

·规范与共识·

CT 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

计算机体层成像(computed tomography, CT)是继 1895 年伦琴发现 X 线以来,医学影像学发展史上的一次革命。由于具有密度分辨率和空间分辨率高、对病灶定位和定性准确、可以为临床提供直观可靠的影像资料等优势,CT 检查已成为临床医学不可缺少的诊断手段,在我国已经普及到各级医疗机构。规范 CT 检查技术,为临床和诊断提供普遍公认的优质图像至关重要。为了规范 CT 检查技术,更好地为患者服务,国内相关专家综合相关文献并结合临床实际起草了本版 CT 检查技术专家共识。

CT 扫描前准备

一、设备准备

1. 检查室按照各类型设备的要求提供适宜的温度和湿度。
2. 依照 CT 设备开机的要求按步骤操作。
3. 按设备要求预热 X 线管。
4. 建议按设备要求进行空气校正。
5. 建议确保有足够的存储空间。如果有 PACS 系统,需要确保数据传输通畅。
6. 确保高压注射器处于完好待用状态。
7. 确保影像交付介质处于正常状态。
8. 定期做好 CT 设备的预防性维护(设备状态维护)。
9. CT 室配备常规急救器械和药品^[1]。

二、受检者准备

1. 受检者检查前,去除被检部位的金属饰品或可能影响 X 线穿透力的物品,嘱受检者在扫描过程中保持体位不动。

2. 不合作的受检者(如婴幼儿、躁动不安或意识障碍者),在 CT 扫描前给予镇静。

3. 根据检查部位做好检查前相关准备。胸、腹部检查前进行屏气训练,保证扫描时胸、腹部处于静止状态;胃肠道检查前饮水;颈部和喉部检查前告知受检者不能做吞咽动作;眼部检查前告知患者闭上双眼,尽量保持眼球不动,不能闭眼者让其盯住正前方一个目标。

三、操作者准备

1. 掌握基本的影像诊断知识,能根据受检者的特点、诊断的需要设置个性化的扫描流程与参数。
2. 熟练掌握 CT 机的性能和特点。
3. 落实“查对”制度。
4. 向受检者做好解释工作,消除其顾虑和紧张情绪,检查时取得患者配合。
5. 能够及时发现检查过程中受检者的异常情况。熟练掌握心肺复苏术,在受检者发生意外能及时参与抢救。

6. 熟悉影像危急值的范围。

四、图像质量控制

1. 检查部位符合临床诊断需求。
2. 图像上无由于设备故障造成的伪影。
3. 图像采集和重建参数符合影像诊断的需求。
4. 预置合适的窗宽和窗位。
5. 图像标识显示完整。
6. 增强检查期相达到临床诊断要求。

五、其他

1. 增强检查结束后,受检者留观 30 min。
2. 定期检查急救药品的有效期,并及时更新。
3. 如果受检者发生不良事件,及时做好记录并按要求上报。
4. 登记时核对受检者信息;人工发放结果时,需再次核对受检者的相关信息^[2-4]。

颅脑 CT 扫描技术

一、适应证

颅脑急性出血、梗死、外伤、畸形、积水、肿瘤、

DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2016.12.004

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:郑君惠,510080 广州,广东省人民医院放射科,Email: 13610228212@163.com

炎症以及脑实质变性和脑萎缩等疾病。

二、检查技术

1. 常规平扫: (1) 体位: 取仰卧位, 头部置于检查床头架内, 头部正中矢状面与正中定位线重合, 使头部位于扫描野的中心, 听眦线垂直于检查床。常规以听眦线或听眶上线为扫描基线, 扫描范围从颅底至颅顶。(2) 参数: 管电压 100~120 kV, 有效管电流 200~250 mAs, 根据机型选择不同探测器组合 (16×1.500 mm、32×1.200 mm、64×0.625 mm、128×0.600 mm、320×0.500 mm 等), 一般行逐层扫描, 层厚 5~6 mm, 层间距 5~6 mm。

2. 增强扫描: (1) 常规增强扫描: 扫描参数与常规平扫相同。采用高压注射器经静脉团注对比剂, 流率为 1.5~2.0 ml/s (观察动脉瘤、动静脉畸形等血管病变时, 流率可达 3.0~4.0 ml/s), 用量为 50~70 ml。根据病变的性质设置头部增强的延迟扫描时间, 血管性病变延迟 25 s, 感染、囊肿延迟 3~5 min, 转移瘤、脑膜瘤延迟 5~8 min。(2) 颅脑 CTA: 采用对比剂 (流率为 4.0~5.0 ml/s, 用量为 60~80 ml)+生理盐水 (流率为 4.0 ml/s, 用量为 30 ml) 的注射方式。体弱或体质量指数 (body mass index, BMI) < 18 kg/m² 的受检者, 对比剂用量酌减^[5-6]。

三、图像处理

1. 预置窗宽、窗位: 软组织窗窗宽 80~100 HU, 窗位 35~45 HU; 骨窗窗宽 3 500~4 000 HU, 窗位 500~700 HU。

2. 常规三维图像重组: 用薄层横断面数据进行 MPR, 可获得脑组织的冠状面、矢状面、斜面图像。运用表面遮盖法 (shade surface displayment, SSD) 显示颅骨的骨折线、病变与周围解剖结构的关系等。

3. CTA 三维图像重组: 头部血管图像后处理常包括 MPR (CPR)、MIP、VR 及 SSD。

四、影像质量标准

1. 脑组织窗: 能够显示灰白质边界、基底神经节、脑室系统、中脑周围的脑脊液腔隙、静脉注射对比剂后的大血管和脑室脉络丛。

2. 骨窗: 能够显示颅骨的内板、外板和板障^[7-10]。

鞍区 CT 扫描技术

一、适应证

1. 普通 X 线检查发现鞍区病变, 需进一步明确诊断者。

2. 临床怀疑垂体肿瘤。

3. 垂体瘤术后复查。

二、检查技术

1. 常规平扫: (1) 体位: 仰卧位, 头部置于头架内, 受检者体位同颅脑轴面扫描, 扫描基线可用听眶线或听眦线, 扫描范围从颅底至鞍顶。(2) 参数: 采用螺旋扫描方式, 管电压 100~120 kV, 有效管电流 200~250 mAs, 选择不同探测器组合 (16×0.625 mm、32×1.200 mm 等)。以最薄层厚进行无间隔重建, 然后行冠状面、矢状面重组, 重建层厚 3 mm, 层间距 3 mm。

2. 增强扫描: (1) 注射参数: 采用 (含碘 300~370 mg/ml) 非离子型碘对比剂, 用量 80.0~100.0 ml (或 1.5~2.0 ml/kg), 注射流率 2.5~3.0 ml/s。(2) 扫描及延迟时间: 首先行 CT 平扫确定扫描范围, 注入对比剂后 10 s 启动扫描, 扫描 5~8 次。延迟时间一般设为注射对比剂后 35 s。(3) 垂体微腺瘤放大动态扫描: 能清楚地观察垂体微腺瘤及其与周围组织结构的关系。动态增强扫描可观察微腺瘤血供的全过程, 有利于诊断微腺瘤。

三、图像处理

1. 窗宽、窗位调节: 软组织窗窗宽 350~400 HU, 窗位 35~45 HU; 病变侵犯颅骨时需加照骨窗, 骨窗窗宽 3 500~4 000 HU, 窗位 500~700 HU。

2. 三维图像重组: 需重建鞍区冠状面、矢状面图像, 重建层厚及层间距 ≤ 3 mm。

四、影像质量标准

1. 软组织窗: 能够显示鞍区软组织、脑灰白质边界、中脑周围的脑脊液腔隙、静脉注射对比剂后的大血管和脑室脉络丛。

2. 骨窗: 能够显示鞍区诸骨的结构, 颅骨的内板、外板和板障^[11]。

眼部 CT 扫描技术

一、适应证

眼球内和眶内肿瘤、炎性假瘤和血管性疾病, 眼外伤、眶内异物炎症及先天性疾病。

二、检查技术

1. 常规平扫: (1) 体位: 仰卧位, 下颌稍上抬, 听眶线与床面垂直, 两外耳孔与床面等距, 正中矢状面与床面中线重合。扫描基线为听眶线, 扫描范围一般从眶下缘至眶上缘。(2) 参数: 采用螺旋扫描方式, 管电压 100~120 kV, 有效管电流 200~250 mAs, 探测器组合 (16×0.750 mm、32×1.200 mm、64×

0.625 mm 等)。以最薄层厚重建,然后行轴面、冠状面、斜矢状面重组,骨窗层厚 2 mm、软组织窗层厚 3 mm,层间距 2~3 mm。若重点观察视神经管,则需要重建骨算法,重建层厚 1 mm,层间距 1 mm。

2. 增强扫描:(1)注射参数:采用(含碘 300~370 mg/ml)非离子型碘对比剂,用量 80~100 ml(或 1.5~2.0 ml/kg),注射流率 2.5~3.0 ml/s。(2)扫描延迟时间:普通增强检查延迟 35~45 s;血管性病变采用动静脉双期增强扫描,动脉期延迟 25 s,静脉期延迟 70 s。

三、图像处理

1. 窗宽、窗位调节:软组织窗窗宽 350~400 HU,窗位 35~45 HU;骨窗窗宽 3 500~4 000 HU,窗位 500~700 HU。

2. 常规三维图像重组:眼部外伤常规采用 MPR。眼球内异物定位时,通常需采用横断面、冠状面和矢状面结合定位。

四、影像质量标准

1. 软组织窗:能够显示眼球结构(晶状体、球壁等),泪腺、眼肌和视神经。

2. 骨窗:能够显示眶骨的内部结构,清晰分辨皮质和松质骨^[12-14]。

耳部 CT 扫描技术

一、适应证

先天性耳道畸形、肿瘤(如听神经瘤、胆脂瘤等)、炎症、外伤等。

二、检查技术

1. 常规平扫:(1)体位:仰卧位,头部置于头架内,两外耳孔与床面等距,取标准的头颅前后位。(2)参数:采用螺旋扫描方式,管电压 120~140 kV,有效管电流 200~250 mAs,探测器组合(16×0.625 mm、32×0.625 mm 等)。以最薄层厚无间隔重建,然后行轴面、冠状面、矢状面重组。骨算法重建层厚 1 mm,层间距 1 mm;软组织算法重建层厚 3 mm,层间距 3 mm。扫描范围从外耳道下缘至岩骨上缘^[15]。

2. 增强扫描:(1)注射参数:对比剂用量 60~80 ml,注射流率 2.5~3.0 ml/s。(2)扫描延迟时间:普通增强检查延迟时间 40~50 s。

三、图像处理

1. 窗宽、窗位调节:外耳道闭锁的放大图像应包全耳部皮肤。增强扫描图像用软组织窗摄影,骨窗窗宽 3 500~4 000 HU,窗位 500~700 HU。

2. 三维图像重组:均使用最薄层厚重建,在横断面薄层图像上行冠状面重组,并结合曲面重建、仿真内窥镜对病变进行显示。还可采用单侧放大的方式进行重建。

四、影像质量标准

1. 骨窗:能够显示颞骨的内部结构,听骨链、面神经管、耳蜗、半规管等。

2. 软组织窗:能够显示病变组织和周围脑组织的关系^[16]。

鼻与鼻窦 CT 扫描技术

一、适应证

鼻及鼻窦炎症、肿瘤、外伤等。

二、检查技术

1. 常规平扫:(1)体位:仰卧位,听眦线或听眶线与床面垂直,正中矢状面与床面中线重合。扫描基线为听眶线,扫描范围一般从眉弓上缘至牙齿咬合面。(2)参数:采用螺旋扫描方式,管电压 100~120 kV,有效管电流 200~250 mAs,探测器组合(16×1.500 mm、32×1.200 mm、64×0.625 mm 等)。重建层厚 2~3 mm,层间距 3~5 mm,采用高分辨重建算法。

2. 增强扫描:对比剂用量 60.0~80.0 ml,注射流率 2.5~3.0 ml/s。普通增强检查延迟 40~50 s 扫描。

三、图像处理

1. 窗宽、窗位调节:观察蝶窦、筛板及额窦有无分隔或外伤时,通常用骨算法,窗宽 2 000~2 500 HU,窗位 150~250 HU。肿瘤侵犯骨组织时,必须进行软组织重建,层厚 3 mm、间隔 3~5 mm、窗宽 300~400 HU、窗位 35~45 HU。鼻骨外伤时,用骨算法图像分别平行和垂直于鼻骨长轴行横断面和冠状面重组,重建层厚 1 mm,层间距 1 mm。

2. 三维图像重组:将原始图像进行薄层重组,重组层厚 0.75 mm,层间距 0.75 mm。鼻窦冠状面图像可显示窦腔病变、窦口复合体区域病变以及观察解剖结构是否异常。鼻部外伤患者行 MPR 及 SSD 三维重组有助于观察鼻部骨折的位置、类型及与邻近解剖结构的关系。

四、影像质量标准

1. 骨窗:能够显示诸骨的内部结构、增厚的黏膜。

2. 软组织窗:能够显示软组织病变与周围组织的关系^[17]。

颈部 CT 扫描技术

一、适应证

颈部占位性病变、颈部淋巴结肿大、颈部血管性病变、颈部气管病变、外伤。

二、检查技术

1. 常规平扫: (1) 体位: 仰卧位, 头稍后仰, 使颈部与床面平行, 同时两肩放松, 两上臂置于身体两侧, 两外耳孔与床面等距。 (2) 扫描范围: 甲状腺扫描范围从第 5 颈椎下缘至第 1 胸椎。喉部扫描范围从第 4 颈椎向下扫描, 或直接对准喉结扫描, 扫描时嘱受检者连续发字母“E”音, 使声带内收, 梨状窝扩张, 以便较好地显示声带、梨状窝、咽后壁及杓会厌襞的形态及病变。鼻咽部扫描范围从海绵窦至口咽部。 (3) 扫描参数: 行螺旋扫描, 螺距 0.600 ~ 1.000, 管电压 120 kV, 有效管电流 200 mAs, 矩阵 512×512, 软组织算法, 最薄层厚无间隔重建。

2. 增强扫描: (1) 常规增强扫描: 对比剂用量成人 60.0 ~ 80.0 ml, 儿童为 2.0 ml/kg。注射速率 2.5 ~ 3.0 ml/s, 延迟扫描时间 35 ~ 40 s。 (2) 颈部 CTA: ①体位: 仰卧位, 头后仰, 使下颌支与扫描床面垂直; ②扫描范围: 在颈部侧位定位像上, 设定从主动脉弓上缘至颅底的扫描区域; ③参数: 常规螺旋扫描, 管电压 120 kV, 有效管电流 200 mAs, 矩阵 512×512, 采集层厚 0.6 ~ 1.0 mm, 重建层厚 1.0 mm, 层间距 0.6 ~ 1.0 mm; ④对比剂用量及延迟时间: 对比剂注射速率 4.0 ~ 5.0 ml/s, 对比剂注射完毕后再以相同速率注射生理盐水 20.0 ~ 30.0 ml, 延迟时间 15 ~ 18 s。

三、图像处理

颈部图像常用软组织窗显示, 一般取窗宽 250 ~ 350 HU, 窗位 30 ~ 50 HU; 若病变侵犯骨组织时, 必须加骨窗像, 窗宽 3 500 ~ 4 000 HU, 窗位 500 ~ 700 HU。采用 MIP、SSD、VR 进行后处理, 进行多方位观察。

四、影像质量标准

1. 软组织窗: 能够显示颈部软组织的层次和增强后大血管的结构。

2. 骨窗: 能够显示颈部椎体骨质。

胸部 CT 扫描技术

一、适应证

1. 纵隔: 肿瘤、淋巴结肿大、血管病变等。

2. 肺: 肿瘤、结核、炎症、间质性和弥漫性病变

等。鉴别肺门增大的原因, 区分血管性结构、淋巴结肿大和肿块。

3. 胸膜和胸壁: 定位胸膜腔积液和胸膜增厚的范围与程度, 鉴别包裹性气胸与胸膜下肺大泡, 了解胸壁疾病的侵犯范围及肋骨和胸膜的关系, 了解外伤后有无气胸、胸腔积液及肋骨骨折等情况。

4. 心包和心脏: 明确心包积液、心包肥厚及钙化程度, 鉴别心脏原发或继发肿瘤。

5. 大血管病变: 诊断各种胸部大血管病变, 包括主动脉瘤、夹层动脉瘤、肺动脉栓塞、大血管畸形等。

二、检查技术

1. 常规平扫: (1) 体位: 仰卧位, 头先进, 两臂上举抱头, 身体置于床面正中。驼背或不宜仰卧者、对少量胸腔积液和胸膜肥厚进行鉴别诊断者可采用俯卧位。扫描范围为从肺尖开始到肺底。 (2) 参数: 常规胸部 CT 扫描采用螺旋扫描方式, 采集层厚 ≤ 1 mm, 重建层厚 5 ~ 7 mm, 层间距 5 ~ 7 mm。对于呼吸困难不能屏气者或婴幼儿, 扫描中应适当加大螺距, 缩短扫描时间, 以减少运动伪影。

2. 高分辨率成像: 肺弥漫性、间质性病变以及可疑支气管扩张时, 可采用高分辨率扫描模式, 层厚和层间距均为 0.6 ~ 1.0 mm, 采用高分辨率算法重建。

3. 增强扫描: (1) 常规增强扫描: 对比剂用量 60.0 ~ 70.0 ml, 速率 2.0 ~ 2.5 ml/s, 延迟扫描时间 30 ~ 35 s。扫描范围和扫描参数同常规平扫。 (2) 胸部 CTA: 对比剂用量 80.0 ~ 100.0 ml, 速率 3.0 ~ 3.5 ml/s, 延迟扫描时间依据对比剂智能追踪技术测定, 通常为 12 ~ 18 s。

三、图像处理

纵隔窗窗宽 300 ~ 500 HU, 窗位 30 ~ 50 HU; 肺窗窗宽 800 ~ 1 500 HU, 窗位 - 600 ~ - 800 HU^[18-19]。

先天性心脏病 CT 扫描技术

一、适应证

怀疑先天性心脏病, 如房间隔缺损、单心房、左侧三房心、室间隔缺损、动脉导管未闭、主动脉-肺动脉间隔缺损、法乐四联症、完全性大动脉错位、先天性主动脉缩窄等。

二、相关准备

1. 镇静: 新生儿及不能配合的受检者口服或从肛门给予 10% 的水合氯醛 0.4 ~ 0.5 ml/kg 镇静。

2. 心电电极的位置:电极可以酌情贴在双臂和腿上。

3. 呼吸训练:除婴幼儿外,需要对受检者进行呼吸训练,屏气时间达 8~10 s。若受检者在镇静状态不能屏气,可以通过捆扎胸部束带抑制胸式呼吸再进行扫描。

4. 辐射防护:由于受检者中婴幼儿多见,辐射损伤带来的风险增加,可在头颅、颈部、腹腔、盆腔分别用铅衣片进行防护。

三、检查技术

1. 扫描体位及参数:(1)体位:仰卧位,根据静脉针的位置选择头先进或足先进,两臂上举抱头,身体置于床面正中,侧面定位像对准人体正中冠状面。如果受检者为镇静后的婴幼儿,可将上臂自然放于体侧。扫描范围为胸廓入口至左膈下 5 cm。(2)参数:重建层厚和层间距为 1.25~2.50 mm。考虑到儿童的辐射防护,5 岁及以下受检者管电压为 100 kV,5 岁以上为 120 kV;管电流采用自动管电流调制技术。

2. 注射对比剂方法:(1)对比剂用法:通常采用含碘 350 mg/ml 的非离子型对比剂,婴幼儿可根据疾病和体质量,将对比剂稀释为含碘量 150~250 mg/ml 或降低注射流率。根据扫描方式成人用量为 30.0~80.0 ml,婴幼儿用量为 1.5~2.0 ml/kg。5 岁及以下受试者注射流率为 1.0~2.0 ml/s,5 岁以上为 2.0~3.0 ml/s。为避免无名静脉内高浓度对比剂对周围结构显示的干扰,尽量选择右侧上肢静脉或右侧下肢静脉注射对比剂。(2)扫描起始时间的确定:扫描起始时间指从注射对比剂到开始曝光扫描的时间。确定扫描起始时间的方法主要有:①经验值法:2 岁及以下患儿,若对比剂经头皮或手背静脉注射,延迟时间为 11~14 s;经足外周静脉注射,延迟时间为 14~16 s;2 岁以上患儿在上述基础上适当延长 2~5 s。②小剂量同层扫描时间曲线测定法:自肘静脉小剂量注射对比剂,进行 ROI 同层动态扫描,测量 ROI 的时间-密度曲线,曲线峰值时间即为扫描延迟时间。对于复杂先天性心脏病的受检者,需要在肺动脉层面测量肺动脉和主动脉 2 个 ROI,两者均强化即为扫描延迟时间。③实时血流检测法:设定肺动脉层面作为连续曝光层面,并选择对比剂观察 ROI(肺动脉和主动脉 2 个 ROI),注射对比剂后,实时观察 ROI CT 值上升情况,当 CT 值达预定值后,手动触发扫描。对心内结构存在复杂畸形者(如心内膜垫缺损、单心室等)加

扫第二期,扫描延迟时间为注射对比剂后 35~45 s,即第一期扫描后的 8~15 s。

四、图像后处理

1. VR 显示:可以系统观察整个心脏和大血管的关系以及空间位置,显示直观立体,通过不同的体位可以观察到相应的血管变异。

2. 薄层 MIP 显示:可以观察局部的解剖结构和变异,层厚通常选择 5~10 mm。

3. MPR 后的图像:(1)横断面:断面图像与身体长轴垂直,显示人体横断面影像,是显示心脏大血管的常规体位。(2)短轴面:断面图像与心脏长轴垂直,显示心脏短轴面影像,范围包括心尖至心底部。心脏短轴适于观察心室的前壁、侧壁、后壁及室间隔,也适用于观察主动脉瓣。(3)长轴面:断面图像与心脏长轴平行,显示心脏长轴面影像。心脏长轴面适用于观察二尖瓣、左室根部、主动脉流出道和心尖部病变^[20-23]。

冠状动脉 CT 扫描技术

一、适应证

1. 冠状动脉疾病的筛选。

2. 各种血管重建术的术前定位。

3. 血管重建术的术后复查。

4. 其他:包括:(1)未诊断为冠心病的患者在行心脏手术(如瓣膜置换术前)排除冠状动脉狭窄性疾病;(2)心肌梗死患者稳定期复查。

二、相关准备

1. 心理干预:检查前向受检者介绍检查过程及可能出现的正常反应,以消除受检者的紧张情绪,有利于控制心率。

2. 控制心率:64 层及以上 CT 机型心率≤70 次/min,16 层及以下 CT 机型心率≤60 次/min。

3. 呼吸训练:训练受检者做深吸气、屏气及呼气动作。

4. 安装心电图电极:电极片需要在上臂上举后粘贴,注意避开骨骼。

三、检查技术

1. 对比剂注射方案:(1)使用生理盐水:静脉推注生理盐水可以代替部分对比剂的效果,减少对比剂用量,有助于增加冠状动脉的增强值以及增强持续时间,同时减少肺动脉增强时间,减少上腔静脉的高衰减伪影。(2)对比剂注射方案:对比剂浓度为含碘 350~370 mg/ml,采用双筒高压注射器,配合

使用生理盐水。具体注射方案有:①单流率三期方案:流率为 4.0~5.0 ml/s,第一期注射对比剂 50.0~60.0 ml,第二期注射生理盐水 16.0~20.0 ml,第三期注射体积比为 6:4 的对比剂及生理盐水混合物。②双流率方案:第一期采用 4.0~5.0 ml/s 流率注射 50.0~60.0 ml 对比剂+16.0~20.0 ml 生理盐水,第二期采用 2.5~3.5 ml/s 流率注射 5.0~7.0 ml 对比剂+25.0 ml 生理盐水。(3)根据体质量确定对比剂注射流率:体质量<60 kg,流率为 3.5 ml/s;体质量≥60 kg 且<75 kg,流率为 4.0 ml/s;体质量≥75 kg,流率为 5.0 ml/s。(4)扫描延迟时间:经验时间为延迟 25~30 s 启动扫描。①小剂量同层扫描时间曲线测定法(test-bolus):经肘静脉注射对比剂 10.0~20.0 ml,注射对比剂后 8~12 s 在升主动脉层面连续扫描。②实时血流检测法(bolus-tracking):设定升主动脉根部层面(气管隆突下 1 cm)作为连续曝光层面,注射对比剂 8~10 s 后,当升主动脉根部 CT 值达 150 HU 预定阈值后,自动或手动触发扫描。

2. 扫描体位与参数:(1)体位:仰卧位,头先进,两臂上举抱头,身体置于床面正中,侧面定位像对准人体正中冠状面。(2)定位像:常规扫描胸部前后定位像和侧位定位像,双定位有利于将心脏图像定位到显示野中心。(3)扫描范围:根据检查需要设定扫描范围。①常规冠状动脉 CTA 扫描从气管隆凸到心底,包括整个心脏。②冠状动脉旁路移植术后复查静脉桥,扫描范围从主动脉到心底,包括整个心脏大血管。③冠状动脉旁路移植术复查动脉桥,扫描范围从锁骨到心底,包括整个胸骨、心脏大血管。(4)参数:①平扫:层厚≤2.5 mm,层间距 2.5 mm,视野 25 cm×25 cm,管电压 120 kV,前瞻心电门控,显示野固定不动。②冠状动脉 CTA:层厚 0.5~1.0 mm,层间距 0.5~1.0 mm,采用心电门控扫描方式。

四、心电门控扫描方式

1. 心电前瞻门控扫描(序列扫描):根据前 3~5 个心动周期的搏动,预测下一个心动周期 R 波的位置,并在相应的时相触发扫描。

2. 心电回顾门控扫描(螺旋扫描):采用螺旋扫描方式,心电信号和原始数据被同时记录下来,根据心电图信号采用回顾性图像重建。

五、图像处理

1. 心电图编辑:心电图编辑方法有消除、忽略、插入和 R 波偏移等。

2. 图像显示:平扫的窗宽 250~350 HU,窗位 35~45 HU;增强扫描窗宽 600~800 HU,窗位 300~400 HU。

3. 冠状动脉重建时相的选择:心率<65 次/min,在舒张末期,即 75%~80%时相;当心率为 70~80 次/min 时,右冠状动脉最好时相为 45%~50%,左冠状动脉为 75%。

4. 三维重组后处理:整个心脏冠状动脉的 VR 重组、冠脉树的 VR 和 MIP、曲面重组。

5. 心肌灌注成像:扫描方式同冠状动脉 CTA。

6. 左心室的功能分析:通过回顾性心电门控扫描,可以重建出心脏舒张期和收缩期两个时相的图像。在 CT 后处理工作站,计算出舒张末容积、收缩末容积、每搏输出量和射血分数。

六、冠状动脉 CTA 图像的质量控制

1. 对于心率过快采取的方法:(1)检查前与受检者充分沟通,减少检查时的心理紧张,缓解紧张情绪;(2)尽量缩短扫描时间;(3)应用 β 受体阻滞剂适当降低心率;(4)应用双扇区重建法;(5)心率过快者可采用变速扫描技术;(6)选择心脏舒张中期或收缩中末期进行成像;(7)使用半扫描重建技术或多扇区重建技术。

2. 心律不齐造成图像质量下降的处理方法:(1)使用绝对延迟方法重建:由于 R 波后紧邻时相为收缩期,受心率变化影响较小,进行收缩末期重建可获得错层伪影较小的图像。(2)对冠状动脉进行分段分时相重建,可以获得冠状动脉各个分支不同相位窗的清晰图像。(3)使用横断面重建不同触发单位进行图像重建,可以部分改善图像质量。(4)自动化最佳期相选择技术:通过计算各支冠状动脉的运动速度,从而自动化选择运动速度最低的 2 个时相进行重建,可以获得最佳收缩期和舒张期的冠状动脉图像。(5)进行相应的心电图编辑:①单发早搏:可导致瞬时心脏运动加快,可应用心电图编辑软件忽略或删除这一心动周期,用下一个心动周期的数据来补足加以纠正。②代偿间歇:可以造成与其他心动周期运动状态不一致的现象,此时需要对其前一个 R 波进行人为调整,对缺失的信号进行人为的插入,以保证其运动时相的一致性。③心房颤动:此时的心动周期长度变化范围更大,心动周期更短,图像质量更差。舒张期重建方法已经无法满足时间分辨率的要求,只能进行收缩末期重建和绝对时间延迟重建。④房室传导阻滞:可引起心动周期延长,改善方法是利用绝对时间延迟进行重

建,或进行个体化心电图编辑,采用手动偏移 R 峰的办法纠正 R-R 间期不等造成的数据不匹配,尽量使重建数据保持在心脏搏动的同一相位。

3. 其他因素对成像质量的影响及解决方法:钙化斑块明显者,产生明显伪影,影响冠状动脉的重建效果;检查时身体移动所造成的运动伪影,重建后出现图像模糊。

解决方法:(1)右心房高密度对比剂伪影:缩短扫描时间、减少对比剂用量和采用双筒高压注射器,能有效消除右心房对比剂伪影对右冠状动脉显示的影响;(2)呼吸运动伪影:检查前对患者进行屏气训练,尽可能缩短扫描时间,可有效消除呼吸运动伪影;(3)扫描时间及扫描延迟时间:扫描时间越短,图像质量受屏气后心率波动的影响越小;扫描延迟时间确定的越准确,则冠状动脉对比剂充盈越好,图像质量越佳^[24-28]。

肺静脉与左心房 CT 扫描技术

一、适应证

射频消融术前评价及术中引导、射频消融术后评价。

二、相关准备

同冠状动脉 CT 扫描技术。

三、检查技术

1. 对比剂注射方案:对比剂含碘 350~370 mg/ml,注射流率 4.0~5.0 ml/s,第一期注射对比剂 50~60 ml,第二期注射生理盐水 25~40 ml。经验扫描延迟时间为 25~30 s。通常采用测定靶血管内对比剂峰值变化来选择适当的扫描启动时间,具体方式为:(1)小剂量同层扫描时间曲线测定法(test-bolus):经肘静脉注射对比剂,注射后延时 8~12 s 开始在肺静脉层面连续扫描;(2)实时血流检测法(bolus-tracking):设定肺静脉层面(气管隆突下 4 cm)作为连续曝光层面,并选择升主动脉作为 ROI,注射对比剂 8~10 s 后,连续曝光采用实时观察 ROI 的 CT 值上升情况,当 CT 值达 150 HU 后,自动或手动触发扫描。

2. 体位与参数:(1)体位:仰卧位,头先进,两臂上举抱头,身体置于床面正中,侧面定位像对准人体正中冠状面。(2)定位像:常规扫描胸部前后定位像,双定位有利于将肺静脉图像定位到显示野中心。(3)扫描范围:从气管隆凸上 2 cm 到心底,包括整个心脏。(4)参数:①平扫:层厚 2.5 mm,层间距

2.5 mm,管电压 120 kV,选择心电前瞻门控扫描,显示野固定不动;②肺静脉 CTA:扫描范围同平扫,层厚 0.50~1.25 mm,层间距 0.50~1.25 mm,使用心电门控方式扫描。如果患者心律不齐或屏气不良,可选择螺旋扫描,层厚 0.50~1.25 mm,层间距 0.50~1.25 mm,调整螺距和旋转时间,使用最快方式扫描。

四、心电门控扫描方式

1. 心电前瞻门控扫描:与冠状动脉 CTA 的门控扫描类似,由于心电触发序列扫描需采用前 RR 间隔的平均值,对受检者下一个 RR 间隔做出可靠的预测。

2. 心电回顾门控扫描:采用螺旋扫描方式,心电信号和原始数据被同时记录下来,根据心电图信号采用回顾式图像重建。

五、图像处理

1. 心电图编辑:心电图编辑方法有消除、忽略、插入、R 波偏移等,对于有严重心律不齐的患者,可联合使用多种心电图编辑技巧,最终获得理想的冠状动脉图像。

2. 图像显示:平扫窗宽 250~350 HU,窗位 35~45 HU;增强扫描窗宽 600~800 HU,窗位 300~400 HU。

3. 三维重组后处理:肺静脉 VR 重组用于显示肺静脉开口、起源和大体解剖。可以在肺静脉后前位测量肺静脉开口处的宽度,多角度显示左右肺静脉的开口。在必要的情况下,可以测量横轴面肺静脉各分支起始处的最大径和最短径。

肺动脉 CTA 检查技术

一、适应证

1. 胸痛或下肢静脉血栓,怀疑肺动脉血栓者。
2. 肺动脉高压或先天性心脏病合并肺血管病变者。

3. 中央型肺癌患者了解肿瘤与血管位置关系。

二、检查技术

1. 扫描参数:仰卧位,受检部位置于扫描中心。扫描范围从肺尖至肺底。BMI≤25 kg/m²,管电压采用 100 kV;BMI>25 kg/m²,管电压采用 120 kV。有效管电流 180~250 mAs,层厚 0.75~1.00 mm,层间距 0.75~1.00 mm。软组织算法重建。探测器组合(64×0.625 mm、128×0.600 mm、320×0.600 mm)。

2. 注射参数:对比剂用量 1.5~2.0 ml/kg, 含碘浓度 270~370 mg/ml。注射方式为以 6.0 ml/s 的流率注射 20.0 ml 生理盐水, 然后以 5.0 ml/s 流率注射 50.0 ml 对比剂, 最后以 4.0 ml/s 流率注射 20.0 ml 生理盐水。延迟扫描时间为自动触发扫描方式, 阈值为 80 HU, ROI 置于肺动脉干。

三、图像处理

1.MPR 可以更清晰地显示各级肺动脉走行, 管腔内栓子大小、分布及范围。

2.MIP 能够较真实地反映组织间的密度差异, 显示血管壁的钙化及其分布范围, 能够直观、立体地显示肺动脉的解剖、走行, 尤其对于外周肺动脉的显示有一定优势。

3.VR 可以更直观、立体地观察血管结构, 追踪血管的起源、走行。

四、影像质量标准

1. 清晰显示肺动脉起始及走行。
2. 清晰显示肺动脉内血栓及肺动脉充盈缺损情况。
3. 清晰显示肿瘤与肺动脉的位置关系。

主动脉 CTA 检查技术

一、适应证

1. 主动脉病变。
2. 主动脉病变术后复查。

二、检查技术

1. 扫描参数: 仰卧位, 双手上举与颈椎不在同一层面。扫描范围由胸腔入口至耻骨联合, 腹主动脉检查从膈顶至耻骨联合。BMI $\leq$ 25 kg/m², 管电压采用 100 kV; BMI>25 kg/m², 管电压采用 120 kV。管电流 180~250 mA, 层厚 0.75~1.00 mm、层间距 0.75~1.00 mm。软组织算法重建。探测器组合 (16 $\times$ 0.750 mm、64 $\times$ 0.625 mm、128 $\times$ 0.625 mm、320 $\times$ 0.500 mm)。

2. 注射参数: 对比剂含碘 270~370 mg/ml, 用量 1.5~2.0 ml/kg。先以 6.0 ml/s 流率注射生理盐水 20.0 ml, 然后以 5.0 ml/s 流率注射对比剂 100.0 ml, 最后以 4.0 ml/s 流率注射生理盐水 20.0 ml。对比剂总量 90.0~100.0 ml, 生理盐水总量 20.0~40.0 ml。确定延迟扫描时间采用自动触发扫描方式, 阈值为 100 HU, ROI 置于降主动气管分叉下 1 cm 水平 (腹主动脉检查 ROI 在肝门水平, 其他参数同主动脉 CTA 检查)。

三、图像处理

1.MPR 可以更清晰地显示各级肺动脉的走行, 管腔内栓子大小、分布及累及范围。

2.MIP 能够较真实地反映组织间的密度差异, 显示血管壁的钙化及其分布范围, 能更直观、立体地显示肺动脉的解剖、走行, 尤其对于外周主动脉的显示有一定优势。

3.VR 能使观察者更直观、立体地观察血管结构, 追踪血管的起源、走行。

四、影像质量标准

1. 清晰显示主动脉所属分支及走行。
2. 清晰显示主动脉夹层及破口位置及动脉瘤情况。
3. 能清晰显示主动脉与邻近器官的位置关系。

腹部 CT 扫描技术

一、适应证

1. 肝脏、胆囊: (1) 肝肿瘤、肝囊肿、肝脓肿、脂肪肝、肝硬化、胆管占位性病变、胆管扩张、胆囊炎和胆结石等; (2) 鉴别肝脏肿瘤; (3) 评估肝脏肿瘤的性质、大小、范围及转移情况 (肝静脉、门静脉和下腔静脉内有无瘤栓形成等)。

2. 脾脏: (1) 确定脾脏的大小、形态、内部结构和先天变异等; (2) 鉴别脾脏良恶性肿瘤、炎症及外伤引起的出血等。

3. 胰腺: (1) 确定急性胰腺炎的类型、炎症渗出的范围、有无假性囊肿形成及合并症, 为外科治疗提供依据; (2) 显示慢性胰腺炎微小的钙化、结石, 为内科保守治疗或手术后随访观察疗效; (3) 确定有无肿瘤, 肿瘤的来源、部位和范围; (4) 鉴别外伤后胰腺有无出血。

4. 肾和肾上腺: (1) 确定肾脏有无良恶性肿瘤及其大小、范围, 有无淋巴结转移等; (2) 肾脏炎症、脓肿及结石的大小和位置; (3) CTA 诊断肾动脉狭窄及其他肾血管病变; (4) 显示外伤后肾损伤及出血; (5) 确定肾上腺有无良恶性肿瘤以及功能性疾病 (如肾上腺皮质功能减退等)。

5. 腹部及腹膜后腔: (1) 确定有无良恶性肿瘤, 如血管夹层动脉瘤、脂肪瘤和平滑肌肉瘤等; (2) 观察有无腹部肿瘤及腹膜后腔的淋巴结转移、炎症和血肿等。

6. 胃部: 肿瘤术前评价、术后随访, 不推荐单纯为诊断胃肿瘤进行扫描。

7. 小肠: 小肠炎、小肠肿瘤、吸收不良综合征。

8. 结、直肠: (1) 肠梗阻、肠缺血、胃肠道出血; (2) 炎症肠病、阑尾炎、结直肠癌。

二、相关准备

1. 检查前少渣饮食, 1 周内禁服含金属的药物或行消化道钡剂造影。

2. 检查当日禁食 4 h 以上, 不禁水。

3. 口服温水: 检查前 15~20 min 口服温水 500~1 000 ml, 检查前即刻在检查床上再服 200~300 ml (使胃及十二指肠壶腹部充盈, 形成良好对比)。观察肾及肾上腺, 需在检查前 20~30 min 口服温水。检查腹膜后腔提前 1~2 h 分段口服温水 800~1 000 ml, 使肠道系统充盈。

三、检查技术

(一) 常规平扫

1. 体位: 仰卧位, 足先进, 两臂上举, 身体置于检查床正中间, 水平线对准人体腋中线。

2. 定位像: 采用腹部正位像, 用于确定扫描基线和精准扫描范围。

3. 扫描基线: (1) 肝脏、脾脏和胃以膈顶为扫描基线; (2) 胆囊和胰腺以肝门为扫描基线; (3) 肾和肾上腺以肾上极为扫描基线; (4) 腹膜后腔以肝门为扫描基线。

4. 扫描范围: (1) 肝脏、脾脏从膈顶扫描至脾下角; (2) 胆囊及胰腺从肝门扫描至胰腺下缘; (3) 肾脏从肾上极扫描到肾下极; (4) 肾上腺从肾上缘扫描到肾门; (5) 腹膜后腔从肝门扫描到髂前上棘; (6) 胃部从膈顶扫描到髂前上棘。

5. 技术方案: (1) 扫描方式: 常规螺旋扫描, 螺距为 0.984~1.375。(2) 扫描参数: 管电压 100~120 kV, 有效管电流 200~300 mAs (或自动毫安技术), 转速 0.6~0.8 s/周。根据机型选择不同探测器组合 (16×1.500 mm、32×1.200 mm、64×0.625 mm、128×0.600 mm、320×0.500 mm)。肝脏、脾脏扫描层厚 5.00 mm, 胆管层厚 1.25~3.00 mm, 肾脏层厚 5.00 mm, 肾上腺层厚 1.25~3.00 mm, 腹膜后层厚 5.00 mm, 胃部层厚 5.00 mm。FOV (体部) 为 (300~350) mm×(300~350) mm。(3) 重建参数: 采用标准或软组织重建算法, 适当调节窗宽和窗位。肝脏、胆管、胰腺、脾脏、肾脏、腹膜后腔及胃部的扫描图像窗宽 200~250 HU, 窗位 30~50 HU; 肾上腺窗宽 250~300 HU, 窗位 30~50 HU。

(二) 增强扫描

1. 常规增强扫描: (1) 注射参数: 腹部增强扫描

均采用静脉内团注对比剂的方法, 对比剂含碘浓度 270~370 mg/ml, 流率 2.5~3.5 ml/s, 用量 80.0~100.0 ml。(2) 扫描期相和延迟时间: ①肝脏、脾脏通常采用三期扫描, 动脉期延迟 25~30 s, 门静脉期延迟 50~60 s, 实质期延迟 120~180 s; ②胰腺增强扫描通常采用双期扫描, 动脉期延迟 35~40 s, 胰腺期延迟 65~70 s; ③肾脏通常行皮质期、髓质期和分泌期扫描, 皮质期延迟 25~30 s, 髓质期延迟 90~110 s, 分泌期延迟 3~5 min。

2. 腹部 CTA: 用于显示腹主动脉及其分支血管, 诊断腹主动脉夹层、腹主动脉瘤、肝血管异常及肾动脉狭窄等。通常采用 MPR、MIP、SSD、VR 等后处理技术。

3. 门静脉及下腔静脉 CTA: 对比剂含碘浓度 270~370 mg/ml, 流率 3.0~4.0 ml/s, 用量 90.0~100.0 ml。门静脉延迟时间 50~60 s, 下腔静脉延迟时间 90~110 s。对扫描后获得的薄层轴面图像进行 MIP 重组。

4. CT 泌尿系成像: 检查前受检者膀胱充盈, 延迟时间 7.5~30.0 min, 注射流率 3.0~4.0 ml/s, 用量 90.0~100.0 ml。对扫描后获得的薄层轴面图像进行 MIP、SSD、VR 重组。

5. 肝脏、胰腺灌注成像: 以 4.0~8.0 ml/s 流率团注对比剂 50.0 ml, 灌注时间为 30~40 s, 以电影扫描方式采集。头部延迟 5 s, 体部延迟 6 s。利用 Perfusion 软件包对扫描后获得的薄层轴面图像进行计算, 得到相应的灌注参数及灌注伪彩图。

6. 胃部 CT 检查: 空腹 4 h 以上, 检查前 30 min 口服中性对比剂 500.0~800.0 ml, 检查前即刻再口服中性对比剂 200.0~300.0 ml。推荐行肝动脉期和门静脉期双期扫描。

7. 小肠 CT 检查: 检查前 1 d 服用无渣半流食, 晚餐后禁食, 晚餐后 30 min 口服缓泻剂 (硫酸镁或番泻叶), 检查当日早禁食。检查前 5~10 min 肌内或静脉注射山莨菪碱 20 mg 后 30 s 扫描 (青光眼、前列腺肥大、心动过速等受检者禁用)。小肠 CT 检查方法主要有 2 种, 分别为: (1) 口服对比剂法 (肠道造影法): 检查前 45~60 min 开始分 3~4 次口服 2.5% 等渗甘露醇 1 000.0~1 500.0 ml, 检查前即刻在检查床上再补充口服 300.0~500.0 ml, 完全性肠梗阻患者不宜服用; (2) 鼻-空肠管法 (灌肠法): 一般采用 13 F 顶端带球囊的 Maglinte 灌肠导管 (有效防止十二指肠胃反流), 灌注容量 1 500.0~3 000.0 ml, 灌注流率 80.0~150.0 ml/min。推荐行肝动脉

期和门静脉期双期扫描。灌注 2%~3% 含碘对比剂可鉴别肠祥和潜在结肠外肿块以及各种并发症(如腹腔积液、瘘管、吻合口开裂或肠穿孔)。

8. 结、直肠 CT 检查:检查前 2 d 服用无渣半流食,检查前 1 d 晚餐后禁食。晚餐 30 min 后口服缓泻剂或清洁胃肠道制剂复方聚乙二醇电解质散,检查当日早禁食。液体可经口服或经肛门注入;气体采用空气或二氧化碳,扫描前经肛管注入。需要做仿真内窥镜检查者,应以气体作为肠道对比剂。检查前 5~10 min 肌内或静脉注射山莨菪碱 20 mg 后 30 s 扫描(青光眼、前列腺肥大、心动过速等受检者禁用)。充气实施过程中,受试者采取左侧卧位;充气完毕依次转体(俯卧位、右侧卧位、仰卧位)并在各体位停留 10~15 s 后再行扫描检查。推荐行肝动脉期和门静脉期双期扫描。对比剂碘浓度为 2%~3%。

四、图像处理

1. 后处理方法:一般采用 MPR 和 MIP 技术进行矢状面和冠状面重组,血管成像可采用 SSD 和 VR 技术。

2. 观察内容:各脏器及病变范围;测量肿瘤大小;腹腔动脉、静脉主干及所属分支,肿瘤与血管的关系。

五、影像质量标准

1. 清晰分辨肝脏、胆囊、脾脏、胰腺、肾上腺及肾脏组织与血管。

2. 清晰分辨肾盂输尿管、小肠、结直肠及大网膜组织与血管的关系。

3. 清晰显示脏器周围血管。

盆腔 CT 扫描技术

一、适应证

1. 诊断部分小肠、乙状结肠、直肠、膀胱、前列腺、睾丸、卵巢、子宫肿瘤及其他病变。

2. 在外伤情况下,观察骨折、泌尿生殖器官损伤等。

二、相关准备

1. 检查前一日晚餐少渣饮食;检查当日,禁食 4 h 以上。

2. 检查前 1 周内禁服含有重金属的药物或进行消化道钡剂造影。

3. 检查前 2 h 口服 1%~2% 碘对比剂 800.0~1 000.0 ml 以充盈小肠和结肠,形成良好对比,待膀胱充盈时行 CT 扫描。口服对比剂需达到盆腔内小肠全面充盈对比剂,无对比剂未充盈肠管;膀胱充

盈需达到膀胱内有较多尿液,膀胱形态呈类似方形,膀胱壁黏膜皱襞充分展开。

4. 怀疑肠道疾病时,需进行清洁灌肠,使直肠、结肠无较大粪块存留,无气体积聚。

三、检查技术

1. 常规平扫:取仰卧位,足先进,两臂上举,身体置于床面正中,水平线对准人体腋中线。盆腔正位定位像。扫描范围从髂嵴扫描至耻骨联合下缘。行常规螺旋扫描,螺距 0.984~1.375。管电压 100~120 kV,有效管电流 200~300 mAs(或自动毫安技术),转速 0.6~0.8 s/周。根据机型选择不同探测器组合(16×1.500 mm、32×1.200 mm、64×0.625 mm、128×0.600 mm、320×0.500 mm 等),急诊受检者可尽量选择较宽的探测器组合以缩短扫描时间。常规重建层厚 5 mm。FOV(体部)为(300~350) mm×(300~350) mm。采用标准或软组织重建算法。根据观察器官和病变情况适当调节窗宽和窗位,窗宽 200~250 HU,窗位 30~50 HU。

2. 增强扫描:常规采用静脉内团注对比剂的方法,注射流率 3.0~4.0 ml/s,对比剂用量 80.0~100.0 ml。动脉期扫描延迟 30~35 s,静脉期延迟 60~75 s。

四、图像处理

1. 显示和摄影:软组织窗窗宽 200~300 HU,窗位 30~50 HU。

2. 三维后处理:容积采集的 CT 数据可以用来进行三维后处理。(1)MPR:子宫、前列腺、直肠等部位的占位病变可行矢状面 MPR 重组,膀胱、女性附件等部位的占位性病变可选择增加冠状面 MPR 重组。(2)血管三维后处理:对于需要观察供血动脉的占位性病变或观察占位性病变同血管的关系时,可以进行血管的三维后处理或血管 MIP 重组。

五、影像质量标准

1. 清晰分辨小肠、乙状结肠、直肠、膀胱、子宫和卵巢等组织与血管。

2. 清晰显示器官周围的血管。

脊柱 CT 扫描技术

一、适应证

1. 各种原因引起的椎管狭窄及椎管内占位性病变。

2. 椎间盘变性或病变。

3. 椎骨外伤(如骨折、脱位等),特别是观察碎

骨片的情况、金属异物的位置以及脊髓的损伤情况。

4. 椎骨骨病(如结核、良恶性肿瘤等)以及椎旁肿瘤对椎骨的侵犯情况。

5. 椎骨及脊髓的先天性变异。

6. 协助进行介入放射检查。

二、检查技术

1. 常规平扫:(1)体位:仰卧位,身体置于检查床中间。①颈椎扫描:头部略垫高,使椎体尽可能与床面平行,双臂置于身体两侧,双肩尽量向下;②胸椎扫描:患者双手抱头;③腰椎扫描:用专用的腿垫将受检者的双腿抬高,使腰椎的生理弧度尽可能与床面平行。(2)定位像:颈椎和腰椎常规扫描侧位定位像,胸椎扫描正位或侧位定位像。胸椎和腰椎要显示出骶骨,便于计数椎体。(3)扫描基线:若以观察椎体和椎旁组织为主,则扫描基线应平行椎体;若以观察椎间盘为主,则扫描基线应平行相应的椎间盘。(4)扫描范围:颈椎椎体扫描时应包括全部颈椎,颈椎椎间盘扫描则需包括所有颈椎间盘,胸椎扫描时应包括全部椎体及椎间盘,腰椎和骶尾椎应包含所有椎体,腰椎间盘常规包括 L2~3、L3~4、L4~5、L5~S1 共 4 个椎间盘。(5)扫描参数:管电压 120 kV,重建层厚和层间距以扫描椎体的大小而定。

2. 容积扫描方案:通过容积数据采集,进行三维后处理。

3. 增强扫描:脊柱常规不进行增强扫描。

三、图像处理

1. 图像显示:脊柱的显示和摄影需同时采用椎体窗和骨窗。

2. 三维后处理:(1)椎间盘图像重组:对于容积数据采集的检查,需要重组椎间盘图像,使用 MPR 重组,层面平行椎间隙;(2)VR 图像三维重组:颈椎、胸椎、腰椎可以重组三维立体骨结构图像;(3)MPR 重组:矢状面 MPR 重组,重建层厚和层间距均为 2~3 mm。

四肢骨关节及软组织 CT 扫描技术

一、适应证

1. 骨折:显示骨折碎片、移位、出血、血肿、异物以及相邻组织等。

2. 骨肿瘤:显示肿瘤部位、形态、大小、范围及血供等,有助于对肿瘤进行定性诊断。

3. 其他骨病:如骨髓炎、骨结核、骨缺血性坏死等,可显示骨皮质和骨髓质形态与密度改变,同时可观察病变与周围组织的关系。

4. 软组织疾病:可利用 CT 密度分辨率高的优势来确定软组织病变的部位、大小、形态以及与周围组织结构的关系。

5. 半月板损伤:显示半月板的形态、密度等。

二、检查技术

(一)常规平扫

1. 体位:通常检查上肢选择头先进;检查下肢选择足先进;检查四肢骨折或占位时,以病变部位为中心,扫描范围包括邻近的一个关节。(1)双手及腕关节:仰卧位,头先进,双臂上举平伸,双手间隔 5 cm,手指并拢,手心向下,两中指末端连线与检查床中轴线垂直。(2)双肩关节、胸锁关节及锁骨:仰卧位,头先进,双上臂自然平伸置于身体两侧,双手手心向上,身体置于床面正中。(3)肘关节及上肢长骨:单侧肘关节可采用仰卧位,头先进,患侧上臂上举,手心向上,上臂向床面正中靠拢。(4)双髋关节及股骨上段:仰卧位,头先进,双足尖向内侧旋转并拢,双上臂上举,身体躺平直。(5)双膝关节、踝关节和下肢长骨:仰卧位,足先进,双下肢伸直并拢,足尖向上,双足跟连线与检查床中轴线垂直,双上臂上举。(6)双足扫描:仰卧位,足先进,双下肢弯曲,双足平踏于检查床面,双足纵轴相互平行且均平行于检查床纵轴,双足间隔 5 cm,双足跟连线垂直于检查床中轴线。

2. 定位像:扫描定位像以正位像为主,为了准确定位可以增加侧位像扫描。定位像应包含一侧关节及相邻长骨。

3. 扫描范围:在定位像上设定扫描范围。关节的扫描应包含相邻长骨的一部位,并包含相邻的关节。

4. 扫描参数:螺旋扫描,管电压 120 kV,管电流 80~100 mAs,重建层厚和层间距为 2~3 mm。均采用标准算法。

(二)增强扫描

采用静脉内团注对比剂的方法,注射流率 2.0~2.5 ml/s,总量为 60.0~80.0 ml,延迟时间 60~70 s。

(三)上肢与下肢 CTA

上肢与下肢 CTA 用于显示肢体血管病变以及血管与软组织肿块间的关系等。

1. 上肢动脉 CTA:(1)体位:首选仰卧位,上臂上举。无法上举双臂的受检者,需要将上臂自然

放于身体两侧,双手手心向上,身体置于床正中。(2)扫描参数:使用螺旋扫描,标准算法重建。重建层厚 1.0~1.5 mm,层间距 0.7~1.2 mm。扫描范围需包全病变组织和一个相邻关节。(3)对比剂注射方案:选择健侧的肘正中静脉,以避免对比剂产生的伪影和静脉血管对动脉血管的影响;需要检查双上臂,可选择足部设置通道。对比剂碘浓度 300~370 mg/ml,注射流率 3.0~4.0 ml/s,总量 60.0~80.0 ml。先采用双筒高压注射器注射 20.0 ml 生理盐水作为试注射,注射对比剂后再注射 30.0 ml 生理盐水冲刷,使对比剂在目标血管内保持高浓度和较长时间,同时可避免静脉内高浓度碘对比剂的影响。扫描延迟时间的经验值为 23~25 s。采用对比剂智能跟踪技术(bolus-tracking),监测层面选择主动脉弓层面,ROI 预置于主动脉弓,阈值设为 100~150 HU,扫描时需要注意扫描方向,即沿目标血管的血流方向进行扫描。

2. 下肢动脉 CTA:(1)体位:仰卧位,足先进,上臂上举或自然放到腹侧,身体置于床面正中。(2)扫描参数:采用螺旋扫描,标准算法重建。重建层厚 1.0~1.5 mm,层间距 0.7~1.2 mm。扫描范围需从髂嵴到足背,通过设置 X 线管的旋转时间和扫描螺距将曝光时间控制在 20~25 s。(3)对比剂注射方案:选择肘正中静脉团注对比剂,对比剂碘浓度 300~370 mg/ml,总量 80.0~100.0 ml。采用双筒高压注射器以双流率方案注射,先注射 20.0 ml 生理盐水作为试注射,然后以 3.0~4.0 ml/s 流率注射对比剂 60.0 ml,再以 2.0~3.0 ml/s 流率注射对比剂 30.0~40.0 ml。扫描延迟时间为 30~35 s。对比剂智能跟踪技术(bolus-tracking),选择腹主动脉髂动脉分叉以上层面,ROI 预置于腹主动脉,阈值为 100~150 HU,诊断延迟时间为 7 s。小剂量同层扫描时间曲线测定法,自肘静脉注射 20 ml 对比剂,在腘动脉水平进行同层动态扫描,测量腘动脉的时间密度曲线。

3. 上肢静脉 CTA:(1)适应证:上肢静脉血栓、上肢静脉狭窄、上肢静脉瘤、上肢动静脉畸形及中心静脉导管置入前评估。(2)禁忌证:碘对比剂过敏,甲状腺功能亢进(已控制到正常水平者除外),严重心、肝、肾功能不全。(3)扫描方案:采用直接法或间接法行平扫及增强扫描。仰卧位,头先进,双上肢紧贴侧胸壁。直接法采用足头向,间接法头足向。扫描范围为下颌至手指近段。扫描矩阵为 512×512。软组织或标准算法重建,重建层厚

1.250 mm,层间距 0.625 mm,螺距 0.984,管电压 120 kV,自动管电流。(4)对比剂注射方案:①直接法:选取双上肢前臂静脉,以 3.0 ml/s 流率注射 200.0 ml 混合液(生理盐水与对比剂按体积比 1:4 配置,混合均匀),对比剂碘浓度 300 mg/ml,注射对比剂后注射 30.0 ml 生理盐水冲管,延迟时间为 40 s。②间接法:选取健侧前臂静脉,以 3.5~4.0 ml/s 流率注射对比剂 120.0~150.0 ml,对比剂碘浓度 350~370 mg/ml,注射对比剂后注射 30.0 ml 生理盐水冲管,延迟时间为 60~90 s。

4. 下肢静脉 CTA:(1)适应证:下肢静脉血栓、下肢静脉曲张、髂静脉压迫综合征、下肢静脉瘤、下肢动静脉畸形。(2)禁忌证:碘对比剂过敏,甲状腺功能亢进(已控制到正常水平者除外),严重心、肝、肾功能不全。(3)扫描方案:采用直接法或间接法行平扫及增强扫描。仰卧位,足先进,双腿稍内旋,膝部并拢绑带固定,双上肢上举。直接法采用足头向,间接法头足向。扫描范围为髂总静脉至足背静脉。扫描矩阵为 512×512。软组织或标准算法重建,重建层厚 1.250 mm,层间距 0.625 mm,螺距 0.984,管电压 120 kV,自动管电流。(4)对比剂注射方案:①直接法:选取双侧足背静脉,以 3.0 ml/s 流率注射 200.0 ml 混合液(生理盐水与对比剂按体积比 1:4 配置,混合均匀),对比剂含碘 300 mg/ml,注射对比剂后注射 30.0 ml 生理盐水冲管,延迟时间为 40 s。用橡胶带绑扎双侧踝部阻断浅静脉直接回流,需在盆腔段行延迟增强扫描。②间接法:选取单侧上肢前臂静脉,以 3.5~4.0 ml/s 流率注射对比剂 120.0~150.0 ml,对比剂碘浓度 350~370 mg/ml,注射对比剂后注射 30.0 ml 生理盐水冲管,延迟时间为 150~180 s。

三、图像处理

1. 图像显示:根据扫描部位和病变的情况选择合适的窗宽、窗位。软组织窗窗宽 200~400 HU,窗位 40~50 HU;骨窗窗宽 1 000~1 500 HU,窗位 300~400 HU。

2. 常规三维图像重组:四肢骨关节的检查通常需要进行三维图像重组,有利于显示病变全貌,帮助诊断和临床医师建立良好的空间关系。

3. CTA 检查:需进行 MPR、MIP、VR 等二维和三维图像后处理。

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);韩

萍(华中科技大学同济医学院附属协和医院放射科);胡道予(华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科);江新青(广州市第一人民医院放射科);雷子乔(华中科技大学同济医学院附属协和医院放射科);梁长虹(广东省人民医院放射科);刘杰(郑州大学第一附属医院放射科);龙莉玲(广西医科大学第一附属医院放射科);牛延涛(首都医科大学附属北京同仁医院放射科);石明国(第四军医大学附属西京医院放射科);史大鹏(河南省人民医院放射科);唐光健(北京大学第一医院放射科);王敏杰(第二军医大学附属上海长海医院放射科);王鸣鹏(复旦大学附属华东医院放射科);王振常(首都医科大学附属北京友谊医院);徐克(中国医科大学附属第一医院放射科);余建明(华中科技大学同济医学院附属协和医院放射科);张晓冬(中华放射学杂志编辑部);赵雁鸣(哈尔滨医科大学附属第二医院放射科);郑君惠(广东省人民医院放射科)

参 考 文 献

- [1] 中华医学会放射学分会对比剂安全使用工作组. 碘对比剂使用指南(第2版)[J]. 中华放射学杂志, 2013,47(10): 869-872. DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2013.10.001.
- [2] 李健,杜绪仓,吴晓红,等. CT技术全面质量管理的探讨[J]. 中华放射学杂志,1995,29(9):640-642.
- [3] 石明国. CT技术发展进入低剂量成像时代[J]. 中国医疗设备,2012,27(1):39-42. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1633.2012.01.012.
- [4] Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography--an increasing source of radiation exposure[J]. N Engl J Med, 2007, 357(22): 2277-2284. DOI:10.1056/NEJMra072149.
- [5] 黄泽光,符有文,葛湛. 双螺旋CT脑血管造影技术探讨[J]. 实用放射学杂志,2008,24(2):247-249. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2008.02.031.
- [6] 李建生,李康印,陈虎义. 螺旋CT脑血管成像技术及临床应用价值[J]. 中华放射学杂志,2000,34(7): 485. DOI:10.3760/j.issn:1005-1201.2000.07.015.
- [7] Kavalec C, Aksel G, Salt O, et al. Comparison of the Canadian CT head rule and the new orleans criteria in patients with minor head injury[J]. World J Emerg Surg, 2014, 9: 31. DOI: 10.1186/1749-7922-9-31.
- [8] Stiell IG, Lesiuk H, Wells GA, et al. The Canadian CT Head Rule Study for patients with minor head injury: rationale, objectives, and methodology for phase I (derivation) [J]. Ann Emerg Med, 2001, 38(2): 160-169. DOI:10.1067/mem.2001.116796.
- [9] Stiell IG, Wells GA, Vandemheen K, et al. The Canadian CT Head Rule for patients with minor head injury[J]. Lancet, 2001, 357(9266): 1391-1396.
- [10] Wintermark M, Lev MH. FDA investigates the safety of brain perfusion CT[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2010, 31(1): 2-3. DOI:10.3174/ajnr.A1967.
- [11] Chambers EF, Turski PA, LaMasters D, et al. Regions of low density in the contrast-enhanced pituitary gland: normal and pathologic processes[J]. Radiology, 1982, 144(1): 109-113. DOI:10.1148/radiology.144.1.7089241.
- [12] 杜兴亚. 眼眶直接倾斜矢状扫描的CT技术[J]. 实用放射学杂志,1996,12(8):489.
- [13] Hopper KD, Neuman JD, King SH, et al. Radioprotection to the eye during CT scanning[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2001, 22(6): 1194-1198.
- [14] Naidich MJ, Russell EJ. Current approaches to imaging of the sellar region and pituitary[J]. Endocrinol Metab Clin North Am, 1999, 28(1): 45-79, vi.
- [15] 陈晓霞. 浅述耳部CT扫描技术[J]. 陕西中医学院学报, 1998,12(4):32.
- [16] Yates PD, Flood LM, Banerjee A, et al. CT scanning of middle ear cholesteatoma: what does the surgeon want to know?[J]. Br J Radiol, 2002, 75(898): 847-852. DOI:10.1259/bjr.75.898.750847.
- [17] Babbal R, Harnsberger HR, Nelson B, et al. Optimization of techniques in screening CT of the sinuses[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 1991, 12(5): 849-854.
- [18] 李铁一,李辉,肖国文,等. 胸部螺旋CT技术参数的最佳选择及应用[J]. 中华放射学杂志,1995,39(12):829-833.
- [19] MacMahon H, Austin JH, Gamsu G, et al. Guidelines for management of small pulmonary nodules detected on CT scans: a statement from the Fleischner Society[J]. Radiology, 2005, 237(2): 395-400. DOI:10.1148/radiol.2372041887.
- [20] Bank ER, Hernandez RJ. CT and MR of congenital heart disease[J]. Radiol Clin North Am, 1988, 26(2): 241-262.
- [21] Bhalla S, Javidan-Nejad C, Bierhals AJ, et al. CT in the evaluation of congenital heart disease in children, adolescents, and young adults[J]. Curr Treat Options Cardiovasc Med, 2008, 10(5): 425-432.
- [22] Gao Y, Lu B, Hou Z, et al. Low dose dual-source CT angiography in infants with complex congenital heart disease: a randomized study[J]. Eur J Radiol, 2012, 81(7): e789-e795. DOI:10.1016/j.ejrad.2012.03.023.
- [23] Huang MP, Liang CH, Zhao ZJ, et al. Evaluation of image quality and radiation dose at prospective ECG-triggered axial 256-slice multi-detector CT in infants with congenital heart disease[J]. Pediatr Radiol, 2011, 41(7): 858-866. DOI: 10.1007/s00247-011-2079-2.
- [24] Baumüller S, Leschka S, Desbiolles L, et al. Dual-source versus 64-section CT coronary angiography at lower heart rates: comparison of accuracy and radiation dose[J]. Radiology, 2009, 253(1): 56-64. DOI:10.1148/radiol.2531090065.
- [25] Layritz C, Schmid J, Achenbach S, et al. Accuracy of prospectively ECG-triggered very low-dose coronary dual-source CT angiography using iterative reconstruction for the detection of coronary artery stenosis: comparison with invasive catheterization[J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2014, 15(11): 1238-1245. DOI:10.1093/ehjci/jeu113.
- [26] Neefjes LA, Rossi A, Genders TS, et al. Diagnostic accuracy of 128-slice dual-source CT coronary angiography: a randomized comparison of different acquisition protocols[J]. Eur Radiol, 2013, 23(3): 614-622. DOI:10.1007/s00330-012-2663-3.
- [27] Scheffel H, Alkadhi H, Plass A, et al. Accuracy of dual-source CT coronary angiography: first experience in a high pre-test probability population without heart rate control[J]. Eur Radiol, 2006, 16(12): 2739-2747. DOI:10.1007/s00330-006-0474-0.
- [28] Zhang LJ, Wu SY, Wang J, et al. Diagnostic accuracy of dual-source CT coronary angiography: the effect of average heart rate, heart rate variability, and calcium score in a clinical perspective[J]. Acta Radiol, 2010, 51(7): 727-740. DOI:10.3109/02841851.2010.492792.

(收稿日期:2016-09-18)

(本文编辑:高宏)