

文章编号: 1000-7423(2011)-04-0305-05

【综述】

# 免疫胶体金技术在寄生虫病诊断中的应用

张霄霄, 崔立云, 杨毅梅\*

【摘要】 免疫胶体金技术是一种简单、快速、准确诊断病原生物感染的免疫学检测技术。目前此项检测技术已经广泛应用于寄生虫病的辅助诊断中。本文就此技术在寄生虫病诊断中的最新应用进展进行综述。

【关键词】 免疫胶体金技术; 寄生虫病; 诊断

中图分类号: R446.61 文献标识码: A

## Application of Immune Colloidal Gold Technique on the Diagnosis of Parasitoses

ZHANG Xiao-xiao, CUI Li-yun, YANG Yi-mei\*

(Department of Parasitology, Faculty of Basic Medical Sciences, Dali University, Dali 671000, China)

【Abstract】 Immune colloidal gold (ICG) technique is a simple, rapid, accurate diagnosis method. At present, ICG technique has been widely applied in the accessory diagnosis of parasitoses, and this article reviews the latest progress of ICG technique applied in parasitology.

【Key words】 Immune colloidal gold technique; Parasitoses; Diagnosis

Supported by National Natural Science Foundation of China (No. 30860252)

\* Corresponding author, E-mail: yym0408@163.com

免疫胶体金技术 (immune colloidal gold technique, ICG) 是继荧光素、同位素和酶等 3 大标记技术之后, 以胶体金为标记物发展起来的固相标记免疫测定技术。近几十年来, 随着单克隆技术、纳米技术和层析技术的快速发展, 免疫胶体金技术发展迅速。该技术具有准确率高、稳定性强、经济快捷、结果判断直观等优点。从最初光镜免疫组化技术应用发展到现在各种电镜、生物传感器<sup>[1]</sup>、蛋白质印迹、流式细胞仪、蛋白染色、生物分子识别<sup>[2]</sup>和临床各类免疫胶体金快速诊断试验, 在生物医学各领域特别是病原生物诊断中应用日益广泛。本文就该技术在寄生虫病诊断中的最新应用进展进行综述。

### 1 胶体金技术概论

1971 年, Faulk 等<sup>[3]</sup>将胶体金颗粒与兔抗沙门菌血清结合, 用直接免疫细胞化学技术检测沙门氏菌的表面抗原, 开创了胶体金免疫标记技术。随后 20 年间, Geoghegan 等<sup>[4-7]</sup>在金标记抗原或抗体的放大免疫反应信号基础上依次建立了光镜水平免疫金技术

(immunogold staining, IGS)、免疫金银染色法 (immunogold silver staining, IGSS)、斑点金免疫渗滤试验 (dot immunogold filtration assay, DIGFA)、胶体金免疫层析试验 (gold immunochromatography assay, GICA)。目前, 应用于寄生虫学检测主要有 DIGFA、GICA 和快速试纸条法 (Dipstick) 等 3 种试验, 其中基于这 3 种试验的原理又分别衍生出胶体染料免疫渗滤试验 (colloidal dye immunofiltration assay, CDI-FA)、胶体染料试纸条试验 (dipstick dye immunoassay, DDIA)、快速免疫色谱测试卡 (rapid immunochromatographic test, ICT) 及疟疾金标免疫层析试验 (OptiMAL-IT) 等检测方法。

上述免疫胶体金检测试验的原理为, 氯金酸 ( $\text{HauCl}_4$ ) 在还原剂作用下聚合形成一定大小的带负电疏水胶体金颗粒, 放大包被在固相载体上的抗原或抗体与待测物质的反应信号, 根据显色反应, 在固相载体上直接读取检测结果。DIGFA 是将抗原或抗体直接包被在放有吸水垫料的硝酸纤维膜 (NC) 点样孔中, 加入待测样品, 洗涤后用胶体金探针检测相应的抗原或抗体, 通过金颗粒放大免疫反应体系, 结果在 NC 上显示出来。GICA 同样是以 NC 为载体, 但利用微孔膜的毛细层析作用, 滴加在点样孔的待测物慢慢

基金项目: 国家自然科学基金 (No. 30860252)

作者单位: 大理学院基础医学院寄生虫学教研室, 大理 671000

\* 通讯作者, E-mail: yym0408@163.com

向检测孔移行。与 DIGFA 相比, GICA 更具有简单快速、操作方便等优点。而与 GICA 相比, Dipstick 则采用试纸条的一端沾取待测物, 由于待测物相对分子质量不同, 移行速度不同, 可达到物质分离的效果, 最终减少其他物质的干扰。

## 2 免疫胶体金技术在医学原虫诊断中的应用

### 2.1 用于叶足虫的诊断

叶足虫属于肉足鞭毛门的叶足纲, 具有叶状伪足的运动细胞器, 而溶组织内阿米巴是惟一可引起人类严重肠阿米巴病和肠外阿米巴病特别是阿米巴肝脓肿的叶足虫, 因此快速分离和检测阿米巴感染对临床早期诊断和治疗尤为重要。Bhaskar 等<sup>[8]</sup>用 GICA 法检测肠道阿米巴患者粪便标本, 结果显示该法的敏感性和特异性分别为 97.6% 和 92.6%, 与显微镜检查法相比, 检测溶组织内阿米巴虫体抗原的 GICA 法具有更高准确度, 对溶组织内阿米巴病的早期临床诊断和疗效评估具有重要应用价值。

### 2.2 用于鞭毛虫的诊断

鞭毛虫是以鞭毛作为运动细胞器的原虫, 引起人体致病的鞭毛虫主要有利什曼原虫、锥虫、蓝氏贾第鞭毛虫和阴道毛滴虫。目前该技术主要应用在阴道毛滴虫和利什曼原虫感染的诊断中。Srivastava 等<sup>[9]</sup>报道利用杜氏利什曼原虫 rK39 抗原和胶体金标记蛋白 A 构建 GICA 法试剂, 其检测敏感性和特异性分别为 100% 和 98%, 这种高敏感性和特异性已作为确诊利什曼病的标准。王雪玲等<sup>[10]</sup>用胶体金标记抗阴道毛滴虫重组 AP33 单克隆抗体制备 GICA 试纸条, 分别检测 60 例滴虫性阴道炎和非滴虫性阴道炎患者白带, 结果显示其敏感性和特异性分别 90.0% 和 95.0%, 与湿片法相比, 两法总符合率为 92.5%。上述实验结果显示 GICA 法检测阴道毛滴虫特异性强、敏感性高、简便快速, 无需特殊仪器设备, 适合临床广泛应用。

### 2.3 用于孢子虫的诊断

孢子虫纲中的疟原虫和弓形虫是严重危害人类健康的寄生虫病。中国 2009 年疟原虫的感染人数控制调查显示, 有 1 万多人口感染了疟原虫<sup>[11]</sup>, 而世界上大约有 30% 的人口感染了弓形虫, 但引起明显临床症状的却很少<sup>[12]</sup>。人类特别是怀孕妇女感染弓形虫, 大约有一半会发生胎盘感染, 导致流产、死胎和先天性缺陷或畸形<sup>[13]</sup>。而上述两虫种都寄生在人类细胞中, 病原学诊断的检出率较低, 目前主要利用血清学方法进行检测。蒋守富等<sup>[14]</sup>采用恶性疟原虫可溶性抗原包被抗原, 胶体金标记羊抗人血清为第二抗体, 建立了检测疟疾抗体的 DIGFA 法。与间接荧光法同时检测标本, 分析比较其检测效能,

结果表明, DIGFA 法检测恶性疟和间日疟的敏感性分别为 95.65% 和 71.11%, 特异性达 97.03%, 两法的总符合率为 90.48%, 采用 DIGFA 法对相同样品每隔 1 个月检测 1 次, 持续 3 个月, 对应的检测结果完全一致, 并且阳性结果显色强度未见减弱。汪俊云等<sup>[15]</sup>同时采用双盲镜检法和疟疾 GICA 试纸法检测 2008 年 9~10 月蒙城县间日疟流行区所有发热就诊患者血样, 分析显示, 两法总符合率达 92.8%, GICA 试纸法的检出率与疟原虫密度呈正相关, 当疟原虫密度小于 100 个/ $\mu$ l 时, 其检出率为 62.5%。Broek 等<sup>[16]</sup>利用检测恶性疟富组蛋白的疟疾金标免疫层析试验 (NOW-ICT)、恶性疟快速试纸试验 (Paracheck-Pf) 和检测疟原虫乳酸脱氢酶的 OptiMAL-IT 共同检测 896 位患者。以显微镜检查作为评估标准, 结果显示 NOW-ICT 和 Paracheck-Pf 检测恶性疟的特异性要高于 OptiMAL-IT, 而 OptiMAL-IT 检测间日疟的敏感性却高于 NOW-ICT。由于 Paracheck-Pf 通过检测患者血液中是否含有富组蛋白判断患者是否为现症感染, 而患者服用抗疟药物后仍可出现富组蛋白, 因此 Paracheck-Pf 更适用于初筛。综合比较, NOW-ICT 更适于疟原虫的诊断。宋成等<sup>[17]</sup>采用  $M_r$  30000~35000 的重组弓形虫速殖子 P30 为包被抗原, 以胶体金葡萄球菌 A 蛋白 (staphylococcal protein A, SPA) 为探针构建弓形虫 DIGFA 法试剂, 试剂性能验证显示此法敏感性为 96.55%, 特异性达 100%, 表明采用重组特异抗原, 交叉反应较少, 胶体金 SPA 为探针显色系统, 可明显提高 DIGFA 诊断的准确度。王艳华等<sup>[13]</sup>利用胶体金标记弓形虫代谢分泌抗原, 利用双抗原夹心法研制出了弓形虫抗体 GICA, 对已知弓形虫阴、阳性血清检测中, 与弓形虫间接血凝试验 (indirect haemagglutination test, IHA) 检测结果的符合率为 82.5%, 且敏感性优于 IHA, 同时具有良好的特异性、敏感性、重复性和稳定性, 适用于弓形虫病的早期检测和诊断。

## 3 免疫胶体金技术在医学蠕虫诊断中的应用

### 3.1 用于吸虫的诊断

目前吸虫实验诊断过程中, 主要依靠粪便虫卵病原学检查来确诊感染, 但在早期感染和晚期患者以及经有效防治的感染人群中, 敏感性高、特异性强的血清免疫学检验在诊断和鉴别中尤为重要。免疫胶体金技术用于血吸虫、华支睾吸虫、并殖吸虫等相关报道显示 GICA、DIGFA、Dipstick 与 ELISA、IHA 等传统方法具有等同检测效果, 不仅可用于流行病学的调查分析, 同时也可应用于临床诊断。Wen 等<sup>[18]</sup>采用 DIGFA 方法来检测抗血吸虫抗体, 并与 ELISA 和间接血凝试验比较分析, DIGFA 检测

急性和慢性血吸虫病患者血清的敏感性分别为 100% 和 96.9%，与并殖吸虫病和华支睾吸虫病患者血清的交叉反应率分别为 14.3% 和 0，DIGFA、ELISA 和 IHA 检测抗血吸虫抗体的阳性率分别为 9.3%、11.5% 和 11%，结果无统计学意义。Zhu 等<sup>[19]</sup>将日本血吸虫可溶性虫卵抗原 (soluble egg antigen, SEA) 与胶体染料 (D-1) 结合，并以抗人 IgG 为二抗，制备 DDIA 法。检测急性和慢性血吸虫病患者血清中的抗体，结果显示其敏感性分别为 96.7% 和 94.1%，对照组中的特异性为 96.7%。与华支睾吸虫病和并殖吸虫病的交叉反应率分别为 10% 和 70%。Xiao 等<sup>[20-21]</sup>在 DIGFA 方法基础上采用胶体染料标记 SEA 制备出 CDIFA。用该试验分别检测急性和慢性血吸虫病患者血清的敏感性分别为 100% 和 98%，特异性高达 99.4%。与并殖吸虫、华支睾吸虫和钩虫感染的交叉反应率分别为 13.3%、2.6% 和 0。该试验与 ELISA 具有相同的检测效能。进一步将 CDIFA 用于现场检测两个日本血吸虫低流行区域和一个非流行区域的 1 553 份待测血清标本，并与实验室内的 CDIFA 检测作比较，分析显示 CDIFA 在现场和实验室内的结果基本一致。可知该法特异性和敏感性高，检测结果可靠，可同时在实验室和现场快速检测血吸虫病感染。肖桂初等<sup>[22]</sup>使用 GICA 和 ELISA 检测 36 例华支睾吸虫病患者和健康人以及其他寄生虫感染者血清中的华支睾吸虫抗体，结果显示 GICA 和 ELISA 敏感性分别为 94.4% 和 97.2%，特异性分别为 98.1% 和 96.1%。正常标本检测的结果经统计学分析，其准确性和特异性无显著性差异，均可作为华支睾吸虫病的初诊及普查筛选方法。马安等<sup>[23]</sup>提取卫氏并殖吸虫成虫粗提液为抗原，胶体金标记抗人 IgG4 单抗为检测探针，建立 P-IgG4-DIGFA 试剂，该法检测敏感性和特异性分别为 95.2% 和 100%，略高于 IgG4-ELISA 法，但无统计学差异。P-IgG4-DIGFA 检测交叉反应率优于 P-IgG-DIGFA，与血吸虫病患者血清的交叉反应率仅为 2%，但未发现与华支睾吸虫病患者血清有交叉反应，并对治疗后 1 年的患者具有疗效考核价值，IgG4 阴转率为 100%。陈文碧等<sup>[24]</sup>选用  $M_r$  22 000 纯化的斯氏狸殖吸虫成虫可溶性抗原，胶体金标记羊抗人 IgG，建立 Dipstick 快速诊断法，用该试剂检测 58 份斯氏狸殖吸虫病患者、32 份血吸虫病患者和 23 份华支睾吸虫病患者血清，分析显示，斯氏狸殖吸虫 Dipstick 法的敏感性为 98.3%，与血吸虫病和华支睾吸虫病患者血清的交叉反应率分别为 3.1% 和 0。提示 Dipstick 快速诊断法具有较高的敏感性和特异性，简便快捷，是检测斯氏狸殖吸虫病患者血清抗体较好的免疫诊断方法。

**3.2 用于线虫的诊断** 在中国，寄生在人体并导致疾病的线虫有 35 种，其中主要有蛔虫、鞭虫、蛲虫、丝虫、钩虫、旋毛虫和广州管圆线虫等。其中蛔虫、鞭虫、蛲虫和钩虫等通过粪便查虫卵办法可以确诊，而旋毛虫、广州管圆线虫等通过 DIGFA 和 GICA 检测的效果与 ELISA 的效能等同，已成为辅助诊断的重要手段。秦银霞等<sup>[25]</sup>用胶体金标 SPA 和旋毛虫肌幼虫排泄分泌 (excretory-secretory, ES) 抗原制备 GICA 试纸条，对旋毛虫病和其它寄生虫病患者血清进行检测，检测结果显示，敏感性为 100%，对并殖吸虫病、血吸虫病、华支睾吸虫病、囊尾蚴病及棘球蚴病等患者血清及健康人血清进行检测均为阴性，与 ELISA 方法具有等同检测效果。该试纸条可在 4℃ 中保存 13 个月，显示出该法检测旋毛虫病患者血清的优越性。干小仙等<sup>[26]</sup>将广州管圆线虫成虫可溶性抗原固定在硝酸纤维素膜上，用胶体金蛋白 A 为探针，通过自行设计渗滤装置检测 21 份患者血清，其敏感性为 90.5%，假阳性为 2%，与旋毛虫病、血吸虫病等患者血清交叉反应率分别为 26.7%、3.3%，但未发现与并殖吸虫病、囊尾蚴病、华支睾吸虫病、肺结核患者血清有交叉反应。与 ELISA 平行检测结果符合率 >90%，因此在没有定量测定要求时，DIGFA 可替代 ELISA 法用于广州管圆线虫病的辅助诊断。

**3.3 用于绦虫的诊断** 绦虫纲中链状带绦虫、肥胖带绦虫、细粒棘球绦虫和多房棘球绦虫在中国危害严重，其中猪囊尾蚴寄生在脑部和眼部以及皮下肌肉组织中，引发脑囊尾蚴病和眼囊尾蚴病，细粒棘球绦虫和多房棘球绦虫在人体中引起严重的棘球蚴病。而感染幼虫几年间无明显临床症状，一般是通过手术方式取出并检测标本，患者不易接受，因此免疫学检测已成为首选辅助诊断方法。马安等<sup>[27]</sup>提取猪囊尾蚴囊液粗提液为检测抗原，用胶体金标记抗人 IgG4 单克隆抗体制作囊尾蚴 DIGFA 检测试剂，平行检测 IgG 进行比较分析，并以囊尾蚴 IgG4-ELISA 检测法为对照，实验结果显示，DIGFA 法检测囊尾蚴 IgG4 的敏感性和特异性分别为 95.7% 和 100.0%，与 IgG 检测结果相近；与棘球蚴病患者和裂头蚴病患者血清的交叉反应率分别为 8.0% 和 8.3%，但未检测出与肺吸虫病和血吸虫病患者血清存有交叉反应。与 ELISA 法比较，DIGFA 法检测囊尾蚴 IgG4 的准确度更高。翁永祥等<sup>[28]</sup>选用囊尾蚴纯化抗原为检测抗原，并直接用胶体金标记建立猪囊尾蚴 DIGFA 试剂，其中胶体金标记最佳 pH 值为 7.5，最佳浓度为 52 mg/ml，检测血清的最佳稀释度为 1:10，用该 DIGFA 试剂检测猪囊尾蚴病血清结果均为阳性，而非囊尾蚴病血清都为阴性，显示此

法具有高特异性和敏感性。Feng 等<sup>[29]</sup>通过分离提取天然和部分提纯的细粒棘球蚴囊液抗原 EgCF 和 AgB, 细粒棘球蚴的原头节抗原 EgP 和多房棘球蚴抗原 Em2 等 4 种抗原和胶体金标记羊抗人 IgG 作为探针制作 DIGFA 试剂, 快速检测 857 份囊型棘球蚴病 (cystic echinococcosis, CE) 和 42 份多房棘球蚴病 (alveolar echinococcosis, AE) 患者血清, 总敏感性分别为 80.7% 和 92.9%, 包被 AgB 抗原的诊断特异性最高, 达到 93.4%。排除 AE 与 CE 的交叉反应后, Em2 检测 AE 的特异性为 90.3%。与 ELISA 方法比较, 两者无明显差异。因此 DIGFA 法检测猪囊尾蚴病抗体和棘球蚴病抗体的敏感性高, 特异性强, 操作简便快捷, 特别适合于囊尾蚴病和棘球蚴病的临床检测和流行病学调查。

#### 4 展望

随着胶体金标记技术、免疫检测技术、纳米技术、单克隆抗体制备技术的逐步成熟以及新材料的应用, 免疫胶体金技术发展迅速。因其具备高敏感性、简便快捷、经济实惠等优势, 以 DIGFA、GICA 和 Dipstick 为代表的免疫胶体金技术在寄生虫病的辅助诊断中发挥越来越重要的作用。但科学研究和临床诊断应用中包被的抗原与其他物质间存在交叉反应, 制备诊断试剂的敏感性和稳定性不高, 检测结果不能区分现症或既往感染, 胶体金颗粒过大、不稳定以及材料渗透能力较差等问题都会影响其检测结果的准确性。为有效解决上述问题, 笔者认为需要提高胶体金质量、继续寻找敏感性和特异性高的单克隆或重组寄生虫抗体、包被多种特异的单组分重组抗原或是虫卵抗原、改进试剂反应体系设计、采用新材料、为实现半定量或定量分析进行梯度包被多带特异性抗原等策略不断地改进和完善免疫胶体金技术。总之, 免疫胶体金技术是继三大标记技术后较为成熟且应用广泛的免疫标记技术, 与 ELISA、IHA 等方法相比有许多优势。在今后的研究中, 免疫胶体金技术将更进一步发挥其优越性并在寄生虫病的抗原、抗体等生物大分子物质的快速检测与分析中发挥更重要作用。

#### 参 考 文 献

[1] de la Escosura-Muñiz A, González-García MB, Costa-García A, et al. Aurothiomalate as an electroactive label for the determination of immunoglobulin M using glassy carbon electrodes as immunoassay transducers[J]. *Sensor Actuat B-Chem*, 2006, 114(1): 473-481.

[2] Xie H, Cai JY. Nanostructures and molecular force based on a highly sensitive capacitive colloid gold immunosensor[J]. *Acta Bioph Sin*, 2007, 23(3): 215-221. (in Chinese)  
(谢晖, 蔡继业. 胶体金修饰纳米免疫传感器的制备与性能测定

[J]. *生物物理学报*, 2007, 23(3): 215-221.)

[3] Faulk WP, Taylor GM. An immunocolloid method for the electron microscope[J]. *Immunochemistry*, 1971, 8(11): 1081-1083.

[4] Googhegan WD, Ambegaonkar S, Calvanico NJ, et al. Passive gold agglutination. An alternative to passive hemagglutination [J]. *Immunol Methods*, 1980, 34(1): 11-21.

[5] Danscher G. Light and electron microscopic localization of silver in biological tissue[J]. *Histochemistry*, 1981, 71(2): 177-186.

[6] Spielberg F, Kabčya CM, Ryder RW, et al. Field testing and comparative evaluation of rapid, visually read screening assays for antibody to human immunodeficiency virus[J]. *Lancet*, 1989, 1(2): 580-584.

[7] Osikowicz G, Beggs M, Brookhart P, et al. One-step chromatographic immunoassay for qualitative determination of choriogonadotropin in urine[J]. *Clin Chem*, 1990, 36(9): 1586.

[8] Bhaskar S, Singh S, Sharma M. A single-step immunochromatographic test for the detection of *Entamoeba histolytica* antigen in stool samples[J]. *J Immunol Methods*, 1996, 196: 193-198.

[9] Srivastava P, Dayama A, Mehrotra S, et al. Diagnosis of visceral leishmaniasis[J]. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 2011, 105(1): 1-6.

[10] Wang XL, Cai M, Yu SF, et al. Preliminary development of gold-immunochromatography assay stripe for rapid diagnosis of trichomonas vaginitis[J]. *Chin J Pathogen Biol*, 2008, 3(5): 379-386. (in Chinese)  
(王雪玲, 蔡敏, 俞石芳, 等. 快速诊断滴虫性阴道炎免疫层析试纸条的初步研制[J]. *中国病原生物学杂志*, 2008, 3(5): 379-386.)

[11] Zhou SS, Wang Y, Xia ZG. Malaria situation in the People's Republic of China in 2009[J]. *Chin J Parasitol Parasit Dis*, 2011, 29(1): 1-3. (in Chinese)  
(周水森, 王漪, 夏志贵. 2009 年全国疟疾疫情分析[J]. *中国寄生虫学与寄生虫病杂志*, 2011, 29(1): 1-3.)

[12] Henriquez SA, Brett R, Alexander J, et al. Neuropsychiatric disease and *Toxoplasma gondii* infection[J]. *Neuroimmunomodulation*, 2009, 16(2): 122-133.

[13] Wang YH, Li KS, Cai XP, et al. Development of colloidal gold test strip for rapid detection of *Toxoplasma antibody* [J]. *Veter Sci Chin*, 2007, 37(1): 29-32. (in Chinese)  
(王艳华, 李克生, 才学鹏, 等. 弓形虫抗体免疫胶体金快速检测试纸条的研制[J]. *中国兽医科学*, 2007, 37(1): 29-32.)

[14] Jiang SF, Qiu QW, Wang LY, et al. Study on rapid detection of malaria antibody in human sera by dot immunogold filtration assay [J]. *Chin J Schisto Control*, 2007, 19(1): 56-58. (in Chinese)  
(蒋守富, 邱倩雯, 王龙英, 等. 金标渗滤法检测疟疾抗体的研究[J]. *中国血吸虫病防治杂志*, 2007, 19(1): 56-58.)

[15] Wang JY, Wang JJ, Shi F, et al. Field evaluation of gold-immunochromatographic assay for diagnosis of vivax malaria[J]. *Chin J Parasitol Parasit Dis*, 2009, 27(6): 500-502. (in Chinese)  
(汪俊云, 王建军, 石锋, 等. 疟疾胶体金免疫层析试条在间日疟流行区的诊断评价[J]. *中国寄生虫学与寄生虫病杂志*, 2009, 27(6): 500-502.)

[16] van den Broek I, Hill O, Gordillo F, et al. Evaluation of three rapid tests for diagnosis of *P.falciparum* and *P.vivax* malaria in Colombia [J]. *Am J Trop Med Hyg*, 2006, 75(6): 1209-1215.

[17] Song C, Shen ZH, Xu M, et al. Effect of dot immunogold filtration assay for detection of *Toxoplasma gondii* infection[J]. *Chin J Schisto Control*, 2010, 22(5): 479-481. (in Chinese)  
(宋成, 沈振海, 徐明, 等. 斑点免疫金渗滤法检测弓形虫感染效果[J]. *中国血吸虫病防治杂志*, 2010, 22(5): 479-481.)

[18] Wen LY, Chen JH, Ding JZ, et al. Evaluation on the applied value of the dot immunogold filtration assay (DIGFA) for rapid detection of anti-*Schistosoma japonicum* antibody[J]. *Acta Trop*, 2005, 96(2-3): 142-147.

[19] Zhu YC, He W, Liang YS, et al. Development of a rapid, simple dipstick dye immunoassay for schistosomiasis diagnosis[J]. *J*

- Immunol Methods, 2002, 266(1-2): 1-5.
- [20] Xiao X, Wang TP, Ye HZ, *et al.* Field evaluation of a rapid, visually-read colloidal dye immunofiltration assay for *Schistosoma japonicum* for screening in areas of low transmission[J]. Bull World Hlth Organ, 2005, 83(7): 526-533.
- [21] Xiao X, Wang TP, Tian ZG. Development of a rapid, sensitive dye immunoassay for schistosomiasis diagnosis: a colloidal dye immunofiltration assay[J]. J Immunol Methods, 2003, 280(1-2): 49-57.
- [22] Xiao GC, Li ZH, Liu J, *et al.* Comparative study on colloidal gold immunochromatographic assay and enzyme-linked immunosorbent assay for diagnosing clonorchiasis[J]. Chin Trop Med, 2006, 6(3): 394-395. (in Chinese)  
(肖桂初, 李振华, 刘健, 等. CGIA 和 ELISA 诊断肝吸虫病的比较分析[J]. 中国热带医学, 2006, 6(3): 394-395.)
- [23] Ma A, Shi XH, Wang Y, *et al.* Development and application of rapid detection in specific IgG4 of paragonimiasis[J]. Chin J Zoonoses, 2010, 26(4): 353-355. (in Chinese)  
(马安, 施晓华, 王越, 等. 肺吸虫特异性 IgG4 快速检测方法的建立与应用[J]. 中国人兽共患病学报, 2010, 26(4): 353-355.)
- [24] Chen WB, Wang GX, Zhang XL, *et al.* Establishment and application on detecting serum antibody in patients with pagumogonimiasis skrjabini by dipstick[J]. Sichuan Med J, 2006, 27(5): 443-445. (in Chinese)  
(陈文碧, 王光西, 张惕林, 等. Dipstick 法检测斯氏狸殖吸虫病血清抗体的建立及应用[J]. 四川医学, 2006, 27(5): 443-445.)
- [25] Qin YX, Cui J, Wang ZQ. Immunochromatographic strip for diagnosis of trichinellosis[J]. Chin J Zoonoses, 2007, 23(9): 866-868. (in Chinese)  
(秦银霞, 崔晶, 王中全. 免疫层析试纸条诊断旋毛虫病的研究[J]. 中国人兽共患病学报, 2007, 23(9): 866-868.)
- [26] Gan XX, Wang Y, Yang FZ, *et al.* Rapid detection of specific IgG antibody for *Angiostrongylus cantonensis* by dot immunogold filtration assay[J]. Chin J Zoonoses, 2007, 23(4): 345-347. (in Chinese)  
(干小仙, 王越, 杨发柱, 等. 金标法检测广州管圆线虫特异性 IgG 抗体的研究[J]. 中国人兽共患病学报, 2007, 23(4): 345-347.)
- [27] Ma A, Wang Y, Guo JX, *et al.* Diagnosis of cysticercosis by dot immuno-gold filtration assay for rapid detection of specific IgG4[J]. Inter J Epidemiol Infect Dis, 2009, 36(2): 92-94. (in Chinese)  
(马安, 王越, 郭建勋, 等. 特异性 IgG4 金标快速检测法在囊虫病诊断中的应用[J]. 国际流行病学传染病学杂志, 2009, 36(2): 92-94.)
- [28] Weng YX, Cao TS, Yu ZF, *et al.* Development of a dot immunogold filtration assay for cysticercosis [J]. Anim Husb Vet Med, 2008, 40(8): 23-25. (in Chinese)  
(翁永祥, 曹庭盛, 余招锋, 等. 斑点金标渗滤法检测猪囊虫病[J]. 畜牧与兽医, 2008, 40(8): 23-25.)
- [29] Feng XH, Wen H, Zhang ZX, *et al.* Dot immunogold filtration assay (DIGFA) with multiple native antigens for rapid serodiagnosis of human cystic and alveolar echinococcosis [J]. Acta Trop, 2010, 113(2): 114-120.  
(收稿日期: 2010-04-28 编辑: 张争艳)

(上接第 304 页)

- (邓国藩, 姜在阶. 中国经济昆虫志, 第三十九册, 蜱螨亚纲, 硬蜱科[M]. 北京: 科学出版社, 1991: 11-12.)
- [10] Deng GF. Economic Insect Fauna of China. Fasc 15 Acari: Ixodoidea[M]. Beijing: Science Press, 1978: 24-25. (in Chinese)  
(邓国藩. 中国经济昆虫志, 第十五册, 蜱总科[M]. 北京: 科学出版社, 1978: 24-25.)
- [11] Klompen JSH, Black IW, Keirans JE, *et al.* Evolution of ticks [J]. Annu Rev Entomol, 1996, 41(6): 141-161.
- [12] Evans GO. Principles of Acarology[M]. Cambridge: CAB International, 1992: 432-439.
- [13] Zhang ZQ, Liang LR. An Illustrated Guide to Mites of Agricultural Importance[M]. Shanghai: Tongji University Press, 1997: 4-5. (in Chinese)  
(张智强, 梁来荣. 农业螨类图解检索[M]. 上海: 同济大学出版社, 1997: 4-5.)
- [14] Parker SP. Synopsis and Classification of Living Organisms[M]. New York: McGraw-Hill, 1982: 12-32.
- [15] Krantz G, Walter DE. A Manual of Acarology[M]. 3rd ed. Texas: Texas Technology University Press, 2009: 21-30.
- [16] Yang XJ, Chen Z, Liu JZ. The valid genus and species names of ticks (Acari: Ixodida: Argasidae, Ixodidae) in China[J]. J Hebei Normal Univ (Nat Sci), 2008, 32(4): 529-533. (in Chinese)  
(杨晓军, 陈泽, 刘敬泽. 中国蜱类的有效属和有效种[J]. 河北师范大学学报: 自然科学版, 2008, 32(4): 529-533.)
- [17] Chen Z, Yang XJ, Liu JZ. Discussion on partial basic problems in Acari systematics and classification [J]. Entomotaxonomia, 2007, 29(3): 235-240. (in Chinese)  
(陈泽, 杨晓军, 刘敬泽. 蜱螨高级分类阶元部分问题的讨论[J]. 昆虫分类学报, 2007, 29(3): 235-240.)
- [18] Chen Z, Yang XJ, Bu F, *et al.* Ticks (Acari: Ixodoidea: Argasidae, Ixodidae) of China[J]. Exp Appl Acarol, 2010, 51(4): 1-12.
- [19] Yang XJ, Chen Z, Liu JZ. Advances in systematics of ticks[J]. Acta Entomol Sin, 2007, 50(9): 941-949. (in Chinese)  
(杨晓军, 陈泽, 刘敬泽. 蜱类系统学研究进展[J]. 昆虫学报, 2007, 50(9): 941-949.)
- [20] Guglielme AA, Robbins RG, Apanaskevich DA, *et al.* The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodida) of the world: a list of valid species names[J]. Zootaxa, 2010, 2528(7): 1-28.  
(收稿日期: 2011-02-22 编辑: 衣凤芸)