

弓状束微结构改变对轻度认知功能影响的 DTI 研究

韩松霖^{1,2}, 张 健¹

作者单位: 1. 佳木斯大学附属第一医院医学影像中心, 黑龙江 154007; 2. 双鸭山市人民医院 CT 磁共振室, 黑龙江 155100

第一作者: 韩松霖, 在读硕士研究生, 主治医师, 研究方向: 磁共振脑功能成像。E-mail: 18346991778@163.com

通信作者: 张 健, 医学硕士, 主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向: 磁共振脑功能成像。E-mail: zhangjiangyw@163.com

[摘要] **目的** 基于磁共振弥散张量成像(DTI)技术探讨弓状束走行区域内腔隙性脑梗死患者的弓状束微结构改变对轻度认知功能的影响。**方法** 选择 2022 年 9 月至 2023 年 6 月双鸭山市人民医院收治的弓状束走行区域内腔隙性脑梗死患者 64 例, 根据蒙特利尔认知评估(MoCA)量表评分将其分为轻度认知障碍(MCI)组(MoCA 量表评分 ≥ 16 分且 < 26 分, 35 例)和非 MCI 组(MoCA 量表评分 ≥ 26 分, 29 例)。于同期纳入年龄、性别、受教育年限与患者相匹配的 20 名健康体检者作为对照组。研究对象均行核磁头部平扫加 DTI 检查, 比较 MCI 组和非 MCI 组不同病灶数同侧弓状束 DTI 弥散指标水平和 MoCA 量表评分情况。**结果** MCI 组病灶数 $N < 2$ 者, 左侧弓状束各向异性分数(FA)水平和 MoCA 量表评分高于 $2 \leq N < 4$ 者及 $N \geq 4$ 者, 右侧弓状束 MoCA 量表评分高于 $2 \leq N < 4$ 者及 $N \geq 4$ 者; 病灶数 $2 \leq N < 4$ 者, 左侧、右侧弓状束 MoCA 量表评分均高于 $N \geq 4$ 者, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。非 MCI 组病灶数 $N < 2$ 者, 左侧、右侧弓状束 FA 水平均高于 $N \geq 4$ 者, MD 水平均低于 $N \geq 4$ 者, 且左侧弓状束 MoCA 量表评分高于 $2 \leq N < 4$ 者及 $N \geq 4$ 者, 右侧弓状束 MoCA 量表评分高于 $N \geq 4$ 者; 病灶数 $2 \leq N < 4$ 者, 左侧、右侧弓状束 MD 水平均低于 $N \geq 4$ 者, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 腔隙性脑梗死患者弓状束微结构改变与 MCI 有关, 腔隙性脑梗死病灶数量越多, FA 水平越低, 弓状束损伤越严重, MoCA 量表评分越低。对弓状束走行区域内的腔隙性脑梗死患者行核磁头部平扫加 DTI 检查弓状束微结构改变并结合 MoCA 量表评分可以作为评估 MCI 及预防阿尔茨海默病(AD)的重要方法。

[关键词] 弥散张量成像; 腔隙性脑梗死; 弓状束微结构; 认知功能

[中图分类号] R 742 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2024)01-0087-07

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2024.01.15

The DTI study on the effect of the changes in microstructure of arcuate fasciculus on mild cognitive function

HAN Songlin^{1,2}, ZHANG Jian¹. 1. Medical Imaging Center, the First Affiliated Hospital of Jiamusi University, Heilongjiang 154007, China; 2. CT MRI Room, People's Hospital of Shuangyashan City, Heilongjiang 155100, China

[Abstract] **Objective** To explore the effect of the changes in microstructure of arcuate fasciculus on mild cognitive function in patients with arcuate fasciculus lacunar cerebral infarction in the walking area based on magnetic resonance diffusion tensor imaging (DTI) technique. **Methods** A total of 64 patients with arcuate fasciculus lacunar cerebral infarction in the walking area who were admitted to People's Hospital of Shuangyashan City between September 2022 and June 2023 were selected. According to the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) scale scores, the patients were divided into the mild cognitive impairment (MCI) group (35 cases with MoCA scale scores ≥ 16 and < 26) and the non-MCI group (29 cases with MoCA scale scores ≥ 26). During the same period, 20 healthy examinees who matched the age, gender, and education years of the patients were included as the control group. All the research subjects underwent head nuclear magnetic scan plus DTI examination, and the DTI dispersion indicator levels of ipsilateral arcuate fasciculus were compared among different lesions as well as the MoCA scale scores between the MCI group and the non-MCI group. **Results** In the MCI group, when the number of lesions was $N < 2$, the FA level and MoCA scale scores of the left arcuate fasciculus were higher than those when $2 \leq N < 4$ and $N \geq 4$, while the MoCA scale scores of the right arcuate fasciculus were higher than those when $2 \leq N < 4$ and $N \geq 4$; when the number of lesions was $2 \leq N < 4$, the MoCA scale scores of the left and right arcuate fasciculus were higher than those when $N \geq 4$, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). In the non-MCI group, when the number of lesions was $N < 2$, the FA levels of the left and right arcuate fasciculus were higher than those when $N \geq 4$, while the MD levels were lower than those when $N \geq 4$,

and the MoCA scale scores of the left arcuate fasciculus were higher than those when $2 \leq N < 4$ and $N \geq 4$, while the MoCA scale scores of the right arcuate fasciculus were higher than those when $N \geq 4$; when the number of lesions was $2 \leq N < 4$, the MD levels of the left and right arcuate fasciculus were lower than those when $N \geq 4$, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** The changes in microstructure of arcuate fasciculus in patients with lacunar cerebral infarction are associated with MCI. The more lesions in lacunar cerebral infarction, the lower the FA level, and the more severe arcuate fasciculus injury and the lower MoCA scale scores. For the patients with arcuate fasciculus lacunar cerebral infarction in the walking area, head nuclear magnetic scan plus DTI examination can be used as important methods to evaluate MCI and prevent Alzheimer's disease (AD) by examining the changes in microstructure of arcuate fasciculus and combining them with MoCA scale score.

[Key words] Diffusion tensor imaging (DTI); Lacunar cerebral infarction; Microstructure of arcuate fasciculus; Cognitive function

弓状束是正常人语言功能相关的重要白质纤维之一。轻度认知障碍 (mild cognitive impairment, MCI) 是一种认知障碍症候群, 特征是在存在与年龄和教育程度不相符的认知功能下降, 但日常功能没有受到明显影响, 被认为是正常老龄化向阿尔茨海默病 (Alzheimer's disease, AD) 及其他类型痴呆的过渡阶段^[1]。有研究显示, 在 5 年的随访中, 有 32% 的 MCI 患者发展为 AD^[2-3]。磁共振弥散张量成像 (diffusion tensor imaging, DTI) 技术能够通过检测脑组织中水分子的扩散运动来评估微结构的变化, 可为 MCI 的病理机制研究和认知障碍的严重程度评估提供重要信息^[4]。MCI 与一些脑神经纤维束有关^[5], 其中弓状束损伤与 MCI 密切相关。目前在 AD 治疗中, 尚无可以减缓或阻止神经元破坏和损伤的药物, 但在 MCI 阶段给予早期治疗, 可能有助于改善认知功能障碍或停止向 AD 进展^[6-7]。因此, 寻找适用于 MCI 诊断和进展监测的影像学诊断方法对于预防 AD 具有重要意义。本研究旨在基于 DTI 技术探讨腔隙性脑梗死患者的弓状束微结构改变对轻度认知功能的影响, 现报道如下。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选择 2022 年 9 月至 2023 年 6 月双鸭山市人民医院收治的弓状束走行区域内腔隙性脑梗死患者 64 例, 其中男 30 例, 女 34 例, 年龄 50 ~ 70 (61.53 ± 5.87) 岁, 受教育年限 6 ~ 16 [$9.00 (6.00, 12.00)$] 年。根据蒙特利尔认知评估 (Montreal Cognitive Assessment, MoCA) 量表评分将患者分为 MCI 组 (MoCA 量表评分 ≥ 16 分且 < 26 分, 35 例) 和非 MCI 组 (MoCA 量表评分 ≥ 26 分, 29 例)。另外, 根据核磁头部平扫所得的腔隙性脑梗死病灶数进行亚组划分: $N < 2$ 、 $2 \leq N < 4$ 、 $N \geq 4$ 。于同期纳入年龄、性别、受教育年限与患者相匹配的 20 名本院健康体检者作为对照组。本研究获双鸭山市人民医院医学伦理委员会批准, 研究对象签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准: (1) 行核磁头部平扫加 DTI 检查。(2) MCI 组和非 MCI 组符合弓状束走行区域内腔隙性脑梗死的诊断标准^[8]。(3) 完成 MoCA 量表初步诊断。排除标准: (1) 有心、肺、脑、肾等严重疾病不能耐受磁共振检查者。(2) 有幽闭恐惧症等不能行磁共振检查者。(3) 有大面积脑梗者。(4) 有其他重大脑部疾病史或脑部手术史者。(5) 有恶性肿瘤病史者。

1.3 影像学检查方法 患者于门诊检查或入院当日 (健康体检者于体检当日) 使用 Siemens Healthcare GmbH 公司生产的 Siemens 3.0T 磁共振扫描仪行核磁头部平扫加 DTI 检查, 头部平扫诊断出腔隙性脑梗死, 且单个脑梗病灶直径应 > 0.2 cm 且 < 1.5 cm, DTI 检查弓状束微结构改变。研究对象取仰卧位, 采用头/颈 16 通道线圈。常规序列扫描: 轴位 t2_flair (重复时间 8 500 ms, 回波时间 84 ms), 轴位 t2_tse (重复时间 5 000 ms, 回波时间 130 ms), 轴位 t1_tse (重复时间 2 000 ms, 回波时间 11 ms), 矢状位 t2_tse (重复时间 5 000 ms, 回波时间 130 ms)。DTI 扫描时利用单独采集模式的并行采集技术, 结合平面回波成像序列: 重复时间/回波时间 = 3 500/95 ms, 视野 22×22 cm, 矩阵 128×128 , 层厚 4 mm, 无间隔, 扫描时间为 8 min 48 s。

1.4 观察指标 (1) 各向异性分数 (fractional anisotropy, FA): 是水分子各向异性成分占整个弥散张量的比例, 其变化范围为 0 ~ 1。(2) 表观弥散系数 (apparent diffusion coefficient, ADC): 描述水分子向不同方向扩散运动的速度和范围, 常用来衡量水分子在人体组织环境中的弥散运动, 即把影响水分子运动的所有因素都叠加成一个观察值, 反映弥散敏感梯度方向上的水分子位移强度。(3) 平均弥散率 (mean diffusivity, MD): 是 DTI 参数之一, 反映分子弥散水平和弥散阻力的整体情况, 即各个方向上弥散张量的平

均值。将扫描获取的图像传递到工作站进行处理,由 2 名经验丰富的影像学主治医师对受检者弓状束的 FA 值、ADC 值、MD 值进行测量,每个弓状束走行区域测量 3 次,取均值。

1.5 MoCA 量表评分标准 患者于门诊检查或入院当日采用北京版 MoCA 量表^[9]进行认知功能测定。MoCA 量表分值为 30 分,包括视空间/执行功能(5 分)、命名(3 分)、注意(6 分)、语言(3 分)、抽象思维(2 分)、延迟记忆(5 分)和定向(6 分)。总分 ≥ 26 分为认知功能正常, ≥ 16 分且 < 26 分为轻度认知功能障碍,10~15 分为中度认知功能障碍, < 10 分为重度认知功能障碍,即总分越低,提示患者认知功能障碍越严重。

1.6 统计学方法 应用 SPSS 29.0 统计软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,多组间比较采用单因素方差分析,组

间两两比较采用 LSD-*t* 检验。不符合正态分布的计量资料以中位数(下四分位数,上四分位数)[$M(P_{25}, P_{75})$]表示,组间比较采用秩和检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组相同病灶数左侧弓状束 DTI 弥散指标比较当病灶数 $N<2$ 时,MCI 组、非 MCI 组与对照组左侧弓状束 DTI 弥散指标 FA 和 ADC 水平比较差异均有统计学意义($P<0.05$),见表 1。当病灶数 $2\leq N<4$ 及 $N\geq 4$ 时,三组左侧弓状束 DTI 弥散指标 FA、MD 及 ADC 水平比较差异均有统计学意义($P<0.05$),在病灶数相同的情况下,MCI 组和非 MCI 组的 FA 水平低于对照组,且 MCI 组较非 MCI 组更低,见表 2、表 3。当病灶数 $N<2$ 、 $2\leq N<4$ 及 $N\geq 4$ 时,MCI 组的 ADC 水平高于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 1、表 2、表 3。

表 1 病灶数 $N<2$ 时左侧弓状束 DTI 弥散指标水平比较 [$M(P_{25}, P_{75})$]

组 别	例数	FA	MD($10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s}$)	ADC
MCI 组	5	0.330(0.305,0.342) ^{ab}	0.796(0.743,0.975)	0.757(0.754,0.889) ^a
非 MCI 组	6	0.441(0.406,0.491)	0.766(0.714,0.856)	0.734(0.703,0.845)
对照组	20	0.502(0.484,0.506)	0.715(0.693,0.746)	0.701(0.692,0.714)
<i>Z</i>		10.846	4.239	10.474
<i>P</i>		0.004	0.120	0.005

注:与对照组比较,^a $P<0.05$;与非 MCI 组比较,^b $P<0.05$

表 2 病灶数 $2\leq N<4$ 时左侧弓状束 DTI 弥散指标水平比较 [$M(P_{25}, P_{75})$]

组 别	例数	FA	MD($10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s}$)	ADC
MCI 组	9	0.250(0.224,0.266) ^{ab}	0.935(0.863,1.097) ^{ab}	0.853(0.804,0.937) ^a
非 MCI 组	4	0.354(0.347,0.409) ^a	0.774(0.706,0.825)	0.812(0.678,0.864)
对照组	20	0.502(0.484,0.506)	0.715(0.693,0.746)	0.701(0.692,0.714)
<i>Z</i>		20.188	10.256	17.185
<i>P</i>		<0.001	0.006	<0.001

注:与对照组比较,^a $P<0.05$;与非 MCI 组比较,^b $P<0.05$

表 3 病灶数 $N\geq 4$ 时左侧弓状束 DTI 弥散指标水平比较 [$M(P_{25}, P_{75})$]

组 别	例数	FA	MD($10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s}$)	ADC
MCI 组	7	0.211(0.194,0.250) ^{ab}	0.963(0.866,1.155) ^a	0.911(0.850,0.918) ^a
非 MCI 组	5	0.357(0.320,0.383) ^a	0.941(0.872,0.985) ^a	0.932(0.805,0.968) ^a
对照组	20	0.502(0.484,0.506)	0.715(0.693,0.746)	0.701(0.692,0.714)
<i>Z</i>		19.200	13.571	19.200
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001

注:与对照组比较,^a $P<0.05$;与非 MCI 组比较,^b $P<0.05$

2.2 三组相同病灶数右侧弓状束 DTI 弥散指标比较
在病灶数相同的情况下,MCI 组、非 MCI 组与对照组右侧弓状束 DTI 弥散指标 FA、MD 及 ADC 水平比较差异均有统计学意义 ($P < 0.05$),且 MCI 组和非 MCI 组的 FA 水平低于对照组,MCI 组较非 MCI 组

更低,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$),见表 4、表 5、表 6。病灶数 $N \geq 4$ 时,MCI 组和非 MCI 组的 MD 水平高于对照组,且 MCI 组较非 MCI 组更高,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$),见表 6。

表 4 病灶数 $N < 2$ 时右侧弓状束 DTI 弥散指标水平比较 [$(\bar{x} \pm s)$, $M(P_{25}, P_{75})$]

组 别	例数	FA	MD($10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	ADC
MCI 组	4	$0.340 \pm 0.018^{\text{ab}}$	$0.776(0.730, 1.155)^{\text{a}}$	$0.721(0.712, 0.954)^{\text{a}}$
非 MCI 组	5	$0.436 \pm 0.034^{\text{a}}$	$0.717(0.699, 0.830)$	$0.821(0.692, 0.914)$
对照组	20	0.507 ± 0.023	$0.701(0.630, 0.733)$	$0.672(0.641, 0.702)$
<i>F/Z</i>		84.798	8.166	10.256
<i>P</i>		< 0.001	0.017	0.006

注:与对照组比较,^a $P < 0.05$;与非 MCI 组比较,^b $P < 0.05$

表 5 病灶数 $2 \leq N < 4$ 时右侧弓状束 DTI 弥散指标水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

组 别	例数	FA	MD($10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	ADC
MCI 组	5	$0.295 \pm 0.056^{\text{ab}}$	$0.868 \pm 0.148^{\text{ab}}$	$0.873 \pm 0.153^{\text{a}}$
非 MCI 组	4	$0.384 \pm 0.034^{\text{a}}$	0.758 ± 0.016	$0.774 \pm 0.092^{\text{a}}$
对照组	20	0.507 ± 0.023	0.684 ± 0.058	0.671 ± 0.043
<i>F/Z</i>		101.888	12.074	15.011
<i>P</i>		< 0.001	< 0.001	< 0.001

注:与对照组比较,^a $P < 0.05$;与非 MCI 组比较,^b $P < 0.05$

表 6 病灶数 $N \geq 4$ 时右侧弓状束 DTI 弥散指标水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

组 别	例数	FA	MD($10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	ADC
MCI 组	5	$0.267 \pm 0.064^{\text{ab}}$	$1.109 \pm 0.155^{\text{ab}}$	$0.941 \pm 0.097^{\text{a}}$
非 MCI 组	5	$0.381 \pm 0.020^{\text{a}}$	$0.924 \pm 0.097^{\text{a}}$	$0.908 \pm 0.110^{\text{a}}$
对照组	20	0.507 ± 0.023	0.684 ± 0.058	0.671 ± 0.043
<i>F/Z</i>		123.812	56.031	48.190
<i>P</i>		< 0.001	< 0.001	< 0.001

注:与对照组比较,^a $P < 0.05$;与非 MCI 组比较,^b $P < 0.05$

2.3 MCI 组不同病灶数左侧弓状束 DTI 弥散指标及 MoCA 量表评分比较
病灶数 $N < 2$ 者 FA 水平和 MoCA 量表评分高于 $2 \leq N < 4$ 者和 $N \geq 4$ 者;病灶数

$2 \leq N < 4$ 者 MoCA 量表评分高于 $N \geq 4$ 者,差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。病灶数与 MD 和 ADC 水平关联性不显著 ($P > 0.05$),见表 7。

表 7 MCI 组不同病灶数左侧弓状束 DTI 弥散指标水平及 MoCA 量表评分比较 [$(\bar{x} \pm s)$, $M(P_{25}, P_{75})$]

病灶数	例数	FA	MD($10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	ADC	MoCA 量表评分(分)
$N < 2$	5	0.325 ± 0.020	0.845 ± 0.132	$0.757(0.754, 0.889)$	24.00(23.50, 25.00)
$2 \leq N < 4$	9	$0.244 \pm 0.029^*$	0.958 ± 0.145	$0.853(0.804, 0.937)$	20.00(19.00, 22.00) [*]
$N \geq 4$	7	$0.222 \pm 0.037^*$	0.989 ± 0.158	$0.911(0.850, 0.918)$	17.00(17.00, 18.00) ^{**}
<i>F/Z</i>		17.571	1.506	3.156	12.091
<i>P</i>		< 0.001	0.248	0.206	0.002

注:与 $N < 2$ 者比较,^{*} $P < 0.05$;与 $2 \leq N < 4$ 者比较,^{**} $P < 0.05$

2.4 MCI 组不同病灶数右侧弓状束 DTI 弥散指标及 MoCA 量表评分比较 病灶数 $N < 2$ 者 MoCA 量表评分高于 $2 \leq N < 4$ 者和 $N \geq 4$ 者,病灶数 $2 \leq N < 4$ 者 MoCA 量表评分高于 $N \geq 4$ 者,差异有统计学意义($P < 0.05$)。病灶数与 FA、MD 和 ADC 水平关联性不显著($P > 0.05$),见表 8。

表 8 MCI 组不同病灶数右侧弓状束 DTI 弥散指标水平及 MoCA 量表评分比较 [$(\bar{x} \pm s)$, $M(P_{25}, P_{75})$]

病灶数	例数	FA	MD($10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	ADC	MoCA 量表评分(分)
$N < 2$	4	0.340 ± 0.018	$0.775(0.730, 1.155)$	$0.721(0.712, 0.954)$	24.25 ± 0.96
$2 \leq N < 4$	5	0.295 ± 0.056	$0.857(0.732, 1.010)$	$0.871(0.748, 0.998)$	$21.60 \pm 1.67^*$
$N \geq 4$	5	0.267 ± 0.064	$1.183(0.948, 1.233)$	$0.918(0.858, 1.036)$	$18.40 \pm 1.34^{* \#}$
F/Z		2.176	4.271	1.986	20.078
P		0.160	0.118	0.371	< 0.001

注:与 $N < 2$ 者比较, $^* P < 0.05$;与 $2 \leq N < 4$ 者比较, $^{\#} P < 0.05$

2.5 非 MCI 组不同病灶数左侧弓状束 DTI 弥散指标及 MoCA 量表评分比较 病灶数 $N < 2$ 者 FA 水平高于 $N \geq 4$ 者,MoCA 量表评分高于 $2 \leq N < 4$ 者和 $N \geq 4$ 者,MD 水平低于 $N \geq 4$ 者;病灶数 $2 \leq N < 4$ 者 MD 水平低于 $N \geq 4$ 者,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。病灶数与 ADC 水平关联性不显著($P > 0.05$),见表 9。

表 9 非 MCI 组不同病灶数左侧弓状束 DTI 弥散指标水平及 MoCA 量表评分比较 [$(\bar{x} \pm s)$, $M(P_{25}, P_{75})$]

病灶数	例数	FA	MD($10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	ADC	MoCA 量表评分(分)
$N < 2$	6	$0.441(0.406, 0.491)$	$0.766(0.714, 0.856)$	0.768 ± 0.086	$29.00(28.75, 29.25)$
$2 \leq N < 4$	4	$0.354(0.347, 0.409)$	$0.774(0.706, 0.825)$	0.785 ± 0.103	$27.00(27.00, 27.75)^*$
$N \geq 4$	5	$0.320(0.357, 0.383)^*$	$0.941(0.872, 0.985)^{* \#}$	0.895 ± 0.097	$26.00(25.50, 27.00)^*$
F/Z		8.403	8.638	2.774	11.987
P		0.015	0.013	0.102	0.002

注:与 $N < 2$ 者比较, $^* P < 0.05$;与 $2 \leq N < 4$ 者比较, $^{\#} P < 0.05$

2.6 非 MCI 组不同病灶数右侧弓状束 DTI 弥散指标及 MoCA 量表评分比较 病灶数 $N < 2$ 者 FA 水平高于 $2 \leq N < 4$ 者和 $N \geq 4$ 者,MD 水平低于 $N \geq 4$ 者,MoCA 量表评分高于 $N \geq 4$ 者;病灶数 $2 \leq N < 4$ 者 MD 水平低于 $N \geq 4$ 者,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。病灶数与 ADC 水平关联性不显著($P > 0.05$),见表 10。

表 10 非 MCI 组不同病灶数右侧弓状束 DTI 弥散指标水平及 MoCA 量表评分比较 [$(\bar{x} \pm s)$, $M(P_{25}, P_{75})$]

病灶数	例数	FA	MD($10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	ADC	MoCA 量表评分(分)
$N < 2$	5	0.436 ± 0.034	0.755 ± 0.076	0.806 ± 0.112	$29.00(28.00, 29.00)$
$2 \leq N < 4$	4	$0.384 \pm 0.034^*$	0.758 ± 0.016	0.774 ± 0.092	$28.00(27.25, 28.00)$
$N \geq 4$	5	$0.381 \pm 0.020^*$	$0.924 \pm 0.097^{* \#}$	0.908 ± 0.110	$26.00(26.00, 27.00)^*$
F/Z		5.282	8.126	2.024	6.873
P		0.025	0.007	0.178	0.032

注:与 $N < 2$ 者比较, $^* P < 0.05$;与 $2 \leq N < 4$ 者比较, $^{\#} P < 0.05$

3 讨论

3.1 MCI 与一些脑神经纤维束相关^[5],其中弓状束损伤不仅与 MCI 有关,亦与失语症及智商密切相关。已有研究表明,弓状束损害性改变可导致失语症^[10],并且弓状束数量减少与智商降低呈正相关^[11]。在临床上,患者的 6 个主要认知领域,即语言、学习和记忆、社会功能、视觉空间功能、复杂注意力和执行功能,其中一个或多个认知域发生损害即为认知功能障碍^[12]。认知功能的损害是由多种原因造成,最主要的原因因为脑血管疾病,其中腔隙性脑梗死虽然治愈

后表现良好,但有反复发作的迹象,其出现认知功能障碍的风险更高^[13]。

3.2 本研究中,MCI组、非MCI组与对照组在病灶数相同的情况下,FA水平均以MCI组患者最低,说明在MCI患者中,FA水平变化更具有代表性。FA值越大表示白质纤维髓鞘化程度、完整性越高。FA值在0~19岁之间上升,在20~42岁达到峰值后下降,MD值则表现出相反趋势,在18~41岁时达到最低值后上升^[14]。Yeatman等^[15]研究发现,左侧弓状束的扩散度与语音意识技能相关,而弓状束的密度与语音记忆和阅读技能相关。大量DTI白质纤维束示踪的研究已经证实,白质纤维束的FA值降低表明纤维束受损。Siasios等^[16]发现脑积水所致白质纤维束损伤时FA值降低。Breier等^[17]研究发现左半球的上纵束和弓状束的损伤越严重,FA值越低,上纵束和弓状束的损伤与复述能力和脑卒中后的理解缺陷有关。Basser和Jones^[18]证实纤维束的FA值可以反映脑白质的完整性,FA值降低提示纤维束有损伤或完整性降低。Mielke等^[19]研究表明,从正常人发展为AD的过程中,特定纤维束FA值呈降低趋势,并且在短时间内是稳定的。Xu等^[20]发现,与正常人比较,轻度认知功能损伤患者MD值显著升高。Zhang等^[21]发现,与正常人相比,遗忘型MCI患者左边缘皮质ADC值明显升高,说明ADC可以量化遗忘型MCI和AD微观结构改变导致的水分子弥散性改变。

3.3 本研究结果显示,MCI组不同病灶数同侧弓状束MoCA量表评分随着病灶数增多而降低,病灶数 $N < 2$ 者,左侧弓状束FA水平高于 $2 \leq N < 4$ 者和 $N \geq 4$ 者,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。在非MCI组中,左侧弓状束病灶数 $N < 2$ 者FA水平和MoCA量表评分高于 $N \geq 4$ 者,病灶数 $2 \leq N < 4$ 者MoCA量表评分低于 $N < 2$ 者;右侧弓状束病灶数 $N < 2$ 者FA水平高于 $2 \leq N < 4$ 者和 $N \geq 4$ 者,MoCA量表评分高于 $N \geq 4$ 者,差异均有统计学意义($P < 0.05$),且非MCI组的MoCA量表评分降低幅度没有MCI组明显。MoCA量表评分可以对腔隙性脑梗死引起的认知功能损伤进行有效筛选,且在临床上,MoCA量表评分在识别认知障碍的敏感性和特异性方面均有一定优势^[22]。有研究显示,腔隙性脑梗死患者病变多发生于大脑深部的基底节区及脑干等部位,导致局部脑组织缺血缺氧,进而引起脑白质病变^[23-24]。腔隙性脑梗死患者出现脑白质病变后,除伴有运动、感觉障碍外,还可出现不同程度的认知功能障碍,且认知功能受损程度与其脑白质病变程度存在一定联

系^[25-26]。目前关于MCI的研究主要集中于梗死灶部位、数目及体积与认知领域损害的关系^[27]。一般而言,额叶、颞叶及边缘系统处的腔隙性脑梗死引起的MCI较其他部位的临床表现严重^[28],纤维束功能降低更明显^[29]。Liu等^[30]研究结果表明,左侧弓状束的完整性与幕式记忆功能、语言功能呈正相关。Liu等^[30]和Wang等^[31]的研究都发现,在遗忘型MCI患者中,连接两侧额叶的连合纤维胼胝体受损。Liu等^[30]研究显示,在脑白质病变中,MD值比FA和ADC值更敏感。

综上所述,与MCI组对比,非MCI组弓状束损伤程度较低,尚可完成部分信息传递功能。腔隙性脑梗死病灶数量越多,DTI弥散指标FA值越低,弓状束损伤越严重,且完整性越低,MoCA量表评分越低。本研究结果表明,腔隙性脑梗死患者弓状束微结构改变与MCI有相关性,对弓状束走行区域内的腔隙性脑梗死患者行核磁头部平扫加DTI检查弓状束微结构改变并结合MoCA量表评分可以作为评估MCI及预防AD的重要方法。

参考文献

- [1] 苟晨,彭婷婷,李晓敏,等.轻度认知功能障碍与阿尔茨海默病患者感觉障碍及其电生理改变研究进展[J].神经疾病与精神卫生,2021,21(6):446-451.
- [2] Gordon C, Martin DJ. Mild cognitive impairment[J]. Expert Rev Neurother, 2013,13(11):1247-1261.
- [3] Ito K, Sasaki M, Takahashi J, et al. Detection of early changes in the parahippocampal and posterior cingulum bundles during mild cognitive impairment by using high-resolution multi-parametric diffusion tensor imaging[J]. Psychiatry Res, 2015,231(3):346-352.
- [4] 孙会秀.腔隙性脑梗死在CT与MRI检查中临床影像学表现及诊断价值研究[J].中国CT和MRI杂志,2019,17(6):15-17.
- [5] Gyebnár G, Szabó Á, Sirály E, et al. What can DTI tell about early cognitive impairment?—differentiation between MCI subtypes and healthy controls by diffusion tensor imaging[J]. Psychiatry Res Neuroimaging, 2018,272:46-57.
- [6] Xie Y, Cui Z, Zhang Z, et al. Identification of amnesic mild cognitive impairment using multi-modal brain features: a combined structural MRI and diffusion tensor imaging study[J]. J Alzheimers Dis, 2015,47(2):509-522.
- [7] 汤若男,高中宝,王玉玲.帕金森病轻度认知障碍非药物干预的研究进展[J].中华老年心脑血管病杂志,2022,24(12):1339-1341.
- [8] Eichert N, Verhagen L, Folloni D, et al. What is special about the human arcuate fasciculus? Lateralization, projections, and expansion[J]. Cortex, 2019,118:107-115.
- [9] Yeung PY, Wong LLL, Chan CC, et al. Montreal Cognitive Assessment—single cutoff achieves screening purpose[J]. Neuropsychiatr Dis Treat, 2020,16:2681-2687.

- [10] Lee JK, Ko MH, Park SH, et al. Prediction of aphasia severity in patients with stroke using diffusion tensor imaging[J]. *Brain Sci*, 2021,11(3):304.
- [11] Ikuta T, Gollnick HM, Rutledge AN. Age associated decline in the arcuate fasciculus and IQ[J]. *Brain Imaging Behav*, 2020,14(2):362–367.
- [12] Sanford AM. Mild cognitive impairment[J]. *Clin Geriatr Med*, 2017,33(3):325–337.
- [13] Graff-Radford J. Vascular cognitive impairment[J]. *Continuum(Minneapolis)*, 2019,25(1):147–164.
- [14] Lebel C, Gee M, Camicioli R, et al. Diffusion tensor imaging of white matter tract evolution over the lifespan[J]. *Neuroimage*, 2012,60(1):340–352.
- [15] Yeatman JD, Dougherty RF, Rykhlevskaia E, et al. Anatomical properties of the arcuate fasciculus predict phonological and reading skills in children[J]. *J Cogn Neurosci*, 2011,23(11):3304–3317.
- [16] Siasios I, Kapsalaki EZ, Fountas KN, et al. The role of diffusion tensor imaging and fractional anisotropy in the evaluation of patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus; a literature review[J]. *Neurosurg Focus*, 2016,41(3):E12.
- [17] Breier JJ, Hasan KM, Zhang W, et al. Language dysfunction after stroke and damage to white matter tracts evaluated using diffusion tensor imaging[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2008,29(3):483–487.
- [18] Bassar PJ, Jones DK. Diffusion-tensor MRI: theory, experimental design and data analysis—a technical review[J]. *NMR Biomed*, 2002,15(7-8):456–467.
- [19] Mielke MM, Kozauer NA, Chan KC, et al. Regionally-specific diffusion tensor imaging in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease[J]. *Neuroimage*, 2009,46(1):47–55.
- [20] Xu W, Sun X, Jiang H, et al. Diffusion kurtosis imaging in evaluating the mild cognitive impairment of occupational aluminum workers[J]. *Acad Radiol*, 2023,30(10):2225–2233.
- [21] Zhang B, Zhang JG, Zhao H, et al. Evaluation of apparent diffusion coefficient mappings in amnesic mild cognitive impairment using an image analysis software brain search[J]. *Acta Radiol*, 2011,52(10):1147–1154.
- [22] Langa KM, Levine DA. The diagnosis and management of mild cognitive impairment: a clinical review[J]. *JAMA*, 2014,312(23):2551–2561.
- [23] 张兵, 郝新稳, 台立稳, 等. 高血压性腔隙性脑梗死患者血压变异性与微出血的相关性分析[J]. *脑与神经疾病杂志*, 2020,28(6):358–361.
- [24] 陈景红, 赵景茹, 李向雨, 等. 急性腔隙性脑梗死血浆同型半胱氨酸与脑白质病变的相关性研究[J]. *河北医药*, 2021,43(3):387–389,393.
- [25] 刘茅茅, 贾伟丽, 刘琪, 等. 简明精神状态量表和蒙特利尔认知评估量表对脑白质疏松症伴轻度认知功能障碍的筛查效果评价[J]. *中国医刊*, 2019,54(3):259–262.
- [26] 李艳华, 张丽冉, 夏瑞雪, 等. 腔隙性脑梗死伴脑白质病变患者血清 miR-146a 和 NSE 水平与 MoCA 评分的关系研究[J]. *现代生物医学进展*, 2020,20(21):4139–4142,4176.
- [27] 王珊, 梁娜, 温雅, 等. 边缘系统脑梗死 12 例急性期认知障碍特点分析[J]. *脑与神经疾病杂志*, 2021,29(2):80–84.
- [28] 裴哈蕾, 段雅鑫, 赵岩, 等. 弥散张量成像在轻度认知功能障碍中的应用[J]. *国际神经病学神经外科学杂志*, 2020,47(6):623–627.
- [29] 韦懿宸, 梁玲艳, 黎晓程, 等. 主观认知下降及轻度认知障碍患者默认网络的静息态 fMRI 研究[J]. *中国临床新医学*, 2023,16(4):305–310.
- [30] Liu D, Wang Z, Shu H, et al. Disrupted white matter integrity is associated with cognitive deficits in patients with amnesic mild cognitive impairment: an atlas-based study[J]. *SAGE Open Med*, 2016,4:2050312116648812.
- [31] Wang L, Goldstein FC, Veledar E, et al. Alterations in cortical thickness and white matter integrity in mild cognitive impairment measured by whole-brain cortical thickness mapping and diffusion tensor imaging[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2009,30(5):893–899.
- [收稿日期 2023-08-29][本文编辑 余军 蒋龙艳]

本文引用格式

韩松霖, 张健. 弓状束微结构改变对轻度认知功能影响的 DTI 研究[J]. *中国临床新医学*, 2024,17(1):87–93.