

动脉取栓后脑实质高密度征及其预后价值的研究进展

王雪莲, 王飞, 全冠民, 刘心成, 袁涛

【摘要】 急性缺血性脑卒中(AIS)患者机械取栓(MT)后早期颅脑 CT 所见的脑实质高密度征(CHD)是其术后常见征象,可能与对比剂外渗(CE)和(或)出血性转化(HT)相关。CHD 具有一定部位和演变特点。非增强 CT(NCCT)、双能 CT、MRI 等有助于甄别 HT 与 CE,但不同检查方法的鉴别效能不同。CHD 对于预测 AIS 的出血性转化、最终梗死体积以及神经功能预后具有一定价值。本文对 CHD 病理学特点、影像学检查的性质判别以及其预后评估价值进行综述。

【关键词】 卒中; 体层摄影术, X 线计算机; 血脑屏障; 颅内血栓形成; 出血

【中图分类号】 R743; R814.4; R322.81; R743.32; R442.7 **【文献标志码】** A

【文章编号】 1000-0313(2023)06-0788-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2023.06.021

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



目前认为机械取栓(mechanical thrombectomy, MT)是大血管闭塞所致急性缺血性卒中(acute ischemic stroke, AIS)最有效的治疗方法,可显著改善患者预后^[1]。影响该病 MT 疗效最主要因素之一是其术后并发症——出血性转化(hemorrhagic transformation, HT),尤其是实质出血导致预后不良(图 1)。当前常采用非增强 CT(noncontrast CT, NCCT)诊断和观察。但 MT 后常出现脑实质高密度(cerebral hyperdensity, CHD)征,文献报道 CHD 发生率为 23%~84%^[2]。CHD 主要原因是继发 HT 与对比剂外渗(contrast extravasation, CE)(图 2),但单次 NCCT 常难以鉴别二者,从而延迟患者抗凝或抗血小板等挽救生命治疗。

20 世纪 90 年代,Wildenhain 等^[3]和 Komiyama 等^[4]首次报道 AIS 患者动脉内溶栓后 NCCT 检查发现 CHD,表现为责任血管分布区出现异常高密度。此后进一步研究发现,CHD 也可见于 MT。动脉内溶栓后 CHD 提示 HT 和神经功能预后不良的风险增高^[5],与之类似,MT 后 CHD 相关研究^[2,6]也证明该征象对于预测 AIS 患者 HT、神经功能预后、最终梗死体积具有一定价值。本文对 MT 后 CHD 病理学特点、影像学检查的性质判别以及其预后评估价值进行综述。

CHD 病理生理学及临床特点

1. 机制研究

CHD 主要与血脑屏障(blood brain barrier, BBB)损伤有关。正常情况下,BBB 只允许分子量<400 Da 的脂溶性分子通过,碘对比剂和红细胞不能通过。然而,缺血导致氧气、葡萄糖消耗、乳酸酸中毒、细胞结构改变、炎症因子、氧化剂和蛋白水解酶释放,最终导致 BBB 损伤^[5],使其屏障功能部分丧失。BBB 损伤是一种渐进性过程,当损伤仅限于内皮细胞时,对比剂从血管漏出,血液成分(如红细胞)不能从血管中漏出;当损伤进一步累及基底膜,血液成分和(或)对比剂从血管中漏出,并可能发生 HT^[7]。此外,CHD 亦可能与延迟再灌注(缺血时间延迟)、血运重建后过度灌注、频繁使用机械取栓设备、对比剂毒性作用相关^[2,8]。

2. 病因研究

CHD 发生率与 AIS 病因相关。心源性 AIS 患者 CHD 发生率高于动脉硬化型 AIS,可能原因是前者导致突发性大血管闭塞,侧支循环不良,引发严重的 BBB 损害^[9-12]。心源性 AIS 的分型诊断根据急性卒中 Org10172 治疗试验(Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment, TOAST)方法,患者有明确心脏病史,特别是房颤病史,即诊断为心源性 AIS^[12]。Xu 等^[9]对 198 例 AIS 进行研究,发现有房颤病史患者 CHD 发生率较高($P=0.003$),而 CHD 与非 CHD 型患者中其他病因,包括高血压、糖尿病病史则无明显差异。An 等^[11]发现心源性 AIS 患者 CHD 发生率(37.2%)高于动脉硬化型者(24.0%)。而 Renú 等的研究中^[10],CHD 发生率高达 59.8%,其与 An 等研究^[11]差异的原因是该组病例心源性 AIS 占比明显较

作者单位:050000 河北,河北医科大学第二医院影像科

作者简介:王雪莲(1993—),女,河北唐山人,硕士研究生,住院医师,主要从事神经影像学诊断工作。

通讯作者:袁涛, E-mail:420490790@qq.com

基金项目:河北省政府资助优秀临床医学人才项目(361004);河北省财政厅卫生健康委老年病防治项目(361004);河北省自然科学基金资助(H2022206191);河北省县级综合医院适宜卫生技术推广项目(20210015);伦琴影像科研项目(HB-201906-001)

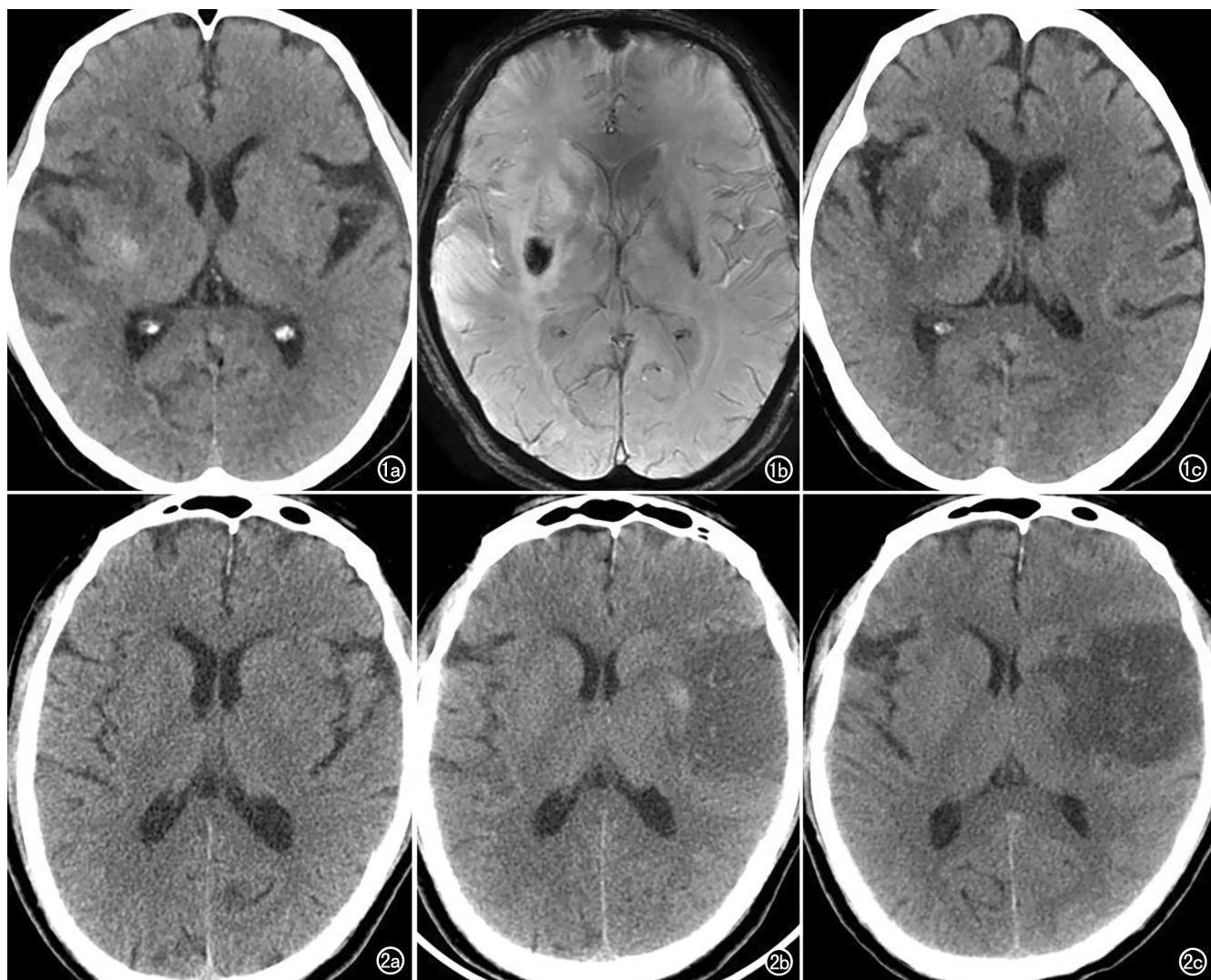


图1 男,55岁。AIS后MT治疗,继发脑实质出血。a)MT术后1h复查NCCT,右侧基底节后部斑片状高密度,右侧前部及丘脑、右侧颞叶斑片状低密度;b)磁敏感加权成像(SWI)示右侧基底节后部局限性低信号;c)MT术后11d复查NCCT,右侧基底节高密度区明显缩小。图2 男,74岁。AIS后MT治疗,对比剂外渗。a)术前NCCT,左侧基底节-岛叶密度稍减低,豆状核轮廓模糊;b)MT后1h复查NCCT,左侧基底节斑片状高密度;c)MT术后24h复查NCCT,左侧基底节高密度消失。

高(52.27%,An等为23.89%)。以上研究显示,CHD发生率与AIS病因相关,心源型AIS患者CHD发生率较高。

3. 部位特点

CHD常见于前循环AIS患者,以基底节者常见,原因可能与基底节血供特点相关。基底节主要由大脑前、中动脉穿通支动脉供血,侧支循环代偿较差,大动脉闭塞后易发生组织缺血坏死,缺血坏死组织在血管再通后可出现CHD。如An等^[11]发现前循环AIS患者CHD发生率(36%)高于后循环患者(13%)($P=0.001$)。邢鹏飞等^[13]研究244例AIS,其中后循环64例,其余见于前循环AIS,且以基底节为主,其中尾状核头、内囊、外囊CHD发生率分别为40.2%、11.5%、23.0%。对比剂染色是造成CHD的原因之一,这一征

象代表BBB破坏,与HT密切相关,对比剂染色的部位特点与上述文献报道的CHD部位特点一致。影像学上对比剂染色是指脑实质和/或蛛网膜下腔高密度(CT值 >90 HU),不伴占位效应且短期内迅速吸收。马荣等^[14]将患者分为对比剂染色组与非对比剂染色组,发现与其他影像表现相比,豆状核模糊征与对比剂染色最为相关,可能原因是豆纹动脉对缺血引发BBB破坏较为敏感。

4. CHD与梗死区域

CHD常出现在梗死实质中,其机制可能是氧和葡萄糖耗竭区域与BBB受损范围一致。如Nikoubashman等^[15]发现,CHD发生与梗死区域密切相关,CHD出现于梗死区域的敏感度和特异度分别为34.0%和95.3%。马荣等^[14]发现112处CHD完全位于最终梗

死灶内。Cabral 等^[16]发现脑内深部结构 CHD 与最终梗死灶相关性更强,其中豆状核敏感度为 96.6%,内囊敏感度为 87.5%,原因可能是深部结构侧支循环较少,对缺血损伤较为敏感。以上研究显示,CHD 与梗死实质存在一定相关性,脑深部结构相关性更强。

5. CHD 出现的时间与演变规律

既往研究显示,CHD 发生率可能与术后检查时间相关,缩短术后检查时间,其发生率可能增加。CE 是一种暂时现象,常在术后 24 小时内自行消散,因此,在术后与随访问较短的时间间隔内,更可能检测到 CE。Parilla 等^[5]于术后 24 小时内行 NCCT 检查,显示 CHD 发生率为 30%;Nikoubashman 等^[15]发现术后 4.5 小时 NCCT 检查,CHD 发生率为 61%;陈露露等^[6]于术后立即行 NCCT 检查,CHD 发生率为 96.4%,但其研究样本量较小,尚需扩大样本量进一步研究。以上研究显示,CHD 与术后检查时间相关,基于对比剂短期廓清特征,适当缩短术后检查时间窗,CHD 发生率增加。

不同影像学技术判定 CHD 性质的研究

血管内治疗后 24 小时血管造影证实,AIS 患者中约 9%发生再闭塞,且与神经功能恶化相关。术后使用抗血小板和/或抗凝治疗可能预防再闭塞^[17],然而这些治疗可诱发出血。因此,尽早区分 CE 和 HT 至关重要。研究表明,NCCT、双能 CT、MRI 均可区分两者,但判别效能不同。

1. NCCT

NCCT 具有快速、方便、经济等优点,是 AIS 患者 MT 后常用检查方式,但 NCCT 中 CE 与 HT 影像表现相似,术后早期甄别存在一定困难。基于对比剂短期廓清特征,Dekeyser 等^[18]发现术后 19~24 小时再次复查是区分 CE 和 HT 的唯一可靠方法,但此方法可能会延误患者必要的治疗。部分学者提出定量 CT 值方法以区分 CE 与 HT,但敏感度均较低。如 Portella 等^[7]发现 CT 值为 90 HU 区分两者的特异度为 77%,敏感度为 42%。此后,Chen 等^[19]提取患者 MT 后 NCCT 图像上的影像组学特征,发现训练组和验证组影像特征的曲线下面积(area under the curve, AUC)分别为 0.848、0.826。因对比剂和血液成分的粘度不同,影像组学可能有助于区分 NCCT 上高密度成分。以上研究显示,NCCT 区分 CE 与 HT 能力有限,NCCT 构建的影像组学特征有望有效区分 CE 与 HT。

此外,采用 MT 治疗的大部分 AIS 患者病情较重,数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)自带的平板 CT 术中检查免去了患者搬动,

并节省了等待时间,有助于出现 CHD 征象患者的快速处置^[2]。Chen 等^[20]发现平板 CT 预测 HT 的敏感度与阴性预测值分别为 96%、98%。但平板 CT 图像质量欠佳,且该功能的普及率较低,其结论尚需更多病例研究证实。

2. 双能 CT

双能 CT 是一种使用两种独立 X 线光子能谱的 CT 技术,可以区分不同能量下具有不同衰减特性的物质,从而获得不同能谱相关图像,包括虚拟单能图像、混合能量图、虚拟非对比图像、碘图、物质分解图像等^[21]。基于碘和血液在不同能量水平(80 kV、140 kV)衰减不同,生成相应的碘图和虚拟平扫图,有助于区分与 CE 与 HT。如 Wang 等^[22]研究中 44 例 AIS 双能 CT 检查后获得混合能量图、虚拟非对比图和碘图,以随访结果为诊断标准,发现双能 CT 早期诊断 MT 后颅内出血的敏感度为 90.5%,特异度为 100%。Chrzan 等^[21]对每个 CHD 区域的碘和水物质密度图进行定性和定量分析,发现双能 CT 重建获得的碘-水物质分解图是鉴别碘对比剂与出血有价值的工具。此外,部分学者在双能 CT 定量研究基础上加入临床影响因素,如 Li 等^[23]发现双能 CT 定量参数(包括 CHD 体积、最大碘浓度、最高 CT 值)与临床因素相结合,可早期识别 HT,其敏感度、特异度分别为 90%、100%。

3. MRI

血红蛋白代谢物为顺磁性物质,而碘对比剂为抗磁性物质,因此碘对比剂在梯度回波序列不会引起明显信号变化,从而区分 CE 与 HT。如 You 等^[24]研究中 17 例 CHD 于 MT 后立即(<24 小时)行 MRI 检查,发现扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)和梯度回波序列可区分 CE 与 HT。但其研究样本量较小,且术后检查时间与其他学者不一致。马荣等^[14]认为 AIS 患者 MT 后应早期引入 MRI 检查,但并未提及 MRI 检查具体时间。而 Yedavalli 等^[25]认为在 MT 后 48 小时 MRI 检查,会导致 HT 假阳性,建议 MRI 检查时间为术后 72 小时,但他们只研究了 T₁WI 和 T₂WI 序列,未考察对出血检出更敏感的 T₂*WI 和磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI)序列。此外,部分学者^[9,26]在 MRI 检查中增加 SWI 序列,但因磁敏感效应,SWI 易高估血肿体积。以上研究显示,MRI 鉴别 CE 与 HT 具有一定优势,但其检查成本高,检查时间较长,重症和幽闭恐惧症者应用受限。

CHD 评估 AIS 预后的价值

1. 预测继发出血

CHD 阳性提示 HT 风险较高。Han 等^[27]发现 CHD 患者 HT 发生率是非 CHD 患者的 11.9 倍。孙松堂等^[17]发现,与非 CHD 组相比,CHD 组 HT 发生率明显增高(6.5%与 53.1%)。但 Han 等^[27]和孙松堂等^[17]仅考察 CHD 与 HT 的相关性,并未进一步探讨 CHD 与症状性出血(symptomatic intracranial hemorrhage, SICH)的关系。根据欧洲急性卒中合作研究标准^[28],HT 分为出血性梗死和继发脑实质血肿。出血性梗死对临床预后无影响,其发生与缺血性损伤的程度相关,且最可能与缺血性血管病变相关;而继发脑实质血肿常与临床及预后相关^[29]。既往研究^[8]对 SICH 定义如下:当血肿超过梗死体积 30%,具有显著占位效应,或美国国立卫生研究院卒中评分(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)下降 ≥ 4 分,或在 36 小时内死亡;故部分脑实质血肿属于 SICH。因此,有必要进一步研究 CHD 与 SICH 之间的相关性。如 An 等^[11]对 180 例 AIS 研究发现,CHD 患者总 HT、SICH 发生率均高于非 CHD 患者(60%与 25%, $P < 0.001$;18%与 8%, $P = 0.044$)。Chen 等^[30]对 82 例 AIS 研究发现,CHD 组 HT 发生率高于非 CHD 组(68.4%与 39.5%, $P = 0.011$),但 CHD 组与非 CHD 组 SICH 发生率无明显差异(4.8%与 0%, $P = 0.474$)。An 等^[11]与 Chen 等^[30]研究结果差异的可能原因除后者纳入样本量较小,发生 SICH 患者的数量较少,以及两者复查所用影像技术不同外,更重要的原因可能是两者均仅分析 CHD 发生与 HT 之间的关系,而不是 CHD 分型。马荣等^[14]将对比剂染色患者分为对比增强(术后 24~36 小时 CHD 完全吸收)和 CE(CHD 持续存在),发现 HT 均发生于 CE 组,CHD 患者 HT 发生率为 32.8%,SICH 为 8.6%,对比剂增强组出血发生率与非对比剂染色组无差异。Wang 等^[26]研究根据 CHD 形态、位置及有无占位效应,分为 I 型 CHD(散发性斑块状,界限不清,术后 24 小时内完全消失)、II 型 CHD(实性“团块”状,边界清晰)、III 型 CHD(弥漫性斑片状伴占位效应),其中 I 型 CHD 患者均未发生 HT,II 型、III 型 CHD 患者可发生 HT,HT 发生率为 57.7%,SICH 发生率为 13.5%。马荣等^[14]与 Wang 等^[26]研究 HT、SICH 发生率不同,Wang 等^[26]研究纳入部分动脉溶栓患者,与动脉溶栓相比,MT 治疗者血管内皮损伤可能更为严重。以上研究显示,CHD 阳性提示 HT 风险增高,不同出血类型在不同 CHD 分型中的发生率不同,CHD 短时间廓清患者中 HT、SICH 发生率极低,甚至不发生,而在 CHD 持续存在伴(或不伴)占位效应患者中发生率高。因此,有必要进行不同出血类型与 CHD 分型之间的研究。

2. 神经功能预后评估

CHD 可评估 AIS 患者神经功能预后,CHD 阳性常提示预后不良。如 Chen 等^[30]对 82 例 AIS 研究中发现,与非 CHD 组相比,CHD 组患者神经功能损伤更严重(入院 NIHSS 评分:16 与 18)。入院前 NIHSS 评分较高常提示较大面积脑组织缺血或梗死,神经功能损伤较重,神经功能损伤程度越重,预后越差。邢鹏飞等^[13]对 244 例 AIS 研究发现,CHD 组预后良好率低于非 CHD 组(39.4%与 61.3%),病死率高于非 CHD 组(16.9%与 6.9%)。然而,An 等^[11]对 180 例 AIS 研究发现 CHD 与预后不良无相关性。以上研究结果差异的可能原因如下:首先,研究纳入不同病因 AIS 患者比例不同,An 等研究心源性 AIS 患者比例不足四分之一,心源型 AIS 可导致大血管急性闭塞,侧支循环不良,导致更严重 BBB 受损;其次,研究未进行更为详细的 CHD 分级(型)研究。如 Shao 等^[31]近期研究根据欧洲急性卒中合作研究标准^[28],将 CHD 分为 CHD-1、CHD-2、CHD-3、CHD-4 四组,研究不同分型 CHD 与早期预后(发病 72 小时内)、长期预后(3 个月)相关性,发现有占位效应的 CHD-3 和 CHD-4 是早期神经功能恶化的预测因子,提示在大血管阻塞所致 AIS 中,占位效应的累积可能导致神经功能进一步恶化;CHD-2、CHD-3、CHD-4 提示长期预后不良,而 CHD-1 提示相对预后良好,与既往研究发现 CHD 快速廓清可能是预后良好的征象^[26]一致,其机制可能是 BBB 损伤尚未累及基底膜,损伤程度相对较轻。Chung 等^[2]根据 CHD 发生部位将其分为 4 种类型:无 CHD 型、纹状体型、皮质+皮质下型、混合型(同侧纹状体型及皮质、皮质下型),发现纹状体型相对预后良好,混合型预后不良,原因可能是混合型提示 CHD 区域广泛梗死,侧支循环不良。以上研究表明,CHD 阳性常提示患者神经功能预后较差,但不同类型 CHD 预后评估价值不同。

3. 最终梗死体积

CHD 有助于预测最终梗死体积。陈露露等^[6]研究采用 Albers 卒中项目早期 CT 评分(Alberta Stroke Program Early CT Score, ASPECTS)评估 CHD 与最终梗死体积相关性,发现 CHD 一定程度上可预测患者最终梗死体积,但该研究未定量评估梗死体积。Schneider 等^[32]27 例研究显示 89%病例 CHD 体积小于相应 DWI 异常信号体积,其机制可能是氧和葡萄糖耗竭区域与 BBB 受损范围一致。Nikoubashman 等^[15]对 102 例研究证实大部分 AIS(93.3%)的 CHD 范围等于或小于最终梗死大小。以上研究提示,CHD 可预测最终梗死体积,CHD 等于或小于最终梗死体积。

小结与展望

综上所述,CHD 是 AIS 患者 MT 后常见影像学征象,尽早明确 CHD 是否为继发 HT 对于临床治疗与预后十分重要;术后 NCCT 复查是其常用检查方式,但其甄别 CE 与 HT 能力有限,双能 CT、MRI 的区分能力优于 NCCT。此外,CHD 对于预测 AIS 患者 HT、最终梗死体积以及神经功能预后具有一定价值。MT 后 CHD 研究尚存在一些问题:①NCCT 检查 CHD 分型研究较少;②MRI 检查相关 CHD 研究较少;③当前研究多为小样本量、单中心、回顾性研究,因此,尚需大样本量进行进一步研究。

参考文献:

- [1] Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: 2019 update to the 2018 guidelines for the early management of acute ischemic stroke: A guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association [J]. *Stroke*, 2019, 50(12): e344-e418.
- [2] Chung Y, Bae Y, Hong CE, et al. Hyperattenuations on flat-panel computed tomography after successful recanalization of mechanical thrombectomy for anterior circulation occlusion [J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2022, 12(2): 1051-1062.
- [3] Wildenhain SL, Jungreis CA, Barr J, et al. CT after intracranial intraarterial thrombolysis for acute stroke [J]. *Am J Neuroradiol*, 1994, 15(3): 487-492.
- [4] Komiyama M, Nishijima Y, Nishio A, et al. Extravasation of contrast medium from the lenticulostriate artery following local intracarotid fibrinolysis [J]. *Surg Neurol*, 1993, 39(4): 315-319.
- [5] Parrilla G, García-Villalba B, Espinosa de Rueda M, et al. Hemorrhage/contrast staining areas after mechanical intra-arterial thrombectomy in acute ischemic stroke: imaging findings and clinical significance [J]. *Am J Neuroradiol*, 2012, 33(9): 1791-1796.
- [6] 陈露露, 杨卫民, 张晨, 等. 急性脑梗死再通术后即刻平扫 CT 高密度影对短期预后的预测价值 [J]. *中国神经精神疾病杂志*, 2020, 46(9): 540-545.
- [7] Portela de Oliveira E, Chakraborty S, Patel M, et al. Value of high-density sign on CT images after mechanical thrombectomy for large vessel occlusion in predicting hemorrhage and unfavorable outcome [J]. *Neuroradiol J*, 2021, 34(2): 120-127.
- [8] Chen Z, Zhang Y, Su Y, et al. Contrast extravasation is predictive of poor clinical outcomes in patients undergoing endovascular therapy for acute ischemic stroke in the anterior circulation [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2020, 29(1): 104494.
- [9] Xu C, Zhou Y, Zhang R, et al. Metallic hyperdensity sign on non-contrast CT immediately after mechanical thrombectomy predicts parenchymal hemorrhage in patients with acute large-artery occlusion [J]. *Am J Neuroradiol*, 2019, 40(4): 661-667.
- [10] Renú A, Amaro S, Laredo C, et al. Relevance of blood-brain barrier disruption after endovascular treatment of ischemic stroke: dual-energy computed tomographic study [J]. *Stroke*, 2015, 46(3): 673-679.
- [11] An H, Zhao W, Wang J, et al. Contrast staining may be associated with intracerebral hemorrhage but not functional outcome in acute ischemic stroke patients treated with endovascular thrombectomy [J]. *Aging Dis*, 2019, 10(4): 784-792.
- [12] 赵玉婵, 袁涛, 班然然, 等. T₂-FLAIR 血管高信号征及其对急性缺血性脑卒中功能预后影响: 基于病因研究 [J]. *放射学实践*, 2021, 36(10): 1205-1211.
- [13] 邢鹏飞, 沈红健, 李子付, 等. 机械取栓术中平板 CT 高密度征出血转化及预后的影响因素分析 [J]. *中国脑血管病杂志*, 2019, 16(2): 57-65.
- [14] 马荣, 蒲涛, 周广, 等. 卒中患者支架-抽吸取栓术后对比剂染色与出血转化相关性研究 [J]. *临床放射学杂志*, 2021, 40(8): 1447-1453.
- [15] Nikoubashman O, Reich A, Gindullis M, et al. Clinical significance of post-interventional cerebral hyperdensities after endovascular mechanical thrombectomy in acute ischaemic stroke [J]. *Neuroradiology*, 2014, 56(1): 41-50.
- [16] Cabral FB, Castro-Afonso LH, Nakiri GS, et al. Hyper-attenuating brain lesions on CT after ischemic stroke and thrombectomy are associated with final brain infarction [J]. *Interv Neuroradiol*, 2017, 23(6): 594-600.
- [17] 孙松堂, 朱良付, 王丽娜, 等. 前循环缺血性脑卒中血管内治疗后平板 CT 高密度征与出血转化的相关性研究 [J]. *中华神经医学杂志*, 2020, 19(8): 763-769.
- [18] Dekeyser S, Nikoubashman O, Lutin B, et al. Distinction between contrast staining and hemorrhage after endovascular stroke treatment: one CT is not enough [J]. *J Neurointerv Surg*, 2017, 9(4): 394-398.
- [19] Chen X, Li Y, Zhou Y, et al. CT-based radiomics for differentiating intracranial contrast extravasation from intraparenchymal haemorrhage after mechanical thrombectomy [J]. *Eur Radiol*, 2022, 32(7): 4771-4779.
- [20] Chen L, Xu Y, Shen R, et al. Flat panel CT scanning is helpful in predicting hemorrhagic transformation in acute ischemic stroke patients undergoing endovascular thrombectomy [J]. *Biomed Res Int*, 2021, 2021: 5527101.
- [21] Chrzan R, Lasocha B, Brzegowy P, et al. Dual energy computed tomography in differentiation of iodine contrast agent staining from secondary brain haemorrhage in patients with ischaemic stroke treated with thrombectomy [J]. *Neurol Neurochir Pol*, 2022, 56(1): 68-74.
- [22] Wang Z, Chen W, Lin H, et al. Early diagnosis and prediction of intracranial hemorrhage using dual-energy computed tomography after mechanical thrombectomy in patients with acute ischemic stroke [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2021, 203: 106551.
- [23] Li L, Huo M, Zuo T, et al. Prediction of intracerebral hemorrhage after endovascular treatment of acute ischemic stroke: combining quantitative parameters on dual-Energy CT with clinical related factors [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2021, 30(10): 106001.
- [24] You SH, Kim B, Kim BK, et al. MR imaging for differentiating contrast staining from hemorrhagic transformation after endovascular thrombectomy in acute ischemic stroke: phantom and patient study [J]. *Am J Neuroradiol*, 2018, 39(12): 2313-2319.
- [25] Yedavalli V, Sammet S. Contrast extravasation versus hemorrhage after thrombectomy in patients with acute stroke [J]. *J*

- Neuroimaging, 2017, 27(6):570-576.
- [26] Wang C, Yin Z, Zhang X, et al. Clinical significance of hyperdense lesions on non-enhanced brain CT obtained immediately after arterial revascularization in acute ischemic stroke patients[J]. Comput Math Methods Med, 2021, 2021:1562502.
- [27] Han N, Zhang G, Li Y, et al. Hyperattenuated lesions on immediate non-contrast CT after endovascular therapy predict intracranial hemorrhage in patients with acute ischemic stroke: a retrospective propensity matched study[J]. Front Neurol, 2021, 12:664262.
- [28] Trouillas P, von Kummer R. Classification and pathogenesis of cerebral hemorrhages after thrombolysis in ischemic stroke[J]. Stroke, 2006, 37(2):556-561.
- [29] 程晓青, 施佳倩, 吴航, 等. CTA 源图像上 CT 值变化率预测急性脑梗死后脑实质出血: 基于 ASPECTS 软件脑梗死灶评估[J]. 放射学实践, 2022, 37(4):466-472.
- [30] Chen WH, Yi TY, Wu YM, et al. Parenchymal hyperdensity on C-arm CT images after endovascular therapy for acute ischaemic stroke predicts a poor prognosis[J]. Clin Radiol, 2019, 74(5):399-404.
- [31] Shao Y, Xu Y, Li Y, et al. A new classification system for postinterventional cerebral hyperdensity: the influence on hemorrhagic transformation and clinical prognosis in acute stroke[J]. Neural Plast, 2021, 2021:6144304.
- [32] Schneider T, Mahraun T, Schroeder J, et al. Intraparenchymal hyperattenuations on flat-panel CT directly after mechanical thrombectomy are restricted to the initial infarct core on diffusion-weighted imaging[J]. Clin Neuroradiol, 2018, 28(1):91-97.

(收稿日期:2022-04-15 修回日期:2022-05-29)

· 书讯 ·

译著《肌肉骨骼影像技术手册初级指南》出版发行

王骏、陈峰、缪建良、沈柱主译的《肌肉骨骼影像技术手册初级指南》由天津科技翻译出版有限公司出版发行。该书从 X 线摄影、CT、MRI、超声、核医学成像的基本原理讲起,阐述了各自成像的优缺点。围绕肩关节、肘关节、手和腕关节、髋关节、膝关节、踝关节和足部、颈椎、胸椎、腰椎成像进行了全方位、多角度、深层次的讲解。涵盖了各类成像模式的系统解剖学、大体影像解剖学、影像断层解剖学,肌骨损伤机制、检查的适宜性标准、诊断性成像的基本途径、各类影像检查的成像方法、病变图解,据此提出保守治疗与手术治疗。原著采用了大量的体位设计图、线条图、二维和三维的医学图像,图文并茂地把疾病的发生、发展机制纳入其中,把骨与关节上所附着的肌肉、肌腱、韧带、软骨与骨和关节之间的位置关系及空间信息进行了详细描述,突出影像密度、信号强度以及浓聚灶随疾病发生、发展而变化的过程,强调早晚期影像学检查的差异之所在。原著还把误诊、漏诊的原因进行了分析。是一部不可多得的全方位展示骨肌影像学检查、诊断与治疗的优秀专著。

原创专著《感悟医学影像技术学》出版发行

王骏、吴虹桥的原创专著《感悟医学影像技术学》由辽宁科学技术出版社出版发行。该书汇总了 130 余篇作者在《健康报》、《中国医药报》、《中国医学论坛报》、《医师报》、《中国科技翻译》、《中华医院管理杂志》、《中华放射学杂志》、《国外医学临床放射学分册》、《国外医学放射医学核医学分册》、《国外医学医院管理分册》、《中国大学生就业》等数十家国内顶级报纸、期刊上刊发的“工作随笔”。书里汲取并融合了数十位院士的学术思想,数十位将军级教授的学术理念,数十位主委的学术智慧及数以百计的专家、学者观点的结晶,是对我国及全球医学影像技术学界 36 年来突飞猛进发展史的梳理和高度概括与总结。全书分为“踏进医学影像技术的大门”、“著名专家眼中的医学影像”、“图书是提升专业水平的快速路”、“从学术会议和论文把握医学影像学的脉搏”、“我对医学影像技术学的思考”、“尾声”共六篇,忠实记录了作者自己在医学影像技术专业发展进程中的学习和思考。全书 51.8 万字,80 余幅图片,近 500 页,全彩印刷。可作为医学影像技术专业大学生入学教育的“头本书”,用以稳固专业思想;同时,也是医学影像工作者发奋图强、催我自新的励志教材。

(王骏)