

## 实时剪切波弹性成像技术在骨筋膜室综合征诊疗中的应用

郑斌, 姜晨, 冯世波<sup>△</sup>

(湖北省武汉市汉口医院骨科 430012)

**[摘要]** **目的** 探讨实时剪切波弹性成像(RtSWE)技术在诊疗急性肢体骨筋膜室综合征(AECS)中的应用价值。**方法** 回顾性分析2015年9月至2017年9月该科室收治的40例AECS患者的临床资料。根据诊断和治疗方式,将患者分为对照组13例和手术组27例(其中定性组7例、定量组20例),利用RtSWE技术的“马赫锥”原理在组织中产生剪切波,通过杨氏公式计算局部模量(M)值,通过弹性和硬度参数间接反映组织的肿胀程度和受压情况。分析各组间一般资料、临床特点、检验结果、治疗方式,对比不同时间段灌注压( $\Delta P$ )和模量比( $\Delta M$ )值的差异,探讨RtSWE在AECS中的应用价值。**结果** 本研究中,男24例(60.00%)、女16例(40.00%),年龄18~62岁,平均(36.15±11.33)岁;确诊时间为伤后11.5~55.0h,发病窗口期波动较大。(1)对照组和手术组,伤后 $\Delta M$ 值变化具有可比性;两组在伤后入院时、 $\Delta P=50$  mm Hg时和 $\Delta P=45$  mm Hg时的 $\Delta M$ 值差异无统计学意义( $P>0.05$ ),而手术组患者在 $\Delta P=40$  mm Hg时和 $\Delta P=35$  mm Hg时的 $\Delta M$ 值均高于对照组,且差异有统计学意义( $P<0.05$ );(2)手术组中定性组和定量组,伤后 $\Delta M$ 值变化也具有可比性;两组在健侧M值和入院时伤肢 $\Delta M$ 值差异无统计学意义( $P>0.05$ );而定性组患者在 $\Delta P=40$  mm Hg时、诊断AECS时和减压术后8h时伤肢 $\Delta M$ 值均低于定量组,且差异有统计学意义( $P<0.05$ );同时定性组患者出院时的肢体功能优良率显著优于定量组( $P<0.05$ )。**结论** AECS发生和发展的个体差异性较大。RtSWE技术能更加及时、敏感和精准地反映组织条件变化,有助于AECS的临床诊断和预后判断。

**[关键词]** 筋膜间隔综合征;弹性成像技术;软组织;诊断,鉴别;预后**[中图分类号]** R442.8**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2018)30-3904-05

## Application of real-time shear wave elastic imaging in diagnosis and treatment of osteofascial compartment syndrome

ZHEN bin, JIANG Chen, FENG Shibo<sup>△</sup>

(Department of Orthopedic Surgery, Hankou Hospital of Wuhan city, Wuhan, Hubei 430012, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the value of real-time shear wave elastography (RtSWE) in the diagnosis and treatment of acute limb compartment syndrome (AECS). **Methods** The clinical data of 40 patients with AECS admitted to the department from September 2015 to September 2017 were retrospectively analyzed. According to the diagnosis and treatment methods, the patients were divided into control group ( $n=13$ ) and operation group ( $n=20$ , including 7 cases in the qualitative group and 20 cases in the quantitative group). The shear wave was generated in the tissue by the "Mach cone" principle of RtSWE technology. Young's formula was used to calculate the local modulus (M) value, elastic and hardness parameters were used to indirectly reflects the degree of swelling and compression of the tissue. The general data, clinical characteristics, test results and treatment methods among the groups above were analyzed. The differences of perfusion pressure ( $\Delta P$ ) and modulus ratio ( $\Delta M$ ) at different time periods were compared to explore the application value of RtSWE in AECS. **Results** (1) The changes of  $\Delta M$  values in the control group and the operation group were comparable; there was no significant difference in the  $\Delta M$  values between the two groups at the time of admission,  $\Delta P=50$  mm Hg and  $\Delta P=45$  mm Hg ( $P>0.05$ ). The  $\Delta M$  values of patients in the operation group at the time of  $\Delta P=40$  mm Hg and  $\Delta P=35$  mm Hg were higher than those in the control group, and the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ). (2) The changes of  $\Delta M$  values in the qualitative and quantitative groups after injury were also comparable; there was no significant difference in the M value of the healthy side and the  $\Delta M$  value of the injured limb at the time of admission ( $P>0.05$ ). In the qualitative group, the  $\Delta M$  value of the injured limb was lower than the quantitative group at the time of  $\Delta P=40$  mm Hg,

AECS was diagnosed and 8 h after decompression, the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). At the same time, the excellent rate of limb function in the qualitative group was higher than in the quantitative group at the time of discharge from the hospital ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** The individual occurrence and development of AECS is quite different. RtSWE technology can reflect changes in tissue conditions more timely, sensitively and accurately, and contribute to the clinical diagnosis and prognosis of AECS.

**[Key words]** compartment syndromes; elasticity imaging techniques; soft tissue; diagnosis, differential; prognosis

急性肢体骨筋膜室综合征 (acute extremity compartment syndrome, AECS) 是各种原因导致的伤后 72 h 内骨筋膜室压力急性升高, 肌肉和周围神经受压出现缺血、坏死而产生的一系列临床表现<sup>[1]</sup>。AECS 多见于各种自然灾害、工业事故和交通意外引起的肢体外伤, 少见於血栓、动脉瘤或血管病变<sup>[2]</sup>, 罕见于慢性肌损伤<sup>[3]</sup>。肢体外伤, 特别是挤压伤后的 AECS 常合并有不同类型和程度的长骨骨折, 当体表皮肤完整、软组织损伤不明显时, 其病情进展具有一定隐匿性, 难以早期准确诊断和及时手术减压; 但是一旦发病, 则进展极快, 压迫部位缺血缺氧可造成肌肉和周围神经永久性的损伤, 有着较高的致残率, 若同时合并有横纹肌溶解症 (rhabdomyolysis, RM) 时, 还可继发急性肾衰竭 (acute renal failure, ARF) 而危及生命, 预后较差<sup>[4]</sup>。目前临床上主要依据最新的 6“P”临床表现和改良的 Whiteside 测压法, 分别采用定性和定量的方式来判断肢体是否发生室内压异常<sup>[5]</sup>。如果患者存在意识障碍或者早期筋膜室内压力不均衡, 则容易发生漏诊、延迟诊断和误诊。超声技术因其便捷性和安全性, 已在临床上广泛应用于各类伤病的诊疗。本研究拟通过临床实验, 分析应用 RtSWE 技术所测量软组织条件 (弹性和硬度) 的伤后变化特点, 以及该技术较之传统方式的优势, 为今后 AECS 的早期诊断和临床干预提供理论依据。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 自本院 2015 年 9 月至 2017 年 9 月骨外科入院患者中筛选符合以下标准者入组: (1) 年龄在 18~65 周岁的成年患者, 性别不限; (2) 外伤后 6 h 内入院, 单侧小腿存在骨筋膜高压状态, 急诊入院时无血管探查指征和神经损伤表现; (3) 可合并有或无肢体骨折, 骨折类型可为闭合性或开放性 (Gustilo I 或 II 型); (4) 无致死性合并伤和并发症影响预后; (5) 无既往病史影响肢体循环、感觉和运动; (6) 无重要手术史或用药史影响治疗。

### 1.2 诊断和评级标准

**1.2.1 AECS 的诊断** 将定性的临床表现和定量的测压结果相结合来诊断 AECS。(1) 根据临床表现的定性诊断<sup>[6-7]</sup>: ①早期表现主要为进行性的自发剧痛,

以及肌肉的被动牵拉痛; ②中晚期表现则为 6“P”的临床表现, 由疼痛转为无痛 (painlessness); 异型体温 (poikilothermia); 苍白 (pallor) 或发绀、花斑纹等; 感觉异常 (paresthesia) 或减退; 麻痹 (paralysis); 无脉 (pulselessness)。(2) 根据 Whiteside 测压法的定量诊断<sup>[8]</sup>: 超声引导下, 将有创测压针头垂直置入小腿深部筋膜 (触痛及肿胀最明显处), 通过三通阀将针头、压力转换器和监护仪相连接, 持续监测筋膜间室内压 (P) 的变化。通过下列公式计算灌注压 ( $\Delta P$ ) 值:  $\Delta P = \text{动脉舒张压} - P$ 。(3) 诊断标准<sup>[9]</sup>: 若患者伤后 72 h 内同时存在定性诊断中的早期临床表现, 或任意一项中晚期临床表现, 或定量诊断的  $\Delta P \leq 30 \text{ mm Hg}$  (4.0 kPa) 则可确诊 AECS; 反之, 则为骨筋膜间室高压状态, 在采取保守治疗的同时, 需每间隔 1~2 h 再次评估肢体伤情, 直至完全排除 AECS。

**1.2.2 并发症的诊断** 患者出现肌肉酸胀、发热、酱油色尿液, 严重时出现少尿和无尿, 血生化及尿常规检测提示肌酐、尿素氮和肌红蛋白尿等特异性指标超标即可判断 RM 和 ARF<sup>[10-11]</sup>。

**1.2.3 后期肢体功能评级** 根据英国医学研究委员会 (British Medical Research Council, BMRC) 制订的运动和感觉评价标准进行判断<sup>[12]</sup>。

**1.3 分组** 本研究共有 40 例患者入选, 其中男 24 例 (60.00%)、女 16 例 (40.00%), 年龄 18~62 岁, 平均 (36.15 ± 11.33) 岁。致伤原因: 交通事故伤 17 例 (42.50%)、重物压砸伤 13 例 (32.50%)、高处坠落伤 6 例 (15.00%)、钝器殴打伤 2 例 (5.00%)、机器挤压伤 2 例 (5.00%)。小腿骨折情况: 骨折患者共 38 例 (95.00%), 无骨折患者 2 例 (5.00%), 其中胫骨单处骨折 21 例 (52.50%)、胫骨多处骨折 9 例 (22.50%)、胫腓骨双骨折 5 例 (12.50%)、腓骨单处骨折 2 例 (5.00%)、腓骨多处骨折 1 例 (2.50%); 其中, 闭合性骨折 22 例 (55.00%)、开放性骨折 16 例 (40.00%)。根据 AECS 的临床诊断和治疗方式将患者分为: (1) 手术组, 伤后 72 h 内诊断为 AECS 的患者, 确诊后急诊行手术减压, 其中 ①定性组为伤后 72 h 内存在典型的临床表现, 即使  $\Delta P > 30 \text{ mm Hg}$  亦可确诊为 AECS 的患者; ②定量组为伤后 72 h 内临床表现不典型, 但是  $\Delta P \leq$

30 mm Hg 确诊为 AECS 的患者。(2)对照组:伤后 72 h 内未诊断为 AECS 的患者,亦未行手术减压。所有超出伤口 72 h 时间窗未诊断的患者均归为非 AECS 患者。对照组和手术组患者性别、年龄、伤后入院时间和肢体骨折情况差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),两组所监测的指标具有可比性。

#### 1.4 方法

**1.4.1 一般治疗** 患者入院后予以完善检验和检查,手术闭合骨折处开放伤口。肢体平心脏平面抬高制动(石膏托或骨牵引)。给予抗菌药物预防感染,同时给予脱水、消肿、解痉、利尿、镇痛等常规对症支持治疗,必要时碱化尿液、纠正水电解质紊乱和高钾血症,同时密切观察伤情变化。

**1.4.2 AECS 治疗** 其原则是早诊断早手术,尚未确诊筋膜间室高压状态时,可以加强脱水等保守治疗,但一旦确诊 AECS 应及时手术减压<sup>[13]</sup>:(1)筋膜间室切开减压术,与肢体长轴平行,采用长切口切开皮肤和筋膜,松解所有深部间隙达到充分减压的效果,可利用负压封闭引流技术或凡士林纱布覆盖减压切口。(2)特殊治疗,检测生化指标的变化,酌情行连续性肾脏替代治疗(continuous renal replacement therapy, CRRT)。(3)术后伤肢护理,抬高制动,中立位预防马蹄足。及时进行伤口换药,定期监测伤肢血运变化、肌肉缺血坏死和神经功能恢复情况。(4)再次清创或截肢术,切开减压后,观察 12 h 若肢体组织仍发生不可逆性坏死,为避免毒素进入血液循环和出现感染性休克,应再次行清创术,保肢无望时应当机立断行截肢术,预防严重并发症的发生。

**1.4.3 后续治疗** (1)骨折手术:根据肢体软组织条件和骨折类型,酌情选择内固定方案;(2)关闭切口:利用弹力线交叉缝合技术,逐步收缩切口待其自行愈合,或待肢体消肿满意后行伤口缝合、植皮术;(3)高压氧治疗:可间歇辅以高压氧治疗,提高组织氧分压,改善肢体缺氧、促进神经修复。但应注意预防再灌注损伤;(4)功能康复:患者术后及时开展各类肢体康复训练,预防废用性肌萎缩和关节僵硬。对截肢的患者可安装义肢,早日恢复行走和负重。

#### 1.5 评定指标

**1.5.1 临床指标** 记录患者入院后的“6P”临床表现,记录入院后实验室检验结果(血钾、肌酐、尿素氮定量值和肌红蛋白尿定性),记录并发症(RM、ARF)和再次手术例数(清创和截肢)。

**1.5.2 局部指标** (1) $\Delta P$ 值:利用 Whiteside 法持续监测、计算和记录患者伤后 72 h 内的 P 值和  $\Delta P$  值变化;(2)模量(M)值:利用 RtSWE 法间断监测、记录和计算患者入院后肢体软组织区域的 M 值,该技术采

用弹性成像的原理,依据杨式模量公式计算 M 值(单位 Kpa),其值越大,弹性系数越高,所检测软组织硬度越大<sup>[14]</sup>,监测时对感兴趣区(软组织高张力区)反复测量 3 次后取平均值。其中,①伤侧 M 值:记录伤侧肢体伤后 6~8 h 时、诊断 AECS 时、减压术后 6~8 h 时的 M 值;②健侧 M 值:记录健侧肢体对应部位入院时的 M 值;③M 值比( $\Delta M$ ):根据公式计算  $\Delta M = \text{伤侧 M 值} / \text{健侧 M 值}$ 。

**1.5.3 肢体功能评估** 出院时反馈和记录肢体的 BMRC 评级,运动评级 M3 及感觉评级 S2 级以上为优良。

**1.6 统计学处理** 采用 SPSS20.0 软件进行数据分析,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,两组间比较采用  $t$  检验;率的比较根据最小理论频数值,分别采用  $\chi^2$  (含校正公式)或 Fisher 确切概率法检验分析,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 诊断与发病时间关系** 全部患者中,诊断 AECS 的患者为 27 例(67.50%),确诊时间为伤后 11.5~55.0 h,平均时间(28.77 $\pm$ 15.03)h,其中伤后 24 h 内诊断 9 例(22.50%),24~48 h 12 例(30.00%)和 >48~72 h 6 例(15.00%);其中,定性诊断为 7 例(17.50%)、定量诊断为 20 例(50.00%),未诊断为 AECS 的患者为 13 例(32.50%)。治疗方式:急诊切开减压术 27 例(67.50%)、再次清创术 10 例(25.00%)、截肢术 2 例(5.00%)、择期骨折内固定术 36 例(90.00%)。本研究中无患者死亡。

**2.2 对照组和手术组伤后  $\Delta M$  值变化的比较** 对照组和手术组患者在伤后入院时健侧 M 值差异无统计学意义( $P > 0.05$ );两组患者在伤后入院时、 $\Delta P = 50$  mm Hg 时和  $\Delta P = 45$  mm Hg 时的  $\Delta M$  值差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ )。而手术组患者在  $\Delta P = 40$  mm Hg 时和  $\Delta P = 35$  mm Hg 时的  $\Delta M$  值均高于对照组,且差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 1。

**2.3 手术患者临床诊断指标的比较** 手术组中,定性诊断和定量诊断的患者在临床表现和诊断时间上差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 2。

**2.4 手术组患者检验指标、并发症和再次手术的比较** 手术组中,定性诊断和定量诊断的患者在临床检验指标超标患者、并发症和再次手术指标上差异虽无统计学意义( $P > 0.05$ ),但是 2 例截肢患者均属于定量组,见表 3。

**2.5 手术组患者  $\Delta M$  值的变化同预后的关系** 手术组中,定性组和定量组患者在健侧 M 值和入院时伤肢  $\Delta M$  值差异无统计学意义( $P > 0.05$ );定量组患者在  $\Delta P = 40$  mm Hg 时、诊断 AECS 时和减压术后 8 h

表 1 对照组和手术组伤后  $\Delta M$  值变化的比较

组别	n	健侧 M 值(kPa)	不同时间点的 $\Delta M$ 值						术后 8 h
			入院时	$\Delta P=50$ mm Hg	$\Delta P=45$ mm Hg	$\Delta P=40$ mm Hg	$\Delta P=35$ mm Hg	$\Delta P=30$ mm Hg	
对照组	13	40.335±12.948	1.501±0.227	2.847±0.704	3.478±0.846	3.844±1.133	4.004±1.679	—	—
手术组	27	42.358±14.441	1.474±0.236	2.990±0.562	3.697±0.769	4.520±1.204	4.870±1.464	5.473±2.003	3.156±1.095
P		0.705	0.685	0.602	0.221	0.043	0.029		

—:此项无数据

表 2 手术患者临床诊断指标的比较[n(%)]

组别	n	进行痛	牵拉痛	“6P”表现						诊断 AECS 的时间 ( $\bar{x}\pm s, h$ )
				无痛	异型体温	苍白	感觉异常	麻痹	无脉	
定性组	7	4(14.81)	5(18.52)	1(3.70)	1(3.70)	1(3.70)	0	0	0	30.227±10.613
定量组	20	7(25.93)	6(22.22)	0	0	0	0	0	0	35.080±16.643
P		0.211	0.066	0.267	0.267	0.267				0.561

表 3 手术组患者临床检验指标、并发症和再次手术的比较[n(%)]

组别	n	临床检验指标超标				并发症		再次手术	
		血钾	肌酐	尿素氮	肌红蛋白尿	RM	ARF	清创	截肢
定性组	7	1(3.70)	2(7.41)	1(3.70)	2(7.41)	2(7.41)	1(3.70)	2(7.41)	0
定量组	20	3(11.11)	5(18.52)	5(18.52)	6(22.22)	5(18.52)	3(11.11)	8(29.63)	2(7.41)
P		0.458	0.372	0.370	0.341	0.372	0.458	0.314	0.544

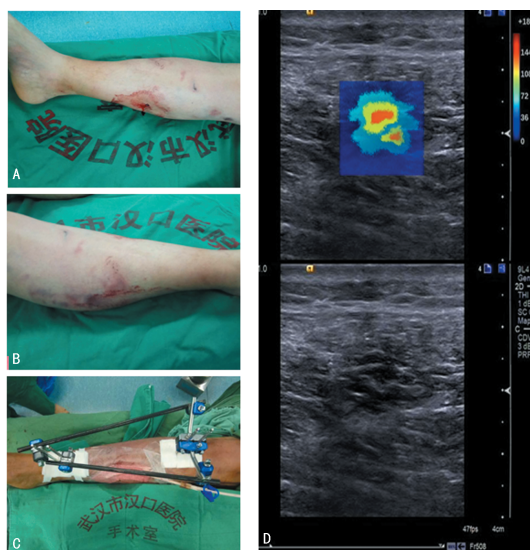
表 4 手术组患者  $\Delta M$  值的变化同预后的关系( $\bar{x}\pm s$ )

组别	n	健侧 M 值(kPa)	不同时间点时伤肢的 $\Delta M$ 值				肢体功能优良 [n(%)]
			入院时	$\Delta P=40$ mm Hg	诊断 AECS 时	减压术后 8 h	
定性组	7	40.264±12.119	1.498±0.229	4.159±0.877	4.974±1.292	2.254±0.418	6(22.22)
定量组	20	41.651±14.903	1.551±0.328	5.004±1.023	6.004±1.630	3.505±0.851	8(29.63)
P		0.899	0.757	0.043	0.032	0.019	0.041

时伤肢  $\Delta M$  值均高于定性组,且差异有统计学意义 ( $P<0.05$ );而定性组患者出院时的肢体功能优良率显著高于定量组 ( $P<0.05$ )。见表 4。

**2.6 典型病例** 42 岁,男性,因“重物砸伤右下肢后肿痛伴活动障碍 1 h”入院。入院查体:右小腿中段青紫肿胀畸形,小腿内侧可见 2 cm 伤口伴少量出血,可触及骨擦感,足背及胫后动脉搏动较对侧稍弱,末梢循环尚可。右小腿及足部感觉稍麻木,下肢活动因疼痛受限,肌力正常。入院检查:X 线片提示右侧胫腓骨双骨折;血管超声未提示胫前胫后血管损伤。入院治疗:急诊给予局部麻醉下“右小腿伤口清创缝合术”,术后常规监测右小腿“6P”临床表现变化,并采用改良的 Whiteside 测压法和 RtSWE 法监测右小腿的  $\Delta P$  值和 M 值。入院时的  $\Delta P$  值为 48 mm Hg,  $\Delta M$  值为 1.677;入院 11 h 后,患肢肿痛持续加重,  $\Delta P$  值下降至 30 mm Hg,而  $\Delta M$  值升高到 6.450,达到定量诊断 AECS 的标准,遂急诊行“筋膜间室切开减压+VSD+胫骨骨折外固定术”。术后 8 h 肢体肿痛明

显好转,  $\Delta M$  值下降至 3.605。见图 1。



A、B:入院时体格检查;C:“筋膜间室切开减压+VSD+胫骨骨折外固定术”后;D:RtSWE 法测试图

图 1 典型病例及 RtSWE 法测试图



### 3 讨 论

AECS 是一类在青壮年中常见的临床急性综合征,其病情发生和发展存在较大的个体差异性。文献报道最快可在 30 min 时发病,最长则为 65 h,一般不超过 72 h<sup>[15]</sup>,其发展过程主要为濒临缺血性肌挛缩、缺血性肌挛缩和坏疽的顺序。病情一旦进入进展期,肢体则陷入肿胀-压迫-缺血-再肿胀的恶性循环。由于肌肉和神经缺血耐受的时间窗较短,6~8 h 后即成为不可逆性损伤,如果不能及时解除压迫,患者早期可因 RM、高钾血症、中毒性休克和 ARF 等损害危及生命,晚期可因肢体截肢和相关后遗症导致残疾<sup>[16]</sup>。因此,AECS 的治疗重在早诊断早手术,尽快打破肿胀和压迫的恶性循环<sup>[17]</sup>。

目前临床上 AECS 的诊断仍以临床表现为主,测压法为辅,存在主观性过强和测量复杂的弊端。如果当患者存在生命体征不稳定、意识障碍、截瘫等情况时,根据临床表现诊断则容易发生漏诊和延迟诊断<sup>[18]</sup>;待 6“P”表现出现时往往已为时已晚,患者可因继发严重的并发症而导致影响终生的后遗症。而测压法的结果则易受患者血压波动和医师穿刺技术的影响,当患者一过性低血压或探针堵塞时,可导致手术适应证的扩大化,使患者遭受不必要的减压手术,使病情雪上加霜<sup>[19]</sup>。因此,临床医生渴求一种无创、快捷、精准的技术来早期诊断 AECS,改善患者预后。

而本研究利用 RtSWE 技术的研究结果显示:(1)无论是手术组同对照组比较,还是定性组同定量组比较,自  $\Delta P=40$  mm Hg 时,伤肢组织的  $\Delta M$  值(肿胀和受压)即开始有着显著差异,较之  $\Delta P=30$  mm Hg 的诊断标准可以更早判断软组织条件变化;(2)定性组同定量组在  $\Delta P=30$  mm Hg 时(诊断 AECS 时)的  $\Delta M$  值也有着显著差异,提示单纯依靠室内压并不能完全反映组织内的真实情况;而且这种误判可直接影响减压手术后的软组织的  $\Delta M$  值(减压效果)和出院时肢体功能的恢复情况。所以,RtSWE 技术利用超声波独特的力学效应实现对人体组织生物力学参数的无创定量测量,为 AECS 的早期、精确诊断带来了希望。该技术通过发射声辐射叩击组织施加激励,利用“马赫锥”原理在组织中产生剪切波,能动态、精确地反馈所测组织的弹性和硬度,间接反映了限定空间内组织自身的肿胀程度和受压情况<sup>[20]</sup>。

综上,AECS 在伤后发生、发展的个体差异性较大,传统的诊断方式尚存不足,而 RtSWE 技术作为一种探索中的新兴、无创、实时诊断手段,其  $\Delta M$  值同肢体组织的肿胀程度和受压情况存在关联性,而且可以更加敏感和精准地反映软组织条件变化。今后在进一步完善模量值同组织条件变化的相关性实验研究

后,可促使 RtSWE 技术早日应用于 AECS 的临床诊断和预后判断,降低此类患者的伤残率和死亡率。

### 参考文献

- [1] VON KEUDELL A G, WEAVER M J, APPELTON P T, et al. Diagnosis and treatment of acute extremity compartment syndrome[J]. *Lancet*, 2015, 386 (10000): 1299-1310.
- [2] NEWMAN P A, DEO S. Non-traumatic compartment syndrome secondary to deep vein thrombosis and anticoagulation [J]. *BMJ Case Rep*, 2014, 2014; bcr2013201689.
- [3] POPOVIC N, BOTTONI C, CASSIDY C. Unrecognized acute exertional compartment syndrome of the leg and treatment[J]. *Acta Orthop Belg*, 2011, 77(2): 265-269.
- [4] TSAI W H, HUANG S T, LIU W C, et al. High risk of rhabdomyolysis and acute kidney injury after traumatic limb compartment syndrome[J]. *Ann Plast Surg*, 2015, 74 Suppl 2: S158-161.
- [5] PECHAR J, LYONS M M. Acute compartment syndrome of the lower leg: a review[J]. *J Nurse Pract*, 2016, 12(4): 265-270.
- [6] PRASAM M L, OUELLETTE E A. Acute compartment syndrome of the upper extremity[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2011, 19(1): 49-58.
- [7] MAUSER N, GISSEL H, HENDERSON C, et al. Acute lower-leg compartment syndrome[J]. *Orthopedics*, 2013, 36(8): 619-624.
- [8] MASQUELET A C. Acute compartment syndrome of the leg: pressure measurement and fasciotomy[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2010, 96(8): 913-917.
- [9] DONALDSON J, HADDAD B, KHAN W S. The pathophysiology, diagnosis and current management of acute compartment syndrome[J]. *Open Orthop J*, 2014, 8: 185-93.
- [10] PETEJOVA N, MARTINEK A. Acute kidney injury due to rhabdomyolysis and renal replacement therapy: a critical review[J]. *Crit Care*, 2014, 18(3): 224.
- [11] FRY D E. Sepsis, systemic inflammatory response, and multiple organ dysfunction; the mystery continues[J]. *Am Surg*, 2012, 78(1): 1-8.
- [12] WAIKAKUL S, SAKKARNKOSOL S, VANADURONGWAN V. Vascular injuries in compound fractures of the leg with initially adequate circulation [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1998, 80(2): 254-258.
- [13] WALL C J, LYNCH J, HARRIS I A, et al. Liverpool(Sydney) and Royal Melbourne Hospitals. Clinical practice guidelines for the management of acute limb compartment syndrome following trauma[J]. *ANZ J Surg*, 2010, 80(3): 151-156.
- [14] ENGEL A J, BASHFORD G R. Enabling real-time ultrasound imaging of soft tissue mechanical (下转第 3912 页)

需要大量试验结果验证这一结论的准确性。

IL-17A 是近年来发现的一种 T 细胞来源细胞因子,可通过激活 T 细胞、刺激上皮细胞、内皮细胞、成纤维细胞等途径诱导炎症产生,与 AR 患者的病情严重程度呈正相关性<sup>[16]</sup>,越来越多学者将其作为治疗靶点,为评估临床疗效提供依据。本研究的 3 组患者治疗后鼻灌洗液 IL-17A 阳性率均较治疗前明显降低,其中 C 组改善效果明显优于其他两组,证实高渗盐水鼻腔冲洗联合糖皮质激素治疗方案对缓解 AR 患者 IL-17A 的高表达状态、促进其疗效提升有利,患者可将其作为缓解病情的有效途径,为获得更理想的预后恢复效果提供条件。

综上所述,将 38 ℃ 高渗盐水鼻腔冲洗联合糖皮质激素疗法用于 AR 的临床治疗中,能有效提高其临床疗效、促进其病情转归,对改善患者预后状态、提高其生活质量具有积极影响。

## 参考文献

- [1] 唐鸣. 变应性鼻炎特异性免疫治疗新进展[J]. 复旦学报(医学版),2011,38(1):75-79.
- [2] 张静,孟令民. 孟鲁司特钠联合布地奈德鼻喷剂治疗变应性鼻炎的疗效及对患者血清炎症因子的影响[J]. 重庆医学,2014,43(23):3065-3067.
- [3] MARCHISIO P, VARRICCHIO A, BAGGI E, et al. Hypertonic saline is more effective than normal saline in seasonal allergic rhinitis in children[J]. *Int J Immunopathol Pharmacol*,2012,25(3):721-730.
- [4] 中华医学会耳鼻咽喉头颈外科学分会鼻科学组. 变应性鼻炎诊断和治疗指南(2015 年,天津)[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志,2016,51(1):6-24.
- [5] 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志编辑委员会,中华医学会耳鼻咽喉科分会. 变应性鼻炎的诊治原则和推荐方案(2004 年,兰州)[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志,2005,40(3):

166-167.

- [6] 刘燕,邢志敏,王旻,等. 变应性鼻炎患者主客观指标相关性研究[J]. 中国免疫学杂志,2014,30(2):252-254.
- [7] 张薇,尤易文,顾苗,等. 80 例成人持续性变应性鼻炎治疗前后生活质量评估[J]. 重庆医学,2013,42(31):3776-3778.
- [8] 张虹,王俊阁. 鼻腔冲洗应用研究新进展[J]. 国际耳鼻咽喉头颈外科杂志,2016,40(4):250-253.
- [9] 牛小燕,刘跃. 鼻腔冲洗在儿童鼻炎及鼻窦炎治疗中的应用发展[J]. 国际耳鼻咽喉头颈外科杂志,2016,40(2):117-121.
- [10] 张念武,董曦文,王利霞,等. 变应性鼻炎患者的生活质量状况及影响因素[J]. 山东医药,2014,54(13):78-79.
- [11] 李倩,潘家华. 生理性海水鼻腔冲洗辅助治疗儿童哮喘伴鼻炎的疗效观察[J]. 临床肺科杂志,2012,17(9):1571-1572.
- [12] HERMELINGMEIER K E, WEBER R K, HELLMICH M, et al. Nasal irrigation as an adjunctive treatment in allergic rhinitis: a systematic review and meta-analysis[J]. *Am J Rhinol Allergy*,2012,26(5):e119-e125.
- [13] 徐艳杰,艾亮,谢欢. Tim-1 在儿童过敏性鼻炎患者的表达及临床意义[J]. 现代检验医学杂志,2016,31(2):46-48,52.
- [14] 杨春平,李春林,罗瓚,等. 变应性鼻炎大鼠中转录因子 T-bet/GATA-3 的表达与嗜酸粒细胞计数的关系[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2011,25(23):1090-1093.
- [15] 朱立新. 丙酸氟替卡松联合枸橼氯雷他定治疗对变应性鼻炎患者血清 EOS、CSF 和 IL-5 水平的影响[J]. 临床和实验医学杂志,2016,15(24):2405-2408.
- [16] 黄思海,孟光,李祖望,等. 鼻用糖皮质激素治疗变应性鼻炎的临床疗效:白介素-17A 的影响[J]. 中国中西医结合耳鼻咽喉科杂志,2011,19(5):317-319,327.

(收稿日期:2018-05-18 修回日期:2018-06-26)

(上接第 3908 页)

- properties by simplification of the shear wave motion equation[J]. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 2015, 2015:3831-3834.
- [15] FERLIC P W, SINGER G, KRAUS T, et al. The acute compartment syndrome following fractures of the lower leg in children[J]. *Injury*,2012,43(10):1743-1746.
  - [16] SCHMIDT A H. Acute compartment syndrome[J]. *Orthop Clin North Am*,2016,47(3):517-25.
  - [17] SHADGAN B, MENON M, SANDERS D, et al. Current thinking about acute compartment syndrome of the lower extremity[J]. *Can J Surg*,2010,53(5):329-334.
  - [18] GLASS G E, STARUCH R M, SIMMONS J, et al. Managing missed lower extremity compartment syndrome in

the physiologically stable patient: A systematic review and lessons from a Level I trauma center[J]. *J Trauma Acute Care Surg*,2016,81(2):380-387.

- [19] PRASAM M L, AHN J, ACHOR T S, et al. Acute compartment syndrome in patients with tibia fractures transferred for definitive fracture care[J]. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*,2014,43(4):173-177.
- [20] LI X, WANG J N, FAN Z Y, et al. Determination of the elasticity of breast tissue during the menstrual cycle using real-time shear wave elastography[J]. *Ultrasound Med Biol*,2015,41(12):3140-3147.

(收稿日期:2018-05-08 修回日期:2018-06-29)