

论 著

采用扩散张量成像定量研究及纤维束示踪成像观察正常腕关节正中神经

1. 泰州市第四人民医院影像科

(江苏 泰州 225300)

2. 泰州市第四人民医院体检中心

(江苏 泰州 225300)

唐 玲¹ 程捷飞²

【摘要】目的 运用MR扩散张量成像技术(diffusion tensor imaging, DTI)定量研究正常青年人腕关节正中神经的各向异性特点, 并使用扩散张量示踪成像(diffusion tensor tractography, DTT)技术显示腕关节正中神经。**方法** 选取38名健康志愿者行双侧腕关节轴位T₂WI、轴位T₁WI、轴位PD、DTI序列扫描。**结果** 同性别同侧腕关节所测三层段横截面积及FA值差异具有统计学意义, 同性别或不同性别两侧腕关节所测三层段横截面积及FA值差异无统计学意义。**结论** 应用DTI及DTT技术可以定量描述腕关节正中神经的扩散特征及有效直观地重建显示正中神经纤维束, 可以为诊断正中神经病变提供新的定量观察指标。

【关键词】 正中神经; 扩散张量成像技术; 扩散张量示踪成像

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.10.046

通讯作者: 程捷飞

The Quantitative Study of Diffusion Tensor Imaging and The Observation of the Median Nerve of the Normal Wrist Joint with Fiber Bundle Tracing Imaging

TANG Ling, CHENG Jie-fei. Imaging Department, The Fourth People's Hospital of Taizhou City, Taizhou 225300, Jiangsu Province, China

[Abstract] **Objective** To quantitatively study the anisotropic characteristics of median nerve of wrist joint in normal young people by diffusion tensor imaging and to display the median nerve of wrist by diffusion tensor tractography (DTT). **Methods** 38 healthy volunteers were examined by axial T₂WI, T₁WI and PD, DTI sequences. **Results** There were significant differences in cross sectional area and FA between the same sex and the same side of wrist joint. There was no significant difference in the cross sectional area and FA value of the three layers of wrist joint between the same sex and the different sex. **Conclusion** DTI and DTT techniques can be used to quantitatively describe the diffusion characteristics of median nerve in wrist joint and to reconstruct the median nerve fiber bundle effectively and intuitively, which can provide a new quantitative observation index for the diagnosis of median neuropathy.

[Key words] Median Nerve; Diffusion Tensor Imaging; Diffusion Tensor Tractography

腕管综合征是上肢最常见的周围神经卡压疾病。运用MR扩散张量成像技术(diffusion tensor imaging, DTI)可以检测到神经纤维束水分子的定向运动, 提供神经组织更加丰富的生理信息, 可以弥补过去临床上诊断周围神经系统疾病的局限性^[1-2]。本课题旨在利用DTI技术对正中神经进行定量分析及神经纤维束追踪重建, 为研究正中神经及正中神经疾病提供了新的切入点。

1 资料与方法

1.1 临床资料 将40名年龄在19~30岁(平均25.7±2.7岁)的健康志愿者纳入研究, 所有志愿者均签署知情同意书。既往有腕关节骨折史或可能累及腕部的慢性疾病史、近期有腕部疼痛、肿胀、感觉或运动异常的腕关节均被排除在外。最终共38个腕关节符合条件, 其中男性腕关节19个, 女性腕关节19个, 左右关节各19个。本研究获苏州大学附属第一医院科学研究伦理委员会批准。

1.2 检查方法 使用飞利浦Ingenia I 3.0T共振仪(产地德国)和定制腕关节线圈采集图像。受试者取仰卧位, 受检侧腕关节放于胸部上方线圈内, 垫片固定。

采集序列及参数如下: 轴位T₂WI扫描参数: TR3000ms, TE50ms, FOV140mm×120mm, 采集时间3min18s。轴位T₁WI扫描参数: TR500ms, TE23ms, FOV140mm×120mm, 采集时间2min。轴位PD扫描参数: TR3000ms, TE30ms, FOV140mm×120mm, 采集时间3min6s。DTI扫描参数: TR9400ms, TE75ms, 层厚均为3mm, 层间距为0mm, FOV180mm×64mm, Average3, 扩散敏感梯度取15个不同方向, b值800s/mm²。DTI序列的采集时间为: 14min44s。扫描时范围涵盖豌豆骨上下各3cm以上层面。

1.3 图像测量及分析 所有数据均存储在PHILIPS Ingenia I 3.0T MR扫描仪配套工作站, 进行各向异性分数(fractional anisotropy, FA)值测量及DTT腕关节部正中神经纤维束三维示踪成像, 范围从豌豆骨中心层远端3cm至豌豆骨中心层近端3cm, 共两侧一对神经, 按Philipp等^[3]的方法, 将不同成像条件下的DTI图像与T₂WI图像融合, 每根神经选取三个ROI, 每个ROI大小控制在5~20mm², 以避免在测量横截面积及FA值时产生部分容积效应影

响测量结果, 选取层面分别为T₂WI图像中豌豆骨横截面积最大层, 及距离该层上下各1.2cm层面^[4], 每对神经双侧ROI均取自统一层面, 每个志愿者共选取6个感兴趣区ROI, 所有DTI扫描数据由2名经过培训的放射专业医师在PHILIPS Ingenia后处理工作站进行一次分析操作, 结果取平均值。

1.4 统计学分析 采用SPSS22.0软件进行分析, 测量结果用($\bar{x} \pm s$)表示, 比较腕部正中神经豌豆骨中心层及远近两端1.2cm层面的横截面积及FA值。

左右侧及性别之间横截面积及FA值差异比较用配对样本t检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 女性志愿者 双腕关节部距豌豆骨中心层远端1.2cm层面、豌豆骨中心层、距豌豆骨近端1.2cm层同侧横截面积差异有统计学意义($P < 0.05$), 双侧腕关节部距豌豆骨中心层远端1.2cm层面、豌豆骨中心层、距豌豆骨近端1.2cm层同侧FA值差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表1。

2.2 男性志愿者 双腕关节部距豌豆骨中心层远端1.2cm层面、豌豆骨中心层、距豌豆骨近端1.2cm层同侧横截面积差异有统计学意义($P < 0.05$), 双侧腕关节部距豌豆骨中心层远端1.2cm层面、豌豆骨中心层、距豌豆骨近端1.2cm层同侧FA值差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表2。

2.3 相同性别及不同性别志愿者 不同侧腕关节部正中神经相同层面横截面积及FA值差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表3。见图1-4。

表1 女性志愿者组双侧腕关节正中神经感兴趣区横截面积及FA值

		豌豆骨远端	豌豆骨中心层	豌豆骨近端	t	P
横截面积 (mm ²)	左侧	10.89 ± 1.524	10.11 ± 1.150	9.53 ± 0.841	58.890	0.00
	右侧	10.95 ± 1.545	10.11 ± 1.049	10.05 ± 1.311	22.483	0.002
t		-0.106	-0.067	-1.473		
P		0.916	0.874	0.150		
FA值	左侧	0.5626 ± 0.03557	0.5468 ± 0.03591	0.5316 ± 0.03287	10.828	0.008
	右侧	0.5621 ± 0.03910	0.5479 ± 0.03994	0.5374 ± 0.03462	20.338	0.002
t		0.043	-0.085	-0.529		
P		0.966	0.932	0.600		

表2 男性志愿者组双侧腕关节正中神经感兴趣区横截面积及FA值

		豌豆骨远端	豌豆骨中心层	豌豆骨近端	t	P
横截面积 (mm ²)	左侧	10.58 ± 1.644	9.84 ± 1.573	9.63 ± 1.499	25.658	0.002
	右侧	10.47 ± 1.504	9.89 ± 1.487	9.47 ± 1.429	35.769	0.001
t		0.206	-0.106	0.332		
P		0.838	0.916	0.741		
FA值	左侧	0.5711 ± 0.03784	0.5463 ± 0.04669	0.5595 ± 0.04209	61.020	0.000
	右侧	0.5732 ± 0.03163	0.5595 ± 0.03993	0.5553 ± 0.04611	76.615	0.000
t		-0.186	-0.934	0.294		
P		0.853	0.357	0.770		

表3 不分性别组双侧腕关节正中神经感兴趣区横截面积及FA值

		豌豆骨远端	豌豆骨中心层	豌豆骨近端	t	P
横截面积 (mm ²)	左侧	10.74 ± 1.571	9.97 ± 1.365	9.58 ± 1.200	37.649	0.005
	右侧	10.71 ± 1.523	10.00 ± 1.273	9.76 ± 1.384	56.814	0.001
t		0.074	-0.087	-0.620		
P		0.941	0.931	0.537		
FA值	左侧	0.5668 ± 0.03647	0.5466 ± 0.04109	0.5455 ± 0.03984	75.618	0.008
	右侧	0.5676 ± 0.03552	0.5537 ± 0.03983	0.5463 ± 0.04123	52.149	0.000
t		-0.096	-0.765	-0.085		
P		0.924	0.446	0.933		

3 讨论

本研究采用3.0T MR仪进行正中

神经横截面测量及DTI研究, DWI及DTI不仅可以在形态学上成像, 还可以通过观察水分子扩散运动的改变了解机体的正常生理状态及病理生理状态^[3]。Basser等^[4]首次将DTI技术应用于周围神经系统。DTI及DTT作为在体无创显示神经纤维结构及走行方向的技术, 最早应用于观察中枢神经系统中颅脑病变的病理变化分析, 随后在脊髓、周围神经病变的诊断中开展^[5]。高分辨率的DTT图像是建立在高空间分辨率的正立方体体素的基础上的, 要获得更高分辨率, 正立方体体素必须更小, 需要减小扫描层厚, 这会延长扫描时间, 而与此同时更高的磁场强度可以缩减扫描时间。因此临床上越来越多的DTI利用中高场强磁共振仪进行扫描。3T磁共振拥有更高的信号噪声比, 并且扫描时间更短, 用于周围神经扫描优势更加明显。之后有研究者在3.0T磁共振中采用关节小线圈研究更小的四周周围神经, 报道了定量测量四肢远端正中神经、桡神经、尺神经、胫神经及腓神经的FA值(0.6~0.7)。说明DTI及DTT在四肢远端神经的定量测量及神经纤维束重建可以提供更多的常规MR无法提供的信息。有研究者认为在正中神经、胫神经等周围神经的DTI有助于提示周围神经病变累及的细节改变, FA值的下降提示病变的存在^[6-7]。

本研究测得腕关节段正中神经FA值大小与最近文献报道使用3.0T MR所测值相近^[8]。一般的DTI定量分析测量的参数多采用ADC值及FA值。利用FA值进行DTI研究正中神经可以较准确地对正中神经进行定量测量。有研究者认为1.5T MR测量的FA值小于3.0T测量的FA值, 较早期的研究认为场强不同对FA值的影响可以忽略^[9]。

本研究中, 为排除正中神经疾病及其他退行性疾病对测量数据的影响, 选取青年健康志愿者作为样本, 受检者平均年龄较之前文献报道中受检者小, 且年龄因素可能对FA值产生影响, 因此场强不同对正中神经FA值的影响仍需进一步研究。本研究中选取层段的正中神经FA值不等, 笔者认为有各层段神经本身的解剖生理差异的因素, 也有各层段神经走行区域不同, 周围组织对信号产生的干扰。与此类似, 本研究中不分性别左右手同部位横截面积和FA值比较, 结果无统计学意义; 女性左右手同部位横截面积和FA值比较, 结果无统计学意义; 男性左右手同部位横截面积和FA值比较, 结果无统计学意义, 这一结果可以作为DTI定量测量FA值自身对照研究病变的正中神经的基础, 并且提供健康人群正常腕管部正中神经FA值参考数值, 可以为今后提出量化的诊断标准提供了参考数据。

综上所述, 利用DTI技术对正中神经进行定量分析及神经纤维束追踪重建, 为我们研究正中神经及正中神经疾病提供了新的切入点, DTI及DTT在四肢远端神经的定量测量及神经纤维束重建可以提供更多常规MR无法提供的信息。

本研究的不足:

①为排除正中神经疾病及腕管疾病对测量数据的影响, 本研究选用青年健康人作为样本, 志愿者的分布偏年轻化, 未来还需进一步扩大样本, 扩展各年龄段志愿者人群, 以获得多年龄段正中神经的数据, 为今后将正中神经扩散张量成像研究应用于临床提供更丰富的理论依据。

②目前大部分DTI周围神经定量研究都采用ROI法测量神经纤维

束, 研究者的主观因素对研究结果影响较大, 也是DTI真正应用于临床的主要障碍。DTT精确重建外周神经纤维束依靠后处理软件的改进。自动追踪的DTI重建后处理有部分局限性, 自动追踪法评价神经纤维束是评价整段神经纤维束, 而对于神经纤维束上的各个点无法单独评价, 神经不同节段DTI数据的变化可能被忽视。

参考文献

- [1] Ohira M, Silcox J, Hyagood D, et al. Electromyography tests in patients with implanted cardiac devices are safe regardless of magnet placement [J]. Muscle Nerve, 2013, 47 (1): 17-22.
- [2] Martinolr C. Imaging of the peripheral nerves [J]. Semin Musculoskelet Radiol, 2010, 14 [5]: 461-462.
- [3] Philipp B, Thomas D, Frank S, et al. MR neurography-nerve T2 signal increase and caliber [J]. Radiology, 2011, 260 (1): 199-206.
- [4] 王林, 徐俊峰, 龚沈初, 等. 肘部尺神经扩散张量成像技术参数优化的研究 [J]. 实用放射学杂志, 2016, 32 (8): 1293-1296.
- [5] Budzik JF, Balbi V, Le Thuc V, et al. Diffusion tensor imaging and fibre tracking in cervical spondylotic myelopathy [J]. Eur Radiol, 2011, 21 (2): 426-433.
- [6] Andreisek G, White LM, Kassner A, et al. Diffusion tensor imaging and fiber tractography of the median nerve at 1.5T: optimization of b value [J]. Skeletal Radiol, 2009, 38: 51-59.
- [7] Todd M, Shah GV, Mukherji SK. MR imaging of brachial plexus [J]. Top Magn Reson Imaging, 2004, 15 (2): 113-125.
- [8] 崔凤珍, 崔建岭, 王世雷, 等. 全身MR扩散加权成像测量骨髓的正常值 [J]. 中华放射学杂志, 2012, 46 (4): 340-344.
- [9] Basser P J, Pajevic S, Pierpaoli C, et al. In vivo fiber tractography using DT-MRI data [J]. Magn Reson Med, 2000, 44 (4): 625-632.

(本文图片见封二)

(本文编辑: 张嘉瑜)

【收稿日期】2018-10-11

采用扩散张量成像定量研究及纤维束示踪成像观察正常腕关节正中神经

(图片正文见第 154 页)

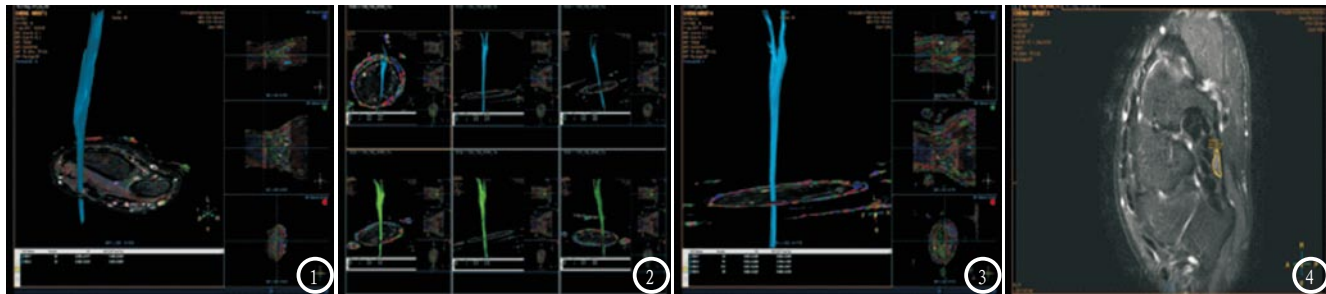


图1 DTT纤维束重建；图2 FA值测量；图3 FA值测量；图4 横截面积测量。