

# Clinical Value of Ultrasound Shear Wave Elastography in Optimizing the BI-RADS Classification of Breast Masses

Jing Zhang

The Fourth Hospital of Qinhuangdao City, Qinhuangdao Hebei  
Email: 295221697@qq.com

Received: Apr. 7<sup>th</sup>, 2019; accepted: Apr. 18<sup>th</sup>, 2019; published: Apr. 25<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

**Objective:** To study the clinical value of ultrasound shear wave elastography (SWE) in optimizing the BI-RADS classification of breast masses. **Methods:** A total of 100 patients with 106 breast masses treated in the hospital from January 2016 to April 2018 were enrolled in the study. All masses were confirmed by pathology. The routine ultrasound scan was performed firstly, the conventional BI-RADS classification was performed secondly, and then SWE was performed to get quantitative parameters. With pathological results as the golden standard, the sensitivities, specificities and accuracy areas of the conventional BI-RADS classification, the maximum SWE parameter elasticity ( $E_{max}$ ) and  $E_{max}$  optimized BI-RADS classification for the diagnosis of malignant breast lesions were comparatively analyzed. **Results:** Pathologically 42 malignant lesions and 64 benign lesions were confirmed. The  $E_{max}$ , the minimum elasticity ( $E_{min}$ ), mean elasticity ( $E_{mean}$ ), square deviation (SD) and elasticity ratio ( $E_{ratio}$ ) of malignant breast lesions were significantly higher than those of benign lesions ( $P < 0.05$ ). With pathological results as the golden standard, the sensitivity, specificity and accuracy of conventional BI-RADS classification for diagnosis of malignant breast lesions were 92.86%, 57.81% and 71.70%, respectively. The receiver operating characteristic (ROC) curve analysis showed that areas under curves (AUC) of  $E_{max}$ ,  $E_{min}$ ,  $E_{mean}$ , SD and  $E_{ratio}$  were 0.94, 0.55, 0.88, 0.90 and 0.85, respectively. When the Jordan index was maximum, the cut-off value of  $E_{max}$  was 61.00 kPa. The diagnostic sensitivity, specificity and accuracy of  $E_{max}$  were 78.57%, 93.75% and 87.74%. The sensitivities after adjustment of  $E_{max}$  optimized BI-RADS classification for the diagnosis of malignant breast lesions were 92.86%, 96.87% and 94.34%. **Conclusion:** The SWE maximum elasticity  $E_{max}$  optimized BI-RADS classification can improve the diagnostic specificity and accuracy of malignant breast lesions.

## Keywords

Ultrasound, Shear Wave Elastography, Breast Mass, BI-RADS Classification

---

# 超声剪切波弹性成像对优化乳腺肿物BI-RADS分类中的临床价值研究

张 静

秦皇岛市第四医院, 河北 秦皇岛

Email: 295221697@qq.com

收稿日期: 2019年4月7日; 录用日期: 2019年4月18日; 发布日期: 2019年4月25日

## 摘 要

目的: 研究超声剪切波弹性成像(SWE)在优化乳腺肿物BI-RADS分类中的临床价值。方法: 以本院2016年1月~2018年4月就诊的100例(106个)乳腺肿物患者为研究对象, 均经病理证实, 先行常规超声扫描, 行常规BI-RADS分类, 再行SWE检测, 获取定量参数。以病理结果为金标准, 比较分析常规BI-RADS分类、SWE参数弹性最大值( $E_{max}$ )、 $E_{max}$ 优化BI-RADS分类后诊断乳腺恶性病变的敏感度、特异度、准确度。结果: 病理证实恶性病变42个, 良性病变64个; 乳腺恶性病变 $E_{max}$ 、弹性最小值( $E_{min}$ )、平均值( $E_{mean}$ )、方差(SD)、弹性比值( $E_{ratio}$ )均显著高于良性病变( $P < 0.05$ ); 以病理结果为金标准, 常规BI-RADS分类诊断乳腺恶性病变敏感度、特异度、准确度分别为92.86%、57.81%、71.70%; 受试者工作特征(ROC)曲线分析 $E_{max}$ 、 $E_{min}$ 、 $E_{mean}$ 、SD、 $E_{ratio}$ 曲线下面积(AUC)分别为0.94、0.55、0.88、0.90、0.85; 约登指数最大时 $E_{max}$ 临界值为61.00 kPa,  $E_{max}$ 诊断敏感度、特异度、准确度分别为78.57%、93.75%、87.74%;  $E_{max}$ 优化BI-RADS分类调整后诊断乳腺恶性病变敏感度为92.86%、96.87%、94.34%。结论: SWE弹性最大值 $E_{max}$ 优化BI-RADS分类能提高乳腺肿物恶性病变诊断特异度及准确度。

## 关键词

超声, 剪切波弹性成像, 乳腺肿物, BI-RADS分类

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Open Access

## 1. 引言

据称, 乳腺癌在恶性肿瘤中的比例为 7%至 10% [1], 且受饮食、环境、压力(家庭、工作)等影响, 其发病率不断上升, 给女性身心健康及家庭造成伤害。为此及时发现乳腺癌, 早期治疗, 对改善患者预后及生命质量有重要意义[2]。乳腺影像报告与数据系统(BI-RADS)为乳腺肿物评估有效方法, 它让乳腺超声报告具体化, 有利于乳腺良恶性鉴别, 但 BI-RADS 4 类病变中, 恶性概率从 3%到 95%, 跨度大, 假阳性风险大, 若需明确需行组织病理操作, 患者难以接受。同时乳腺肿物病理特征复杂, 常规 BI-RADS 分类存在较大的局限性。剪切波弹性成像(SWE)为新型超声成像技术之一, 对不同乳腺组织弹性计算, 可定量分析病变, 在鉴别乳腺肿物良恶性上有重要意义[3] [4]。本研究分析 SWE 在优化乳腺肿物 BI-RADS 分类中的诊断价值, 报道如下。

## 2. 资料与方法

### 2.1. 临床资料

选择本院 2016 年 1 月~2018 年 4 月就诊的乳腺肿物女性 100 例共 106 个病灶, 年龄 25~80 岁, 平均(50.38 ± 4.13)岁; 体重 45~70 kg, 平均(51.50 ± 3.85) kg; 婚姻状况: 已婚 82 例, 未婚或离异 18 例。纳入标准: 因出现乳房胀痛、溢液等症状就诊, 或体检时发现, 触诊到乳腺肿块; 年龄 > 18 岁; 肿块大小 ≤ 3 cm; 尚未接受治疗; 均行常规超声、SWE 检查, 资料完整; 知情同意。排除标准: 妊娠或母乳喂养者; 接受过隆胸手术; 既往有放化疗史; 乳腺病灶相邻有瘢痕组织; 病灶同侧乳腺有外科手术史; 肿块超过 3 cm。上述 106 个病灶经手术切除 100 个, 穿刺活检 6 个。

### 2.2. 检查方法

西门子 Sequoia512 超声诊断仪进行, 选择仰卧位, 乳腺暴露, 先接受常规超声检查, 对病灶形态、大小、边界、回声、内部血流信号等情况观察, 且依据 BI-RASD 分类。

之后切换到 SWE 模式(未施压状态), 将取样框(对肿块可覆盖)移动到肿物所在处, 叮嘱患者屏气 3 至 5 秒, 图像稳定之后定帧、保存, 选择对病灶覆盖部分为感兴趣区, 通过自带软件包对病灶弹性模量值测定, 包括弹性最大值( $E_{\max}$ )、最小值( $E_{\min}$ )、平均值( $E_{\text{mean}}$ )、方差(SD)、弹性比值( $E_{\text{ratio}}$ , 即病变组织和正常组织的比值), 各病灶测量 ≥ 3 次, 取均值。

2 名资深(经验 ≥ 5 年)医师进行盲评, 意见不同时通过第三人或协商统一。

### 2.3. 乳腺肿物性质判断

病理结果作为金标准。BI-RASD 分类[5], 0 级: 需深入检查; 1 级: 无异常; 2 级: 良性肿物; 3 级: 良性几率大, 出现边界清晰、实性肿块、形态规则等良性征象, 癌几率 2%以下; 4 级: 可疑恶性, 需活检, 癌几率 2%~95%。其中 4 级细分为 4a (2%~10%)、4b (11%~50%)、4c (51%~95%); 5 级: 癌几率 95%以上, 几乎肯定是癌, 形态不规则、微小钙化、边界不清或毛刺、纵横比 1 以上或强回声晕等恶性征象中符合 3 项或以上; 6 级: 活检证实的恶性肿瘤。本研究只对病理证实病变评价, 3 级、4a 级判断为阴性, 4b 及以上判断为阳性。SWE 定量参数 ≥ 临界值判断为阳性, <临界值判断为阴性。SWE 优化 BI-RASD 分类: BI-RADS 4b 及以上, 4a 类且  $E_{\max} \geq$  临界值判断为阳性; BI-RADS 3 类及以下, 4b 类且  $E_{\max} <$  临界值判断为阴性。

### 2.4. 统计学处理

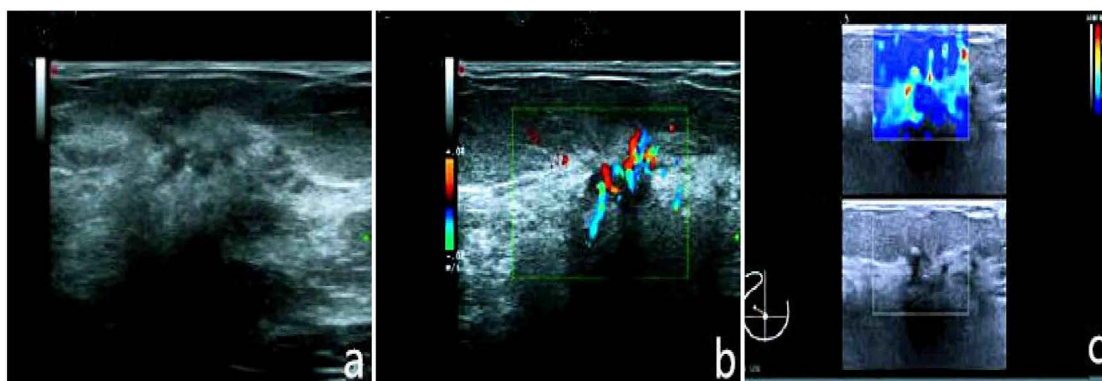
SPSS20.0 统计软件处理数据。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 行 t 检验; 建立受试者工作特征(ROC)曲线, 对曲线下面积(AUC)行 Z 检验, 以病理结果为金标准, 评价常规 BI-RASD 分类、SWE 优化 I-RASD 分类后诊断乳腺肿物的敏感度、特异度、准确度, 行  $\chi^2$  检验;  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 3. 结果

### 3.1. 病理结果

106 个病灶经病理检查证实, 恶性 42 个(39.62%), 其中浸润性导管癌 38 个(见图 1), 导管原位癌 2 个, 导管原位癌、黏液癌各 1 个; 良性 64 个, 其中纤维腺瘤 40 个, 腺病 16 个, 导管内乳头状瘤 5 个, 腺瘤 3 个。病灶最大纵径 0.5~3 cm, 平均(1.65 ± 0.55) cm。

图 1 中 a 为常规二维超声图像, 可见病灶形态不规则, 边缘不清, BI-RADS 4c 类; 图 b 为多普勒超声图像, 可见内部血流 III 级; 图 c 为 SWE 成像,  $E_{\max} = 191.58$  kPa。



**Figure 1.** Ultrasound image of invasive ductal carcinoma  
**图 1.** 浸润性导管癌超声图像

### 3.2. 常规 BI-RASD 分类结果

依据常规 BI-RASD 分类, 3 级恶性率 0.00% (0/10), 4a 级恶性率 10.00% (3/30); 4b 级及以上类恶性率 59.09% (39/66), BI-RASD 分类详细情况见表 1。以病理结果为金标准, 常规 BI-RASD 分类诊断乳腺恶性病变敏感度为 92.86% (39/42), 特异度为 57.81% (37/64), 准确度为 71.70% (76/106)。

**Table 1.** General BI-RASD classification results (a)

**表 1.** 常规 BI-RASD 分类结果(个)

| 病理类型 | 个   | 3 级 | 4a 级 | 4b 级 | 4c 级 | 5 级 |
|------|-----|-----|------|------|------|-----|
| 恶性   | 42  | 0   | 3    | 9    | 16   | 14  |
| 良性   | 64  | 10  | 27   | 19   | 6    | 2   |
| 合计   | 106 | 10  | 30   | 28   | 22   | 16  |

### 3.3. SWE 相关参数

相比良性病变, 恶性病变  $E_{\max}$ 、 $E_{\min}$ 、 $E_{\text{mean}}$ 、SD、 $E_{\text{ratio}}$  均明显大, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 2。

**Table 2.** Comparison of SWE related parameters of benign and malignant breast lesions ( $\bar{x} \pm s$ , kPa)

**表 2.** 乳腺良恶性病变 SWE 相关参数比较( $\bar{x} \pm s$ , kPa)

| 病理类型 | 个  | $E_{\max}$     | $E_{\min}$   | $E_{\text{mean}}$ | SD           | $E_{\text{ratio}}$ |
|------|----|----------------|--------------|-------------------|--------------|--------------------|
| 恶性   | 42 | 125.34 ± 31.46 | 15.00 ± 3.65 | 56.24 ± 15.72     | 21.85 ± 6.59 | 14.03 ± 4.15       |
| 良性   | 64 | 32.58 ± 6.52   | 10.31 ± 2.68 | 21.53 ± 4.10      | 6.54 ± 2.93  | 5.00 ± 1.42        |
| t    |    | 22.904         | 7.621        | 16.850            | 16.318       | 16.066             |
| P    |    | <0.001         | <0.001       | <0.001            | <0.001       | <0.001             |

### 3.4. SWE 诊断效能

SWE 相关参数  $E_{\max}$  ROC 的 AUC 为 0.94 (0.88~0.96),  $E_{\text{mean}}$  AUC 为 0.88 (0.80~0.94), SD AUC 为 0.90 (0.86~0.95),  $E_{\text{ratio}}$  AUC 为 0.85 (0.79~0.93),  $E_{\min}$  AUC 为 0.55 (0.46~0.70)。可见  $E_{\max}$  对乳腺肿物良恶性诊断价值最大。为此本研究只选择  $E_{\max}$  值与病理比较, 且约登指数最大时  $E_{\max}$  临界值为 61.00 kPa, 具体结

果见表 3。 $E_{\max}$  诊断乳腺恶性病变敏感度为 78.57% (33/42)，特异度为 93.75% (60/64)，准确度为 87.74% (93/106)。

**Table 3.**  $E_{\max}$  value and pathological results

**表 3.**  $E_{\max}$  值与病理结果比较

| 病理结果 | $E_{\max} > 61$ | $E_{\max} \leq 61$ | 合计  |
|------|-----------------|--------------------|-----|
| 阳性   | 33              | 9                  | 42  |
| 阴性   | 4               | 60                 | 64  |
| 合计   | 37              | 69                 | 106 |

### 3.5. $E_{\max}$ 优化 BI-RADS 分类调整后诊断效能

$E_{\max}$  优化 BI-RADS 分类调整后检出乳腺恶性病变 42 个，良性病变 64 个，见表 4。以病理结果为金标准， $E_{\max}$  优化 BI-RADS 分类调整后诊断乳腺恶性病变敏感度为 92.86% (39/42)，特异度为 96.87% (61/64)，准确度为 94.34% (100/106)。

**Table 4.**  $E_{\max}$  optimization BI-RADS classification adjustment and pathological results

**表 4.**  $E_{\max}$  优化 BI-RADS 分类调整后与病理结果比较

| 病理结果 | $E_{\max}$ 优化 BI-RADS 分类 |    | 合计  |
|------|--------------------------|----|-----|
|      | 阳性                       | 阴性 |     |
| 阳性   | 39                       | 3  | 42  |
| 阴性   | 3                        | 61 | 64  |
| 合计   | 42                       | 64 | 106 |

### 3.6. 诊断效能比较

常规 BI-RASD 分类诊断敏感度高于  $E_{\max}$ ，与优化 BI-RASD 分类相当，比较差异均无统计学意义 ( $\chi^2 = 3.500, 0.000, P > 0.05$ )；常规 BI-RASD 分类诊断特异度、准确度均明显低于  $E_{\max}$ 、优化 BI-RASD 分类 ( $\chi^2 = 22.518, 25.078, 8.431, 19.273, P < 0.05$ )。

## 4. 讨论

第 5 版 BI-RADS 分类对乳腺肿物超声诊断标准有所规范，4a 类恶性风险 2%~10%，4b 类恶性风险 11%~50%，4c 类恶性风险 51%~95%。在这种情况下有学者诊断乳腺肿物病变性质截断值集中于 4a 与 4b 类间[6]。但 BI-RADS 分类中 4 类病变仍要病理检测，此类病变恶性风险跨度大，增加临床决策难度。本研究 BI-RADS 4 类乳腺恶性率 35.00% (28/80)，比相关报道[7] [8]的 43.1%~59.0%低。可见大部分病灶无需干预。在这种情况下找寻有效手段优化 BI-RADS 4 类乳腺病变，减少活检几率至关重要。

弹性成像最初由 Ophir [9]于 20 世纪 90 年代初提出，以常规超声成像为基础，通过弹性力学作用让组织表现出位移、速度等变化，经由专业处理计算出弹性参数。SWE 利用组织弹性信息让组织质地差异经由超声图像显示，弹性成像图像通过彩色编码后在传统二维灰阶图上叠加，组织硬度大的呈现红色，硬度小则呈现蓝色。SWE 通过组织弹性信息显示对乳腺组织量化显示，客观性强。同时 SWE 使用声辐射脉冲激励手段，不仅可减少手动激励引发的依赖性，而且可局部激励病变，避免整体激励受 ROI 区域之外组织影响，可重复性强[10]。本研究结果显示相比良性病变，乳腺恶性病变 SWE 相关参数均显著高，

与史完全等[11]结果一致。该学者还发现  $E_{\max}$  诊断乳腺病变良恶性敏感度、特异度比  $E_{\text{mean}}$ 、SD、 $E_{\text{ratio}}$  均高, 且  $E_{\max}$  结合 BI-RADS 分类诊断敏感度、特异度、约登指数与  $E_{\max}$  相当。本研究与之不同的是, 由于  $E_{\max}$  诊断乳腺病变 AUC 最大, 为此只评价  $E_{\max}$  及其优化 BI-RADS 类对乳腺肿物良恶性病变的价值。占海晏等[12]研究发现  $E_{\max}$  临界值 = 65.15 kPa,  $E_{\text{mean}}$  临界值 = 43.79 kPa 时, SWE 诊断敏感度高达 92.59%, 特异度 90.78%, 准确度 94.84%, 且 AUC 比 BI-RADS-US 大(0.942 Vs 0.883)。陈敏等[13]也表明  $E_{\max}$  相比  $E_{\text{mean}}$  对乳腺实性良恶性病变诊断价值更大。本研究结果显示常规 BI-RASD 分类诊断乳腺良恶性病变敏感度较高(92.86%), 其特异度、准确度均较低, 与唐丽娜等[14]结果存在一定的差异, 这可能与规 BI-RASD 分类依据不同有关: 该学者将  $\geq 4$  类判断为阳性, 本研究将 4b 及以上判断为阳性。本研究还发现  $E_{\max}$  临界值为 61.00 kPa 时, 其 AUC 为 0.94, 相比其他参数 AUC 最大, 此时其诊断乳腺良恶性病变敏感度为 78.57%, 特异度、准确度分别为 93.75%、87.74%。可见 SWE 诊断鉴别乳腺良恶性病变特异度、准确度高, 敏感度也较高。另外,  $E_{\max}$  优化 BI-RADS 分类, BI-RADS  $\geq 4b$ , 4a 类且  $E_{\max} \geq$  临界值判断为阳性。结果显示  $E_{\max}$  优化 BI-RADS 分类后其敏感度、特异度、准确度分别为 92.86%、96.87%、94.34%。可见 SWE 结合 BI-RADS 不仅可保持常规 BI-RADS 诊断乳腺恶性病变的敏感度, 而且能明显提高 BI-RADS 分类特异度、准确度, 与相关报道相符[15]。

综上, SWE 弹性最大值  $E_{\max}$  结合 BI-RADS 诊断乳腺良恶性病变敏感度、特异度、准确度均较高, 能优化 BI-RADS 分类, 临床可减少过度诊疗。

## 参考文献

- [1] Tangeruda, Potapenko, I., Skjerven, H.K., *et al.* (2015) Radiologic Evaluation of Lumps in the Male Breast. *Acta Radiologica*, **57**, 481-484. <https://doi.org/10.1177/0284185115609802>
- [2] 袁长翻, 魏杰. SWE 结合 BI-RADS 分级对乳腺肿块鉴别诊断价值及其与病理特征关系的研究[J]. 河北医学, 2018, 24(3): 366-370.
- [3] 肖静, 董洋, 张心茹, 等. 超声弹性成像在 BI-RADS 3、4 级乳腺病变中的诊断价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2017, 28(8): 553-555, 563.
- [4] 彭晓静, 胡彧, 巩海燕, 等. 实时剪切波弹性成像联合超声造影优化乳腺病变 BI-RADS 分类的价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2017, 28(6): 400-404.
- [5] American College of Radiology (2013) Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS). 4th Edition, American College of Radiology, Reston, 563-570.
- [6] Lee, E.J., Jung, H.K., Ko, K.H., *et al.* (2013) Diagnostic Performances of Shear Wave Elastography: Which Parameter to Use in Differential Diagnoses of Solid Breast Masses. *European Radiology*, **23**, 1803-1811. <https://doi.org/10.1007/s00330-013-2782-5>
- [7] Luo, J., Chen, J.D., Chen, Q., *et al.* (2016) Contrast-Enhanced Ultrasound Improved Performance of Breast Imaging Reporting and Data System Evaluation of Critical Breast Lesions. *World Journal of Radiology*, **8**, 610-617. <https://doi.org/10.4329/wjr.v8.i6.610>
- [8] 彭晓静, 巩海燕, 许迪, 等. 实时剪切波弹性成像和超声造影对 BI-RADS 4 类乳腺病变诊断效能的对比研究[J]. 临床超声医学杂志, 2017, 19(8): 510-513.
- [9] Ophir, J., Céspedes, I., Ponnekanti, H., *et al.* (1991) Elastography: A Quantitative Method for Imaging the Elasticity of Biological Tissues. *Ultrason Imaging*, **13**, 111-134. <https://doi.org/10.1177/016173469101300201>
- [10] Cosgrove, D.O., Berg, W.A., Doré, C.J., *et al.* (2012) The BE1 Study Group. Shear Wave Elastography for Breast Masses Is Highly Reproducible. *European Radiology*, **22**, 1023-1032. <https://doi.org/10.1007/s00330-011-2340-y>
- [11] 史完全, 李俊来, 李秋洋, 等. 超声剪切波弹性模量参数在评估乳腺良恶性病灶中的应用价值比较[J]. 中国医学科学院学报, 2015, 37(3): 294-299.
- [12] 占海晏, 臧国礼, 金进晓, 等. 超声剪切波弹性成像与超声乳腺影像报告和数据库对乳腺良性肿块的诊断价值[J]. 中国基层医药, 2015, 22(19): 2922-2924.
- [13] 陈敏, 刘青, 聂影, 等. 剪切波弹性成像在乳腺实性病变良恶性鉴别中的诊断价值[J]. 现代生物医学进展, 2014, 14(36): 7113-7146.

- 
- [14] 唐丽娜, 王瑶琴, 陈轶洁, 等. 超声剪切波弹性定量参数在优化乳腺结节 BI-RADS 分类中的价值[J]. 中国超声医学杂志, 2016, 32(8): 687-690.
- [15] Tang, L., Xu, H.X., Bo, X.W., *et al.* (2014) A Novel Two-Dimensional Quantitative Shear Wave Elastography for Differentiating Malignant from Benign Breast Lesions. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, **8**, 10920-10928.

**知网检索的两种方式:**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2161-8712, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>  
期刊邮箱: [acm@hanspub.org](mailto:acm@hanspub.org)