

钉螺控制技术研究进展

官威¹, 洪青标², 吕山¹, 许静¹, 李石柱^{1*}

[摘要] 钉螺是日本血吸虫唯一中间宿主,控制钉螺是血吸虫病防治的重要环节,本文就生态灭螺、生物灭螺、药物灭螺及新型灭螺药研究等方面对钉螺控制技术研究进展作了综述,分析了其优点与不足,并对适宜钉螺控制技术进行了展望。

[关键词] 血吸虫病;钉螺控制;适宜技术

[中图分类号] R383.24 **[文献标识码]** A

Research progress of control techniques on *Oncomelania hupensis*

GUAN Wei¹, HONG Qing-biao², LV Shan¹, XU Jing¹, LI Shi-zhu^{1*}

1 National Institute of Parasitic Diseases, Chinese Center for Disease Control and Prevention; WHO Collaborating Centre for Tropical Diseases; National Center for International Research on Tropical Diseases, Ministry of Science and Technology; Key Laboratory of Parasite and Vector Biology, National Health and Family Planning Commission of China, Shanghai 200025, China; 2 Jiangsu Institute of Parasitic Diseases, China

* Corresponding author

[Abstract] *Oncomelania hupensis* is the only intermediate host of *Schistosoma japonicum*. The elimination of *Oncomelania* snails is the key technique step for schistosomiasis control. This paper summarizes the progress of the techniques of snail control, including the methods of ecology engineering, biology, molluscicides and the study on novel molluscicides, and reviews their features. In addition, this paper explores the appropriate approach to control the snails.

[Key words] Schistosomiasis; *Oncomelania* snail control; Appropriate technique

钉螺是日本血吸虫唯一的中间宿主,控制钉螺是防治血吸虫病的重要手段之一。经过多年的研究和实践,我国在控制钉螺的过程中总结出了一系列行之有效的技术和方法。本文从生态灭螺、生物灭螺、药物灭螺及新药开发等方面对钉螺控制技术的研究进展作一综述。

1 生态灭螺

生态灭螺是结合钉螺生理学和生态学特点,通过农业、水利及林业改造工程等综合治理方式以物理方法强制改变钉螺生存、繁殖的孳生条件,从而达到控制或消灭钉螺的目的^[1]。

1.1 农业工程灭螺 农业改造灭螺工程包括翻耕种植、水改旱和作物轮作、蓄水养殖、开新填旧、土埋吹沙及沟渠硬化等。

1.1.1 翻耕种植 翻耕种植工程是在钉螺孳生区通过翻耕种植、开沟沥水等方法,使环境干燥和藻类、蕨类、苔藓等钉螺食物来源减少;同时通过翻耕将钉螺压埋于土内,使其缺氧窒息,从而达到杀灭钉螺之目的^[2]。饶敏等^[3]对湘江洲滩翻耕种

植灭螺效果进行了调查分析,发现单纯平整滩地翻耕种植的洲滩活螺平均密度下降了99.83%,降滩抬洲结合翻耕种植的洲滩活螺平均密度下降了100%。陶恒业等^[4]对长江中下游江淮滩翻耕种植灭螺效果的评价结果表明,开展有螺滩地矮围垦种不仅可取得灭螺防病效益,还可取得一定的经济效益。而刘建兵等^[5]对湖北省环境改造工程灭螺效果评估表明,翻耕种植有螺面积下降率为75.62%,体现了可观的灭螺成效。

翻耕种植是一种经济而又环保的灭螺方法,可收到除害增产的双重效益。这种方法尤其适合江湖洲滩的灭螺。实践表明,有钉螺孳生的草滩、芦滩或荒滩,无论种植水稻、旱作物或莲藕、菱角等,经过连续2至3年的种植,均可以消灭钉螺^[2]。

1.1.2 水改旱与作物轮作 将水改旱血防项目与农田基本建设相结合,因地制宜,改造有钉螺分布的低产水田,并在此基础上,调整农业种植结构,达到改变钉螺孳生环境的目的^[6]。李庆^[7]在皖内有螺地区实施水改旱模式,改种水稻为种植油

[基金项目] 国家自然科学基金项目(81101280);国家传染病重大专项(2012ZX10004220,2008ZX10004-011, 2012ZX10004-201);中英全球卫生项目(GHSP 202708)

[作者单位] 1 中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所,卫生部寄生虫病原与媒介生物学重点实验室,世界卫生组织疟疾、血吸虫病和丝虫病合作中心(上海200025); 2 江苏省血吸虫病防治研究所

[作者简介] 官威,男,硕士,助理研究员。研究方向:血吸虫病分子诊断
* 通信作者 E-mail: lysz@chinaacdc.cn

[数字出版日期] 2017-04-12 11:15

[数字出版网址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1374.R.20170412.1115.002.html>

菜、棉花等经济作物,发现钉螺面积、钉螺密度、活螺数明显下降,活螺和血吸虫感染阳性螺数均降至0。卿上田等^[8]在洞庭湖区有螺区域实行水田改种油菜、棉花等旱地作物。调查显示,安乡县水改旱2年后,未发现活螺;3年后澧县外洲活螺密度、钉螺阳性率均明显下降。王文梁等^[9]通过调整农业结构,开展水旱轮作、间作套种的高效种植模式,活螺框出现率、活螺平均密度、感染螺框出现率、感染螺平均密度和钉螺感染率10年间环比下降率分别为65.71%、78.35%、90.48%、93.33%和69.68%,有螺面积减少了72.59%。

通过实施农业水改旱及作物轮作治理项目建设,改造了钉螺孳生环境,压缩了垸内钉螺面积,同时促进了当地农业经济发展。

1.1.3 蓄水养殖 蓄水养殖是以提高水位淹没钉螺,结合养殖达到灭螺效果。长时间水淹可影响钉螺交配、产卵,抑止螺卵胚胎发育,引起成螺性腺受损及螺体代谢障碍^[2]。雷家全等^[10]在平原湖区开挖精养鱼池,发现试验组水田、坑塘和沟渠钉螺面积及活螺框出现率、感染螺框出现率均下降明显,而对照组村感染螺框出现率反而有所上升。卿上田等^[8]在洞庭湖区把垸内低洼有螺地带建成商品鱼基地,垸外矮埂高网蓄水养鱼,改鱼池后2年未查获活螺。李水明等^[11]评价丘陵山区环境改造灭螺费用-效果调查发现,修筑水库蓄水灭螺工程钉螺面积和钉螺密度下降率均达到100%。蓄水养殖既改变了钉螺孳生环境,又获得了经济效益。

1.1.4 开新填旧 沟渠开新填旧工程是将有螺沟渠废除,然后将新开沟渠的无螺土填入旧沟渠中,使旧沟渠中的钉螺深埋土中,从而达到灭螺的目的。黄轶昕等^[12]评价该方法实施前后螺情的变化,内陆和山丘有螺面积下降率分别为99.81%和93.52%。李水明等^[11]评价了丘陵环境改造灭螺费用及效果,开新填旧工程钉螺面积和钉螺密度下降率均达到100%,并且开新填旧灭螺的费用显著低于修筑水库蓄水灭螺。徐明星等^[13]评价武汉市垸内综合治理消灭钉螺的效果,在实施开新填旧工程1年后,有螺环境数和有螺面积下降率分别为60.00%和80.99%,2年后未发现钉螺。

1.1.5 土埋吹沙 土埋吹沙是指在钉螺孳生地盖上一层无螺土,打紧夯实后再盖上沙子以杀灭钉螺。王金国等^[14]对湖北省7市(县)实施土埋吹沙环境改造后,钉螺面积、易感地带面积、钉螺密度和感染性钉螺密度等4个指标与环改前相比均有大幅下降。徐明星等^[13]评价垸内综合治理消灭钉螺的效果,在实施土埋工程1年后,有螺环境数和有螺面积下降率分别为82.61%和65.32%,而治理2年后有螺环境数和有螺面积下降率均达100%。

1.2 水利工程灭螺 水利血防工程主要是通过实施江河治理、堤防工程、节水灌溉、人畜饮水和小流域综合治理等措施,改变钉螺生存环境,防止钉螺孳生扩散,其灭螺工程主要包括灌渠硬化护坡、沉螺池等^[15]。

1.2.1 沟渠硬化 沟渠硬化工程指用水泥沟渠代替土质沟

渠,改变钉螺孳生环境,从而控制或消灭钉螺。沟渠硬化一次性投入较少,易于组织实施,还可与国土整治、农业节水灌溉等项目灵活结合,是目前水利血防措施中应用最为广泛的工程措施之一。王金国等^[14]实施沟渠硬化后螺情监测的调查显示,钉螺面积、易感地带面积、钉螺密度和感染性钉螺密度等4个指标降幅均达到100%。朱朝峰等^[16-17]沟渠硬化工程片区钉螺监测显示,活螺密度明显降低,沟渠硬化工程防螺效果显著。杨美霞等^[18]对洞庭湖区有螺沟渠硬化消灭钉螺效果观察显示,沟渠硬化后有3条查到钉螺,原因可能在于沟渠崩塌、裂缝、有泥苔或长草。

钉螺复现的主要原因为上游螺区扩散、硬化沟渠破损、工程前未药物灭螺和施工带入钉螺等,提示单纯硬化有螺沟渠并不能彻底消灭钉螺,而科学规划沟渠硬化工程、工程前药物灭螺和加强工程后期维护是提高灭螺效果的关键。

1.2.2 沉螺池 修建沉螺池是水利血防的重要工程措施之一,它是沉集和拦截水流中钉螺的建筑物。朱朝峰等^[16-17]定量评价水利工程的血防效果,螺情跟踪监测认为沉螺池对阻止钉螺扩散有一定效果,但配合下游灭螺、沟渠硬化和沉螺池清淤等措施更佳。刘世奇等^[19]全面评价洞庭湖区水利血防工程的血防效果,然而发现沉螺池法改造涵闸后,尽管不断灭螺,但垸内仍有钉螺分布。分析主要原因为沉螺池内泥沙未能及时清淤而失去沉螺功能,另外,涵闸每次引水后未进行药物灭螺,导致了沉螺池内的钉螺扩散。

沉螺池拦截钉螺的效果受钉螺扩散和迁移趋势、水流特征及现场水域环境影响,在实际应用中应根据不同地区特点加以设计利用,必要时可增加中层取水防螺建筑物^[20-21]。

1.2.3 中层取水 根据钉螺在水体中呈表、底两层分布的特点,在涵闸进水口采用罩形拦渣喇叭口进水,汲水通道密闭的进水管,使灌溉闸汲取中间层水,避免附着钉螺的漂浮物进入管道^[22]。朱朝峰等^[23]在抽水泵站取水口修建中层取水防螺池,有效地减少了灌溉水中的钉螺,该措施投资小,后期钉螺防治费用也大幅度减少。王志坚等^[24]观察发现经防螺改造后,电灌站水泵出水口及其灌区连续5年未发现钉螺。沉螺池拦网和中层取水工程措施,可起到一定的拦螺效果。但幼螺体积较小,常规拦网无法有效拦截,且拦网有被堵塞的可能。沉螺池中层取水工程,充分利用钉螺的生理活动特性和水流的特性,能有效拦截钉螺,解决防螺和取水之间的矛盾^[22]。

1.3 林业抑螺工程 林业生态工程作用机理可分为直接干扰钉螺孳生,改变生境以控制钉螺孳生,包括微地形、土壤湿度、地表温度和光照的变化等,以及减少食物以控制钉螺密度等^[25-26]。彭镇华、江泽慧^[27-29]提出了“以林为主,灭螺防病,综合治理,开发三滩”的科学理念,在血吸虫病流行区实施并取得了巨大成效。胡兴宜等^[30]在长江外滩建设了江滩地抑螺防病林试验示范区,钉螺平均密度和钉螺面积指数逐年减少。刘广福等^[31]评价了山丘型血吸虫病流行区抑螺防病林的抑螺效果

及生态经济效益,工程实施后,稻田、秧田、灌溉沟和菜园沟的钉螺面积、活螺框出现率和活螺平均密度均大幅下降,且农户经济收入显著提高,生态环境得到改善。张春华等^[32-33]评价高原山区农林复合模式的综合效果,抑螺防病林实施后,林下间作苜蓿和核桃,林中活螺框出现率和活螺密度均有所下降。农林复合工程的实施为社会提供了大量的木材和粮油等产品,增加了就业机会,促进了农村产业结构的调整和地方经济的发展;同时,林业生态工程灭螺方法避免了药物灭螺所引起的化学污染,保护了水生动植物的生长和滩地的生物多样性^[27]。

1.4 地膜覆盖生态灭螺技术 塑料薄膜覆盖法是利用日光源的物理灭螺方法,经薄膜覆盖后局部环境密闭吸收光热、蓄积地热,使膜内土表和土层温度逐步升高,可起到杀灭钉螺的作用。祝红庆等^[34-35]对农用地膜覆盖灭螺对土内钉螺和螺卵的影响进行了观察,发现地膜覆盖对土内钉螺有很好的杀灭作用,并且可抑制钉螺第2代的繁殖和孳生。唐书贵等^[36]对有螺排灌沟黑色塑料地膜近期灭螺效果调查显示,地膜覆盖组钉螺死亡率和活螺平均密度下降率均高于未覆盖组,适合多种有螺环境灭螺。周云等^[37]比较无色和黑色塑料地膜覆盖法在丘陵山区的灭螺效果,发现无色地膜内土表温度上升速度、幅度及持续时间均高于黑色地膜。

塑膜覆盖法操作要求做到全面覆盖有螺地带、缩小膜下空间、保持相对封闭、维持覆膜一定时间;另需要投入较大的人力、物力和资金实行清除杂草、覆膜维护等。因此,该方法宜在丘陵亚型血吸虫病流行地区作试点后逐步推广使用,并在水网地区依据灭螺环境条件合理选用;而其技术要求、操作成本及使用规模的局限性与湖沼水网地区常规螺情控制工作要求不相适应,在这类地区不宜全面推广。

2 生物灭螺

生物灭螺是利用自然界中部分生物种群或其他生物学方法,造成对钉螺生存不利的环境,打破原有的种群平衡,达到控制或消灭钉螺的目的^[1]。一是利用植物对钉螺的化感作用杀灭钉螺;二是利用动物捕食钉螺;三是培养微生物,以其代谢产物对钉螺产生毒害作用;四是利用其他螺类的竞争性作用可控制钉螺。

2.1 植物他感作用 植物的他感作用是指植物的快速生长造成钉螺缺乏氧气,同时其次生代谢物质对钉螺化学感受机制产生生理抑制甚至毒害作用^[38]。杨毅等^[39]用新鲜樟树的根皮、茎皮及不同浓度梯度的叶的水浸液处理钉螺,结果表明,樟树各部分的水浸液均有很好的灭螺效果,0.5%~1.0%以上的樟树根皮、茎皮和叶水浸液均可达到100%的杀螺效果。蒋俊明等^[40]探索了山丘不同芳香性植物的抑螺作用及效果,发现其挥发气味与释放物质对钉螺具有毒性,并在一般条件下对人体健康有益。唐博儒等^[41]研究结果表明,益母草不仅能杀灭所在地的钉螺,还对钉螺具有很强的驱逐作用,可使随水流而来的钉螺从益母草群落逃离,具有明显的化感作用。

目前利用植物他感作用灭螺的工作正在逐步探索,一些地区在钉螺孳生地建立了一定规模的农林复合生态系统,或人工培植新的植物群落,以恶化钉螺的生态环境,但利用植物他感作用灭螺尚未达到实用阶段。

2.2 捕食灭螺 利用一些水生或陆生动物对钉螺捕食或破坏钉螺孳生环境达到灭螺之目的。卿上田等^[8]采取开挖精养鱼池、矮埂高网蓄水养鱼、发展水禽等灭螺措施,取得显著的灭螺和经济效益,观察区阳性螺率下降93.5%以上,流行区年均增收节支8 060万元。徐永冬等^[42]养殖鱼、鸭生物采食灭螺,观察发现,钉螺感染率和感染钉螺密度分别下降71.84%和80.00%,社会经济和生态效益明显。

另有研究发现,螃蟹、蚊幼虫、黄鳝、克氏原螯虾等水生生物亦有捕食或咬碎钉螺的现象^[43]。捕食灭螺为生物灭螺提供了一种新途径。

2.3 微生物灭螺 指利用微生物的毒素或寄生来杀灭钉螺,包括细菌灭螺和寄生灭螺。

细菌灭螺是通过人工培养对钉螺敏感的菌种及代谢产物感染和毒杀钉螺。肖瑞芬等^[44]从钉螺孳生的土壤中分离得到自养黄色杆菌进行杀螺实验。结果表明,钉螺的死亡率与浸泡时间及菌液浓度具有明显的正相关关系。崔国艳等^[45]筛选出4株灭螺活性较强的菌株,灭螺试验结果表明,各菌株的发酵上清液效果最好。用其浸泡钉螺72 h,死亡率高达90%以上,说明灭螺的有效成分主要存在于发酵上清液中。寄生灭螺是利用非正常寄生的吸虫或线虫寄生于钉螺体内达到杀灭钉螺的目的。杨建明等^[46]综述了寄生虫灭螺研究现状,认为寄生虫灭螺原因,主要是由于其携带病菌进入螺体所致。

目前微生物灭螺研究多为实验室内进行,现场应用还未实行。

2.4 种类竞争 竞争灭螺是利用生物的优胜劣汰理论,在某一区域引入一种螺使其成为优势种群,而原始螺类被淘汰甚至消失的灭螺方法^[1]。目前,国内尚无钉螺竞争螺类的文献报道,有待进一步深入研究。

3 药物灭螺

3.1 化学合成药物 有效化学灭螺药物有氯硝柳胺、四聚乙醛、石灰氮、生石灰和杀虫丁等,但目前生态保护型、环境友好型药物并不多,其后又研制出了4%杀螟丹颗粒剂和50%杀螟丹可溶性粉剂、荣宝(50%氰胺化钙粉剂)与荣芽、O-磷酸化酚基化合物、密达利等新型化学灭螺药。

3.1.1 氯硝柳胺 氯硝柳胺由德国拜耳药厂最先生产,其对成螺、幼螺和螺卵均有较高杀灭效果,并且药效持久。为改善其水溶性,现已研制出氯硝柳胺的氨基乙醇盐——贝螺杀^[47]。在我国,氯硝柳胺可湿性粉剂、悬浮剂及纳米剂也已用于大面积杀灭钉螺。田学根等^[48]评价了50%氯硝柳胺可湿性粉剂不同方法现场灭螺效果,现场喷粉、拌沙15 d及30 d后校正钉螺死亡率分别是71.9%、74.34%和81.08%、73.74%。戴建荣等^[49]发现25%氯硝柳胺乙醇胺盐悬浮剂(SCNE)实验室和现场杀螺效果均较好,可作为新型高效的灭螺药物剂型投入使用。

用。姜柳等^[50]将氯硝柳胺乙醇胺盐和聚合物稳定剂聚乙烯吡咯烷酮(PVP)溶于二甲亚砜中,制成氯硝柳胺乙醇胺盐纳米剂并观察其杀螺效果。结果显示,PVP K17与药物的质量比在1:2~1:3范围内时,稳定剂能起到较好的结晶阻拒作用,纳米溶胶体系稳定。

氯硝柳胺对人、畜低毒,但对鱼类等水生动物毒性极强,在有效灭螺浓度下,可引起鱼类大量死亡^[51]。

3.1.2 荣宝、荣芽 荣宝和荣芽为两种不同剂型的灭螺药物,前者为固体,主要成分是氰氨化钙,后者为液体,主要成分是单氰胺。祝红庆等^[52]评价荣宝在山丘型血吸虫病流行区的灭螺效果显示,荣宝灭螺适合在免耕田里施用。李广平等^[53]对两者的杀螺效果及其对鱼类的毒性进行了评价,发现两者对钉螺均有很好的杀灭作用,而且在有效剂量范围内对鱼类安全。

荣宝和荣芽对鱼类毒性较小,在以水产养殖业为主的地区,荣宝可作为良好的补充灭螺药物。但荣宝用量和成本较大,会给运输和现场施药带来不便,且在喷洒施药时有堵塞喷头现象,如能适当地改变其剂型,减少其用药量,降低成本,将更有利于扩大其应用范围。

3.1.3 密达利 密达利(META-Li)是一种四聚乙醛基质含量为40%的新型密达水剂产品,降解后终产物为二氧化碳和水,不污染环境。朱丹等^[54]用实验室和现场试验评价了密达利杀钉螺的效果,结果表明,密达利的灭螺效果比同类密达产品有明显的提高。据黄轶昕等^[55]对密达灭螺效果的研究可知,密达利的灭螺效果与泥土湿度有关,在用药量相同时,其灭螺效果随泥土湿度增加而增强;并且提高温度可明显提高灭螺效果,在现场使用时,选择灭螺季节十分重要。

密达利具有降解快、低毒性等优点,且对哺乳动物、鱼、蚌、蚕及植物均较安全,可弥补氯硝柳胺对水生生物毒性大的不足。此外,密达利为水溶剂型,用普通喷雾器即可喷洒,易于在现场应用中推广。

其他化学灭螺药物有烟酰胺、石灰氮(氰氨化钙)、生石灰、敌百虫、六六六、硫酸铜、尿素和茶等,其曾被大规模使用,但最终均因对非靶生物的毒性、生产工艺复杂、价格昂贵、环境污染以及储存和使用的不方便等因素而未能被推广使用。

3.2 植物成分药物 植物灭螺药系指对于某些含有灭螺活性成分的植物资源,利用一定分离手段提取其根、茎、叶、花、果、籽中的有效成分,用于杀灭钉螺。

3.2.1 植物灭螺药 植物灭螺药按其化学结构类型分类,主要有皂苷类、生物碱类、(异)黄酮类、萜类化合物、鞣质、烯基酚、萘醌、呋喃香豆素等。胡兴宜等^[56]对益母草的根、茎、叶水浸液及益母草水苏碱水溶液的杀灭钉螺作用进行了初步研究,结果表明,各处理均有较好的灭螺效果,其对钉螺酯酶同工酶的影响,酶带的变化与正常的病理反应完全一致。另有研究发现,盾叶薯蓣、绞股蓝、油茶、黄果茄、血水草、腰果、银杏和喜旱莲子草等植物提取成分均展现出一定的杀螺效果^[57-64]。

植物灭螺药物可就地取材,易生物降解,对于许多血吸虫病流行区来说具有得天独厚的资源优势;植物药物简便实用、低毒高效,其有效单体的结构确证,可为更进一步研究新型的化学合成灭螺药物提供线索。

3.2.2 新型植物灭螺药“螺威” 以茶粕为原料,经过碱解和酶处理,干燥制成了植物杀螺剂,并将其制成商品——4%“螺威”(Tea-seed distilled saponins, TDS)。螺威可溶于水、甲醇、乙醇、乙腈等极性大的溶剂,其4%粉剂外观为黄色粉末,在通常贮存条件下稳定。目前,4%螺威粉剂(TDS)已广泛应用于实验研究与现场灭螺效果评估。唐文坚等^[65]采用室内和现场试验评价植物灭螺剂“螺威”杀灭湖北钉螺药效,结果表明,4%螺威粉剂(TDS)室内浸杀、喷洒试验和现场浸杀、喷洒试验对湖北钉螺药效均达到合格指标。“螺威”植物杀螺剂现场灭螺效果研究与示范I-IV评价显示,“螺威”在湖沼和山丘地区均展示出良好的现场灭螺效果^[66-69]。

植物性杀螺药具有高效、低毒、易降解等优点。但我国目前对植物性杀螺药的研究仍停留在实验室筛选阶段,相关毒性研究较少,对植物灭螺机理的研究也刚刚起步,今后应加强生态灭螺机理研究工作,找出关键灭螺化学成分,为研制仿生植物灭螺剂打下理论基础。

3.3 新型灭螺药物研发 近年来分子遗传学、基因工程等生物学技术也已越来越多地被运用于钉螺杀灭药物的筛选。Guo等^[70]以钉螺血蓝蛋白为作用靶点,研究4-氯乙酰邻苯二酚对钉螺毒性的影响。其作用24 h和72 h的LC₅₀分别为6.5 mg/L和3.1 mg/L,24 h和72 h的LC₉₀分别为16.4 mg/L和4.9 mg/L,且毒性较低。Han和CHEN等的研究发现^[71-72],醉鱼草活性成分及白头翁可明显降低钉螺组织内酶活性,毒性较低。WANG等^[73]评价水杨酰苯胺的生物活性及毒性影响显示,其尾蚴杀灭浓度仅为0.43 μl,对钉螺LC₅₀为0.206 g/m²;对淡水鱼类和人类肾脏细胞HEK293的毒性明显降低。并且,水杨酰苯胺可下调血吸虫尾蚴一氧化氮合酶的表达,提示水杨酰苯胺可作为潜在的药物用于血吸虫病的防治。

利用分子生物学技术对钉螺组织、细胞、酶或蛋白质分子及基因靶序列结构与功能的研究,可专一性地筛选出适宜的靶点,为高效、低毒灭螺药物的研发及新型仿生药物的合成应用提供了理论基础。

4 讨论

钉螺是日本血吸虫的惟一中间寄主,因此,钉螺控制是血吸虫病防治的关键,也是我国血防中长期规划的重要举措之一。综合3种钉螺控制方法,生态改造灭螺工程一次性投资大,灭螺效果缓慢,但长效持久,节省资源,亦可改善当地环境,与林、农、水利等相结合的复合生态建设工程可获得一定的经济效益,值得进一步推广。生物灭螺则是资源节约型、环境友好型和效益型灭螺方式,符合可持续发展的理念,是钉螺控制和实现血吸虫病根本性防治的有效措施。但有关捕食灭螺、微生物灭螺和竞争灭螺等生物灭螺的机制研究及现场大

规模应用尚且不多,目前尚处于试验阶段。而药物灭螺中的化学灭螺依然是目前主要采用的灭螺方法,其见效快,但价格高,对环境污染严重,对人、动物等都有一定毒害,而且需反复灭螺方能巩固其效果,新型化学药物或剂型有待进一步开发。植物灭螺剂高效、低毒、易降解,现已作为药物灭螺的重点研究方向。目前,新型植物提取灭螺药“螺威”已广泛应用于血吸虫病不同流行区的灭螺现场^[66-69]。基因工程等生物技术的运用为灭螺药物的筛选提供了科学的方向,促进了新型高效、低毒仿生药物的开发应用。

现今,我国仍有大面积钉螺分布,且孳生环境十分复杂,单纯采取某种控制措施很难达到消灭钉螺的目的。因此,应结合血吸虫病不同流行区钉螺所处环境,因地制宜、因时制宜,综合实施钉螺控制技术。

[参考文献]

- [1] 李玲,胡兴宜,孙启祥,等. 生物生态灭螺技术研究与应用进展[J]. 湖北林业科技, 2012, 1(1): 32-35.
- [2] 毕研云,图立红,李枢强,等. 我国常用的灭螺方法[J]. 生物学通报, 2006, 41(11): 17-18.
- [3] 饶敏,刘明章,申晓君,等. 长沙市湘江洲滩翻耕种植灭螺控制血吸虫病效果[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2011, 23(6): 668-673.
- [4] 陶恒业,夏爱,赵亚明,等. 镇江市焦北滩翻耕种植灭螺效果及费用-效益评价[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2012, 24(5): 576-578.
- [5] 刘建兵,黄水生,范宏萍,等. 湖北省世界银行贷款项目环境改造灭螺工程经济效益分析[J]. 热带医学杂志, 2006, 6(6): 696-699.
- [6] 赵小平,胡恒,张森兵,等. 农业综合治理对血吸虫病防治的影响[J]. 湖南畜牧兽医, 2015, (3): 38-40.
- [7] 李庆. 水改旱控制境内血吸虫病效果观察[J]. 中国兽医寄生虫病, 2002, 10(3): 40-41.
- [8] 卿上田,胡述光,张强,等. 结合农业综合发展进行灭螺与控制血吸虫病[J]. 中国兽医寄生虫病, 2003, 11(3): 32-33, 44.
- [9] 王文梁,张汉忠,田祖洪,等. 调整农业产业结构对控制血吸虫病传播的效果观察[J]. 公共卫生与预防医学, 2002, 13(1): 25-26.
- [10] 雷家全,沈汉泽,邵声洋,等. 平原湖区开挖精养鱼池灭螺效果试验[J]. 中国兽医寄生虫病, 2000, 8(1): 61-62.
- [11] 李水明,陈世军,吴晓军,等. 丘陵山区环境改造灭螺费用-效果评价[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2011, 23(1): 85-88.
- [12] 黄铁昕,蔡刚,洪青标,等. 江苏省243项灭螺工程的费用-效果评价[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2002, 14(5): 354-359.
- [13] 徐明星,杨燕,周敦金,等. 武汉市综合治理境内钉螺孳生地灭螺效果[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2008, 20(3): 224-226.
- [14] 王金国,廖洪义,钟国体,等. 环境改造灭螺控制血吸虫病效果观察[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2002, 14(3): 200-202.
- [15] 陈艳艳,元艺,周斌,等. 大型水利血防工程控制血吸虫病传播的效果[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2010, 22(5): 411-414.
- [16] 朱朝峰,张世清. 水利血防工程措施防灭螺效果定量评价研究[J]. 人民长江, 2012, 43(3): 72-75.
- [17] 朱朝峰,张世清,蔡凯平. 长江流域水利血防评价指标研究探讨[J]. 人民长江, 2009, 40(1): 3-5, 17.
- [18] 杨美霞,周艺彪,李明福,等. 洞庭湖区有螺沟渠硬化消灭钉螺效果观察[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2001, 13(2): 72-74.
- [19] 刘世奇,李以义,李志军,等. 洞庭湖区水利血防工程控制钉螺效果及其机理研究[J]. 湖南水利水电, 2015, (3): 57-59, 70.
- [20] 付正银,王加松,彭孝武,等. 关于沉螺池防螺效果评估标准的思考[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2008, 20(1): 57, 80.
- [21] 江涛,王建国. 中层取水防钉螺扩散技术研究进展[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2012, 24(4): 491-494.
- [22] 任大春,朱国胜,定培中,等. 涵闸及渠道引水灭螺工程措施研究[J]. 人民长江, 2005, 36(4): 47-49.
- [23] 朱朝峰,王志坚. 水泵间接“中层取水防螺池”的改建及效果分析[J]. 人民长江, 2009, 40(7): 102-104.
- [24] 王志坚,朱涛,王跃进,等. 电灌站涵管式中层取水防止钉螺扩散效果[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2007, 19(1): 50-52.
- [25] 彭镇华. 林业血防生态工程抑螺防病机理[J]. 湿地科学与管理, 2013, 9(2): 8-10.
- [26] 胡兴宜,唐万鹏,姜德鸿,等. 兴林抑螺机理研究进展[J]. 湖北林业科技, 2006, (1): 39-43.
- [27] 舒洪岚,楼浙辉. 抑螺防病林的抑螺机理与营造技术[J]. 江西林业科技, 2006, (2): 17-18, 22.
- [28] 肖正东,方建民,吴中能,等. 安徽省抑螺防病林试验示范区建设之探索[J]. 安徽林业科技, 2012, 38(2): 79-84, 92.
- [29] 吴立勋,汤玉喜,吴敏,等. 洞庭湖滩地杨树抑螺防病林研究[J]. 湿地科学与管理, 2006, 2(4): 14-19.
- [30] 胡兴宜,唐万鹏,孙启祥,等. 湖北省长江中游江滩地抑螺防病林试验示范区建设[J]. 湿地科学与管理, 2010, 6(4): 10-12.
- [31] 刘广福,李昆,张春华. 山丘型血吸虫病流行区抑螺防病林的抑螺效果及生态经济效益[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2011, 23(4): 386-389.
- [32] 张春华,唐国勇,刘方炎,等. 云南省山区林农复合模式控制钉螺效果[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2012, 24(5): 514-517.
- [33] 张春华,刘方炎,刘广福,等. 云南省高原山区核桃抑螺防病林下草本植物变化与钉螺分布关系[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2013, 25(6): 585-589.
- [34] 祝红庆,钟波,张贵荣,等. 地膜覆盖对不同土层的湖北钉螺影响观察[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2014, 25(2): 152-155.
- [35] 祝红庆,张贵荣,钟波,等. 氯硝柳胺加地膜覆盖技术灭螺对鱼毒性的观察[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2011, 23(1): 38-41.
- [36] 唐书贵,宋志勇,贾勇,等. 黑色塑料地膜覆盖灭螺近期效果观察[J]. 寄生虫病与感染性疾病, 2007, 5(4): 182-185.
- [37] 周云,张标,王志美,等. 两种塑料地膜覆盖法在丘陵地区灭螺效果比较[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2013, 25(6): 630-632.
- [38] 於凤安,彭卫平,彭镇华,等. 利用植物他感作用灭螺效果的研究[J]. 应用生态学报, 1996, 7(4): 407-410.

- [39] 杨毅,王万贤,聂冉,等.樟树植物对钉螺的化感作用研究[J].资源与环境,2007,33:63-66.
- [40] 蒋俊明,侯广维,费世民,等.山丘区芳香植物群落构建的抑螺林模式[J].湿地科学与管理,2011,7(1):4-8.
- [41] 廖博儒,王万贤,张佳磊,等.益母草灭螺效果研究[J].生物技术通报,2006,S1:403-407.
- [42] 徐永冬,董瑛,崔雅丽,等.西昌市养殖灭螺防治日本血吸虫病试点示范技术研究[J].西昌农业高等专科学校学报,2004,18(3):47-48.
- [43] 张世萍,金辉,俸艳萍,等.河蟹、克氏原螯虾、黄鳝摄食生态的研究[J].水生生物学报,2003,27(5):27.
- [44] 肖瑞芬,杨建明,汪平尧,等.自养黄色杆菌杀钉螺的实验研究[J].中国血吸虫病防治杂志,2005,17(1):42-44.
- [45] 崔国艳,汪世平,程红兵,等.灭钉螺微生物的筛选及功效研究[J].中国人兽共患病学报,2015,31(2):109-112.
- [46] 杨建明,肖瑞芬,周艳.微生物灭钉螺研究现状[J].湖北大学学报(自然科学版),2003,25(4):337-341.
- [47] 吴向阳,仰榴青,张联恒,等.灭螺药物研究进展[J].中国血吸虫病防治杂志,2006,18(6):474-476.
- [48] 田学根,潘新平,柯兆明,等.氯硝柳胺可湿性粉剂不同方法现场灭螺效果研究[J].热带病与寄生虫学,2007,5(2):97-98.
- [49] 戴建荣,李洪军,神学慧,等.氯硝柳胺乙醇胺盐悬浮剂杀螺效果[J].中国血吸虫病防治杂志,2009,21(2):83-86.
- [50] 姜柳,李树风,李新松,等.氯硝柳胺乙醇胺盐纳米剂的制备与杀螺效果[J].中国血吸虫病防治杂志,2007,19(2):102-106.
- [51] 奚伟萍,黄轶昕.强螺杀粉剂急性鱼毒实验观察[J].中国血吸虫病防治杂志,2004,16(1):63-64.
- [52] 祝红庆,钟波,曹淳力,等.荣宝”在山丘型血吸虫病流行区的灭螺效果[J].中国血吸虫病防治杂志,2007,19(3):212-216.
- [53] 李广平,胡平成,魏望远,等.荣芽杀灭钉螺和对野生鱼急性毒性研究[J].中国热带医学,2009,9(6):1010-1011.
- [54] 朱丹,周晓农,张世清,等.密达利杀灭湖北钉螺效果的研究[J].中国寄生虫学与寄生虫病杂志,2006,24(3):200-203.
- [55] 黄轶昕,高智慧,戴建荣,等.密达杀灭钉螺效果的研究[J].中国寄生虫病防治杂志,2001,14(3):213-216.
- [56] 胡兴宜,唐万鹏,王万贤,等.益母草不同组分的抑螺效果及对钉螺酯酶同工酶的影响[J].生态学杂志,2007,26(5):728-731.
- [57] 崔天义,张丽红,糜留西,等.盾叶薯蓣灭钉螺活性成分的研究[J].武汉植物学研究,1998,16(1):65-68.
- [58] 侯金华,王万贤,倪红,等.葫芦科植物绞股蓝灭螺初步研究[J].湖北大学学报(自然科学版),2006,28(3):306-308.
- [59] 梁慧,耿鹏,倪红,等.绞股蓝有效成分杀灭钉螺效果和毒理研究[J].湖北大学学报(自然科学版),2010,32(4):438-442.
- [60] 陈永忠,马力,刘宗传,等.油茶皂素杀螺效果研究[J].中南林业科技大学学报,2011,31(3):147-150.
- [61] 李洲,程溪,王春静,等.黄果茄杀灭钉螺有效成分的分离提纯及其效果观察[J].中国寄生虫学与寄生虫病杂志,2005,23(4):206-208.
- [62] 彭玲,袁仕善,杨盛清,等.血水草生物碱致钉螺肝脏损伤机制研究[J].中草药,2011,42(1):127-129.
- [63] 叶田田,吴向阳,仰榴青,等.腰果壳油的灭螺活性研究[J].中国媒介生物学及控制杂志,2009,20(3):198-200.
- [64] 杨建明,汪平尧,肖瑞芬,等.喜旱莲子草灭钉螺实验研究[J].湖北大学学报(自然科学版),2005,27(1):71-73,77.
- [65] 唐文坚,孙厚才,刘瑞华.植物灭螺剂“螺威”杀灭湖北钉螺药效试验研究[J].长江科学院院报,2010,27(11):105-108.
- [66] 贾铁武,孙乐平,洪青标,等.“螺威”植物杀螺剂现场灭螺效果研究与示范 I 湖沼地区草洲喷洒灭螺效果观察[J].中国血吸虫病防治杂志,2013,25(2):125-128.
- [67] 张志海,方荣,喻斌,等.“螺威”植物杀螺剂现场灭螺效果研究与示范 II 湖北汉川市湖区现场灭螺效果[J].中国血吸虫病防治杂志,2013,25(5):481-484.
- [68] 周云,王志美,张标,等.“螺威”植物杀螺剂现场灭螺效果研究与示范 III 山丘地区喷洒灭螺效果[J].中国血吸虫病防治杂志,2013,25(5):495-497.
- [69] 舒发,陈胜友,解卫平,等.“螺威”植物杀螺剂现场灭螺效果研究与示范 IV 安徽省东至县江滩现场灭螺效果[J].中国血吸虫病防治杂志,2013,25(6):623-626.
- [70] Guo DY, Pan H, Zeng D, et al. Inactivating hemocyanin from *Oncomelania hupensis* with 4-(chloroacetyl) catechol and its application in snail control [J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2012, 102(3): 233-236.
- [71] Han BX, Guo DZ, Chen J, et al. Effects of AIBL on *Oncomelania hupensis*, the intermediate snail host of *Schistosoma japonicum*: An enzyme histochemical study [J]. Asian Pac J Trop Med, 2012, 5(12): 966-969.
- [72] Chen YQ, Xu QM, Liu YL, et al. Laboratory evaluation of the molluscicidal activity of Pulsatilla chinensis (Bunge) Regel saponins against the snail *Oncomelania hupensis* [J]. Biomed Environ Sci, 2012, 25(2): 224-229.
- [73] Wang W, Qin Z, Zhu D, et al. Synthesis, Bioactivity Evaluation, and Toxicity Assessment of Novel Salicylanilide Ester Derivatives as Cercaricides against *Schistosoma japonicum* and Molluscicides against *Oncomelania hupensis* [J]. Antimicrob Agents Chemother, 2016, 60(1): 323-331.

[收稿日期] 2016-08-10 [编辑] 朱宏儒