

8 种水产药物对长薄鳅幼鱼的急性毒性试验

张建明^{1,2},田 甜^{1,2},姜 伟^{1,2}

(1. 中国长江三峡集团有限公司中华鲟研究所,湖北 宜昌 443100;
2. 三峡工程鱼类资源保护湖北省重点实验室,湖北 宜昌 443100)

摘要: 在水温(22±1)℃、溶氧量(6.7±0.5)mg/L、pH 值 7.9±0.2 的条件下,采用静态方式水生生物急性毒性试验法,研究 8 种水产药物对长薄鳅幼鱼(1.95±0.24)g 的急性毒性,旨在为长薄鳅的幼鱼培育阶段常规药物的合理使用提供参考数据,并为养殖生产提供有效指导。试验结果显示:氟苯尼考、盐酸强力霉素、聚维酮碘、氯胺 T、盐酸奎宁、亚甲基蓝、阿维菌素、敌百虫 8 种水产药物对长薄鳅幼鱼 24 h 半致死质量浓度分别为 1 691.18、606.03、51.49、32.80、35.97、12.80、0.25、1.54 mg/L;48 h 半致死质量浓度分别为 1 626.97、486.18、45.51、30.98、26.93、11.16、0.18、1.41 mg/L;72 h 半致死质量浓度分别为 1 575.34、390.03、40.23、27.96、24.10、9.56、0.16、1.16 mg/L;96 h 半致死质量浓度分别为 1 515.53、359.99、34.23、27.65、20.17、8.63、0.13、1.10 mg/L;其安全质量浓度分别为 451.73、93.87、10.67、8.29、4.53、2.55、0.03、0.35 mg/L。其中,阿维菌素对长薄鳅幼鱼高毒,亚甲基蓝和敌百虫对其中毒,氟苯尼考、盐酸强力霉素、聚维酮碘、氯胺 T、盐酸奎宁对其低毒。

关键词: 长薄鳅; 幼鱼; 急性毒性; 半致死质量浓度; 安全质量浓度; 水产药物

中图分类号: S948 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2018)07-0137-07

Study on Acute Toxicity of Eight Kinds of Aquatic Drugs to
Elongateloach (*Leptobotia elongata*)

ZHANG Jianming^{1,2},TIAN Tian^{1,2},JIANG Wei^{1,2}

(1. Institute of Chinese Sturgeon Research,China Three Gorges Project Corporation,Yichang 443100,China;
2. Hubei Key Laboratory of Three Gorges Project for Conservation of Fishes,Yichang 443100,China)

Abstract: Under the conditions of water temperature of (22±1)℃ and dissolved oxygen of (6.7±0.5) mg/L and pH value of 7.9±0.2,static method aquatic organism acute toxicity test was used to study the effects of 8 aquatic drugs on acute toxicity of juvenile *Leptobotia elongata*,which each body weight was (1.95±0.24)g. The aims were to provide reference data for the use of conventional drugs during the juvenile culture period and to provide guidance for actual production. The test results showed that the median lethal concentrations of florfenicol,doxycycline hydrochloride,povidone iodine,chloramine T,quinine hydrochloride,methylene blue,abamectin and trichlorfon were 1 691.18,606.03,51.49,32.80,35.97,12.80,0.25,1.54 mg/L for 24 hours,the 1 626.97,486.18,45.51,30.98,26.93,11.16,0.18,1.41 mg/L for 48 hours,the 1 575.34,390.03,40.23,27.96,24.10,9.56,0.16,1.16 mg/L for 72 hours,and the 1 515.53,359.99,34.23,27.65,20.17,8.63,0.13,1.10 mg/L for 96 hours. The safe concentrations of 8 kinds of aquatic drugs were 451.73,93.87,10.67,8.29,4.53,2.55,0.03,0.35 mg/L, respectively. According to the toxicity of toxic substances on fish toxicity evaluation criteria for *Leptobotia elongata*, avermectin was highly toxic, methylene blue and trichlorfon were medium toxic, florfenicol,

收稿日期:2018-01-23
基金项目:国家重点研发计划重点专项(2016YFC0502210);中国长江三峡集团公司项目(201703076)
作者简介:张建明(1985-),男,内蒙古包头人,工程师,硕士,主要从事长江珍稀特有鱼类保护研究。
E-mail:455241411@qq.com

doxycycline hydrochloride,povidone iodine,chloramine T,and quinine hydrochloride were low toxic.

Key words:Elongate loach (*Leptobotia elongata*) ; Juvenile fish; Acute toxicity; Median lethal concentration; Safe concentration; Aquatic drugs

长薄鳅(*Leptobotia elongate* Bleeker),又称薄鳅、花鳅,隶属鳅科(Cobitidae)、沙鳅亚科(Botiinae)、薄鳅属(*Leptobotia*),是长江珍稀特有鱼类,1998年,长薄鳅被正式列入《中国濒危动物红皮书》^[1]。近年来,由于受到过度捕捞、环境污染等人为因素的影响,长薄鳅的栖息环境受到严重破坏,导致其数量越来越少,种群结构发生变化,亲鱼数量不足,鱼类个体呈现小龄化趋势。刘军^[2]对其定量分析认为,长薄鳅已达到三级急切保护程度。长薄鳅苗种及幼鱼的培育在整个养殖过程中至关重要,因此,做好苗种和幼鱼阶段的消毒和疾病预防工作对开展长薄鳅规模化养殖具有重要的意义。目前,有关长薄鳅幼鱼急性毒性试验方面的研究鲜见报道^[3]。本试验研究了氟苯尼考、盐酸强力霉素、聚维酮碘、氯胺 T、盐酸奎宁、亚甲基蓝、阿维菌素和敌百虫共 8 种水产药物对长薄鳅幼鱼的急性毒性,旨在为长薄鳅幼鱼培育阶段常规药物的合理使用提供参考数据,并为实际养殖生产提供有效指导。

1 材料和方法

1.1 材料

试验鱼为中国长江三峡集团公司中华鲟研究所乌东德鱼类增殖放流站人工培育的长薄鳅幼鱼。挑选体质健壮、游动活泼、无病无伤、规格整齐的幼鱼作为试验鱼,体长为(5.57±0.29)cm,体质量为(1.95±0.24)g。试验前在圆形暂养池(直径 3 m,水深 0.7 m)中暂养 5 d,试验开始前 2 d 及试验期间停止投喂。供试水产药物规格及生产厂家见表 1。

1.2 试验条件

试验在塑料桶中进行,试验用水为经过曝气和静止沉淀后的金沙江水,水温为(22±1)℃,pH 值

为 7.9±0.2,溶氧量保持在 6.0 mg/L 以上。试验期间每天监测溶氧量、水温,并保持试验场所安静、减少外界干扰对鱼类造成的影响。

表 1 供试水产药物名称及含量

药物名称	药物含量/%	生产厂家
氟苯尼考	70.6	山东金太阳制药有限公司
盐酸强力霉素	90.6	山东金太阳制药有限公司
氯胺 T	以活性氯计≥24.0	永华化学科技(江苏)有限公司
盐酸奎宁	98.5	上海蓝季生物
亚甲基蓝	≥98.5	天津市风船化学试剂 科技有限公司
聚维酮碘	10.0	岳阳市翔昇堂生物科技有限公司
阿维菌素	1.8	河北威远生化农药有限公司
敌百虫	80.0	山西科汪生物科技有限公司

1.3 试验方法

试验采用静态急性毒性试验方法进行^[4-6],试验过程中为保证溶氧量,各试验组微充气。

1.3.1 预试验 为了确定正式试验所需要的试验药物质量浓度范围,在正式试验前根据鱼病防治的药物常用剂量,适当调整质量浓度比例进行预试验。预试验持续 96 h,观察鱼的活动情况,每 24 h 记录一次死亡尾数。

1.3.2 正式试验 根据预试验得出的结果,在鱼 24 h 全致死质量浓度和 96 h 无死亡质量浓度之间按等对数间距设置 5 个质量浓度(表 2),每个质量浓度设 3 个平行组,另设 1 个空白对照组,每个试验组放幼鱼 20 尾。

配置好试验药物后,由低质量浓度组到高质量浓度组依次随机放入试验鱼,并于 10 min 内完成分组,试验过程中不换药液。试验开始后,观察并记录鱼的活动和存活情况,分别于 24、48、72、96 h 时统计并记录鱼的存活情况。以试验鱼停止呼吸、对外界刺激无反应为死亡判定标准。

表 2 各试验组供试水产药物的质量浓度 mg/L

药物名称	I 组	II 组	III 组	IV 组	V 组	对照组
氟苯尼考	1 200.00	1 364.58	1 548.82	1 757.92	2 000.00	0
盐酸强力霉素	200.00	299.23	477.71	669.88	1 000.00	0
聚维酮碘	20.00	28.18	39.81	56.23	80.00	0
氯胺 T	20.00	25.12	31.62	39.81	50.00	0
盐酸奎宁	10.00	15.67	24.55	38.45	60.00	0
亚甲基蓝	5.00	7.08	10.00	14.19	20.00	0
阿维菌素	0.06	0.10	0.17	0.29	0.50	0
敌百虫	0.60	0.88	1.22	1.75	2.50	0

1.4 数据处理与分析

采用寇氏法(Karber)估算半致死质量浓度(LC_{50})、安全质量浓度(SC)^[7-8],相关计算公式如下:

$$\text{Log } LC_{50} = X_m - d(\sum p - 0.5),$$

$$SC = 48 \text{ h } LC_{50} \times 0.3 / (24 \text{ h } LC_{50} / 48 \text{ h } LC_{50})^2,$$

式中: X_m 为最大剂量的对数, d 为相邻剂量组比值的对数, p 为死亡率。

2 结果与分析

2.1 氟苯尼考、盐酸强力霉素对长薄鳅幼鱼的急性毒性试验结果

在试验初期,氟苯尼考和盐酸强力霉素各试验组长薄鳅幼鱼未出现明显异常反应。分别在5 h和8 h后,1 548.82~2 000.00 mg/L 氟苯尼考各试验组和477.71~1 000.00 mg/L 盐酸强力霉素各试验组中的长薄鳅幼鱼开始出现异常反应,均表现为游动缓慢、静伏水底或在水底扭动、对外界刺激反应迟钝;随后各组试验鱼均出现失衡、侧翻、呼吸缓慢或做间歇性呼吸的症状;随着时间的延长,试验鱼开始出现死亡,死亡鱼体表黏液增多,体表、鳍条等部位充血严重。

氟苯尼考对照组和1 200.00 mg/L 组的长薄鳅幼鱼在整个试验过程中未出现异常反应和死亡现象。1 364.58、1 548.82、1 757.92 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼24 h死亡率分别为0、20%、60%,48 h死亡率分别为10%、30%、70%,72 h死亡率分别为15%、35%、85%,96 h死亡率分别为25%、50%、90%;2 000.00 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼在24 h死亡率为100%(表3)。

盐酸强力霉素对照组和200.00 mg/L 组的长薄鳅幼鱼在试验过程中未出现异常反应和死亡现象。299.23、477.71、669.88 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼24 h死亡率分别为0、20%、55%,48 h死亡率分别为0、55%、75%,72 h死亡率分别为10%、85%、90%,96 h死亡率分别为15%、90%、100%;1 000.00 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼24 h死亡率为100%(表3)。

2.2 聚维酮碘、氯胺 T 对长薄鳅幼鱼的急性毒性试验结果

在试验初期,0~39.81 mg/L 聚维酮碘各试验组和氯胺 T 各试验组长薄鳅幼鱼未出现异常反应,但聚维酮碘56.23 mg/L 和80.00 mg/L 试验组中的

长薄鳅幼鱼在放入时便出现上下窜游、急躁不安的现象。3 h后,聚维酮碘39.81、56.23、80.00 mg/L 试验组长薄鳅幼鱼开始出现游动无力、对外界刺激反应迟钝的现象,随后试验鱼出现失衡、侧翻、呼吸缓慢或间歇性呼吸的症状;随着时间的延长,28.18、39.81、56.23、80.00 mg/L 试验组的试验鱼开始陆续死亡,死亡鱼体表黏液增多,鳍条、皮肤充血发红。11 h后,氯胺 T 31.62、39.81、50.00 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼开始表现出对外界刺激反应迟钝的现象,随后试验鱼开始出现失衡、侧翻、呼吸缓慢或做间歇性呼吸的症状;随着时间的延长,31.62、39.81、50.00 mg/L 试验组的试验鱼开始出现集中死亡现象,死亡的长薄鳅幼鱼体色发白,并伴有明显的白色斑点。

聚维酮碘对照组和20.00 mg/L 组的长薄鳅幼鱼在试验过程中未出现异常反应和死亡现象,28.18、39.81、56.23 mg/L 试验组长薄鳅幼鱼24 h死亡率分别为0、15%、60%,48 h死亡率分别为0、30%、80%,72 h死亡率分别为15%、45%、85%,96 h死亡率分别为25%、65%、100%;80.00 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼24 h死亡率为100%(表3)。

氯胺 T 对照组和20.00 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼在试验过程中未出现异常反应和死亡现象。25.12 mg/L 和31.62 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼24 h的死亡率分别为0和50%,48 h的死亡率分别为0和60%,72 h的死亡率分别为5%和100%,96 h的死亡率分别为10%和100%;39.81 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼24 h和48 h死亡率分别为85%和100%;50.00 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼24 h死亡率为100%(表3)。

2.3 盐酸奎宁、亚甲基蓝、阿维菌素和敌百虫对长薄鳅幼鱼的急性毒性试验结果

在试验初期,盐酸奎宁、亚甲基蓝、阿维菌素和敌百虫各试验组长薄鳅幼鱼未表现出明显的异常反应。以上不同药物最高质量浓度试验组分别在4、3、3、1 h后开始出现异常行为,初期均表现为游动缓慢无力、反应迟钝等症状,随后出现失衡、侧翻、呼吸缓慢或做间歇性呼吸的症状;随着时间的延长,15.67、24.55、38.45、60.00 mg/L 的盐酸奎宁试验组,7.08、10.00、14.19、20.00 mg/L 的亚甲基蓝试验组,0.10、0.17、0.29、0.50 mg/L 的阿维菌素试验组以及0.88、1.22、1.75、2.50 mg/L 的敌百虫试验组中试验鱼均开始陆续死亡。4组试验鱼死亡症状

一致表现为体表黏液增多,但各组间也存在差异,如盐酸奎宁组死亡鱼体表、鳍条等部位严重充血,亚甲基蓝组死亡鱼体表呈现淡蓝色,阿维菌素组和敌百虫组死亡鱼体色发白。

盐酸奎宁对照组和 10.00 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼在试验过程中未出现异常反应和死亡现象。

15.67、24.55、38.45 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼24 h 的死亡率分别为 0、15%、50%,48 h 的死亡率分别为 10%、45%、75%,72 h 的死亡率分别为 10%、55%、90%,96 h 的死亡率分别为 15%、80%、100%;60.00 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼 24 h 死亡率为 100% (表 3)。

表 3 8 种水产药物的急性毒性试验结果及 LC₅₀ 和 SC

试验药物	质量浓度/ (mg/L)	死亡率/%				LC ₅₀ /(mg/L)				SC/(mg/L)
		24 h	48 h	72 h	96 h	24 h	48 h	72 h	96 h	
氟苯尼考	1 200.00	0	0	0	0	1 691.18	1 626.97	1 575.34	1 515.53	451.73
	1 364.58	0	10	15	25					
	1 548.82	20	30	35	50					
	1 757.92	60	70	85	90					
	2 000.00	100	100	100	100					
盐酸强力霉素	200.00	0	0	0	0	606.03	486.18	390.03	359.99	93.87
	299.23	0	0	10	15					
	477.71	20	55	85	90					
	669.88	55	75	90	100					
	1 000.00	100	100	100	100					
聚维酮碘	20.00	0	0	0	0	51.49	45.51	40.23	34.23	10.67
	28.18	0	0	15	25					
	39.81	15	30	45	65					
	56.23	60	80	85	100					
	80.00	100	100	100	100					
氯胺 T	20.00	0	0	0	0	32.80	30.98	27.96	27.65	8.29
	25.12	0	0	5	10					
	31.62	50	60	100	100					
	39.81	85	100	100	100					
	50.00	100	100	100	100					
盐酸奎宁	10.00	0	0	0	0	35.97	26.93	24.10	20.17	4.53
	15.67	0	10	10	15					
	24.55	15	45	55	80					
	38.45	50	75	90	100					
	60.00	100	100	100	100					
亚甲基蓝	5.00	0	0	0	0	12.80	11.16	9.56	8.63	2.55
	7.08	0	10	10	20					
	10.00	25	30	55	75					
	14.19	55	80	100	100					
	20.00	100	100	100	100					
阿维菌素	0.06	0	0	0	0	0.25	0.18	0.16	0.13	0.03
	0.10	0	10	10	25					
	0.17	25	40	55	75					
	0.29	55	90	100	100					
	0.50	100	100	100	100					
敌百虫	0.60	0	0	0	0	1.54	1.41	1.16	1.10	0.35
	0.88	0	0	10	10					
	1.22	40	50	70	70					
	1.75	45	60	85	100					
	2.50	100	100	100	100					

亚甲基蓝对照组和 5.00 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼在试验过程中未出现异常反应和死亡现象。7.08、10.00、14.19 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼 24 h 死亡率分别为 0、25%、55%,48 h 死亡率分别为 10%、30%、80%,72 h 死亡率分别为 10%、55%、

100%,96 h 死亡率分别为 20%、75%、100%;20.00 mg/L试验组的长薄鳅幼鱼 24 h 死亡率为 100% (表 3)。

阿维菌素对照组和 0.06 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼在试验过程中未出现异常反应和死亡现象,

0.10、0.17、0.29 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼 24 h 死亡率分别为 0、25%、55%，48 h 死亡率分别为 10%、40%、90%，72 h 死亡率分别为 10%、55%、100%，96 h 死亡率分别为 25%、75%、100%；0.50 mg/L 试验组长薄鳅幼鱼 24 h 死亡率为 100%（表 3）。

敌百虫对照组和 0.60 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼在试验过程中未出现异常反应和死亡现象，0.88、1.22、1.75 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼 24 h 死亡率分别为 0、40%、45%，48 h 死亡率分别为 0、50%、60%，72 h 死亡率分别为 10%、70%、85%，96 h 死亡率分别为 10%、70%、100%；2.50 mg/L 试验组的长薄鳅幼鱼 24 h 死亡率为 100%（表 3）。

2.4 8 种水产药物对长薄鳅幼鱼的 LC_{50} 和 SC

8 种水产药物对长薄鳅幼鱼的 LC_{50} 和 SC 见表 3。由表 3 可见，氟苯尼考、盐酸强力霉素、聚维酮碘、氯胺 T、盐酸奎宁、亚甲基蓝、阿维菌素、敌百虫对长薄鳅幼鱼 24 h LC_{50} 分别为 1 691.18、606.03、51.49、32.80、35.97、12.80、0.25、1.54 mg/L；48 h LC_{50} 分别为 1 626.97、486.18、45.51、30.98、26.93、11.16、0.18、1.41 mg/L；72 h LC_{50} 分别为 1575.34、390.03、40.23、27.96、24.10、9.56、0.16、1.16 mg/L；96 h LC_{50} 分别为 1 515.53、359.99、34.23、27.65、20.17、8.63、0.13、1.10 mg/L；其 SC 分别为 451.73、93.87、10.67、8.29、4.53、2.55、0.03、0.35 mg/L。

3 结论与讨论

3.1 8 种水产药物对长薄鳅幼鱼的毒性评价

LC_{50} 常用来衡量药物对试验鱼毒性的大小， LC_{50} 值越小，药物对试验鱼的毒性越大； LC_{50} 值越大，药物对试验鱼的毒性越小^[8]。根据有毒物质对鱼类毒性的评价标准，以 96 h LC_{50} 值作为鱼类急性毒性分级标准，分为剧毒（<0.1 mg/L）、高毒（0.1 ~ 1.0 mg/L）、中毒（1.0 ~ 10 mg/L）、低毒（>10 mg/L）4 个等级^[9]。本试验中氟苯尼考、盐酸强力霉素、氯胺 T、盐酸奎宁、亚甲基蓝、聚维酮碘、阿维菌素、敌百虫对长薄鳅幼鱼的 96 h LC_{50} 依次为 1 515.53、359.99、27.65、20.17、8.63、34.32、0.13、1.10 mg/L，药物对长薄鳅幼鱼毒性大小依次为阿维菌素 > 敌百虫 > 亚甲基蓝 > 盐酸奎宁 > 氯胺 T > 聚维酮碘 > 盐酸强力霉素 > 氟苯尼考。试验结果表明，对于长薄鳅幼鱼而言，阿维菌素是高毒药物，敌百虫和亚甲基蓝是中毒药物，氟苯尼考、盐酸强力霉素、氯胺 T、盐酸奎宁、聚维酮碘是低毒药物。

3.2 长薄鳅幼鱼对 8 种水产药物的敏感性和耐受性

长薄鳅幼鱼对 8 种水产药物存在敏感性差异，其敏感性由高到低依次为阿维菌素 > 敌百虫 > 亚甲基蓝 > 盐酸奎宁 > 氯胺 T > 聚维酮碘 > 盐酸强力霉素 > 氟苯尼考。其中，最敏感的药物是阿维菌素，其 96 h LC_{50} 为 0.13 mg/L，SC 为 0.03 mg/L；最不敏感的药物是氟苯尼考，其 96 h LC_{50} 为 1 515.53 mg/L，SC 为 451.73 mg/L，两者 96 h LC_{50} 值相差 11 658 倍，SC 相差 15 058 倍，这可能是由药物自身的化学结构、理化性质、作用机理、剂型、毒性大小等因素所致。

不同种类鱼类对各种药物的耐受性有差别。氟苯尼考对鲫鱼（*Cara-ssius auratus*）^[10]、大黄鱼（*Pseudosciaena crocea*）^[11]、鲟鱼（*Sturgeon*）^[12]、银盾鱼（*Pomoxis nigromaculatus*）^[13] 的 96 h LC_{50} 分别为 1 129.54 mg/L、>1 000 mg/kg、891.25 mg/kg、75.2 mg/L，氟苯尼考对长薄鳅幼鱼的 96 h LC_{50} 为 1 515.53 mg/L，表明长薄鳅对氟苯尼考的耐受性强于以上 4 种鱼类。目前，未见盐酸强力霉素对鱼类急性毒性试验的报道，本研究显示盐酸强力霉素对长薄鳅的 24、48、72、96 h LC_{50} 分别为 606.03、486.18、390.03、359.99 mg/L。

聚维酮碘对大鳞副泥鳅（*Paramisgurnus dabryanus*）^[4]、拉氏鲮（*Phoxinus lagowskii*）^[14]、云斑尖塘鳢（*Oxyeleotris marmoratus* Bleeker）^[15]、泥鳅（*Misgurnus anguillicaudatus*）^[16] 的 96 h LC_{50} 分别为 388.47、16.85、29.74、360.00 mg/L。聚维酮碘对长薄鳅幼鱼的 96 h LC_{50} 为 34.23 mg/L，表明长薄鳅对聚维酮碘的耐受性高于拉氏鲮和云斑尖塘鳢，低于大鳞副泥鳅和泥鳅。氯胺 T 对杂交鲟（*Acipenser baeri* ♂ × *A. schrenkii* ♀）^[5]、虹鳟（*Oncorhynchus mykiss*）^[17]、斑点叉尾鲟（*Ictalurus punctatus*）^[17]、条纹鲈（*Morone saxatilis*）^[18]、大西洋鲟（*Acipenser sturio*）^[19] 的 96 h LC_{50} 分别为 11.40、2.80、3.73、9.70、7.73 mg/L。而氯胺 T 对长薄鳅幼鱼的 96 h LC_{50} 为 27.65 mg/L，比上述报道研究中虹鳟、斑点叉尾鲟、条纹鲈、大西洋鲟以及杂交鲟的 96 h LC_{50} 均高，说明长薄鳅对氯胺 T 的耐受性强于以上 5 种鱼类。

亚甲基蓝对倒刺鲃（*Spinibarbus denticulatus*）^[20]、金鱼（*Carassius auratus*）^[21]、孔雀鱼（*Poecilia reticulata*）^[22]、团头鲂（*Megalobrama amblycephala*）^[23] 的 96 h LC_{50} 分别为 36.7、15.0、237.5、86.44 mg/L。亚甲基

蓝对长薄鳅幼鱼的 96 h LC_{50} 为 8.63 mg/L,表明长薄鳅对亚甲基蓝的耐受性明显低于孔雀鱼和团头鲂,稍低于倒刺鲃和金鱼。阿维菌素对河鲈(*Perca fluviatilis Linnaeus*)^[24]、胭脂鱼(*Myxocyprinus asiaticus*)^[25]的 72 h LC_{50} 分别为 0.638、0.026 9 mg/L。阿维菌素对长薄鳅幼鱼的 72 h LC_{50} 为 0.16 mg/L,表明长薄鳅对阿维菌素的耐受性强于胭脂鱼,低于河鲈。敌百虫对大鳞副泥鳅^[4]、乌鳢(*Channa argus*)^[8]、倒刺鲃(*Spinibarbus denticulatus*)^[20]、硬刺松潘裸鲤(*Gymnocypris potanini firmispinatus*)^[26]、褐鲟(*Salmo trutta*)^[27]、半刺厚唇鱼(*Acrossocheilus hemispinus*)^[9]的 96 h LC_{50} 分别为 4.8、2.719、16.0、4.76、1.43、3.032 mg/L。敌百虫对长薄鳅幼鱼 96 h LC_{50} 为 1.10 mg/L,表明长薄鳅对敌百虫耐受性与褐鲟相似,但低于其他 6 种鱼类。目前盐酸奎宁对鱼类的急性毒性试验报道鲜见,本试验显示盐酸奎宁对长薄鳅幼鱼的 24、48、72、96 h LC_{50} 分别为 35.97、26.93、24.10、20.17 mg/L。

3.3 8 种水产药物对长薄鳅幼鱼的用药安全和使用注意事项

氟苯尼考,又名氟甲砒霉素,系酰胺醇类药物,其抗菌活性优于氯霉素,副作用小于氯霉素,是水产养殖中常用的一种广谱抗生素;盐酸强力霉素,别名多西环素,是一种长效、高效、广谱的半合成四环素类药物。二者常用于治疗淡水鱼类的细菌性烂鳃病、白皮病、白头白嘴病、竖鳞病、细菌性败血症、细菌性肠炎病等疾病。口服常用剂量为:氟苯尼考 7~15 mg/kg、盐酸强力霉素 30~50 mg/kg;药浴常用剂量为:氟苯尼考 4~8 mg/L、盐酸强力霉素 15~30 mg/L^[28]。本试验结果显示,氟苯尼考和盐酸强力霉素对长薄鳅幼鱼的 SC 分别为 451.73 mg/L 和 93.87 mg/L,远高于日常使用剂量。但在鱼类免疫功能类的研究中发现,过量的使用氟苯尼考对斑点叉尾鲷^[29]、鲤(*Cyprinus carpio*)^[30]和杂色鲷(*Halilutis diversicolor*)^[31]免疫器官造成不同程度的损伤。因此,在长薄鳅幼鱼养殖过程中建议按常规剂量使用氟苯尼考和盐酸强力霉素防治细菌性疾病,以保障长薄鳅幼鱼的安全性。

聚维酮碘,又名碘络酮,是一种温和、高效的广谱消毒剂,主要用于鱼卵、水生动物体表消毒。氯胺 T,系卤素类消毒剂,杀菌谱广,消毒作用缓慢而持久,刺激性小。聚维酮碘常规使用剂量随水生动物种类、年龄和疾病种类差别较大,如对虾病预防用

药为 0.3~0.6 mg/L 浸泡 10 min,而草鱼鱼种出血病预防用药为 30 g/m³ 浸浴 15~20 min;氯胺 T 常规药浴剂量为 4~20 mg/L^[28]。本试验结果显示,聚维酮碘和氯胺 T 对长薄鳅幼鱼的 SC 分别为 10.67 mg/L 和 8.29 mg/L,处于常规使用剂量的中间值。故建议采用聚维酮碘和氯胺 T 对长薄鳅幼鱼进行消毒时通常应按照 SC 使用,确需加大药物质量浓度时不宜超过 20 mg/L。

盐酸奎宁、亚甲基蓝、阿维菌素和敌百虫均是水产养殖中常用的杀虫、驱虫药,其中盐酸奎宁和亚甲基蓝主要用于治疗小瓜虫、车轮虫、斜管虫等原虫病,阿维菌素可驱杀棘头虫、指环虫、三代虫等蠕虫,敌百虫可驱杀蠕虫、甲壳动物、蚌壳虫和水蜈蚣等寄生虫。药浴常用剂量为:盐酸奎宁 20~35 mg/L、亚甲基蓝 2~5 mg/L(重症 4~8 mg/L)、阿维菌素 0.08 mg/L、敌百虫 0.2~0.5 mg/L^[28]。本试验结果显示,盐酸奎宁、亚甲基蓝、阿维菌素、敌百虫对长薄鳅幼鱼的 SC 分别为 4.53、2.55、0.03、0.35 mg/L,其中盐酸奎宁和阿维菌素安全剂量低于常规剂量,亚甲基蓝和敌百虫安全剂量处于常规剂量的中间值。小瓜虫病是长薄鳅幼鱼养殖过程中的常见病,建议治疗此病时应慎用盐酸奎宁,亚甲基蓝的使用剂量通常参考 SC,如需提高药物质量浓度应不超过 5 mg/L。治疗蠕虫病时应慎用阿维菌素,建议按 SC 使用敌百虫。生产实践表明 0.35 mg/L 的敌百虫可以驱杀大部分的蠕虫和甲壳动物。

参考文献:

- [1] 汪松. 中国濒危动物红皮书[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [2] 刘军. 长江上游特有鱼类受威胁及优先保护顺序的定量分析[J]. 中国环境科学,2004,24(4):395-399.
- [3] 周剑,杜军,刘光迅,等. 4 种常用药物对长薄鳅幼鱼的急性毒性试验研究[J]. 西南农业学报,2012,25(5):1920-1924.
- [4] 戴瑜来,王宇希,潘彬斌,等. 几种常用水产药物对大鳞副泥鳅苗种的急性毒性试验[J]. 淡水渔业,2015,45(4):104-107.
- [5] 刘晓勇,张颖,齐茜,等. 杂交鲟幼鱼对几种外用消毒药物敏感度的研究[J]. 水产学杂志,2011,24(3):10-15.
- [6] 张年国,潘桂平,周文玉,等. 4 种常见水产药物对菊黄东方鲀的急性毒性试验[J]. 水产科技情报,2015,42(6):339-342.
- [7] 迟吉祥,闫喜武,肖露阳,等. 氟苯尼考对四角蛤蜊稚贝的

- 急性毒性[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(11): 4860-4862.
- [8] 于振海, 朱永安, 孟庆磊, 等. 4种药物对乌鳢的急性毒性研究[J]. 山东农业科学, 2016, 48(5): 120-123.
- [9] 秦志清, 杜全新, 樊海平, 等. 8种常用渔药对半刺厚唇鱼幼鱼的急性毒性[J]. 福建农业学报, 2016, 31(2): 125-128.
- [10] 刘晓强, 刘海侠, 梁拓, 等. 四种抗菌药物对鲫鱼苗的急性毒性试验[J]. 动物医学进展, 2010, 31(1): 49-53.
- [11] 李思源, 邢晨光, 李凯, 等. 氟苯尼考对大黄鱼的急性毒性及体外抑菌试验[J]. 水生态学杂志, 2010, 3(3): 132-136.
- [12] 潘红艳, 杨虎, 郭娇娇, 等. 氟苯尼考对鲟鱼的急性毒性[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(4): 812-814.
- [13] 钟全福. 17种常用渔药对美国银盾鱼稚鱼的急性毒性[J]. 福建农业学报, 2015, 30(1): 14-17.
- [14] 曾垂莉, 刘艳辉, 刘铁钢, 等. 5种常用药物对拉氏鲮鱼种的急性毒性试验[J]. 水产科学, 2016, 35(4): 410-414.
- [15] 田田, 王茂元, 薛凌展, 等. 4种常用渔药对云斑尖塘鳢幼鱼的急性毒性试验[J]. 安徽农学通报, 2014, 20(20): 79-81.
- [16] 张俊杰, 鄢庆枇, 李胜忠, 等. 聚维酮碘和二氧化氯对泥鳅的急性毒性试验[J]. 水产科学, 2010, 29(12): 729-731.
- [17] Bills T D, Marking L L, Dawson V K, *et al.* Effects of environmental factors on the toxicity of chloramine-T to fish [R]. United States: U. S. Fish and Wildlife Service National Fisheries Research Center, 1988: 1-6.
- [18] Bills T D, Marking L L, Howe G E. Sensitivity of juvenile striped bass to chemicals used in aquaculture [R]. La Crosse, WI (United States): National Fisheries Research Center, 1993: 192-195.
- [19] King K, Farrell P. Sensitivity of juvenile atlantic sturgeon to three therapeutic chemicals used in aquaculture [J]. North American Journal of Aquaculture, 2002, 64(1): 60-65.
- [20] 谢刚, 陈焜慈, 胡隐昌, 等. 倒刺鲃鱼苗对水产药物敏感性试验[J]. 淡水渔业, 2002, 32(5): 49-50.
- [21] 朱庆红, 李莉, 赵昭. 6种水产药物对金鱼苗的急性毒性试验[J]. 河南农业科学, 2012, 41(1): 151-155.
- [22] 徐亚超. 三种药物对孔雀鱼的急性毒性试验[J]. 河北渔业, 2014(5): 1-3.
- [23] 王丹生, 李娟, 王旭. 6种常用渔药对团头鲂幼鱼的急性毒性试验[J]. 辽东学院学报(自然科学版), 2011, 18(2): 145-149.
- [24] 宋洋, 秦莉, 张斐, 等. 三种常用渔药对河鲈幼鱼急性毒性试验[J]. 新疆农业科学, 2014, 51(11): 2127-2132.
- [25] 万全, 张家男. 3种渔药对胭脂鱼幼鱼的急性毒性试验[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(32): 18227-18228.
- [26] 徐滨, 聂媛媛, 魏开金, 等. 四种水产药物对硬刺松潘裸鲤幼鱼的急性毒性试验[J]. 淡水渔业, 2017, 47(2): 86-90.
- [27] 王万良, 周建设, 王建银, 等. 4种水产药物对褐鲟鱼苗的急性毒性试验[J]. 西北农业学报, 2016, 25(7): 1-7.
- [28] 杨先乐. 新编渔药手册[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [29] Gaikowski M P, Wolf J C, Endris R G, *et al.* Safety of aquaflox (florfenicol 50% type a medicated article), administered in feed to channel catfish, *Ictalurus punctatus* [J]. Toxicol Pathol, 2003, 31(6): 689-697.
- [30] Sieroslawska A, Studnicka M, Siwicki A K, *et al.* Antibiotics and cell-mediated immunity in fish *in vitro* study [J]. Acta Veterinaria Brno, 1998, 67(4): 329-334.
- [31] 徐力文, 廖昌荣, 刘广峰, 等. 氟苯尼考对杂色鲍的急性毒性及组织毒理学[J]. 大连水产学院学报, 2005, 20(4): 295-299.