

正常椎间盘纤维环的 MR 扩散张量成像及病理对照研究

杨海涛, 王仁法, 李锋, 张海栋, 王敏, 张伶, 夏黎明, 王承缘

【摘要】 目的:评价扩散张量成像显示正常椎间盘纤维环的能力。**方法:**对 15 例健康志愿者的 $L_3 \sim S_1$ 椎间盘和 1 例新鲜尸体椎间盘离体标本分别行 DTI 扫描, 图像在工作站后处理成纤维环示踪图(FT 图)和 DCavg 图、FA 图。观察 FT 图上纤维环的形态和完整性并与病理相对照, 测量正常纤维环和髓核的 DCavg 值和 FA 值。**结果:**所有被检椎间盘均可得到椎间盘纤维环的 DCavg 图、FA 图和 FT 图。正常纤维环在 DCavg 图和 FA 图上呈一 DCavg 值和 FA 值连续均匀的环形, FT 图显示纤维环呈连续完整的环形结构, 其纤维板层走行与病理观察一致。正常纤维环的 DCavg 值比髓核低, 而 FA 值则较髓核高。**结论:**扩散张量成像能够无创地显示椎间盘纤维环的形态, 评价其完整性, 为在活体内显示纤维环是否断裂提供了一种新的影像学诊断方法。

【关键词】 磁共振成像; 椎间盘; 研究

【中图分类号】 R445. 2; R681. 5 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2007)10-1017-04

Study of Diffusion Tensor Imaging in Normal Annulus Fibrosus Disci Intervertebralis Compared with Pathology YANG Hai-tao, WANG Ren-fa, LI Feng, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430030, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the manifested ability of normal annulus fibrosus disci intervertebralis with diffusion tensor imaging. **Methods:** Diffusion tensor MR imaging was performed in 15 volunteers' $L_3 \sim S_1$ intervertebral disks and 1 ex vivo disc sample of a fresh cadaver. The DTI source images sent to the workstation and postprocessed fiber tracking (FT) picture, DCavg picture, and FA picture. Observed the morphous and integrity of normal annulus fibrolus compared with pathology, and respectively measured the DCavg value and FA value of annulus fibrosus and nucleus pulposus. **Results:** All subjects obtained FA picture and DCavg picture and FT picture. The normal annulus fibrosus present a continuous and integrity circulus in FA picture and DCavg picture, and the average ADC value and FA value are uniform, FT picture demonstrat normal annulus fibrosus' appearance is continuous and integrity. Normal annulus fibrosus' DCavg value is lower than nucleus pulposus, and the FA value is higher than nucleus pulposus. **Conclusion:** DTI can noninvasively display the normal annulus fibrosus disci intervertebralis' morphous and evaluate its integrity. This is a new image diagnostic method to demonstrate annulus fibrosus disruption in vivo.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Intervertebral disk; Research

磁共振扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)是近年迅速发展的一种 MR 新技术,其通过在多个方向上施加扩散敏感梯度从而测量水分子扩散的程度和方向,可以用来评价组织结构的完整性。笔者对正常椎间盘纤维环行 MR 扩散张量成像同时利用纤维束示踪技术(fiber tractography, FT)观察正常椎间盘纤维环的形态并与病理相对照,评价 DTI 无创地显示椎间盘纤维环形态的能力。

材料与方法

选择 15 例无颈肩腰腿痛病史的正常志愿者 15 例,男 10 例,女 5 例,平均年龄 26 岁。另 1 例新鲜尸体离体标本的 $L_3 \sim S_1$ 椎间盘行磁共振检查。标本

MR 扫描完成后取出纤维环送病理检查,行胶原纤维 Van Gieson(V. G.)和 Masson 染色。

MR 扫描用 GE Signa 1.5T Propeller HDMR 系统。扩散张量成像利用 Cardiac 8 通道阵列线圈,采用平面回波序列进行轴面扫描,扫描参数 TR/TE=2000 ms/minimum,层厚 3 mm,间隔 0 mm,FOV 30 cm,矩阵 288×160 ,NEX=16,b 值=800,扩散方向=13,扫描时间 7'32"。离体标本放在一个直径 15 cm 装满生理盐水的塑料容器内以使局部磁场均匀,扫描线圈采用头颈联合线圈。

将 DTI 原始图像输入 ADW4.2P 工作站,应用 FUNCTOOL 软件进行处理,得到部分各向异性(fractional anisotropy, FA)和平均扩散系数(average diffusion coefficient, DCavg)伪彩图,沿椎间盘边缘设置纤维环椭圆形兴趣区(region of interest, ROI),利用 fibertracking 软件得到纤维环示踪图(FT 图)。分别

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科

作者简介:杨海涛(1977-),男,湖北襄樊人,博士研究生,主要从事骨肌系统影像诊断和介入治疗。

测量正常纤维环和髓核的平均扩散系数值(DCavg)和部分各向异性值(FA),用均数±标准差表示($\bar{x} \pm s$),采用自身配对 *t* 检验比较二者差异性($P < 0.05$)。

结 果

所有被检者均可得到椎间盘的扩散张量图像并经工作站后处理获得 FA 图和 DCavg 图,并能利用 fiber tracking 软件获得被检椎间盘纤维环的三维伪彩图像。DTI 技术能够明确显示椎间盘纤维环的形态和完整性(图 1~3),FT 图示纤维环呈连续完整的环形结构,局部追踪图显示的纤维板层走行与病理观察一致(图 4~7)。正常纤维环在 DCavg 图和 FA 图上呈一连续完整的环形结构,DCavg 值和 FA 值连续均匀(DCavg 值 0.276 ± 0.047 ; FA 值 0.768 ± 0.067)。正常纤维环的 DCavg 值比髓核的 DCavg 值低,而 FA 值则较髓核高(表 1)。

表 1 正常椎间盘的纤维环和髓核的 DTI 参数值测量结果

指标	正常纤维环	髓核	P 值
DCavg	0.276 ± 0.047	1.068 ± 0.051	<0.001
FA	0.768 ± 0.067	0.147 ± 0.022	<0.001

讨 论

1. DTI 成像基本原理

扩散张量是指水分子扩散的各向异性,不均匀性组织扩散特征,比扩散加权成像能更准确的反映水分子扩散的方向性,因而在显示具有各向异性扩散的组织结构和病变方面具有更大的优越性和潜力。用来定量分析各向异性程度的参数很多,最常用的是各向异性分数(fractional anisotropy, FA)。FA 值的范围为 0~1,0 代表最大各向同性的扩散,1 代表假设状况下最大各向异性的扩散。纤维束示踪成像是基于 DTI 上的一种新的可视化成像技术,可以利用水分子扩散的各向异性来追踪纤维的走行,将走行方向各异的纤维束以三维形式重组以观察纤维束的连通性和完整性。为了显示和说明临床图像,扩散张量的示踪图(FT 图)常联合应用相应的示踪 ADC 和 FA 图进行评价^[1,2]。目前国内外报道 DTI 主要用于中枢神经系统白质纤维束的成像研究,也有将 DTI 技术用于心肌纤维和骨骼肌纤维成像的研究报道^[9-11]。椎间盘纤维

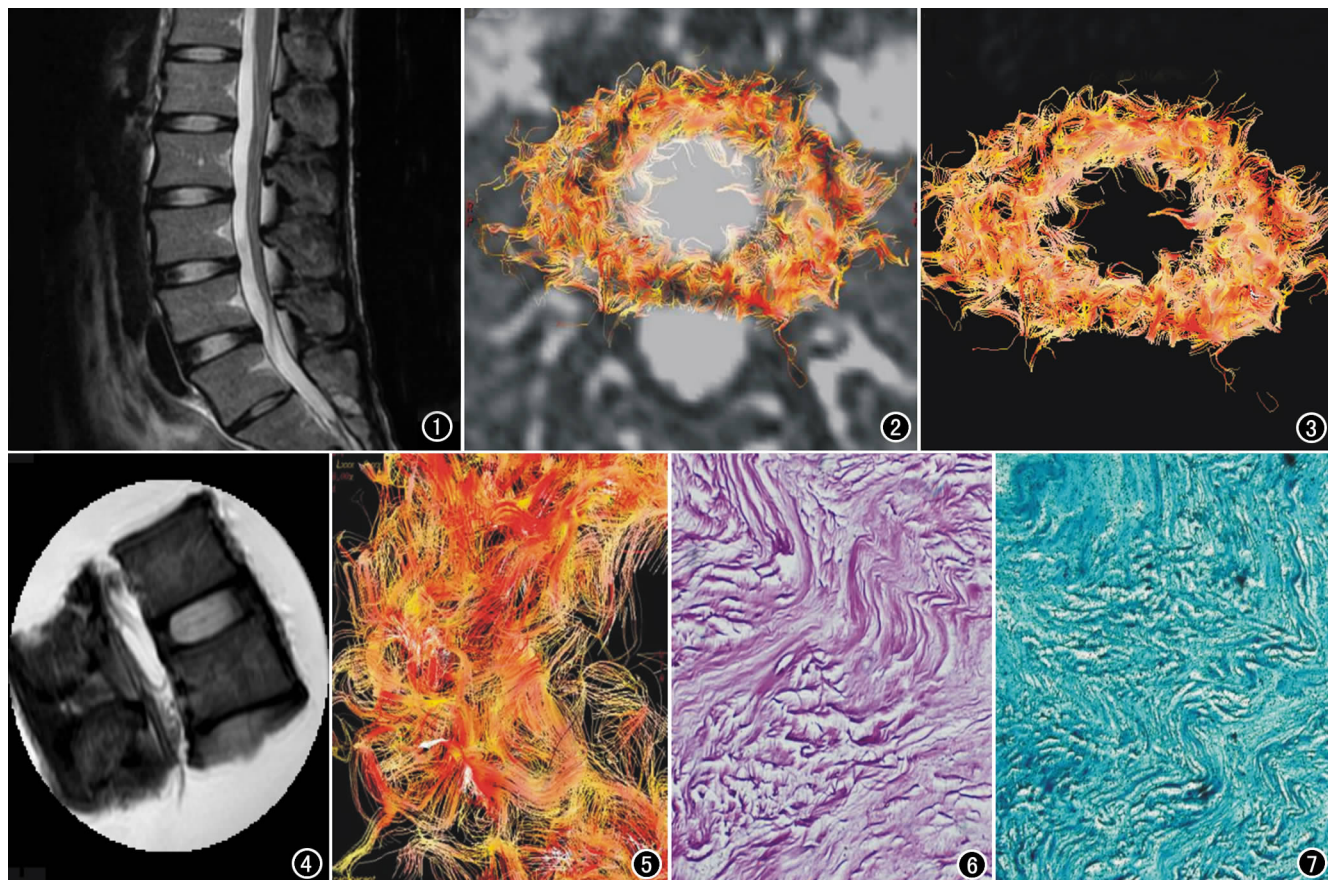


图 1 正常 L₄₋₅ 椎间盘矢状面 T₂WI 示信号正常。图 2 L₄₋₅ 椎间盘的 FT 图同轴面图融合可见正常纤维环位于椎间盘周缘,形态连续完整。图 3 去除轴面背景后的单纯 FT 图显示纤维环更清楚,周缘少许肌纤维亦显示。图 4 尸体离体标本 L₄₋₅ 椎间盘矢状面 T₂WI 像示信号正常。图 5 同一椎间盘纤维环右后缘局部 FT 图。图 6 纤维环标本 VG 染色(×200)。图 7 Masson 染色(×200),均可见纤维环内纤维板层呈波浪状走行,呈一定角度相互交叉。

环的胶原纤维排列亦具有高度方向性,国内外有关用 DTI 技术观察椎间盘纤维环的报道较少。

2. 椎间盘 DTI 成像的技术分析

椎间盘周围紧邻骨质,血液和肠管内空气,因此 MR 扫描时局部磁场非常不均匀,磁敏感伪影非常大,DTI 图像质量不佳。为了提高 DTI 图像的信噪比,笔者采用了 8 通道阵列线圈,扩散方向选择为 13,在扫描时间可以接受的情况下将激励次数(NEX)增加到 16。 b 值分别尝试过 500,800,1000 s/mm²,笔者认为 b 值=800 s/mm² 时可以获得较好的信噪比和扩散梯度, b 值=500 s/mm² 时 T_2 权重影响大,追踪纤维数量较少; b 值=1000 s/mm² 时则图像信号衰减明显,背景噪声增加且对比度差,图像的信噪比明显下降。

3. 正常椎间盘的显微解剖结构

椎间盘由纤维环和髓核两部分组成。纤维环位于椎间盘的周围部分,由多层呈同心圆排列的纤维软骨板黏合而成,呈现明显的分层结构,相邻两层纤维软骨板的纤维呈交叉走向,相互交角 50°~60°。板内和板间有软骨细胞分布,板间有胶原纤维、弹力纤维和蛋白多糖基质相连接。根据纤维软骨板的纤维密集程度大体上可将纤维环分为外、中、内 3 层,由外至内的纤维软骨板的致密度降低,无定形基质成分则逐渐增多。纤维软骨板的纤维呈螺旋形走向,两端分别进入上、下两椎体的软骨终板中。构成纤维板的基本成分是胶原原纤维,由胶原原纤维聚集成直径 10~50 μ m 的胶原纤维,胶原纤维彼此平行排列组成纤维软骨板。在纤维环板内的胶原纤维之间还有纵行、斜行和环行走向的弹性纤维呈网格状分布,网的两端也分别附着于相应椎体的软骨终板中^[3-5]。纤维板层间的厚度、纤维方向和纤维环各处的板层数量均不一样,纤维环内侧靠近髓核部分板层间的宽度较外侧厚,纤维环后部的板层数量最少而两侧的纤维板层数量最多接近 40 层^[7]。

4. 正常椎间盘 DTI 表现

Eward 等在 7.1T MR 仪上对动物椎间盘纤维环组织进行扩散张量显微成像发现纤维环的扩散具有各向异性,纤维环每个板层的扩散方向各不相同;纤维板层的几何形态,方向和板层间的交角和光镜下胶原纤维板层结构是一致的^[7]。本研究证明 DTI 能够明确显示椎间盘纤维环的形态和完整性。正常纤维环在 DCavg 图和 FA 图上呈一连续完整的环形结构,DCavg 值和 FA 值连续均匀,FT 图显示纤维环形态完整,由多层纤维交错排列成环状,前侧及两侧较厚,后侧较薄。将局部追踪的 FT 图放大可以看见纤维板层呈螺旋波浪状走行,每个纤维板层内的纤维束呈平行

排列,而板层间纤维则相互交叉排列呈一定角度。这与纤维环的病理切片上表现是一致的,VG 染色法将胶原纤维染成红色,Masson 染色法将胶原纤维染成蓝色,镜下可见胶原纤维呈波浪状走行并呈一定角度交叉排列。正常纤维环的 DCavg 值比髓核的 DCavg 值低,而 FA 值则较髓核高。髓核呈胶冻样,富含水分和蛋白多糖,因此其水分子扩散较纤维环快;但其内部所含的胶原纤维分布没有方向性,所以髓核的扩散各向异性没有纤维环大。Aprill 等报道慢性下腰痛患者 MRI 矢状面椎间盘纤维环后方的高信号区和椎间盘造影阳性有显著相关性,即高信号区和纤维环破裂有关,是纤维环破裂的可疑征象^[8]。但是椎间盘造影为创伤性的检查手段,本研究为在活体内无创的诊断纤维环破裂提供了一种新的检查方法,有待进一步深入研究。

DTI 是活体内显示纤维束的唯一方法。椎间盘纤维环由胶原纤维排列组成,具有方向性,因此可以将 DTI 技术用来在活体内显示纤维环的纤维走行。本研究证明扩散张量成像能够无创地显示椎间盘纤维环的形态,评价其完整性,为在活体内无创的显示纤维环是否断裂提供了一种新的影像学诊断方法。

参考文献:

- [1] 李仰康,刘国瑞. 扩散张量成像技术及其应用价值[J]. 放射学实践,2003,18(12):908-911.
- [2] 于春水,李坤成. 扩散张量成像纤维跟踪技术的研究进展[J]. 中国医学影像技术,2004,20(3):477-479.
- [3] 成令忠,钟翠平,蔡文琴. 现代组织学[M]. 上海:科学技术文献出版社,2003. 271-272.
- [4] 郭世钺. 椎间盘的解剖与理化性能[J]. 中国脊柱脊髓杂志,1995,5(2):93-95.
- [5] 朱同银,周士枋,沈家维,等. 腰椎间盘突出分子量级的超微结构形态学研究[J]. 中华外科杂志,1996,34(12):754-757.
- [6] Susan M, Todd Aho, David Delong, et al. Assessment of Apparent Diffusion Coefficient in Normal and Degenerated Intervertebral Lumbar Disks: Initial Experience[J]. Radiology, 2005, 235(5): 569-574.
- [7] Edward WH, Lori AS. Diffusion Tensor Microscopy of the Intervertebral Disc Anulus Fibrosus[J]. Magn Reson Med, 1999, 41(5): 992-999.
- [8] Aprill C, Bogduk N. High-intensity Zone: a Diagnostic Sign of Painful Lumbar Disc on Magnetic Resonance Imaging[J]. Br J Radiol, 1992, 65(5): 361-369.
- [9] Mukherjee P, Jeffrey HM, Joshua SS, et al. Diffusion Tensor MR Imaging of Gray and White Matter Development During Normal Human Brain Maturation[J]. AJNR, 2002, 23(9): 1445-1456.
- [10] Alexander CG, Valerie LJ, James MP. Analysis of Normal Appearing White Matter in Multiple Sclerosis: Comparison of Diffusion Tensor MR Imaging and Magnetic Transfer Imaging[J].

AJNR, 2001, 22(10):1893-1900.

[11] Scollan DF, Holmes A, Winslow R, et al. Histological Validation of Myocardial Microstructure Obtained from Diffusion Tensor

Magnetic Resonance Imaging[J]. Am J Physiol Heart Circ Physiol, 1998, 275(6):2308-2318.

(收稿日期:2006-10-26)

肝脏血管平滑肌脂肪瘤一例

• 病例报道 •

孟巍, 白彬, 刘白鹭, 李莉, 杜文众

【中图分类号】R814.42; R735 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2007)10-1020-01

病例资料 患者,女,74岁。上腹部肿物进行性增大4年余。体检:皮肤巩膜无黄染,左上腹部触及约6.0 cm×8.0 cm大小肿物,光滑,活动度欠佳。实验室检查未见异常。

B超检查:上腹部偏左见一实性肿块,大小约18 cm×11 cm×9.8 cm,边界清晰,内由类似脂质回声的密集高回声光点构成,内亦可见小的等回声区。

CT检查:平扫示肝左叶17.0 cm×15.5 cm×10.5 cm低密度肿块,边界清晰,密度不均,可见脂肪密度影,CT值为-40~-19 HU,伴不规则的斑块状、条索状稍高密度影。增强扫描动脉期病灶内见点条状迂曲血管样强化影。门脉期及延迟期病灶内软组织有持续强化,其内伴多发类圆形高亮血管影,脂肪区无强化(图1、2)。CT诊断:肝脏左叶血管平滑肌脂肪瘤。

术中所见:肝左叶一肿块,约20 cm×18 cm×15 cm大小,质软,包膜完整。

手术标本病理:肿瘤组织切面呈黄色,不均一,部分区域呈鱼肉状。镜下见少量脂肪空泡,薄壁血窦状血管及大量上皮样平滑肌细胞呈奇特形、梭形及多角形(图3)。病理诊断:肝左叶血管平滑肌脂肪瘤。免疫组化:HMB45(+), SMA(+), CD34 血管(+), S-100(+), AACT(+), Ki-67(+)少量。

讨论 肝脏血管平滑肌脂肪瘤是一种非常罕见的良性间叶性肿瘤,由Okuda^[1]于1976年首次报道。本病以女性多见,平均年龄48.7岁,少数可与肾脏血管平滑肌脂肪瘤、多发结节性肝硬化并存。组织发生不清楚,以往认为它是一种错构瘤,最近研究认为它是一种克隆性增生的真性肿瘤,来源于原始多潜能干细胞,也有人认为来源于血管周细胞^[2]。肿瘤内含有脂肪、平滑肌及异常血管3种成分,其所含成分的比例可各不相同。Tsui^[3]根据3种组织成分的比例不同,特别是脂肪含量多少,将其病理分为混合型(脂肪10%~70%)、脂肪型(脂肪≥70%)、平滑肌型(脂肪≤10%)和血管型4型,其中混合型最常



图1 肝左叶肿块,CT平扫病灶边缘清晰,中心见脂肪区。图2 增强门脉期:病灶边缘软组织有持续强化,中心脂肪区无强化。图3 HE中倍放大,由脂肪组织、平滑肌组织及不规则毛细血管构成。

见。本例属混合型。

影像学表现根据其所含各种成分特别是脂肪成分含量的不同而异。其中,CT对脂肪成分较敏感,脂肪的CT值为负值,在-20 HU以下。特别是脂肪成分中见到血管影,则更具诊断意义^[4]。3期动态增强扫描表现为动脉期明显强化,门脉及延迟期为轻或中度强化,密度没有消退。这是因为该瘤的血供丰富,可由肝动脉、门静脉供血,亦可为肠系膜动脉供血。

该瘤需与原发肝癌、脂肪肉瘤相鉴别。原发性肝癌增强扫描门静脉期及平衡期强化程度不如该瘤明显。原发性肝癌的脂肪变性多为散在分布的、小簇状的低密度区,该瘤中的脂肪多为团块状、片状分布^[3]。但脂肪含量较少时两者仍不易区别,还需结合其它辅助检查。脂肪肉瘤内有软组织成分,也有强化表现,和该瘤较难区分。但脂肪肉瘤往往较大,如有腹部组织转移灶更有助鉴别。

参考文献:

- [1] Okuda K, Peter RL. Hepatocellular Carcinoma[M]. New York: John Wiley, 1976. 247.
- [2] Folpe AL, Goodman ZD, Ishak KG, et al. Clear Cell Yomelanocytic Tumor of Falciform Ligament/Ligamentum Teres[J]. Am J Surg Pathol, 2000, 24(4):239.
- [3] Tsui WMS, Colombari R, Portmann BC, et al. Hepatic Angiomyolipoma: a Clinicopathologic Study of 30 Cases and Delineation of Unusual Morphologic Variants[J]. Am J Surg Pathol, 1999, 23(1):34-48.
- [4] 严福华, 曾蒙苏, 周康荣, 等. 肝血管平滑肌脂肪瘤的CT及MRI征象分析[J]. 中华放射学杂志, 2001, 35(11):821-825.

(收稿日期:2007-03-02)

作者单位: 150000 黑龙江, 哈尔滨医科大学附属第二临床医院放射线科(孟巍、白彬), CT室(刘白鹭、李莉); 150000 哈尔滨医科大学附属第一医院脑外科(杜文众)

作者简介: 孟巍(1982-), 女, 辽宁人, 硕士研究生, 住院医师, 主要从事放射影像诊断工作。