

·临床研究·

# 数字减影 CT 血管成像与彩色多普勒超声对颈动脉粥样硬化斑块检出率及斑块性质、狭窄程度判定的效果比较

孙井来 韦成相 韩文淮 徐杰 陈凤兰

223100, 淮安市洪泽区人民医院放射科(孙井来、韦成相、韩文淮), 彩超室(徐杰、陈凤兰)

通信作者: 韦成相, Email: sunwzx0730@163.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.06.007

**【摘要】目的** 比较数字减影 CT 血管成像(DSCTA)与彩色多普勒超声(CDUS)对颈动脉粥样硬化斑块的检出、斑块性质及狭窄程度判定的价值以及一致性。**方法** 回顾性分析 2015 年 1 月至 2017 年 10 月就诊的可疑颈动脉狭窄患者 90 例, 分别进行 DSCTA 与 CDUS 检查。采用卡方检验对比斑块分布、大小、斑块性质和狭窄程度。**结果** 90 例患者双侧颈部 DSCTA 检查发现 52 例颈动脉狭窄, 3 例为双侧狭窄, 其中轻度狭窄 29 例、中度狭窄 9 例、重度狭窄 12 例, 完全闭塞 2 例; 检出斑块 175 处, 其中钙化斑块 133 处、混合斑块 30 处、脂质斑块 12 处。90 例患者双侧颈部 CDUS 检查发现 54 处颈动脉狭窄, 3 例为双侧狭窄, 其中轻度狭窄 26 例、中度狭窄 10 例、重度狭窄 16 例, 完全闭塞 2 例; 检出斑块 218 处, 其中钙化斑块 138 处、混合斑块 39 处、脂质斑块 41 处。DSCTA 与 CDUS 诊断颈动脉狭窄的差异无统计学意义( $\chi^2=0.75, P=0.861$ ); CDUS 检查发现了更多的可见斑块及脂质斑块, <5 mm 的小斑块(60 处)检出率明显高于 DSCTA(25 处), 差异有统计学意义( $\chi^2=10.035, P=0.002$ )。**结论** DSCTA 与 CDUS 对颈动脉狭窄的诊断效能均较高, 具有较好的临床应用价值。CDUS 对 <5 mm 斑块的检出优于 DSCTA。

**【关键词】** 血管造影术, 数字减影; 体层摄影术, X 线计算机; 超声检查, 多普勒, 彩色; 斑块, 动脉粥样硬化; 颈动脉狭窄

**Comparison of digital subtraction computed tomography angiography and color doppler ultrasound on the detection rate of carotid atherosclerosis plaques and the evaluation of plaque properties and stenosis degree** Sun Jinglai, Wei Chengxiang, Han Wenhui, Xu Jie, Chen Fenglan

Department of Radiology, Hongze Huaian District People's Hospital, Huaian 223100, China(Sun JL, Wei CX, Han WH); Color Doppler Room, Hongze Huaian District People's Hospital, Huaian 223100, China(Xu J, Chen FL)

Corresponding author: Wei Chengxiang, Email: sunwzx0730@163.com

**【Abstract】Objective** To compare the value of digital subtraction computed tomography angiography (DSCTA) and color doppler ultrasound (CDUS) in the detection of carotid atherosclerotic plaques, plaque properties, and degree of stenosis. **Methods** A total of 90 patients suspected with carotid artery stenosis were diagnosed in the department from January 2015 to October 2017 and examined with DSCTA and CDUS. The detection rates and plaques of carotid atherosclerotic plaques diagnosed by the two methods were observed. The nature and degree of carotid artery stenosis were compared. **Results** DSCTA examination of bilateral neck of the 90 patients revealed 52 carotid artery stenosis, 3 of which were bilateral stenosis. A total of 29 cases were diagnosed with mild stenosis, 9 cases with moderate stenosis, 12 cases with severe stenosis, and 2 cases with complete occlusion. A total of 175 plaques, including 133 calcified plaques, 30 mixed plaques, and 12 plaques, were detected. In the 90 necks of both necks, CDUS findings revealed 54 carotid stenosis, of which 3 were bilateral stenosis. Mild stenosis occurred in 26 cases, moderate stenosis in 10 cases, severe stenosis in 16 cases, and complete occlusion in 2 cases. A total of 218 plaques were detected, and they included 138 calcified plaques, 39 mixed plaques, and 41 plaques. No significant difference was observed

between DSCTA and CDUS in terms of diagnosis of carotid stenosis ( $\chi^2=0.75, P=0.861$ ). For most of the visible plaques and lipid plaques, the detection rate of <5 mm small plaques(60) was significantly higher than that of DSCTA(25) ( $\chi^2=10.035, P=0.002$ ). **Conclusions** The two diagnostic methods feature high diagnostic capability for carotid stenosis and desirable clinical application value. CDUS was superior to DSCTA in detecting carotid atherosclerotic plaque <5 mm in diameter.

**【Key words】** Angiography, digital subtraction; Tomography, X-ray computed; Ultrasonography, doppler, color; Plaque, atherosclerotic; Carotid stenosis

近年来,随着饮食结构和作息的改变,颈动脉粥样硬化的发病率逐年升高,作为影响脑血管功能的主要病因,其越来越受到临床医师及患者的关注<sup>[1]</sup>。颈动脉造影是诊断颈动脉狭窄的“金标准”<sup>[2]</sup>,但只能判断狭窄程度,不能分析斑块性质,是有创检查且价格高昂,这些缺点限制了被广泛应用。数字减影CT血管成像(digital subtraction CT angiography, DSCTA)技术及其强大的影像后处理软件,能提供较全面的诊断信息<sup>[3]</sup>。彩色多普勒超声(color doppler ultrasound, CDUS)因便捷、廉价、局部成像效果好的特点,成为目前颈动脉斑块筛查的主要手段<sup>[4]</sup>。但是上述两种方法各有劣势,本研究通过分析90例患者颈动脉的影像学信息,对比DSCTA与CDUS对颈动脉粥样硬化斑块的检出率、斑块性质、狭窄程度等方面的诊断价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2015年1月至2017年10月在我院就诊的颈动脉狭窄可疑患者90例。年龄42~92(60.2±16.6)岁,其中男性67例、女性23例。纳入标准:同一时段在本院行DSCTA及CDUS两项检查的患者。排除标准:严重肝肾功能不全和含碘造影剂过敏史患者。所有患者均于检查前签署了知情同意书。

### 1.2 检查方法

仪器采用荷兰飞利浦Brilliance iCT 256层螺旋CT。患者经碘敏试验后取仰卧位,头部固定于头架,先行常规断层扫描,扫描范围为主动脉弓至鞍上池上3 cm,经肘静脉注射造影剂后行DSCTA检查,造影剂采用碘帕醇(上海博莱科信谊药业有限责任公司)(370 mgI/mL),注射速率4 mL/s,剂量为1.5 mL/kg。扫描参数:扫描电压100 kV,旋转速度0.27 s,矩阵512×512,重建厚度0.9 mm。

采用荷兰飞利浦iE33彩色多普勒超声诊断仪,选取4~8 MHz线阵探头进行CDUS检查,4~8 MHz线阵探头。患者取平卧位,头侧向检查对侧,充分暴露颈部,调节灰度至明确显示动脉内膜,常规超声确定病变位置,多切面扫查,记录斑块数量、位置、大小等情况,启动多普勒超声模式,调节多普勒声束角度保持在30~60°,观察血管及狭窄部位的血流动力学特征,计算狭窄率。斑块回声强度与其成分有关,不同成分斑块的回声强度由弱至强分别是机化的血栓、斑块内出血或脂质斑块、纤维斑块、钙化斑块<sup>[4]</sup>。

### 1.3 图像分析方法及检测标准

使用EBW version 4.5专用图像后处理工作站选定ROI,并进行三维血管多平面重建及曲面重建,进行评估与测量。所有结果均由2位影像学主任医师依盲法进行诊断,意见不一致时协商达成一致。

DSCTA参照2003年北美放射年会通过的颈动脉狭窄检测标准<sup>[5]</sup>,将颈动脉狭窄分为4个等级:轻度狭窄(狭窄率<50%)、中度狭窄(狭窄率50%~69%)、重度狭窄(狭窄率70%~99%)、完全闭塞(狭窄率为100%)。DSCTA检查中,CT值在225~613 HU的斑块归为钙化斑块,CT值在-12~40 HU的归为脂质斑块,同时将含有脂质、钙化等多种密度值的斑块归为混合斑块<sup>[6]</sup>。

### 1.4 统计学分析

采用SPSS 19.0软件对数据进行统计学分析。诊断一致性使用Kappa值检验,两组间斑块分布、大小、斑块性质、狭窄程度的对比采用卡方检验。 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

## 2 结果

2位主任医师使用DSCTA对颈动脉狭窄的诊断中,有4例出现意见不一致,一致性检验Kappa

值为 0.906( $P=0.046$ )。

由表 1 可见, CDUS 共检出 218 处斑块, 其中钙化斑块 138 处、混合斑块 39 处、脂质斑块 41 处; DSCTA 共检出 175 处斑块, 其中钙化斑块 133 处、混合斑块 30 处、脂质斑块 12 处。典型病例的 CDUS 和 DSCTA 图像见图 1、2。

90 例患者双侧颈部 CDUS 检查发现 54 例颈动脉狭窄, 3 例为双侧狭窄, 其中轻度狭窄 26 例、中度狭窄 10 例、重度狭窄 16 例、完全闭塞 2 例。DSCTA 检查发现 52 例颈动脉狭窄, 3 例为双侧狭窄, 其中轻度狭窄 29 例、中度狭窄 9 例、重度狭窄 12 例、完全闭塞 2 例。DSCTA 与 CDUS 在诊断颈动脉狭窄分度是无明显差异( $\chi^2=0.75, P=0.861$ )。两种诊断方法在血管分布、斑块大小等方面的比较见表 1。

CDUS 检出 <5 mm 小斑块 60 处, DSCTA 检出 25 处, CDUS 检出了更多小斑块, 两者的差异有统计学意义( $\chi^2=10.035, P=0.002$ ); 两种方法检出的斑块在左、右颈部( $\chi^2=0.058, P=0.839$ )及血管分布上的差异均无统计学意义( $\chi^2=0.084, P=0.959$ )。

### 3 讨论

正常成人左、右两侧颈动脉走行及管腔大小基本一致, 颈动脉分叉引起沿后壁的血流速度减慢, 部分形成湍流, 使血管内皮更易受损, 因此颈总动脉是最易产生动脉粥样硬化斑块的位置<sup>[7]</sup>。本研究中, 左右两侧颈动脉斑块及斑块解剖位置均无明显差异。

相较于 DSCTA, CDUS 诊断出更多 <5 mm 的斑块, 虽然绝大多数此类微小斑块并不影响颈动脉的血流动力学特征<sup>[8]</sup>, 但在粥样硬化斑块筛查工作中, CDUS 可以在早期检查出较小的斑块, 以此提供客观证据, 指导患者改善生活习惯, 有效预防动脉粥样硬化

表 1 DSCTA 与 CDUS 在诊断颈动脉斑块中的应用对比

Table 1 Comparison of reliability between digital subtraction computed tomography angiography and color doppler ultrasound in detecting carotid atherosclerosis plaques

斑块情况	DSCTA	CDUS	$\chi^2$ 值	P 值
颈部分布			0.058	0.839
左颈部	95	121		
右颈部	80	97		
血管分布			0.084	0.959
颈总动脉	133	168		
颈内动脉	30	35		
颈外动脉	12	15		
斑块大小			10.035	0.002
< 5 mm	25	60		
≥ 5 mm	150	158		
斑块性质			12.580	0.002
钙化斑块	133	138		
混合斑块	30	39		
脂质斑块	12	41		

注: 表中, DSCTA: 数字减影 CT 血管成像; CDUS: 彩色多普勒超声。

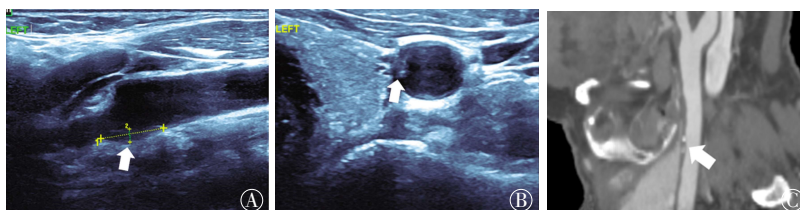


图 1 左侧颈总动脉斑块的 CDUS 与 DSCTA 图像(箭头示总动脉侧后壁) 患者男性, 65 岁。图中, A: CDUS 颈总动脉长轴切面显示一不均质斑块附于左侧颈总动脉侧后壁; B: CDUS 颈总动脉短轴切面显示斑块形态不规则, 内回声不均匀; C: DSCTA 显示一不均质混合斑块附壁狭窄, 该斑块未造成颈总动脉狭窄。CDUS: 彩色多普勒超声; DSCTA: 数字减影 CT 血管成像。

Fig.1 Color doppler ultrasound and digital subtraction CT angiography displayed one plaque located the left common carotid artery

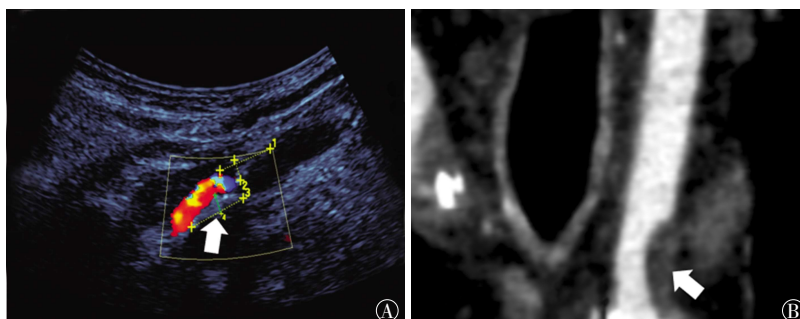


图 2 左侧颈内动脉斑块的 CDUS 与 DSCTA 的图像(箭头示颈总动脉起始段) 患者女性, 72 岁。图中, A: CDUS 颈内动脉起始处长轴切面显示一偏强回声斑块附壁, 该斑块造成颈内动脉中度狭窄, 狭窄处彩色血流呈“五彩镶嵌”样; B: DSCTA 显示一脂质斑块附壁, 该斑块造成颈内动脉中度狭窄。CDUS: 彩色多普勒超声; DSCTA: 数字减影 CT 血管成像。

Fig.2 Color doppler and digital subtraction CT angiography displayed one plaque located the left internal carotid artery

化斑块继发的颈动脉狭窄及相关病变<sup>[9]</sup>。本研究中, DSCTA 与 CDUS 在诊断颈动脉狭窄的效能的比较未见明显差异, 说明两种检查方法具有较高的诊断效能与一致性。

本研究发现 CDUS 诊断为中度狭窄及重度狭窄的患者较 DSCTA 多 5 例, 回顾这 5 例患者, 我们认为当颈动脉狭窄 >50% 时, 通常会出现血流动力学变化, 狭窄处的涡流及高速血流引起彩色多普勒成像出现外溢伪像<sup>[10]</sup>, 因此造成了描记斑块时人为扩大了斑块描记面积, 可能导致了轻度狭窄、中度狭窄的患者被诊断为中度或重度狭窄。DSCTA 在原有 CT 血管成像的基础上有了显著的技术革新: 成像时间缩短, 使得成像效果更清晰; 选择轻能谱纯化技术能够纯化高能射线, 过滤低能射线, 提高组织分辨率; 选择性去除骨骼的遮蔽影响, 在任意 ROI 进行自动化测量, 因此判断狭窄程度的能力大大提高。国内外研究均认为 DSCTA 诊断颈动脉狭窄程度的灵敏度及特异度极高<sup>[11-12]</sup>, 然而这些研究主要集中于钙化斑块导致的颈动脉狭窄。本研究结果表明, 在脂质斑块的检出中, DSCTA 存在一定的不足。

颈动脉粥样硬化不稳定斑块是指易形成局部血栓和远端栓子的斑块, 是脑卒中的独立危险因素<sup>[13]</sup>。与斑块不稳定性相关的因素包括薄的纤维帽、脂质核心、斑块内新生血管等。近年来, 颈动脉斑块的诊断理念已经不仅是斑块的大小, 或者狭窄程度的判断<sup>[14]</sup>, 而更趋向于对斑块性质的精确判断, 以此指导颈动脉支架术或动脉内膜剥脱术等的治疗方案选择<sup>[15]</sup>。

DSCTA 可以在判定管腔狭窄的同时, 通过 CT 值的测量进一步明确颈动脉附壁斑块的性质, 有效区分脂质斑块和钙化斑块等特征, 以此判断斑块的稳定程度, 为临床医师的治疗提供客观依据<sup>[11]</sup>。超声成像时, 钙化斑块呈片状强回声, 而脂质斑块一般呈低回声, 在一定程度上可以反映附壁斑块的性质。但对比发现, CDUS 诊断出更多的脂质斑块, 因此我们认为, 脂质斑块呈低回声, 与高回声的内膜对比明显, 更容易做出脂质斑块的诊断; DSCTA 整体显像效果好, 但局部空间分辨率低于 CDUS, 脂质斑块形成的略高于颈动脉内中膜的隆起较难判断, 而钙化斑块与周围组织形成明显的对比, 因此便于判断。

综上所述, DSCTA 与 CDUS 在诊断颈动脉斑块中均具有较高的应用价值, DSCTA 对钙化斑块的诊断较为灵敏, 而 CDUS 在早期小斑块和脂质斑块的检出中具有优势, 临床医师在日常诊疗中可充分利用其各自优势, 为颈动脉粥样硬化患者提供更好的医疗服务。

**利益冲突** 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展, 不涉及任何利益冲突。

**作者贡献声明** 孙井来负责数据的分析、论文的撰写与修订; 韦成相负责研究方案的提出与设计、数据的分析; 韩文淮负责数字减影 CT 血管成像病例的采集和数据的分析; 徐杰、陈风兰负责彩色多普勒超声病例的采集和数据的分析。

### 参 考 文 献

- [1] 赵宏廷, 李晓斌. 颈动脉粥样硬化研究进展[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2014, 12(1): 92-93. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1349.2014.01.060.
- [2] Zhao HT, Li XB. Advances in carotid atherosclerosis research[J]. Chin J Integr Med Cardiol Cereb Dis, 2014, 12(1): 92-93. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1349.2014.01.060.
- [3] Korn A, Bender B, Brodoefel H, et al. Grading of carotid artery stenosis in the presence of extensive calcifications: dual-energy CT angiography in comparison with contrast-enhanced MR angiography[J]. Clin Neuroradiol, 2015, 25(1): 33-40. DOI: 10.1007/S00062-013-0276-0.
- [4] Gupta A, Mtui EE, Baradaran H, et al. CT angiographic features of symptom-producing plaque in moderate-grade carotid artery stenosis[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2015, 36(2): 349-354. DOI: 10.3174/ajnr.A4098.
- [5] 黎计明, 罗伟良. 血管内超声在颈动脉粥样硬化中的应用现状[J]. 中国医学影像学杂志, 2015, 26(2): 156-160. DOI: 10.3969/j.issn.1005-5185.2012.02.022.
- [6] Li JM, Luo WL. The application of intravascular ultrasound in carotid atherosclerosis[J]. Chin J Med Imaging, 2015, 26(2): 156-160. DOI: 10.3969/j.issn.1005-5185.2012.02.022.
- [7] Grant EG, Benson CB, Moneta GL, et al. Carotid artery stenosis: grayscale and doppler ultrasound diagnosis—society of radiologists in ultrasound consensus conference[J]. Ultrasound Q, 2003, 19(4): 190-198.
- [8] Marquering HA, Nederkoorn PJ, Bleeker L, et al. Intracranial carotid artery disease in patients with recent neurological symptoms: high prevalence on CTA[J]. Neuroradiology, 2013, 55(2): 179-185. DOI: 10.1007/S00234-012-1096-6.
- [9] 杜文婷, 刘萍. 颈动脉超声检测在心脑血管疾病中的应用概况[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2016, 14(10): 1117-1120. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1349.2016.10.020.
- [10] Du WT, Liu P. The application of carotid artery ultrasound in cardiocerebrovascular diseases[J]. Chin J Integr Med Cardio-/Cereb

- Dis, 2016, 14(10): 1117-1120. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1349.2016.10.020.
- [ 8 ] 荆利娜, 高培毅, 林燕, 等. 破裂与非破裂颈动脉粥样硬化斑块周围血流动力学的 MRI 分析[J]. 中华放射学杂志, 2015, 49(1): 25-28. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2015.01.007.
- Jing LN, Gao PY, Lin Y. Role of hemodynamic change in carotid atherosclerotic plaque rupture using MRI and computational fluid dynamics[J]. Chin J Radiol, 2015, 49(1): 25-28. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2015.01.007.
- [ 9 ] 张红菊, 王浩, 郭忆, 等. 北京社区人群颈动脉粥样硬化的分布特征及超声检查方法学标准化探讨[J]. 中国超声医学杂志, 2011, 27(9): 811-814. DOI: 10.3969/j.issn.1002-0101.2011.09.016.
- Zhang HJ, Wang H, Guo Y, et al. Distribution and Standardized Methodology of Carotid Atherosclerosis for Beijing Community People[J]. Chin J Ultrasound Med, 2011, 27(9): 811-814. DOI: 10.3969/j.issn.1002-0101.2011.09.016.
- [ 10 ] 徐金锋, 吴瑛, 王慧芳, 等. 多普勒超声检查腹内血管所出现的伪像及局限性[J]. 中国医学影像技术, 2001, 17(10): 1019-1021. DOI: 10.3321/j.issn.1003-3289.2001.10.048.
- Xu JF, Wu Y, Wang HF, et al. Artifacts and Limitations in Examining Abdominal Blood Vessels by Doppler Sonography[J]. Chin J Med Imaging Technol, 2001, 17(10): 1019-1021. DOI: 10.3321/j.issn.1003-3289.2001.10.048.
- [ 11 ] Korn A, Bender B, Thomas C, et al. Dual energy CTA of the carotid bifurcation: advantage of plaque subtraction for assessment of grade of the stenosis and morphology[J]. Eur J Radiol, 2011, 80(2): e120-125. DOI: 10.1016/j.ejrad.2010.08.028.
- [ 12 ] 闵晓黎, 曹毅, 何敬, 等. 数字减影血管造影联合 CT 血管成像对颅内动脉瘤的诊治探讨[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2017, 15(2): 36-38, 65. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2011.02.012.
- Min XL, Cao Y, He J, et al. Digital Subtraction Angiography Combined CT Angiography for the Diagnosis and Treatment of Intracranial Aneurysms[J]. Chin J CT MRI, 2017, 15(2): 36-38, 65. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2011.02.012.
- [ 13 ] 黎红华, 陈洪汉, 周佩, 等. 颈动脉粥样硬化斑块的稳定性与缺血性脑血管疾病危险因素的相关研究[J]. 脑与神经疾病杂志, 2012, 20(3): 166-169. DOI: 10.3969/j.issn.1006-351x.2012.03.002.
- Li HH, Chen HH, Zhou P, et al. Research on stability of carotid atherosclerotic plaques and risk factors of cerebral infarction[J]. J Brain Nerv Dis, 2012, 20(3): 166-169. DOI: 10.3969/j.issn.1006-351x.2012.03.002.
- [ 14 ] Saba L, Anzidei M, Marincola BC, et al. Imaging of the carotid artery vulnerable plaque[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2014, 37(3): 572-585. DOI: 10.1007/S00270-013-0711-2.
- [ 15 ] Morgan CE, Lee CJ, Chin JA, et al. High-Risk anatomic variables and plaque characteristics in carotid artery stenting[J]. Vasc Endovascular Surg, 2014, 48(7/8): 452-459. DOI: 10.1177/1538574414551577.

(收稿日期: 2018-05-30)

·读者·作者·编者·

## 关于本刊网站、投审稿系统改版的通知

为了更好地使用投审稿系统,提高审稿的质量和效率,本刊网站、投审稿系统已进行了改版和更新。本刊将于2019年始全面使用新的网页和投审稿系统,网站的链接地址不变(<http://www.ijrmnm.com>; <http://gifsyxhyzz.paperopen.com>),作者、编委、审稿人等所有信息(包括用户个人登录账号、密码等)不变,但有部分操作界面与原来的不同,不便之处,敬请谅解!

欢迎广大作者、编委提出宝贵意见,帮助我们不断改进与完善相关工作。

本刊编辑部