❖骨骼肌肉影像学

3D-CT and 3D-MRI in diagnosis of shoulder joint glenoid defect

*ZHANG Jingzhong**，*QI Yingjie*，*CHEN Yu*，*DING Hui*，*XU Jianmin*
（*Department of Radiology，Shenzhen People's Hospital，the Second Clinical Medical College of Jinan University，Shenzhen* 518020，*China*）

[**Abstract**] **Objective** To compare the value of three dimensional CT (3D-CT) and three-dimensional MRI (3D-MRI) in diagnosing shoulder glenoid bone loss (GBL). **Methods** Totally 50 patients with shoulder instability (SI) underwent 3D-CT and 3D-MR examinations. Glenoid surface area, GBL surface area and degree of GBL measured with 3D-CT and 3D-MRI were comparatively analyzed. Digital calipers was used to measure GBL of all patients during operation, and the data were analyzed with *Kappa* test to observe diagnostic performance of 3D-CT and 3D-MRI. **Results** The best fitting circle surface area with 3D-CT was larger than that with 3D-MRI, but there was no significant difference ($P>0.05$). There was no significant difference of GBL surface area nor degree of GBL acquired using two methods (both $P>0.05$). According to linear regression analysis, the regression coefficient of the best fitting circular surface area was 1.06 ($R^2=0.78$) between 3D-CT and 3D-MRI, of GBL surface area was 1.05 ($R^2=0.88$). GBL degree measured with 3D-CT and 3D-MRI was in good agreement with intraoperative measurement results ($Kappa=0.82$, $P<0.05$; $Kappa=0.88$, $P<0.05$). **Conclusion** 3D-CT and 3D-MRI have the same value in diagnosis of shoulder GBL. 3D-MRI has the potential to take place of 3D-CT for providing full and non-radiative pre-operative evaluation of GBL in SI patients.

[**Keywords**] shoulder joint, joint instability; tomography, X-ray computed; magnetic resonance imaging
DOI：10.13929/j.issn.1003-3289.2020.01.036

3D-CT 和 3D-MRI 诊断肩关节关节盂骨缺损

张景忠*，齐英杰，陈　宇，丁　晖，徐坚民
（深圳市人民医院 暨南大学第二临床医学院放射科，广东 深圳　518020）

[**摘　要**] **目的**　比较三维 CT(3D-CT)和三维 MRI(3D-MRI)诊断肩关节肩盂骨质缺损(GBL)的价值。**方法**　对 50 例肩关节不稳定患者行 3D-CT 和 3D-MR 扫描，比较分析两者测得的关节盂面积、GBL 面积及 GBL 程度；术中采用数字卡钳测量所有患者 GBL 程度，以之作为金标准，对 3D-CT 和 3D-MRI 结果进行一致性检验，判断其诊断性能。**结果**　3D-CT 测量的最佳拟合圆表面积大于 3D-MRI，但差异无统计学意义($P>0.05$)。3D-CT 和 3D-MRI 测量 GBL 表面积和 GBL 程度差异均无统计学意义(P 均>0.05)。线性回归分析结果显示，两者测得的最佳拟合圆表面积的回归系数为 1.06($R^2=0.78$)；而 GBL 表面积之间的回归系数为 1.05($R^2=0.88$)。3D-CT 和 3D-MRI 测得的 GBL 程度与术中测量结果的一致性较好($Kappa=0.82$、0.88，P 均<0.05)。**结论**　3D-MRI 和 3D-CT 诊断肩关节 GBL 效果相当；3D-MRI 具有替代 3D-CT 于术前更全面、无辐射评估 SI 患者 GBL 情况的潜在可能。

[**关键词**] 肩关节不稳定；体层摄影术，X 线计算机；磁共振成像
[**中图分类号**] R684；R445　[**文献标识码**] A　[**文章编号**] 1003-3289(2020)01-0130-04

[**第一作者**] 张景忠(1965—)，男，江西九江人，本科，副主任技师。研究方向：磁共振技术。
[**通信作者**] 张景忠，深圳市人民医院 暨南大学第二临床医学院放射科，518020。E-mail：zhangjingzhong328@163.com
[**收稿日期**] 2019-04-25　[**修回日期**] 2019-10-22

肩关节不稳定(shoulder instability，SI)是常见的大关节稳定性疾病，其发生原因包括先天性发育不良、损伤致骨结构缺损、盂唇病变、关节囊和韧带松弛等，其中关节盂骨缺损较为常见[1]。临床主要通过关节镜手术评估关节盂骨缺损，易致临时改变手术方案等。术前主要靠影像学检查诊断关节盂骨缺损，但二维平面影像学检查无法展示肩关节全貌，对评估关节盂存在局限性[2]。近年来，三维 CT(three dimensional CT，3D-CT)和三维 MRI(three-dimensional MRI，3D-MRI)技术已可全面展示肩关节。本研究旨在比较 3D-CT 和 3D-MRI 诊断关节盂骨缺损的价值。

1　资料与方法

1.1　一般资料　收集 2017 年 12 月—2019 年 3 月于深圳市人民医院就诊的 50 例 SI 患者，男 26 例，女 24 例，年龄 19～69 岁，平均(43.6±24.4)岁；其中左肩关节 27 例、右肩关节 23 例。纳入标准：①诊断为 SI[1]；②年龄＜75 岁；③患者对本次研究知情并愿意参加。排除标准：①合并肩关节炎；②合并肩关节肩袖撕裂；③合并幽闭恐惧症等不适宜接受 CT 或 MR 检查，或存在 MR 检查禁忌(如存在心脏起搏器、体内金属植入物等)；④既往有肩部严重外伤史。所有患者均接受 3D-CT 和 3D-MR 检查，检查前患者或家属均签署知情同意书。

1.2　方法　3D-CT 检查：采用 GE Optima CT660 Pro 64 层螺旋 CT 扫描仪，扫描范围自肩峰至肩胛下角。扫描参数：管电压 120 kV，管电流 341 mA，矩阵 512×512，FOV 20 cm×20 cm，转速 0.50 s，螺距 0.938∶1，工作台移动速度 9.375 mm/圈，层厚 4 mm，层距 3 mm，扫描时间 5～10 s。扫描结束按准直 0.63 mm、层间隔 1.25 mm 重建标准骨骼图像。

3D-MRI：采用 Siemens Magnetom Trio Tim 3.0T MR 扫描仪，8 通道相控阵线圈。采集三维容积插值屏气序列(volumetric interpolated breath-hold examination sequence，3D-VIBE)图像，扫描范围自肩峰至肩胛下角，参数：层厚 0.90 mm，FOV 18 cm×18 cm，重复时间 12.30 ms，回波时间 4.90 ms，翻转角 10°，矩阵 192×192，相位编码方向为前后方向，各向同性图像分辨率为 0.90 mm，采集时间＜2 min。

1.3　图像分析　采用美国 3DQI 体积图像分析平台软件量化分析 3D-CT 和 3D-MRI[3]。具体操作：①分割肩关节，包括肩胛盂窝和肱骨头；②以正面观显示盂窝；③在三维图像上绘制盂窝的最佳拟合圆(图 1)；④测量最佳拟合圆内关节窝表面积；⑤根据最佳拟合圆表面积计算肩盂骨质缺损(glenoid bone loss，GBL)比例。

采用双边滤波法降低 MRI 数据噪音后进行量化分析(图 2)，对 CT 图像则不需要进行上述预处理。以动态阈值法分割肩胛盂和肱骨头，采用计算机辅助轮廓工具分析骨骼结构的自动分割结果，并进行细化。主要通过测量盂骨占据最佳拟合圆的宽度或表面积评估骨缺损，用绝对值(mm 或 mm^2)或百分比表示结果。以关节窝对视面分析关节盂骨缺损，根据该角度上关节盂边缘交互定义的 3 个点计算最佳拟合圆，并将其置于其关节盂边缘，依据关节窝在关节窝对视面投影的像素值计算关节窝表面积；骨缺损程度＝(C－G)/C×100%，C 为最佳拟合圆的表面积，G 为最佳拟合圆内关节盂窝的投影表面积。

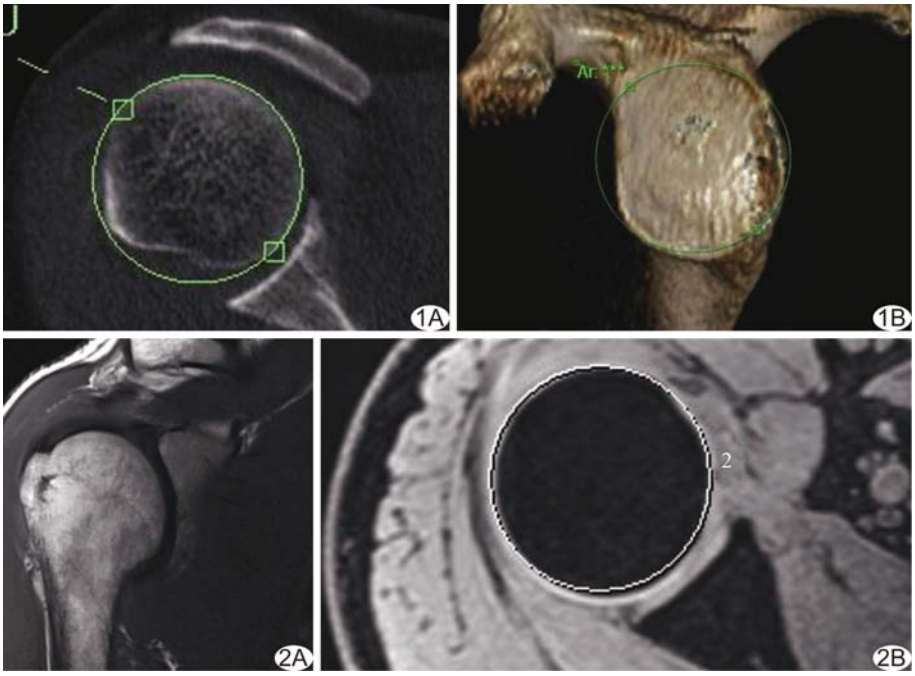

图 1　患者男，46 岁，SI 左肩关节横断位 CT(A)及 3D-CT 图像(B)，绿色圆圈示关节最佳拟合圆

图 2　患者女，41 岁，SI 右肩关节冠状位(A)及横断位(B)MRI，白色圆圈示关节盂最佳拟合圆

1.4　统计学分析　采用 SPSS 22.0 统计分析软件。计数资料以率或构成比表示，比较采用 χ^2 检验；计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示，采用 t 检验。采用线性回归分析 3D-CT 与 3D-MRI 测量结果的相关性。术中医师采用数字卡钳测量关节盂骨缺损程度。以 *Kappa* 检验分析 3D-CT 和 3D-MRI 测量结果与术中诊断骨缺损的一致性，*Kappa* 值≥0.75 为一致性较高，0.4≤*Kappa*<0.75 为一致性一般，*Kappa*<0.4 为一致性较差。$P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2　结果

2.1　3D-CT、3D-MRI 测得关节盂面积及骨缺损程度比较　3D-CT 图像测得的最佳拟合圆表面积大于 3D-MRI 大，但差异无统计学意义（$P>0.05$）。分析 3D-CT 和 3D-MRI 获得骨缺损表面积和骨缺损程度差异均无统计学意义（$P>0.05$）。见表 1。

表 1　3D-CT 和 3D-MRI 测得关节盂面积、骨缺损程度比较（$\bar{x}\pm s$，$n=50$）

测量方法	最佳拟合圆表面积（mm²）	骨缺损表面积（mm²）	骨缺损程度（%）
3D-CT	642.48±123.47	42.13±14.31	6.43±1.38
3D-MRI	622.47±132.98	39.92±15.67	6.24±1.42
t 值	2.07	1.95	0.96
P 值	0.05	0.07	0.35

2.2　3D-CT 与 3D-MRI 检测结果的相关性分析　线性回归分析结果显示，3D-CT 和 3D-MRI 测得最佳拟合圆表面积的回归系数为 1.06（$R^2=0.78$，$P=0.002$）；骨缺损表面积的回归系数为 1.05（$R^2=0.88$，$P=0.010$）。见图 3、4。

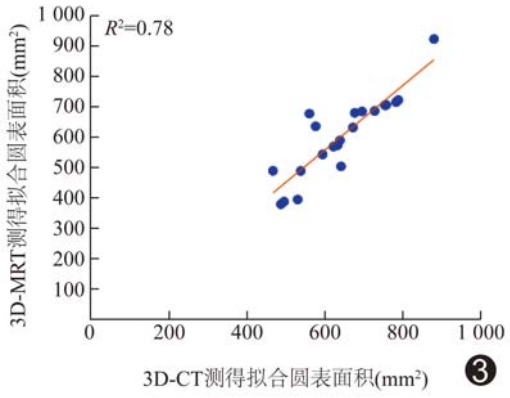

图 3　3D-CT 和 3D-MRI 测得最佳拟合圆表面积相关性分析

2.3　3D-CT 和 3D-MRI 测得骨缺损程度与术中测量结果的一致性　术中测量的骨缺损程度为（6.53±1.26）%，3D-CT 和 3D-MRI 测得骨缺损程度与术中测量一致性分析结果显示 *Kappa* 值分别为 0.82 和 0.88，均具有较高一致性（$n=50$，$P<0.05$），3D-MRI 与术中测量结果的一致性高于 3D-CT。

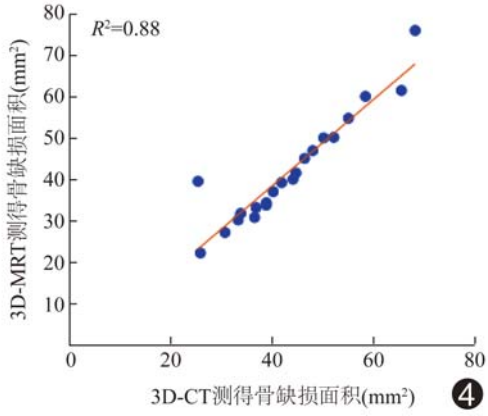

图 4　3D-CT 和 3D-MRI 测得骨缺损面积相关性分析

3　讨论

肩关节是全身活动度最大的关节，稳定度较低，易发生脱位；肩关节盂骨缺损是导致 SI 的主要因素。肩盂形态改变表明盂肱关节表面关系的变化，前缘骨质吸收或骨折导致对盂肱关节水平方向的包容下降，表面适配变差，影响肩关节前方的稳定性。由肩盂骨性缺损引起的复发性肩关节前方不稳定可经骨移植获得纠正，以有效恢复肩盂高度丢失导致的不稳定，使肱骨头位于肩盂中心位置[4]。术前评估肩关节盂骨缺损对制定手术方式和判断预后具有重要价值。

本研究采用 3D-CT 和 3D-MRI 重建技术检测关节盂骨缺损，发现 2 种检查方法所得的关节盂表面积和骨缺损结果相当；3D-MRI 检测结果虽略小于 3D-CT，但其相关性较好（R^2 均>0.75），对结果的影响较小。

肩关节骨质缺损是导致肩关节反复脱位的主要原因，也是肩关节修复手术中发生 SI 的重要危险因素[5]。肩关节修复术前评估关节盂的骨质缺损程度可为制定手术方案提供重要参考依据[6]。既往临床实践中，手术医师多于肩关节镜手术中进行主观评估，结果的可重复性较差。随着影像学和计算机后处理技术的不断发展，通过对 CT 或 MR 图像进行三维重建，能了解肩关节盂全貌、测量关节盂宽度等，为定量分析关节盂骨缺损提供了可能[7-8]。

近年研究[9-10]相继采用 3D-CT 或 3D-MRI 定量分析骨骼疾病。YANKE 等[11]采用 3D-CT 和 3D-MRI 比较尸体骨缺损的影像学结果和已知骨缺损,结果显示 2 种检查方法测量尸体骨缺损面积差异无统计学意义,但测量计算过程使用的是手动分割程序,花费时间较长。本研究发现分割关节唇与骨骼是整个分割过程中最困难的部分。本研究采用半自动分割方式分割关节唇与骨骼,具有更高的重复性。GYFTOPOULOS 等[12]亦采用 3D-CT 和 3D-MRI 扫描和重建尸体肩关节,比较影像学测得的肩胛盂、肱骨头表面积、高度以及肱二头肌沟宽度与尸体实际测量结果,发现 2 者差异无统计学意义。GYFTOPOULOS 等[13]运用 3D-MRI 技术观察肩关节前脱位并接受关节镜手术的患者,结果显示利用 3D-MRI 获得的骨缺损程度与关节镜下使用裸点方法测量的结果相当。既往研究[14]运用 3D-CT 技术比较中国人尸体和正常成人的肩关节解剖结构,提出肩关节盂裸点不能作为测量肩盂下方骨缺损的重要参考点。

既往研究[15-16]认为 3D-CT 重建是骨缺损检查的“金标准”,但 CT 多不能很好地显示软组织包括肌肉和韧带的情况,患者需要同时接受 CT 和 MR 检查以评估其肩关节[17-18]。本研究证实,3D-MRI 亦能很好地显示骨缺损情况,其结果与 3D-CT 相当。因此,对于 SI 患者,可用 3D-MRI 代替 3D-CT 检查,既可得到与 3D-CT 相当的检查结果,并同时观察软组织情况,还能减少辐射暴露。

综上所述,3D-MRI 和 3D-CT 诊断肩关节关节盂骨缺损价值相当,3D-MRI 有望替代 3D-CT,于术前更全面、无辐射地评估 SI 患者关节盂骨缺损情况。本研究为单中心研究,且样本量较少,有待扩大样本量及进行多中心前瞻性研究。

[参考文献]

[1] DONOHUE M A, MAUNTEL T C, DICKENS J F. Recurrent shoulder instability after primary Bankart repair[J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2017,25(3):123-130.

[2] WALZ D, BURGE A, STEINBACH L. Imaging of shoulder instability[J]. Semin Musculoskeletalet Radiology, 2015,19(3):254-268.

[3] CAI W, STEINBERG S M, BREDELLA M A, et al. Volumetric MRI analysis of plexiform neurofibromas in neurofibromatosis type 1: Comparison of two methods[J]. Acad Radiol, 2018,25(2):144-152.

[4] 檀臻炜,黄富国.肩盂骨性缺损致肩关节前方不稳定的生物力学研究[J].中国修复重建外科杂志,2011,25(3):296-298.

[5] ANTOSH I J, TOKISH J M, OWENS B D. Posterior shoulder instability[J]. Sports Health, 2016,8(6):520-526.

[6] HATTA T, YAMAMOTO N, SHINAGAWA K, et al. Surgical decision making based on the on-track/off-track concept for anterior shoulder instability: A case-control study[J]. JSES Open Access, 2019,3(1):25-28.

[7] KNAPIK D M, VOOS J E. Magnetic resonance imaging and arthroscopic correlation in shoulder instability[J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2017,25(4):172-178.

[8] DICKENS J F, SLAVEN S E, CAMERON K L, et al. Prospective evaluation of glenoid bone loss after first-time and recurrent anterior glenohumeral instability events[J]. Am J of Sports Med, 2019,47(5):1082-1089.

[9] SAMIM M, EFTEKHARY N, VIGDORCHIK J M, et al. 3D-MRI versus 3D-CT in the evaluation of osseous anatomy in femoroacetabular impingement using Dixon 3D FLASH sequence [J]. Skeletal Radiol, 2019,48(3):429-436.

[10] DUCOURET E, LORIAUT P, BOYER P, et al. Tunnel positioning assessment after anterior cruciate ligament reconstruction at 12 months: Comparison between 3D-CT and 3D-MRI. A pilot study[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2017,103(6):937-942.

[11] YANKE A B, SHIN J J, PEARSON I, et al. Three-dimensional magnetic resonance imaging quantification of glenoid bone loss is equivalent to 3-dimensional computed tomography quantification: Cadaveric study[J]. Arthroscopy, 2017,33(4):709-715.

[12] GYFTOPOULOS S, YEMIN A, MULHOLLAND T, et al. 3DMR osseous reconstructions of the shoulder using a gradient-echo based two-point Dixon reconstruction: A feasibility study [J]. Skel Radiol, 2013,42(3):347-352.

[13] GYFTOPOULOS S, BELTRAN LS, YEMIN A, et al. Use of 3D MR reconstructions in the evaluation of glenoid bone loss: A clinical study[J]. Skel Radiol, 2014,43(2):213-218.

[14] 李成,董启榕,范志海,等.定量评估肩盂骨质缺损的解剖及三维 CT 研究[J].江苏医药,2014,40(18):2167-2169,2241.

[15] LANSDOWN D A, CVETANOVICH G L, VERMA N N, et al. Automated 3-dimensional magnetic resonance imaging allows for accurate evaluation of glenoid bone loss compared with 3-Dimensional computed tomography[J]. Arthroscopy, 2019,35(3):734-740.

[16] HO J C, AMINI M H, ENTEZARI V, et al. Clinical and radiographic outcomes of a posteriorly augmented glenoid component in anatomic total shoulder arthroplasty for primary osteoarthritis with posterior glenoid bone loss[J]. J Bone Joint Surg Am, 2018,100(22):1934-1948.

[17] 刘新峰,魏琳,牟俊,等.T2 mapping 定量分析健康青年人肩关节软骨 T2 值[J].中国医学影像技术,2017,33(11):1688-1691.

[18] 李锦青,宋凌恒,禹智波,等.基于中国数字化人体的肩袖间隙薄层断面解剖与 MRI 对照研究[J].中国介入影像与治疗学,2016,13(12):762-766.