

磁共振 UTE 序列在游泳运动员冈上肌腱腱病中的诊断价值

吴子英¹, 张鹏², 陶虹月³, 李云霞¹

摘要:目的:采用磁共振(MRI)超短回波时间序列(UTE)评估冈上肌腱的病变程度,探讨 UTE 序列在游泳运动员冈上肌腱腱病中的诊断价值。方法:纳入 2016 年 3 月-2017 年 2 月于复旦大学附属华山医院运动医学科就诊的肩痛游泳运动员共 10 名(病变组),并招募健康志愿者 10 名(对照组)。对所有受试者肩关节行 MRI 常规序列和 UTE 序列,对冈上肌腱病变进行分级,测量 UTE-T2* 值后做两组间的比较及病变组内不同分级病例间的比较。结果:所有受检者的常规 MRI 图像均无明显的肩袖撕裂征象。磁共振常规序列显示对照组中 0 级 4 例,1 级 6 例;而病变组中 0 级 3 例,1 级 7 例,两组之间结果没有显著差异($P>0.05$)。磁共振 UTE 序列结果显示病变组冈上肌腱整体区域及止点区域 T2* 值均显著高于对照组($P<0.05$);病变组 0 级病例止点区域 T2* 值与 1 级病例之间没有显著差异($P>0.05$)。结论:UTE 序列能够定量评估冈上肌腱情况,这有助于游泳运动员肩关节疼痛的早期发现与准确诊断。

关键词: UTE 序列;冈上肌腱;MRI

中图分类号:G804.53 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2018)04-0061-04
DOI:10.12064/ssr.20180410

Diagnostic Value of Magnetic Resonance Imaging with UTE Sequence in Supraspinatus Tendinopathy of Swimmers

WU Ziying¹, ZHANG Peng², TAO Hongyue³, LI Yunxia¹

(1.Department of Sports Medicine, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai, 200040 China;2. Shanghai Research Institute of Sports Science, Shanghai, 200040 China;3.Department of Radiology, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai, 200040 China)

Abstract: Using magnetic resonance ultrashort echo time (UTE) sequence to evaluate the severity of supraspinatus tendon lesion and to analyze the diagnostic value of UTE sequence in supraspinatus tendinopathy of swimmers. Method: Ten swimmers with shoulder pain (disease group) and ten healthy volunteers (control group) were recruited in this study and they underwent an MRI scan with conventional and UTE sequences. According to conventional sequence, the supraspinatus tendon lesion was classified. The UTE-T2* value of ROI in supraspinatus tendon were calculated, and the difference of which was compared between the two groups and between the different graded cases within the disease group. Result: All the subjects had no signs of rotator cuff tears on conventional magnetic resonance imaging. The magnetic resonance conventional sequence showed 4 cases of grade 0 and 6 cases of grade 1 in the control group, and 3 cases of grade 0, 7 cases of grade 1 in the disease group. There was no significant difference between the results of the two groups ($P>0.05$). The UTE T2* value in the whole region and the insertional region of the supraspinatus tendon of the diseased group was significantly higher than that in the control group ($P<0.05$). There was no significant difference between the T2* value of insertional region of grade 0 and that of grade 1 in the diseased group ($P>0.05$).

Key Words: UTE sequence; supraspinatus tendinopathy; MRI

收稿日期:2018-05-28

基金项目:上海体育局科技综合计划项目(Z004)。

第一作者简介:吴子英,男,副主任医师,主要研究方向:运动创伤。E-mail:wzydavid2005@163.com。

作者单位:1.复旦大学附属华山医院 运动医学科,上海 200040;2.上海体育科学研究所,上海 200030;
3.复旦大学附属华山医院 放射科,上海 200040。



腱病是骨科、运动医学及康复医学常见的运动系统疾病之一,与肌腱的反复过度力学负荷有关,主要临床表现为疼痛、压痛及功能受限,严重者可发生肌腱断裂。其中,冈上肌腱腱病是肩关节最常发生的腱病之一。由于游泳运动员肩关节较普通人群承受更高的应力和使用频率,因而冈上肌腱腱病发病率更高。McMaster 等研究发现在竞技游泳运动员中,低年龄组、高年龄组及国家队队员的患病率分别为 47%、66%、73%^[1]。由于竞技比赛的高标准和高要求,为了尽量避免肩关节疾病对运动员竞技水平的影响,早期诊断从而及早治疗尤为关键。既往对于肩关节早期病变的诊断多依据临床症状,检出时多已进展为中晚期。因此,如何早期准确诊断肩关节疾病进而及早临床干预是目前亟待解决的问题。本研究通过使用磁共振超短回波时间序列(Ultrashort echo time, UTE)评估冈上肌腱的病变程度,探讨 UTE 序列在游泳运动员冈上肌腱腱病中的诊断价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入 2016 年 3 月—2017 年 2 月于复旦大学附属华山医院运动医学科就诊的肩痛游泳运动员共 10 例(病变组),均为单侧发病,病程 6~15 个月,其中男性 6 例,女性 4 例,基本信息见表 1。

所有患者均由同一名专科运动医学医师作出诊断,纳入标准^[2]:(1)肩关节静息痛或特定动作时疼痛,(2)体检肱骨大结节压痛,存在疼痛弧,Jobe 试验(+),撞击试验(+),可伴有肌肉萎缩、活动度受限。排除标准:患肩手术史、外伤史、MRI 扫描禁忌、MRI 显示肩袖撕裂、X 线显示肩袖钙化。

纳入性别、年龄、体重指数与病变组相匹配的健康志愿者 10 例(对照组),男性 7 例,女性 3 例,既往身体健康,均无肩关节不适,无外伤及手术史,无大量体育运动史,且体重均在正常范围;近一个月内未使用药物制剂。所有志愿者均了解实验目的、实验步骤,同意参与研究,基本情况见表 1。

表 1 受试者基本资料

Table I Basic Information of the Subjects

		病变组 (n=10)	对照组 (n=30)	P 值
年龄/yr		17±2.1	18±3.9	>0.05
性别/n	男	6	7	>0.05
	女	4	3	
体重指数/kg/m ²		19.3±3.6	19.1±4.7	>0.05
患侧/n	左	3	3	>0.05
	右	7	7	

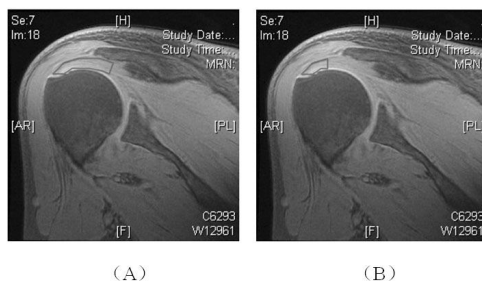
1.2 仪器与方法

1.2.1 利用核磁共振(MRI)常规序列评估冈上肌腱

所有 MRI 资料均由两名有丰富骨关节 MRI 诊断经验的医师盲法分析病变组及对照组的 MRI 资料,对结果有分歧时共同协商后确定。参照 George Murrell 分级系统^[3]对冈上肌腱进行分级:0 级为腱内完整均匀的低信号或极少量高信号;1 级为腱内局灶性、轻度增强信号;2 级为腱内局灶性、中等强度增强信号;3 级为肌腱内信号普遍增强。

1.2.2 利用 MRI 的 UTE 序列来评估冈上肌腱

参数设置:所有受试者均接受 3.0T MRI 扫描仪(GE 公司,美国)检查。患者取仰卧位,肩关节中立位。采用斜矢状位 4 个回波时间 UTE 序列对冈上肌腱进行定量测量,TE=0.03 ms、7.5 ms、20.5 ms、28 ms,TR=202.1 ms,FOV=140 mm×140 mm,层厚 2.0 mm。所有 MRI 资料均由两名有丰富骨关节 MRI 诊断经验的医师盲法分析病变组及对照组的 MRI 资料,对结果有分歧时共同协商后确定。采用 GE AW 4.6 处理工作站获得 UTE-T2* 图像,在斜矢状位上选择冈上肌腱最大层面,按冈上肌腱整体轮廓及止点区域确定目标区域以便进一步的定量测量。使用单指数曲线拟合的方式对 4 个回波时间的区域内平均信号值进行函数拟合,公式为 $SN(t)=A \times \exp(-t/T2^*)+noise$,其中 T2* 即为 UTE 值。记录 UTE-T2* 值以进一步统计分析(图 1)。



(A) (B)

注:(A)在斜矢状位上确定冈上肌腱的整体区域,(B)在斜矢状位上确定冈上肌腱的止点区域

图 1 在 UTE 图像中按冈上肌腱轮廓选择兴趣区域(ROI)

Figure 1 Selecting Region of Interest (ROI) according to the Outline of Supraspinatus in UTE Imaging

1.3 统计分析

所有统计分析均使用 SPSS 22.0。病变组与对照组间年龄、体重指数的比较使用独立样本 t 检验。病变组与对照组间性别比和患肢左右的比较使用 Fisher 确切概率检验。病变组与对照组间 UTE 值及 T1ρ 值的比较使用 K-W 非参数检验。显著水平设定为 $P < 0.05$ 。



2 结果

所有受检者的常规 MRI 图像均无明显的肩袖撕裂征象。

2.1 MRI 常规序列结果

对照组中 0 级 4 例, 1 级 6 例; 而病变组中 0 级 3 例, 1 级 7 例, 两组之间结果没有显著差异 ($P > 0.05$)。

2.2 MRI 的 UTE 序列结果

2.2.1 病变组与对照组的组间比较

(1) 冈上肌腱整体区域: 病变组冈上肌腱整体区域 $T2^*$ 值为 (13.92 ± 2.37) ms, 对照组为 (8.47 ± 3.64) ms, 两组间差异具有统计学意义 ($P < 0.05$) (图 2)。

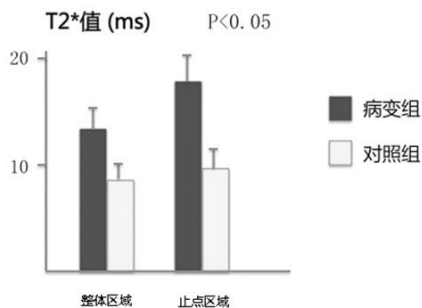


图 2 病变组和对照组之间冈上肌腱整体区域及止点区域 $T2^*$ 值的比较

Figure 2 Comparison between the $T2^*$ Value of the Whole Region and Insertional Region of the Supraspinatus Tendon of the Diseased Group and That of the Control Group

(2) 冈上肌腱止点区域: 病变组冈上肌腱止点区域 $T2^*$ 值 (17.30 ± 6.32) ms 显著高于对照组 (9.87 ± 4.19) ms, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$) (图 2)。

2.2.2 病变组内不同分级病例间的比较

冈上肌腱止点区域: 病变组 0 级病例冈上肌腱止点区域 $T2^*$ 值为 (16.41 ± 6.27) ms, 1 级病例 $T2^*$ 值为 (18.95 ± 7.32) ms, 差异没有统计学意义 ($P > 0.05$) (图 3)。

3 讨论

肩袖由冈上肌腱、冈下肌腱、小圆肌腱和肩胛下肌腱组成的一组肌腱复合体, 包绕在肱骨头周围的, 是维持肱骨头稳定和控制肩关节旋转的重要结构。在前述 4 条肌腱中, 冈上肌腱是构成肩袖最为重要, 也是最易损伤的肌腱, 主要由水、胶原 (其中 95% 以上是 I 型胶原, III、IV、V 型胶原含量少于 5%) 及蛋白聚糖构成。肩关节长期反复运动后, 冈上肌腱容易发生腱病, 病变早期属于可逆性损伤, 以组织生化改

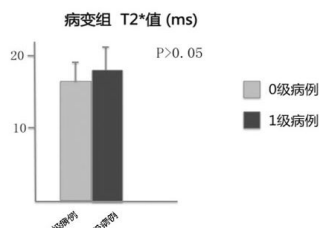


图 3 病变组 0 级病例与 1 级病例之间, 冈上肌腱止点区域 $T2^*$ 值的比较

Figure 3 Comparison between the $T2^*$ Value of Insertional Region of Grade 0 and That of Grade 1 in The Diseased Group That of the Control Group

变为主; 病变晚期属于不可逆损伤, 可发生肌腱断裂等形态学改变, 这将严重影响到冈上肌腱的运动和功能^[4,5]。因此, 早期诊断并及早干预对于冈上肌腱腱病的治疗和预后尤为重要。

MRI 对于诊断肩关节疾病的应用越来越普及, 目前已被公认为评价关节周围韧带、肌腱等软组织的首选影像学检查方法^[6]。然而, 当前临床使用的 MRI 常规成像序列尚有一定的局限性, 仅可显示腱病晚期的连续性中断等形态学改变, 无法显示病变早期的组织学变化和进行定量检测, 因此常出现漏诊或延误诊断的情况^[7,8]。MRI 常规序列通过检测组织内的长 $T2$ 信号来诊断实质性软组织病变, 而肩袖属于短 $T2$ 信号组织。因此, 肩袖在 MRI 常规序列上表现为低信号或无信号, 也就是信号缺失。这严重削弱了早期发现病变的灵敏度^[9]。本研究中病变组采用 MRI 常规序列检测时, 只能根据腱形态、信号高低作大致的分级, 无法定量分析, 更无法检测构成腱内不同短 $T2$ 成分组织的信号而将其区分开来。病变组病例常规序列下 0 级与 1 级的病例作比较, 发现 $T2^*$ 值没有显著差异, 这进一步表明 MRI 常规序列检测冈上肌腱早期病变存在局限性, 无法及早作出准确诊断, 容易发生漏诊情况, 从而延误治疗。

MRI 的 UTE 序列可直接显示短 $T2$ 成分, 从而有效解决了 MRI 常规序列难以激发短 $T2$ 成分并在其衰减之前快速采集其信号的问题^[10]。这为肩关节疾病的早期诊断提供了新方法。Hodgson 等使用 MRI 常规序列和 UTE 序列研究了 25 例脊椎关节炎合并跟腱症状的患者, 他发现与常规序列相比, UTE 序列成像中病变显示最明显, 病变范围显示更大^[11]。Krepkin 等使用 UTE 序列检测了冈上肌腱的 UTE- $T2^*$ 值, 并使用剪切波超声弹性成像评估了冈上肌腱的力学特性, 他发现使用 UTE 序列检测冈上肌腱 $T2^*$ 值具有可行性, 并发现整体区域及止点区域 UTE- $T2^*$ 值与超声剪切波速度呈负相关^[12]。因此,



本研究将 UTE 序列应用于肩痛游泳运动员,以期达到“早发现、早诊断和早治疗”的目的,并且将整体区域及止点区域作为感兴趣区域 (ROI)。本研究与 Krepkin 等的研究不同之处在于,Krepkin 等的研究对象主要为冈上肌腱撕裂,而本研究为冈上肌腱腱病,属于早期病变。Krepkin 等的研究缺少对照组,而本研究设有对照组。

除了用于研究冈上肌腱,既往多项研究将 UTE 序列应用于跟腱、踝关节外侧副韧带的研究。Chang 等研究发现 UTE-T2* 值与跟腱组织胶原纤维排列的有序性相关^[13]。DeMos 等进一步研究发现退变跟腱组织表现为含水量增加、胶原含量减少、胶原纤维排列紊乱,这些都将导致 UTE-T2* 值升高^[14]。Ma 等利用 UTE 序列有效评价了重建踝关节外侧副韧带移植物的成熟度,他们发现异体组重建前距腓韧带区域(ATFL)的平均 UTE-T2* 值高于自体组,说明自体移植有着较好的成熟度和韧带化。同时也发现异体组隧道中移植物的 UTE-T2* 值也高于自体组,表明自体组腱骨愈合的程度也较异体组高^[15]。Qiao 等利用 UTE 序列检测了 15 例跟腱病变患者及 10 名健康志愿者,发现跟腱病变患者跟腱 T2* 值升高,UTE-T2* 可从组织生化结构方面定量评估跟腱情况,且与临床一致,有助于跟腱腱病的早期准确诊断^[16]。本研究也发现病变组冈上肌腱整体区域及止点区域 T2* 值均高于健康志愿者,这表明 MRI 的 UTE 序列可用于冈上肌腱腱病的早期评价。

4 结论

游泳运动员发生冈上肌腱腱病后,冈上肌腱 T2* 值升高,UTE 序列能够定量评估冈上肌腱情况,这有助于游泳运动员肩关节疼痛的早期发现与准确诊断。

参考文献:

[1] McMaster W. C., Troup J. A survey of interfering shoulder pain in United States competitive swimmers[J]. *Am. J. Sports Med.*, 1993, 21(1):67-70.

[2] 华英汇,陈世益.游泳肩的发病机制、诊断与防治[J].*中国运动医学杂志*,2005,24(1):116-118.

[3] Sein M. L., Walton J., Linklater J., et al. Reliability of MRI assessment of supraspinatus tendinopathy[J]. *Br. J. Sports Med.*, 2007, 41(8):e9.

[4] Cook J. L., Purdam C. R. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy[J]. *Br. J. Sports Med.*, 2009, 43(6):409-416.

[5] Ashry R., Schweitzer M. E., Cunningham P., et al. Muscle atrophy as a consequence of rotator cuff tears: should we compare the muscles of the rotator cuff with those of the deltoid?[J]. *Skeletal Radiol.*, 2007, 36:841-845.

[6] Loew M., Magosch P., et al. How to discriminate between acute traumatic and chronic degenerative rotator cuff? lesions: an analysis of specific criteria on radiography and magnetic resonance imaging[J]. *J. Shoulder Elbow Surg.*, 2015, 24(11):1685-1693.

[7] Du J., Bydder M., et al. Two-dimensional ultrashort echo time imaging using a spiral trajectory[J]. *Magn. Reson. Imaging*, 2008, 26(3):304-312.

[8] Juras V., Zbyn S., Pressl C., et al. Regional variations of T2* in healthy and pathologic achilles tendon in vivo at 7 Tesla: Preliminary results[J]. *Magn. Reson. Med.*, 2012, 68(5):1607-1613.

[9] Robson M. D., Bydder G. M. Clinical ultrashort echo time imaging of bone and other connective tissues[J]. *NMR Biomed.*, 2006, 19(7):765-780.

[10] Chang E. Y., Jiang D., et al. UTE Imaging in the Musculoskeletal System[J]. *Magn. Reson. Imaging*, 2015, 41: 870-883.

[11] Hodgson R. J., Grainger A. J., et al. Imaging of the Achilles tendon in spondyloarthritis: a comparison of ultrasound and conventional, short and ultrashort echo time MRI with and without intravenous contrast[J]. *Eur. Radiol.*, 2011, 21(6):1144 -1152.

[12] Krepkin K., Bruno M., Raya J. G., et al. Gyftopoulos S. Quantitative assessment of the supraspinatus tendon on MRI using T2/T2* mapping and shear-wave ultrasound elastography: a pilot study[J]. *Skeletal Radiol.*, 2017,46 (2):191-199.

[13] Chang E. Y. Quantitative bi-component T2* analysis of histologically normal achilles tendons[J]. *Muscles Ligaments Tendon*, 2015, 5(2):58-62.

[14] DeMos M., van E. L. B., Degroot J., et al. Achilles tendinosis: changes in biochemical composition and collagen turnover rate[J]. *Am. J. Sports Med.*, 2007, 35:1549-1556.

[15] Li Q., Ma K., Tao H., et al. Clinical and magnetic resonance imaging assessment of anatomical lateral ankle ligament reconstruction: comparison of tendon allograft and autograft[J]. *Int. Orthop.*, 2018, 42(3):551-557.

[16] Qiao Y., Tao H. Y., Ma K., et al. UTE-T2* Analysis of diseased and healthy achilles tendons and correlation with clinical score: An In Vivo Preliminary Study[J]. *Biomed. Res. Int.*, 2017, 2017:2729807.

(责任编辑:刘畅)