

DTI 及 DTT 技术在小量高血压性基底节区出血
运动功能预后评估中的应用

肖国辉 李经纶 曹付强 扶 宇 王本瀚

【摘要】目的 探讨磁共振弥散张量成像技术(DTI)及其重建技术(DTT)在小量(血肿量<30 ml)高血压性基底节区出血(HBGH)病人运动功能预后评估中的价值。**方法** 2018 年 5 月至 2020 年 5 月前瞻性收集小量 HBGH 共 18 例(观察组),发病 3 d 行 DTI 和 DTT 检查,另选取 10 例健康人 DTI 数据为对照,选取相对剩余皮质脊髓束(CST)条目数、相对各项异性分数(rFA)、CST 分级三个评估参数。发病 3 个月采用 Fugl-Meyer 运动功能量表(FMA)评分评估 HBGH 病人运动功能预后,FMA 评分≥96 分为预后良好,<96 分为预后不良。**结果** 发病 3 个月,预后良好 6 例,预后不良 12 例。与对照组相比,观察组相对剩余 CST 条数和 rFA 明显降低($P<0.05$),CST 分级显著增高($P<0.05$)。与预后不良组相比,预后良好组相对剩余 CST 条数和 rFA 明显增高($P<0.05$),CST 分级显著降低($P<0.05$)。发病 3 个月 FMA 评分与相对剩余 CST 条目数($r=0.809$)、rFA($r=0.784$)呈明显正相关($P<0.05$),与 CST 分级($r=-0.785$)呈明显负相关($P<0.05$)。ROC 曲线分析显示,相对剩余 CST 条目数≤77.000 预测预后不良的曲线下面积(AUC)为 0.882($P<0.05$),敏感度为 83.3%,特异度为 91.7%;rFA≤0.630 预测预后不良的 AUC 为 0.840($P<0.05$),敏感度为 83.3%,特异度为 0.833;CST 分级≥1.500 预测预后不良的 AUC 为 0.799($P<0.05$),敏感度为 66.7%,特异度为 91.7%;3 个参数联合预测的 AUC 为 0.917($P<0.05$),敏感度为 84.0%,特异度为 92.1%。**结论** 小量 HBGH 急性期 DTI 和 DTT 检查参数相对剩余 CST 条目数、rFA、CST 分级可以预测病人运动功能预后。

【关键词】 高血压性脑出血;基底节区;小量脑出血;磁共振弥散张量成像;皮质脊髓束;运动功能预后

【文章编号】 1009-153X(2021)08-0593-04 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 743.34

Application of DTI and DTT in evaluation of motor function in patients with mild hypertensive basal ganglia hemorrhage
XIAO Guo-hui¹, LI Jing-lun², CAO Fu-qiang², FU Yu², WANG Ben-han². 1. Xinxiang Medical University, Xinxiang 453003, China;
2. Department of Neurosurgery, The 988th Hospital of The Joint Logistics Support Force,PLA, 450007 Zhengzhou, China

【Abstract】 Objective To explore the clinical value of diffusion tensor imaging (DTI) and diffusion tensor tractography (DTT) in the evaluation of motor function in the patients with mild (<30 ml) hypertensive basal ganglia hemorrhage (HBGH). **Methods** DTI and DTT were performed on the 18 patients (observation group) with mild HBGH who were prospectively recruited from May 2018 to May 2020 within 3 days after the onset. In addition, the DTI data obtained from 10 healthy people were served as control. The parameters of DTI and DTT included the number of remaining corticospinal tract (CST), relative fractional anisotropy (rFA), and CST grade. The Fugl-Meyer function scale (FMA) score was used to evaluate the prognosis of the HBGH patient's motor function 3 months after the onset, with a good prognosis of FMA score ≥96 points, and a poor prognosis of FMA score <96 points. **Results** A good prognosis was achieved in 6 patients with HBGH, and poor in 12. Compared with the control group, the number of remaining CST and rFA were significantly reduced and the CST grade was significantly increased in the observation group ($P<0.05$). Compared with the poor prognosis group, the number of remaining CST and rFA were significantly increased and the CST grade was significantly reduced in the good prognosis group ($P<0.05$). The FMA score at 3 months after the onset was significantly positively correlated with the number of remaining CST ($r=0.809$, $P<0.05$) and rFA ($r=0.784$, $P<0.05$), and significantly negatively correlated with the CST grade ($r=-0.785$, $P<0.05$). ROC curve analysis showed that the area under the curve (AUC) of the number of remaining CST ≤77.000 to predict the poor prognosis was 0.882 ($P<0.05$), with a sensitivity of 83.3% and a specificity of 91.7%; the AUC of rFA≤0.630 was 0.840 ($P<0.05$), with a sensitivity of 83.3% and a specificity of 0.833; the AUC of CST grade ≥1.500 was 0.799 ($P<0.05$), with a sensitivity of 66.7% and a specificity of 91.7%; the AUC of the combination of these three parameters was 0.917 ($P<0.05$), with a sensitivity of 84.0% and a specificity of 92.1%. **Conclusions** DTI and DTT examination parameters including the number of remaining CST, rFA and CST grade obtained from the acute stage of mild HBGH patients has certain value in predicting the prognosis of the patient's motor function.

【Key words】 Hypertensive basal ganglia hemorrhage; Diffusion tensor imaging; Corticospinal tract; Prognosis

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2021.08.007
基金项目:中国人民解放军联勤保障部队面上项目(CJN16J004)
作者单位:453003 河南新乡,新乡医学院(肖国辉);450007 郑州,解放军联勤保障部队第988医院神经外科(李经纶、曹付强、扶宇、王本瀚)
通讯作者:王本瀚,E-mail:wangbenhan@sina.com

目前,高血压性脑出血发病率较高,是一种起病急、致残率和病死率较高的疾病^[1],基底节区是最常见的出血部位。磁共振弥散张量纤维示踪技术(diffusion tensor tractography, DTT)是在磁共振弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)的基础上进一步发展而来,可以通过评估皮质脊髓束(corticospinal tract, CST)的变化预测基底节区出血病人的运动功能的预后^[2]。本文探讨 DTI 及 DTT 技术在小量 (<30 ml) 高血压性基底节区出血(hypertensive basal ganglia hemorrhage, HBGH)病人运动功能预后评估中的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 入选标准:发病 3 d 内入院的单侧 HBGH;出血量<30 ml;既往无中枢神经系统疾病及运动障碍有关的其他疾病,如颅脑损伤、脑梗死等;病人及家属自述发病前肢体活动正常,发病后出现运动功能障碍;保守治疗;能够配合行 DTI 检查;年龄 50~60 岁。排除标准:入院前及发病 3 个月内有呼吸系统、消化系统、心血管系统严重影响治疗及预后的并发症;发病 3 个月内发生 CST 损伤及运动功能障碍相关的疾病;血肿累及双侧基底节区;发病 3 个月内死亡。

2018 年 5 月至 2020 年 5 月中国人民解放军联勤保障部队第 988 医院收治符合标准的 HBGH 共 18 例(观察组),其中男 10 例,女 8 例;平均年龄(56 ± 2.83)岁;左侧 9 例,右侧 9 例;血肿量 2~25 ml,平均(12.5 ± 7.4)ml。

另从联勤保障部队第 988 医院正常人数据库中选取 10 例为对照,其中男 5 例,女 5 例;平均年龄(56.3 ± 3.13)岁(入选标准:①头颅 CT 及 MRI 平扫+增强未见异常;②医院体检无异常;③年龄 50~60 岁;④既往无中枢神经系统疾病)。

1.2 检查方法 采用 SIEMENS Trio 3.0 T 超导磁共振扫描仪。扫描参数:重复时间为 6 000 ms;恢复时间为 103 ms;视野 230 mm×230 mm;矩阵 154 mm×192mm;层厚 3.0 mm;层距 0;b 值 0 和 1 500 s/mm²;方向数 12;傅里叶转换 6/8。

1.3 图像处理 使用 FSL 数据包处理各项异性分数(fractional anisotropy, FA)等 DTI 参数,使用德国 BrainLAB 神经导航系统重建纤维束,设定 FA 最小阈值为 0.4,追踪长度设置为 40 mm。将患侧及健侧 CST 条目数的两个感兴趣区中的一个放置在内囊后肢,另一个放置在脑桥的基底部,追踪 CST 并测定纤

维束数目,将测定 FA 值的感兴趣放置在内囊后肢^[3]。

发病 3 d 内行 DTI 扫描并进行 DTT 重建,由 2 名经验丰富的医师选取感兴趣区并检测获取健侧及患侧的 CST 条目数及 FA 值,取平均值。依据 DTT 中 CST 与血肿的关系分为 0~3 级:0 级, CST 未受水肿及血肿侵及,走形正常;1 级, CST 与水肿及血肿无接触,受压移位(图 1);2 级,周围水肿侵 CST 及但血肿未侵及 CST(图 2);3 级,血肿侵及 CST(图 3)。

对照组 10 例,记一侧 CST 条目数与另一侧 CST 条目数之比与 100 的乘积作为对照组相对剩余 CST 条目数;其中 5 例为左侧/右侧,另 5 例为右侧/左侧,随机选取。观察组 18 例中,9 例左侧基底节出血,9 例为右侧基底节出血。记患侧 CST 条目数与健侧

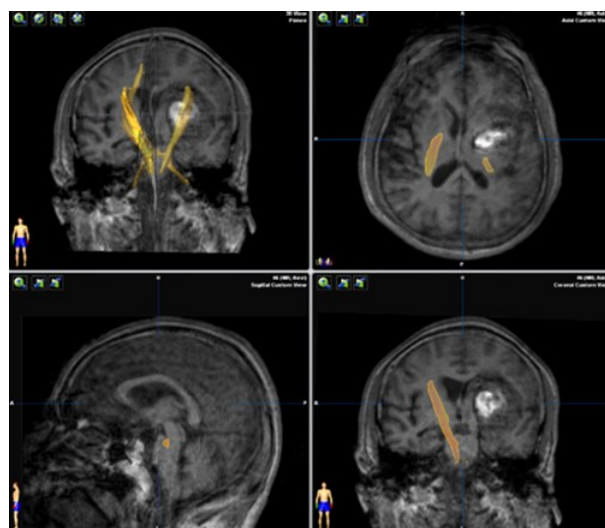


图 1 皮质脊髓束分级 1 级小量高血压性基底节区出血病人 DTI 重建示踪图
皮质脊髓束受压移位但未被血肿及水肿侵及

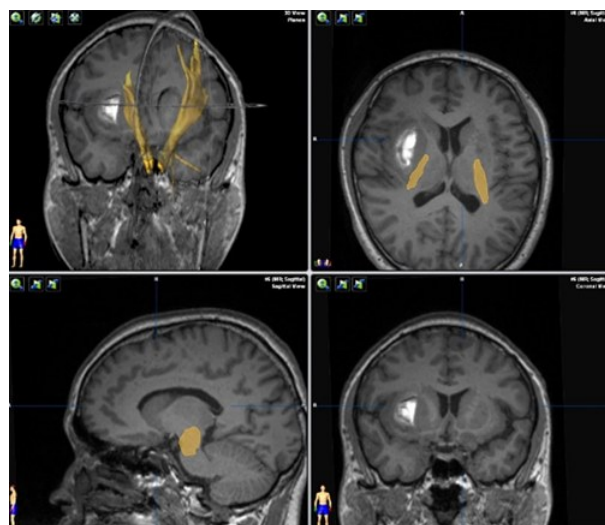


图 2 皮质脊髓束分级 2 级小量高血压性基底节区出血病人 DTI 重建示踪图
右侧皮质脊髓束被水肿侵及但未被血肿侵及

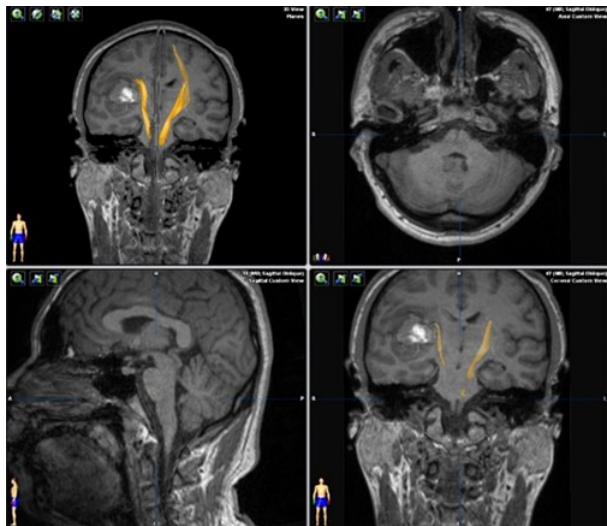


图3 皮质脊髓束分级3级小量高血压性基底节区出血病人DTI重建示踪图
右侧皮质脊髓束被水肿侵及

CST 条目数之比与 100 的乘积作为观察组相对剩余 CST 条目数;同时测量双侧 FA 值,记患侧 FA/健侧 FA 为 rFA。

1.4 运动功能评估 发病3个月使用Fugl-Meyer运动功能评定量表(Fugl-Meyer assessment, FMA)评估运动功能预后^[4],分为4个等级^[5]:<50分为严重;50~84分为明显损伤;85~95为中度损伤;96~99为轻度损伤。≥96分为预后良好,<96分为预后不良。

1.5 统计学分析 使用SPSS 23.0软件分析;计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用 t 检验;等级资料采用Mann-Whitney U检验;采用Spearman相关系数分析相关性;使用受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析CST条目数、rFA、CST分级预测运动功能预后的准确性; $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 观察组运动功能预后 发病3个月,FMA评分50~100分,平均(88.9±12.6)分。18例中,预后良好6例,预后不良12例。

2.2 两组相对剩余CST条目数、rFA、CST分级比较 与对照组相比,观察组相对剩余CST条数和rFA明显降低($P<0.05$,表1),CST分级显著增高($P<0.05$,表1)。

2.3 相对剩余CST条目数、rFA、CST分级与HBGH病人运动功能预后的关系 与预后不良组相比,预后良好组相对剩余CST条数和rFA明显增高($P<0.05$,表2),CST分级显著降低($P<0.05$,表2)。发病3个月FMA评分与相对剩余CST条目数($r=0.809$)、rFA($r=$

0.784)呈明显正相关($P<0.05$),与CST分级($r=-0.785$)呈明显负相关($P<0.05$)。

2.4 相对剩余CST条目数、rFA、CST分级预测HBGH病人运动功能预后的准确性 ROC曲线结果示,相对剩余CST条目数曲线下面积(area under the curve, AUC)为0.882($P<0.05$),最佳截断值为77.000,敏感度为83.3%,特异度为91.7%;rFA的AUC为0.840($P<0.05$),最佳截断值为0.630,敏感度为83.3%,特异度为0.833;CST分级的AUC为0.799($P<0.05$),最佳截断值1.500,敏感度为66.7%,特异度为91.7%;3个参数联合的AUC为0.917($P<0.05$),敏感度为84.0%,特异度为92.1%。见图4、5。

3 讨论

基底节区出血导致严重运动功能障碍的原因是CST损伤,其损伤程度以往往往依靠临床监测病人肌力变化等。DTI是一种无创性评估活体状态下纤维束损伤的方法^[2,6]。目前,很多研究采取rFA评估神经纤维损伤程度。关于rFA测量时感兴趣区的选择,还有争议。有研究认为大脑脚处比内囊后肢处更好^[7],也有研究认为内囊后肢处更好^[3]。本文结果显示内囊后肢部位的rFA与HGBH病人运动功能预后密切相关,可以作为感兴趣区。我们主要是认为该区域毗邻出血灶及其水肿区,在早期获得CST受损程度的形态与数据更为准确。

DTT是在DTI基础上重建的三维形态的纤维束。以往的研究主要对CST形态结构破坏程度进行分级,了解其与病人预后的关系。有发现CST分级越高,病人神经功能恢复越差^[8,9]。我们的CST分级

表1 小量高血压性基底节区出血DTI参数变化

参数	对照组	观察组
相对剩余CST条目数	98.800±3.225	62.330±20.773*
rFA	0.997±0.024	0.526±0.174*
CST分级	0.000±0.000	2.11±0.832*

注:与对照组相应值比,* $P<0.05$;DTI. 磁共振弥散张量成像;CST. 皮质脊髓束;rFA. 相对各项异性分数

表2 DTI参数与小量血压性基底节区出血运动预后的关系

参数	预后良好组	预后不良组
相对剩余CST条目数	77.167±13.659*	54.917±20.052
rFA	0.662±0.128*	0.458±0.155
CST分级	1.500±0.837*	2.417±0.669

注:与预后不良组相应值比,* $P<0.05$;DTI. 磁共振弥散张量成像;CST. 皮质脊髓束;rFA. 相对各项异性分数

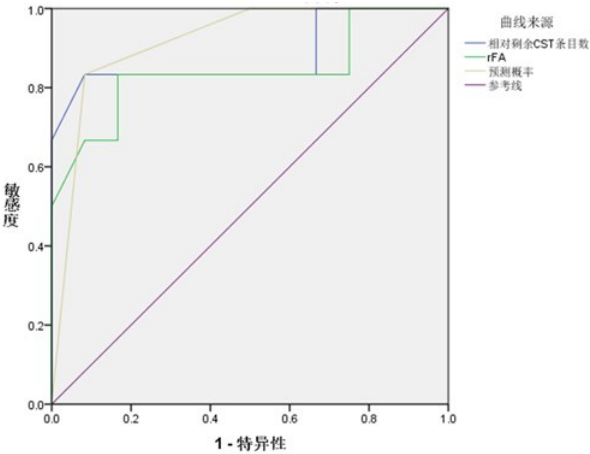


图 4 ROC 曲线分析 DTI 参数 rFA 及相对剩余 CST 条目数预测小量高血压性基底节区出血预后的效果
DTI, 磁共振弥散张量成像; CST, 皮质脊髓束; rFA, 相对各项异性分数

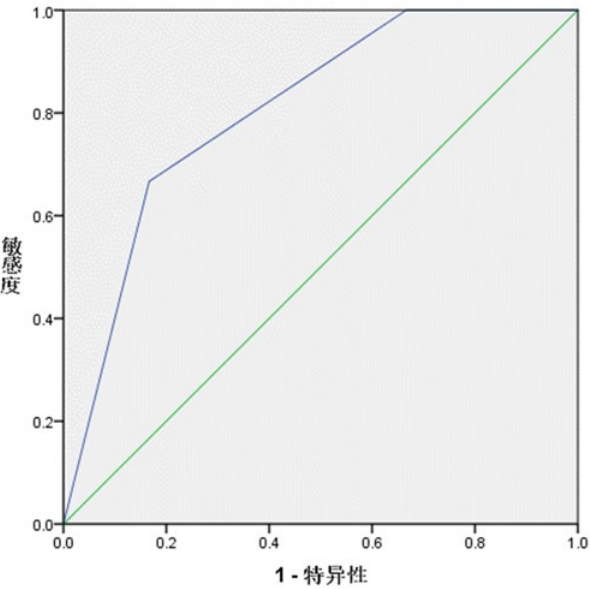


图 5 ROC 曲线分析 DTI 参数 CST 分级预测小量高血压性基底节区出血预后的效果
DTI, 磁共振弥散张量成像; CST, 皮质脊髓束; rFA, 相对各项异性分数

与预后关系的研究结果与上述文献报道一致。通过神经导航系统,我们发现在重建纤维束的同时可以追踪到神经纤维条目数,而这一结果并非实际解剖中的纤维束条目数。Bigourdan 等^[10]认为脑卒中后 24~72 h 测量的纤维数量比是 CST 完整性的替代标志,可以独立预测发病后 1 年的运动功能预后,特别是对初始严重受损的病人。Jang 等^[11]发现脑梗死发病(12.71±4.63)d 的 CST 纤维束比值与发病后 6 个月运动功能显著相关。本文结果显示脑出血后相对剩余 CST 条目数明显减少,并且与发病 3 个月运动功

能预后呈显著正相关($P<0.05$)。因此,神经导航系统追踪的纤维束条目数虽然并非实际人体中纤维的数目,但也可以作为小量 HGBH 病人运动功能预后的预测指标。本文将病人年龄控制在一个较小的范围内(50~60 岁),是因为有研究表明神经纤维轴突会发生生理性退行性变^[12],年龄差范围的减小会减少该因素造成的影响。此外,我们使用相对剩余纤维束条目数这一比值,也是为了减少个体差异形成的误差。

对于幕上出血量>30 ml 的病人,多采用手术治疗;而对于幕上<30 ml 的病人,多采取保守治疗。主要是因为手术本身也会造成脑损伤,从而影响病人预后。随着科技的进步,手术创伤越来越小。有研究表明,对于幕上 20~30 ml 的出血,进行立体定向穿刺置管引流术较保守治疗预后好^[13-15]。本文 18 例病人中,出血量<10 ml 的病人运动功能预后好于 10~30 ml 的病人。这也提示对于 10~30 ml 血肿可以采用适合的外科治疗,并联合 DTI 及 DTT 监测手术前后纤维束的变化,进一步研究不同类型手术对 CST 的影响。

因不同医院可能使用不同型号的高场强磁共振仪,在进行 DTI 检查时,参数设置也不相同,且感兴趣区域的选择会受到操作者的影响,所以,目前的各种结论尚无法形成共识去推广应用,还要增加单中心病例数量并和多中心联合开展研究。另外,交叉纤维和部分体积效应也会对仪器检测造成部分影响。

综上所述,在小量 HGBH 急性期,进行 DTI 和 DTT 检查,相对剩余 CST 条目数及 rFA 值越高预示病人运动功能预后越好,CST 分级越高预示病人运动功能预后越差,三个参数联合较单个指标预测价值更高;其中相对剩余 CST 条目数具有直观、量化的特点,是一个更好的评估指标。

【参考文献】

[1] Gao W, Li Z, Zhang L. Surgical techniques and prevention of complications in the treatment of basal ganglia hemorrhage through the distal transsylvian approach [J]. Craniofac Surg, 2020, 31(1): e27-e30.
[2] Li J, Wei XH, Liu YK, et al. Evidence of motor injury due to damaged corticospinal tract following acute hemorrhage in the basal ganglia region [J]. Sci Rep, 2020, 10(1): 16346.

(下转第 621 页)