 检查更快、更简单, 对操作者的依赖程度更低, 检查失败的概率与肺血管造影相似 (约 5%); 尽管 DELPI 可以敏感地发现肺灌注异常, 但这种改变并非 PE 所特有, 故需要结合平扫、CTPA 和 DELPI 图像进行综合分析, 作出正确诊断。CTPA 不仅能够显示 PTE 的有无, 还可以同时显示肺实质和大血管的情况, 从而作出非肺栓塞的其他诊断, 如: 肺内肿瘤、感染性疾病、肺气肿、胸腔积液、纵隔淋巴结增大等。

CTPA 诊断 PTE 时, 需要注意的是 APE 的间接征象不是 APE 的特异性表现, 有的征象不易观察或不常出现^[30]。此外, 需要仔细观察轴面图像, 并结合后处理图像, 辨认肺静脉、肺内淋巴结、肺动脉导管等结构, 可避免将其误认为栓子。经右臂注入对比剂时, 常出现上腔静脉内高浓度对比剂形成伪影, 表现为右肺动脉内条状充盈缺损, 也可表现为右肺上叶尖段肺动脉内的充盈缺损, 不应误认为栓子, 建议选择左臂肘静脉注入对比剂以避免出现伪影。

(三) MR 成像

MR 肺动脉成像可准确地检出 PTE 主肺动脉、肺叶及肺段动脉内的栓子^[31]。各医院的机器型号与功能不同, 其扫描序列不同, 可根据其具体情况改变相应的成像参数。

1. 检查方法^[32-33]: MRI 诊断 APE 的主要技术包括: (1) 定位扫描: 多种梯度回波序列可用于定位扫描, 推荐使用真

稳态进动快速成像 (true FISP) 序列,超快速扰相梯度回波 (turbo-FLASH) 序列和单次激发快速自旋回波 (HASTE) 序列等单次激发的成像序列;(2)形态学检查:用于观察右心室及两侧肺动脉的形态与信号改变,寻找 PTE 的间接或直接征象,分为黑血技术和亮血技术。

三维增强 MR 肺动脉成像 (3D-CE-MRPA) 是诊断 APE 的主要手段,其检查方法包括:(1)测定循环时间:用于确保 MRPA 成像采集 K 空间中央部分数据时,肺动脉内对比剂浓度最大。对比剂为 Gd-DTPA,以 2~3 ml/s 的流率注入 2 ml 对比剂及 20 ml 生理盐水,注入对比剂的同时开始扫描,根据右肺动脉内信号强度随时间的变化曲线计算出对比剂到达时间。(2)确定扫描延迟时间:扫描延迟时间计算公式:扫描延迟时间 = [(对比剂通过时间 + 对比剂注入持续时间) / 2] - 到达 K 空间中心的时间。到达 K 空间中心的时间视不同的 MRPA 序列而定,在常规 FLASH 序列中为 1/2 扫描时间;使用部分傅立叶采集的 FLASH 序列,该时间相当于 3/8 的扫描时间;部分 MR 机型可直接给出该时间。采用从 K 空间中心开始按椭圆形填充技术 (3D centric reordering) 的序列中,该时间几乎等于对比剂到达时间。(3)3D-CE-MRPA:扫描序列以不同机器型号而定,以冠状面定位,肺动脉为中心,尽可能多地包括肺组织。在肘前静脉放置套管针或直接行静脉穿刺,用高压注射器注入对比剂。对比剂为 0.3 mmol/kg 体质量,注入流率 2~3 ml/s,共进行 3 次扫描,注入对比剂前扫描 1 次作蒙片,之后给予患者充分的换气时间直至呼吸平稳。注入对比剂后根据确定的扫描延迟时间开始扫描,第 2 次与第 3 次扫描间隔 10 s 用于患者换气。(4)将第 2 次与第 3 次扫描所得原始图像与第 1 次扫描所得蒙片减影,对减影后的原始图像分别行 MIP 得到 MRPA 图像。观察减影后的原始图像或对其行 MPR 重组亦有利于识别肺动脉细小分支的栓子。

此外,结合 3D MRA 的 MR 肺灌注方法近些年来也被用于 APE 的诊断,但是目前在检查技术上仍有一定的局限性,临床实际应用有待于技术上的进一步成熟。

2. 诊断标准^[34-35]:MRI 显示的形态学改变:(1)肺动脉增粗和(或)右心室增大;(2)黑血序列中肺动脉内流空信号消失,或出现软组织信号;(3)亮血序列中肺动脉内有充盈缺损。

MRPA 显示的形态学改变:(1)肺动脉内充盈缺损;(2)肺动脉分支中断;(3)血管缺支;(4)未受累血管扭曲、增粗。

3. 诊断价值^[36]:有一项 Meta 分析研究显示,MRI 诊断 PE 的敏感度范围为 75%~100%,特异度为 90% 以上,而且不同观察者之间的一致性较好^[37]。尽管 MRI 或 MRPA 显示中央型肺动脉栓子有较高的敏感度,但对于亚段及其以下的肺动脉栓子诊断敏感度较小。MRPA 与 MR 检查有相同的禁忌证,对于重症或因屏气时间相对较长而不能配合的患者、体内植入起搏器者或体内有其他金属植入(如各种假体、钢板、支架等)的患者不建议采用 MR 检查。

(四)肺动脉造影

肺动脉造影 (pulmonary arteriography, PA) 曾作为诊断 PTE 的“金标准”,敏感度和特异度均在 95% 以上,但为一种有创性检查技术,需严格掌握其适应证。

1. 设备:(1)造影机为常规心血管造影机 + 单片换片器,摄片速度为 3 帧/s;数字减影血管造影机,采用矩阵 512 × 512 或 1024 × 1024,采像速度 6 帧/s,采用选择性肺动脉插管 DSA 法;电影心血管造影机,采用 12 in (1 in = 2.54 cm) 影像增强器,摄片速度 12.5~25.0 帧/s,光盘储存;平板式数字心血管造影机采用矩阵 1024 × 1024,25 帧/s,光盘储存。(2)采用高压注射器以保证对比剂注入流率达到 15~20 ml/s。(3)多导生理仪用于测量并记录血流动力学变化情况,包括心腔及大血管收缩压、舒张压及平均压,同步记录心电图。(4)其他辅助设备:包括除颤器、麻醉机和抢救设备。

2. 对比剂及其用法:(1)有机碘水溶性对比剂(浓度为 300、320、350 或 370 mg I/ml),肺动脉高压患者应当用非离子型碘对比剂以避免离子型碘对比剂高渗透压带来的不良反应;(2)对比剂用量成人 1.0~1.5 ml/kg,每个体位注射量 30~40 ml/次,注射流率 15~17 ml/s。

3. PA 操作方法^[38]:(1)右心导管检查:PA 前应常规行右心导管检查。导管采用端孔导管,入径选择穿刺右股静脉送入其鞘管,沿导丝送入相应的导管。分别采取上腔静脉、下腔静脉、右心房、右心室、肺动脉及股动脉血样,由血氧测定仪测定各部分血氧饱和度;同时测定右心房、右心室、主-肺动脉压力;计算左、右心排量及全肺阻力(参考有关心导管书)。(2)造影时 PA 导管可选用 5 F、6 F 或 7 F 侧孔导管、端-侧孔导管或猪尾导管。导管为薄壁大腔,可保证对比剂流率为 15~20 ml/s。(3)主-肺动脉造影,导管先端位于主-肺动脉中段,如果怀疑主-肺动脉有血栓,应先做右心室造影较为安全。对比剂 30~40 ml/s。(4)选择性 PA,导管先端位于左或右肺动脉近、中段(依需要而定),可用 Berman 导管,以保证对比剂灌注集中。对比剂每侧 30 ml,流率 15 ml/s。(5)超选择性 PA,导管先端位于肺段动脉内,手推注入对比剂。根据血管大小,对比剂流率 15 ml/s。(6)右心房、室造影,应用“猪尾”型导管,先端置于右心房或右心室中部。

4. 投照体位:PA 患者采取前后位,左 PA 加摄左前斜位;右 PA 加摄右前斜位。右心造影采取正侧位。超选择 PA 投照体位采用正位及斜位为主,以避免血管重叠为原则。

5. 诊断标准^[39]:(1)肺动脉段以上大分支的腔内充盈缺损,呈半圆形或边缘不规则的漫弧形,亦可跨骑于肺动脉分支处呈钝圆形或位于肺动脉管腔的中央,造成管腔不规则的狭窄;(2)大分支的闭塞,断端呈杯口状或束带状;(3)肺动脉分支的缺支、粗细不均、走行不规则;(4)肺实质期局限性显像缺损和(或)肺动脉分支充盈和排空的延迟。

6. 诊断价值:长期以来 PA 一直被认为是诊断肺栓塞的“金标准”,但是最近的研究表明其并不是最佳的标准,PA 对肺动脉亚段以上分支栓塞的诊断是确切的,但对于直径 ≤

2 mm 的亚段以下分支,由于解剖变异、互相重叠的原因,诊断仍有一定限度,需结合超选择和斜位投照及放大技术更有利于诊断。PA 对医师操作技术和设备的要求较高,在显示亚段肺动脉血栓中观察者之间的不一致性达到 10% ~ 15%^[26,40],使其临床应用受到一定限制。此外,由于近年来 CT 技术的进步,对 PTE 的诊断能力明显提高,PA 已较少应用于诊断^[41]。

APE 是一种致死性疾病,早期诊断、早期治疗可以挽救患者的生命。临床医师对 PET 的危险因素高度警惕,对减少漏诊至关重要。PTE 的检查手段较多,各有其优势,工作中需要根据不同情况,灵活选择不同的影像学检查手段,按照规范的检查技术操作,可提高图像质量,避免漏诊和误诊。另一方面,影像学检查涉及辐射剂量问题,作为放射科医师在选择扫描方案时应该严格控制患者所接受的总辐射剂量,避免一味地追求图像分辨率而增加患者的辐射剂量^[42]。对于低剂量扫描的操作规范化问题,有待进一步深入研究以及循证医学证据支持^[43-44]。

参 考 文 献

- [1] McRae SJ, Ginsberg JS. Update in the diagnosis of deep-vein thrombosis and pulmonary embolism. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2006, 19:44-51.
- [2] Oger E. Incidence of venous thromboembolism: a community based study in Western France: EPI GETBP Study Group. *Groupe d'Etude de la Thrombose de Bretagne Occidentale. Tromb Haemost*, 2000, 83:657-660.
- [3] 全国肺栓塞-深静脉血栓形成防治协作组,中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组. 肺血栓栓塞症-深静脉血栓形成影像学检查操作规程(推荐方案). *中华结核和呼吸杂志*, 2005, 28:580-588.
- [4] Guidelines on diagnosis and management of acute pulmonary embolism. Task Force on Pulmonary Embolism, European Society of Cardiology. *Eur Heart J*, 2000, 21:1301-1336.
- [5] British Thoracic Society Standards of Care Committee. Pulmonary Embolism Guideline Development Group. British Thoracic Society guidelines for the management of suspected acute pulmonary embolism. *Thorax*, 2003, 58:470-483.
- [6] Torbicki A, Perrier A, Konstenfinides S, et al. Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism; the Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*, 2008, 29:2276-2315.
- [7] 中华医学会呼吸病学分会. 肺血栓栓塞症的诊断与治疗指南(草案). *中华结核和呼吸杂志*, 2001, 24:259-264.
- [8] 史卓, 宋俊峰, 周纯武, 等. 床旁胸部 CR 摄影曝光指数应用探讨. *实用放射学杂志*, 2010, 26:1019-1021.
- [9] 李月卿, 黄林, 余建明. 医学影像成像理论. 北京:人民卫生出版社, 2003:145-153.
- [10] 朱力, 王建国, 郭佑民, 等. 不同层(排)厚螺旋 CT 造影对周围肺动脉血栓显示的比较. *中华结核和呼吸杂志*, 2010, 33:37-42.
- [11] 朱力, 郭佑民, 马红霞, 等. 疑似肺栓塞患者 337 例合并下肢深静脉血栓的发生率. *中华结核和呼吸杂志*, 2008, 31:603-606.
- [12] 郭佑民, 马红霞. 提高多层 CT 在胸部的应用和评价研究. *中华医学杂志*, 2011, 91:3-4.
- [13] Cerveri I, D'Armini AM, Viganò M. Pulmonary thromboendarterectomy almost 50 years after the first surgical attempts. *Heart*, 2003, 89:369-370.
- [14] 赵晶, 康德强, 郭英, 等. 64 层螺旋 CT 肺部高分辨率图像质量影响因素的体模研究. *中华放射学杂志*, 2009, 43:1247-1250.
- [15] 吴显阳. 64 层螺旋 CT 肺动脉造影三维重建技术在肺栓塞诊断中的价值. *中国冶金工业医学杂志*, 2008, 25:525-526.
- [16] 于红. 应用 64 层螺旋 CT 肺动脉血管成像技术诊断肺栓塞. *中国医药指南*, 2010, 8:58-59.
- [17] 黄伟, 徐益明, 邵瑾, 等. 64 层 CT 管电流调制肺动脉成像: 100 kV 与 120 kV 对比. *中国医学影像技术*, 2010, 26:1960-1963.
- [18] 周旭辉, 彭振鹏, 郑丽丽, 等. 64 层螺旋 CT 肺动脉成像低管电压设置结合个体化对比剂应用的对照研究. *中华放射学杂志*, 2009, 43:704-707.
- [19] Primak AN, McCollough CH, Bruesewitz MR, et al. Relationship between noise, dose, and pitch in cardiac multi-detector low CT. *Radiographics*, 2006, 26:1785-1794.
- [20] 张龙江, 卢光明, 黄伟, 等. 双源 CT 双能量肺灌注成像的初步观察. *中华放射学杂志*, 2008, 42:1183-1186.
- [21] 马智军, 冯强, 张素娟, 等. 双源 CT 双能量肺灌注成像对肺栓塞的初步研究. *中华放射学杂志*, 2011, 45:116-119.
- [22] Thieme SF, Johnson TR, Lee C, et al. Dual-energy CT for the assessment of contrast material distribution in the pulmonary parenchyma. *AJR Am J Roentgenol*, 2009, 193:144-149.
- [23] Walther A, Schellhaass A, Böttiger BW, et al. Diagnosis, therapy and secondary prophylaxis of acute pulmonary embolism: presentation of and commentary on the new ESC 2008 guidelines. *Anaesthesist*, 2009, 58:1048-1054.
- [24] Stein PD, Fowler SE, Goodman LR, et al. Multidetector computed tomography for acute pulmonary embolism. *N Engl J Med*, 2006, 354:2317-2327.
- [25] 王建国, 郭佑民, 朱力, 等. CT 肺血管成像对急性大面积肺栓塞患者的动态分析价值. *中华放射学杂志*, 2008, 42:729-734.
- [26] Stein PD, Woodard PK, Weg JC, et al. Diagnostic pathways in acute pulmonary embolism: recommendations of the PFOPE II investigators. *Radiology*, 2007, 242:15-21.
- [27] 司斌, 胡振红, 曾群丽, 等. 不同影像学方法对急性肺血栓栓塞症的诊断价值. *中国呼吸与危重监护杂志*, 2007, 6:201-204.
- [28] 郭铁刚, 康治臣, 田新华, 等. 64 排与 256 层螺旋 CT 肺动脉造影诊断老年肺栓塞的对比观察. *中国老年学杂志*, 2011, 31:776-777.
- [29] Cerveri I, Armini AM, Viganò M. Pulmonary thromboendarterectomy almost 50 years after the first surgical attempts. *Heart*, 2003, 89:369-370.
- [30] Webb WR, Higgins CB. Pulmonary and cardiovascular radiology. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011:656-682.
- [31] 赵世华. 心血管疾病磁共振诊断学. 北京:人民军医出版社, 2011:189-210.
- [32] Goyen M, Laub G, Ladd ME, et al. Dynamic 3D MR angiography of the pulmonary arteries in under four seconds. *J Magn Reson Imaging*, 2001, 13:372-377.
- [33] Ohno Y, Hatahu H, Takenaka D, et al. Oxygen-enhanced MR ventilation imaging of the lung: preliminary clinical experience 25 subjects. *AJR Am J Roentgenol*, 2001, 177:185-194.
- [34] Moody AR. Magnetic resonance direct thrombus imaging. *J Thromb Haemost*, 2003, 1:1403-1409.
- [35] Chen MM, Coakley FV, Kaimal A, et al. Guidelines for computed tomography and magnetic resonance imaging use during pregnancy and lactation. *Obstet Gynecol*, 2008, 112(2 Pt 1):333-340.
- [36] Kelly J, Hunt BJ, Moody A. Magnetic resonance direct thrombus imaging: a novel technique for imaging venous thromboemboli. *Thromb Haemost*, 2003, 89:773-782.
- [37] Ley S, Kauczor HU. MR imaging/magnetic resonance angiography of the pulmonary arteries and pulmonary thromboembolic disease. *Magn Reson Imaging Clin N Am*, 2008, 16:262-273.

[39] Wittram C, Kalra MK, Maher MM, et al. Acute and chronic pulmonary emboli: angiography-CT correlation. *AJR Am J Roentgenol* 2006, 186 (6 Suppl 2): S421-S429.

[40] Stein PD, Woodard PK, Weg JG, et al. Diagnostic pathways in acute pulmonary embolism: recommendations of the PIOPED II investigators. *Am J Med*, 2006, 119: 1048-1055.

[41] Schueller-Weidekamm C, Schaefer-Prokop CM, Weber M, et al. CT angiography of pulmonary arteries to detect pulmonary embolism: improvement of vascular enhancement with low kilovoltage settings. *Radiology*, 2006, 241: 899-907.

[42] Heyer CM, Mohr PS, Lemburg SP, et al. Image quality and radiation exposure at pulmonary CT angiography with 100- or 120-kVp protocol: prospective randomized study. *Radiology*, 2007, 245: 577-583.

[43] MacKenzie JD, Nazario-Larrieu J, Cai T, et al. Reduced-dose CT: effect on reader evaluation in detection of pulmonary embolism. *AJR Am J Roentgenol*, 2007, 189: 1371-1379.

[44] Kubo T, Ohno Y, Gautam S, et al. Use of 3D adaptive raw-data filter in CT of the lung: effect on radiation dose reduction. *AJR Am J Roentgenol*, 2008, 191: 1071.

射科(杨立);中国医学科学院阜外心血管病医院放射科(赵世华);大连大学附属中山医院放射科(伍建林);四川大学华西医院放射科(杨志刚);卫生部北京医院放射科(陈起斌);首都医科大学附属安贞医院放射科(于薇);北京协和医学院中国医学科学院协和医院放射科(宋伟);复旦大学公共卫生中心(张志勇);首都医科大学附属北京宣武医院放射科(杜祥颖);江西大学第一附属医院放射科(龚洪翰);宁夏医科大学总医院放射科(郭玉林);首都医科大学附属北京友谊医院放射科(贺文);浙江大学邵逸夫医院放射科(胡红杰);华中科技大学同济医学院协和医院放射科(孔祥泉);中国医科大学第一附属医院放射科(黎庶);福建医科大学第一附属医院放射科(李银官);暨南大学第一附属医院放射科(罗良平);同济大学附属同济医院放射科(王培军);中南大学附属湘雅二医院放射科(王云华);中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院放射科(吴宁);中山大学第一附属医院放射科(杨有优);复旦大学附属胸科医院放射科(叶剑定);广州医学院第一附属医院放射科(曾庆思);广东省人民医院放射科(赵振军)

协作组成员:西安交通大学第一附属医院放射科(马红霞);第二军医大学附属长征医院放射科(刘士远、于红);解放军总医院放

(收稿日期:2012-07-17)

(本文编辑:任晓黎)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊 2013 年可直接使用的医学缩略语

医学论文中正确、合理使用专业名词可以精简文字,节省篇幅,使文章精练易懂。现将放射学专业领域为大家所熟知的专业名词缩略语公布如下(按照英文首字母顺序排列),以后本刊在论文中将不再注释其中文。

2D(two dimension):二维;3D(three dimension):三维;4D(four dimension):四维;ADC(apparent diffusion coefficient):表观扩散系数;ALT:丙氨酸转氨酶;AST:天冬氨酸转氨酶;b:扩散梯度因子;CPR(curve plane reformation):曲面重组;CR(computed radiography):计算机 X 线摄影术;CT(computed tomography):计算机体层成像;CTA(computed tomography angiography):CT 血管成像;CTP(CT perfusion):CT 灌注成像;DR(digital radiography):数字化 X 线摄影术;DSA(digital subtraction angiography):数字减影血管造影;DWI(diffusion weighted imaging):扩散加权成像;FSE(fast spin echo):快速自旋回波;FOV(field of view):视野;fMRI(functional magnetic resonance imaging):功能磁共振成像;Gd-DTPA:钆喷替酸葡甲胺;HE 染色:苏木素-伊红染色;

MPR(multi-plane reformation):多平面重组;MRA(magnetic resonance angiography):磁共振血管成像;MRI(magnetic resonance imaging):磁共振成像;MRS(magnetic resonance spectroscopy):磁共振波谱;MIP(maximum intensity projection):最大密度投影;MSCT(multiple-slice spiral CT):多层螺旋 CT;PACS(picture archiving and communication system):图像存储与传输系统;PET(positron emission tomography):正电子发射计算机体层成像;ROC 曲线(receiver operating characteristic curve):受试者操作特征曲线;ROI(region of interest):感兴趣区;SE(spin echo):自旋回波;T₁WI(T₁ weighted image):T₁ 加权像;T₂WI(T₂ weighted image):T₂ 加权像;TE(echo time):回波时间;TI(inversion time):反转时间;TR(repetition time):重复时间;VR(volume rendering):容积再现;WHO(World Health Organization):世界卫生组织。

(本刊编辑部)