❖骨骼肌肉影像学

Quantitative analysis of T2 value of shoulder joint cartilage in healthy young adult using T2 mapping

LIU Xinfeng, *WEI Lin*, *MOU Jun**, *WANG Rongpin*, *ZENG Xianchun*, *LIU Yuancheng*, *LIU Changjie*

(*Department of Radiology*, *Guizhou Provincial People's Hospital*, *Guiyang* 550002, *China*)

[**Abstract**] **Objective** To investigate the feasibility of T2 mapping in evaluating the composition of shoulder cartilage, and to quantitatively analyze T2 values of articular cartilage in healthy young volunteers. **Methods** Oblique coronal T2 mapping imaging with 8 echo was performed in bilateral shoulder of 16 young healthy volunteers. The pseudo-color map was obtained with post-processing. The shoulder joint cartilage was equally divided into the external, central and internal zones, and T2 values were measured quantitatively. T2 values in the external, central and internal zones were analyzed and compared. T2 values of cartilage between male and female volunteers as well as between left and right sides were analyzed. **Results** T2 values in the external, central and internal zones of cartilage were (38.67±2.82)ms, (38.41±2.52)ms and (36.49±1.80)ms, respectively. The overall difference was statistically significant ($F=7.789$, $P=0.001$). T2 values in the external and central zones of cartilage were larger than those in the internal zone (both $P<0.05$). T2 values of cartilage had no significant differences between the left and right sides in the external, central and internal zones (all $P>0.05$). There was significant difference of T2 value in the central zone ($P<0.05$), while no significant difference of T2 value in the external and internal zones between different genders was found (both $P>0.05$). **Conclusion** T2 mapping imaging can be used to evaluate the composition of shoulder cartilage changes.

[**Key words**] Shoulder joint; Cartilage; T2 values; Magnetic resonance imaging

DOI: 10.13929/j.1003-3289.201702004

T2 mapping 定量分析健康青年人肩关节软骨 T2 值

刘新峰，魏　琳，牟　俊*，王荣品，曾宪春，刘远成，刘昌杰

（贵州省人民医院放射科，贵州 贵阳　550002）

[**摘　要**] **目的**　探讨 T2 mapping 成像评价青年健康志愿者肩关节软骨构成成分的可行性，并定量分析肩关节软骨 T2 值。**方法**　对 16 名青年健康志愿者行双侧肩关节斜冠状位 8 回波 T2 mapping 成像，并经后处理获得伪彩图，将肩关节软骨三等分为外带、中带、内带，测量其 T2 值。比较外带、中带、内带间 T2 值的差异及不同性别间、左右侧间 T2 值差异。**结果**　肩关节软骨外带、中带、内带 T2 值分别为(38.67±2.82)ms、(38.41±2.52)ms、(36.49±1.80)ms，总体差异有统计学意义($F=7.789$，$P=0.001$)，肩关节外带、中带软骨 T2 值均大于内带(P 均<0.05)。肩关节软骨外带、中带及内带的左侧与右侧 T2 值、不同性别间肩关节软骨外带、内带 T2 值差异均无统计学意义(P 均>0.05)。不同性别间肩关节软骨中带 T2 值差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论**　T2 mapping 成像可用于评价肩关节软骨构成成分变化。

[**关键词**] 肩关节；软骨；T2 值；磁共振成像

[**中图分类号**] R322.71；R445.2　[**文献标识码**] A　[**文章编号**] 1003-3289(2017)11-1688-04

[**第一作者**] 刘新峰(1983—)，男，山东莱芜人，硕士，主治医师。研究方向：骨关节和心血管影像学。E-mail：379771752@qq.com

[**通信作者**] 牟俊，贵州省人民医院放射科，550002。E-mail：835084643@qq.com

[**收稿日期**] 2017-02-04　[**修回日期**] 2017-09-29

随着技术的快速发展,MR 已从单纯的解剖成像发展至复杂的功能成像技术,再到疾病的病理生理机制的研究[1]。目前,在关节软骨成像方面,常规的平扫序列如三维双重回波稳态序列、稳态自由进动技术可观察关节软骨解剖结构,延迟钆剂增强 MRI 可对关节软骨病变的病理生理机制进行探讨,而近来一种新的无需注射对比剂的 T2 mapping 及 T1ρ 成像技术[2-4]已应用于膝关节软骨成像。研究[5-6]报道,T2 mapping 技术可直观显示软骨内部 T2 值,可早期诊断软骨退变,但肩关节软骨成像技术报道较少见[4,7]。本研究旨在探讨 T2 mapping 成像技术评价肩关节软骨的可行性及青年健康志愿者肩关节软骨 T2 值的分布规律。

1 资料与方法

1.1 一般资料 于 2016 年 10 月—2016 年 12 月期间招募健康志愿者 16 名,男女各 8 名,年龄 20～27 岁,平均(23.1±2.3)岁。所有受试者均自愿参加本研究,无急慢性肩关节疼痛史,无肩关节外伤及手术史,无肩关节先天性发育异常,无其他全身性疾病。排除从事重体力职业者、职业运动员等肩关节有可能受损的人群。本研究经我院伦理学委员会批准,对入选志愿者均详细告知本研究的目的及检查注意事项,征得志愿者本人同意并签字确认。

1.2 仪器与方法 采用 GE Discovery MR 750W 3.0T 超导型 MR 扫描仪,包绕式表面线圈。检查前,受检者充分休息 30 min 以上以避免运动对关节软骨的影响,扫描时采用仰卧位头先进,肩关节置于扫描视野中心位置,保持与主磁场方向平行。对 16 名健康志愿者先行双侧肩关节轴位 T1WI(FSE 序列)、脂肪抑制 T2WI(PROPELLER 序列)扫描及斜矢状位脂肪抑制 T2WI(PROPELLER 序列)扫描,观察肩关节软骨情况。常规扫描确定肩关节无明显异常后再行斜冠状位 T2 mapping 扫描[4]。扫描序列及参数见表 1。

1.3 T2 值的测量 扫描完成后数据自动传入 GE AW4.6 后处理工作站,采用 Functool 软件处理获得 T2 mapping 伪彩图。与斜冠状位 T2 mapping 原始图对照,选取能完全、清晰显示肩关节软骨的中心层面,参照既往测量膝关节分段方法及肩关节软骨负重范围[2],将肩关节软骨从肩峰端至关节盂处按照长度三等分,分别为外带(负重区)、中带(轻度负重区)和内带(非负重区),见图 1A;ROI 选择圆形且面积均为 1 mm^2,放置于内、中、外带软骨中心层面,测量各区带 T2 值,每个区域测量 3 次取平均值(图 1B)。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 19.0 统计分析软件,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示。采用单因素方差分析比较外带、中带、内带肩关节软骨的 T2 值,两两比较采用 LSD 法;采用独立样本 t 检验比较男性与女性志愿者 T2 值的差异,采用配对 t 检验比较左侧与右侧 T2 值的差异。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 肩关节软骨外带、中带、内带 T2 值 青年健康志愿者肩关节软骨外带、中带、内带 T2 值分别为(38.67±2.82)ms、(38.41±2.52)ms、(36.49±1.80)ms,总体差异有统计学意义($F=7.789$,$P=0.001$)。软骨外带、中带的 T2 值均大于内带,差异有统计学意义(P 均<0.05);软骨外带与中带间 T2 值差异无统计学意义($P=0.676$)。

脂肪抑制 T2WI 可清晰显示关节软骨轮廓,呈均匀稍高信号,T1WI 显示关节软骨呈均匀稍等信号。

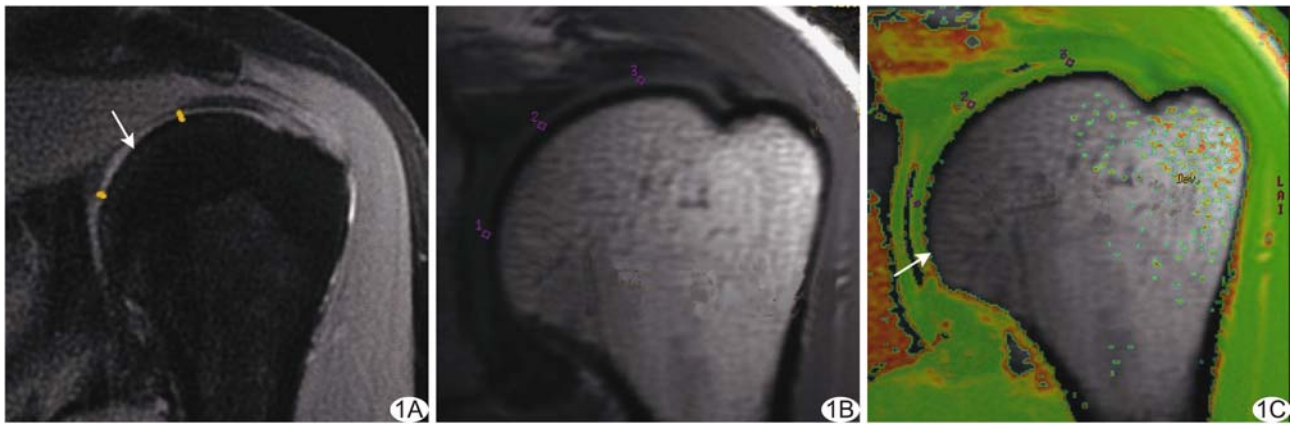


图 1 男性志愿者,21 岁,左侧肩关节 MR 图像 A. 斜矢状位脂肪抑制 T2WI 示关节软骨轮廓清晰,呈均匀稍高信号,将肩关节软骨从肩峰端至关节盂处三等分为外带、中带(箭)、内带;B. T2 mapping 原始图示 ROI 放置位置;C. T2 mapping 伪彩图,色阶分布从软骨外带肩峰端至软骨中带较一致,主要表现为绿色,至软骨内带下 1/2 关节盂处色阶变化为黄绿色像素(箭)

表 1　肩关节 MR 扫描序列及参数

扫描序列	TR (ms)	TE (ms)	FOV (cm×cm)	回波链长度	带宽 (Hz/Px)	矩阵	层厚 (mm)	层间距 (mm)	层数	扫描时间
轴位 T2WI	1 725	37	20×20	12	83.33	320×320	3.5	1.0	18	2 min 12 s
轴位 T1WI	613	Min full	20×20	3	62.5	320×224	3.5	1.0	18	1 min 45 s
斜矢状位 T2WI	1 789	39	18×18	12	83.33	320×320	3.5	1.0	18	2 min 17 s
斜冠状位 T2 mapping	1 500	9.8～78.6	20×20	8	31.25	320×192	3.0	0.6	18	9 min 39 s

T2 mapping 伪彩图显示肩关节软骨轮廓清晰，形态完整及连续性好，信号较均匀，色阶分布从软骨外带肩峰端至软骨中带较一致，表现为绿色，至软骨内带下 1/2 处色阶过渡为黄绿色(图 1C)，T2 值减低。

2.2　不同性别、侧别肩关节软骨 T2 值　志愿者左侧与右侧肩关节软骨外带、中带、内带 T2 值差异均无统计学意义（P 均>0.05），见表 2。不同性别志愿者肩关节软骨外带、内带 T2 值差异均无统计学意义（P 均>0.05），肩关节软骨中带 T2 值差异有统计学意义（t=2.280，P=0.030），见表 3。

表 2　16 名志愿者左侧与右侧肩关节软骨不同区域 T2 值比较(ms，$\overline{x}\pm s$)

侧别	外带	中带	内带
左侧	38.79±2.97	38.51±2.72	36.74±2.01
右侧	38.54±2.75	38.32±2.38	36.23±1.59
t 值	0.409	0.430	1.065
P 值	0.688	0.673	0.304

表 3　不同性别志愿者肩关节软骨不同区域 T2 值比较(ms，$\overline{x}\pm s$)

性别	外带	中带	内带
男	38.06±3.44	37.46±2.61	36.34±1.91
女	39.27±1.95	39.37±2.09	36.63±1.73
t 值	1.222	2.280	0.437
P 值	0.231	0.030	0.665

3　讨论

3.1　关节软骨的组织学构成及 MRI 进展　关节软骨又称透明软骨，覆盖于骨性关节面上，厚约 1～5 mm，主要由软骨细胞与细胞外基质组成。细胞外基质主要由胶原、蛋白多糖和水分组成，其中水分为其主要组成部分，约占 80%，软骨中的水分子大部分为游离状态，有利于软骨形变及传导负荷，但水分子的含量与活动受到软骨基质的影响。软骨中的胶原主要为Ⅱ型胶原，约占 15%。蛋白多糖为大分子聚合体状态，其组成部分中蛋白多糖亚单位的葡萄糖氨基糖被硫酸化后带负电荷，能够吸附大量阳离子[8]。根据软骨胶原纤维的走行方向将软骨分为 4 层：表层、中间层、深层和钙化层，深层胶原纤维厚度超过软骨全层厚度的 50%，细胞体积相对较大。软骨中的水含量从表层至钙化层逐渐降低；胶原含量从表层至深层逐渐降低，至钙化层又升高；而蛋白多糖的含量从表层至深层逐渐增加，至钙化层又有所减少。关节软骨的组织成份是 MR 成像的基础，MR 常用扫描序列包括 SE 序列、FSE 序列、GRE 序列、三维扰相梯度回波(three dimensional spoiled gradient echo，3D-SPGR)脂肪抑制序列等，但这些序列只能评价软骨的形态改变，能够评价关节软骨的微观结构的技术目前主要有 DWI、软骨延迟动态增强成像、T2 mapping 及 T1ρ 成像技术等。T2 mapping 成像可获得定量 T2 弛豫时间，通过测量不同回波时间的 MRI 信号强度从而反映组织间的特异性差异，T2 值可反映组织的横向磁化衰减从而有助于对软骨内生理和病理变化进行观察和分析[9]。软骨退行性变早期主要表现为蛋白多糖丢失及胶原纤维网状结构破坏、水含量增加，T2 mapping 伪彩图表现为色阶的变化及 T2 值的增高[3,5-6]。T2 mapping 技术已应用于膝关节、骶髂关节软骨、腰椎间盘等的研究[6,10-11]，但对肩关节软骨的相关研究较少[4,7]。

3.2　青年健康志愿者肩关节软骨的 T2 mapping 分析　本研究对 16 名青年健康志愿者进行肩关节软骨 T2 mapping 扫描并获得 T2 mapping 伪彩图。通过 T2 mapping 伪彩图可直接观察到关节软骨色阶的改变，表现为由外带的绿色阶过渡至内带下 1/2 处的黄绿色阶。定量分析结果显示软骨外带、中带 T2 值大于内带（P 均<0.05），软骨外带、中带间 T2 值差异无统计学意义（P=0.676），分析其原因与外、中、内带软骨构成成分的含量不同及纤维走行不同有关。软骨外带、中带纤维和水分含量较一致，胶原纤维较薄，排列紧密，各向异性显著，周围关节液的魔角效应影响较小；而软骨内带较外中带水分含量少、蛋白多糖含量多，加之纤维走行及含量的影响，故其 T2 值较低。

本研究发现,左侧与右侧肩关节软骨 T2 值和不同性别间肩关节软骨内、外带 T2 值差异均无统计学意义(P 均>0.05),提示双侧肩关节软骨组织构成无明显差异,与既往研究结果一致[12-13],而男性肩关节软骨中带 T2 值低于女性(t=2.280,P=0.030),与唐艳华等[13-14]进行膝关节软骨 T2 mapping 研究报道健康青年男性和女性软骨 T2 值无明显差异的结果不同;分析原因可能为:①文献显示不同性别膝关节关节软骨含水量基本相同,而肩关节未见报道;②研究发现[15]性激素(雌二醇和孕酮)存在于关节软骨内,女性雌激素含量较多,雌激素可促进软骨细胞增殖,进而造成不同性别间肩关节中带 T2 值的差异;③本研究样本量较少,结果可能存在偏倚,尚有待进一步研究证实。

本研究的不足之处在于样本量较少且年龄局限,在今后的研究中将扩大样本量,进一步分析年龄与 T2 值的相关性。本研究表明 T2 mapping 伪彩图可直观显示肩关节软骨形态,且可定量分析软骨 T2 值,间接反映关节的生理生化改变。本课题组下一步将把 T2 mapping 技术应用于对肩关节关节软骨退变病理生理机制的研究中,以反映肩关节病理变化的机制。

[参考文献]

[1] 王宗博,牛广明,于静红.关节软骨磁共振成像的研究进展.中国骨与关节杂志,2014,3(11):843-846.

[2] 宋玲玲,梁碧玲,眭贺.MR T2 Mapping 评价骨性关节炎患者膝关节软骨退变.贵阳医学院学报,2014,39(4):582-585.

[3] 陈玲,Queenie Chan,梁文,等.磁共振 T1ρ 和 T2 mapping 成像定量评价早期骨性关节炎.中国医学影像技术,2014,30(5):776-779.

[4] Bittersohl B, Kircher J, Miese FR, et al. T2 * mapping and delayed gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging in cartilage (dGEMRIC) of humeral articular cartilage—a histologically controlled study. J Shoulder Elbow Surg, 2015, 24(10): 1644-1652.

[5] Kijowski R, Blankenbaker DG, Munoz Del Rio A, et al. Evaluation of the articular cartilage of the knee joint: Value of adding a T2 mapping sequence to a routine MR imaging protocol. Radiology, 2013,267(2):503-513.

[6] Liebl H, Joseph G, Nevitt MC, et al. Early T2 changes predict onset of radiographic knee osteoarthritis: Data from the osteoarthritis initiative. Ann Rheum Dis, 2015,74(7):1353-1359.

[7] Bittersohl B, Miese FR, Dekkers C, et al. T2 * mapping and delayed gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging in cartilage (dGEMRIC) of glenohumeral cartilage in asymptomatic volunteers at 3T. Eur Radiol, 2013,23(5):1367-1374.

[8] Buckwalter JA, Mankin HJ. Articular cartilage: Tissue design and chondrocyte-matrix interactions. Instr Course Lect, 1998, 47:477-486.

[9] Koff MF, Potter HG. Noncontrast MR techniques and imaging of cartilage. Radiol Clin North Am, 2009,47(3):495-504.

[10] 郭智萍,张旭静,朱瑾,等.3.0T 磁共振 T2 * mapping 成像诊断腰椎间盘退变.中国医学影像技术,2013,29(11):1849-1852.

[11] Bittersohl B, Miese FR, Hosalkar HS, et al. T2 * mapping of hip joint cartilage in various histological grades of degeneration. Osteoarthritis Cartilage, 2012,20(7):653-660.

[12] Mamisch TC, Hughes T, Mosher TJ, et al. T2 star relaxation times for assessment of articular cartilage at 3T: A feasibility study. Skeletal Radiol, 2012,41(3):287-292.

[13] 唐艳华,徐贤,江波,等.3.0T 磁共振成像对健康青年人膝关节软骨 T2 值及厚度的定量分析.中国医学科学院学报,2013,35(2):131-135.

[14] 胡娜,张燕,盛敏,等.基于磁共振分区的健康膝关节软骨 T2 图.中国医学科学院学报,2011,33(1):66-70.

[15] Richette P, Corvol M, Bardin T. Estrogens, cartilage, and osteoarthritis. Joint Bone Spine, 2003,70(4):257-262.

《CT/MR/DSA/乳腺技师业务能力考评核心考点与精选习题》出版发行

由南京军区南京总医院王骏主编的《CT/MR/DSA/乳腺技师业务能力考评核心考点与精选习题》一书出版发行。本书针对全国医用设备使用人员(CT/MR/DSA/乳腺技师)业务能力考评专门编写了核心考点,旨在通过关键性的理论和知识点的学习,在极短的时间内掌握医用设备的重点内容。再通过精选的习题,巩固和查找使用人员对本专业知识的掌握程度和薄弱环节。该书不仅仅是全国医用设备使用人员(CT/MR/DSA/乳腺技师)业务能力考评的专用书,同时也是职称考试、入院前准入制考试、三基考试及在校学生考试的必备考试类用书。

欲购此书者,敬请将 65 元(普通寄免邮费,需特快者加 20 元)寄至:南京三牌楼新门口 4 号 7 幢 402 室 王骏,邮编:210003,敬请在留言栏中注明书名和您的手机号便于联系。