

## Comparison on image quality of insulinoma 5.0T and 3.0T non-contrast MRI

ZHAO Huijia<sup>1,3</sup>, ZHU Liang<sup>2,3</sup>, GAO Ruichen<sup>1,3</sup>, YIN Bohui<sup>1,3</sup>, SUN Gan<sup>4</sup>, XUE Ke<sup>5</sup>, YANG Yuxin<sup>5</sup>,  
XU Qiang<sup>1,3\*</sup>, WU Wenming<sup>1,3</sup>, FENG Feng<sup>2,3</sup>

(1. Department of General Surgery, 2. Department of Radiology, 4. Theranostics and Translational Research Center, National Infrastructures for Translational Medicine, Institute of Clinical Medicine, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Science and Peking Union Medical College, Beijing 100730, China; 3. State Key Laboratory of Complex Severe and Rare Diseases, Beijing 100730, China; 5. United Imaging Research Institute of Intelligent Imaging, Beijing 100094, China)

[Abstract] **Objective** To compare image quality of 5.0T and 3.0T non-contrast MRI for displaying insulinoma. **Methods**

Twelve patients with insulinoma were prospectively enrolled, and non-contrast abdominal T1WI, T2WI as well as diffusion-weighted imaging (DWI) were acquired using 5.0T and 3.0T MR scanners, respectively. The subjective scores of image quality of each sequence of 5.0T and 3.0T MRI, also of tumor-pancreas parenchyma contrast scores were compared. The signal-to-noise ratio (SNR) and contrast-to-noise ratio (CNR) of insulinomas were observed, and the displayed rate of insulinoma by each sequence and overall MRI were compared. **Results** The subjective scores of 5.0T T1WI and DWI were higher than those of 3.0T T1WI and DWI (both  $P < 0.05$ ), but not significantly different between 5.0T and 3.0T T2WI ( $P = 0.166$ ). Furthermore, the tumor-pancreas parenchyma contrast score of 5.0T T1WI was higher than that of 3.0T T1WI ( $P = 0.023$ ), but not significantly different between 5.0T and 3.0T T2WI, nor between 5.0T and 3.0T DWI (both  $P > 0.05$ ). SNR of insulinomas on 5.0T T2WI were higher than on 3.0T T2WI ( $P = 0.015$ ), however, no significant difference of SNR was found between 5.0T and 3.0T T1WI, nor between 5.0T and 3.0T DWI (both  $P > 0.05$ ). CNR of insulinomas on all 5.0T MRI were not significantly different with those on 3.0T MRI (all  $P > 0.05$ ). The displayed rate of insulinoma on 5.0T T1WI, T2WI and DWI was 100% (12/12), 66.67% (8/12) and 83.33% (10/12), respectively, on 3.0T T1WI, T2WI and DWI was 75.00% (9/12), 58.33% (7/12), 66.67% (8/12), respectively. The overall displayed rate of insulinoma on 5.0T and 3.0T MRI was 100% (12/12) and 83.33% (10/12), respectively. **Conclusion** Compared with 3.0T MRI, 5.0T MRI was superior for displaying insulinoma, hence being helpful for diagnosis.

[Keywords] insulinoma; magnetic resonance imaging; image quality; diagnosis; prospective studies

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2024.05.011

## 对比 5.0T 与 3.0T 平扫 MRI 显示胰岛素瘤质量

赵慧佳<sup>1,3</sup>, 朱亮<sup>2,3</sup>, 高瑞辰<sup>1,3</sup>, 尹博辉<sup>1,3</sup>, 孙淦<sup>4</sup>, 薛珂<sup>5</sup>, 杨于昕<sup>5</sup>,  
徐强<sup>1,3\*</sup>, 吴文铭<sup>1,3</sup>, 冯逢<sup>2,3</sup>

(1. 中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院基本外科, 2. 放射科, 4. 临床医学研究所转化医学国家重大科技基础设施诊疗新技术研发平台, 北京 100730; 3. 疑难重症及罕见病国家重点实验室, 北京 100730; 5. 北京联影智能影像技术研究院, 北京 100094)

[摘要] **目的** 对比 5.0T 与 3.0T 平扫 MRI 显示胰岛素瘤质量。 **方法** 前瞻性对 12 例胰岛素瘤患者以 5.0T 和

[基金项目] 北京协和医院中央高水平医院临床科研专项(2022-PUMCH-D-001)、国家自然科学基金(82371950)。

[第一作者] 赵慧佳(1995—), 女, 河北衡水人, 博士, 医师。研究方向: 胰腺肿瘤转化医学研究。E-mail: pumc\_huijiazhao@student.pumc.edu.cn

[通信作者] 徐强, 中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院基本外科, 100730; 疑难重症及罕见病国家重点实验室, 100730。

E-mail: xuqiang@pumc.cn

[收稿日期] 2024-02-06 [修回日期] 2024-04-30

3.0T MR 仪采集术前腹部 T1WI、T2WI 平扫并行弥散加权成像(DWI),对比 5.0T 与 3.0T 各序列 MR 图像质量主观评分及肿瘤-胰腺实质对比度评分,观察肿瘤信噪比(SNR)和对比度噪声比(CNR),比较各序列图像及总体肿瘤显示率。结果 5.0T T1WI 和 DWI 显示胰岛素瘤的主观评分均高于 3.0T T1WI 和 DWI( $P$ 均 $<0.05$ ),5.0T T2WI 主观评分与 3.0T T2WI 差异无统计学意义( $P=0.166$ )。针对肿瘤-胰腺实质对比度评分,5.0T T1WI 高于 3.0T T1WI( $P=0.023$ ),而 5.0T T2WI 与 3.0T T2WI、5.0T DWI 与 3.0T DWI 差异均无统计学意义( $P$ 均 $>0.05$ )。胰岛素瘤 SNR 在 5.0T T2WI 高于 3.0T T2WI( $P=0.015$ ),5.0T T1WI 与 3.0T T1WI、5.0T DWI 与 3.0T DWI 之间差异均无统计学意义( $P$ 均 $>0.05$ );胰岛素瘤 CNR 在 5.0T 与 3.0T 各序列图像差异均无统计学意义( $P$ 均 $>0.05$ )。5.0T T1WI、T2WI 及 DWI 胰岛素瘤显示率分别为 100%(12/12)、66.67%(8/12)及 83.33%(10/12),3.0T T1WI、T2WI 及 DWI 分别为 75.00%(9/12)、58.33%(7/12)及 66.67%(8/12);5.0T MRI 胰岛素瘤总体显示率为 100%(12/12),3.0T MRI 为 83.33%(10/12)。

**结论** 相比 3.0T MRI,胰岛素瘤 5.0T MRI 显示胰岛素瘤更佳并有利于诊断。

**[关键词]** 胰岛素瘤;磁共振成像;图像质量;诊断;前瞻性研究

**[中图分类号]** R735.9; R445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2024)05-0686-04

胰岛素瘤是最常见的功能性胰腺神经内分泌肿瘤之一,年发病率为 1/1 000 000~4/1 000 000<sup>[1]</sup>;多为良性肿瘤,外科手术为治疗其中占 90%良性的局限性胰岛素瘤的唯一方式<sup>[2-3]</sup>。术前影像学明确肿瘤定位和数量至关重要,尤其针对保留胰腺实质的胰岛素瘤切除术。MRI 对评估胰腺病变具有重要价值,但受限于胰腺位置较深而在体积相对较小,以稳定且高清图像显示胰腺病变具有一定挑战性。当前临床常以 3.0T MR 仪采集胰腺 MRI,而有研究<sup>[4-5]</sup>显示 5.0T MRI 显示胰腺质量更佳,对于观察胰腺病变细节及检出较小肿瘤更具有价值。本研究对比 5.0T 与 3.0T 平扫 MRI 显示胰岛素瘤质量。

## 1 资料与方法

**1.1 研究对象** 前瞻性收集 2021 年 10 月—2023 年 11 月于北京协和医院 20 例临床疑诊胰岛素瘤患者,临床均表现为特征性低血糖症伴胰岛素水平异常升高;纳入其中 12 例于本院接受手术治疗,经术后组织病理学诊断为胰岛素瘤,于术前分别接受上腹部 5.0T、3.0T MR 检查且时间间隔不超过 1 个月者。本研究经院伦理委员会批准(K5418);检查前患者均知情同意。

**1.2 仪器与方法** 采用联影 uMR Jupiter 5.0T MR 仪、24 通道线圈行上腹部平扫;参数:T1WI,TR 4.28 ms,TE 1.78 ms,FA 10°,FOV 300 mm×400 mm,矩阵 250×416;T2WI,TR 5 454 ms,TE 83.2 ms,FA 130°,FOV 300 mm×380 mm,矩阵 204×304;弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWD),TR 5 302 ms,TE 64.3 ms,FA 90°,FOV 120×280,矩阵 123×288,b 值为 0 和 800 s/mm<sup>2</sup>。另以 Siemens MAGNETOM Skyra、GE Discovery MR 750 或 Philips Ingenia CX 3.0T MR 仪及体部相控阵线圈采集上腹部平扫 MRI,范围同前;参数:T1WI,TR

3.30~4.20 ms,TE 1.31~2.60 ms,FA 12°~15°,FOV 260~380 mm×330~420 mm,矩阵 224~320×304~384;T2WI,TR 2 000~2 800 ms,TE 80~90 ms,FA 90°,FOV 340~400 mm×320~400 mm,矩阵 224~304×256~320;DWI,TR 3 000~5 000 ms,TE 53~70 ms,FA 90°,FOV 300~400 mm×380~400 mm,矩阵 128×128,b 值为 0 和 800 s/mm<sup>2</sup>。

**1.3 图像分析** 由具有 5 年或 12 年腹部影像学诊断经验的主治医师(医师 1)及副主任医师(医师 2)至少间隔 2 周阅读 5.0T MRI 与 3.0T MRI,独立对图像进行主、客观评价。主观评价:首先通过观察胰头、胰体、胰尾及脾静脉在 T1WI、T2WI 和 DWI( $b=800$  s/mm<sup>2</sup>)中的可见性、信号均质性及是否存在伪影(重影伪影、失真伪影、运动伪影等),以 Likert 量表评分 5 分法对图像整体质量进行主观评分:1 分,图像质量极差;2 分,图像质量差;3 分,图像质量一般;4 分,图像质量良好;5 分,图像质量优秀。之后基于各序列图像评价胰岛素瘤-胰腺实质对比度:1 分,肿瘤与胰腺实质呈等信号,肉眼难以分辨;2 分,肿瘤与胰腺实质信号强度(signal intensity, SI)呈轻-中度强化,仔细观察能够辨认;3 分,肿瘤与胰腺实质对比明显,易于检出。取 2 名医师评分结果的均值进行分析。客观评价:由上述 2 名医师分别于 T1WI、T2WI 和 DWI 所示肿瘤及非瘤胰腺实质相同位置放置圆形 ROI,测量其内 SI,并于图像之外背景区域的 4 个角落以相同大小 ROI 测量背景信号标准差(standard deviation, SD)作为噪声,取其均值进行分析。计算图像信噪比(signal-to-noise ratio, SNR)和对比度噪声比(contrast-noise ratio, CNR): $SNR = SI_{\text{肿瘤}}/SD$ , $CNR = |SI_{\text{肿瘤}} - SI_{\text{非瘤胰腺实质}}|/SD$ ,取医师 2 的评估结果进行分析。

**1.4 统计学分析** 采用 SPSS 24.0 统计分析软件。以组内相关系数(intra-class correlation coefficient, ICC)分

析观察者间主观评价结果的一致性: ICC = 0 ~ 0.2 为一致性较差, 0.21 ~ 0.40 为一致性一般, 0.41 ~ 0.60 为一致性中等, 0.61 ~ 0.80 为一致性良好, >0.80 为一致性优秀。采用中位数(上下四分位数)表示等级资料及计量资料, 行配对 Wilcoxon 检验。根据胰岛素瘤-胰腺实质对比度评分, 以 1 分为未显示、2 ~ 3 分为显示胰岛素瘤, 计算各序列图像肿瘤显示率, 以及 5.0T 与 3.0T MRI 肿瘤总体显示率(以 T1WI、T2WI 和 DWI 中任一种显示肿瘤为阳性)。P < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

12 例中, 男 3 例、女 9 例, 年龄 25 ~ 64 岁、平均(42.5 ± 12.7)岁; 均为单发胰岛素瘤, 最大径为(12.27 ± 4.12)mm, 位于胰头、钩突、胰颈及胰体各 3 例; 其中 9 例接受胰岛素瘤切除术、3 例接受胰腺部分切除术。

2.1 图像质量主客观评价 观察者间对于 5.0T 和 3.0T MRI 的主观评分结果(ICC = 0.800 ~ 1.000)、胰岛素瘤-胰腺实质对比度评分(ICC = 0.865 ~ 1.000)结果的一致性均为优秀(P 均 < 0.001), SNR(ICC = 0.730 ~ 0.966)和 CNR(ICC = 0.692 ~ 0.969)的一致性为良好或优秀(P 均 < 0.001)。

5.0T T1WI 和 DWI 的主观评分均高于 3.0T T1WI 和 DWI(P 均 < 0.05), 5.0T T2WI 主观评分与 3.0T T2WI 差异无统计学意义(P = 0.166)。5.0T T1WI 胰岛素瘤-胰腺实质对比度评分高于 3.0T T1WI(P = 0.023), 而 5.0T T2WI 与 3.0T T2WI、5.0T DWI 与 3.0T DWI 之间差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。见表 1。

表 1 5.0T 与 3.0T MRI 显示胰岛素瘤的主观评价结果比较

图像	T1WI	T2WI	DWI
主观评分			
5.0T	4.00(4.00, 5.00)	4.00(4.00, 5.00)	4.00(4.00, 4.00)
3.0T	4.00(4.00, 4.00)	4.00(4.00, 4.00)	3.00(3.00, 3.00)
Z 值	2.140	1.387	3.482
P 值	0.032	0.166	<0.001
胰岛素瘤-胰腺实质对比度评分			
5.0T	2.00(2.00, 3.00)	2.00(1.00, 2.00)	2.00(2.00, 2.25)
3.0T	2.00(2.00, 2.25)	2.00(1.00, 2.00)	2.00(1.00, 3.00)
Z 值	2.271	-1.897	-0.018
P 值	0.023	0.058	0.986

胰岛素瘤在 5.0T T2WI 中的 SNR 高于 3.0T T2WI(P = 0.015), 而在 5.0T T1WI 与 3.0T T1WI、5.0T DWI 与 3.0T DWI 之间差异均无统计学意义(P 均 > 0.05); 肿瘤 CNR 在 5.0T 与 3.0T 各序列图像之间差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。见表 2。

2.2 肿瘤显示率 5.0T T1WI、T2WI 及 DWI 肿瘤显示率分别为 100% (12/12)、66.67% (8/12)、83.33% (10/12), 3.0T T1WI、T2WI 及 DWI 分别为 75.00% (9/12)、58.33% (7/12)、66.67% (8/12); 5.0T MRI 肿瘤总体显示率为 100% (12/12), 3.0T MRI 为 83.33% (10/12)。2 例 3.0T 各序列图像对比度均低而难以显示肿瘤; 而 5.0T T1WI 及 DWI 对比度好, 清晰显示胰岛素瘤(图 1)。

## 3 讨论

MRI 检测胰岛素瘤具有较高敏感性<sup>[6-7]</sup>。理论上提高 MR 仪的场强将提高图像分辨率和对比度、改善图像清晰度并有助于检出较小的胰岛素瘤, 但临床应用超高场 MRI 面临诸多挑战, 包括主磁场和射频磁场的非均匀性、组织比吸收率增高、横向磁化衰减加快及介电效应所致黑带伪影等, 尤其针对上腹部成像<sup>[8]</sup>, 故目前临床通常采用 1.5T 和 3.0T MRI 观察胰腺疾病。

表 2 5.0T 与 3.0T MRI 显示胰岛素瘤客观评价结果比较

参数	T1WI		T2WI		DWI	
	医师 1	医师 2	医师 1	医师 2	医师 1	医师 2
SNR						
5.0T	14.63(10.44, 18.04)	15.31(11.58, 16.53)	21.54(14.30, 23.30)	19.85(16.02, 22.77)	15.43(13.18, 18.46)	16.75(15.28, 20.26)
3.0T	14.17(12.20, 16.39)	12.85(10.89, 14.75)	14.51(7.50, 24.20)	12.64(7.72, 23.61)	19.93(13.06, 29.39)	17.45(11.08, 23.97)
Z 值	—	0.243	—	2.426	—	-0.622
P 值	—	0.808	—	0.015	—	0.534
CNR						
5.0T	3.88(3.20, 4.96)	3.42(2.53, 5.15)	3.15(1.36, 4.57)	2.46(1.05, 3.92)	3.28(1.93, 3.45)	3.21(2.15, 5.02)
3.0T	4.15(3.54, 5.88)	4.67(2.21, 6.60)	3.08(0.83, 5.47)	2.91(0.82, 7.05)	4.37(2.84, 11.36)	5.86(2.49, 7.85)
Z 值	—	-1.217	—	-0.775	—	-1.943
P 值	—	0.223	—	0.439	—	0.052

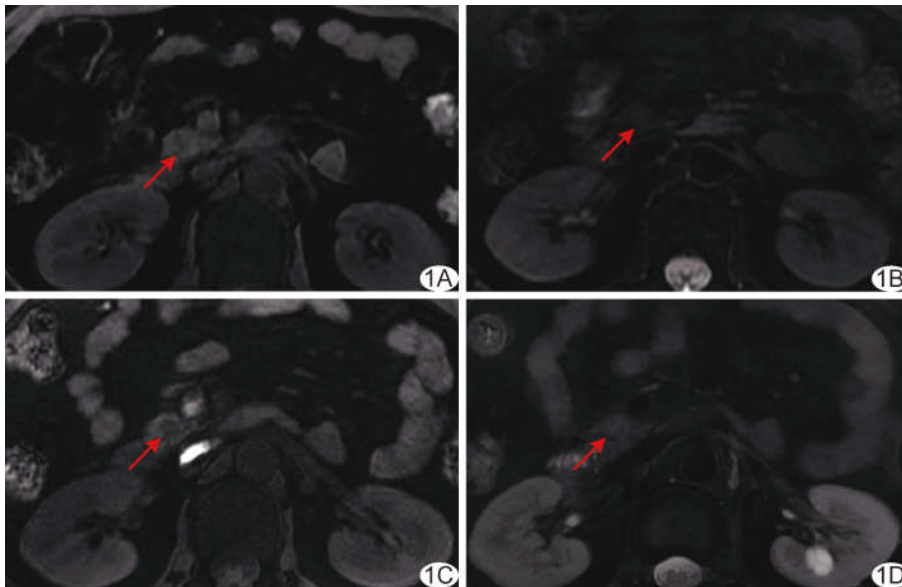


图 1 患者女, 38 岁, 胰头胰岛素瘤 A、B. 肿瘤在 3.0T 腹部轴位 T1WI(A)和 T2WI(B)中对比度低; C、D. 5.0T 腹部轴位 T1WI(C)和 T2WI(D)中, 肿瘤与胰腺实质对比度佳而显示清晰 (箭示病灶)

MRI 为诊断胰岛素瘤的重要影像学方法<sup>[9-10]</sup>。本研究对比观察 5.0T 与 3.0T 平扫 MRI 显示胰岛素瘤质量, 结果显示 5.0T T1WI 和 DWI 整体主观评分高于 3.0T, 而 T2WI 则与 3.0T 相当, 可能与纳入样本量较小有关; 5.0T T1WI 的胰岛素瘤-胰腺实质对比度评分高于 3.0T T1WI, 而在 5.0T 与 3.0T T2WI 和 DWI 之间差异均无统计学意义, 且 5.0T T1WI 和 DWI 中肿瘤 SNR、5.0T 各序列图像中肿瘤 CNR 均与 3.0T 差异无统计学意义, 表明将 5.0T MRI 用于诊断胰岛素瘤具有可行性。

既往研究<sup>[11]</sup>结果显示, 3.0T MRI 检出胰岛素瘤的敏感度达 87.1%, 其中 T1WI 的敏感度(71.0%)高于 T2WI(67.7%)。本研究中, 5.0T T1WI 和 DWI 肿瘤显示率分别为 100%和 83.33%, 高于 3.0T T1WI 和 DWI (75.00%和 66.67%), 且 5.0T MRI 肿瘤总体显示率为 100%, 而 3.0T MRI 为 83.33%, 与 5.0T T1WI 和 DWI 图像质量优于 3.0T 有关。本组 2 例 3.0T MRI 对比度差而未能显示肿瘤, 而 5.0T T1WI 和 DWI 对比度佳、清晰显示肿瘤, 提示 5.0T MRI 有助于术前准确诊断及定位胰岛素瘤, 为临床诊疗提供参考依据。

综上所述, 相比 3.0T MRI, 胰岛素瘤 5.0T MRI 显示胰岛素瘤质量更优, 有利于诊断。但本研究为单中心小样本观察, 未行动态增强检查, 且未与 CT 等其他影像学进行对照, 有待后续进一步完善。

利益冲突: 全体作者声明无利益冲突。

作者贡献: 赵慧佳查阅文献、统计分析、撰写文章; 朱亮研究设计、指导、图像处理和分析、修改文章; 高瑞辰、尹博辉和孙淦研究实施; 薛珂和杨于昕修改文章; 徐强、吴文铭和冯逢审阅文章、经费支持。

### [参考文献]

- [1] 刘恩涛, 王淑侠, 谢淑飞, 等. 胰岛素瘤动态三期增强 CT 和<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 影像分析[J]. 中国医学影像技术, 2011, 27(11): 2261-2264.
- [2] 高鹤丽, 徐近, 陈洁, 等. 胰腺神经内分泌瘤的精准诊疗进展[J]. 中国癌症杂志, 2023, 33(11): 993-1001.
- [3] ZHAO Y P, ZHAN H X, ZHANG T P, et al. Surgical management of patients with insulinomas: Result of 292 cases in a single institution[J]. J Surg Oncol, 2011, 103(2): 169-174.
- [4] ZHENG L, YANG C, LIANG L, et al. T2-weighted MRI and reduced-FOV diffusion-weighted imaging of the human pancreas at 5 T: A comparison study with 3 T[J]. Med Phys, 2023, 50(1): 344-353.
- [5] ZHANG Y, YANG C, LIANG L, et al. Preliminary experience of 5.0 T higher field abdominal diffusion-weighted MRI: Agreement of apparent diffusion coefficient with 3.0 T imaging[J]. J Magn Reson Imaging, 2022, 56(4): 1009-1017.
- [6] NOONE T C, HOSEY J, FIRAT Z, et al. Imaging and localization of islet-cell tumours of the pancreas on CT and MRI[J]. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab, 2005, 19(2): 195-211.
- [7] McAULEY G, DELANEY H, COLVILLE J, et al. Multimodality preoperative imaging of pancreatic insulinomas[J]. Clin Radiol, 2005, 60(10): 1039-1050.
- [8] de BOER A, HOOGDUIN J M, BLANKESTIJN P J, et al. 7 T renal MRI: Challenges and promises[J]. MAGMA, 2016, 29(3): 417-433.
- [9] ITO T, IGARASHI H, JENSEN R T. Pancreatic neuroendocrine tumors: Clinical features, diagnosis and medical treatment: Advances[J]. Best Pract Res Clin Gastroenterol, 2012, 26(6): 737-753.
- [10] 何云飞, 罗宴吉, 彭振鹏, 等. 对比不同影像学方法对胰腺神经内分泌肿瘤的检出率[J]. 中国介入影像与治疗学, 2014, 11(5): 324-327.
- [11] 孙照勇, 朱亮, 薛华丹, 等. 3T 磁共振多参数成像胰岛素瘤检出效能初探[J]. 放射学实践, 2017, 32(11): 1170-1174.