

论 著

基于磁共振扩散张量成像探讨慢性酒精中毒性脑病胼胝体变性ADC值、FA值与饮酒年限的关系及变化趋势*

陆 涛¹ 李欢欢¹ 黄叶梅¹
黄德尤¹ 陈 炯^{2,*}1.右江民族医学院附属医院
(广西百色 533000)

2.南宁市第二人民医院 (广西 南宁 530000)

【摘要】目的 基于磁共振扩散张量成像(DTI)探究慢性酒精中毒性脑病(CAE)胼胝体变性患者表观弥散系数(ADC)值、各向异性分数(FA)值与饮酒年限的关系及变化趋势。方法 选取2018年7月至2022年12月我院60例CAE胼胝体变性患者作为研究组,另选同期60例无饮酒史健康志愿者作为对照组。两组均行DTI检查,比较两组一般资料、胼胝体DTI参数(ADC值、FA值),并比较研究组不同饮酒年限患者ADC值、FA值,分析CAE胼胝体变性患者饮酒年限与ADC值、FA值的相关性,采用受试者工作特征(ROC)曲线、决策曲线(DCA)分析ADC值、FA值诊断CAE胼胝体变性的价值及临床效用,通过危险度分析ADC值、FA值与CAE胼胝体变性发生风险的关系。结果 研究组胼胝体膝部、体部、压部ADC值及平均ADC值均高于对照组,胼胝体膝部、体部、压部FA值及平均FA值均低于对照组($P<0.05$);研究组胼胝体膝部、体部、压部ADC值及平均ADC值均随饮酒年限增加逐渐增大,胼胝体膝部、体部、压部FA值及平均FA值均随饮酒年限增加逐渐减小($P<0.05$);研究组患者胼胝体膝部、体部、压部ADC值及平均ADC值均与饮酒年限呈正相关,胼胝体膝部、体部、压部FA值及平均FA值均与饮酒年限呈负相关($P<0.05$);胼胝体平均ADC值、FA值诊断CAE胼胝体变性的曲线下面积(AUC)分别为0.709、0.826,联合诊断的AUC最大,为0.924,诊断敏感度、特异度分别为86.67%、83.35%,在CAE胼胝体变性诊断方面具有良好临床效用;胼胝体平均ADC值 $\geq 6.20 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ($\text{OR}=5.934$)、平均FA值 ≤ 0.28 ($\text{OR}=9.036$)均会明显增加CAE胼胝体变性发生风险($P<0.05$)。结论 DTI参数ADC值、FA值与CAE胼胝体变性患者饮酒年限密切相关,ADC值随饮酒年限增加逐渐增大,FA值随饮酒年限增加逐渐减小,二者在CAE胼胝体变性诊断方面具有良好诊断价值和临床效用。

【关键词】慢性酒精中毒性脑病;胼胝体变性;
磁共振扩散张量成像;诊断

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金课题】磁共振成像对慢性酒精中毒性脑病患者胼胝体变性的诊断价值研究
(yy2021sk037)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.06.002

Exploring the Relationship between ADC and FA Values of Corpus Callosum Degeneration and Years of Alcohol Consumption in Chronic Alcoholic Encephalopathy Based on Magnetic Resonance Diffusion Tensor Imaging and the Trend of Change*

LU Tao¹, LI Huan-huan¹, HUANG Ye-mei¹, HUANG De-you¹, CHEN Jiong^{2,*}.

1.The Affiliated Hospital of Youjiang Medical College for Nationalities, Baise 533000, Guangxi Province, China

2.Nanning Second People's Hospital, Nanning 530000, Guangxi Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the relationship between apparent diffusion coefficient (ADC) values, anisotropy fraction (FA) values and years of alcohol consumption in patients with chronic alcoholic encephalopathy (CAE) with corpus callosum degeneration based on magnetic resonance diffusion tensor imaging (DTI) and the trend of change. **Methods** Sixty patients with CAE corpus callosum degeneration in our hospital from July 2018 to December 2022 were selected as the study group, and another 60 healthy volunteers with no history of alcohol consumption in the same period were selected as the control group. DTI examination was performed in both groups, and the general data and corpus callosum DTI parameters (ADC values and FA values) were compared between the two groups, and the ADC values and FA values of patients with different years of alcohol consumption in the study group were compared, and the correlation between the years of alcohol consumption and ADC values and FA values of patients with CAE corpus callosum degeneration was analyzed, and the ADC values and FA values were diagnosed using subject work characteristic (ROC) curves and decision curves (DCA) The value and clinical utility of CAE corpus callosum degeneration, and the relationship between ADC value, FA value and the risk of CAE corpus callosum degeneration by risk level analysis. **Results** The ADC values and mean ADC values of the corpus callosum knee, body, and compression were higher in the study group than in the control group, and the FA values and mean FA values of the corpus callosum knee, body, and compression were lower than in the control group ($P<0.05$); the ADC values and mean ADC values of the corpus callosum knee, body, and compression in the study group gradually increased with increasing years of alcohol consumption, and the FA values and mean FA values of the corpus callosum knee, body, and compression gradually decreased with increasing years of alcohol consumption ($P<0.05$). The FA values and mean FA values of the corpus callosum knee, body, and pressure all gradually increased with increasing years of alcohol consumption ($P<0.05$). The ADC values and mean ADC values of the corpus callosum knee, body and compression were positively correlated with the number of years of alcohol consumption, and the FA values and mean FA values of the corpus callosum knee, body and compression were negatively correlated with the number of years of alcohol consumption in the study group ($P<0.05$); the area under the curve (AUC) of the mean ADC and FA values of the corpus callosum for the diagnosis of CAE corpus callosum degeneration were 0.709 and 0.826, respectively, and the combined diagnosis The AUC was 0.924, and the sensitivity and specificity were 86.67% and 83.35%, respectively, which had good clinical utility in the diagnosis of CAE callosal degeneration; mean ADC value of the corpus callosum $\geq 6.20 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ($\text{OR}=5.934$) and mean FA value ≤ 0.28 ($\text{OR}=9.036$) both significantly increased the risk of CAE callosal risk of degeneration ($P<0.05$). **Conclusion** The DTI parameters ADC value and FA value were closely related to the years of alcohol consumption in patients with CAE corpus callosum degeneration, and the ADC value gradually increased and the FA value gradually decreased with the years of alcohol consumption, both of which have good diagnostic value and clinical utility in the diagnosis of CAE corpus callosum degeneration.

Keywords: Chronic Alcoholic Encephalopathy; Corpus Callosum Degeneration; Magnetic Resonance Diffusion Tensor Imaging; Diagnosis

慢性酒精中毒性脑病(CAE)是酒精滥用和酒精中毒的重要疾病表现,由长期饮酒引起中枢和外周神经系统结构和功能损害所致,最终会导致不可逆转的衰弱反应^[1-2]。胼胝体变性多见于CAE患者,临床症状表现为痴呆、构音障碍、痉挛和行走无力,随着病程进展可引起痴呆甚至严重昏迷或精神错乱^[3]。因此尽早检出并给予有效治疗对控制疾病进展、改善预后至关重要。胼胝体变性的诊断主要依靠病史、临床症状和影像学检查,常用影像学方法包括CT和MRI,其中MRI能更早、更准确显示病变情况,已成为胼胝体变性的诊断“金标准”^[4-5]。随着MRI技术的提高,磁共振扩散张量成像(DTI)逐渐应用于脑

【第一作者】陆 涛,男,主治医师,主要研究方向:中枢神经及胸、腹部CT及MRI影像诊断。E-mail: 37625749@qq.com

【通讯作者】陈 炯,男,副主任医师,主要研究方向:腹部影像学。E-mail: chenjiongmgeng@163.com

损伤患者的诊断及治疗等方面,对神经纤维束走行具有较好的成像效果,其参数表观弥散系数(ADC)值、各向异性分数(FA)值能定量反映组织内水分子的弥散特征^[6]。相关研究指出,ADC值和FA值可对CAE进行定量评估,有助于指导CAE的早期诊断和治疗^[7]。但DTI在CAE胼胝体变性诊断方面的价值尚未明确。基于此,本研究重点探究ADC值、FA值与CAE胼胝体变性患者饮酒年限的关系及变化趋势,并分析其诊断价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 经我院伦理委员会审批通过,选取2018年7月至2022年12月我院60例CAE胼胝体变性患者作为研究组,其中男43例,女17例;年龄30~70岁,平均(47.12±8.39)岁。

纳入标准:符合CAE诊断标准^[8];具备胼胝体变性主要临床表现:嗜睡、乏力、眼球震颤、意识障碍、四肢不自主震颤,并经CT或MRI确诊^[9];患者已签署同意书。排除标准:有颅脑创伤史、脑卒中史或脑部手术史;糖尿病;痴呆、抑郁等神经系统疾病;无法进行MRI检查或有相关禁忌。

另选同期与研究组年龄相近的60例无饮酒史健康志愿者作为对照组。其中男39例,女21例;年龄28~70岁,平均(45.86±8.07)岁。纳入标准:无脑损伤史、脑部手术史等可能影响脑部细微结构病史;已签署同意书。排除标准:糖尿病;自主行为能力差,无法正常沟通交流;痴呆、抑郁等神经系统疾病;无法进行MRI检查或有相关禁忌。

1.2 方法 所有研究对象均于入院当天行DTI检查,仪器为ES-SENZA 1.5T超导磁共振成像仪(德国西门子),配备头颅8通道线圈。先行常规MRI检查,包括T₁WI序列(TR 480ms, TE 2.47ms,层厚5mm, FOV 320mm×320mm,矩阵320×320)、T₂WI序列(TR 3000ms, TE 120ms,层厚5mm, FOV 320mm×320mm,矩阵256×256)扫描。随后进行DTI检查,参数设置:TR 8000ms, TE 85.5ms,层厚5mm,矩阵256×256, FOV 230mm×230mm, b=1000s/mm²,激励次数1,扩散敏感梯度方向数20个。扫描数据上传至后处理工作站进行分析,于胼胝体膝

部、体部、压部连续三个层面设置椭圆形感兴趣区(15~20 mm²),每个部位测量2次,取平均值。

1.3 观察指标 (1)两组一般资料(性别、年龄、体重指数)、胼胝体膝部、体部、压部ADC值、FA值及平均ADC值、FA值。(2)比较研究组不同饮酒年限(<10年、10~20年、21~30年、>30年)患者胼胝体膝部、体部、压部ADC值、FA值及平均ADC值、FA值。

1.4 统计学方法 采用SPSS 22.0软件。计数资料以例数描述,采用 χ^2 检验。计量资料以($\bar{x} \pm s$)描述,采用t检验,多组间比较采用单因素方差分析,进一步两两间比较采用SNK-q检验。采用Spearman相关系数模型分析CAE胼胝体变性患者胼胝体平均ADC值、FA值与饮酒年限的相关性。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析胼胝体平均ADC值、FA值诊断CAE胼胝体变性的价值,获取曲线下面积(AUC)、截断值,不同诊断方案间AUC比较采用DeLong检验。通过决策曲线(DCA)评价胼胝体平均ADC值、FA值诊断CAE胼胝体变性的临床效用。通过危险度分析ADC值、FA值与CAE胼胝体变性发生风险的关系。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般资料、胼胝体DTI参数比较 两组性别、年龄、体重指数对比,差异无统计学意义($P>0.05$);研究组胼胝体膝部、体部、压部ADC值及平均ADC值均较对照组高,胼胝体膝部、体部、压部FA值及平均FA值均较对照组低($P<0.05$),见表1,典型CAE胼胝体变性病例MRI图像见图1。

CAE胼胝体变性患者,男,年龄37岁,因“头晕、四肢乏力、麻木8小时余,急诊平车收入我院神内一病区。病例特点:(1)青年,男,急性病程。(2)病史特点:患者自诉2022年6月7日18时许无明显诱因下出现头晕,主要表现为头部昏沉感,视物旋转、耳鸣,与体位无关,呈持续性眩晕不适,伴全身乏力,四肢麻木,有言语不清,表现为构音欠清晰,说话尚成句,旁人可理解,有肢体不自主抖动,无四肢强直抽搐。有长期饮酒史,每天约2瓶啤酒。MRI影像诊断意见:胼胝体病变:结合临床长期大量饮酒病史,考虑CAE。

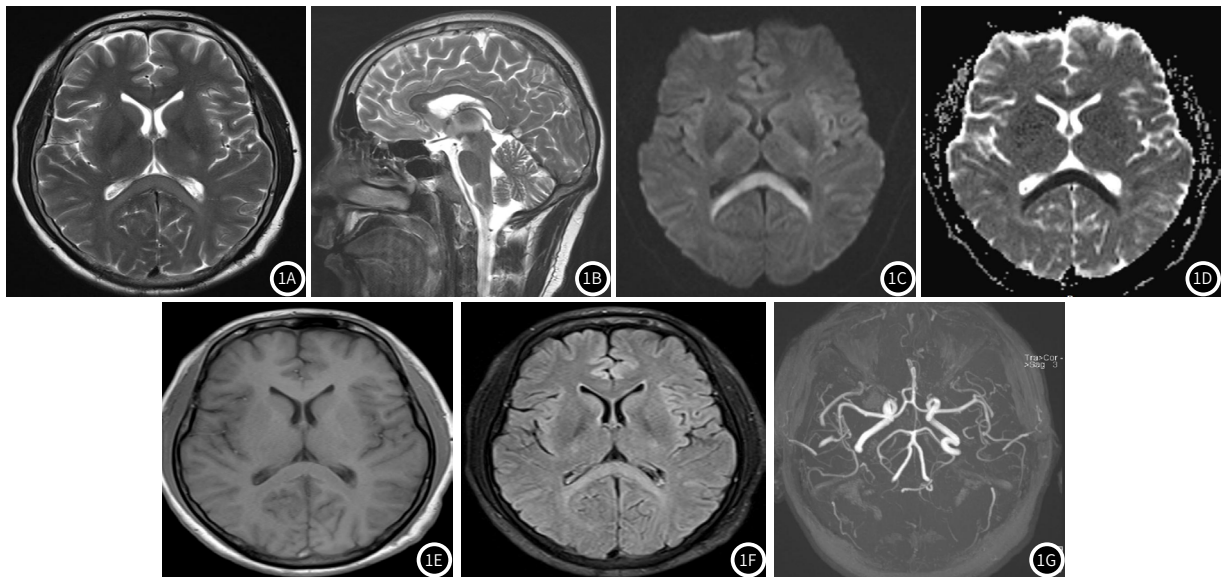


图1 典型CAE胼胝体变性病例MRI图像。图1A~图1B:胼胝体压部在T₁WI呈稍高信号;图1C~图1E:胼胝体压部在DWI弥散受限呈高信号,ADC图呈低信号;图1F~图1G:胼胝体压部在T₁WI呈等、稍低信号,FLAIR呈高信号,头颅MRA未见异常。

表1 两组一般资料、胼胝体DTI参数比较[n(%)]

组别	n	性别(男/女)	年龄(岁)	体重指数(kg/m ²)	ADC值($\times 10^{-3}$ mm ² /s)				FA值			
					膝部	体部	压部	平均值	膝部	体部	压部	平均值
研究组	60	43/17	47.12±8.39	23.45±2.10	6.51±0.90	6.48±0.86	6.50±0.92	6.50±0.91	0.22±0.06	0.23±0.05	0.24±0.07	0.23±0.06
对照组	60	39/21	45.86±8.07	23.18±1.97	5.89±0.69	5.79±0.68	5.84±0.71	5.84±0.70	0.33±0.07	0.35±0.08	0.35±0.09	0.34±0.08
χ^2/t		0.616	0.838	0.726	4.235	4.875	4.399	4.453	9.242	9.853	7.473	8.521
P		0.433	0.404	0.469	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 研究组不同饮酒年限患者胼胝体DTI参数比较 研究组不同饮酒年限患者胼胝体DTI参数存在明显差异，具体表现为随着饮酒年限增加，胼胝体膝部、体部、压部ADC值及平均ADC值均逐渐增大，胼胝体膝部、体部、压部FA值及平均FA值均逐渐减小($P<0.05$)，见表2。

2.3 CAE胼胝体变性患者ADC值、FA值与饮酒年限的相关性 相关性分析显示，CAE胼胝体变性患者胼胝体膝部、体部、压部ADC值及平均ADC值均与饮酒年限呈正相关，胼胝体膝部、体部、压部FA值及平均FA值均与饮酒年限呈负相关($P<0.05$)，见表3。

2.4 胼胝体ADC值、FA值诊断CAE胼胝体变性的价值及临床效用 以研究组为阳性样本，对照组为阴性样本，绘制胼胝体平均ADC值、FA值诊断CAE胼胝体变性的ROC曲线，结果显示，平均ADC值、FA值单独诊断的AUC分别为0.709、0.826，联合诊断的AUC为0.924，大于单独诊断的AUC($P<0.05$)；DCA分析显示胼胝体平均ADC值、FA值联合在CAE胼胝体变性诊断方面具有良好临床效用。见表4-5、图2-3。

2.5 ADC值、FA值与CAE胼胝体变性发生风险的关系 危险度分析显示，胼胝体平均ADC值 $\geq 6.20 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、平均FA值 ≤ 0.28 均会明显增加CAE胼胝体变性发生风险($P<0.05$)，见表6。

表2 研究组不同饮酒年限患者胼胝体DTI参数比较

饮酒年限	n	ADC值($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)				FA值			
		膝部	体部	压部	平均值	膝部	体部	压部	平均值
<10年	14	6.04±0.22	6.01±0.23	6.03±0.22	6.03±0.22	0.31±0.05	0.33±0.05	0.34±0.06	0.33±0.05
10~20年	15	6.34±0.27	6.32±0.24	6.31±0.26	6.32±0.25	0.25±0.04	0.26±0.06	0.26±0.05	0.26±0.05
21~30年	16	6.62±0.31	6.63±0.29	6.64±0.28	6.63±0.29	0.19±0.05	0.20±0.04	0.21±0.04	0.20±0.04
>30年	15	7.00±0.32	6.92±0.33	6.98±0.31	6.97±0.32	0.14±0.03	0.14±0.04	0.16±0.03	0.15±0.04
F		30.202	29.397	33.733	31.837	42.184	41.779	40.422	43.171
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表3 CAE胼胝体变性患者ADC值、FA值与饮酒年限的相关性

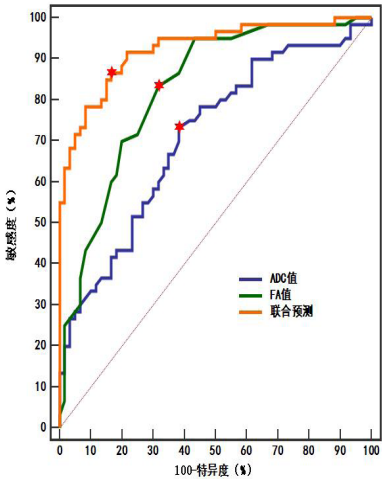
指标		ADC值				FA值			
		膝部	体部	压部	平均值	膝部	体部	压部	平均值
饮酒年限	r	0.415	0.408	0.432	0.421	-0.476	-0.453	-0.449	-0.458
	P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表4 胼胝体ADC值、FA值诊断CAE胼胝体变性的价值及临床效用

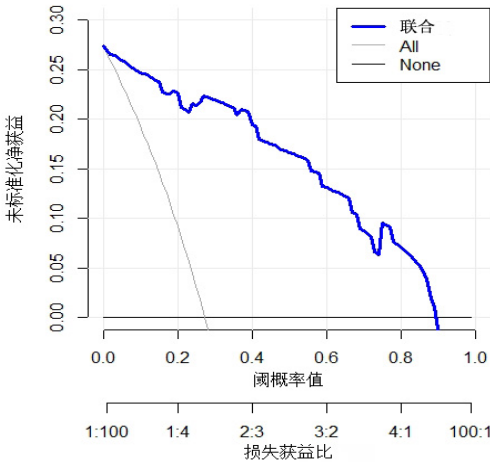
指标	AUC	95%CI	截断值	敏感度(%)	特异度(%)	P
ADC值	0.709	0.619~0.788	$6.20 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$	73.35	61.68	<0.001
FA值	0.826	0.746~0.889	0.28	83.33	68.34	<0.001
联合预测	0.924	0.861~0.964	0.324	86.67	83.35	<0.001

表5 ROC曲线对比

成对对比	AUC差异	标准误差	95%CI下限	95%CI上限	Z	P
联合-ADC值	0.215	0.054	0.109	0.321	3.959	<0.001
联合-FA值	0.098	0.042	0.016	0.181	2.343	0.019



2



3

图2 胼胝体ADC值、FA值诊断CAE胼胝体变性的ROC曲线，图3 胼胝体ADC值、FA值诊断CAE胼胝体变性的DCA

表6 ADC值、FA值与CAE胼胝体变性发生风险的关系

指标	组别	n	对照组	研究组	OR	95%CI	P
ADC值	$\geq 6.20 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$	57	16(28.07)	41(71.93)	5.934	2.695~13.069	<0.001
	$< 6.20 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$	63	44(69.84)	19(30.16)			
FA值	≤ 0.28	58	14(24.14)	44(75.86)	9.036	3.949~20.677	<0.001
	> 0.28	62	46(74.19)	16(25.81)			

3 讨 论

胼胝体变性是一种胼胝体和近皮质下白质脱髓鞘/坏死疾病，其发病机制尚未明确，大量研究指出本病与长期大量饮酒密切相关^[10-11]。由于胼胝体变性临床表现缺乏特异性，易误诊，近年MRI的发展及普及提高了临床医生对本病的认识^[12]。

DTI是在扩散加权成像基础上发展起来的新型MRI技术，能清晰显示组织内水分子弥散运动，提供更多解剖信息，从而更准确识别细微的神经异常变化^[13-14]。相关研究显示，DTI能定量、定性评估CAE患者的脑白质损伤情况^[15]。ADC值、FA值是DTI技术的常用参数，本研究通过DTI检查CAE胼胝体变性患者，结果显示CAE胼胝体变性患者胼胝体膝部、体部、压部ADC值均明显高于无饮酒史健康志愿者，胼胝体膝部、体部、压部FA值均低于无饮酒史健康志愿者。分析其原因在于，ADC值是反映水分子单位时间内扩散运动范围的参数，其值越大说明水分子扩散的能力越强，FA值则是反映水分子受细胞膜组织结构限制作用的参数，其值越大提示组织的各向异性越强^[16-17]。CAE胼胝体变性导致胼胝体发生细微神经束结构损伤，其纤维组织中水分子扩散运动发生改变，微观结构的改变导致水分子整体的扩散能力及所受阻力增大，各向异性降低，导致ADC值变大、FA值变小^[18-19]。由此可见CAE胼胝体变性患者胼胝体膝部、体部、压部均存在细微神经束结构损伤，通过DTI可准确观察其损伤情况。但许克宁等^[19]研究指出，轻度CAE胼胝体变性患者胼胝体体部ADC值与健康人群接近。这与本研究结果存在一定差异，这可能与研究对象病情、样本量等不同有关，仍需通过前瞻性大样本研究进一步验证。

本研究还发现，CAE胼胝体变性患者胼胝体膝部、体部、压部ADC值及平均ADC值均与饮酒年限呈正相关，胼胝体膝部、体部、压部FA值及平均FA值均与饮酒年限呈负相关。提示饮酒年限的增加可导致胼胝体细微神经束结构损伤加重，从一定角度反映出长期饮酒对脑实质的严重危害，尽早戒酒对控制脑实质损伤至关重要。但有研究指出，年龄增长也会导致健康人胼胝体压部ADC值、FA值发生明显变化^[20-22]。对于年龄较大的CAE胼胝体变性患者，其胼胝体ADC值、FA值与饮酒年限的关系是否受年龄增大的影响尚未可知，有待日后进一步深入探究。

基于上述研究，本研究推测胼胝体平均ADC值、FA值有助于CAE胼胝体变性的诊断，通过ROC曲线分析发现平均ADC值、FA值诊断CAE胼胝体变性的AUC均在0.7以上，具有一定诊断价值，特别是二者联合诊断的AUC提高至0.924，诊断敏感度、特异度分别为86.67%、83.35%。此外，本研究还发现胼胝体平均ADC值 $\geq 6.20 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ (OR=5.934)、平均FA值 ≤ 0.28 (OR=9.036)均会明显增加CAE胼胝体变性发生风险。提示胼胝体平均ADC值、FA值均与CAE胼胝体变性的发生密切相关。进一步通过DCA分析发现，胼胝体平均ADC值、FA值在CAE胼胝体变性诊断方面具有良好临床效用，可为临床诊断CAE胼胝体变性提供新的可靠方法。

综上所述，CAE胼胝体变性患者胼胝体膝部、体部、压部均存在细微神经束结构损伤，通过DTI参数ADC值、FA值可定量反

映胼胝体细微神经束结构损伤情况，且ADC值随饮酒年限增加逐渐增大，FA值随饮酒年限增加逐渐减小，二者在CAE胼胝体变性诊断方面具有良好诊断价值和临床效用，可作为临床诊断和随访监测CAE胼胝体变性的指标。

参考文献

[1]程雅莉,杨军,曹笃,等.慢性酒精中毒性脑病诊治研究进展[J].中国药业,2020,29(19):5-9.

[2]Hammoud N,Jimenez-Shahed J.Chronic Neurologic Effects of Alcohol[J].Clin Liver Dis,2019,23(1):141-155.

[3]Zhang Y,Culpepper K,Mathew R,et al.Marchiafava-Bignami disease presenting as reversible coma[J].BMJ Case Rep,2022,15(4):e247852.

[4]Tiwari S,Dubey P,Swami MK,et al.Classical Imaging Finding in Marchiafava Bignami Disease[J].Neurol India,2021,69(6):1627-1628.

[5]Singh S,Wagh V.Marchiafava Bignami Disease: A Rare Neurological Complication of Long-Term Alcohol Abuse[J].Cureus,2022,14(10):e30863.

[6]Bao H,Li R,He M,et al.DTI Study on Brain Structure and Cognitive Function in Patients with Chronic Mountain Sickness[J].Sci Rep,2019,9(1):19334.

[7]徐永立,洪晓峰.ADC值及FA值在慢性酒精中毒性脑病中的应用价值[J].现代医用影像学,2022,31(1):10-13,26.

[8]中国医师协会神经内科学分会脑与脊髓损害专业委员会.慢性酒精中毒性脑病诊治中国专家共识[J].中华神经医学杂志,2018,17(1):2-9.

[9]Hillbom M,Saloheimo P,Fujioka S,et al.Diagnosis and management of Marchiafava-Bignami disease: a review of CT/MRI confirmed cases[J].J Neurol Neurosurg Psychiatry,2014,85(2):168-73.

[10]Muccio CF,De Lipsis L,Belmonte R,et al.Reversible MR Findings in Marchiafava-Bignami Disease[J].Case Rep Neurol Med,2019,2019(1):1951030.

[11]Gül G,Özden M,Özdemir Z,et al.Marchiafava-Bignami disease:Report of three cases[J].Idegyogy Sz,2020,73(1-2):65-69.

[12]郑艳,陈岚.原发性胼胝体变性2例报道[J].贵州医药,2019,43(7):1140-1141.

[13]霍磊,张春旺.DTI在足球运动致膝关节ACL损伤分级评估中的应用[J].影像科学与光化学,2022,40(4):897-901.

[14]冯艺麒,侯雪勤,肖农.磁共振扩散张量成像在脑损伤中的应用进展[J].中华物理医学与康复杂志,2020,42(6):574-576.

[15]徐永立,赵小华,郝金华,等.慢性酒精中毒性脑病患者脑白质损伤的MRI特点[J].中国中西医结合影像学杂志,2019,17(4):345-347,350.

[16]Bagi Z,Kroenke CD,Fopiano KA,et al.Association of cerebral microvascular dysfunction and white matter injury in Alzheimer's disease[J].Geroscience,2022,44(4):1-14.

[17]Jang SH,Kim OL,Kim SH,et al.Differences in corpus callosum injury between cerebral concussion and diffuse axonal injury[J].Medicine (Baltimore),2019,98(41):e17467.

[18]Tembey RA,Karnik A,Mani SA.MR imaging in the diagnosis of Marchiafava-Bignami syndrome[J].Neurol India,2019,67(1):321-323.

[19]许克宁,吕国士,杨东奎.联合应用DTI与DKI技术对轻度慢性酒精中毒胼胝体变性的诊断价值[J].医疗卫生装备,2019,40(3):49-52,77.

[20]武金龙.3.0T磁共振扩散张量成像对健康人胼胝体压部生长发育及退变研究[J].山西医药杂志,2021,50(16):2424-2425.

[21]陈欣,吕达平.酒精性脑病引发胼胝体变性的CT与MRI的影像特征分析[J].中国CT和MRI杂志,2017,15(11):38-40.

[22]邓明明,邓方,黄聪.成人可逆性胼胝体压部病变综合征的MR、DWI分析及鉴别诊断[J].中国CT和MRI杂志,2020,18(09):7-10.

(收稿日期: 2023-01-25)

(校对编辑: 姚丽娜)