

Transvaginal cervical shear wave elastography for evaluating preterm birth

LI Ling¹, XIONG Wen^{1*}, CHEN Qin¹, LIU Yun¹, MEI Jie², YANG Xiaofeng², ZHOU Qing¹

(1. Department of Ultrasound, 2. Department of Obstetrics and Gynecology, Sichuan Academy of Medical Sciences & Sichuan Province People's Hospital, Chengdu 610072, China)

[Abstract] **Objective** To explore the value of transvaginal cervical shear wave elastography in prediction premature birth. **Methods** A total of 140 pregnant women who underwent prenatal ultrasonic examinations were enrolled. Cervical canal lengths were measured at 18–24 weeks of gestation, and then shear wave electrography was used to measure the elasticity of anterior and posterior lips of the internal cervical opening, anterior and posterior lips of the external cervical opening. Pregnancy outcomes were followed up and recorded, and delivery at 28–37 weeks of gestation was taken as the diagnostic criteria for preterm delivery, and the pregnant women were divided into preterm delivery group and the term group. The predictive value of cervical canal length and elasticity value on preterm delivery were analyzed with receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results** Among 140 pregnant women, terminated pregnancy before 37 weeks due to maternal-fetal factors occurred in 2 cases, while 1 was lost to follow-up, and the above 3 cases were excluded. Among 137 pregnant women, premature and full-term delivery occurred in 24 and 113 ones, respectively. Statistical differences of cervical canal length, elastic values of the anterior and posterior lips of the internal cervical opening and the anterior lip of the external cervical opening were found between groups (all $P < 0.05$), while there was no statistical difference in the elastic values of the posterior lip of the external cervical opening ($P > 0.05$). ROC curve showed that the area under the curve (AUC) of the posterior lip, the elasticity value of the anterior lip and the cervical length in predicting premature birth was 0.87, 0.86 and 0.73, respectively. AUC of the anterior lip or the posterior lip combined with the cervical length in predicting premature birth were all 0.88. **Conclusion** Transvaginal cervical shear wave elastography could be used to predict preterm birth.

[Keywords] premature birth; cervix uteri; ultrasonography; elasticity imaging techniques

DOI:10.13929/j.issn.1672-8475.2021.07.006

经阴道宫颈剪切波弹性成像预测早产

李 凌¹, 熊 雯^{1*}, 陈 琴¹, 刘 芸¹, 梅 劼², 杨小锋², 周 青¹

(1. 四川省医学科学院·四川省人民医院超声科, 2. 妇产科, 四川 成都 610072)

[摘要] **目的** 观察经阴道宫颈剪切波弹性成像对早产的预测价值。**方法** 选取接受常规产前超声检查的 140 名孕妇, 于孕 18~24 周经阴道超声测量宫颈管长度, 而后启用剪切波弹性成像测量宫颈内口前唇、后唇及宫颈外口前唇、后唇弹性值。追踪妊娠结局, 以妊娠满 28 周、不足 37 周分娩为早产标准分为早产及足月产, 采用受试者工作特征 (ROC) 曲线分析宫颈管长度及宫颈弹性值对早产的预测价值。**结果** 140 名孕妇中, 2 例因母胎因素于 37 周前终止妊娠, 1 例失访, 均予以排除, 最终纳入 137 名; 其中 24 名早产 (早产组), 113 名足月产 (足月产组), 组间宫颈管长度及宫颈内口前唇、后唇及外口前唇弹性值差异均有统计学意义 (P 均 < 0.05), 宫颈外口后唇弹性值差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。ROC 曲线结果显示, 宫颈内口前唇、宫颈内口后唇弹性值及宫颈管长度预测早产的 ROC 曲线下面积 (AUC) 分别为 0.87、0.86 和 0.73, 宫颈内口

[第一作者] 李凌 (1982—), 女, 四川成都人, 硕士, 主治医师。研究方向: 妇产医学超声诊断。E-mail: 343299493@qq.com

[通信作者] 熊雯, 四川省人民医院超声科, 610072。E-mail: 1351233@qq.com

[收稿日期] 2021-04-14 **[修回日期]** 2021-06-09

前唇或后唇联合宫颈管长度预测早产的 AUC 均为 0.88。结论 经阴道宫颈剪切波弹性成像可用于预测早产。

〔关键词〕 早产;子宫颈;超声检查;弹性成像技术

〔中图分类号〕 R714.1; R445.1 〔文献标识码〕 A 〔文章编号〕 1672-8475(2021)07-0406-05

早产是新生儿死亡的主要原因之一^[1],我国早产诊断标准为于妊娠满 28 周、不足 37 周分娩。2014 年全球早产率约 10.6%,我国约占全球早产总数的 12%^[2]。目前预测早产的方法主要为超声检测宫颈形态、评估宫颈软硬度(Bishop 评分),检测阴道后穹窿分泌物及临床宫缩等,宫颈软硬度主要由产科医师主观测评,缺乏定量指标。超声弹性成像可定性及定量评估组织硬度,目前已广泛用于肝脏和多种浅表组织及器官^[3-4];利用剪切波弹性成像技术可定量评估宫颈软硬度^[5]。本研究观察经阴道实时宫颈剪切波弹性成像对早产的预测价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2019 年 3 月—10 月于四川省人民医院接受产前筛查的 140 名中孕期孕妇,年龄 19~50 岁,中位年龄 29.3(26.5,31.2)岁;均为单胎妊娠,孕周 18⁺₄~24⁺₃ 周,中位孕周 21.86(19.29,23.43)周。排除标准:①合并严重心肺疾病、高血压、糖尿病、胆汁淤积等,或严重生殖道感染、胎儿宫内感染等;②阴道大出血;③胎儿畸形及胎盘异常;④子宫畸形及宫颈疾病;⑤双胞胎及多胎妊娠;⑥因母胎因素终止妊娠或失访。检查前孕妇均对本研究知情并签署知情同意书。

1.2 仪器与方法 采用 Supersonic Imagine AixPlorer 型彩色多普勒超声诊断仪,腔内探头,频率 3~12 MHz。嘱孕妇排空膀胱,取截石位;将探头置于阴道后穹窿处,于宫颈正中矢状切面清晰显示宫颈内

口、外口及宫颈内膜线,观察宫颈形态,测量宫颈管长度。具体测量方法:①对平直宫颈沿内膜线测量宫颈外口至宫颈内口的直线距离;②对弯曲宫颈采用描迹法沿宫颈内膜线测量宫颈内口至外口的长度;③宫颈内口开放时,测量宫颈外口至宫颈内口闭合端的直线距离。以上均测量 3 次,取平均值。而后开启弹性模式,调整取样框,使图像采样区刚好完全覆盖宫颈,待图像稳定 3~5 s 后冻结并存储;测量宫颈内口前唇及后唇、宫颈外口前唇及后唇 4 个区域的杨氏模量值即弹性值,重复测量 3 次,取平均值;如宫颈内口开放,则于宫颈内口闭合端进行测量。

1.3 随访 追踪妊娠结局,以妊娠满 28 周、不足 37 周分娩为早产标准,将孕妇分为早产及足月产。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 25.0 统计分析软件。计量资料均不符合正态分布,以中位数(上下四分位数)表示,组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验;采用 χ^2 检验对计数资料进行组间比较。以受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评价宫颈管长度、宫颈弹性值对早产的预测效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

140 名孕妇中,2 例因母胎因素于 37 周前终止妊娠,1 例失访,均予排除,最终纳入 137 名。其中 24 名(24/137,17.52%)于孕 31⁺₂~36⁺₅ 周自然分娩(早产组),见图 1;113 名(113/137,82.48%)足月自然分娩(足月产组),见图 2。

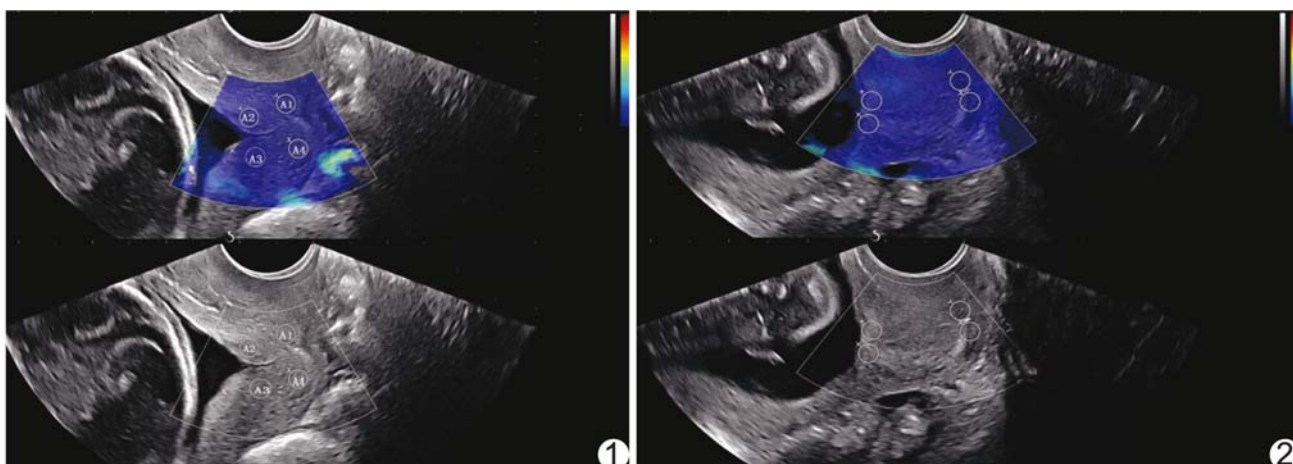


图 1 早产组孕妇,27 岁,孕 21⁺₅ 周剪切波弹性成像测量宫颈内口前唇、后唇及宫颈外口前唇、后唇的弹性值分别为 8.2、8.7、3.5 及 3.0 kPa

图 2 足月产组孕妇,29 岁,孕 22⁺₄ 周剪切波弹性成像测量宫颈内口前唇、后唇及宫颈外口前唇、后唇的弹性值分别为 15.2、17.4、6.2 及 7.6 kPa

2.1 2 组孕妇一般资料比较

早产与足月产孕妇年龄、体质量指数 (body mass index, BMI)、睡眠、适当运动、有无宫颈手术史、孕产史差异均无统计学意义 (P 均 >0.05), 早产史、流产史差异均有统计学意义 (P 均 <0.05), 见表 1。

2.2 2 组孕妇宫颈管长度及宫颈弹性值比较 2 组孕妇间宫颈管长度及宫颈内口前唇、后唇及宫颈外口前唇弹性值差异均有统计学意义 (P 均 >0.05), 宫颈外口后唇弹性值差异无统计学意义 ($P>0.05$), 见表 2。

2.3 宫颈管长度、宫颈弹性值及二者联合预测早产的价值

ROC 曲线结果显示, 宫颈内口后唇、宫颈内口前唇弹性值及宫颈管长度预测早产的 ROC 曲线下面积 (area under the curve, AUC) 分别为 0.87、0.86 和 0.73, 宫颈内口前唇或后唇联合宫颈管长度预测早产的 AUC 均为 0.88。见表 3 及图 3、4。

3 讨论

随着医疗水平的提高, 对早产儿的救治不断改善, 但早产仍为导致新生儿死亡的主要原因之一^[1]。本研

表 1 早产与足月产孕妇一般资料比较

一般资料	早产 ($n=24$)	足月产 ($n=113$)	Z/χ^2 值	P 值
年龄 (岁)	29.5 (27.0, 31.8)	29.3 (26.5, 31.2)	-0.48	0.63
BMI (kg/m ²)	21.44 (20.21, 22.66)	20.83 (19.49, 22.62)	-0.83	0.40
睡眠 (例)				
<6 h/d ($n=11$)	1	10		
6~8 h/d ($n=70$)	14	56	0.92	0.63
>8 h/d ($n=56$)	9	47		
适当运动 (例)				
>2 h/d ($n=42$)	9	33		
0.5~2 h/d ($n=61$)	10	51	0.68	0.71
<0.5 h/d ($n=34$)	5	29		
孕产史 (例)				
初产妇 ($n=88$)	12	76	2.57	0.11
经产妇 ($n=49$)	12	37		
早产史 (例)				
无 ($n=126$)	19	107	4.53	0.03
有 ($n=11$)	5	6		
流产史 (例)				
无 ($n=73$)	10	63		
自然流产 ($n=25$)	9	16	7.24	0.03
人工流产 ($n=39$)	5	34		
宫颈手术史 (例)				
是 ($n=122$)	23	99	1.37	0.24
否 ($n=15$)	11	14		

究结果显示, 孕妇既往流产史、早产史、宫颈管缩短及宫颈软化均为早产的高危因素, 推测有流产与早产史的孕妇更易发生感染及胎膜早破而导致早产^[6]。妊娠晚期, 子宫下段逐渐消失, 宫颈管缩短, 经阴道超声可准确测量宫颈管长度。本研究中, 妊娠 18~24 周时, 早产组孕妇宫颈管长度短于足月产组孕妇。提示通过

表 2 早产组与足月产组孕妇宫颈弹性值及宫颈管长度比较 [中位数 (上下四分位数)]

组别	弹性值 (kPa)				宫颈管长度 (cm)
	宫颈内口前唇	宫颈内口后唇	宫颈外口前唇	宫颈外口后唇	
足月产组 ($n=113$)	18.17 (13.92, 24.14)	23.56 (17.06, 32.63)	8.62 (5.91, 12.43)	7.85 (5.63, 10.15)	3.77 (3.40, 4.17)
早产组 ($n=24$)	10.85 (8.68, 12.29)	12.12 (9.21, 16.33)	6.82 (4.65, 8.37)	6.73 (4.73, 9.56)	3.21 (2.35, 3.79)
Z 值	5.45	5.70	2.84	1.59	3.49
P 值	<0.01	<0.01	<0.01	0.11	<0.01

表 3 宫颈弹性值、宫颈管长度及二者联合预测早产的 ROC 曲线分析

参数	截断值	标准误	P 值	敏感度	特异度	约登指数	AUC (95% CI)
弹性值							
宫颈内口前唇	13.15	0.04	<0.01	0.87	0.77	0.65	0.86 (0.78, 0.93)
宫颈内口后唇	17.70	0.04	<0.01	0.87	0.72	0.59	0.87 (0.80, 0.94)
宫颈外口前唇	8.53	0.05	<0.01	0.83	0.51	0.35	0.68 (0.58, 0.78)
宫颈管长度	3.23	0.06	<0.01	0.58	0.81	0.38	0.73 (0.61, 0.84)
联合诊断 1	0.15	0.03	<0.01	0.87	0.74	0.62	0.88 (0.81, 0.95)
联合诊断 2	0.18	0.04	<0.01	0.88	0.81	0.68	0.88 (0.81, 0.95)

注: 联合诊断 1 = 宫颈内口后唇弹性值 + 宫颈管长度; 联合诊断 2 = 宫颈内口前唇弹性值 + 宫颈管长度

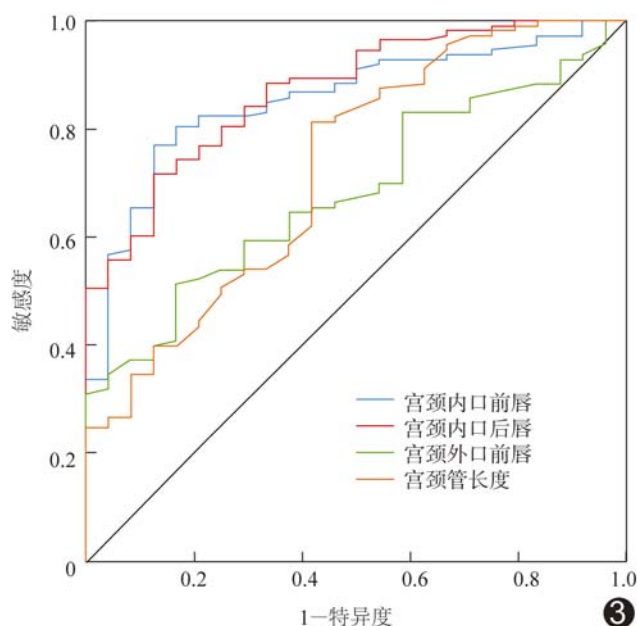


图 3 宫颈弹性值及宫颈管长度预测早产的 ROC 曲线

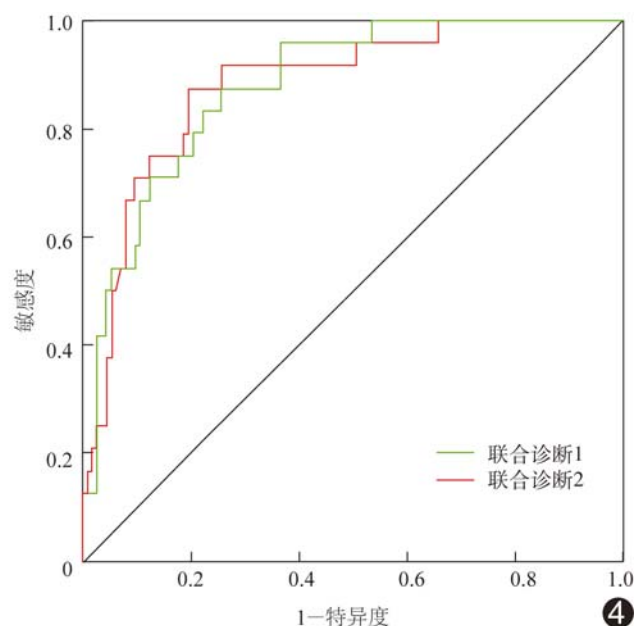


图 4 宫颈弹性值联合宫颈管长度预测早产的 ROC 曲线

检测宫颈管长度可有效预测早产^[7-8],通常妊娠 24 周前宫颈管长度 <2.5 cm 或宫颈漏斗形成预示早产发生危险提高。

宫颈软化、扩张是妊娠发生的必要因素。纤维结缔组织为宫颈管的主要成分,约占 80%~95%,其次为少量平滑肌、内皮细胞、蛋白及细胞间质等。妊娠后期,胶原纤维成分逐渐减少,纤维网断裂,纤维溶解,同时细胞基质、蛋白和水分增加,导致宫颈软化,以利于分娩^[9-10]。就机制而言,宫颈软化发生在宫颈管缩短或宫颈漏斗形成之前,据此能够更早预测早产发生。既往研究^[11]表明,宫颈软化是早产的独立危险因素,与宫颈管缩短无直接关系。本研究分别测量宫颈内口前唇及后唇、宫颈外口前唇及后唇 4 个区域的弹性值,以更好地观察宫颈、前后唇硬度变化,结果显示,宫颈内口弹性值对早产的预测效能优于宫颈外口,与既往研究^[12]结果相似。宫颈内口胶原蛋白交联程度强于宫颈外口,胶原蛋白纵向纤维密度更大,宫颈胶原蛋白网具有高度非均质性,故宫颈内口与早产的关系可能更为密切^[13]。根据宫颈内口弹性预测早产的效能高于宫颈管长度,原因可能在于宫颈管长度尚未变化时宫颈已开始软化,而后逐渐扩张、变短。

本研究中宫颈内口前唇或后唇联合宫颈管长度预测早产的 AUC 均为 0.88,宫颈内口前唇、后唇弹性值单独预测的 AUC 为 0.87,提示测量宫颈管长度及宫颈弹性可为预测早产提供依据,以更严密地监测高危早产孕妇并提前采取措施,减少早产发生;但宫颈管长

度联合宫颈弹性的 AUC 较单独宫颈弹性的 AUC 升高幅度较小,二者联合是否有助于提高诊断效能尚需加大样本量、开展多中心研究以进一步观察。

综上,经阴道宫颈剪切波弹性成像可用于预测早产。本研究的主要局限性:为单中心研究,相对足月产而言,早产发生率较低,导致早产组与足月产组样本量差异较大,可能存在偏倚;观察的妊娠时段有限,且未严格规定测量弹性的具体位置。

[参考文献]

- [1] SENTILHES L, SENAT M V, ANCEL P Y, et al. Prevention of spontaneous preterm birth: Guidelines for clinical practice from the French College of Gynaecologists and Obstetricians (CNGOF) [J]. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol, 2017, 210: 217-224.
- [2] CHAWANPAIBOON S, VOGEL J P, MOLLER A B, et al. Global, regional, and national estimates of levels of preterm birth in 2014: A systematic review and modelling analysis [J]. Lancet Glob Health, 2019, 7(1): e37-e46.
- [3] QIN T, WANG H, SONG J, et al. Could ultrasound elastography reflect liver function [J]. Ultrasound Med Biol, 2018, 44(4): 779-785.
- [4] DONG Y, ZHONG C, ZHOU J, et al. Breast strain elastography: Observer variability in data acquisition and interpretation [J]. Eur J Radiol, 2018, 101: 157-161.
- [5] 依丽娜, 福林, 杨舒宇. 超声弹性成像技术预测自发性早产: Meta 分析 [J]. 中国医学影像技术, 2021, 37(4): 568-572.
- [6] 陆新妹, 王志坚, 吴静怡. 258 例早产的病因及早产儿结局分析 [J].

- 中国妇幼保健, 2017, 32(17):4143-4145.
- [7] MCINTOSH J, FELTOVICH H, BERGHELLA V, et al. The role of routine cervical length screening in selected high-and low-risk women for preterm birth prevention [J]. Am J Obstet Gynecol, 2016, 215(3):B2-B7.
- [8] 陈爽爽, 胡兵. 超声检查预测早产应用进展[J]. 中国医学影像技术, 2019, 35(9):1422-1425.
- [9] FACCHINETTI F, VENTURINI P, BLASI I, et al. Changes in the cervical competence in preterm labor [J]. BJOG, 2005, 112(1):23-27.
- [10] MYERS K M, FELTOVICH H, MAZZA E, et al. The mechanical role of the cervix in pregnancy [J]. J Biomech, 2015, 48(9):1511-1523.
- [11] HERNANDEZ-ANDRADE E, MAYMON E, LUEWAN S, et al. A soft cervix, categorized by shear-wave elastography, in women with short or with normal cervical length at 18-24 weeks is associated with a higher prevalence of spontaneous preterm delivery [J]. J Perinat Med, 2018, 46(5):489-501.
- [12] DU L, LIN M F, WU L H, et al. Quantitative elastography of cervical stiffness during the three trimesters of pregnancy with a semiautomatic measurement program: A longitudinal prospective pilot study [J]. J Obstet Gynaecol Res, 2020, 46(2):237-248.
- [13] REUSCH L M, FELTOVICH H, CARLSON L C, et al. Nonlinear optical micro-copy and ultrasound imaging of human cervical structure [J]. Journal of Biomedical Optics, 2013, 18(3):031110.

《中国介入影像与治疗学》投稿要求(一)

1 总体要求 文稿应具有科学性、先进性、创新性和可读性,力求重点突出,论点明确,资料详实,数据可靠,结构严谨,写作规范,表达准确,文字精炼。文稿撰写应遵照国家标准 GB 7713 科学技术报告、学位论文和学术论文的编写格式,GB 6447 文摘编写规则,GB 7714 文后参考文献著录规则;专家述评 4000 字左右,研究论著、综述类论文 5000 字左右,经验交流一般不超过 2500 字,个案报道不超过 1000 字。

2 题目 力求高度概括、言简意赅且能反映论文的主题,文题字数一般不超过 20 个汉字,尽量不设副标题,题目中尽量不使用阿拉伯数字开头。

3 作者 作者姓名标注在文题下方,按贡献大小顺序排列,投稿后作者署名及顺序不得随意修改或变更。具备下列条件者可列为作者:①参加选题、研究工作并能解释论文有关问题者;②起草或修改论文中关键性理论或主要内容者;③能对编辑部的修改意见进行核修,并最终同意该文发表者。对研究工作有贡献的其他人可在致谢中列出。通信作者姓名旁应上标加注“*”号,其应对全文内容负责,还应具有对读者提出的质疑进行答辩的能力和义务。如有外籍作者,应征得本人同意,并附有本人签字。

4 单位 在作者的下一行写出单位的全称(具体到科室)、省市和邮政编码。署名作者分别在多个单位者,应分别写出各单位的全称(具体到科室),并用阿拉伯数字在对应的署名作者右上角标注。

5 英文题目 应简明扼要,便于检索,与中文题名内容上应一致,以不超过 10 个实词为宜。除已得到整个科技界或本行业科技人员公认的缩略词语外,不宜使用缩略词语。

6 英文作者 用汉语拼音拼写,姓前名后,姓氏全部大写,名首字母大写,双名首字母大写。例如:王小五,写为:WANG Xiaowu。依据《中国人名汉语拼音字母拼写规则》(国家标准编号:GB/28039-2011),姓氏“吕”的汉语拼音应为“LYU”。

7 英文单位 应与中文单位对应,按查阅本单位官方网站或咨询相关职能部门,规范英文单位名称。

8 基金项目 书写格式应为:××基金(编号××)。基金论文投稿时应同时将基金项目批文扫描上传。本刊将优先选登基金论文。

9 第一作者 书写格式为:姓名(出生年-),性别,籍贯,学位,职称,研究方向和 E-mail。尚未毕业者学位写为“在读××”,如“在读硕士”、“在读博士”。投稿时,简介中需注明第一作者联系电话。

10 通信作者 通常为稿件所涉及研究工作的负责人,通信作者简介包括其姓名、单位、邮编和 E-mail。