

# SMI 评估多发性大动脉炎颈动脉增厚管壁内 新生血管治疗前后的变化\*

陈敏<sup>1</sup> 高洁<sup>1</sup> 牛慧敏<sup>1</sup> 高丽<sup>1</sup> 薛红元<sup>1</sup> 叶玉泉<sup>1</sup>

**[摘要]** 目的:探讨超微细血管成像技术(SMI)评估多发性大动脉炎(TA)患者受累颈动脉增厚管壁内新生血管治疗前后的变化。方法:前瞻性选取 2018 年 1 月—2020 年 1 月我院收治的 45 例 TA 患者,根据病情分为临床活动期组(28 例)和非活动期组(17 例)。比较两组红细胞沉降率(ESR)、C 反应蛋白(CRP)、白细胞介素-6(IL-6)、受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级评分等。结果:受累颈动脉管壁厚度+SMI 分级+ESR+CRP+IL-6 评估 TA 疾病活动性的 AUC 最高,为 0.926( $P<0.05$ );临床活动期组患者治疗后 ESR、CRP、IL-6、受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级评分低于治疗前( $P<0.05$ );受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级评分差值与美国国立卫生研究院大动脉炎评分(NIH)差值呈正相关( $P<0.05$ )。结论:SMI 技术可观察 TA 患者受累颈动脉增厚管壁内新生血管情况,有望成为 TA 病情活动状态、临床决策、治疗、随访的一种有效、无创、简便辅助性评估策略。

**[关键词]** 超微细血管成像技术;多发性大动脉炎;受累颈动脉;管壁增厚;新生血管

**DOI:**10.13201/j.issn.1001-1439.2021.02.015

**[中图分类号]** R543.1 **[文献标志码]** A

## Evaluation of changes of intra-wall neovascularization of the affected carotid artery thickening in TA patients before and after treatment based on SMI

CHEN Min GAO Jie NIU Huimin GAO Li XUE Hongyuan YE Yuquan

(Department of Ultrasound, Hebei Provincial People's Hospital, Sijiazhuang, 050000, China)

Corresponding author: YE Yuquan, E-mail: tb877q@163.com

**Abstract Objective:** To investigate the changes of superb micro-vascular imaging (SMI) before and after treatment of neovascularization in the thickened carotid artery wall of patients with takayasu arteritis(TA). **Methods:** Prospectively selected 45 TA patients admitted to our hospital from January 2018 to January 2020, and divided them into clinical active group( $n=28$ ) and inactive group( $n=17$ ) according to their condition. The erythrocyte sedimentation rate(ESR), C-reactive protein(CRP), interleukin-6(IL-6), thickness of the affected carotid artery wall and SMI grade score were compared. **Results:** The AUC of TA disease activity assessed by the thickness of the affected carotid artery wall + SMI grade + ESR + CRP + IL-6 was 0.926( $P<0.05$ ); the ESR, CRP, IL-6, thickness of the affected carotid artery wall and SMI grade score of patients in the clinical active group after treatment were lower than those before treatment( $P<0.05$ ); the thickness of the affected carotid artery wall and the difference in SMI grade score were positively correlated with the difference in National Institutes of Health's Arteritis Score(NIH)( $P<0.05$ ). **Conclusion:** SMI technology can observe the neovascularization in the thickened carotid artery wall of TA patients. It is expected to be an effective, non-invasive and simple auxiliary evaluation strategy for TA disease activity, clinical decision-making, treatment and follow-up.

**Key words** superb micro-vascular imaging; takayasu arteritis; affected carotid artery; wall thickening; neovascularization

多发性大动脉炎(takayasu arteritis, TA)是一种病因不明的自身免疫疾病,在全球范围发病率为 2/100 万,亚洲和南美洲发病率高于其他地域<sup>[1]</sup>。有资料显示,45%~84%的 TA 患者出现颈动脉受累,可诱发急性心脑血管事件,威胁患者生命健康,因此临床普遍强调 TA 活动期的积极治疗<sup>[2-3]</sup>。目前临床大多结合 TA 患者症状的缓解情况及实验室指标来评估疗效及预后,并以此作为药物和手术

治疗的指征,但由于客观性不足,且不能观察患者血管内炎症情况,可能使部分仍处于进展期隐匿性患者得不到有效药物治疗,而在炎症活动期进行血管手术会有较高的再狭窄率和加重病情的风险,故准确评估患者病情活动状态意义重大<sup>[4-5]</sup>。受累血管组织病理检查有活动性血管炎症的病理改变是评估 TA 活动性的“金标准”,但病理检查为有创性操作,因此临床亟待新型无创、简便、有效的评估方法<sup>[6]</sup>。超微细血管成像技术(superb micro-vascular imaging, SMI)是一种能高分辨力成像的新型无创技术,无需造影剂,评估 TA 患者颈动脉新生血管与超声造影结果相一致,但评估病情活动状

\*基金项目:2019 年度河北省医学科学研究课题计划(No: 20190304)

<sup>1</sup>河北省人民医院超声科(石家庄,050000)

通信作者:叶玉泉, E-mail: tb877q@163.com

态、受累颈动脉增厚管壁内新生血管治疗前后变化的报道较少<sup>[7-8]</sup>。本研究对此进行探讨,旨在为临床应用提供参考,报告如下。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

前瞻性选取 2018 年 1 月—2020 年 1 月我院收治的 45 例 TA 患者,根据病情分为临床活动期组(28 例)和非活动期组(17 例)。纳入标准:符合 TA 诊断标准<sup>[9]</sup>;入组前 4 周末接受过 TA 相关药物治疗;无 TA 手术治疗史;近期无急性感染病史;

影像学检查提示颈动脉受累;可配合治疗和随访。两组患者年龄 19~47 岁,组间年龄、性别、BMI、病程、受累动脉分布情况、颈动脉受累侧、受累颈动脉比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 1。

排除标准:先天性主动脉狭窄者;血栓闭塞性脉管炎者;肾动脉纤维肌结构不良者;结节性多动脉炎者;胸廓出口综合征者;动脉粥样硬化所致的血管狭窄;血小板计数 $<100 \times 10^9/L$ 者;中性粒细胞计数 $<1 \times 10^9/L$ 者;肝肾功能不全者;合并恶性肿瘤者;合并急性心脑血管疾病者;中途失访者。

表 1 两组临床资料比较  
 Table 1 Comparison of clinical data between the two groups

项目	临床活动期组(28 例)	非活动期组(17 例)	$t/\chi^2/u$	$P$
年龄/岁	35.19±5.52	36.87±4.89	1.032	0.308
男/女	8/20	3/14	0.220	0.639
BMI/(kg·m <sup>-2</sup> )	22.31±1.85	22.27±1.90	0.070	0.945
病程/年	3.26±1.01	3.51±0.89	0.841	0.405
颈动脉外其他受累动脉分布情况				
肺动脉	0(0)	1(5.88)	—	0.378
腋动脉	2(7.14)	0(0)	0.145	0.703
腹腔干	2(7.14)	1(5.88)	0.204	0.651
肠系膜上动脉	4(14.29)	1(5.88)	0.145	0.704
肾动脉	5(17.86)	3(17.65)	0.148	0.701
降主动脉	6(21.43)	4(23.53)	0.042	0.837
锁骨下动脉	9(32.14)	7(41.18)	0.377	0.539
颈动脉受累侧			0.733	0.392
左侧	18(64.29)	13(46.43)		
右侧	10(35.71)	4(14.29)		
受累颈动脉			0.183	0.913
颈总动脉	15(39.47)	9(42.86)		
颈内动脉	12(31.58)	7(33.33)		
颈外动脉	11(28.95)	5(23.81)		

注:“—”表示采用确切概率法计算,不存在卡方值。

### 1.2 方法

**1.2.1 资料收集** 收集患者年龄、性别、BMI、病程、受累动脉分布情况、颈动脉受累侧、受累颈动脉临床资料。TA 病情活动性判断标准<sup>[9]</sup>:①红细胞沉降率(ESR)增高;②有骨骼、发热、肌肉症状等全身症状;③血管缺血或炎症的特点:如脉搏减弱或无脉、间歇性运动障碍、血压不对称、血管杂音、血管疼痛等;④血管造影的异常。具有上述 $\geq 2$ 项新近出现或加重的临床表现表明病情活动。

**1.2.2 实验室检测** 检测患者血红蛋白、白细胞、血小板、白蛋白、免疫球蛋白 A、免疫球蛋白 G、ESR、C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)。

**1.2.3 超声检测** 应用 Aplio 500 超声诊断仪,探头频率 4~11 MHz,先实施颈动脉常规超声扫查,

观察受累节段位置、管壁厚度,并观察狭窄位置狭窄程度、血流速度。再行 SMI 扫查,记录增厚管壁内新生血管情况。SMI 增厚管壁内新生血管血流分级<sup>[10]</sup>:0 级(0 分),未见血流信号;I 级(1 分),1~4 个点状血流信号或 1~2 条线状血流信号;II 级(2 分),4 个以上点状或 2 条以上线状血流信号。

**1.2.4 TA 疾病活动性评估** 采用美国国立卫生研究院大动脉炎评分(National institutes of health, NIH)<sup>[11]</sup>评估 TA 患者病情活动性。

**1.2.5 治疗方法** 采用激素免疫抑制剂治疗,共治疗 6 个月。

### 1.3 观察指标

①比较两组一般资料、实验室指标及 SMI 参数;②分析影响 TA 疾病活动性的相关因素;③分析受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级评分评估 TA 疾

病活动性的效能;④比较临床活动期组患者治疗前后各实验室、SMI 参数及各评分变化;⑤分析受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级评分差值与 NIH 评分差值的相关性。

#### 1.4 统计学处理

采用 SPSS 25.0 统计学软件处理数据,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,采用两独立样本  $t$  检验,治疗前后比较采用配对  $t$  检验。计数资料用例(%)表示,当例数小于 30 或理论频数  $T \leq 1$  时采用确切概率法,当例数  $\geq 30$  且理论频数  $T \geq 5$  或  $1 < T < 5$  时用  $\chi^2$  检验,采用 Logistic 回归方程分析影响 TA 活动性的相关因素,采用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic, ROC)及 ROC 曲线下面积(AUC)分析受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级评分评估 TA 活动性的效能,采用 Pearson 分析受累颈动脉管壁厚

度与 NIH 评分及 ESR、CRP、IL-6 差值的相关性。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组实验室指标及 SMI 参数

两组血红蛋白、白细胞、血小板、白蛋白、免疫球蛋白 A、免疫球蛋白 G 比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ );临床活动期组 ESR、CRP、IL-6、受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级评分高于非活动期组,组间 SIM 分级比较,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 2。

### 2.2 TA 疾病活动性的 Logistic 回归方程分析

以 TA 疾病活动性为因变量,纳入 ESR、CRP、IL-6、受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级作为自变量进行 Logistic 回归方程分析,发现 ESR、CRP、IL-6、受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级均与 TA 活动性显著相关( $P < 0.05$ ),见表 3。

表 2 两组实验室指标及 SMI 参数对比  
Table 2 Comparison of laboratory indicators and SMI parameters of the two groups 例(%),  $\bar{x} \pm s$

资料	临床活动期组(28 例)	非活动期组(17 例)	$t/\chi^2/u$	$P$
实验室指标				
血红蛋白/( $g \cdot L^{-1}$ )	114.52 ± 13.65	116.07 ± 12.86	0.377	0.708
白细胞/( $\times 10^9 \cdot L^{-1}$ )	9.64 ± 2.04	9.75 ± 1.96	0.178	0.860
血小板/( $\times 10^9 \cdot L^{-1}$ )	264.59 ± 23.66	260.12 ± 24.81	0.603	0.549
白蛋白/( $g \cdot L^{-1}$ )	43.51 ± 3.18	44.05 ± 3.09	0.644	0.522
免疫球蛋白 A/( $g \cdot L^{-1}$ )	2.35 ± 0.86	2.41 ± 0.84	0.264	0.793
免疫球蛋白 G/( $g \cdot L^{-1}$ )	11.64 ± 3.52	11.59 ± 3.27	0.055	0.956
ESR/( $mm \cdot h^{-1}$ )	45.62 ± 14.19	23.82 ± 7.98	5.788	<0.001
CRP/( $ng \cdot mL^{-1}$ )	24.97 ± 6.55	15.39 ± 5.12	5.144	<0.001
IL-6/( $pg \cdot mL^{-1}$ )	34.82 ± 10.08	26.77 ± 9.24	2.678	0.010
SMI 参数				
受累颈动脉管壁厚度/mm	2.34 ± 0.62	1.27 ± 0.25	6.765	<0.001
SMI 分级评分/分	1.79 ± 0.19	1.05 ± 0.21	9.739	<0.001
SMI 分级				
0	3(7.89)	16(76.19)		
I	20(52.63)	5(23.81)		
II	15(13.16)	0(0)		

注:“—”表示采用确切概率法计算,不存在卡方值。

表 3 影响 TA 疾病活动性因素的 Logistic 回归方程分析  
Table 3 Logistic regression equation analysis of factors affecting TA disease activity

影响因素	$\beta$	SE	Wald $\chi^2$	$P$	OR	95%CI
ESR	1.945	0.225	8.748	<0.001	1.945	1.449~2.612
CRP	1.326	0.426	9.695	<0.001	3.767	2.857~4.968
IL-6	1.453	0.526	7.626	<0.001	4.274	3.246~5.628
受累颈动脉管壁厚度	0.767	0.211	13.207	<0.001	2.153	1.265~3.664
SMI 分级 0 级	-0.845	0.294	8.267	<0.001	0.429	0.356~0.518

### 2.3 分析受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级评分评估 TA 疾病活动性的效能

受累颈动脉管壁厚度评估 TA 疾病活动性的

AUC 为 0.817, SMI 分级评估 TA 疾病活动性的 AUC 为 0.838, 受累颈动脉管壁厚度 + SMI 分级 + ESR + CRP + IL-6 评估 TA 疾病活动性的 AUC 为

0.926( $P < 0.05$ )。见图 1、表 4。

## 2.4 比较临床活动期组患者治疗前后各实验室、SMI 参数及各评分变化

临床活动期组患者治疗后 ESR、CRP、IL-6、受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级评分、NIH 评分低于治疗前( $P < 0.05$ )。见表 5。治疗前后 SMI 分级变化见图 2。

## 2.5 分析受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级与 NIH 评分差值的相关性

受累颈动脉管壁厚度治疗前后差值与 NIH( $r = 0.821, P = 0.008$ )差值呈正相关, SMI 分级与 NIH( $r = 0.758, P < 0.001$ )差值呈正相关。见图 3。

## 3 讨论

### 3.1 研究意义

根据病情,可将 TA 分为临床活动期与非活动期,前者常应用激素等免疫抑制药物,后者多采用外科手术或介入治疗,若错误地估计了疾病的活动状态,可能导致治疗不足或过度治疗,不能有效控制病情,且误认为患者处于非活动期而采取介入治疗或手术治疗,会引起其他部位动脉的炎症变化,加重病情,故准确判断疾病的活动状态十分重要<sup>[12-13]</sup>。ESR、CRP 是判断 TA 活动性的传统血清学指标,在临床活动期 TA 患者中 ESR、CRP 明显高于非活动期患者<sup>[14-15]</sup>。但 ESR、CRP 缺乏特异性,且还存在敏

感性的不足<sup>[16-20]</sup>。可见单纯依赖 ESR、CRP 不能准确评估 TA 病情状态及疗效,需研究新的评估方法。

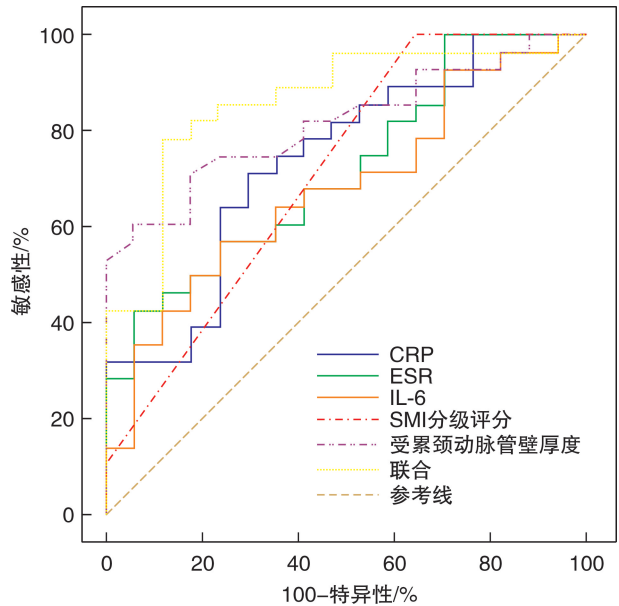


图 1 受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级评分单一及联合评估 TA 疾病活动性的 ROC

Figure 1 ROC of affected carotid artery wall thickness, SMI grading single and combined assessment of TA disease activity

表 4 ROC 分析结果

Table 4 ROC analysis results

指标	AUC	95%CI	Z 统计	P	截点值	敏感性/%	特异性/%
受累颈动脉管壁厚度	0.817	0.674~0.916	5.109	<0.001	>1.91 mm	60.71	94.12
SMI 分级	0.838	0.718~0.958	0.535	<0.001	>1.55 分	67.86	88.24
ESR	0.718	0.565~0.842	2.833	<0.001	>45.03 mm/h	42.86	94.12
CRP	0.742	0.589~0.860	3.138	<0.001	>22.53 ng/mL	71.43	70.59
IL-6	0.681	0.525~0.812	2.221	<0.001	>31.76 pg/mL	57.14	76.47
联合	0.926	0.847~1.000	10.501	<0.001		82.17	94.12

### 3.2 SMI 参数与 TA 病情活动状态的关系

TA 是一种慢性血管炎性病变,发生部位为动脉外膜和中膜,炎症反应刺激内膜细胞增生与病理性滋养血管新生,滋养血管的形成又为炎性基质成分、炎性细胞的渗透提供了通道,形成恶性循环,共同加重 TA 病程进展<sup>[21-22]</sup>。本研究发现,除 ESR、CRP、IL-6 外,受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级均与 TA 活动性显著相关。而 SMI 基于超声技术,能观察受累颈动脉增厚管壁内新生血管情况<sup>[23]</sup>。本研究显示,临床活动期组受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级评分高于非活动期组,受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级均与 TA 活动性显著相关,说明采用 SMI 检测受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级能为临床评估 TA 患者病情状态提供参考。王立娟等<sup>[24]</sup>研究显示,活动期

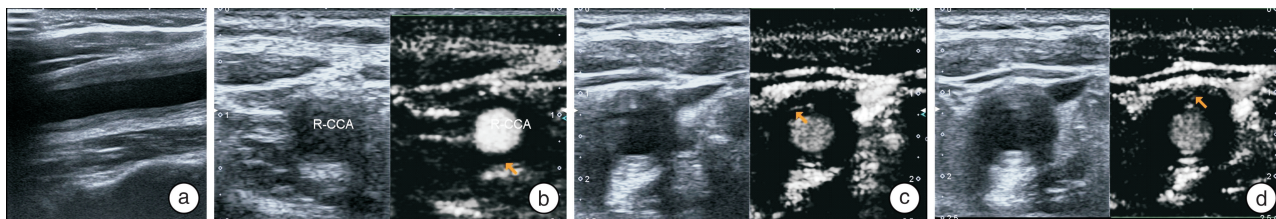
TA 患者 SMI 高分级者明显多于非活动期,佐证了 TA 活动期患者受累颈动脉增厚管壁内新生血管明显。分析原因发现,处于病情活动期 TA 患者血管炎症反应严重,导致内膜细胞增生明显,新生血管数量较多,故受累颈动脉管壁厚度增加,血管内血流信号丰富,SMI 分级评分较高<sup>[25]</sup>。后续的 ROC 分析显示,评估 TA 活动性的 AUC:受累颈动脉管壁厚度为 0.817,SMI 分级评分为 0.800,均 $\geq 0.8$ ,呈现出较高的评估价值。当受累颈动脉管壁厚度 $> 1.91$  mm,SMI 分级评分 $> 1.73$  分时,有足够的阳性证据证明患者处于病情活动期,但两者单一评估的 AUC 均低于两者联合 AUC 的 0.905,提示两者联合评估 TA 病情状态的可靠性最高。



表 5 比较临床活动期组患者治疗前后各实验室、SMI 参数及各评分变化  
Table 5 Comparison of changes in various laboratories, SMI parameters and various scores 例(%),  $\bar{x} \pm s$

项目	治疗前(28例)	治疗后(28例)	差值	$t/\chi^2$	$P$
实验室指标					
血红蛋白/( $g \cdot L^{-1}$ )	114.52±13.65	115.15±13.28	0.63±0.20	0.175	0.862
白细胞/( $\times 10^9 \cdot L^{-1}$ )	9.64±2.04	9.68±2.01	0.04±0.01	0.074	0.941
血小板/( $\times 10^9 \cdot L^{-1}$ )	264.59±23.66	265.34±22.49	0.75±0.21	0.122	0.904
白蛋白/( $g \cdot L^{-1}$ )	43.51±3.18	43.69±3.27	0.18±0.06	0.209	0.835
免疫球蛋白 A/( $g \cdot L^{-1}$ )	2.35±0.86	2.29±0.84	0.06±0.02	0.264	0.793
免疫球蛋白 G/( $g \cdot L^{-1}$ )	11.64±3.52	11.58±3.48	0.06±0.01	0.064	0.949
ESR/( $mm \cdot h^{-1}$ )	45.62±14.19	20.16±7.57	25.46±8.02	8.677	<0.001
CRP/( $ng \cdot mL^{-1}$ )	24.97±6.55	12.78±3.61	12.19±3.26	8.625	<0.001
IL-6/( $pg \cdot mL^{-1}$ )	34.82±10.08	24.78±7.59	10.04±3.15	4.21	<0.001
SMI 参数					
受累颈动脉管壁厚度/mm	2.34±0.62	1.30±0.25	1.04±0.23	8.232	<0.001
SMI 分级评分/分	1.79±0.19	1.07±0.16	0.72±0.13	15.338	<0.001
SMI 分级					
0	3(7.89)	25(48.08)		20.850	0.001
I	20(52.63)	24(46.15)			
II	15(13.16)	3(5.77)			
病情活动性评估					
NIH 评分/分	2.24±0.13	0.56±0.12	1.68±0.11	50.248	<0.001

注：“差值”均为绝对值。



a: 二维超声显示管壁增厚; b: SIM 0 级; c: SIM I 级; d: SIM II 级。

图 2 治疗前后 SIM 分级变化

Figure 2 SIM classification changes before and after treatment

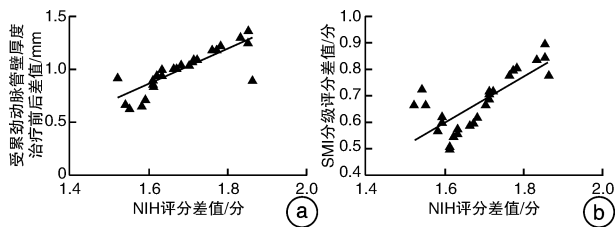


图 3 受累颈动脉管壁厚度治疗前后差值、SMI 分级与 NIH 评分差值的相关性

Figure 3 The correlation between the difference of the thickness of the carotid artery wall before and after treatment, the SMI classification and the difference of the NIH score

### 3.3 SMI 参数在 TA 活动期疗效及病情活动状态监测中的作用

本研究发现,治疗后患者 NIH 评分较治疗前

显著降低,且与治疗前相比,治疗后患者受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级评分均显著降低,表明采用 SMI 评估受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级,有助于 TA 活动期患者治疗后的疗效随访。治疗后,由于血管炎症反应消退,改善了内膜细胞增生现象,且纤维复合物形成及瘢痕化,明显减少了有功能的滋养血管,所以受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级会出现明显的变化<sup>[16-28]</sup>。同时受累颈动脉管壁厚度、SMI 分级评分差值与 NIH、ESR、CRP、IL-6 差值均呈正相关,说明 SMI 能评估患者治疗后病情活动状态,能为临床后续的干预提供重要的参考信息。目前关于 TA 疾病活动性无创、有效、便捷评估策略的报道较少,本研究结果可弥补这一现象,但由于 TA 发病率低,本研究纳入样本量较小,故可能存在样本偏倚,有待后续扩大样本量,进一步探讨。

综上,TA 活动期患者受累颈动脉管壁增厚,管壁内新生血管信号异常,与病情状态显著相关,治疗后受累颈动脉管壁厚度与血流均降低,采用 SMI 可有效、无创、简便地发现以上变化,为 TA 病情活动状态、临床决策、治疗、随访提供参考。

#### 参考文献

- [1] Keser G, Aksu K, Direskeneli H. Takayasu arteritis: an update[J]. *Turk J Med Sci*, 2018, 48(4): 681-697.
- [2] 文莉莉,尉志红,刘瑞红,等. 血管超声造影在基层医院多发性大动脉炎诊疗中的应用价值[J]. *中国药物与临床*, 2019, 19(16): 2758-2760.
- [3] Jain A, Kumar D, Guleria A, et al. NMR-based serum metabolomics of patients with takayasu arteritis; relationship with disease activity[J]. *J Proteome Res*, 2018, 17(9): 3317-3324.
- [4] Barra L, Kanji T, Malette J, et al. Imaging modalities for the diagnosis and disease activity assessment of Takayasu's arteritis; A systematic review and meta-analysis[J]. *Autoimmun Rev*, 2018, 17(2): 175-187.
- [5] Lottspeich C, Dechant C, Köhler A, et al. Assessment of disease activity in takayasu arteritis; potential role of contrast-enhanced ultrasound[J]. *Ultraschall Med*, 2019, 40(5): 638-645.
- [6] Huang Y, Ma X, Li M, et al. Carotid contrast-enhanced ultrasonographic assessment of disease activity in Takayasu arteritis[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2019, 20(7): 789-795.
- [7] 张开元,杨兵社,左秀娟,等. 超微血管成像技术检测颈动脉斑块新生血管的临床价值[J]. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2019, 33(10): 1015-1017.
- [8] 王欣,喻晓娜,杨宝莹,等. 应用超微血流成像技术评价大动脉炎颈动脉新生血管[J]. *中国医师进修杂志*, 2020, 43(4): 339-342.
- [9] Arend WP, Michel BA, Bloch DA, et al. The American College of Rheumatology 1990 criteria for the classification of Takayasu arteritis [J]. *Arthritis Rheum*, 1990, 33(8): 1129-1134.
- [10] 侯颖,王佳,苏小佩,等. 超声造影对多发性大动脉炎活动性的评价[C]. 中国超声医学工程学会第十四届全国颅脑及颈部血管超声学术大会, 2018.
- [11] 廖华,潘丽丽,杜娟,等. 大动脉炎患者血清 25 羟维生素 D 水平及与白细胞介素-6 水平的相关性[J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(43): 3509-3512.
- [12] Hellmich B, Agueda A, Monti S, et al. 2018 Update of the EULAR recommendations for the management of large vessel vasculitis[J]. *Ann Rheum Dis*, 2020, 79(1): 19-30.
- [13] Goel R, Danda D, Joseph G, et al. Long-term outcome of 251 patients with Takayasu arteritis on combination immunosuppressant therapy: Single centre experience from a large tertiary care teaching hospital in Southern India[J]. *Semin Arthritis Rheum*, 2018, 47(5): 718-726.
- [14] Sun Y, Ma L, Chen H, et al. Analysis of predictive factors for treatment resistance and disease relapse in Takayasu's arteritis [J]. *Clin Rheumatol*, 2018, 37(10): 2789-2795.
- [15] Wang Z, Dang A, Lv N. Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity is Increased and Associated with Disease Activity in Patients with Takayasu Arteritis[J]. *J Atheroscler Thromb*, 2020, 27(2): 172-182.
- [16] 魏冬梅. 正电子发射计算机断层显像/计算机断层扫描在活动性大动脉炎诊断中的应用[D]. 2018: 5-19.
- [17] 李治琴,郑朝晖,杜望磊,等. 血小板/淋巴细胞比值和粒细胞/淋巴细胞比值与大动脉炎疾病活动性的关系[J]. *中华心血管病杂志*, 2018, 46(9): 713-718.
- [18] Sun Y, Ma L, Ma L, et al. Cyclophosphamide could be a better choice than methotrexate as induction treatment for patients with more severe Takayasu's arteritis[J]. *Rheumatol Int*, 2017, 37(12): 2019-2026.
- [19] Cui X, Dai X, Ma L, et al. Efficacy and safety of leflunomide treatment in Takayasu arteritis; Case series from the East China cohort [J]. *Semin Arthritis Rheum*, 2020, 50(1): 59-65.
- [20] Gomez L, Chaumet-Riffaud P, Noel N, et al. Effect of CRP value on 18F-FDG PET vascular positivity in Takayasu arteritis; a systematic review and per-patient based meta-analysis [J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2018, 45(4): 575-581.
- [21] Keser G, Aksu K, Direskeneli H. Discrepancies between vascular and systemic inflammation in large vessel vasculitis; an important problem revisited[J]. *Rheumatology(Oxford)*, 2018, 57(5): 784-790.
- [22] Cheng F, Shao Z, Lu QS, et al. Aneurysms in Takayasu's arteritis; a retrospective study of Chinese patients [J]. *Clin Exp Rheumatol*, 2020, 38 Suppl 124(2): 42-47.
- [23] 谢霞,白志勇,刘悦,等. 超微血流成像技术在颈动脉易损斑块诊断中的应用价值[J]. *中国医学科学院学报*, 2018, 40(4): 444-449.
- [24] 王立娟,张蕾,包晶晶,等. 微细血管成像技术对多发性大动脉炎分期诊断的价值[J]. *中国超声医学杂志*, 2017, 33(11): 1034-1036.
- [25] Hu Y, Zhang Q, Li C. Computer-assisted quantitative analysis of contrast-enhanced ultrasonography in Takayasu arteritis carotid artery lesions [J]. *Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi*, 2017, 34(5): 790-796.
- [26] 蒋鑫萍,刘金香,王军,等. 多发性大动脉炎合并下肢静脉受累超声诊断与临床治疗 1 例[J]. *中华超声影像学杂志*, 2018, 27(4): 357-359.
- [27] 刘新正,李晓龙. 血栓弹力图监测抗血小板药物抑制率在老年急性冠脉综合征患者临床治疗中的价值[J]. *临床血液学杂志*, 2020, 33(6): 425-427.
- [28] 杨帅,史河水,韩萍,等. 基于 MSCTA 的主动脉壁内血肿预后危险因素的 Logistic 回归分析[J]. *临床心血管病杂志*, 2017, 33(12): 1156-1161.