

尿液检测仪器分代理理论模型构建及评价

陆志方^{1,2}, 刘大成², 孟宪杰³, 金雅康³, 陈玉文¹[1. 广州华商学院健康医学院, 广州 511300;
2. 清华大学工业工程系, 北京 100084; 3. 易源易贝(北京)科技有限公司, 北京 100176]

摘要: 随着信息技术和智能化技术的进步, 尿液检测仪器的智能化发展面临新的机遇。运用疾病控制理论模型对临床尿液检测的业务流程、现行尿液检测仪器等进行分析, 构建了尿液检测仪器的分代理理论模型, 有利于指引尿液检测仪器的智能化发展方向。研究将尿液检测仪器分为一到四代产品, 其中一代产品为医生操作阶段; 二代产品为现阶段的检验师借助各种尿液分析仪阶段; 三代产品进一步优化检测流程和智能化, 无需检验师操作; 四代产品则实现无人操作、无须采样。可见随着科技的发展, 尿液分析的确变得更为简便, 但是毕竟各种仪器都有其局限性, 应把建立尿液分析仪器分代理理论模型, 运用在临床尿液检验中, 既能提高尿液分析的效率又能提高其质量。

关键词: 尿液分析仪; 分代模型; 疾病控制论

中图分类号: R446 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-7414 (2024) 02-175-06

doi:10.3969/j.issn.1671-7414.2024.02.032

Construction and Evaluation of A Theoretical Model for the Generation of Urine Testing Instruments

LU Zhifang^{1,2}, LIU Dacheng², MENG Xianjie³, JIN Yakang³, CHEN Yuwen¹

(1.School of Health Medicine, Guangzhou Huashang College, Guangzhou 511300, China; 2.Department of Industrial Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China; 3. Yiyuan Yibei (Beijing) Technology Co. Ltd. Beijing 100176, China)

Abstract: With the progress of information technology and intelligent technology, the intelligent development of urine testing instruments is facing new opportunities. Using the disease cybernetics theory model to analyze the business process and current urine testing instruments of clinical urine analyzer, a generational theoretical model of urine testing instruments has been constructed, which is conducive to guiding the intelligent development direction of urine testing instruments. The study divides urine testing instruments into one to four generations of products, with the first-generation of products being operated by doctors. The second-generation products are currently available for laboratory technicians to use various urine analyzers. The third-generation products further optimize the testing process and intelligence, without the need for inspectors to operate. The fourth-generation products are unmanned and do not require sampling. It can be seen that with the development of technology, urine analysis has indeed become more convenient, but after all, various instruments have their limitations. Therefore, the establishment of a theoretical model for the generation of urine testing instruments should be applied in clinical urine testing, which can not only improve the efficiency of urine analysis but also improve its quality.

Keywords: urine analyzer; generational model; cybernetics of disease

随着信息技术和智能化技术的进步, 尿液检测仪器的智能化发展面临新的机遇。受医疗服务的确定性^[1]和医疗器械智能化面临的标准化困境^[2]的影响, 尿液检测仪器的智能化方向与路径仍不明朗。为此, 本研究运用疾病控制论^[3]理论模型及方法体系, 就尿液检测仪器的分代模型进行研究, 以期为尿液检测仪器的智能化发展提供明确的方向和路径。

1 尿液检验概述

1.1 尿液检验历史 早在公元前 400 年, 希波克拉

底就提倡用尿液检验疾病, 古印度医生也通过观察尿液是否可以吸引蚂蚁进行糖尿病的“诊断”^[4]。随着生物化学技术的发展, 尿分析已经从最初的尿蛋白、尿糖的分析发展形成了尿干化学分析、尿液有形成分分析、联合尿液的颜色、比重和浊度等理学性质的完整的尿液分析^[5]。目前, 尿干化学分析已经成为临床检验项目的“三大常规”之一。

从 18 世纪初英国化学家 PAROUT W 最早应用试纸测定尿的 pH 值开始, 到 1994 年 Bayer 公司成功研制了一台完全自动化的尿干化学分析仪器^[5], 尿液

基金项目: 国家自然科学基金委员会资助项目 (编号: 71773002): 基于世界管理调查 (WMS) 的中国医院管理干预实验; 国家科技部创新工作方法专项 (编号: 2015IM030200): 精益医院管理的医疗服务创新方法研究。

作者简介: 陆志方 (1972-), 男, 医学博士, 广州华商学院副主任医师, 清华大学工程系博士后 (出站), 研究方向: 医疗管理、解剖与临床, E-mail: zhipujiao72@163.com。

分析仪已从手工操作发展到完全自动化。自从自动尿液分析仪问世以来,根据其功能可以分成三代。

1.2 尿液检验现状 新一代的尿液分析仪器,是以原来的光电二极管作为感应器,以卤素灯为照明。在精度和稳定性方面,他们需要不断地修正自己的光源,根据探测的内容,改变自己的波长,其实就是一种彩色的滤波器而已。此装置仅使用一种试剂,按键复杂,操作繁琐,检测速率缓慢。该尿样分析仪器已从市面上撤销。

第二代尿分析仪使用了光电探测技术,利用球面分光计来测定参照光线与被测光线的反射率,并对试片中心颜色最一致的部位进行数码分析,其准确度与速度都比上一代有了极大的提升。

第三代尿生化分析仪以线阵电荷耦合器件(charge coupled device, CCD)为核心,以数字图像处理技术为核心,以冷阴极型发光管为供电,有更高的准确率和更高的灵敏度。

随着分子生物学的发展,尿液检测已经不再局限于尿干化学分析、尿液有形成分分析及其他理化性质分析,还可以对汞、铅等重金属中毒,糖尿病、肝炎等消化系统疾病,肾炎、肾结石和肿瘤等泌尿系统疾病进行辅助诊断,也可以对庆大霉素、磺胺类等药物的安全用药进行监测。也能与其他多平台联合检测,例如,从尿液中富集病原菌或 cfDNA 并联合核酸检测技术用于病原菌的检测^[7]和肿瘤早筛^[8]等;通过检测尿液中特定蛋白的含量诊断肾小球肾炎和急性肾损伤等^[9-10];还可以利用 LC-MS/MS 检测尿液中的氨基酸、肉碱、单胺类神经递质、脂类、甾体等代谢物质的变化诊断代谢异常、神经内分泌肿瘤等疾病^[11]。

2 尿液分析质量目标和分析仪系统

2.1 尿液分析质量要求 当前,尿液检测仍存在以下几个问题:①标本采集:在采集患者尿液的过程中,医护人员经常没有对患者进行标本采集的指导,从而造成了粪尿、白带尿等标本的出现,从而对检测的准确性造成了很大的影响。基层医院通常没有标准的尿液采集容器,尿液在采集 2h 内不能进行检测的标本通常也未进行消毒,尿液运输途中污染也比较严重,样本采集后无法准确地记录样本采集的时间、编码号及患者姓名。②样本检验工作不规范:医疗机构在检验尿样的时候,经常没有严格按照检验工作的规程来进行,从而导致尿样品被水浸渍的次数不够或者被水浸渍的次数太多,从而对检验的效果有很大的影响,并且,在检验的时候,没有定期的维护和保养也是一个常见的问题。③检查后交流不足:患者拿到检查报告后,检查人员通常没有告知患者检查的详细情况,使患者不了解检查

的需要,容易引起患者对医院的误解,引起患者之间的矛盾,引发医疗纠纷。

2.2 尿液分析仪系统分析 尿液分析仪利用单片机控制光源的亮与灭,为被测试纸条提供波长分别为 550nm, 620nm, 720nm 的可见光,并控制步进电机的定长运动,使试纸条上的试剂块都能按顺序精确定位在光源的聚焦点上,实现对试纸条上的试剂块进行逐项扫描。发光二极管在设定的波长下,把光射到试纸条表面,到达试纸条表面的光根据其颜色进行反射,反射光被置于试纸条正上方的硅光电池接收,硅光电池反应出一个电压信号经放大,整形滤波后,送至 A/D,经过微处理器处理后,计算出每个试剂块的反射率,然后查询数据库,数据库中每个试剂块的反射率与其浓度值一一对应,进而得出相应成分的浓度值,把测试结果以有临床意义的单位在液晶显示屏(LCD)上进行显示并打印和储存起来。同时 CPU 还负责处理键盘的输入和通过 RS232 接口与上位机进行数据传输。

3 尿液分析仪分代理理论模型构建及评价

3.1 理论模型提出 1948 年,诺伯特·维纳提出“控制论”^[12],揭示了生命机体、社会和技术系统之间的共同规律,在许多方面冲破了传统的思维方式和研究方法的束缚。这一成果,在今天运用于医疗卫生领域的研究,仍然具有价值。2010 年,陆志方等^[13]提出疾病控制论,其核心内容为:认识和处理医疗问题需要遵循疾病规律,以系统论和控制论为基础理论,明确目标,并通过科学的方法和手段,逐步实现目标,流程改造是其中一项重要的方法。

虽然尿常规已经成为临床意义重大的“三大常规”之一,但检验质控依然堪忧。大量的研究结果显示,尿液检测样本不合格率从 2.78%~30.00% 不等,主要问题包括标本数量少、标识错误、申请单填写不详、标本污染、容器错误、送检超时等^[14-15]。如何管理好尿液检测并提高检测质量是当前的重点问题。我们^[3, 14]在疾病控制论模型中提出了考察和解决医疗卫生问题的四要素,即遵循疾病规律、基于系统论、完美医疗目标体系及反馈机制。同样的,在遵循规律的基础上,考察尿液检测全流程,用解剖法分析系统,确定研究系统,理清尿液检测管理模型,并建立反馈机制,以达到优化尿液检测方案。

尿液是血液通过肾脏的肾小球“过滤”作用流入肾盂肾盏、经过输尿管流入膀胱,由尿道排出人体的液体。通过对尿液的分析,可以了解相应的血液状况和流经泌尿系器官情况,尿液检测的疾病规律体现在能准确反映相关情况,具体表述为:①检测的尿液标本规范、无污染;②检测仪器显示的数据准确、指标全、符合临床要求;③尽可能地消除

不利于①②的各种干扰因素。

尿液检测不断发展,目标可分为近期目标和远期目标:①近期目标:检测仪器更加先进、检测结果更加准确、检查指标更加多、检测更简单、外部干扰更少等,概括为尿液检测精准;②远期目标:

达到完全智能化(无人操作)和完美医疗状态。

考察当前医院住院部患者尿液检测的全过程,应用解剖法发系统分析,由尿液检测的目标出发,分层剖析,将与尿液检测有关的各种因素梳理清楚,绘制系统分析示意图,见图1。

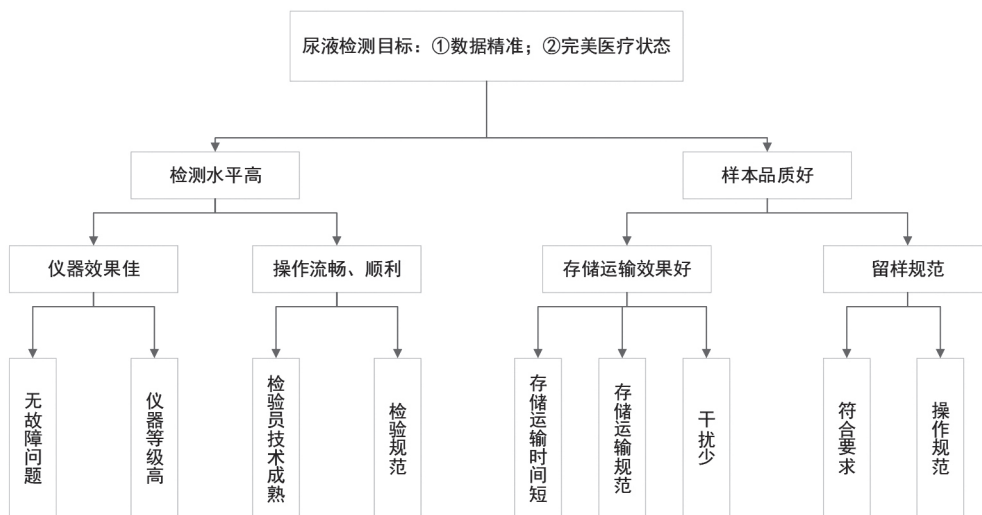


图1 尿液检测系统分析示意图：以目前医院住院部为场景（即二代尿液检测场景）。

根据解剖法系统分析所示,影响尿液检测的主要因素包括:检测仪器、检验人员、标本留取(患者)、储运(护工、等待时间、外部干扰等)。正常情况下,考虑获得可靠的检查结果,患者留取是认真而严格的,我们可以假设这个要素为确定的,而仪器的品质、检验人员状况和有无、储运对标本的影响等三个方面对尿液检测的影响不可忽略,因此,当前的尿液检测的研究系统包括:检测仪器、储运系统和检验人员(见图2)。鉴于检验人员是经过专业培训的医务人员、检测仪器是特定的,尿液检测的管理难度更聚焦于储运系统。储运过程中,①必要的时间等待导致尿液中一些物质的挥发、损失;②操作或外部污染物所致的污染;③标签脱落、

核对失误等导致结果张冠李戴等。

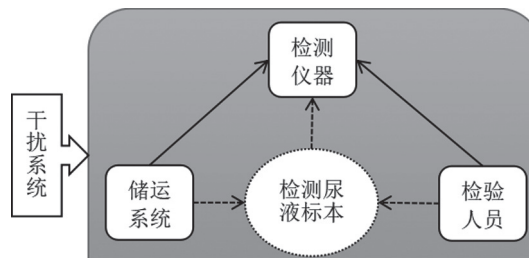


图2 尿液检测的研究系统：以目前医院住院部为场景（即二代尿液检测场景）。

尿液检测的发展和完善是一个持续演进的过程,我们建立反馈机制,以有助于产品研究和开发,见图3。

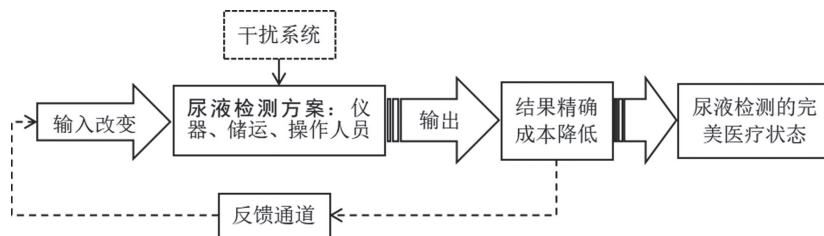


图3 尿液检测方案的反馈机制示意图

3.2 理论模型构建 当前尿液分析质量控制中,根据尿液分析操作标准指南(GP16-A3)应在尿液分析前、分析中和分析后分别进行质量控制并对实验室人员进行管理,可以提高尿液分析结果的质量,但是简单地按照流程进行管理,带来很多麻烦和不确定因素。例如,分析前的质量控制中

需要分别对医生(授权的检测申请发起者)、患者(被检验样本的提供者)和检验人员(信息确认者)、样本容器、采集方法及采集时间等进行交互管理,由于彼此间的信息及专业水平的不对等,很容易造成“错误”,最终导致“样本不合格”。因此,目前大量的研究都认为“错误”的来源主

要在分析前, 并进行分析前的质量控制研究。裴淑英(2019年)利用PCDA[P(plan)-计划, C(check)-检查, D(DO)-执行, A(Action)-先去]法培训尿检医护人员, 发现经培训的医护人员不仅提高了尿检相关知识, 更重要的是在标本污染、样本信息不全、样本容量不足及送检超时等分析前的质量问题方面均显著优于未经培训的对照组^[15]。由此可见, 即便是全自动化的设备和专业的检验师, 由于管理模型自身的问题, 依然会导致检测质量不佳。

根据系统分析, 检测结果的质量(quality of test results, Q_R)由尿液样本的质量、检测工具的性能及操作人员的水平三方面共同决定, 即:

$$Q_R = f(Q_U, P_E, E_P) \quad (1)$$

尿液样本的质量(quality of urine, Q_U)由样本要求(requires, R)、采样容器(container, N)、运输过程(transport, T)、存贮方式(storage, S)和周转时间(turnaround time, A)等因素共同决定, 即:

$$Q_U = f(R, N, T, S, A) \quad (2)$$

检测工具的性能(performance of equipment, P_E)可以从仪器的检测指标、检测方式方法和结果呈现等因素综合考察; 而操作人员的专业水平(expertise of lab personnel, E_P)则由其身份(如医生、检验师、患者或其家属等)、专业知识及管理水平等因素决定的。各因素都是相对独立, 对结果影响的比重不同, 但有累积效应。由式(1)、(2)得式(3), 即:

$$Q_R = f[f(R, N, T, S, A), P_E, E_P] \quad (3)$$

在 Q_U , P_E , E_P 三方面共同控制质量, 并引入反馈机制才可以实现整体的QR控制。将尿液检测质量控制重新划分为面向“对象”的管理理念将会

给尿液检测从流程、设备和结果上带来全新的变化。新的管理模型首先会促进检测仪器的进化。根据尿液检测的管理模型, 以操作人员作为分代主要指标, 检测工作和尿液标本作为辅助指标, 我们将尿液检测设备由低向高分为一至四代, 称之为尿液检测设备的分代理论模型。具体为:

一代产品: 该产品主要出现在尿液检测初期, 由医生操作, 检测工具为显微镜。操作者对尿液进行化学分析或利用显微镜进行肉眼观测, 检测指标主要为颜色、气味、镜下细胞等, 结果粗糙。

二代产品: 该产品为现在的主流产品, 由专业检验师操作。检测工具为各种性能的尿液分析仪, 包括半自动和全自动尿分析仪, 两者的主要区别在于进样方式。进样后, 仪器均可以自动分析结果并打印出结果清单。通常, 尿液标本采集后, 集中送至检验中心或实验室, 待收集一定数量标本后开机检查; 检测指标根据仪器及试剂盒不同而不同, 效率较高、结果精确。

三代产品: 患者或家属操作。检测工具为具有智能特性的尿液分析仪, 操作者自行将标本倒入智能尿杯, 放进仪器, 结果自动传输到中心数据库、操作者手机和其他授权工作站; 仪器在标本采集处, 尿液标本采集后, 直接使用手机扫码操作; 检测指标根据选项而确定, 效率高, 因标本即时而更加精确。

四代产品: 无人操作。检测工具为更高智能的尿液分析仪, 无需采集标本, 患者移位至指定地点, 仪器自动进行检测, 并将结果传输至指定终端设备。

根据尿液检测的分代理论模型, 按照基本描述、操作人员、使用场景、作业流程、干扰因素、标本品质、工作效率、检测指标、数据管理等指标进行对照, 见表1。

表1 基于尿液检测分代理论模型的一至四代尿液检测产品比较表

类 别	一代产品	二代产品	三代产品	四代产品
基本描述	由医生借助简单仪器和肉眼检测	由检验师借助仪器检测	由患者或家属借助仪器检测	无人操作检测
操作人员	医生	检验师	患者或家属	无人
使用场景	少数医院	各类医院	家庭、诊所、医院	所有场所
作业流程	患者留标本-实验室-医生检测和填写结果	患者留标本-储运-检验科-检验师处理-仪器检测和输出结果-化验单	患者留标本-仪器检测和传输结果	患者在指定位置-仪器检测和传输结果
干扰因素	多	较多	极少	无
标本品质	一般	一般	佳	最佳
工作效率	极低	较高	高	最高
检测指标	少, 粗糙	全, 比较精确	全, 精确	全, 精确
数据管理	人工	单机或局域网	区块链、互联网	区块链、互联网
技术特征	放大技术	自动化	智能化、数据集成	无标本化

由尿液检测质量管理模型和分代模型, 我们可以知道公式(1)是二代产品的尿液检测质量管理模型表达式。在三代产品中, 仪器直接在标本采集处, 由患者或家属直接将样本加入智能尿杯中, 就

Q_U 而言, 不再存在采样容器(N)、运输(T)、存储(S)、周转周期(A)等影响; 而操作人员(患者或家属)也不需要对本样本、仪器进行管理, 即 E_P 对检验结果产生的影响极小而可以忽略。因

此,三代产品的检测结果质量表达公式(4)为:

$$Q_{R(三代)} = f(Q_{U(三代)}, P_E) \quad (4)$$

由式(4),去除可忽略因素后得式(5):

$$Q_{R(三代)} = f(R, P_E) \quad (5)$$

由式(5)可知,对三代产品而言,只要患者按照要求采集合适的样本,检测结果的质量几乎完全由仪器性能决定。对设备研发厂家而言,只需集中精力研发高稳定性、准确性好的产品即可;对医生而言,只需向患者介绍留取样本要求即可。

四代产品,则不存在采集样本的过程,检测结果质量完全由 P_E 决定,即:

$$Q_{R(四代)} = f(P_E) \quad (6)$$

由于在三代产品中,患者根据医生指导一般都能正确留取样本,有关样本要求对检测结果的影响稳定、且干扰很小,不会引起结果的重大偏差,因此可以忽略。由式(5)得:

$$Q_{R(三代)} = f(P_E) \quad (7)$$

根据式(6)(7),从尿液检测结果的质量来看,三代产品与四代产品理论上可以达到相似品质,即:

$$Q_{R(三代)} \approx Q_{R(四代)} \quad (8)$$

3.3 理论模型评价 为进一步比较二代和三代尿液检测,分别进行全流程分析,三代产品的检测流程明显优于二代产品。此外,对分析中和分析后的质量管理部分简化后,二代产品为保证检测结果质量,需要对医生、患者和检验师的多个操作步骤(如医患沟通样本要求;检验师确认检验请求、贴条码;患者自行采样、送样;检验师收样、上机、存储等)同时进行质控,才能保证检测结果的质量;三代产品仅需要对“医患沟通样本要求”及“患者的自行采样”进行质控就可以保证检测结果质量。由此可见,三代产品不仅极大地简化了检测流程、解放了检验师劳动力,更为高质量的检测结果提供了保证。

电荷耦合器件(charge-coupled derice, CCD)的使用是四代尿液分析仪的趋势,它的性能突出、价格便宜,对整机技术指标的提高有着非常大的帮助。软件的后期处理技术为技术实现的关键,它对提高整机的性价比起着至关重要的作用。此外,四代产品在检测中默认尿液是无色的,这给实际检测留下了隐患,并且尿液的蘸取不均匀也是实际问题。这都是今后需要解决的问题。

4 小结

我们应用疾病控制论理论模型,就目前的尿液检测管理模型进行分析、研究,依据发展和管理目标,构建尿液检测产品的分代理理论模型。对三代产品和二代产品进行全流程比较,检测流程和质量控制两方面均显示三代产品的优势,为尿液检测设备的研发打下理论基础。

参考文献:

- [1] 朱海波,尹伶,王新,等.免疫比浊法测定尿液游离血红蛋白的方法学研究[J].现代检验医学杂志,2018,33(1):67-71,76.
ZHU HaiBo, YIN Ling, WANG Xin, et al. Methodological research on latex enhanced immune turbidimetric method for the detection of urine free hemoglobin[J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2018,33(1):67-71,76.
- [2] LIANG Haibo, LIU Gang, ZOU Jialing, et al. Research on calculation model of bottom of the well pressure based on machine learning[J]. Future Generation Computer Systems, 2021, 124:80-90.
- [3] 林彩云.尿液分析仪结合显微镜红细胞计数法在尿液潜血检验中的效果及准确率分析[J].中国医疗器械信息,2023,29(8):79-81.
LIN Caiyun. Analysis of the effect and accuracy of urine analyzer combined with microscopic RBC counting in urine latent blood test[J]. China Medical Device Information, 2023, 29 (8): 79-81.
- [4] 颜红红.探究尿液检测中尿液分析仪与镜检法的应用价值[J].中国医疗器械信息,2023,29(6):78-80.
YAN Honghong. To explore the application value of urine analyzer and microscopy in urine detection[J]. China Medical Device Information, 2023, 29 (6): 78-80.
- [5] 王美雯.尿液自动分析仪检测假阴性探讨[J].中国临床医药研究杂志,2018(16):54.
WANG Meiwen. Discussion on false negative detection by urine automated analyzer system[J]. Chinese Journal of Clinical Medicine Research, 2018 (16): 54.
- [6] 陈晓彦.优利特-500B尿液分析仪联合手工显微镜法检测尿液红细胞和白细胞等有形成分以提高检验结果准确性的探讨[J].大家健康(学术版),2015,9(20):69.
CHEN Xiaoyan. Exploring the accuracy of urine analysis results by using the combination of the U-lite 500 B urine analyzer and manual microscopy to detect formed components such as red blood cells and white blood cells in urine[J]. Everyone's Health (Academic Edition), 2015, 9(20): 69.
- [7] 王白石.尿液有形成分检测及研究进展[J].中国城乡企业卫生,2018,32(9):44-47.
WANG Baishi. Detection and research progress of visible components in urine[J]. Chinese Journal of Urban and Rural Enterprise Hygiene, 2018, 32 (9): 44-47.
- [8] ZHANG Xiaoqian, LI Hanshan. Research on target capture probability calculation model of composite photoelectric detection imaging sensor system[J]. Optik, 2018, 166: 161-168.
- [9] 王鹏,张吉才.尿液蛋白标志物联合检测在狼疮性肾炎中的诊断价值[J].川北医学院学报,2018,33(5):688-692.
WANG Peng, ZHANG Jicai. Research on the diagnostic value of lupus nephritis through detection three kinds of urine protein[J]. Journal of North Sichuan Medical College, 2018, 33(5): 688-692.
- [10] 刘肖肖,孔德友,刘广宇,等.基于融合算法的尿沉渣显微图像有形成分外边缘检测方法研究[J].中国医学装备,2018,15(11):28-31.
LIU Xiaoxiao, KONG Deyou, LIU Guangyu, et al.

- Research on the detection method of external edge of morphological components of microscopic image of urine sediment based on fusion algorithm[J]. China Medical Equipment, 2018, 15(11): 28-31.
- [11] FANG Limei, XU Yuangen, WANG Liujing, et al. Research on the state detection method of automatic instrument equipment based on construction engineering[J]. Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1648(2): 022153.
- [12] 王洪喆. 诺伯特·维纳. 控制论与信息传播的人文精神[J]. 全球传媒学刊, 2021, 8(2): 43-58.
WANG Hongzhe. Norbert wiener and the cybernetic humanities of the information age[J]. Global Journal and Media Studies, 2021, 8(2): 43-58.
- [13] 陆志方, 刘大成, 陈玉文, 等. 基于疾病控制论的病区输液流程再造研究[J]. 南通大学学报(医学版), 2023, 43(4):306-309.
LU Zhifang, LIU Dacheng, CHEN Yuwen, et al. Research or reengineering of infusion process in wards based on disease cybernetics[J]. Journal of Nantong University (Medical Sciences), 2023, 43(4):306-309.
- [14] 吴文强, 雷良育, 胡永伟, 等. 汽车第3代轮毂轴承滚动体数目缺失检测[J]. 汽车工程师, 2018(5):46-49, 51.
WU Wenqiang, LEI Liangyu, HU Yongwei, et al. Research on the missing detection of the third generation hub bearing rolling element of automobile[J]. Auto Engineer, 2018(5), 46-49, 51.
- [15] 何涌, 刘国安, 何伟强, 等. 计量检测在医疗设备质量保证中的作用研究[J]. 智慧健康, 2019, 5(5):57-59.
HE Yong, LIU Guoan, HE Weiqiang, et al. Research on the role of metrology detection in quality assurance of medical equipment[J]. Smart Healthcare, 2019, 5(5):57-59.
- 收稿日期: 2023-06-22
修回日期: 2023-11-10

(上接第80页)

- [9] 肖珊珊, 李越, 周艳阳, 等. 基于TCGA数据库构建三阴性乳腺癌预后相关的ceRNA调控网络及分析[J]. 现代检验医学杂志, 2023, 38(01): 83-88, 106.
XIAO Shanshan, LI Yue, ZHOU Yanyang, et al. Construction and analysis of ceRNA regulatory network related to prognosis of triple negative breast cancer based on TCGA database[J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2023, 38(01): 83-88, 106.
- [10] DAI Yifei, QIANG Weijie, LIN Kequan, et al. An immune-related gene signature for predicting survival and immunotherapy efficacy in hepatocellular carcinoma[J]. Cancer Immunology, Immunotherapy: CII, 2021, 70(4): 967-979.
- [11] ZHUANG Weiwei, SUN Hongwei, ZHANG Shanshan, et al. An immunogenomic signature for molecular classification in hepatocellular carcinoma[J]. Molecular Therapy Nucleic Acids, 2021, 25: 105-115.
- [12] REIMAND J, ISSERLIN R, VOISIN V, et al. Pathway enrichment analysis and visualization of omics data using g: Profiler, GSEA, Cytoscape and EnrichmentMap[J]. Nature Protocols, 2019, 14(2): 482-517.
- [13] HUANG Xingxing, KE Kun, JIN Weiwei, et al. Identification of genes related to 5-fluorouracil based chemotherapy for colorectal cancer[J]. Frontiers in Immunology, 2022, 13:887048.
- [14] JIN Kun, QIU Shi, JIN Di, et al. Development of prognostic signature based on immune-related genes in muscle-invasive bladder cancer: bioinformatics analysis of TCGA database[J]. Aging, 2021, 13(2): 1859-1871.
- [15] LIU Yifan, FAN Mingxiang, XIAN Shuyuan, et al. RBP7 regulated by EBF1 affects Th2 cells and the oocyte meiosis pathway in bone metastases of bladder urothelial carcinoma[J]. Frontiers in Bioscience (Landmark Edition), 2023, 28(8): 189.
- [16] 孙飞, 黎春明. 基于免疫细胞组织浸润的免疫评分模型预测前列腺癌免疫治疗效果及预后分析研究[J]. 现代检验医学杂志, 2023, 38(3): 189-194.
SUN Fei, LI Chunming. Prediction of immunotherapy effect and prognosis of prostate cancer based on immune cell tissue infiltration immune score model[J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2023, 38(3): 189-194.
- [17] WANG Shiyuan, XIONG Yuqiang, ZHANG Qi, et al. Clinical significance and immunogenomic landscape analyses of the immune cell signature based prognostic model for patients with breast cancer[J]. Briefings in Bioinformatics, 2021, 22(4): bbab311.
- [18] BOIERI M, MALISHKEVICH A, GUENNOUN R, et al. CD4⁺ T helper 2 cells suppress breast cancer by inducing terminal differentiation[J]. Journal of Experimental Medicine, 2022, 219(7): e20201963.
- [19] 钟恋君, 王进京, 郑洪. 三阴性乳腺癌间质肿瘤浸润淋巴细胞CD4, CD8, Foxp3和PD-L1表达的临床病理意义[J]. 临床与实验病理学杂志, 2022, 38(3): 278-283, 288.
ZHONG Lianjun, WANG Jinjing, ZHENG Hong. Clinicopathological significance for the expression of CD4, CD8, Foxp3 and PD-L1 of stromal tumor-infiltrating lymphocytes in triple negative breast cancer[J]. Chinese Journal of Clinical and Experimental Pathology, 2022, 38(3): 278-283, 288.
- [20] 李玥婷, 施鹏旭, 英子伟, 等. 自然杀伤细胞CD19⁺对乳腺癌患者保乳手术治疗后复发预测价值研究[J]. 临床军医杂志, 2019, 47(03): 250-252.
LI Yueting, SHI Pengxu, YING Ziwei, et al. The predictive value of natural killer cells and CD19⁺ in breast cancer patients after breast conserving surgery[J]. Clinical Journal of Medical Officers, 2019, 47(03): 250-252.
- [21] ISHAY-RONEN D, DIEPENBRUCK M, KALATHUR R K R, et al. Gain Fat-lose metastasis: converting invasive breast cancer cells into adipocytes inhibits cancer metastasis[J]. Cancer Cell, 2019, 35(1): 17-32.e6.
- [22] LI Xinyan, WANG Mengshen, LI Su, et al. HIF-1-induced mitochondrial ribosome protein L52: a mechanism for breast cancer cellular adaptation and metastatic initiation in response to hypoxia[J]. Theranostics, 2021, 11(15): 7337-7359.
- 收稿日期: 2023-08-22
修回日期: 2023-11-14