

· 论著 ·

成人腰椎不同部位表观弥散系数值的差异及与年龄的相关性

赵云超* 程静 李杰 傅晗
昆明市中医医院, 云南 昆明 650500

中图分类号: R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2017) 06-0707-04

摘要: **目的** 通过磁共振扩散加权影像技术来研究正常健康人群的腰椎各部分的表观弥散系数之间的差异以及与年龄的相关性, 为提高成人腰椎病变检查的准确性及可靠性。 **方法** 选取 2015 年 07 月至 2016 年 08 月期间来我院进行正常体检的人员, 经筛选最终选择 60 例, 其中男性为 28 例, 女性为 32 例, 平均年龄为 (53.26 ± 18.13) 岁, 分为中年、老年、青年三个年龄段组, 进行腰椎正中矢状切面 T2 弛豫时间图像扫描, 用以量化并分析腰椎内水分子的含量, 同时进行腰椎正中矢状切面扩散加权影像扫描, 用以分析腰椎内水分子的扩散程度, 将获得的数据进行统计分析, 分析不同年龄段组之间的腰椎各部分 ADC 值的差异。 **结果** 正常健康成人的腰椎不同部位的 ADC 值存在显著性差异 ($P < 0.05$), 椎弓根的 ADC 值大于椎体; 腰椎各部位的 ADC 值随年龄段的变化呈现显著性差异 ($P < 0.05$), 青年组的 ADC 值大于中年组和老年组, 老年组的 ADC 值最小。 **结论** 在以后研究腰椎病变时, 一定要对照同样年龄段的正常健康人群来判定, 这样才能提高诊断的效率和准确度。

关键词: 磁共振扩散加权影像; 表观扩散系数; 腰椎; 椎体; 椎弓根

MR diffusion weighted imaging study of lumbar spine in healthy adults

ZHAO Yunchao*, CHENG Jing, LI Jie, FU Han

Kunming Hospital of Traditional Chinese Medicine, Kunming, Yunnan 650050, China

Corresponding author: ZHAO Yunchao, Email: ay9113@163.com

Abstract: Objective With the aim of improving the accuracy and reliability of lumbar vertebral lesions examination, MRI diffusion weighted image technique was used to study the difference in apparent diffusion coefficients (ADC) between different parts of lumbar vertebrae in normal healthy subjects. Their correlation with age was also evaluated. **Methods** Sixty normal healthy adults (28 males and 32 females) were selected from people attending physical examination at our hospital from July 2015 to August 2016, and were grouped according to age into young, middle-age and older age groups. Lumbar spine median sagittal T1-T2 relaxation time image scans were performed to quantify and analyze the water content of lumbar vertebrae, and the lumbar median sagittal plane diffusion weighted images were obtained to analyze the diffusion of water molecules in lumbar vertebrae. Data were obtained for statistical analysis, and the differences in ADC values of the various parts of the lumbar vertebrae in different age groups were analyzed. **Results** ADC values of different parts of lumbar vertebrae were significantly different ($P < 0.05$). ADC value of the pedicle was higher than that of the vertebral body. ADC values of different parts of lumbar vertebra showed significant difference between age groups ($P < 0.05$). The ADC value of the young adult group was higher than that of the middle-aged group and the older age group, and the ADC value of the older age group was the lowest. **Conclusions** Our study suggests that in the future, we should determine lumbar lesions according to data of normal healthy people of the same age group, in order to improve the efficiency and accuracy of diagnosis.

Key words: Magnetic resonance diffusion weighted imaging; Apparent diffusion coefficient; Lumbar; Vertebral body; Pedicle of vertebral arch

磁共振扩散加权影像 (Magnetic Resonance Diffusion-Weighted Imaging, DWI) 为观察水分子随机

位移运动情况的影像。从这些影像里, 每个像素 (voxel) 的表观扩散系数 (apparent diffusion coefficient, ADC) 都可以被计算出。在不同组织里, 水分子的 ADC 是不一样的。比如说, 相对于自由的

*通讯作者: 赵云超, Email: ay9113@163.com

水,在生物组织中水分子的扩散是受到阻碍的,所以 ADC 会较低。另外还有几个因素也会影响水分子扩散,例如细胞类型、细胞数量、细胞密度和膜透性、大分子的大小、组织粘滞度、温度等^[1]。

DWI 是唯一可以非侵袭性方法观察活体内水分子扩散的磁共振造影技术,目前已成为早期诊断脑梗塞的利器,除了可以侦测水分子在脑神经内的微细扩散运动外,近年对于腰椎内水分子的扩散情形也多有研究^[1,3];Antoniou 等人的研究中指出水分子在腰椎内的扩散速率与髓核内 GAGs 的含量变化有着密切性的关系^[4]。Kealey 与 Beattie 等人分别利用 DWI 测量了正常和退化性腰椎组织中水分的 ADC 值,结果显示退化的腰椎内其 ADC 值明显低于正常的腰椎^[5]。Niinimäki 的研究指出 ADC 值可以提供水分子于腰椎内的扩散情形^[6]。纵观上述研究结果,本文使用 DWI 及 ADC 来量化腰椎内部水分子的运动情形,比较腰椎不同部位的差异性,研究不同年龄段与腰椎体部位 ADC 值的相关性,从而为提高腰椎病的 DWI 成像定量检测诊断的准确性提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2014 年 1 月至 2016 年 1 月期间来我院进行正常体检的人员,其中纳入标准为:(1)患者身体健康,无心、脑、肝、肾等重要疾病以及其他内分泌代谢类疾病,体重指数各项指标均处在正常范围内。(2)没有明显腰背疼痛,无外伤或手术导致腰椎受伤且无腰椎突出等症状。(3)CT 和 MRI 显示腰椎形态各项指标均为正常。经筛选最终选择 60 例,其中男性为 28 例,女性为 32 例,平均年龄为 (53.26 ± 18.13) 岁,总体范围在 23 至 78 岁之间。按照最新的年龄划分标准,分为三个年龄段组,45 岁以下为青年组,共有 23 例,其中男性 11 例,女性 12 例,45 岁到 60 岁为中年组,共有 19 例,其中男性 9 例,女性 10 例,60 岁以上为老年组,共有 18 例,其中男性为 8 例,女性为 10 例。以上试验均提交医院伦理委员会进行审查并核准通过。

1.2 仪器与方法

1.2.1 扫描仪器与检查方法:本研究采用美国 GE 1.5 T Optima MR360 磁共振成像仪(图 1),线圈为体线圈,影像工作站为 ADW4.6 WorkSpace Extended Rel。

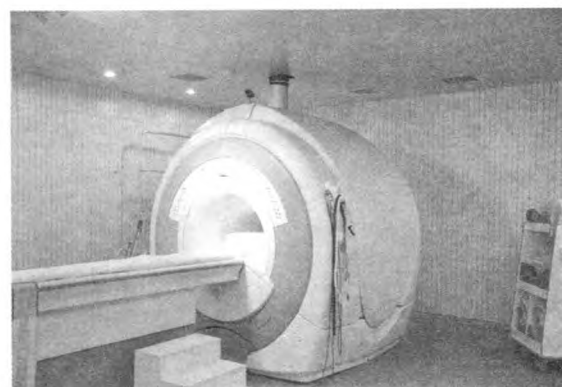


图 1 GE 1.5 T Optima MR360 磁共振成像仪

Fig. 1 GE 1.5T Optima MR360 MRI

1.2.2 试验流程

- (1)记录受检者年龄、身高及体重。
- (2)进行腰椎正中矢状切面 T_2 弛豫时间图像扫描,用以量化并分析腰椎内水分子的含量。
- (3)进行腰椎正中矢状切面扩散加权影像扫描,用以分析腰椎内水分子的扩散程度。
- (4)将所有影像及频谱数据传送至 ADW4.6 后处理工作站,进行影像讯号的测量与分析。

1.2.3 统计分析

本研究采用 SPSS20.0 软件完成统计处理,进行资料的统计与分析及相关图表绘制,各数据资料以平均值及标准偏差来表示,腰椎各部位测量数据的比较采用 t 检验,采用 spearman 相关性分析来分析年龄与腰椎各部分 ADC 值之间的关系^[7]。

2 结果

2.1 正常椎体及椎弓根 ADC 值测量

由于过大的 b 值将导致 DWI 影像的噪音比降低与影像的扭曲,进而影响 ADC 值测量的准确性,因此必须选择适当的 b 值。此次研究在参考近年的文献资料后,分别以 200、400、600 (s/mm^2) 等进行扫描;结果显示最适当的 b 值为 400 (s/mm^2)。图 2(a)和(b)分别为腰部腰椎在 b 值等于 0 及 400 (s/mm^2) 的情形下所获得的扩散加权影像,图 2(c)则为转换成 ADC 值后之腰部腰椎的 ADC Map,同时表 1 为本文选择的正常体检人员的腰椎椎体与椎弓根的 ADC 平均值和标准偏差值,以及 t 检验及显著性描述,从表 1 中可以看到,腰椎不同部位的 ADC 值存在显著性差异($P < 0.05$),椎弓根的 ADC 值大于椎体。

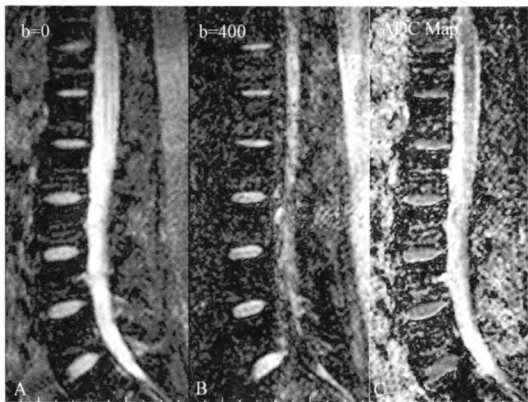


图 2 腰椎扩散加权影像与 ADC Map
Fig.2 Lumbar diffusion weighted images and ADC Map

其中：(a)与(b)分别为 $b = 0$ 与 $b = 400$ (s/mm^2) 情形下所分别获得的扩散加权影像。(c)为经(a)与(b)转换所得的 ADC Map。

表 1 正常体检人员的腰椎部位 ADC 值比较

Table 1 Comparison of the ADC values of different parts of lumbar vertebrae in healthy people attending physical examination

部位	ADC 值 ($\times 10^{-4} mm^2/s$)	t 值	P
椎体	3.186 ± 0.927	-5.829	0.002
椎弓根	4.932 ± 1.896		

注： $P < 0.05$ 表示有显著性差异

Note: $P < 0.05$, significantly different

2.2 年龄组间 ADC 值差异性分析

按照之前划分好的各年龄组,研究不同年龄段的腰椎各部位的 ADC 值,从表 2 中可以看到,腰椎各部位的 ADC 值随年龄段的变化呈现显著性差异 ($P < 0.05$),青年组的 ADC 值大于中年组和老年组,老年组的 ADC 值最小,另外椎弓根的 ADC 值在各年龄段都大于椎体的 ADC 值。

表 2 正常人群各年龄组腰椎不同部位 ADC 值范围及比较

Table 2 Comparison of ADC values of different parts of lumbar vertebrae in different age groups of normal population

部位	年龄段	平均数 ($\times 10^{-4} mm^2/s$)	标准差 ($\times 10^{-4} mm^2/s$)	最大值 ($\times 10^{-4} mm^2/s$)	最小值 ($\times 10^{-4} mm^2/s$)	P 值
椎体	青年组	3.691	0.938	4.371	3.126	0.003
	中年组	3.317	0.892	3.986	2.852	
	老年组	2.836	0.825	3.325	2.493	
椎弓根	青年组	5.762	2.379	7.087	4.516	0.001
	中年组	5.138	2.012	6.562	3.819	
	老年组	4.319	1.038	5.566	3.287	

注： $P < 0.05$ 表示有显著性差异

Note: $P < 0.05$, significantly different

3 讨论

前人的研究显示,腰椎内水分子的含量及扩散程度有着显著的关联性,而如今的磁振技术已可由 T2 弛豫时间图像与扩散加权影像等非侵入性的方式,来量化并分析腰椎内水分子的含量与扩散程度的变化^[8],腰椎纤维外环所含的是以分泌胶原蛋白第一型的纤维母细胞为主,而髓核则是以分泌蛋白聚糖与胶原蛋白第二型的软骨细胞为主。这些细胞在合成与分泌蛋白聚糖或胶原蛋白时必须进行有氧代谢,因此需要有稳定的养分及氧气的供给。而代谢的产物如乳酸等也需适时的送出腰椎外,如此才能维持供需的平衡,让腰椎内细胞的活性达到优化,倘若细胞的活性降低,势必影响细胞基质的分泌而降低腰椎的功能。以人体组织而言,养分的供给与代谢物的移出大都是经由血液循环系统来完成。但

成人的腰椎本身为无血管组织,因此养分的供给与代谢物的移出,必须经由纤维外环周围与椎体内的血管组织,以扩散运动传送小分子物质及质流传送大分子物质的方式来完成物质的交换。质流属被动运输的一种,通过不同压力间所产生的梯度效应,使一群分子由高压往低压流动。扩散运动本身不消耗能量也属于被动运输,为一种由高浓度往低浓度移动的现象,是一种凌乱的分子热运动过程,又被称为布朗运动,而在人体中这个移动会受到韧带、细胞膜和巨大分子的影响而有所牵绊。在理想状态下,也就是说水分子如果是静止不动的话,在给予这两组梯度磁场之前和之后的信号强度应该是相同的,但是实际上水分子是会移动的,也就是有扩散的现象,所以扩散越快的区域,讯号的衰减越多,由于讯号的衰减受水分子的扩散程度影响,所以反映出这种差异性的影像我们称之为扩散加权造影^{9,10]}。

近年对于腰椎内水分子的扩散情形亦多有研究^[11,12]。Chiu 等人的实验证明髓核与纤维外环的 T1 值、T2 值及 ADC 值皆有明显的不同,尤其是当有承受外来应力的时候,两者的变化更为明显。Antoniou 等人的研究中指出水分子在腰椎内的扩散速率与髓核内 GAGs 的含量变化有着密切性的关系。Ludescher 等人分别测量了髓核与纤维外环在清晨与傍晚时的 T2 值与 ADC 值,结果显示腰椎髓核之 T2 值与 ADC 值,白天较晚上为高;而腰椎纤维外环的 T2 晚上比白天高,ADC 值则无任何改变。Niinimäki 的研究指出 ADC 值可以提供水分子于腰椎内的扩散情形。通过本文的研究可以发现,腰椎各部位的 ADC 值显著不同,椎弓根 ADC 值较椎体有明显升高,同时腰椎各部位的 ADC 值随年龄段呈现出显著性差异,青年组的 ADC 值高于中年组和老年组,这与青年组的平均体质以及血液供应量高有明显关系,因此在以后研究椎体病变时,一定要对照同样年龄段的正常健康人群来判定,这样才能提高诊断的效率和准确度。

【参 考 文 献】

- [1] 吴斌,金彪,殷胜利. DWI 在鉴别脊椎良恶性病变中的应用价值. 中国医学影像学杂志, 2014, 22(06):11-16.
Wu Bin, Jin Biao, Yin Shengli. The application value of diffusion weighted MR imaging in identifying spinal benign and malignant lesions. Chinese Imaging Journal of Integrated Traditional and Western Medicine, 2014, 22(06):11-16.
- [2] 石德道,孙涛,李广宙. 骨转移瘤核素显像与 MR 弥散加权成像结果的对比研究. 中国临床医学影像杂志, 2015, 48(04):32-37.
Shi Daode, Sun Tao, Li Guangzhou. A Comparative Study between Radionuclide Bone Scan and MR Diffusion Weighted Imaging in the Detection of Malignant Bone Metastases. Journal of Hubei University for Nationalities (Medical Edition), 2015, 48(04):32-37.
- [3] 曾旭,董国礼,周芷溪. ADC 值在鉴别脊椎良恶性压缩骨折中的价值. 中华超声影像学杂志, 2013, 46(05):44-52.
Zeng Xu, Dong Guoli, Zhou Zhixi. Differential Diagnosis Value of Apparent Diffusion Coefficient in Benign and Malignant Vertebral Compression Fractures. Chinese Journal of CT and MRI, 2013, 46(05):44-52.
- [4] Andreas Biffar, Olaf Dietrich, Steven Sourbron. Diffusion and perfusion imaging of bone marrow. European Journal of Radiology, 2013, 62(3):73-79.
- [5] M aeda M, Sakum a H. Diffusion-weighted imaging in noncompressive myelopathies: a 33-patient prospective study. Journal of Neurology, 58(12):67-75.
- [6] E. Fanucci, G. Manenti, S. Masala. Multiparameter characterisation of vertebral osteoporosis with 3-T MR. La radiologia medica, 2015, 103(2):39-48.
- [7] D. Cafagna, G. Rubini, F. Iuele, N. Whole-body MR-DWIBS vs. [18F]-FDG-PET/CT in the study of malignant tumors: a retrospective study. La radiologia medica, 2015, 69(11):36-47.
- [8] Qi Li, Shi-nong Pan, Yu-ming Yin. Normal cranial bone marrow MR imaging pattern with age-related ADC value distribution. European Journal of Radiology, 2013, 68(2):19-25.
- [9] G. Cascini, C. Falcone. Whole-body magnetic resonance imaging for detecting bone metastases: comparison with bone scintigraphy. La radiologia medica. 2015, 37(06):12-18.
- [10] 袁明远. 正常骨髓的 MRI 表现. 中国医学影像技术, 2013, 59(01):13-22.
Yuan Xiaoming. MRI Findings of Normal Bone Marrow. Chinese Journal of Medical Imaging Technology, 2013, 59(01):13-22.
- [11] Andreas M. Herneth, Klaus Friedrich, Claudia Weidekamm. Diffusion weighted imaging of bone marrow pathologies. European Journal of Radiology. 2015, 103(1):18-26.
- [12] YoshieNonomura, MayumiYasumoto, RyoichiYoshimura. Relationship between bone marrow cellularity and apparent diffusion coefficient. J. Magn. Reson. Imaging, 2013, 49(5):11-23.

(收稿日期:2016-09-24;修回日期:2017-01-10)