

• 骨骼肌肉影像学 •

老年女性髋部骨折患者大腿上部软组织三维 CT 定量研究

刘本寅, 丁宁宁, 姜永宏, 张玉婷, 左秀娟, 杨健

【摘要】 目的:探讨大腿上端软组织三维 CT 参数在评估老年女性低能量髋部骨折风险中的价值。**方法:**回顾性搜集 2019 年 1 月—2021 年 1 月因跌倒行髋部 CT 检查的老年女性的临床及 CT 资料。按照有无髋部骨折分为骨折组与未骨折组。在 CT 后处理工作站上人工测量骨折健侧及未骨折组右侧大腿上部肌肉体积(VMT)、肌间脂肪体积(VIMAT)、皮下脂肪体积(VSAT)以及 T_{20} (小转子上方 20 mm 处)股骨颈长径皮质比率。比较两组患者的临床资料及上述 CT 参数的差异。**结果:**30 例低能量髋部骨折患者与 34 例未骨折者的年龄、身高、体重及 BMI 无统计学差异。骨折组 T_{20} 长径皮质比率及大腿上部肌肉体积均明显小于未骨折组($11.59\% \pm 1.42$ vs $14.31\% \pm 2.55$, $P < 0.001$; $299.80 \pm 42.32 \text{ mm}^3$ vs $323.79 \pm 39.82 \text{ mm}^3$, $P = 0.023$)。**结论:**除股骨颈骨皮质厚度,CT 测量的大腿上部肌肉体积可作为评估老年女性低能量髋部骨折的风险指标。

【关键词】 髋骨折; 体层摄影术, X 线计算机; 大腿肌肉

【中图分类号】 R681.6; R814.4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2022)10-1278-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2022.10.016

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Three-dimensional quantitative study of the upper Thigh's soft tissue at CT for elderly women with hip fracture LIU Ben-yin, DING Ning-ning, JIANG Yong-hong, et al. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China

【Abstract】 Objective: To explore the value of three-dimensional quantitative parameters of the upper thighs' soft tissue at CT in evaluating the risk of low-trauma hip fracture in elderly women. **Methods:** The retrospective study was performed on elderly female patients who underwent hip CT scans due to fall in our hospital from Jan 2019 to Jan 2021. Clinical characteristics and CT images were retrospective collected. The patients were divided into hip fracture group and non-hip fracture group. Volume of muscle tissue (VMT), volume of intramuscular adipose tissue (VIMAT), volume of subcutaneous adipose tissue (VSST) of the upper thigh, and T_{20} (at the level of 20mm higher than the apex of lesser trochanter) cortex ratio of the femoral neck were manual measured in the normal side of hip fracture group and right side of non-hip fracture group at CT workstation. The clinical characteristics and CT quantitative parameters were compared between the two groups. **Results:** There were 30 elderly women with low-trauma hip fractures and 34 elderly women without hip fractures. There were no significant differences in mean age, height, weight, and body mass index (BMI) between the two groups (all $P > 0.05$). Hip fracture subjects had a lower femoral neck's cortex ratio of T_{20} long diameter and VMT than control subjects ($11.59\% \pm 1.42$ vs. $14.31\% \pm 2.55$, $P < 0.001$, $P < 0.001$; $299.80 \pm 42.32 \text{ mm}^3$ vs. $323.79 \pm 39.82 \text{ mm}^3$, $P = 0.023$). **Conclusion:** In addition to the cortical thickness of the femoral neck, the volume of the upper thigh muscle measured at CT could also be used to assess the risk of low-trauma hip fracture for elderly women.

【Key words】 Hip fractures; Tomography, X-ray computed; Thigh muscle

老年人尤其是在绝经期女性,由于骨质疏松造成

骨骼强度减弱,在遭受非致伤因素所致的低能量性骨折(又称骨质疏松性骨折或脆性骨折)发病率迅速增加^[1-2],尤其是髋部骨折,致死率和致残率高,严重影响老年人群的身体和生活质量^[3]。骨密度的降低和股骨近端的形态学特征已被证实为老年人髋部骨折的

作者单位:710061 西安,西安交通大学第一附属医院医学影像科(刘本寅、丁宁宁、杨健);710054 西安,西安交通大学附属红会医院影像科(刘本寅、姜永宏、张玉婷、左秀娟)

作者简介:刘本寅(1986—),男,黑龙江集贤县人,主治医师,主要从事骨质疏松的诊断及预防。

危险因素^[4]。近年来,大腿肌肉质量及功能的减退与跌倒及低能量髌部骨折的关系也备受关注^[5-7]。此项研究我们利用 CT 三维、定量地分析大腿上端肌肉、脂肪的组织成分并探讨其在评估老年女性低能量髌部骨折风险中的应用价值。

材料与方法

1. 临床资料

回顾性搜集 2019 年 1 月—2021 年 1 月就诊于急诊科,因跌倒(髌部着地)行髌部 CT 检查的女性老年患者的临床资料及 CT 图像。纳入标准:年龄位于 50~80 岁之间。排除标准:①有髌关节手术史患者;②合并影响骨代谢的疾病如甲状旁腺、肾脏、肾上腺疾病及恶性肿瘤等;③存在股骨近段畸形患者;④因神经系统疾病、外周血管疾病等导致单侧肢体肌肉萎缩的患者。据患者是否发生髌部骨折,将研究对象分为骨折组和未骨折组。本研究通过西安市红会医学伦理委员会审核,患者及其家属均知情同意。

2. CT 扫描方法

患者均采用飞利浦 64 排 CT 进行髌部扫描,扫描参数:电压 120 kV,电流 125 mA,层厚 1 mm,矩阵 512×512,DFOV 500 mm,患者取仰卧位,扫描范围从髌白顶上 5 cm 到股骨小粗隆下 5 cm(若患者骨折位置较低,则范围扩大至骨折处以下)。将层厚为 1 mm 的薄层数据以 DICOM 图像格式传至飞利浦公司的后处理软件 IntelliSpaceTM Portal (ISP)中进行分析处理。

3. CT 参数测量方法

评估股骨颈皮质厚度的指标: T_{20} 长径皮质比率。选取骨折患者健侧和未骨折患者右侧股骨小转子顶点

上方 20 mm (T_{20})平面 CT 横截面影像,测量该平面的 T_{20} 长径、 T_{20} 髓腔长径(图 1),并按公式: T_{20} 长径皮质比率=(T_{20} 长径- T_{20} 髓腔长径)/ T_{20} 长径×100%,计算得出 T_{20} 长径皮质比率^[8]。

大腿上端肌肉及脂肪体积:利用飞利浦公司 ISP 后处理软件中的 Tissue Segmentation 功能,测量低能量髌部骨折患者健侧以及未骨折患者的右侧大腿上端肌肉体积(volume of muscle Tissue, VMT)、肌间脂肪体积(volume of intramuscular adipose tissue, VIMAT)、皮下脂肪体积(volume of subcutaneous adipose tissue, VSAT)。首先确定测量范围,选取股骨小转子至其下方 3 cm 内组织为测量区域^[6]。将脂肪组织 CT 值设定为 $-220 \text{ HU} < \text{fat} < -30 \text{ HU}$ ^[9],提取出选择区域脂肪组织,去除股骨髓腔内脂肪,以肌肉外围为界,区分皮下脂肪(图 2a),计算该三维区域的皮下脂肪体积(图 2b)和肌间隙内脂肪(图 2c),计算肌间隙脂肪体积(图 2d)。并将皮下脂肪染成黄色,肌间隙内脂肪染成绿色(图 2g)。计算肌间脂肪体积与皮下脂肪体积之和,定义为总体脂肪组织体积(total volume of adipose tissue, TVAT)。将肌肉组织 CT 值设定为 $-29 \text{ HU} < \text{muscle} < 100 \text{ HU}$ ^[9],以肌肉外围为外轮廓,股骨骨皮质外缘为内轮廓(图 2e),通过软件计算该三维区域大腿肌肉体积(图 2f),并将肌肉体积染成红色(图 2g)。2 名具有丰富经验的放射科主治医师独立测量 VSAT、VIMAT、VMT,2 周后其中一名测量者采用同样的方法重复测量 1 次。

4. 统计学方法

采用 SPSS 16.0 统计软件。计量资料以平均数±标准差表示,用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)评价 2 名测量者及同一测量者 2 次

测量值的可重复性, $\text{ICC} < 0.4$ 表示信度较差, $\text{ICC} > 0.75$ 表示信度良好。两组参数首先进行方差齐性检验(Levene 检验)及正态分布检验(Shapiro-Wilk 检验),若符合正态分布,两组比较采用独立样本 t 检验,若不符合正态分布,两组比较采用非参数检验(Mann-Whitney U 检验)。 $P < 0.05$ 为具有统计学差异。

结 果

75 例因跌倒行髌部 CT 检查的老年女性患者中 69 例年龄介于 50~80 岁之间。排除 2 例髌关节置换术后患者,1 例肌营养不良致



图 1 T_{20} 长径皮质比率的 CT 测量方法。a) 髌部 CT 扫描定位像上确定小转子定点上方 20mm(T_{20})层面;b) T_{20} 层面的 CT 轴面图测量 T_{20} 长径(A 点至 B 点的线段长度), T_{20} 髓腔长径(C 点至 D 点的线段长度), T_{20} 长径皮质比率=(AB-CD)/AB×100%

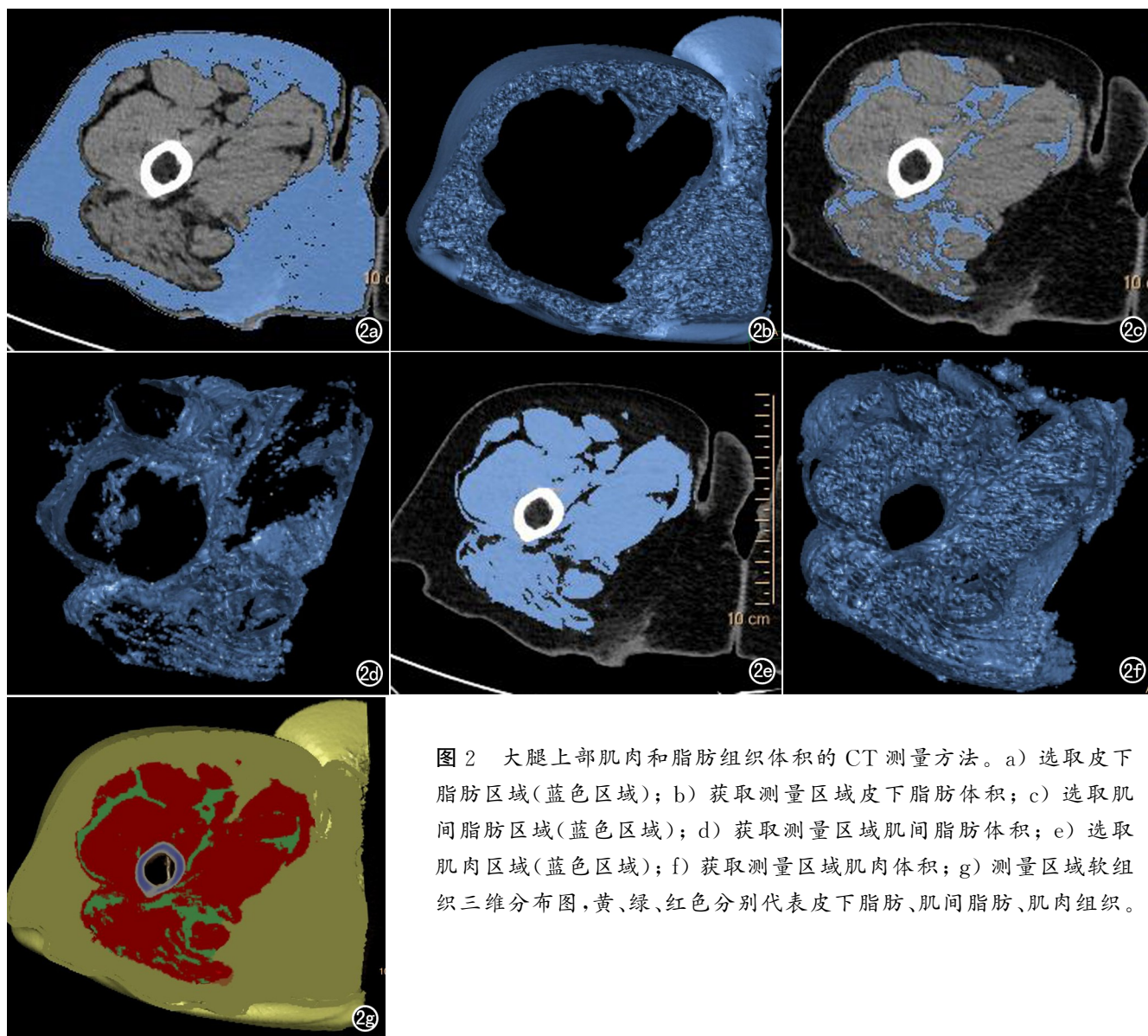


图2 大腿上部肌肉和脂肪组织体积的CT测量方法。a) 选取皮下脂肪区域(蓝色区域); b) 获取测量区域皮下脂肪体积; c) 选取肌间脂肪区域(蓝色区域); d) 获取测量区域肌间脂肪体积; e) 选取肌肉区域(蓝色区域); f) 获取测量区域肌肉体积; g) 测量区域软组织三维分布图,黄、绿、红色分别代表皮下脂肪、肌间脂肪、肌肉组织。

肌肉萎缩患者,1例因骨质软化致股骨颈畸形患者,1例合并恶性肿瘤患者,最后研究入组64例患者,平均年龄为 64.30 ± 8.08 岁。髌部骨折(均为股骨颈骨折)患者30例,未骨折34例。两组患者平均年龄、体重、身高、BMI差异无统计学意义(表1)。

大腿上端VSAT、VIMAT、VMT均具有良好的组内及组间一致性,组内相关系数ICC分别为0.92、0.91、0.94;组间相关系数ICC分别为0.91、0.91、0.93。

比较两组 T_{20} 长径皮质比率及大腿上端肌肉、脂肪体积。髌部骨折患者股骨颈 T_{20} 长径皮质比率明显小于未骨折组($11.59\% \pm 1.42$ vs $14.31\% \pm 2.55$, $P < 0.001$)。髌部骨折患者的大腿上端VMT平均值为(299.80 ± 42.32) mm^3 ,明显小于未骨折患者的大腿上端肌肉体积平均值(323.79 ± 39.82) mm^3 ,两者的差异具有统计学意义($P = 0.023$)。髌部骨折患者大腿上部脂肪体积平均值小于未骨折组,但差异无统计学意

义($P > 0.05$,表1)。

讨论

低能量髌部骨折是一种常见的具有较高致残率和病死率的老年病,尤其好发于绝经期女性^[1]。针对因跌倒发生髌部骨折的老年女性患者,本研究发现其股骨颈皮质厚度及大腿上部肌肉体积均明显小于跌倒后未骨折的老年女性。

研究表明随年龄增长,女性平均骨密度呈逐渐降低的趋势^[10]。骨密度是预测髌部骨折风险的重要因素,但其敏感度较低^[6]。大量的研究表明骨皮质在维持股骨颈的骨强度中起到了非常重要的作用^[8]。本研究将 T_{20} 长径皮质率作为评估股骨颈皮质厚度的有效指标,并发现髌部骨折的老年女性 T_{20} 长径皮质率明显低于未骨折组,骨皮质的变薄是引起骨强度降低从而导致老年人跌倒骨折的重要因素。随着QCT的发

表 1 老年女性低能量髌部骨折组与未骨折组的临床特征及 CT 定量参数的比较

指标	骨折组(n=30)	未骨折组(n=34)	t/Z	P
年龄(岁)	65.67±6.60	63.09±9.11	-1.281	0.205
身高(cm)	161.40±5.14	160.26 ± 6.01	-0.595	0.552
体重(kg)	57.03±7.29	59.00±7.36	1.071	0.288
身体质量指数(BMI)	21.97±2.58	22.73±2.02	1.309	0.195
T ₂₀ 长径皮质比率(%)	11.59±1.42	14.31±2.55	5.165	<0.001
大腿上端软组织 CT 定量参数				
VSAT(mm ³)	368.67±102.18	391.47±79.92	-1.359	0.174
VIMAT(mm ³)	38.83±14.94	40.32±15.67	-0.269	0.788
TVAT(mm ³)	407.50±106.79	431.79±88.15	0.997	0.323
VMT(mm ³)	299.80±42.32	323.79±39.82	2.336	0.023

注: VMT, volume of muscle tissue 肌肉体积; VIMAT, volume of intermuscular adipose tissue 肌间脂肪体积; VSAT, volume of subcutaneous adipose tissue 皮下脂肪体积; TVAT, total volume of adipose tissue 总脂肪体积=肌间脂肪体积+皮下脂肪体积

展应用,也明确了股骨颈骨皮质厚度在预测髌部骨折中的重要作用^[11]。

除骨密度、强度及股骨颈几何形态外,近年来股骨上部肌肉与脂肪成分与髌部骨折的关系也逐渐被大家关注^[6,11]。研究表明随着年龄增长,骨骼肌纤维逐渐缩小的同时数量也会减少,肌细胞内外脂肪浸润,表现为肌肉体积缩小,脂肪增多,导致肌肉力量和功能的下降,增加了老年人跌倒的风险^[11]。但大腿上部的肌肉与脂肪分布是否与髌部骨折直接相关,我们尚未得知。本研究纳入的患者均为跌倒后的老年女性,平衡了跌倒因素的影响后,我们发现大腿上部软组织三维分布是直接影响髌部骨折的重要因素。Alexander 等^[6]的研究表明大腿上部软组织三维分布结合骨质信息对骨折的预测能力明显高于单纯骨质信息。其中大腿上部总体脂肪体积与老年女性急性髌部骨折显著相关,当患者发生跌倒能低能量损伤时,大腿上部脂肪组织(尤其髌部皮下脂肪)对髌部骨质能起到减震缓冲的机械保护作用,所以更大的脂肪体积具有更大的缓冲,对髌部骨质起到保护作用^[6]。本研究骨折患者的大腿上部总脂肪体积平均值小于未骨折组,但差异没有统计学意义。尤其是皮下脂肪组织,更能呈现这个趋势,但两者差异的 P 值为 0.174,无统计学意义。这一结果在两个研究中的差异可能是由于本研究样本量不足引起,另外也可能与两个研究人群的年龄差异有关。Alexander 等^[12]研究的髌部骨折人群平均年龄约为 80±11 岁,本研究人群平均年龄约 64.30±8.08 岁,肌肉和脂肪随着年龄增长发生变化,而且二者的变化存在交互作用。我们的研究表明跌倒致髌部骨折组大腿上部肌肉体积明显小于跌倒后未骨折组,我们推测肌肉体积越大,对髌部骨质的包裹及保护作用越强,从而骨质抵抗低能量损伤的可能越强。但最终是否发生骨折,骨质强度也是重要的影响因素,我们的结果也证实了这一点。相比肌肉的二维的面积,三维体积能够更加全面立体地反映大腿上部软组织分布情况。现有流

行病学证据表明肌少症和老年人髌部骨折之间存在一定的相关性,长期进行中高强度的体育运动可以使髌部骨折风险降低^[13,14]。

本研究是基于普通 CT 的小样本的回顾性研究,只评估了肌肉体积,缺少肌肉功能与质量的临床评价,在下一步的研究中,我们希望能扩大样本量,按照年龄进行分层,并纳入骨密度、肌肉成分及肌力等更多指标进行研究。

在 CT 上除股骨颈骨皮质厚度外,大腿上部肌肉体积可作为老年女性低能量髌部骨折的风险预测及评估指标。

参考文献:

[1] Zhang HW, Tsai ZR, Chen KT, et.al.Enhanced risk of osteoporotic fracture in patients with sarcopenia: a national population-based study in Taiwan[J].J Pers Med,2022,12(5):791-802.

[2] 冯柏涵,张文龙.预测骨质疏松性髌部骨折风险的研究进展[J].现代医学与健康研究,2021,5(19):124-126.

[3] 程晓光.骨、肌肉及脂肪老年性改变的影像学评价[J].放射学实践,2016,31(12):1163-1167.

[4] Carlos RW, Andy LO, Tassani S, et al.3D patient-specific finite element models of the proximal femur? based on DXA towards the classification of fracture and non-fracture cases[J]. Bone, 2019, 121(1):89-99.

[5] Inoue T, Maeda K, Nagano A, et al.Related factors and clinical outcomes of osteosarcopenia: a narrative review[J]. Nutrients, 2021,13(2):291-305.

[6] Mühlberg A, Museyko O, Bousson V, et al.Three-dimensional distribution of muscle and adipose tissue of the thigh at CT: association with acute hip fracture[J].Radiology,2019,290(2):426-434.

[7] Frank-Wilson AW, Farthing JP, Chilibeck PD, et al.Lower leg muscle density is independently associated with fall status in community-dwelling older adults[J]. Osteoporos Int, 2016, 27(7): 2231-2240.

[8] 李毅中,庄华烽,林金矿,等.脆性股骨颈骨折的皮质骨变化[J].中国骨质疏松杂志,2011,17(6):508-510.

[9] 晏乘曦,王玲,姚丁华,等.CT 定量测量髌部骨折患者髌部肌肉、脂肪面积及 CT 值的可重复性、可信度分析[J].山东医院,2018, 58(16):58-60.

[10] 玄淑兴,张振国,贾守强.基于定量 CT 分析不同年龄、生理时期女性腰椎骨密度与腹部脂肪的相关性[J].放射学实践,2021,36(5):642-647.

[11] Wang L, Yang MH, Liu YD, et al.Differences in hip geometry between female subjects with and without acute hip fracture:a cross-sectional case-control study[J].Frontiers in Endocrinology,2022,2(13):e799381

[12] 王植,程晓光.骨、肌和脂肪的测量与评价[J].骨科临床与研究杂志,2020,5(5):257-263.

[13] Chiang MH, Kuo YJ, Chen YP, et al.The association between sarcopenia and postoperative outcomes among older adults with hip fracture:a systematic review[J].J Appl Gerontol,2021,40(12):1903-1913.

[14] 凌铭,陈洁,保志军,等.肌少症与老年人髋部骨折相关性的研究进展[J].中华老年医学杂志,2021,40(8):958-961.

(收稿日期:2022-02-28 修回日期:2022-07-07)

本刊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,使文章精炼易懂。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对这一类缩略语不再注释其英文全称和中文。

- 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
- BF (blood flow):血流量
- BOLD (blood oxygenation level dependent):血氧水平依赖
- BV (blood volume):血容量
- b:扩散梯度因子
- CAG (coronary angiography):冠状动脉造影
- CPR (curve planar 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
- CTPI(CT perfusion imaging):CT 灌注成像
- DICOM (digital imaging and communication in medicine):医学数字成像和传输
- 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
- DTI (diffusion tensor imaging):扩散张量成像
- ECG (electrocardiography):心电图
- EPI (echo planar imaging):回波平面成像
- ERCP(endoscopic retrograde cholangiopancreatography):经内镜逆行胰胆管造影术
- ETL (echo train length):回波链长度
- FLAIR (fluid attenuation inversion recovery):液体衰减反转恢复
- FLASH (fast low angel shot):快速小角度激发
- FOV (field of view):视野
- FSE (fast spin echo):快速自旋回波
- fMRI (functional magnetic resonance imaging):功能磁共振成像
- IR (inversion recovery):反转恢复
- Gd-DTPA:钆喷替酸葡甲胺
- GRE (gradient echo):梯度回波
- HE 染色:苏木素-伊红染色
- HRCT(high resolution CT):高分辨率 CT
- MPR (multi-planar reformation):多平面重组

- MIP (maximum intensity projection):最大密(强)度投影
- MinIP (minimum intensity projection):最小密(强)度投影
- MRA (magnetic resonance angiography):磁共振血管成像
- MRI (magnetic resonance imaging):磁共振成像
- MRS (magnetic resonance spectroscopy):磁共振波谱学
- MRCP(magnetic resonance cholangiopancreatography):磁共振胰胆管成像
- MSCT (multi-slice spiral CT):多层螺旋 CT
- MTT (mean transit time):平均通过时间
- NEX (number of excitation):激励次数
- PACS (picture archiving and communication system):图像存储与传输系统
- PC (phase contrast):相位对比法
- PET (positron emission tomography):正电子发射计算机体层成像
- PS (surface permeability):表面通透性
- ROC 曲线(receiver operating characteristic curve):受试者操作特征曲线
- SPECT (single photon emission computed tomography):单光子发射计算机体层摄影术
- PWI (perfusion weighted imaging):灌注加权成像
- ROI (region of interest):兴趣区
- SE (spin echo):自旋回波
- STIR(short time inversion recovery):短时反转恢复
- TACE(transcatheter arterial chemoembolization):经导管动脉化疗栓塞术
- T₁ WI (T₁ weighted image):T₁ 加权像
- T₂ WI (T₂ weighted image):T₂ 加权像
- TE (time of echo):回波时间
- TI (time of inversion):反转时间
- TR (time of repetition):重复时间
- TOF (time of flight):时间飞跃法
- TSE (turbo spin echo):快速自旋回波
- VR (volume rendering):容积再现
- WHO (World Health Organization):世界卫生组织
- NAA(N-acetylaspartate):N-乙酰天门冬氨酸
- Cho(choline):胆碱
- Cr(creatine):肌酸