

RSNA 2020 心脏 CT 及 MRI

李浩杰, 向春林, 赵培军, 乔金吟, 鲁健瑶, 朱桐, 黄璐, 夏黎明

【摘要】 2020 年 RSNA 关于心脏 CT 及 MRI 方面研究的热点及重点主要包括以下几个方面: ① 冠状动脉成像技术的进展; ② 人工智能在心脏中的运用; ③ 心脏影像与预后; ④ 非缺血性心肌病; ⑤ 辐射剂量减低与安全; ⑥ 心脏 CT 灌注成像; ⑦ 综合心脏成像。本文将对上述内容进行综述。

【关键词】 冠状动脉; 心脏; 心肌病; 人工智能; CT 灌注成像; 体层摄影术, X 线计算机; 磁共振成像

【中图分类号】 R541; R814.42; R445.2 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2021)01-0013-04

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.01.003

2020 年 RSNA 年会科学报告在心脏领域共收录 35 篇摘要, 研究热点主要集中在冠脉成像技术、人工智能、非缺血性心肌病及心脏 CT 灌注成像等方面, 现概述如下。

冠状动脉成像技术的进展

Nadjiri 等对行能谱冠脉 CTA(SCCTA)检查的患者同时在冠状动脉造影下采用光学相干断层扫描(OCT)进行斑块评估, 并对 CCTA 和 OCT 检查结果进行匹配和比较, 发现 OCT 检测到的斑块中只有 86% 可以在 SCCTA 中检测到, 且 SCCTA 中高风险斑块的平均、最低碘摄入量较低。研究者认为通过 SCCTA 测量斑块的碘摄取是可行的, 并且提供了比基于斑块密度的常规 CT 更多的斑块信息。Farhadi 等采用由一系列冠状动脉模拟棒组成的定制体模进行成像, 发现高分辨率光子计数 CT(PCCT)图像因具有更好的斑块显示性和受支架晕染效应影响小的优点, 显著优于能量积分探测器(EID)CT 或标准 PCCT, 标准的 PCCT 图像具有更好的斑块显示性, 但在有支架的情况下显示较差。

Gassert 等基于一个较大的样本量通过与标准的无对比成像的钙化评分(CACS)进行比较, 发现利用双源探测器的能谱 CT 成像生成的虚拟非对比剂图像来确定 CACS 是可行的, 进一步校正后与标准技术一致性较好。Chen 等搜集 151 例接受了双源能谱探测器 CT(SDCT)冠状动脉 CT 血管造影的患者, 分析其

402 个斑块的解剖特征及病变冠脉周围脂肪(PCAT)密度, 发现 PCAT 密度随着斑块高衰减率的增加逐渐增加, 由 SDCT 得到 FAI 指标可以更好地检测这种变化, 尤其是 FAI40keV。此外, 还发现高危斑块周围的 PCAT 衰减指标高于稳定斑块, 特别是在 FAI40keV。因此, FAI40keV 是高危斑块的预测因素。Emrich 等搜集 113 例疑有冠状动脉疾病并且接受了 CCTA 和侵入性 FFR 检查的患者, 使用商用斑块定量软件提取定量斑块形态, 发现基于形态学的 FFR 评估在诊断缺血病变特异性方面显著优于 CCTA 对冠脉狭窄的判定, 并且与基于计算流体动力学的方法相比, 具有相当或更高的敏感度和特异度。Rodesch 等将一个带有羟基磷灰石插入物的人体胸部模型应用于两台 CT, 使用简单的模拟数据估计 EID 和光子计数探测器(PCD)之间预期的 HU 差异, 发现采用 PCDs 的 HU 值更高, 再加上较低的噪声使得 CNR 有了显著改善。

人工智能在心脏中的运用

人工智能是近几年心血管成像研究的热门, 今年也不例外。Tesche 等发现与常规 CT 风险评分、斑块测量和临床信息相比, 整合机器学习算法(ML)的模型可提高患者主要不良心脏事件(MACE)的预测准确率。ML 可提高患者信息的整合度, 从而提高风险分层。Fuhrman 等回顾性分析 814 例采用低剂量胸部 CT(LDCT)扫描的患者图像, 将 U-Net 架构对 CAC 病变进行分类和评分, 然后与放射医师得出的评分进行比较, 发现使用独立的测试集新型 U-Net 变体进行的初步测试是有希望的, 并且与放射医师评分相比显示出了相当的分割性能。Kolossvary 等通过基于聚类法影像组学分析 CAD 的精确表型, 发现与传统的心血管危险因素相比, 可卡因的使用和 HIV 感染改变了

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: 李浩杰(1991-), 男, 安徽宿州人, 博士, 住院医师, 主要从事心血管影像诊断工作。

通信作者: 夏黎明, E-mail: cjr.xialiming@vip.163.com

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(81873889)

不同的 CAD 形态成分,这可能暗示着疾病进展的独立病理学途径。Yacoub 等通过新型深层神经网络(DNN)自动分割胸主动脉,计算升主动脉和降主动脉的最大直径,并与两位专业观察者的测量结果进行了比较,对 DNN 结果与观察者的一致性进行分析,发现 AA 的 ICC 为 0.969(95% CI: 0.965~0.993),DA 的 ICC 为 0.882(95% CI: 0.756~0.945)。在非对比 CT 扫描中,AA 的 ICC 为 0.780(95% CI: 0.547~0.901),而 DA 的 ICC 为 0.908(95% CI: 0.561~0.970),研究者认为 DNN 算法可为增强 CT 和非增强 CT 扫描提供专家级的准确度,可以自动分割和量化胸主动脉扩张。

Ebrahimian 等发现影像组学可以区分动态对比增强 CT 图像上有 LAA 充盈缺损患者的伪影和血栓,峰度、GLCM 和 GLDM 可作为正常 LAA 与血栓的最佳区分参数,因此可以无需延迟相位图像来鉴别伪影和血栓。Nam 等在 CR 上开发了检测左心房(LAE)和心室扩大(LVE)基于深度学习模型算法(DLCE),发现在检测 LAE 方面,DLCE-LAE 的表现优于心胸放射科医生,并且在每年的医疗筛查队列中筛查患有严重 LAE 的个体显示出了较好前景,而在检测 DLCE-LVE 方面表现较差。

心脏影像与预后

Taylor 等在一项评估他汀类药物对冠状动脉钙化影响的多中心研究中,发现大多数接受肺癌筛查(LCS)的患者处于 ASCVD 高风险中,符合指南指导的他汀类药物治疗。在 LCS 检查中报告冠状动脉钙化及严重程度增加了符合条件个体的他汀类药物给药指征。Sadoun 等在一组 HIV 和老龄化盲法队列研究中测量了 HIV(+)和 HIV(-)个体的心外膜脂肪的 CT 值,并评估其与冠状动脉斑块负荷的关系,发现 HIV 阳性个体心外膜脂肪的 CT 值明显更高。心外膜脂肪 CT 值与抗逆转录病毒治疗时间和亚临床冠状动脉斑块的相关性可能提示一个潜在的机制,这个机制可以解释艾滋病患者群中 CAD 风险增加的原因。

亚临床甲状腺功能减退(SCH)最近被认为是冠心病的独立危险因素。然而关于 SCH 患者 CAD 特征的研究较少。Zhou 等通过血清 TSH 水平定义不同等级的 SCH,在不同等级的 SCH 和不同性别之间评估并比较了 CCTA 中斑块的分布和类型、管腔变窄、节段受累评分、节段狭窄评分,发现血清 TSH 水平高与 SCH 的 CAD 患者中非钙化斑块的发生有关,这可能是 3 级 SCH 和 CAD 患者预后不良的原因。另外,SCH 可能会增加 CAD 中的性别差异,这也值得临床医生注意。虽然心电图测图(EAM)是检测心肌梗死

后发生室性心动过速基质的金标准,但 EAM 仍存在局限性。LGE CMR 可以通过识别瘢痕组织中可行的传导通道来增强消融靶向性。Gulhane 等回顾性分析 50 例先前心肌梗死患者的病例资料,发现 CMR 可以识别消融后复发性 VT 发作、需要重复消融和可诱导无创程序性刺激的患者。Rahsepar 等对 2416 例参与者在基线和第 10 年时测量了 NT-proBNP、CMR 左心室参数,发现在没有心血管疾病的人群中,独立于传统心血管疾病危险因素的更高的血浆 NT-proBNP 水平与发生亚临床心肌功能障碍、更严重的心脏不同步化和更高的心肌疤痕概率相关。

非缺血性心肌病

近年来,免疫检查点抑制剂(ICI)在各种肿瘤治疗中的研究及临床应用得到快速发展,但其中一个代价是出现了一系列新的免疫相关不良事件。Faron 等对计划接受 ICI 治疗的无症状肿瘤患者在开始 ICI 治疗前(基线)和开始治疗后 3 个月随访时接受多参数 CMR 扫描;随访结果显示心肌水肿 CMR 参数(T2 弛豫时间、T2 信号强度)显著升高、心肌损伤参数(T1 弛豫时间、定量 LGE)仅轻微升高,1 例 T2 弛豫时间明显增加的患者在 CMR 随访后 32 天死于严重的免疫相关不良事件,说明接受 ICI 治疗的癌症患者心肌炎症负荷高,提示出现免疫相关心肌炎。Isaak 等回顾性分析了 15 例围产期心肌病(PPCM)急性期患者和年龄匹配的健康女性对照的 CMR 数据,PPCM 患者半定量和定量参数值升高(半定量参数包括 T2 信号强度比、定量 LGE,定量参数包括 T1、T2 值);RVEF、GLS 和 GCS 明显降低的患者,其 LVEF 恢复时间明显延长,这些结果表明除双心室收缩功能不全和左室扩张外,PPCM 急性期也可观察到心肌水肿参数明显升高。RVEF、GLS 和 GCS 可作为 LVEF 恢复的预后指标。Cha 等对 30 例 HCM 患者采用自由呼吸运动校正单次相位敏感倒置恢复 LGE 成像,发现自由呼吸运动校正的单次激发 LGE 的图像质量得分高于屏气单次激发的 LGE,检测的诊断置信度在两种 LGE 技术之间没有显著差异。Zhou 等回顾性分析了 2012 年至 2016 年间 61 例 HCM 患者和 40 名健康对照者的左房功能,发现 HCM 患者 LA 储存和管道功能在 LA 增大前已经出现明显受损,这与进一步损害 LA 和 LV 的结构和功能有关。在 HCM 患者早期,LA 应变比左室常规参数可提供更多有预后价值和增量的信息。

准确和可重复评估左心室质量(LVM)对于法布里病早期发现心脏受累、监测疾病进展和治疗反应至关重要。然而在心脏 MRI 评估 LVM 时,乳头肌是否应包括或排除尚不清楚。Al-Arnawoot 等对 92 例接

受心脏 MRI 检查的法布里病患者采用舒张末期包括和不包括乳头肌两种分析方法评估 LVM, 发现 LVM 在包括乳头肌时显著升高, 与包含乳头肌组相比, 排除乳头肌的 LVM 的观察者间一致性更好, Bland-Altman 分析的偏差更小。He 等在对射血分数保留的心力衰竭(HFpEF-HTN)的高血压患者的研究中, 回顾性分析了三组患者(HFpEF-HTN 组、HTN 组和健康对照组)的超声和 CMR 结果, 发现与 HTN 和健康对照组相比, HFpEF-HTN 患者左室张力明显受损(除了收缩期总峰值径向应变、GRS), 说明 HFpEF-HTN 患者确实存在心脏收缩功能和舒张功能障碍; CMR-FT 衍生的应变参数具有对 HFpEF-HTN 患者进行诊断和风险分层的潜在价值。

辐射剂量减低与安全

目前国家指南出于安全考虑, 不允许对心脏起搏器/植入式心律转复除颤器(ICD)患者进行 MRI 扫描, 以免发生导线断裂或失用。Greenhill 等回顾性分析 57 例接受 MRI 检查发生导线断裂或失用患者的 CMR 结果, 其中 57 例患者接受了 111 次 MRI 扫描, 发现 67 个导线失用或断裂, 导线长度、导线位置和导线形状均与不良结果无关, 所有患者 MRI 检查均未发现不良临床事件。Uhlig 等对来自欧洲多个国家、多中心进行 CMR 检查的 154779 例患者的 GBCA 相关急性不良事件进行回顾性分析, 其中大多数接受 GBCA, 共记录了 787 例(0.51%)急性不良事件。非对比 CMR 的事件发生率最高(2.59%), 主要是焦虑和呼吸困难, 对比增强 CMR 的急性不良事件率较低, 结果表明 GBCA 显示出了较高的安全性。Zhang 等为了验证在低管电压显著降低辐射剂量下冠状动脉钙化评分(CCS)的准确性, 在较低 kVps 和各种剂量 CTDIvol 条件下模拟冠状动脉钙化扫描, 发现使用低 kVp 成像、低剂量下可以保证钙化评分准确性。Chen 等在糖尿病患者随机分为研究组和对照组, 行冠状动脉 CT 血管造影时, 研究组的管电压和碘使用量基于 BMI 值, 对照组使用 100kVp 的固定管电压和对比剂剂量, 发现就图像质量而言, 两组的平均 CNR、SNR 和主观质量得分相似, 差异无统计学意义; 然而与对照组相比, 研究组的对比剂剂量和有效剂量分别减少了 46.4% 和 29.6%, 说明使用基于 BMI 的对比剂注射方案和管电压可以降低糖尿病患者冠状动脉 CT 血管造影中的辐射剂量和对比剂剂量。

心脏 CT 灌注成像

Xu 等探讨 CT-FFR 方法在检测具有显著血流动力学意义 CAD 时, 从同一组 CCTA 图像中提取心肌

影像组学特征的增值价值和临床实用性, 发现血管相关心肌的影像组学特征可以提高 CT-FFR 的诊断价值, 提高对于心肌缺血的检测能力。Zhang 等探讨了动态 CT 心肌灌注成像(CT-MPI)定量、半定量和视觉分析对血液动力学显著性冠状动脉狭窄的诊断性能, 发现相对于侵入性 FFR, 绝对 MBF 和 MBF 比同样具有出色的诊断性能。此外, 定量和半定量评价在检测心肌缺血方面优于视觉分析。Duanmu 等通过 CTP 研究无 CAD 稳定型缺血性心脏病(SIHD)患者静息态心肌灌注改变时发现, 无梗阻性 CAD 的 SIHD 患者心肌灌注损伤可能先于心脏形态和功能异常发生, 静息态 CTP 可以早期发现心肌灌注损伤。

综合心脏成像

Kirkbride 等对肝移植前(pre-L)和肾移植前(pre-K)患者的 CCTA 图像质量、冠状动脉钙化评分(CAC)和诊断性能进行分析, 发现 Pre-L CCTA 的质量优于 pre-K, 这可能与 Pre-L 组较低的 CAC 和 HR 有关。尽管 CCTA 中"被夸大"为梗阻, 但在高危患者中, 采用 CCTA 替代 ICA 避免了 63% 的患者进行 ICA。Isaak 等对 30 例肝硬化和门静脉高压症患者在 TIPS 置入前和部分随访的 CMR 图像进行分析, 发现在基线和随访期间 CMR 射血分数、心室容积、LVMI、LGE、T2 比值无显著差异, LV 应变参数在 TIPS 术后升高, 心肌组织定量参数在随访中下降; 表明肝硬化患者 TIPS 术后可观察到心肌应变的改善和心肌弥漫性纤维化参数的降低。长期来看, TIPS 似乎与心脏逆向重构相关, 可能是由于其作用减弱, 从而促进肝硬化心肌病的发生。肺动脉高压(PH)是一种心血管疾病, 其特征是在肺循环和右心血压压力升高。PH 可通过右心室(RV)功能来评价, 由于左右心室间相互作用, 左心室功能特别是在严重患者中也会受到影响。Ibrahim 等对 84 例经右心导管测压确诊的 PH 患者进行 MRI 采集分析, 并计算环向(Ecc)、径向(Err)和纵向(Ell)应变, 发现心肌收缩力降低, 室间隔 Err 显著低于侧壁, 基底水平室间隔 Ell 显著低于侧壁区域。此外重度与轻度 PH 病例之间的 Ecc 和 Err 差异有统计学意义。PH 患者左室心肌收缩力降低, 尤其在重症患者中表现明显。Bedayat 等比较了稳态 Ferumoxylol-增强磁共振血管造影(FE-MRA)与钆增强磁共振血管造影(Gd-MRA)对胸部 MRA 患者肺血管的诊断价值, 发现与动脉期 Gd-MRA 相比, FE-MRA 上的肺动脉、下腔静脉和上腔静脉的总体强化明显更好, 对上下肺静脉强化程度相当。与静脉期 Gd-MRA 相比, FE-MRA 对肺动脉、上下肺静脉、下腔静脉和上腔静脉的整体强化明显更好, 研究者认为稳态 FE-MRA 是

一种简单有效的肺血管系统可视化工具。作为 Gd-MRA 的替代方法,FE-MRA 可对可能不适合 Gd-MRA 的患者的肺血管进行成像。Kirkbride 等回顾性分析 490 例诊断为急性肺栓塞(PE)患者的 CT 肺动

脉造影、超声心动图图像,发现 LA 体积、RA/LA 体积比、RV/LV 直径比、室间隔弯曲与 PE 相关不良反应有关,但与全因死亡率无关;年龄是全因死亡率的预测因子,肌钙蛋白是两者的良好预测因子。

· RSNA2020 聚焦 ·

RSNA2020 骨骼肌肉影像学

胡爽,梁晓青,章瑶,何通翔,李小明

【摘要】 2020 年 RSNA 年会上关于肌骨关节成像研究的科学报告有 50 余篇,主要内容包括肌肉及骨关节疾病的影像诊断新技术、新方法以及影像组学的研究进展等,本文将主要按照部位进行相关综述。

【关键词】 关节;骨肿瘤;肌肉;人工智能;影像组学;放射摄影术;体层摄影术,X 线计算机;磁共振成像

【中图分类号】 R68;R738.1;R814.42;R445.2 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2021)01-0016-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.01.004

肩关节

Wook 等开发和验证了一种诊断肩关节上唇前后方(SLAP)病变的方法,即经平面超分辨率 MRI,通过计算峰值信噪比(PSNR)、均方误差(MSE)和结构相似指数(SSIM)对病变进行定量评估,证实该成像技术能够产生高分辨率的薄层图像并提高放射科医师对 SLAP 病变的诊断准确性。Khil 等利用剪切波弹性成像(SWE)技术计算了肩部肌腱撕裂后冈上肌(SST)的肌肉质量,评估和比较了肌肉弹性比与现有肌肉评价指标的相关性及诊断性能,发现肌肉弹性比与现有肌肉评价指标有中度相关性,且两者对肌腱修复不全的评价效能相近。Kim 等对急性臂丛神经炎(Parsonage-Turner 综合征,PTS)患者受累及的肩胛上神经(SSN)、长胸椎神经(LTN)和腋神经(AXN)进行了磁共振神经定位成像(MRN)研究,发现 PTS 中常见受累神经的重度沙漏样收缩聚集在特定的解剖区域,猜测这些部位可能是由于生物力学应激或缺血而导致神经发生了沙漏样收缩。

肘关节、腕关节、指关节

Lund 等设计了屈肘外翻外旋(FEVER)MRI 视图用于投掷运动员尺侧副韧带(UCL)损伤的评价,与常规 MRI 相比,FEVER 视图显示了外翻应激导致的滑车关节间隙增宽,提供了更多关于肘关节功能性韧带的信息,提高了阅片者对 UCL 的诊断准确性。Park 等在 3.0T MRI 上对肘关节软骨行 T₂-mapping 扫描,证实该项技术对肘关节软骨成像是可行的。Streif 等研究了 MR 关节造影(MRA)对桡尺远侧关节内三角纤维软骨复合体(TFCC)的中心凹陷附着区撕脱(Atzei 3)以及 TFCC 的掌侧和背侧固定韧带撕脱的诊断效能,结果显示 MRA 可以准确检测出 TFCC 的中心凹陷撕脱,并认为掌侧和背侧韧带撕裂会增加中心凹陷脱离的可能性。Booz 等比较了双源 CT 虚拟无钙(VNCa)技术与 3.0T MRI 对急性腕部创伤患者舟状骨骨髓水肿的诊断价值,发现双能 CT VNCa 重建对舟状骨骨髓水肿的诊断准确性极高。Heiss 等进行了一项活体研究,按照四分 Likert 评分标准对滑车病变进行分级,比较了 3.0T 与 7.0T MRI 对显示手指滑车关节断裂的图像质量和诊断性能,结果显示 3.0T 和 7.0T 的 MRI 都可以显示和定性诊断创伤性 A2、A3 和 A4 级滑车病变,但 7.0T MRI 的诊断敏感度更高。

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: 胡爽(1997—),女,河南驻马店人,硕士研究生,主要从事骨肌系统影像诊断和研究工作。

通信作者: 李小明, E-mail: lilyboston2002@sina.com

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(31630025、81930045)