

文章编号 1006-8147(2019)01-0047-04

论 著

超声造影在大动脉炎颈动脉受累患者疾病活动性判断及治疗评价中的应用

闫常帅^{1,2}, 胡芳², 张杰¹

(天津医科大学总医院 1.普通外科;2.护理部,天津 300052)

摘要 目的:探讨超声造影在多发大动脉炎(TA)颈动脉受累患者疾病活动性判断及治疗评价中的应用。方法:17例大动脉炎颈动脉受累患者依临床标准分为活动期和非活动期组,以超声造影观察两组增强特点并对两组药物治疗过程中疾病活动性进行评价。结果:17例大动脉炎患者(15例双侧受累,2例单侧受累),共计32条颈动脉受累,其中30条存在造影剂增强,2条未见明显增强;活动期超声造影表现为弥漫点状或短线状灌注,非活动期则表现为无灌注或散在点状灌注,差异有统计学意义($P<0.05$);治疗评价过程中,患者在药物治疗前后上述增强特点差异有统计学意义($P<0.05$),药物治疗后造影剂增强特点由原来的弥漫点状或短线状灌注变为无灌注或散在点状灌注;以超声造影判断活动性的灵敏度为81.0%,特异度为81.8%,假阳性率为18.2%,假阴性率为19.1%。结论:超声造影对大动脉炎颈动脉受累患者的活动性具有良好的判断效果,在治疗评价中具有重要应用价值。

关键词 多发大动脉炎;颈动脉;超声造影;治疗评价

中图分类号 R445.1

文献标志码 A

Application of contrast-enhanced ultrasonography (CEUS) in Takayasu arteritis patients with carotid artery involvement: assessment of disease activity and medicinal curative effect

YAN Chang-shuai^{1,2}, HU Fang², ZHANG Jie¹

(1.Department of General Surgery, 2.Department of Nursing, General Hospital, Tianjin Medical University, Tianjin 300052, China)

Abstract Objective: To explore the application of contrast-enhanced ultrasonography in the disease activity and treatment evaluation in Takayasu arteritis (TA) patients with carotid artery involvement. **Methods:** Seventeen TA patients with carotid artery involvement were divided into active and inactive group according to clinical criteria. Their enhancement behaviors and disease activity during the course of drug treatment in two groups by CEUS were enhanced. **Results:** There were 32 carotid arteries from 17 cases of TA patients (15 cases of bilateral involvement, and 2 cases of unilateral involvement) in our research. Thirty of them presented positive contrast enhancement while the other 2 cases showed negative result. Significant statistical difference between active and inactive group was showed by revealing diffuse punctate or shortlinear perfusion in the active group and no perfusion or scattered perfusion in the other group ($P<0.05$). There was also significant difference in CEUS result between before and after medicine treatment ($P<0.05$). Contrast enhancement characteristics were turned into no perfusion or scattered perfusion from diffuse punctate or shortlinear perfusion after medicine treatment. The sensitivity, specificity, false positiverate and false negative rate were 81.0%, 81.8%, 18.2% and 19.1% respectively and disease activity was evaluated with CEUS. **Conclusion:** Contrast-enhanced ultrasonography exerts an excellent effect on the disease activity evaluation of TA patients with carotid artery involvement and have great value in medicinal treatment assessment.

Key words takayasu arteritis; carotid artery; contrast-enhanced ultrasonography; treatment evaluation

多发大动脉炎(Takayasu arteritis, TA)是一种罕见的原因不明的慢性、进行性、非特异性炎症,主要累及主动脉弓及其主要分支,受累血管表现为全层炎细胞浸润,严重者可引起动脉管腔狭窄或闭塞。在主要受累节段中,颈动脉是TA最常见的累及部位,约占45%~65%^[1]。大动脉炎活动性的评价对于治疗方案的选择非常重要。目前,临床认为活动期应首选激素治疗^[2],非活动期推荐采用药物、介入

或手术治疗^[3]。然而,迄今为止,临床对于多发大动脉炎尚无特异性检测手段,常用的实验室指标如血沉、C反应蛋白的高低常与急性发作不呈正相关^[4],症状体征亦不具有特异性。近年来,影像学检查在大动脉炎诊疗中的价值逐渐受到学者们的重视。随着以六氟化硫微泡为代表的新型超声造影剂的出现,无创性检测肿瘤、动脉粥样硬化斑块、增厚管壁内新生血管成为现实,而相关研究显示新生血管的多少与炎症反应密切相关^[5]。但既往关于大动脉炎超声造影的研究,通常需定量测算^[6],操作复杂,耗时长,不能满足治疗评价简单快捷的要求。因此,本

基金项目 天津市教科科研项目资助(2017KJ196)

作者简介 闫常帅(1992-),女,护师,硕士在读,研究方向:超声介入护理;通信作者:张杰, E-mail: wxq_bf@163.com。

研究拟通过超声造影,评价临床确诊为 TA 的患者受累颈动脉管壁增强特点及其与疾病活动性的相关情况,并探索超声造影对 TA 治疗评价的价值。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取 2014 年 9 月–2017 年 11 月在天津医科大学总医院风湿免疫科确诊为大动脉炎并存在颈动脉受累的患者 17 例。

纳入标准:(1) 年龄大于 16 岁;(2) 首次发病;(3) 符合 1990 年美国风湿病学会制定的 TA 诊断标准:①发病年龄<40 岁;②肢体间歇性跛行(运动障碍);③肱动脉搏动减弱;④双上肢收缩压差>10 mmHg;⑤锁骨下动脉或主动脉杂音;⑥动脉造影异常。当符合以上 6 项诊断指标中的 3 项或者 3 项以上时,可做出多发性大动脉炎的诊断;(4)患者单侧或双侧颈动脉受累,即颈总动脉内中膜厚度 ≥ 1 mm^[7];(5)无超声造影剂禁忌症,无严重躯体运动障碍,无精神病或癫痫,能够正常交流、配合检查;(6)患者知情并同意。

1.2 研究方法 已确诊并符合纳入标准的患者依临床标准分为活动期和非活动期组,均行超声造影检查。活动期组患者药物治疗 2 个月后再次行超声造影,并比较两次造影结果。超声医师不知患者临床活动性分组,不参考病历资料,超声报告仅描述当次超声造影特点。患者疾病活动性以临床标准判断,不改变原有的临床路径和患者治疗方案。本研究全程由同一高年资超声医师操作,最后由研究人员收集并整理资料。

1.2.1 TA 活动期的临床判断标准 本研究依据 1994 年美国国立研究院制定的标准^[8]进行判断:(1)排除其他病因的系统性症状,如发热、多关节痛、多肌痛等;(2)血沉(ESR)>20 mm/h;(3)动脉缺血或炎症表现:如肢体运动障碍、间歇性跛行、脉搏减弱或消失、血管杂音、血管疼痛(颈动脉痛等)、双上肢或双下肢血压不对称;(4)动脉造影异常。当以上表现新发或加重达 2 个或 2 个以上时,判定疾病处于活动期。

1.2.2 仪器与药物 使用 EsaoteMyLab Class C (Technos; EsaoteBiomedica, Genoa, Italy)彩色多普勒超声诊断仪,选用线阵探头,频率为 5~12 MHz。选取实时谐波造影成像模式(Contrast Tuned Imaging; EsaoteBiomedica),低机械指数(MI:0.01~0.04)。采用 Bracco 公司生产的声诺维(SonoVue),即注射用六氟化硫微泡,经 5 mL 生理盐水复溶,充分震荡 20 s 后,形成微泡悬混液,成人每人每次用量为 1.5 mL,使用 20 G 留置针经肘部浅静脉团注,随后迅速推注 5 mL

生理盐水冲管。

1.2.3 检查方法 患者取去枕平卧位,头后仰,充分暴露颈部。首先使用高频线阵探头采集颈动脉灰阶图像,扫查部位包括双侧颈总动脉、颈总动脉分叉处、颈外动脉、颈内动脉,观察动脉管壁有无受累,受累的节段位置以及范围、管壁回声特点、管腔变化(扩张、狭窄或闭塞),选取颈总动脉长轴切面测量 TA 患者受累颈动脉厚度及最狭窄处管腔内外径,将管壁厚度>1 mm 的颈动脉纳入研究。彩色多普勒评估血流是否充盈、通畅、血流信号有无紊乱。频谱多普勒测量流速、频谱形态等血流动力学参数。随后行超声造影,选择管壁最厚处的颈动脉长轴切面,注射造影剂,连续观察 3 min 并存储动态图像。

1.2.4 图像分析 根据超声造影表现,将受累颈动脉增强特点归纳为如下 4 类:未见明显灌注、散在点状增强、弥漫点状增强,和短线样增强。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析,比较大动脉炎患者年龄、性别、血沉、C 反应蛋白(CRP)等一般资料,定量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 t 检验,定性资料采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料情况 17 例大动脉炎患者中,女性 13 例,男性 4 例,年龄 18~45 岁,平均年龄(27.17 ± 7.5)岁。活动期 10 例,非活动期 7 例。17 例患者中,15 例双侧颈动脉受累,2 例单侧颈动脉受累,共 32 条颈动脉受累(颈总动脉 31 条、颈内动脉 1 条),其中活动期 19 条,非活动期 13 条。在活动期和非活动期两组患者在年龄、性别、病程及血沉方面差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

表 1 活动期组与非活动期组患者一般资料比较

Tab 1 Comparison of general data between active and inactive patients

组别	例数	性别		年龄/ 岁	血沉/ (mm/h)	CRP/ (mg/mL)
		男	女			
活动期	10	2	8	25.80 \pm 7.54	32.00 \pm 19.66	4.45 \pm 3.48
非活动期	7	2	5	29.00 \pm 7.62	17.14 \pm 14.97	1.54 \pm 3.38
t/χ^2				-0.86	1.68	1.71
P		1.00*		0.41	0.11	0.11

* P 值计算选择 Fisher 确切概率法

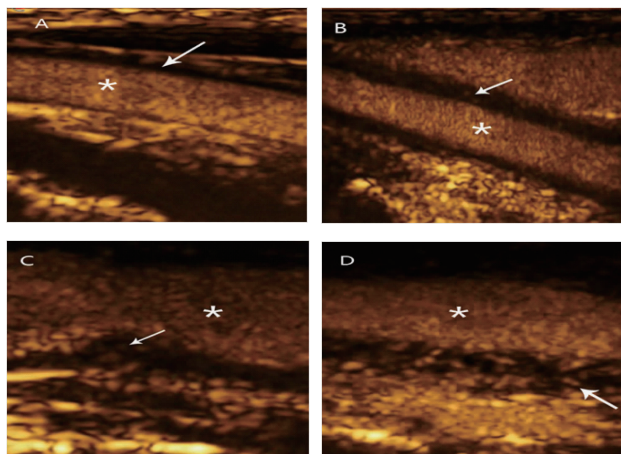
2.2 颈动脉管壁情况 在 32 条受累颈动脉中,2 条(6.3%)闭塞,其余均出现不同程度的狭窄。9 条(28.1%)动脉管壁表现为局限性增厚,受累节段内壁凹凸不平或局部增厚明显,似斑块样,2 条(6.3%)未见明显灌注。19 条(59.4%)表现为病变节段动脉管壁弥漫性、均匀性增厚,回声减低,部分动脉横切

面呈环状增厚,出现典型的“通心粉”征,管腔近侧壁和远侧壁均见不同程度的造影剂增强,横切面呈圆环状且各个方向均有灌注,见图 1。



图 1 “通心粉”征
Fig 1 “Penne” sign

2.3 造影剂增强特点 具体表现为:(1) 未见明显灌注:造影剂注入后,血液呈高增强,腔内可见大量微泡随血液流动,但直至造影剂消退,增厚管壁始终未见明显造影剂灌注;(2)散在点状:增厚管壁出现散在点状增强,面积小于管壁的 50%;(3)弥漫点状:增厚管壁出现弥漫点状增强,面积大于管壁的 50%;(4)短线样:增厚管壁弥漫或者散在增强,微泡随微血管走行方向流动,并连成短线样,见图 2。



* 示管腔,箭头示造影剂灌注区域。A:显示管壁内未见明显造影剂灌注。B:管壁内造影剂呈散在点状灌注。C:显示管壁内造影剂呈弥漫性点状灌注。D:显示管壁内造影剂呈短线样灌注

图 2 大动脉炎活动性不同分期管壁增强特点
Fig 2 Characteristics of tube wall enhancement in different stages of activity of TA

受累的 32 条颈动脉中,2 条无灌注,其余 30 条颈动脉均出现造影剂增强。活动期组 19 条颈动脉中有 17 条(89.5%)表现为弥漫点状或短线样增强,非活动期组 13 条颈动脉中有 9 条(69.2%)表现为无灌注或散在点状增强。以造影剂增强特点判断活动性的灵敏度为 81.0%,特异度为 81.8%,假阳性率

18.2%,假阴性率 19.1%。不同增强特征的具体数量见表 2。

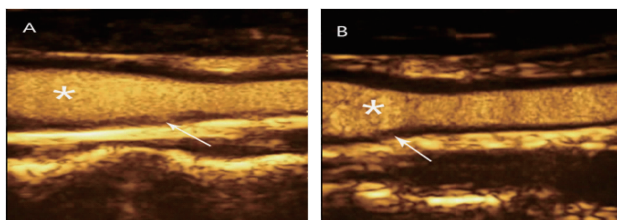
表 2 临床活动性分期与超声造影增强特点对比结果

Tab 2 Comparison between clinical activity staging and contrast enhancement features of CEUS

组别	弥漫点状或短线样	无灌注或散在点状
活动期	17(89.5%)	2(10.5%)
非活动期	4(30.77%)	9(69.2%)
P	0.00	

P 值计算选择 Fisher 确切概率法

2.4 治疗评价过程中增强特点的变化 活动期患者中有 10 例(共 19 条受累颈动脉)在接受第 1 次超声造影检查后,均进行了激素维持治疗,2 个月复查,9 例(17 条)弥漫点状灌注或短线样灌注的颈动脉中,同一血管节段,除 2 例(4 条)未见明显变化,其余 7 例(13 条)动脉经激素治疗后均变为散在点状灌注或无灌注,灌注量显著减少,1 例(2 条)无灌注或散在点状灌注的颈动脉治疗前后无变化,具体变化见图 3,具体数量见表 3。



* 示管腔,箭头示造影剂灌注区域。A:某活动期组患者初诊时,超声造影呈弥漫点状灌注。B:该患者经激素治疗后 2 个月复查,同一部位超声造影变为散在点状灌注

图 3 活动期患者治疗评价过程中造影剂增强特点
Fig 3 Changes in enhancement characteristics during treatment and follow-up in active patients

表 3 治疗评价中增强特点改变的动脉数量对比

Tab 3 Comparison of arterial changes with enhanced characteristics during follow-up before and after treatment

组别	弥漫点状或短线样(条)	无灌注或散在点状(条)
治疗前	17	2
治疗后	4	15
P	0.00	

P 值计算选择 Fisher 确切概率法

3 讨论

颈动脉是多发性大动脉炎最常见的受累部位,且活动期和非活动期交替存在,病程迁延,容易反复。其管理困难的主要原因在于缺乏反映血管壁炎症活动性的准确指标^[8]。因此,TA 的准确分期是帮助临床决策、及时控制病情、避免激素副作用的重要前提。而以往对于活动期的判定主要依赖于症状

体征,主观性强,准确性差,具有明显的局限性。近年来,影像学手段如 CTA、MRA 和 DSA 逐渐成为诊断 TA 的主要方法,但多数具有辐射或不同程度的有创性,而且造影剂过敏率高,花费大,治疗评价过程中多次重复检查受到限制,且对于病变较轻或较局限的 TA 存在一定假阴性率^[9]。超声造影作为一种无创、简便的检查手段,为该病治疗方案的选择和长期治疗评价提供了新的思路。

超声造影剂六氟化硫微泡是一种良好的“红细胞示踪剂”,可以模拟红细胞的行为,在微小血管的检测与成像方面具有其他方法(如 CT、MRI 等)无法比拟的优点^[10],目前已广泛应用于动脉粥样硬化斑块新生血管的检测中^[11],但在大动脉炎引起的颈动脉管壁增厚中应用较少。Inder^[12]的研究结果表明,在大动脉炎管壁增厚的患者中,新生血管的密度与炎症反应关系密切,而且可能与疾病的活动性有关。超声造影能够非常敏感地检出新生血管,造影剂增强的光点越密集,意味着新生血管越丰富,炎症反应越强,疾病处于活动期的可能性越大。这是因为机体在免疫因素作用下,血管内皮细胞增殖、扩张、重构,在原有管壁滋养血管的基础上,形成了新生血管和新的通路。而这种异常的新生血管内皮不完整,管壁脆性和通透性较高,使炎细胞更易渗入增厚的管壁,进一步加剧了炎症的发展,形成恶性循环。因此,新生血管的密度可以反映增厚管壁或斑块内的炎症程度,这与 Park 的研究结果一致^[13]。

本研究结果显示,活动期组和非活动期组在年龄、性别、血沉、C 反应蛋白方面基线资料可比。活动期和非活动期患者超声造影增强特点的差异有统计学意义,药物治疗前后,造影剂增强特点差异有统计学意义,超声造影判断大动脉炎疾病活动性的灵敏度和特异度均较高,与临床标准判断具有很高的一致性,对首诊患者活动性判断具有重要价值。

Giordana^[14]和 Herlin^[15]的个案报道均显示,超声造影对于疾病早期和治疗评价过程中新生血管的检出和变化非常敏感。本研究中有 10 例活动期组患者在接受第一次超声造影检查后,接受了激素维持治疗,分别于两个月后治疗评价过程中发现管壁厚度并无明显变化,但是造影剂灌注量减少,其中 7 例由原来的弥漫点状或短线样,变为无灌注或散在点状,新生血管密度显著降低。这表明血管壁的炎性损伤已经得到明显控制,活动性降低,激素治疗有效。因此,超声造影可用于 TA 药物治疗效果评价,能够有效监测活动性的变化。

超声造影检查具有较高的安全性,药物以磷脂

为原料,无肝肾毒性,无辐射,且过敏机率远远低于用于 CTA、MRA、DSA 的含碘造影剂,可短期内多次重复检查,还具有实时动态观察的特点。另外,本文所述方法相对于超声造影传统的定量测算来评估 TA 活动性,突破了图片存储时单一切面、单一角度的局限性,评估更加综合全面。此外,本研究将造影剂增强特点进行分类,省去了脱机分析和数据处理的步骤,扫查完成后即可得出活动性评估结果,更符合治疗评价检查经济实用、敏感快捷的要求。且随着超声造影在各级医院快速普及,其非常适合作为监测 TA 活动性的一种客观、有效、经济的方法而应用于临床。

综上所述,超声造影是评价 TA 疾病活动性的一种新的检查手段,能够敏感地监测治疗过程中活动性的变化,可以作为评价 TA 患者疗效的一种便捷高效的手段。

参考文献:

- [1] Kerr G S, Hallahan C W, Giordano J, et al. Takayasu Arteritis[J]. *Annals Int Med*, 1994, 120(11):919
- [2] 马军, 吴庆华. 多发性大动脉炎活动性的监测和判定[J]. *心肺血管病杂志*, 2010, 29(3):251
- [3] 王超, 杜国庆, 田家玮, 等. 超声造影分期诊断大动脉炎[J]. *中国医学影像技术*, 2013(5):748
- [4] Direskeneli H, Aydin S Z, Merkel P A. Assessment of disease activity and progression in Takayasu's arteritis[J]. *Clinical & Experimental Rheumatol*, 2011, 29(1 Suppl 64):S86
- [5] Vavuranakis M, Kakadiaris I A, O'Malley S M, et al. A new method for assessment of plaque vulnerability based on vasa vasorum imaging, by using contrast-enhanced intravascular ultrasound and differential image analysis[J]. *Int J Cardiol*, 2008, 130(1):23
- [6] 王亚红. 多发性大动脉炎颈动脉受累的超声研究[D]. 北京协和医学院, 2013
- [7] Schmidt W A, Blockmans D. Use of ultrasonography and positron emission tomography in the diagnosis and assessment of large-vessel vasculitis[J]. *Curr Opin Rheumatol*, 2005, 17(1):9
- [8] Keser G, Direskeneli H, Aksu K. Management of Takayasu arteritis: a systematic review[J]. *Rheumatol (Oxford)* 2013, 53(5):793
- [9] 刘玉广, 张先东. 彩色多普勒超声与 CT 血管成像对多发性大动脉炎的诊断价值[J]. *医学影像学杂志*, 2013, 23(7):1095
- [10] 闫旭琴, 郑永果, 王本刚. 基于曲线拟合算法的超声造影定量分析[J]. *北京生物医学工程*, 2007, 26(3):263
- [11] Thapar A, Shalhoub J, Averkiou M, et al. Dose-dependent artifact in the far wall of the carotid artery at dynamic contrast-enhanced US[J]. *Radiol*, 2011, 262(2):672
- [12] Inder S J, Bobryshev Y V, Cherian S M, et al. Immunophenotypic analysis of the aortic wall in Takayasu's arteritis: involvement of lymphocytes, dendritic cells and granulocytes in inflammatory reactions[J]. *Cardiovasc Surg*, 2000, 8(2):141
- [13] Park S H, Chung J W, Lee J W, et al. Carotid artery involvement in

(下转第 58 页)

- [M]. Third edition, London: Academic Press, 2014: 213
- [2] Roger V L, Go A S, Lloyd-Jones D M, et al. Heart disease and stroke statistics –2012 update: a report from the American Heart Association[J]. *Circulation*, 2012, 125(1): e2
- [3] Guo H, Ingolia N T, Weissman J S, et al. Mammalian microRNAs predominantly act to decrease target mRNA levels[J]. *Nature*, 2010, 466(7308): 835
- [4] Wahlestedt C. Targeting long non-coding RNA to therapeutically upregulate gene expression[J]. *Nat Rev Drug Discov*, 2013, 12(6): 433
- [5] Carninci P, Kasukawa T, Katayama S, et al. The transcriptional landscape of the mammalian genome[J]. *Science*, 2005, 309(5740): 1559
- [6] Pasmant E, Sabbagh A, Vidaud M, et al. ANRIL, a long, noncoding RNA, is an unexpected major hotspot in GWAS[J]. *FASEB J*, 2011, 25(2): 444
- [7] Gill J, Peters G. Regulation of the INK4b-ARF-INK4a tumour suppressor locus: all for one or one for all[J]. *Nat Rev Mol Cell Biol*, 2006, 7(9): 667
- [8] Yap KL, Li S, Muñoz-Cabello AM, et al. Molecular Interplay of the noncoding RNA ANRIL and methylated histone H3 lysine 27 by Polycomb CBX7 intratranscriptional silencing of INK4a[J]. *Mol Cell*, 2010, 38(5): 662
- [9] Kotake Y, Nakagawa T, Kitagawa K, et al. Long non-coding RNA ANRIL is required for the PRC2 recruitment to and silencing of p15INK4B tumor suppressor gene[J]. *Oncogene*, 2011, 30(16): 1956
- [10] Yang X C, Zhang Q, Chen M L, et al. MTAP and CDKN2B genes are associated with myocardial infarction in Chinese Hans[J]. *Clin Biochem*, 2009, 42(10/11): 1071
- [11] Wellcome Trust Case Control Consortium. Genome-wide association study of 14,000 cases of seven common diseases and 3000 shared controls[J]. *Nature*, 2007, 447(7145): 661
- [12] Broadbent H M, Peden J F, Lorkowski S, et al. Susceptibility to coronary artery disease and diabetes is encoded by distinct, tightly linked, SNPs in the ANRIL locus on chromosome 9p[J]. *Hum Mol Genet*, 2008, 17(6): 806
- [13] Helgadóttir A, Thorleifsson G, Magnusson K P, et al. The same sequence variant on 9p21 associates with myocardial infarction, abdominal aortic aneurysm and intracranial aneurysm[J]. *Nat Genet*, 2008, 40(2): 217
- [14] Gschwendtner A, Bevan S, Cole J W, et al. International stroke genetics consortium, sequence variants on chromosome 9p21.3 confer risk for atherosclerotic stroke[J]. *Ann Neurol*, 2009, 65(5): 531
- [15] Yang X R, Liang X, Pfeiffer R M, et al. Associations of 9p21 variants with cutaneous malignant melanoma, nevi, and pigmentation phenotypes in melanoma-prone families with and without CDKN2A mutations[J]. *Familial Cancer*, 2010, 9(4): 625
- [16] Falchi M, Bataille V, Hayward N K, et al. Genome-wide association study identifies variants at 9p21 and 22q13 associated with development of cutaneous nevi[J]. *Nat Genet*, 2009, 41(8): 915
- [17] Sherborne A L, Hosking F J, Prasad R B, et al. Variation in CDKN2A at 9p21.3 influences childhood acute lymphoblastic leukemia risk[J]. *Nat Genet*, 2010, 42(6): 492
- [18] Schaefer A S, Richter G M, Groessner-Schreiber B, et al. Identification of a shared genetic susceptibility locus for coronary heart disease and periodontitis[J]. *PLoS Genet*, 2009, 5(2): e1000378
- [19] Ernst F D, Uhr K, Teumer A, et al. Replication of the association of chromosomal region 9p21.3 with generalized aggressive periodontitis (gAgP) using an independent case-control cohort[J]. *BMC Med Genet*, 2010, 11: 119
- [20] Visel A, Zhu Y, May D, et al. Targeted deletion of the 9p21 non-coding coronary artery disease risk interval in mice[J]. *Nature*, 2010, 464(7287): 409

(2018-05-04 收稿)

(上接第 50 页)

- Takayasu's arteritis: evaluation of the activity by ultrasonography[J]. *J Ultrasound Med*, 2001, 20(4): 371
- [14] Giordana P, Baquéjuston M C, Jeandel P Y, et al. Contrast-Enhanced Ultrasound of Carotid Artery Wall in Takayasu Disease First Evidence of Application in Diagnosis and Monitoring of Response to Treatment[J]. *Circulation*, 2011, 124(2): 245
- [15] Herlin B, Baud J M, Chadenat M L, et al. Contrast-enhanced ultrasonography in Takayasu arteritis: watching and monitoring the arterial inflammation[J]. *BMJ Case Rep*, 2015, 2015

(2018-03-29 收稿)