

# MRI 及 DTI 对脑部运动区和感觉区的初步评价

马 林<sup>1</sup>, 李德军<sup>2</sup>, 孙 玮<sup>3</sup>, 印 弘<sup>1</sup>

(1. 中国人民解放军总医院放射诊断科, 2. 医学工程中心, 北京 100853; 3. 通用电气医疗系统)

**[摘要]** **目的** 探讨正常成人脑部运动区(内囊后肢皮质脊髓束)和感觉区(丘脑腹后外侧核)的 MRI 影像表现, 评价上述区域的 DTI 图像特点。**方法** 对 20 例正常成人运动区和感觉区的 MRI 及 DTI 图像进行观察分析, 并对上述区域进行 DTI 定量测量比较。**结果** 在 T2 加权像上, 内囊后肢的皮质脊髓束呈略高信号(与皮层信号相等), 丘脑腹后外侧核呈等信号。运动区及感觉区左右侧之间 DTI 定量测量无差异( $P>0.05$ ), 但运动区测量值大于感觉区测量值( $P<0.01$ )。**结论** 皮质脊髓束在特定部位呈 T2 加权像略高信号, DTI 可对白质束进行直观显示及定量测量。

**[关键词]** 脑; 磁共振成像; 扩散张量成像

**[中图分类号]** R322.81; R445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2003)11-1430-03

## Preliminary Evaluation of Cerebral Motor Areas and Sensory Areas by Using MRI and DTI

MA Lin, LI De-jun, SUN Wei, et al

(Department of Radiology, PLA General Hospital, Beijing 100853, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate MR imaging findings in cerebral motor areas (corticospinal tract at the level of posterior limb of the internal capsule) and sensory areas (ventral posterior lateral nucleus of the thalamus) in normal adults, and to assess the DTI features in above-mentioned areas. **Methods** MRI and DTI of cerebral motor and sensory areas in 20 normal adults were observed and analyzed. The quantitative measurement and comparison were performed based on DTI. **Results**

On T2WI, corticospinal tract demonstrated slight high signal intensity (isointense to gray matter) at the level of posterior limb of the internal capsule, but the ventral posterior lateral nucleus showed isointensity. DTI quantitative data showed no significant differences between bilateral motor areas ( $P>0.05$ ) or sensory areas ( $P>0.05$ ), whereas the measurement data of motor areas were significantly higher than that of sensory areas ( $P<0.01$ ). **Conclusion** Corticospinal tract presents slight high signal intensity in certain areas on T2WI, and the white matter tracts can be directly demonstrated and quantitatively measured by using DTI.

**[Key words]** Brain; Magnetic resonance imaging; Diffusion tensor imaging

在成人 MRI 的 T2 加权像上, 经常可以在内囊后肢层面观察到双侧对称性小片状稍高信号, 对这一现象的解释文献报道不多而且观点不尽相同, 有作者认为该高信号代表顶桥束<sup>[1]</sup>, 而另一种观点则认为该高信号由皮质脊髓束形成<sup>[2]</sup>。Yagishita 等<sup>[3]</sup>通过对脑标本和 MRI 的对比研究, 证明了位于内囊后肢后 3/4 处的 T2 加权像高信号是由皮质脊髓束所形成, 在此层面由于皮质脊髓束纤维的轴突粗大且髓鞘增厚, 因此导致了其信号的变异。由于检查条件不同, 该高信号的显示率也有所不同。本研究对 20 例正常成人进行了 MRI 和扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)扫描, 对该高信

号出现的位置进行了观察; 同时, 对该区域(运动区)及感觉区的部分各向异性(fractional anisotropy, FA)图像进行了观察, 对其部分各向异性和相对各向异性(relative anisotropy, RA)值进行了测量和分析。

### 1 材料和方法

20 例正常成人, 均无神经系统疾病史, 其中男 12 例, 女 8 例, 年龄 26~65 岁, 平均 43.3 岁。

使用 GE Signa Twin Speed 1.5 T 超导 MR 成像仪, 行 T1 液体衰减反转恢复(FLAIR)(TR 2000 ms, TE 7.4 ms, TI 750 ms)序列横轴面扫描, 快速恢复快速自旋回波(FRFSE)(TR 3600 ms, TE 102 ms)和 T2FLAIR(TR 9000 ms, TE 120 ms, TI 2200 ms)序列横轴面和冠状面扫描。横轴面扫描层厚 6 mm, 间隔 0.5 mm。冠状面扫描层厚 5 mm, 无间隔。DTI 横轴面和冠状面扫描使用单次激发自旋回波-回波平面成像(SE-EPI)序列(TR 8000 ms, TE 70 ms), b 值为 1000 s/mm<sup>2</sup>, 扩散敏感梯度方向为 25, 矩阵 128×128, 激励次数 1。

**[基金项目]** 本课题受国家重点基础研究发展规划项目资助(G1999054006)。

**[作者简介]** 马林(1963—), 男, 北京人, 博士, 主任医师, 教授。研究方向: 神经影像学。

**[收稿日期]** 2003-07-01

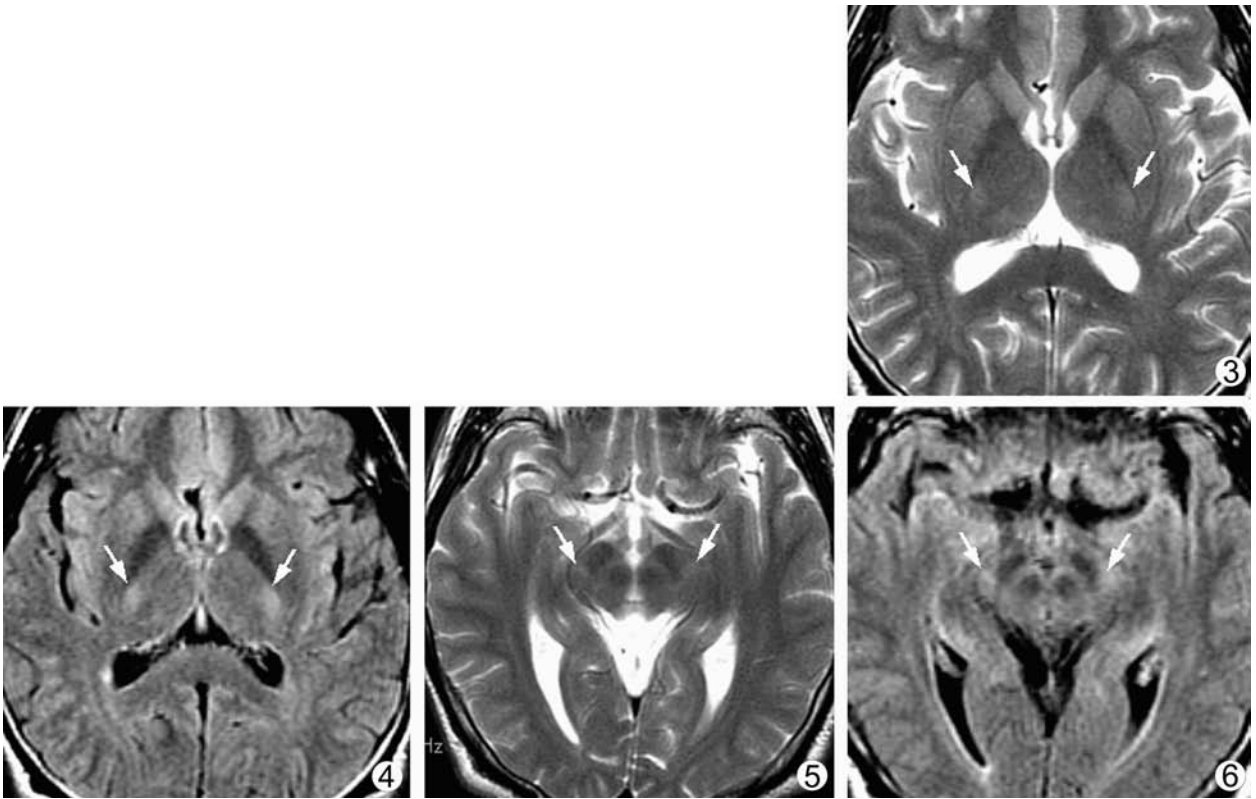


图 1 FA 图像,感兴趣区置于双侧内囊后肢后 3/4 处。内囊后肢(包括皮质脊髓束和邻近的其他纵向传导束)及脑白质等区域呈红色  
图 2 FA 图像,感兴趣区置于双侧丘脑腹后外侧核处。该区域呈淡蓝色  
图 3 FSE 序列 T2WI,双侧内囊后肢后 3/4 处(相当于苍白球的后缘水平)呈略高信号(与皮层信号相等)(箭头)  
图 4 同图 3 平面,FLAIR 序列 T2WI,显示该高信号较 FSE 序列 T2WI 更明显(箭头)  
图 5 FSE 序列 T2WI,双侧中脑大脑脚外 3/4 处呈略高信号(与皮层信号相等)(箭头)  
图 6 同图 5 平面,FLAIR 序列 T2WI,显示该高信号较 FSE 序列 T2WI 更明显(箭头)

横轴面和冠状面扫描的层厚及间隔与常规 MR 成像相同,DTI 序列的扫描时间为 208 s。

在常规 MR 图像上观察双侧内囊后肢后 3/4 处、中脑大脑脚外 3/4 处以及丘脑腹后外侧核的 MR 信号改变。在工作站上制作 FA 图像及 RA 图像,观察上述各区域在 FA 图像上的色彩特征(色彩代表 FA 值的大小,FA 值越高,色彩越红)。选取 18 mm<sup>2</sup>(20 个像素)的感兴趣区(ROI)对内囊后肢后 3/4 处(图 1)及丘脑腹后外侧核(图 2)的 FA 值和 RA 值进行测量。

全部常规 MR 图像、FA 值以及 RA 值均由 2 位有经验的放射科医师进行盲法评价和测量。对 FA 值和 RA 值进行 ANOVA 检验,以  $P < 0.05$  作为有统计学意义。

## 2 结果

在双侧内囊后肢后 3/4 处(相当于苍白球的后缘水平)及中脑大脑脚外 3/4 处,20 例正常人均呈局限性 T1 加权像略低信号及 T2 加权像略高信号(与皮层信号相等),其中 FLAIR 序列 T2 加权像较 FSE 序列 T2 加权像显示更为明显(图 3~6),丘脑腹后外侧核在 T1 和 T2 加权像均呈等信号。

在 FA 图像上,双侧内囊后肢后 3/4 处(图 1)和双侧中脑大脑脚外 3/4 处为红色信号,表示其 FA 值较高,邻近走行集中的传导束也呈红色高信号;而丘脑腹后外侧核处为淡蓝色

表 1 正常成人内囊后肢皮质脊髓束和丘脑腹后外侧核 FA 和 RA 值的测量( $\bar{x} \pm s$ )

| 部位    | 例数 | FA 值        |             | RA 值        |             |
|-------|----|-------------|-------------|-------------|-------------|
|       |    | 右           | 左           | 右           | 左           |
| 皮质脊髓束 | 20 | 0.618±0.035 | 0.620±0.031 | 0.599±0.052 | 0.601±0.037 |
| 腹后外侧核 | 20 | 0.414±0.070 | 0.412±0.059 | 0.359±0.067 | 0.361±0.049 |

注:2 个部位 FA 值相比  $F=10.24, P<0.01$ ; RA 值相比  $F=11.51, P<0.01$

信号(图 2),表示其 FA 值较低。内囊后肢平面左、右侧之间 FA 值和 RA 值无显著性差异( $P>0.05$ ),丘脑腹后外侧核平面左、右侧之间 FA 值和 RA 值测量结果亦无显著性差异( $P>0.05$ ),但运动区(内囊后肢平面皮质脊髓束)FA 值和 RA 值均大于感觉区(丘脑腹后外侧核)FA 值和 RA 值( $P$  值均  $< 0.01$ )(表 1)。

## 3 讨论

组织学与影像学对照研究表明,正常人双侧内囊后肢后 3/4 处及中脑大脑脚外侧 3/4 处为皮质脊髓束所在区域。在肉眼或低倍镜下观察,可见内囊后肢后 3/4 处有一小片状苍白色区域,其后缘与内囊后极分界较清晰,其前缘则无明显界限。该区域皮质脊髓束的大部分轴突较粗大,髓鞘较厚,且轴突周围存在广泛的透明间隙,这 3 种因素导致该区域的染色较淡;而该区域的前方及后方则为排列紧密的轴突及髓鞘,轴

突直径较细小,无透明间隙,因此染色较深<sup>[3]</sup>。中脑大脑脚外侧 3/4 处亦为皮质脊髓束占据,为内囊后肢皮质脊髓束的延续部分,推测其组织学特点相似。由于上述组织学特点,该区域在正常成人可表现为局限性 T1WI 略低信号及 T2WI 略高信号,但该高信号应与皮层信号相一致,若高于皮层信号,则提示病变。本组 20 例正常人均可见此种皮质脊髓束所致的信号改变,且 FLAIR 序列 T2 加权像显示更加明显。

正常脑实质内存在各种结构(如轴突纤维及其髓鞘等),限制了水分子的扩散,使其在各个方向上的扩散程度不一致,即存在空间的各向异性。皮层内的各向异性程度较低,白质内的各向异性程度较高。白质束越致密的区域各向异性越明显<sup>[4,5]</sup>。DTI 技术可以较完整客观地描述水分子各向异性扩散的空间特性和状态,不仅能定量测定各向异性的程度,还能描述水分子扩散的总体方向。FA 值是 DTI 技术中的一种重要参数,由于综合考虑了单体素内水分子在各个方向扩散的测量结果,因此能够准确反映出水分子扩散的各向异性程度。FA 的取值范围为 0~1。当某种组织(如脑脊液)中水分子为各向同性扩散时,其 FA 值为 0;白质束分布较致密的区域(如皮质脊髓束等)由于水分子扩散受到髓鞘等结构的明显限制,表现为明显的各向异性扩散,因此 FA 值较高;而白质束相对较松散的丘脑核团,水分子扩散的受限程度相对较低,因此 FA 值较低。腹后外侧核为内侧丘系(深感觉和精细触觉)和脊髓丘脑束(浅感觉)等感觉纤维的丘脑终止区,其结构相对稀疏,故其 FA 值明显低于皮质脊髓束区域。RA 值意义与 FA 值意义相似。

本研究对皮质脊髓束(内囊后肢后 3/4 处)和丘脑腹后外侧核进行了 DTI 图像观察和定量测量。在 FA 和 RA 图像上,内囊前肢、后肢(包括皮质脊髓束和邻近的其他纵向传导束)、脑白质以及胼胝体等区域由于结构排列具有较强的方向性,其 FA 值和 RA 值较高,因此呈红色及黄色;而基底节灰质核团、丘脑(包括腹后外侧核)、皮层以及脑室等区域 FA 值

和 RA 值较低,呈现绿、蓝、黑等不同的色彩。因此在 FA 和 RA 图像上可以较直观地显示白质束的分布情况。本实验的定量分析也证实皮质脊髓束的 FA 和 RA 值高于丘脑核团(腹后外侧核)的 FA 和 RA 值。由于 FA 值与正常成人年龄之间无相关性<sup>[6]</sup>,本研究选用了正常成人作为测量对象,避免了年龄对定量测量结果可能造成的影响。

当任何病变(如变性病或脱髓鞘病变)累及白质束的轴突或(和)髓鞘时,受累区域的 FA 和 RA 值将会有不同程度的下降<sup>[6]</sup>,通过测量 FA 或 RA 值能够检测到异常,特别在 MRI 常规扫描病变信号改变不明显时,FA 或 RA 值的测量结果则更有意义。

## [参考文献]

- [1] Mirowitz S, Sartor K, Gado M, et al. Focal signal intensity variations in the posterior internal capsule: Normal MR findings and distinction from pathological findings[J]. Radiology, 1989, 172(2): 535-539.
- [2] Curnes JT, Burger PC, Djang WT, et al. MR imaging of compact white matter pathways[J]. AJNR, 1988, 9(6): 1061-1068.
- [3] Yagishita A, Nakano I, Oda M, et al. Location of the corticospinal tract in the internal capsule at MR imaging[J]. Radiology, 1994, 191(2): 455-460.
- [4] Mori S, Kaufmann WE, Davatzikos C, et al. Imaging cortical association tracts in the human brain using diffusion-tensor-based axonal tracking[J]. Magn Reson Med, 2002, 47(2): 215-223.
- [5] Stieltjes B, Kaufmann WE, van Zijl PCM, et al. Diffusion tensor imaging and axonal tracking in the human brainstem[J]. Neuro Image, 2001, 14(3): 723-735.
- [6] Ellis CM, Simmons A, Jones DK, et al. Diffusion tensor MRI assesses corticospinal tract damage in ALS[J]. Neurology, 1999, 53(5): 1051-1058.

## 《中国医学影像技术》杂志 2004 年征订启事

《中国医学影像技术》杂志是经国家新闻出版总署批准的国家级学术期刊。1985 年创刊,基本栏目有中枢神经影像学、头颈部影像学、胸部影像学、心血管影像学、腹盆部影像学、妇产科影像学、生殖泌尿影像学、骨骼肌肉影像学、影像技术学、综述、短篇报道、实验研究、数字人体等。刊登内容包括放射学、超声医学、核医学、超声内镜、介入治疗等方面的基础研究及临床实验研究最新成果。本刊宗旨:“面向临床影像科室,为读者服务”。办刊思想:“基础理论研究与实践相结合,临床研究与工程技术相融合”。本刊在学术上具有创新性、前沿性;在技术上具有先进性、实用性;信息报导具有真实性、时效性。信息量大、发表周期短、可读性强为本刊特色。本刊是国家级核心学术期刊,本刊论文是医学影像医务人员晋升中高级职称和硕士、博士学位论文的重要依据,是医学影像界专家与基层医务工作者学术交流的园地,是医院图书馆必备的学术刊物。

本刊为月刊,160 页,大 16 开本,铜版纸,图片彩色印刷。每册定价 14 元,全年定价 168 元。订户可随时向当地邮局订购,邮发代号 82—509。未在邮局订购者,可随时向本刊编辑部订购。邮编 100088,地址:北京市海淀区罗庄南里宏嘉丽园 1—301 中国医学影像技术编辑部;亦可由银行汇款,开户行:北京市商业银行中关村支行,户名:中国医学影像技术编辑部,帐号:9001201050040—81。汇款时请注明“杂志订费, 年 期至 年 期,每期 份”。联谊会会员邮购优惠价:130 元/年。

编辑部联系电话:010-82050373 传真:010-82050374 E-mail: cjmit@cjmit.com 网址:www. cjmit.com