

[临床研究]

四维子宫输卵管超声造影影像学特征对不孕患者 造影术后自然妊娠的预测价值

裴华洁, 贺 琰, 胡 巧, 郑红雨, 陈海宁

(广西壮族自治区人民医院超声科, 广西南宁 530021)

[摘要]目的 研究四维子宫输卵管超声造影(4D-HyCoSy)影像学特征对不孕患者造影术后自然妊娠的预测价值。方法 选择2020年1月至2022年6月在广西壮族自治区人民医院门诊拟诊为不孕并行4D-HyCoSy的220例女性患者为研究对象,根据4D-HyCoSy后3个月内是否成功自然妊娠分为自然妊娠组(59例)及未自然妊娠组(161例)。比较组间超声征象差异,应用Logistic回归分析筛选出预测不孕患者造影术后自然妊娠的影响因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估模型的预测价值。结果 自然妊娠组推注造影剂量、无造影剂返流、推注压力小/无阻力、盆腔无粘连带、输卵管走行自然柔和及卵巢周围环状包绕的占比均高于未自然妊娠组,差异具有统计学意义(χ^2/Z 值介于-2.313~61.801之间, $P<0.05$);多因素Logistic回归模型结果显示,推注压力小/无阻力、输卵管走行自然柔和、卵巢周围环状包绕是输卵管性不孕患者4D-HyCoSy后自然妊娠的独立影响因素(OR 值介于6.100~15.817之间, $P<0.05$);推注压力、输卵管走形及卵巢包绕情况三者联合预测输卵管性不孕患者4D-HyCoSy后自然妊娠的曲线下面积(AUC)为0.877,灵敏度为0.797,特异度为0.845,约登指数为0.642。结论 4D-HyCoSy影像学特征对不孕患者超声造影术后3个月内自然妊娠具有一定的预测效能,可为临床诊疗决策提供一定的超声影像参考。

[关键词] 输卵管; 四维超声造影; 影像学特征; 不孕; 自然妊娠; 预测价值

Doi:10.3969/j.issn.1673-5293.2025.12.010

[中图分类号] R173

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-5293(2025)12-0067-06

Predictive value of four-dimensional hysterosalpingo-contrast sonography imaging features for natural pregnancy after the procedure in infertile patients

PEI Huajie, HE Yan, HU Qiao, ZHENG Hongyu, CHEN Haining

(Department of Ultrasound, the People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Guangxi Nanning 530021, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the predictive value of four-dimensional hysterosalpingo-contrast sonography (4D-HyCoSy) imaging features for natural conception after the procedure in infertile women. **Methods** A total of 220 female patients diagnosed with infertility and undergoing 4D-HyCoSy at the People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region between January 2020 and June 2022 were enrolled. Based on whether natural pregnancy was achieved within 3 months after 4D-HyCoSy, patients were divided into the natural pregnancy group ($n=59$) and the non-natural pregnancy group ($n=161$). Ultrasound signs between the two groups were compared, and logistic regression analysis was applied to identify factors influencing natural pregnancy after the procedure in infertile patients. Receiver operating characteristic (ROC) curves were plotted to evaluate the predictive performance of the model. **Results** The natural pregnancy group showed higher proportions of smaller injected contrast agent volume, absence of reflux, low injection pressure or no resistance, absence of pelvic adhesions, smooth and natural fallopian tube course, and circumferential ovarian encasement compared with the non-natural pregnancy group, with statistically significant differences (χ^2/Z values ranging from -2.313 to 61.801, $P<0.05$). Multivariate logistic regression identified low/no injection pressure, smooth and natural fallopian tube course, and circumferential ovarian encasement as independent predictors of natural pregnancy after 4D-HyCoSy in patients with tubal infertility (OR values ranging from 6.100 to 15.817, $P<0.05$). The combination of injection pressure, tubal morphology, and ovarian encasement yielded an area under the curve (AUC) of 0.877, with a sensitivity of 0.797, specificity of 0.845, and Youden's index of 0.642. **Conclusion** 4D-HyCoSy imaging features demonstrate considerable predictive value

[收稿日期] 2024-06-23

[基金项目] 广西医药卫生自筹经费科研课题(Z20190652)

[作者简介] 裴华洁(1983—),女,副主任医师,主要从事小器官疾病超声诊断及介入超声研究。

[通讯作者] 贺 琰,主任医师。

for natural pregnancy within three months after contrast sonography in infertile women, providing valuable ultrasonographic reference for clinical decision-making.

[Key words] fallopian tube; four-dimensional contrast-enhanced ultrasound; imaging feature; infertility; natural pregnancy; predictive value

世界卫生组织将不孕症定义为一年以上未采取任何避孕措施、性生活正常仍未成功怀孕^[1]。近年来,不孕症的发病率逐年升高^[2],其中,输卵管因素不孕约占30%^[3]。准确评估输卵管的通畅性并及时、精确的治疗至关重要。四维子宫输卵管超声造影(four-dimensional hysterosalpingo-contrast sonography, 4D-HyCoSy)可以实时观察造影剂溢出情况,具有诊断准确率高、无辐射、操作简单、安全、无创等优点,近年来得到广泛应用^[4-5]。研究表明,4D-HyCoSy对输卵管的通畅性具有较高的评估价值^[6-7]。据我们的临床随访及相关研究^[8]显示,部分不孕女性在4D-HyCoSy检查后可自然受孕,但既往多为研究4D-HyCoSy对输卵管通畅性的诊断效能,少有根据4D-HyCoSy相关参数预测造影术后自然妊娠的研究。因此,本研究探讨经阴道4D-HyCoSy相关参数对超声造影后3个月内自然妊娠的预测价值,以期临床决策提供超声影像学参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选择2020年1月至2022年6月在广西壮族自治区人民医院门诊拟诊为不孕并行4D-HyCoSy的220例女性患者为研究对象,平均年龄 (34.12 ± 4.12) 岁。纳入标准:①临床拟诊为不孕的女性患者;②月经、卵巢功能等正常;③男方精液正常;④4D-HyCoSy后未进行临床干预(人工辅助治疗、宫腔镜检查或腹腔镜手术等)。排除标准:①失访者;②单侧或双侧输卵管切除史;③合并子宫畸形或宫腔占位等可能导致不孕的因素;④因造影剂逆流或其他原因导致超声造影图像显示差者;⑤4D-HyCoSy提示双侧输卵管梗阻者。造影术后3个月内经超声检查确认宫内妊娠者判定为自然妊娠。本研究自然妊娠组59例(26.82%),未自然妊娠组161例(73.18%)。所有研究对象均知情同意自愿参与研究,符合伦理规范。

1.2 仪器与检查方法

采用GE Voluson E10超声诊断仪,探头RIC

5-9-D,中心频率5~9MHz,机械指数0.14。造影前询问是否盆腔操作史等相关病史,常规扫查子宫双附件及盆腔。造影剂采用声诺维,注入5mL生理盐水震荡混匀,造影时抽取2mL造影剂加入18mL生理盐水备用。检查前30min常规肌注阿托品0.5mg,常规消毒、铺巾、插管,Foley's管和20mL超声造影剂注射器备用。启动3D键预扫描,尽量使双侧宫角及卵巢均包含在采集范围内,启动4D键,动态存储造影数据,同时手动以10mL/min匀速注入造影剂,记录推注压力大小、观察是否返流,同时观察输卵管显像、伞端造影剂溢出及卵巢包绕的情况。最后取出导管对宫腔进行3D成像,观察宫腔内有无病变。患者输卵管走形及卵巢包绕的超声造影参数判定:一侧或双侧输卵管走形柔和自然均判定该患者为输卵管走形柔和自然;一侧或双侧卵巢周围环状包绕均判定该患者为卵巢周围环状包绕。

1.3 统计学方法

采用SPSS 27.0统计软件分析数据。计数资料以例数(n)和百分比(%)表示,采用 χ^2 检验;呈正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验。将有统计学意义的造影参数进行多因素Logistic回归分析,筛选出4D-HyCoSy后3个月内自然妊娠的独立预测因素。绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线并计算曲线下面积(area under the curve, AUC),评价造影参数多指标联合预测4D-HyCoSy后3个月内自然妊娠的效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者基线资料及超声参数差异性分析

自然妊娠组推注造影剂量、无造影剂返流、推注压力小/无阻力、盆腔无粘连带、输卵管走行自然柔和及卵巢周围环状包绕的占比均高于未自然妊娠组,差异具有统计学意义(χ^2/Z 值介于-2.313~61.801之间, $P < 0.05$),见表1。

表 1 两组患者基线资料及超声参数的差异性分析 $[\bar{x}\pm s,M(Q_1\sim Q_3),n(\%)]$

Table 1 Comparative analysis of baseline data and ultrasound parameters
between the two groups $[\bar{x}\pm s,M(Q_1\sim Q_3),n(\%)]$

组别	自然妊娠(n=59)	未自然妊娠(n=161)	$t/Z/\chi^2$	P
年龄(岁)	33.41±3.34	34.38±4.41	1.747	0.083
推注造影剂剂量	18.00(18.00~20.00)	18.00(18.00~19.00)	-2.313	0.021
推注压力			17.563	<0.001
大	16(27.12)	95(59.01)		
小/无阻力	43(72.88)	66(40.99)		
造影剂返流(有/无)			0.844	0.039
有	31(52.54)	87(54.04)		
无	28(47.46)	74(45.96)		
盆腔粘连带(有/无)			5.444	0.020
有	24(40.68)	94(58.39)		
无	35(59.32)	67(41.61)		
输卵管走形			26.915	<0.001
僵硬迂曲	19(32.20)	114(70.81)		
自然柔和	40(67.80)	47(29.19)		
卵巢包绕			61.801	<0.001
非环状	18(30.51)	137(85.09)		
环状	41(69.49)	24(14.91)		
瘢痕憩室			2.787	0.095
有	10(16.95)	45(27.95)		
无	49(83.05)	116(72.05)		
患者疼痛感			2.771	0.250
明显	18(30.51)	48(29.81)		
轻微	41(69.49)	113(70.19)		

2.2 多因素 Logistic 回归分析影响输卵管性不孕患者 4D-HyCoSy 后自然妊娠的因素

将单因素分析有统计学意义的指标纳入多因素 Logistic 回归模型。变量具体赋值如下:4D-HyCoSy 后 3 个月内妊娠状况(自然妊娠=1,未自然妊娠=0);推注压力(小/无阻力=1,大=0);造影剂返流(无=1,有=0);盆腔粘连带(无=1,有=0);输卵管

走形(柔和自然=1,僵硬迂曲=0);卵巢包绕情况(环状包绕=1,非环状包绕=0);瘢痕憩室(无=1,有=0);患者疼痛感(轻微疼痛或不适=1;疼痛明显=0)。回归结果显示推注压力小/无阻力、输卵管走行自然柔和、卵巢周围环状包绕是输卵管性不孕患者 4D-HyCoSy 后自然妊娠的独立影响因素(OR 值介于 6.100~15.817 之间, $P<0.05$),见表 2。

表 2 多因素 Logistic 回归分析影响输卵管性不孕患者 4D-HyCoSy 后自然妊娠的因素

Table 2 Multivariate logistic regression analysis of factors of affecting natural pregnancy after 4D-HyCoSy in patients with tubal infertility

造影参数	β	S.E.	Wald χ^2	OR(95%CI)	P
推注压力小/无阻力	1.847	0.444	17.326	6.338(2.657~15.122)	<0.001
输卵管走形自然柔和	1.808	0.419	18.597	6.100(2.682~13.874)	<0.001
卵巢周围环状包绕	2.761	0.433	40.755	15.817(6.776~36.920)	<0.001

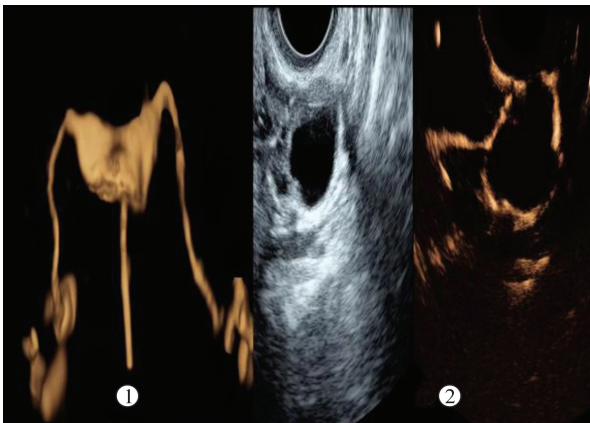
2.3 输卵管性不孕患者 4D-HyCoSy 后各参数预测自然妊娠的 ROC 曲线

推注压力、输卵管走行及卵巢包绕情况三者联

合预测输卵管性不孕患者 4D-HyCoSy 后自然妊娠的 AUC 为 0.877,灵敏度为 0.797,特异度为 0.845,约登指数为 0.642,见表 3、图 1 及图 2。

表 3 输卵管性不孕患者 4D-HyCoSy 后各参数预测自然妊娠的 ROC 曲线分析
Table 3 ROC curve analysis of various parameters for predicting natural pregnancy after 4D-HyCoSy in patients with tubal infertility

参数	推注压力	输卵管走行	卵巢包绕情况	三指标联合预测
敏感度(95%CI)	0.729(0.597~0.836)	0.678(0.544~0.794)	0.695(0.561~0.808)	0.797(0.672~0.890)
特异度(95%CI)	0.590(0.510~0.667)	0.708(0.631~0.777)	0.851(0.786~0.902)	0.845(0.779~0.897)
曲线下面积(95%CI)	0.659(0.593~0.722)	0.693(0.627~0.753)	0.773(0.712~0.827)	0.877(0.838~0.926)
约登指数	0.519	0.386	0.546	0.642
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001



注:①双侧输卵管走行自然柔和②卵巢周围环状包绕。

图 1 4D-HyCoSy 后自然妊娠

Fig.1 Natural pregnancy after 4D-HyCoSy

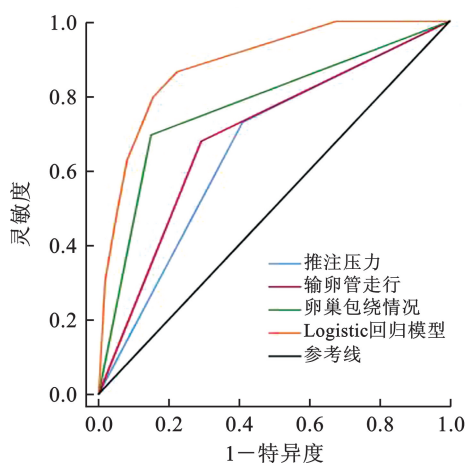


图 2 造影参数预测输卵管性不孕患者 4D-HyCoSy 后自然妊娠的 ROC 曲线

Fig.2 ROC curve of contrast parameters for predicting natural pregnancy after 4D-HyCoSy in patients with tubal infertility

3 讨论

3.1 四维子宫输卵管超声造影术后自然受孕现状

4D-HyCoSy 是临床应用较广的诊断输卵管通畅性的重要手段之一。我们的研究表明,部分输卵管性不孕症女性可在 4D-HyCoSy 后自然受孕,3 个月内自然妊娠率约 26.82%,与赵行平等^[9]的研究相似。考虑造影剂可能对轻微的输卵管粘连或病变有一定的冲刷、灌洗作用,达到一定的治疗效果,增加了自然妊娠的概率。

3.2 推注造影剂量、造影剂返流、盆腔粘连与超声造影术后自然受孕的关联

本研究中,自然妊娠组推注造影剂剂量、无造影剂返流的比率均高于未自然妊娠组,但均不是 4D-HyCoSy 后自然妊娠的独立预测因素。马静丽等于 2013 年研究发现造影剂推注量及返流量与输卵管通畅性相关,与本研究相似。本研究控制混杂因素进一步行多因素回归分析后发现,两者均不是 4D-HyCoSy 后自然妊娠的独立预测因素。另外,本研究发现,有无盆腔粘连带与 4D-HyCoSy 后是否自然妊娠有关联,这与蒲章卫等^[10]研究相似,他们的研究认为盆腔的粘连程度与腹腔镜术后宫内妊娠相关,但本研究多因素回归分析显示盆腔粘连带并非 4D-HyCoSy 后自然妊娠的独立预测因素。

3.3 推注压力对超声造影术后自然受孕的影响

陈林丽等^[11]研究发现,一侧或双侧输卵管通而不畅或阻塞时宫腔压力增大,Wang 等^[12]研究亦认为随着输卵管阻塞程度的增加,造影剂推注峰值压

力越大,这与我们之前的研究一致^[13]。推注压力是输卵管通畅性的重要影响因素,压力越小,输卵管通畅性越好。本次研究进一步发现,推注压力是4D-HyCoSy后自然妊娠的独立预测因素,推注压力小/无阻力发生4D-HyCoSy后自然受孕的可能性是推注压力大者的6倍。笔者推测,输卵管炎症及炎性分泌物的存在可能是导致推注压力增大的原因之一,也有研究者指出推注压力与逆流的发生亦密切相关^[14]。

3.4 输卵管走形对超声造影术后自然受孕的影响

马静丽等于2013年研究发现输卵管形态僵硬可作为通而不畅及远端阻塞的预测因素,与本研究结果相似。本研究显示,输卵管走形自然柔和出现造影术后自然妊娠的可能性是输卵管走行僵硬迂曲者的6倍。输卵管显影形态迂曲僵硬是重要的输卵管异常形态改变,输卵管走形异常一定程度上反映了输卵管的炎性或者粘连等病变^[15]。炎症是导致输卵管纤维化形成的病理机制之一,输卵管在纤维化的过程中变得粘稠而导致无法自然受孕^[16]。输卵管形态受慢性炎症的刺激致使输卵管受牵拉而走行迂曲。此外,慢性炎症刺激导致输卵管局部组织弹性降低,出现僵硬形态。

3.5 卵巢周围造影剂环状增强对超声造影术后自然受孕的影响

江岚等^[17]发现子宫输卵管超声造影术后自然妊娠的成功率随着卵巢周围造影剂环状包绕的明显程度而增高,这与本研究结果相似。本研究经多因素回归分析,发现卵巢周围造影剂环状包绕是4D-HyCoSy后自然妊娠的独立预测因素,卵巢周围造影剂环状包绕造影剂术后自然妊娠是非环状包绕的15.8倍。卵巢周围造影剂的包绕情况间接反映了输卵管内部的结构及功能状态,卵巢周围造影剂的环状包绕,表明了输卵管功能的良好状态,造影术后自然妊娠的成功率更高。

本研究也存在一些局限性。研究排除了4D-HyCoSy检查提示双侧输卵管梗阻的患者,由于假阳性的存在可能会导致一定的选择性偏倚。另外,本研究为小样本量回顾性单中心研究,结果待加大样本量并行前瞻性多中心研究进一步证实。

综上,推注压力小/无阻力、输卵管走形自然柔和、卵巢周围环状包绕是4D-HyCoSy后自然妊娠的

独立预测因子,基于三者建立的Logistic回归模型具有良好的预测效能,可为临床决策提供一定的超声影像参考。

[参考文献]

- [1] Zhang Y, Wang Q, Gao C Y, et al. Evaluation of the safety and effectiveness of tubal inflammatory drugs in patients with incomplete tubal obstruction after four-dimensional hysterosalpingo-contrast-sonography examination[J]. BMC Pregnancy Childbirth, 2022, 22(1): 395.
- [2] Yu J, Fu Y, Zeng L, et al. Burden of female infertility in China from 1990 to 2019: a temporal trend analysis and forecasting, and comparison with the global level[J]. Sex Health, 2023, 20(6): 577-584.
- [3] Xu Z, Wang Y, Sun J, et al. Evaluation of tubal patency by hysterosalpingo-contrast sonography (HyCoSy): controversies, dilemmas and considerations [J]. Heliyon, 2023, 9(7): e17461.
- [4] Zhang N, Liu Y, He Y, et al. Transvaginal four-dimensional hysterosalpingo-contrast sonography: pain perception and factors influencing pain severity[J]. J Obstet Gynaecol Res, 2021, 47(1): 302-310.
- [5] 邓妍妍, 黄军艳, 马春花, 等. 宫腔压力检测辅助四维宫腔输卵管超声造影评估输卵管通畅性的临床价值[J]. 中国妇幼健康研究, 2024, 35(5): 76-83.
- [6] Gu P, Yang X, Zhao X, et al. The value of transvaginal 4-dimensional hysterosalpingo-contrast sonography in predicting the necessity of assisted reproductive technology for women with tubal factor infertility[J]. Quant Imaging Med Surg, 2021, 11(8): 3698-3714.
- [7] Gao Y B, Yan J H, Yang Y D, et al. Diagnostic value of transvaginal four-dimensional hysterosalpingo-contrast sonography combined with recanalization in patients with tubal infertility[J]. Niger J Clin Pract, 2019, 22(1): 46-50.
- [8] Liu Y, Zhang N, He Y, et al. Spontaneous conception outcome in infertile women after four-dimensional hysterosalpingo-contrast-sonography [J]. BMC Pregnancy Childbirth, 2020, 20(1): 638.
- [9] 赵行平, 费玲燕, 顾盼, 等. 基于四维超声子宫输卵管造影的影像学特征建立自然妊娠预测模型[J]. 中南大学学报(医学版), 2022, 47(11): 1600-1607.
- [10] 蒲章卫, 窦晓梦, 董羊羊, 等. miR-221-3p 和 miR-486-5p 的表达与输卵管性不孕症患者腹腔镜术后生殖预后的

- 相关性分析[J].中国性科学,2024,33(1):54-58.
- [11]陈林丽,涂美琳,何雪威,等.实时三维宫腔输卵管造影下输卵管通畅度与显影压力的关系研究[J].浙江医学,2021,43(15):1659-1662.
- [12]Wang L, Chen X, He M, et al. Evaluation of tubal patency based on peak injection pressure in four-dimensional hysterosalpingo-contrast sonography among infertile females: a preliminary study[J]. Quant Imaging Med Surg, 2024, 14(5): 3461-3472.
- [13]裴华洁,王小燕,贺琰等.经阴道子宫输卵管动态三维超声造影评价输卵管通畅性及其相关因素探讨[J].中国超声医学杂志,2020,36(7):639-642.
- [14]古淑芳,程琦,朱贤胜,等.低压推注造影剂在子宫输卵管超声造影中的应用[J].中国医学影像学杂志,2017,25(1):34-36.
- [15]葛丹,涂美琳,欧斐.四维输卵管超声造影形态对不孕症患者输卵管通畅度的诊断价值[J].中华医学超声杂志(电子版),2021,18(1):68-73.
- [16]Ling H, Luo L, Dai X, et al. Fallopian tubal infertility: the result of chlamydia trachomatis-induced fallopian tubal fibrosis[J]. Mol Cell Biochem, 2022, 477(1): 205-212.
- [17]江岚,谢亦农,梁伟翔,等.子宫输卵管超声造影卵巢周边环状增强与自然妊娠结局的相关性研究[J].中国全科医学,2016,19(20):2410-2415.
- [专业责任编辑:童国庆]
[中文编辑:郭乐倩;英文编辑:杨寅]

加强编辑部诚信建设的要求

为了落实《关于进一步加强科研诚信建设的若干意见》,本刊特提出以下要求:

- 1.《中国妇幼健康研究》编辑部的全体成员应认真学习文件精神,全面落实文件提出的要求;为进一步加强科研诚信建设,营造诚实守信的良好科研环境而努力。
- 2.认真贯彻文件精神,坚持自律与监督并重,认真自查本刊在既往工作中是否存在违背科研诚信要求的行为,立即进行整改工作。
- 3.加强论文的质量把关、审核工作。对抄袭、剽窃他人论文、篡改研究数据、弄虚作假的文章,一经发现,立即撤回,并将情况反馈到作者单位。该作者两年内不得在本刊发表论文。
- 4.要求文章作者在投稿的同时,应对论文的诚信签署“承诺书”,明确承诺文章的真实性和实践性。对待存在有疑问数据的文章,本刊有责任要求作者所在单位附上证明文书。
- 5.《中国妇幼健康研究》对有关涉及伦理方面的文章,必须经该单位“医学伦理委员会”审核通过,并征得患者和家属的知情同意。
- 6.作者投稿需在我刊官网进行在线注册,坚决杜绝从事论文买卖、代写代投以及伪造、虚构数据的中介服务稿件来源。如果发现编辑部有人有此行为,将严肃处理。
- 7.加强编辑部自身建设,进一步完善编辑部审稿程序,扩大专业审稿队伍,切实提高审稿质量,加强对学术论文的审核把关。完善责任追究制度,对编辑部审稿、刊发过程中出现的违背诚信、造成后果的事实,将严格追究当事人员的责任。

《中国妇幼健康研究》编辑部

2025年12月12日