

DOI:10.13602/j.cnki.jcls.2021.04.02

· 生殖检验 ·

我国生殖检验现状的初步调查^{*}

伍细言¹, 黄玲², 彭新华¹, 陆金春³ (1. 湖南省妇幼保健院生殖医学中心, 长沙 410008; 2. 湖南省郴州市第一人民医院生殖医学中心, 湖南郴州 423000; 3. 东南大学附属中大医院生殖医学中心, 南京 210037)

摘要: **目的** 初步调查并分析我国生殖检验行业现状, 为给临床医疗工作提供优质服务以及为推动生殖检验行业的规范化和标准化提供基础。 **方法** 自行设计“2020 年全国生殖检验现状调查问卷”, 对中国性学会生殖检验分会委员单位的生殖检验现状进行调查。 **结果** 在收集的 75 份问卷中, 有独立生殖检验实验室的比例为 81.33% (61/75)。生殖检验实验室规模普遍偏小: 规模 1~2 人者占 29.33% (22/75), 3~4 人者占 25.33% (19/75), 5~6 人者占 24% (18/75)。按《人类精液检查与处理实验室手册》(第 5 版) 操作规范进行精液常规和精子形态学分析的实验室比例为 96% (72/75)。对精液常规和精子形态学进行室内质控的实验室比例为 72% (54/75); 参加室间质评的实验室比例为 38.67% (29/75)。精液特殊检查及其他检查项目开展情况各异, 对实验室的管理培训与科研尚有欠缺。 **结论** 为使不同的生殖检验实验室结果具备可比性或能互认, 生殖检验实验室在规范管理、操作培训、质量控制、标准化等方面尚有较大的提升空间。

关键词: 生殖检验; 问卷调查; 室内质控; 室间质评; 标准化

中图分类号: R446

文献标志码: A

Preliminary investigation and analysis for current status of reproductive testing in China

WU Xiyang¹, HUANG Ling², PENG Xinhua¹, LU Jinchun³ (1. Center for Reproductive Medicine, Hunan Provincial Maternal and Child Health Care Hospital, Changsha 410008, Hunan; 2. Center for Reproductive Medicine, the First People's Hospital of Chenzhou City, Chenzhou 423000, Hunan; 3. Center for Reproductive Medicine, Zhongda Hospital, Southeast University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: **Objective** In order to promote the normalization and standardization of reproductive testing and provide high-quality and efficient services for clinicians and patients, we perform preliminary investigation and analysis on the current status of reproductive testing in China. **Methods** We designed a questionnaire for the Status Quo of Reproductive Testing in China (2020), and conducted a survey on the committee members participating in the Reproductive Testing Branch of Chinese Sexology Association. **Results** A total of 75 questionnaires were collected. The proportion of independent laboratories for reproductive testing was 81.33% (61/75). The laboratories were generally relatively small scale. The laboratories with 1 to 2 technicians accounted for 29.33% (22/75), with 3 to 4 technicians accounted for 25.33% (19/75) and with 5 to 6 technicians accounted for 24% (18/75). Among the laboratories 96% (72/75) performed semen analysis and sperm morphological analysis according to the criteria of the WHO Laboratory Manual for the Examination and Processing of Human Semen (5th ed.), and 72% (54/75) of laboratories conducted internal quality control on routine semen analysis and sperm morphology. However, only 38.67% (29/75) of the laboratories participated in the external quality control. The situations of special semen detection and the other testing items varied with different laboratories. The management training and scientific research in the laboratories were still deficient. **Conclusion** In order to get comparable and mutually recognized results of different reproductive testing items, it is essential to improve the management, operational training, quality control and standardization of the reproductive testing laboratories.

Key words: reproductive testing; questionnaire; internal quality control; external quality control; standardization

生殖医学是现代医学中研究人类生殖健康的重要学科分支, 关系到每一个家庭的幸福。从第一代试管婴儿 (1978 年全球首例试管婴儿在英国诞生), 到第二代试管婴儿, 即卵细胞质内单精子注射

(intracytoplasmic sperm injection, ICSI), 再到第三代试管婴儿, 即胚胎植入前遗传学检测 (preimplantation genetic testing, PGT), 生殖医学经历了飞速发展。截至 2020 年 6 月 30 日, 全国经批准开展人类

^{*} 基金项目: 湖南省妇幼保健院锐新项目 (2021RX30); 郴州市第一人民医院院内项目 (N2020-87)。

作者简介: 伍细言, 1976 年生, 男, 副主任技师, 大学本科, 主要从事生殖检验工作与研究; 黄玲, 1988 年生, 女, 主管技师, 硕士, 主要从事生殖检验工作与研究; 伍细言和黄玲对该文具有同等贡献, 同为第一作者。

通信作者: 陆金春, 主任技师, E-mail: 406646227@qq.com。

辅助生殖技术的医疗机构达 523 家^[1]。生殖医学的发展离不开生殖相关检验技术的支持。检验(examination)是以确定一个特性的值或特征为目的的一组操作^[2]。生殖检验作为生殖医学与检验医学的交叉学科,为不孕不育患者的诊断和治疗提供了重要依据。本研究利用中国性学会生殖检验分会成立的机会,对开展生殖检验工作的实验室进行了初步调查。

1 资料与方法

1.1 调查表的设计 根据对我国生殖检验现状的了解,参考《人类精液检查与处理实验室手册》(第 5 版)^[3]、《生殖医学实验室诊断》^[4],结合笔者自身经历,通过问卷星的形式,设计了“2020 年全国生殖检验现状调查问卷”。该问卷包括 6 大方面 140 个问题,内容涉及实验室一般信息、精液常规分析与精子形态学分析的方法及质控、精液特殊检查及其他检验项目的方法及质控、实验室管理培训与科研等多个维度。

1.2 调查问卷的发放与填写 调查问卷通过生殖检验分会微信群,以问卷星二维码的形式发放。在填表说明中强调认真填写该问卷的重要性,要求所填写内容真实可靠,并建议被调查对象先浏览全部问卷,收集好所需要的数据后再一次性填写。截至统计分析时共收到 75 份调查表。

1.3 调查表的分析 对回收的调查表利用问卷星自带的统计功能对选择项进行分析;对数值型内容统计百分率并分组统计描述;对文本类内容进行分类描述。

2 结果

2.1 接受调查的实验室的一般信息 接受调查的实验室来自全国 28 个省、自治区和直辖市,共 75 家,具有一定的代表性。其所在医院按等级分:三级医院占 86.67%(65/75)、二级医院占 4%(3/75)、一级医院占 4%(3/75)、其他包括计划生育科学技术研究院、健康服务中心等占 5.33%(4/75)。按医院性质分:公立医院占 94.67%(71/75)、私立医院占 5.33%(4/75)。按医院类型分:综合性医院占 57.33%(43/75)、妇幼保健院占 33.33%(25/75)、生殖专科医院占 5.33%(4/75)、其他占 4%(3/75)。对问卷填写者进行分析,其中正高占 10.67%(8/75),副高占 41.33%(31/75),中级占 42.67%(32/75),初级占 5.33%(4/75);博士

占 14.67%(11/75),硕士占 50.67%(38/75),本科占 34.67%(26/75);男性占 65.33%(49/75),女性占 34.67%(26/75);31~40 岁占 50.67%(38/75),41~50 岁占 41.33%(31/75),51~60 岁占 8%(6/75)。

2.2 精液常规分析和精子形态学分析 在被调查的 75 家实验室中,精液收集及常规分析方法统计结果见表 1;精子形态学评估方法统计结果见表 2;精液常规分析和形态学分析室内质控情况见表 3;精液常规分析和形态学分析室间质控情况见表 4。

表 1 精液收集及常规分析方法统计结果

项目	分类	占比[%(n)]
禁欲时间	2~7 d	90.67(68/75)
	3~5 d	9.33(7/75)
除手淫取精外的其他取精方式	体外射精	40.00(30/75)
	使用专用避孕套	16.00(12/75)
	仪器辅助	14.67(11/75)
	药物辅助	20.00(15/75)
	其他	9.33(7/75)
精液体积的测量	称重法	58.67(44/75)
	刻度取精杯观察	21.33(16/75)
	倾倒或吸至刻度吸管中观察	12.00(9/75)
	目测粗估或其他	8.00(6/75)
计数板	Makler 计数板	50.67(38/75)
	一次性计数板 10 μL	25.33(19/75)
	一次性计数板 20 μL	10.67(8/75)
	其他	13.33(10/75)
精液常规分析方法	CASA	92.00(69/75)
	手工	8.00(6/75)
CASA 品牌	进口	34.78(24/69)
	国产	65.22(45/69)
是否配备相差显微镜	是	73.91(51/69)
	否	26.09(18/69)
精液分析前,是否充分混匀精液样本	是	98.67(74/75)
	否	1.33(1/75)
精液留取后待液化温度	室温(22~26 ℃)	14.67(11/75)
	温育箱(37 ℃)	85.33(64/75)
精液留取前是否嘱	是	60.00(45/75)
附患者排尿	否	40.00(30/75)
液化不全或不液化的精液标本是否进行处理	是	81.33(61/75)
	否	18.67(14/75)
不液化或液化不良精液标本的处理方法	商用促液化剂	11.48(7/61)
	糜蛋白酶	4.92(3/61)
	反复吹打	81.97(50/61)
	其他	1.64(1/61)
精子浓度和活动率	是	54.67(41/75)
检测是否评估 2 次后通过 95%可信区间后取均值报告	否	45.33(34/75)

注:CASA,计算机辅助精液分析系统。

表 2 精子形态学评估方法统计结果

项目	分类	占比[% (n)]
精子形态学染色方法	改良巴氏法	37.33(28/75)
	Diff-Quik 法	54.67(41/75)
	瑞-吉染色法	5.33(4/75)
	其他	2.66(2/75)
涂片前是否洗涤精子	是	37.33(28/75)
	否	62.67(47/75)
精子洗涤液	专用精子洗涤液	7.14(2/28)
	生理盐水	82.14(23/28)
	磷酸盐缓冲液	10.71(3/28)
	其他	0.00(0/28)
是否探讨精子形态判断标准并趋于统一	是	89.33(67/75)
	否	10.67(8/75)
是否接受过精子形态学判断标准培训	是	93.33(70/75)
	否	6.67(5/75)
精子形态判断方法	显微镜人工阅片	80.00(60/75)
	CASA 采集图片分析+	18.67(14/75)
	人工复核	0.00(0/75)
	CASA 全自动分析	1.33(1/75)
是否评估 2 次后取	是	41.33(31/75)
均值报告结果	否	58.67(44/75)

注: CASA, 计算机辅助精液分析系统。

表 3 精液常规分析和形态学分析室内质控情况

项目	分类	占比[% (n)]
室内质控	有	72.00(54/75)
	无	28.00(21/75)
质控项目	精子浓度	100.00(54/54)
	精子活动率	62.96(34/54)
	精子形态学	79.63(43/54)
	其他	0.00(0/54)
质控方法	冻存精液	35.19(19/54)
	质控微球	59.26(32/54)
	录像带	9.26(5/54)
	刻录视频	33.33(18/54)
质控品来源	自制	16.67(9/54)
	外购	53.70(29/54)
	其他	46.30(25/54)
质控品使用频率	1 次/天	53.70(29/54)
	1 次/周	46.30(25/54)
	其他	31.48(17/54)

表 4 精液常规分析和形态学分析室间质评情况

项目	分类	占比[% (n)]
是否参加室间质评	是	38.67(29/75)
	否	61.33(46/75)
精子浓度质控品	冻存精液	58.62(17/29)
	质控微球	31.03(9/29)
	其他	10.35(3/29)
精子形态学质控品	远程发送精子图片	59.26(16/27)
	自制的染色玻片	25.93(7/27)
	其他	14.10(4/27)
质控品来源	自制	53.70(29/54)
	外购	46.30(25/54)
室间质评频率	1 次/年	46.30(25/54)
	2 次/年	53.70(29/54)
	其他	0.00(0/54)

2.3 精液特殊检查及其他检验项目 在被调查的 75 家实验室中, 精液特殊检查项目统计分析结果见表 5; 其他独立开展的检验项目及质控情况见表 6。

表 5 精液特殊检查项目统计分析结果

项目	分类	占比[% (n)]
报告精液中其他	圆细胞	73.33(55/75)
	细胞组分	57.33(43/75)
精液白细胞检测方法	上皮细胞	21.33(16/75)
	生精细胞	24.00(18/75)
	其他	14.67(11/75)
	直接涂片观察	24.00(18/75)
	过氧化物酶染色后计数	54.67(41/75)
是否开展精液脱落细胞(生精细胞)检查	涂片染色后观察	12.00(9/75)
	其他	9.33(7/75)
	是	12.00(9/75)
	否	88.00(66/75)
精液脱落细胞(生精细胞)染色方法	Diff-Quik 染色法	33.33(3/9)
	改良巴氏染色法	11.11(1/9)
	瑞-吉染色法	22.22(2/9)
	HE 染色法	33.33(3/9)
是否开展抗精子抗体检测	是	58.67(44/75)
	否	41.33(31/75)
抗精子抗体检测方法	MAR	77.27(34/44)
	ELISA	20.45(9/44)
	其他	2.27(1/44)
是否开展抗精子抗体室内质控	是	27.27(12/44)
	否	72.73(32/44)
是否开展抗精子抗体室间质评	是	22.73(10/44)
	否	77.27(34/44)
是否开展精子顶体酶检测	是	40.00(30/75)
	否	60.00(45/75)
精子顶体酶检测方法	固相 BAPNA 法	33.33(9/30)
	改良 Kennedy 法	43.33(13/30)
	精子顶体酶活性全自动检测法	10.00(3/30)
	其他	16.67(5/30)
是否开展精子顶体酶检测室内质控	是	46.67(14/30)
	否	53.33(16/30)
是否开展精浆生化检测	是	66.67(50/75)
	否	33.33(25/75)
开展的精浆生化检测项目	精浆锌	78.00(39/50)
	果糖	86.00(43/50)
	酸性磷酸酶	42.00(21/50)
	中性 α 葡糖苷酶	84.00(42/50)
精浆生化检测项目的检测方法	顶体酶	42.00(21/50)
	弹性蛋白酶	48.00(24/50)
	精浆肉碱	2.00(1/50)
	精浆柠檬酸	24.00(12/50)
	其他	12.00(6/50)
是否进行精浆生化检测项目室间质评	全自动	36.00(18/50)
	半自动	34.00(17/50)
是否参加精浆生化室间质评	手工法	30.00(15/50)
	是	66.00(33/50)
是否参加精浆生化室间质评	否	34.00(17/50)
	是	46.00(23/50)
是否参加精浆生化室间质评	否	54.00(27/50)
	是	46.00(23/50)

续表 5

项目	分类	占比 [% (n)]
是否开展精子 DNA 完整性检测	是	61.33 (46/75)
精子 DNA 完整性检测方法	SCD	38.67 (29/75)
	SCSA	39.58 (19/48)
	其他	43.75 (21/48)
精子 DNA 完整性检测标本	新鲜精液标本	16.67 (8/48)
	-20 ℃ 冷冻精液标本	60.42 (29/48)
	其他	52.08 (25/48)
是否对精子 DNA 完整性检测进行室内质控	是	6.25 (3/48)
	否	33.33 (16/48)
是否开展精子存活率检测	是	66.67 (32/48)
精子存活率检测方法	伊红染色法	64.00 (48/75)
	低渗膨胀试验	36.00 (27/75)
	伊红-苯胺黑染色法	50.00 (24/48)
	其他	8.33 (4/48)
其他精子功能检测项目	精子核成熟度检测	29.17 (14/48)
	精子活性氧检测	12.50 (6/48)
	精子线粒体膜电位检测	6.67 (5/75)
	诱导精子顶体反应检测	4.00 (3/75)
	精子表面凝集素检测	4.00 (3/75)
	X 脆性、核成熟度、流产组织染色体、生殖相关基因检测等	8.00 (6/75)
		1.33 (1/75)
		9.33 (7/75)

注:MAR,混合抗球蛋白反应;BAPNA,Na-苯甲酰-DL-精氨酸- ρ -硝酰基苯胺;SCD,精子染色质扩散法;SCSA,精子染色质结构分析法。

3 讨论

本次调查基于中国性学会生殖检验分会成立,调查问卷由全国 28 个省推荐的生殖检验专业委员会委员所填写。所调查对象具有高学历、高职称、高年资等特点,具有一定的代表性和权威性。因此,该调查结果可信,能基本反映目前我国生殖检验实验室的真实状况,可为生殖检验的发展决策提

供依据。

调查结果显示,精液分析的方法和报告方式与《人类精液检查与处理实验室手册》(第 5 版)推荐的方法尚有许多不一致。例如,关于禁欲时间,9.33% (7/75) 的实验室严格要求禁欲 3~5 d。当手淫法取精困难时,40% (30/75) 的实验室建议体外射精方式获取精液,而该手册并不推荐体外射精,因为含有大量精子的精液初始部分可能遗失,且阴道内的酸性环境会对精子活力造成不利影响^[3]。对于精子计数板的选择,使用 Makler 计数板 (10 μ L)、一次性计数板 10 μ L 和 20 μ L 的实验室比例分别是 50.67%、25.33%、10.67%。绝大多数实验室选择 10 μ L Makler 计数板,而《人类精液检查与处理实验室手册》(第 5 版)推荐 20 μ L 精子计数板计数精子活力的原因是涂片深度小于 20 μ L 会限制精子的旋转运动^[3]。但也有研究显示,随着精子计数池深度的增加,前向运动精子比例逐渐降低,精子在显微镜下不同聚焦平面可呈现精子虚影^[5],并且计数的精子数也会加倍,从而导致精液需要稀释,增加计数误差和计数难度;提示精子计数板深度仍需统一。约 92% (69/75) 的实验室采用 CASA 法进行精液常规检测,而《人类精液检查与处理实验室手册》(第 5 版)推荐使用改良 Neubauer 血细胞计数板计数稀释后的精子^[3],该方法步骤繁琐,目前生殖实验室采用较少。采用相差显微镜的 CASA 分析精子浓度和活力的优点是:样本无需稀释、检测方便、速度快、重复性好、参数多^[6],更适合我国人口多、检测量大的国情,缺点是不同厂家的 CASA 检测数据差异大,没有统一标准,因而非常有必要制定相关的中国标准、指南或专家共识。

表 6 其他独立开展的检验项目及质控情况

项目	开展情况 [% (n)]	内部质量控制 [% (n)]	外部质量控制 [% (n)]
生殖相关自身抗体检测 (子宫内抗体等)	14.67 (11/75)	10.67 (8/75)	4.00 (3/75)
生殖道感染检测 (NG/UU/CT 等)	21.33 (16/75)	14.6 (11/75)	6.67 (5/75)
白带常规	21.33 (16/75)	8.00 (6/75)	2.67 (2/75)
前列腺液常规	18.67 (14/75)	4.00 (3/75)	0
封闭抗体检测	16.00 (12/75)	5.33 (4/75)	0
生殖激素 (FSH/LH/T/P/E2/PRL 等)	30.67 (23/75)	29.30 (22/75)	24.00 (18/75)
女性 AMH 检测	29.33 (22/75)	28.00 (21/75)	16.00 (12/75)
抑制素 B 检测	16.00 (12/75)	13.33 (10/75)	2.67 (2/75)
染色体核型分析	21.33 (16/75)	12.00 (9/75)	13.33 (10/75)
Y 染色体微缺失检测	22.67 (17/75)	12.00 (9/75)	6.67 (5/75)
其他	8.00 (6/75)	4.00 (3/75)	6.67 (5/75)

注:NG,淋病奈瑟菌;UU,解脲脲原体;CT,沙眼衣原体;FSH,卵泡刺激素;LH,黄体生成素;T,睾酮;P,孕酮;E2,雌二醇;PRL,泌乳素;AMH,抗苗勒管激素。

对于精子形态检查染色方法,以 Diff-Quik 染色法和改良巴氏染色法为主,分别占 54.67% (41/75) 和 37.33% (28/75), Diff-Quik 法和改良巴氏法均为《人类精液检查与处理实验室手册》(第 5 版)所推荐^[3]。王彦芳等^[7]比较 Diff-Quik 染色法与改良巴氏染色法对精子形态的染色效果,结果表明 2 种方法对正常形态精子百分率的评估具有一致性。与 92% (69/75) 的实验室采用 CASA 检测精液常规不同,对于精子形态判断方法,80% (60/75) 的实验室采用显微镜人工阅片的方法进行,18.67% (14/75) 通过 CASA 采集图片初步分析+人工复核的方法进行,只有 1.33% (1/75) 完全依赖 CASA 全自动分析。各实验室人员接受过精子形态学判断标准培训比例为 93.33% (70/75),并且经常对精子形态判断标准进行探讨并趋于统一的比例为 89.33% (67/75),这与 CASA 通过固定的精子形态学参数进行精子形态识别的准确率尚未达到临床要求有关。目前为了保证结果的准确性,只能通过严格培训,并就标准精子形态的判断进行探讨才能使其趋于统一。

精液白细胞检测方法以过氧化物酶染色后计数为主,占比 54.67% (41/75),然而还有 24% (18/75) 的实验室通过直接涂片观察,该方法并不能分辨是精液中的白细胞还是生精细胞,需要进行方法学的改进;能进行精液脱落细胞(生精细胞)检查的实验室的比例是 12% (9/75),与 10 年前陆金春等^[8]的调查结果 13.9% (15/108) 接近,所用的染色方法同样很不统一,包括 Diff-Quik 染色、HE 染色、瑞-吉染色、改良巴氏染色等。

开展精液常规和精子形态学检测室内质控的实验室为 72% (54/75),而参加室间质评的实验室只有 38.67% (29/75)。目前我国一些学者在探索精液分析室间质评的方法和模式,卢文红等^[9]对来自全国 23 个实验室的技术人员进行理论与实际操作培训后,使用冷冻的混合精液、伊红-苯胺黑染色并封片的玻片、未经染色固定的形态学涂片,分别进行了精子浓度、精子存活率和精子形态学的室间质评。马明等^[10]用液氮冻存精液的方法自制室内质控品,来监测 CASA 检测精子浓度及精子运动参数,并认为该法可行。周芳等^[11]通过制作好的精子形态学玻片进行四省一市的室间质评,显示 2 个质控品的 CV 均在 15% 以上。盛慧强等^[12]通过精子图像进行精子形态学的质量控制。由于精子是活细胞,对质控样本的保存及运输要求较高,目前

常以自制的冻存精液和乳胶微球来做精子浓度质控,但精液来源有限,且反复冻融后精子易破坏和产生凝集,而乳胶微球与精子形态差异较大;精子形态学分析具有一定主观性,缺乏客观、统一的评判标准,一些质控方法并不能控制整个检测过程。

在本次调查中,绝大部分实验室对生殖检验专业的发展提出了很好的建议,包括:建议学会每年组织一次学术交流活动或一次培训活动、合作开展生殖检验实验室相关科研、组织实验室人员到先进的生殖检验实验室参观学习等。生殖检验作为生殖医学与检验医学的交叉学科,其范畴远比男科检验更广。目前,大部分实验室还局限在精液常规分析,其他项目大部分分散在多个地点执行,这不利于生殖检验形成统一的认识,也不利于生殖检验的学科发展。为提高生殖检验实验室结果的准确性,在规范管理、操作培训、质量控制、标准化等方面需进一步提升。

4 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家卫生健康委员会文件. 经批准开展人类辅助生殖技术和设置人类精子库的医疗机构名单[Z]. 2020.4.21.
- [2] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. WS/T 496—2017 临床实验室质量指标[Z]. 2017.11.5.
- [3] 世界卫生组织. 世界卫生组织人类精液检查与处理实验室手册[M]. 第 5 版. 谷翊群, 等译. 北京: 人民卫生出版社, 2011.
- [4] 陆金春. 生殖医学实验室诊断[M]. 南京: 东南大学出版社, 2020.
- [5] 陆金春, 岳茹倩, 冯瑞祥, 等. 精子计数板深度与精子浓度的关系研究[J]. 中国男科学杂志, 2013, 27(12): 17-20.
- [6] 葛利丽. 计算机辅助精子质量分析系统与人工显微镜方法比对分析[J]. 检验医学与临床, 2011, 8(2): 228-229.
- [7] 王彦芳, 张洲, 寇卉. Diff-Quik 与改良巴氏染色法对精子形态染色效果比较[J]. 吉林医学, 2012, 33(24): 5155-5156.
- [8] 陆金春, 张红烨, 胡毓安, 等. 中国 118 家实验室精液分析状况的调查[J]. 国际生殖健康/计划生育杂志, 2010, 29(3): 215-220.
- [9] 卢文红, 梁小微, 陈振文, 等. 精液分析的外部质量控制研究[J]. 生殖医学杂志, 2011, 20(6): 490-494.
- [10] 马明, 张宁, 郝冬梅, 等. 计算机辅助精子分析室内质控物的研究与应用[J]. 中华男科学杂志, 2020, 26(10): 895-899.
- [11] 周芳, 王晓尉, 傅龙龙, 等. 四省一个直辖市精液分析外部质量控制网络建立的初步研究[J]. 生殖医学杂志, 2019, 28(12): 1494-1501.
- [12] 盛慧强, 张欣宗, 姚康寿. 数码显微摄影在精子形态学分析中的应用[J]. 中国男科学杂志, 2011, 25(3): 36-38.

(收稿日期: 2021-01-15)

(本文编辑: 王海燕)