

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2016.03.008

五倍子对中华倒刺鲃幼鱼 血液生理生化指标的影响^①

郭海燕, 于丽娟, 王川, 黄自豪,
陈幕飞, 陈冬明, 张耀光

淡水鱼类资源与生殖发育教育部重点实验室/重庆市水产科学重点实验室/西南大学 生命科学学院, 重庆 400715

摘要: 采用单次口灌给药方式, 研究了水温(25±0.5)℃条件下, 中华倒刺鲃幼鱼被灌以没食子酸剂量 20 mg/kg (鱼体质量)的五倍子药液 1 h, 12 h, 24 h 和 48 h 后(分别称为 1 h 组、12 h 组、24 h 组和 48 h 组, 另取未给药实验鱼为对照, 称为对照组), 其红细胞数、白细胞数、血红蛋白质量浓度和红细胞压积等血液生理指标, 钠(Na⁺)、钾(K⁺)、钙(Ca²⁺)、镁(Mg²⁺)、氯(Cl⁻)、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、血糖(GLU)、总蛋白(TP)、球蛋白(GLB)、白蛋白(ALB)、尿素(UREA)、尿酸(UA)、谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)、碱性磷酸酶(AKP)等血液生化指标的变化情况。随着给药后时间的延长, 生理指标方面: 红细胞数、红细胞压积和血红蛋白质量浓度降低, 白细胞数升高; 生化指标方面: 血糖、尿酸、谷丙转氨酶和谷草转氨酶均先升后降, 蛋白质、甘油三酯水平下降, 其他生化指标相对变化不具有统计学意义($p > 0.05$)。结果表明水温(25±0.5)℃条件下, 单次口灌五倍子药液对中华倒刺鲃幼鱼血液生理生化指标有一定的影响, 随着体内药物质量浓度的降低, 影响亦逐渐消除。

关键词: 五倍子; 中华倒刺鲃; 生理指标; 生化指标

中图分类号: Q959.4

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2016)03-0042-07

鱼类血液与机体的生长发育、新陈代谢、疾病营养等有密切的关系^[1-3], 并且脏器内外血管中血液的相关生化指标含量在统计上无显著差异^[4]。机体血液的生理生化指标往往因种类、年龄、性别、季节、水温、水流速度、营养以及健康情况等诸多内外因子的不同而发生变化, 其结果除用于健康与疾病的诊断外, 亦可用于病理学和毒理学研究^[5]。

五倍子 *Galla chinensis*, GC 是同翅目蚜科昆虫角倍蚜或倍蛋蚜雌虫寄生于盐肤木、青麸杨或红麸杨等漆树科植物的叶片使其受刺激后膨大而形成的虫瘿, 其有效成分没食子酸能够凝固微生物体内的原生质及多种酶, 对多种细菌、真菌、酵母菌都有明显的抑制能力, 且不影响动物体细胞的成长^[6]。生产上常常被作为水产动物细菌性疾病的外用药用于防治白头白嘴病、粘细菌病、气单胞菌病、假单胞菌病、白皮病、赤皮病、疔疮病及水霉病等^[7]。中华倒刺鲃 *Spinibarbus sinensis*, 属鲤形目、鲤科、鲃亚科、倒刺鲃属, 俗称青波、青板、乌鳞, 主要分布于我国长江中上游及支流流域^[8]。本文以中华倒刺鲃为实验对象, 研究了水温

① 收稿日期: 2014-03-10

基金项目: 重庆市科委重大项目(CSTC2014yykfC80001)。

作者简介: 郭海燕(1975-), 女, 河南泌阳人, 博士研究生, 工程师, 主要从事水产动物药理研究。

通信作者: 张耀光, 教授, 博士研究生导师。

(25±0.5) °C 条件下以没食子酸剂量 20 mg/kg(鱼体质量)单次口灌五倍子药液后血液中 48 h 内生理生化指标变化的情况, 以期为相关鱼药研究和养殖实践提供重要的基础资料。

1 材料与方法

1.1 实验鱼来源与驯养

实验用中华倒刺鲃购自重庆合川涪江江段网箱, 体质量(100.12±9.52) g, 体长(17.10±0.29) cm。在实验室循环水养殖系统内驯养 2 周, 养殖缸规格(80×45×50) cm³, 养殖鱼分为 5 组, 每组 10 尾, 驯养期间水温控制在(25±0.5) °C, 溶氧水平大于 6 mg/L, 光照制度为 12 L: 12 D。期间投喂通威特种鱼浮性配合颗粒饲料, 每天饱足投喂 2 次(09:00 和 18:00), 投喂 1 h 后捞走养殖系统内粪便和残饵, 日换水量约为驯化水体的 10%, 实验开始前 2 d 停止喂食。

1.2 药品与仪器

五倍子, 市购, 没食子酸(对照品), 购自中国药品生物制品检定所, 纯度为 90.1%。

甲醇为色谱纯; 乙醇、磷酸、盐酸、氯化钠和氰化高铁均为分析纯; 肝素钠(医用), 去离子水, 测定各项指标的各个试剂盒和校准血清。

安捷伦高效液相色谱仪 Agilent 1200(色谱柱规格: zorbax C18: 250 mm×4.6 mm, 5 μm), 全自动生化分析仪(日立 7100 型), 台式离心机, 尼康光学显微镜(E200), 小型电动匀浆机, 旋转蒸发仪, 超纯水机, 超声波清洗器, 旋涡混合仪, 电子天平, 血红蛋白仪, 毛细管血液离心机, Neubauer 计数板, 冰箱, 一次性灭菌注射器, 毛细管, 细胞计数板, 不同规格的微量移液器, 自制的口灌导管。

1.3 药液制备

称取一定量的五倍子粗粉, 置于有盖玻璃瓶中, 加入乙醇: 水为 80: 20 (v/v), 10 倍量, 浸泡 1 h, 76 °C 超声波提取 3 次, 每次 30 min, 静置冷却至室温后, 将 3 次提取的上清液合并转移至干净玻璃瓶, 旋转蒸发浓缩并用高效液相色谱仪测定没食子酸质量浓度为 2 mg/mL 备用。

1.4 实验方法

取样: 水温(25±0.5) °C 时, 选择体表无伤、活动能力强的中华倒刺鲃单次口灌给药, 以没食子酸 20 mg/kg(鱼体质量)的剂量^[9]将药物灌入实验鱼前肠, 为防止回吐, 可在灌药后将其身体头朝上直立片刻, 无回吐者保留试验。分别在给药后 1 h, 12 h, 24 h 和 48 h 时(分别称为 1 h 组, 12 h 组, 24 h 组和 48 h 组)用一次性注射器尾静脉抽血 1.5 mL 至预先经肝素钠抗凝的 EP 管中, 血液分成 2 份, 一份用来制备血清, 测定各项生化指标, 另一份用来测定各项生理指标。另取一组未给药实验鱼(有灌药动作, 但注射器内无药或生理盐水)作为对照。每组取样 10 尾。

生理指标测定: 用 0.65% 生理盐水将新鲜血液稀释 200 倍, 在尼康光学显微镜下, 细胞计数板上完成红细胞和白细胞计数。高铁氰化钾法测定血红蛋白含量, 毛细管离心法测定血细胞压积。

生化指标测定: 尾静脉取血 1 mL 至预先加入肝素钠的 EP 管中, 静置片刻后以 3 000 r/min 离心 10 min, 取上清液于-80 °C 保存直至生化指标测定。测定指标包括钠(Na⁺)、钾(K⁺)、钙(Ca²⁺)、镁(Mg²⁺)、氯(Cl⁻)、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、血糖(GLU)、总蛋白(TP)、球蛋白(GLB)、白蛋白(ALB)、尿素(UREA)、尿酸(UA)、谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)、碱性磷酸酶(AKP)。使用 Eos-bravo 全自动生化分析仪于 37 °C 下测定, 测定所用试剂和校准血清均由上海复星长征医学有限公司生产。

1.5 数据处理

用 EXCEL2007 进行常规数值计算后, 用 SPSS 17.0 软件进行单因素方差分析, 数值以平均值±标准误差表示, 显著性水平为 $p < 0.05$ 。

2 结果

2.1 五倍子在中华倒刺鲃幼鱼体内的药物代谢规律

水温(25 ± 0.5) $^{\circ}\text{C}$ 时,以其有效成分没食子酸 20 mg/kg(g 鱼体质量)的剂量,单次口灌中华倒刺鲃幼鱼五倍子药液,血清、肝脏和肾脏中的药物质量浓度变化情况如图 1。血清、肝脏和肾脏中的药物质量浓度在 1 h 时达到最大,分别是($9.230 1 \pm 0.094 7$),($72.274 0 \pm 0.080 8$)和($84.620 7 \pm 0.286 6$) $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。随着时间的推移,各组织中的药物质量浓度迅速降低,12 h 和 24 h 时各组织中均能检测到药物,48 h 时血清中药物未检出,而肝脏和肾脏中尚有低质量浓度的药物存在^[10]。

2.2 五倍子对中华倒刺鲃幼鱼血液生理指标的影响

水温(25 ± 0.5) $^{\circ}\text{C}$ 时,以其有效成分没食子酸 20 mg/kg(鱼体质量)的剂量,单次口灌中华倒刺鲃幼鱼五倍子药液,随着药物质量浓度在鱼体内的变化,血清中红细胞数、白细胞数、血红蛋白和红细胞压积等的变化情况如表 1。随着给药后时间的增加,红细胞数减少,与对照组相比,1 h 组和 12 h 组差异不具有统计学意义($p > 0.05$),24 h 组略有下降,48 h 组时红细胞明显减少($p < 0.05$);血红蛋白含量降低,相邻各组之间差异不具有统计学意义($p > 0.05$);红细胞压积减少,相邻各组之间差异不具有统计学意义($p > 0.05$);白细胞增多,与对照相比,1 h 组和 12 h 组明显上升($p < 0.05$),12 h 组,24 h 组和 48 h 组差异不具有统计学意义($p > 0.05$)。

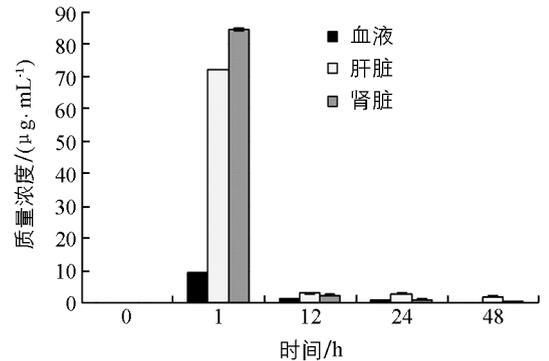


图 1 (25 ± 0.5) $^{\circ}\text{C}$ 水温条件下五倍子在中华倒刺鲃幼鱼血清、肝脏和肾脏内不同时间点的药物质量浓度

表 1 (25 ± 0.5) $^{\circ}\text{C}$ 水温条件下单次口灌五倍子药液对中华倒刺鲃血液生理指标的影响

	对照组	1 h 组	12 h 组	24 h 组	48 h 组
红细胞数 $RBC/(10^{12} \cdot \text{L}^{-1})$	$1.23 \pm 0.04\text{a}$	$1.21 \pm 0.03\text{a}$	$1.12 \pm 0.11\text{ab}$	$1.00 \pm 0.06\text{b}$	$0.83 \pm 0.05\text{c}$
白细胞数 $WBC/(10^{11} \cdot \text{L}^{-1})$	$0.37 \pm 0.02\text{c}$	$0.43 \pm 0.03\text{b}$	$0.53 \pm 0.01\text{a}$	$0.51 \pm 0.01\text{a}$	$0.53 \pm 0.03\text{a}$
血红蛋白含量 $Hb/(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	$81.30 \pm 7.23\text{a}$	$67.31 \pm 3.05\text{ab}$	$62.78 \pm 3.99\text{b}$	$67.50 \pm 3.66\text{b}$	$56.19 \pm 3.73\text{b}$
红细胞压积 HCV	$0.37 \pm 0.02\text{a}$	$0.36 \pm 0.02\text{ab}$	$0.34 \pm 0.02\text{ab}$	$0.34 \pm 0.02\text{ab}$	$0.31 \pm 0.02\text{b}$

注:数据用平均值 \pm 标准误表示,同一行中数值上标字母不同表示差异具有统计学意义($p < 0.05$)。

2.3 五倍子药液对中华倒刺鲃幼鱼血液生化指标的影响

水温(25 ± 0.5) $^{\circ}\text{C}$ 时,以其有效成分没食子酸 20 mg/kg(鱼体质量)的剂量,单次口灌中华倒刺鲃幼鱼五倍子药液 1 h,12 h,24 h 和 48 h 后,随着药物质量浓度在体内的变化,血清中各种生化指标的变化情况见表 2。

2.3.1 无机成分

给药后,随着时间的延长,钠的含量均无明显变化,钙、镁和钾等无机离子含量除 1 h 组外,其他组略有下降趋势。钙相邻各组差异不具有统计学意义($p > 0.05$);钾相邻各组间差异不具有统计学意义($p > 0.05$),48 h 时回到未给药水平,镁 12 h 时显著下降($p < 0.05$);氯 1 h 时显著下降($p < 0.05$),然后就保持在一个水平,后面时间点相邻各组差异不具有统计学意义($p > 0.05$)。

2.3.2 能量物质

给药后,随着时间的延长,血糖先升后降,12 h 时达到最大值,随后降低,最大值与其他各组差异具有统计学意义($p < 0.05$),其他相邻给药各组之间差异不具有统计学意义($p > 0.05$),48 h 组与对照组差异不具有统计学意义($p > 0.05$);总蛋白、白蛋白和球蛋白呈下降趋势,总蛋白和球蛋白相邻各组

之间差异不具有统计学意义($p > 0.05$), 白蛋白 24 h 时开始变化显著, 48 h 组与 24 h 组差异不具有统计学意义($p > 0.05$); 甘油三酯略呈下降趋势, 相邻给药各组之间差异不具有统计学意义($p > 0.05$); 总胆固醇(包括高密度脂蛋白胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇)各组间没有明显变化。

2.3.3 酶

给药后, 随着时间的延长, 谷丙转氨酶和谷草转氨酶含量均先上升后下降, 12 h 时达到最大值, 之后下降; 碱性磷酸酶呈下降趋势, 相邻给药各组之间差异不具有统计学意义($p > 0.05$); 48 h 时谷丙转氨酶略高于未给药对照组($p < 0.05$), 其他两种酶 48 h 与未给药对照组差异不具有统计学意义($p > 0.05$)。

2.3.4 尿素及尿酸

给药后, 随着时间的延长, 尿素和尿酸含量均先上升, 12 h 组时达到最大值, 之后下降, 尿素相邻各组间差异不具有统计学意义($p > 0.05$), 而尿酸最大值显著大于其他各组($p < 0.05$), 48 h 组与对照组差异不具有统计学意义($p > 0.05$)。

根据以上分析得出结论, 水温(25 ± 0.5) °C 时, 以其有效成分没食子酸 20 mg/kg(鱼体质量)的剂量, 单次口灌中华倒刺鲃幼鱼五倍子药液 1 h, 12 h, 24 h 和 48 h 后, 以未给药实验鱼为对照, 药物对中华倒刺鲃幼鱼的生化指标有一定的影响, 随着体内药物质量浓度的降低, 其影响也逐渐消除。

表 2 (25 ± 0.5) °C 水温条件下单次口灌五倍子药液对中华倒刺鲃血液生化指标的影响

	对照组	1 h 组	12 h 组	24 h 组	48 h 组
钠 Na^+ /(mmol · L ⁻¹)	136.67 ± 2.12	136.23 ± 0.65	139.88 ± 2.23	139.13 ± 1.16	139.17 ± 1.30
钙 Ca^{2+} /(mmol · L ⁻¹)	2.61 ± 0.21a	2.68 ± 0.07a	2.48 ± 0.09ab	2.25 ± 0.06bc	2.28 ± 0.06cd
镁 Mg^{2+} /(mmol · L ⁻¹)	1.50 ± 0.15a	1.53 ± 0.05a	1.18 ± 0.05b	1.15 ± 0.05b	1.10 ± 0.06b
钾 K^+ /(mmol · L ⁻¹)	3.63 ± 0.29b	4.40 ± 0.98ab	3.73 ± 0.41ab	3.21 ± 0.55b	3.40 ± 0.17b
氯 Cl^- /(mmol · L ⁻¹)	111.60 ± 0.58a	105.23 ± 1.78bc	106.67 ± 3.38acd	105.80 ± 1.53bd	105.70 ± 2.53bd
血糖 GLU/(mmol · L ⁻¹)	4.03 ± 0.87b	3.68 ± 0.05b	8.79 ± 0.67a	4.82 ± 0.68b	3.42 ± 0.42b
总蛋白 TP/(g · L ⁻¹)	48.37 ± 4.76a	47.75 ± 2.99a	48.13 ± 0.85a	41.77 ± 1.24ab	37.03 ± 1.89b
球蛋白 GLB/(g · L ⁻¹)	35.27 ± 3.64a	35.13 ± 2.27a	35.00 ± 0.64a	30.35 ± 0.98ab	26.53 ± 1.48b
白蛋白 ALB/(g · L ⁻¹)	13.10 ± 1.12ac	12.63 ± 0.74ac	13.13 ± 0.28a	11.43 ± 0.30bc	10.50 ± 0.42b
谷丙转氨酶 ALT/(U · L ⁻¹)	47.43 ± 1.48c	62.33 ± 2.52b	96.70 ± 6.39a	63.30 ± 4.77b	65.77 ± 5.62b
谷草转氨酶 AST/(U · L ⁻¹)	290.5 ± 20.05b	321.4 ± 15.43b	478.35 ± 26.47a	351.30 ± 26.93b	336.80 ± 9.86b
碱性磷酸酶 AKP/(U · L ⁻¹)	78.08 ± 5.71	78.05 ± 3.60	78.30 ± 7.13	73.58 ± 4.48	64.83 ± 15.40
甘油三酯 TG/(mmol · L ⁻¹)	3.32 ± 0.16a	2.88 ± 0.18ac	2.92 ± 0.21ac	2.85 ± 0.15ac	2.52 ± 0.17bc
尿素 UREA/(mmol · L ⁻¹)	0.57 ± 0.73	0.55 ± 0.05	0.60 ± 0.08	0.45 ± 0.07	0.49 ± 0.03
尿酸 UA/(mmol · L ⁻¹)	16.83 ± 0.72b	16.10 ± 0.30b	25.23 ± 2.50a	15.50 ± 1.24b	13.97 ± 1.16b
总胆固醇 TC/(mmol · L ⁻¹)	7.98 ± 0.40	7.70 ± 0.18	7.81 ± 0.36	7.63 ± 0.19	7.49 ± 0.93
高密度脂蛋白胆固醇 HDL-C/(mmol · L ⁻¹)	5.57 ± 0.28	5.26 ± 0.16	5.77 ± 0.32	5.55 ± 0.51	5.80 ± 0.61
低密度脂蛋白胆固醇 LDL-C/(mmol · L ⁻¹)	1.44 ± 0.15	1.43 ± 0.02	1.49 ± 0.12	1.38 ± 0.14	1.36 ± 0.23

注: 数据用平均值 ± 标准误差表示, 同一行中数值上标字母不同表示差异具有统计学意义($p < 0.05$)。

3 分析与讨论

为了排除食物对药物作用的影响, 药物实验往往在停食后一段时间才开始取样。有研究发现, 中华倒刺鲃幼鱼的消化道排空时间约为 24 h, 即可以认为此时鱼体消化道内食物已经消化完毕^[8,11]。本实验开始灌喂时中华倒刺鲃已 48 h 未进食, 因此可以排除食物的影响。

3.1 生理指标

本实验中血液的红细胞数量、血红蛋白随着五倍子药液作用时间延长而下降, 这可能是因为五倍子的

成分物质鞣质和没食子酸的存在导致了血液的酸性环境而致使红细胞脆性变大和血红蛋白含量降低^[3,12],而白细胞有增加的趋势.引起此现象的原因可能是因为外来的药物质量浓度迅速增大,鱼体造血机能及体液防御机能为抵抗外来因子侵入所做出的正常生理反应^[3,13].

3.2 生化指标

3.2.1 无机成分

就整个鱼体而言,鱼类血液中阳离子比阴离子多,Na⁺含量高于Cl⁻,K⁺,Mg²⁺和Ca²⁺含量比Na⁺,Cl⁻要少得多^[14-15],本实验符合这一规律.Ca²⁺和K⁺相邻给药组间差异不具有统计学意义($p>0.05$),说明虽然有所下降但幅度都很小,虽然Mg²⁺和Cl⁻刚给药时数值略有下降($p<0.05$),但绝对变化量都不大.有研究指出,低价态的一价、二价简单金属离子质量浓度变化对没食子酸(五倍子的有效成分)的性能无影响^[16],因其是一种弱酸性物质,它的质量浓度变化对各种金属离子的影响还需进一步研究.

3.2.2 能量物质

药物进入生物体血液系统后大多会与血浆蛋白结合,药物与蛋白的结合能够起到“缓释”作用,从而避免药物因代谢而产生的消除作用,进而有效地延长药物在体内的半衰期^[17].由此,药物与蛋白的结合导致了中华倒刺鲃血液中蛋白质含量的减少,但直到给药24 h时蛋白质质量浓度才有明显的降低,这也可能是中华倒刺鲃72 h未进食而造成的能量消耗.

血糖和血脂水平常因组织中相应储备释放以适应需求而变化^[18].因为未进食1 h组血糖质量浓度有所下降,但在12 h组质量浓度却明显升高,差异十分显著($p<0.05$),分析原因可能来自于肝脏中的糖元分解和糖异生作用^[19-21];但随着血糖的消耗甚至体内药物质量浓度渐高,降糖作用显现^[22]又使血糖含量下降,48 h时含量与对照值差异已不具有统计学意义($p>0.05$).

甘油三酯的含量略呈下降趋势,但随着质量浓度变化含量变化不显著,胆固醇的含量没有显著变化,虽然有报道五倍子有效成分没食子酸有一定的降脂作用,但本实验由于观察时间较短而且只是单次给药,并未明显观察到.

3.2.3 酶

谷丙转氨酶和谷草转氨酶是反映肝脏功能的生化指标^[18].12 h时两种酶的含量达到最大值,肝脏的功能受到药物的刺激影响而导致两种酶过多地分泌到血液中,因此导致了两种酶的高表达.而肝脏中1 h时达到药物的最大值,12 h时达到两种酶含量的最大值,推测药物对谷丙转氨酶和谷草转氨酶的影响有一定的滞后性.

3.2.4 尿素和尿酸

尿素和尿酸是血清中的非蛋白含氮化合物,均由肾脏清除,其升高对肝肾功能可造成不良影响^[18].本实验测得的指标尿素波动幅度不大,尿酸的最大值远高于其他各组,推测肾脏内的药物质量浓度1 h时的最大值达到(84.62±0.50) μg/mL,过高的质量浓度导致肾脏的清除能力受到影响,而药液导致血液酸性变大,因此随后的尿酸质量浓度也受到影响.

实验中多数指标数据并不全是简单地与时间成线性关系,杜震宇等^[23]在研究饥饿的影响时指出原因可能是因为在饥饿过程中鱼类对自身贮备能量的利用有两方面的适应:一方面降低代谢水平以节约能量消耗;另一方面又尽可能地将代谢保持在一定水平以保证重新获取食物供应时或其他等环境胁迫时能产生适当的应激反应^[15,23].由此也可推测本实验中生化指标的变动可能与五倍子药液这种外来因子对机体产生胁迫时的应激反应和鱼体要维持自身代谢水平的争斗相关.

48 h时多数生理生化指标回到对照组的水平,有的指标略低于对照组的水平,考虑到给药48 h时幼鱼已经4 d未进食,所以本研究认为仍然属于正常情况^[13,24-27],同时笔者认为水温(25±0.5)℃时,以没食子酸20 mg/kg鱼体质量的剂量,单次口灌中华倒刺鲃幼鱼五倍子药液,药物对中华倒刺鲃幼鱼的生理生化指标有一定的影响,但随着体内药物质量浓度的降低,影响亦逐渐消除.

药物对鱼生理生化指标的影响一般是多次重复给药的结果^[28-33], 本实验只研究了单次给药的情况, 如果要更详细了解没食子酸对鱼生理生化指标的影响还需进一步探讨。

参考文献:

- [1] 周 玉, 郭文场, 杨振国, 等. 鱼类血液学指标研究的进展 [J]. 上海水产大学学报, 2001, 10(2): 163-165.
- [2] 陈晓耘. 鱼类的血液 [J]. 重庆师专学报, 2000, 19(3): 70-73.
- [3] 陈 洁, 熊邦喜, 顾钱洪, 等. 内源及外源因子对鱼类血液生理生化指标的影响 [J]. 湖北农业科学, 2011, 50(9): 1861-1865.
- [4] TORRE F, BELLIS L, DELFINO A, et al. Peripheral Blood Serum Markers for Apoptosis is and Liver Fibrosis: Are They Trustworthy Indicators of Liver Realness [J]. Digestive and Liver Disease, 2008, 40(6): 441-445.
- [5] 林浩然. 鱼类生理学 [M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1999.
- [6] 李秀萍, 李春远, 渠桂荣, 等. 五倍子的研究概况 [J]. 中医药学报, 2002, 30(3): 72-74.
- [7] 张晓红. 中草药防治鱼病 [J]. 山西农业, 2002(11): 48-49.
- [8] 李秀明. 运动训练对中华倒刺鲃幼鱼生长的影响及其机理研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2013.
- [9] 唐江芳. 复方五倍子抗菌剂的药代动力学研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2007.
- [10] 郭海燕, 张耀光. 五倍子在中华倒刺鲃体内的药动学研究 [J]. 淡水渔业, 2014, 44(3): 68-74.
- [11] LI X M, YU L J, WANG C, et al. The Effect of Aerobic Exercise Training on Growth Performance, Digestive Enzyme Activities and Postprandial Metabolic Response in Juvenile Qingbo (*Spinibarbus sinensis*) [J]. Comparative Biochemistry and Physiology(Part A), 2013, 166(1): 8-16.
- [12] GOSS G G, WOOD C M. The Effects of Acid and Acid/Aluminum Exposure on Circulating Plasma Cortisol Levels and Other Blood Parameters in the Rainbow Trout, *Salmo gairdneri* [J]. Journal of Fish Biology, 1988, 32(1): 63-76.
- [13] 李爱华. 拥挤胁迫对草鱼血浆皮质醇、血糖及肝脏中抗坏血酸含量的影响 [J]. 水生生物学报, 1997, 21(4): 384-386.
- [14] 钱云霞, 陈惠群, 孙江飞. 饥饿对养殖鲈鱼血液生理生化指标的影响 [J]. 中国水产科学, 2002, 9(2): 133-137.
- [15] 尾崎久雄. 鱼类血液循环生理 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1982.
- [16] 汪莹莹. 没食子酸、并没食子酸的分离、性能及应用研究 [D]. 合肥: 安徽大学, 2012.
- [17] 杨 频, 高 飞. 生物无机化学原理 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [18] 石小涛. 史氏鲟在拥挤胁迫中的应激反应 [M]. 武汉: 华中农业大学, 2006.
- [19] STIRLING H P. Effects of Experimental Feeding and Starvation on the Proximate Composition of the European Bass, *Picentrarchus labrax* [J]. Marine Biology, 1976, 34(1): 85-91.
- [20] KUTTY M N. Ammonia Quotient in Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*) [J]. Journal of Cancer Research and Therapeutics, 1978, 35(7): 1003-1005.
- [21] MADDOCK D M, BURTON M P M. Some Effects of Starvation on the Lipid and Skeletal Muscle Layers of the Winter Flounder, *Pleuronectes Americanus* [J]. Canadian Journal of Zoology, 1994, 72(9): 1672-1679.
- [22] 张海凤, 董亚琳, 张 琰. 没食子酸的 α -葡萄糖苷酶抑制作用及降糖机制研究 [J]. 中国药业, 2011, 20(21): 8-10.
- [23] 杜震宇, 刘永坚, 田丽霞, 等. 饥饿对于鲈肌肉、肝脏和血清主要生化组成的影响 [J]. 动物学报, 2003, 49(4): 458-465.
- [24] 金 丽. 胭脂鱼血细胞发生及饥饿对血液指标和造血的影响 [D]. 重庆: 西南大学, 2008.
- [25] 程 超, 施光美. 饥饿对鲫鱼血液生理生化指标和流变学性质的影响 [J]. 中国农学通报, 2008, 24(1): 516-519.
- [26] 孙红梅. 饥饿对黄颡鱼血液指标及免疫机能的影响 [D]. 长春: 吉林农业大学, 2004.
- [27] 陈晓耘. 饥饿对南方鲶幼鱼血液的影响 [J]. 西南农业大学学报, 2000, 22(2): 167-169, 176.
- [28] 邹芝英, 祝璟琳, 杨 弘, 等. 饲料中添加红景天苷对尼罗罗非鱼血液学指标的影响 [J]. 淡水渔业, 2012, 42(6): 82-85.
- [29] 刘海燕, 郑银桦, 秦玉昌, 等. 饲料中三聚氰胺对花鲈生长、生理机能及组织残留的影响 [J]. 水生生物学报, 2010, 34(6): 1097-1105.

- [30] 王常安, 徐奇友, 许 红, 等. 饲料中添加氧化三甲胺对哲罗鱼生长性能、肌肉成分、消化道脂肪酶活性和血清生化指标的影响 [J]. 动物营养学报, 2012, 24(11): 2279—2286.
- [31] 侯俊利, 庄 平, 冯 琳, 等. 铅暴露与排放对中华鲟幼鱼血液中 ALT、AST 活力的影响 [J]. 生态环境, 2009, 18(5): 1669—1673.
- [32] 杨 晓, 张 娟, 陈加平, 等. 磺胺二甲氧嘧啶钠对斑点叉尾鲴血清生化指标和组织的影响 [J]. 华中农业大学学报(自然科学版), 2012, 31(1): 112—115.
- [33] 胡锡琴, 李娅琳, 王 磊. 何首乌中鞣质对大鼠肝脏生化指标的影响 [J]. 药物评价研究, 2010, 33(1): 63—65.

The Effects of *Galla chinensis* on the Physiological and Biochemical Indices in *Spinibarbus sinensis*

GUO Hai-yan, YU Li-juan, WANG Chuan,
HUANG Zi-hao, ZHANG Yao-guang

Key Laboratory of Freshwater Fish Reproduction and Development (Ministry of Education) / Key Laboratory of Aquatic Science of Chongqing / School of Life Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: Juvenile *Spinibarbus sinensis* were orally administered with gallic acid at 20 mg/kg body weight at $(25 \pm 0.5) ^\circ\text{C}$ (water temperature) to study the effects of *Galla chinensis* on the physiological and biochemical indices in the fish species. Blood samples were collected at 1 h, 12 h, 24 h and 48 h after administration. The physiological indices: RBC, HCV and Hb level decreased while WBC increased. The biochemical indices: GLU, UREA, ALT and AST changed sharply, they all fell after a rise, to the maximum at 12h, other indices showed no obvious changes ($p > 0.05$). In a word, *G. chinensis* has some influences on the physiological and biochemical indices and the influences were eliminated gradually after 48 h.

Key words: *Galla chinensis*; *Spinibarbus sinensis*; physiological index; biochemical index

责任编辑 夏 娟

