

文章编号:1005-8737(2001)02-0088-04

镉对鲤某些激素分泌活动及 血浆电解质浓度的影响

蔺玉华¹, 卢健民¹, 富惠光²

(中国水产科学研究院 黑龙江水产研究所, 黑龙江 哈尔滨 150070; 2. 河北农业大学 水产系, 河北 保定 071001)

摘要: 鲤暴露于质量浓度 20 $\mu\text{g/L}$ 的镉溶液中 2 周时, 其相对生长率比对照组有增加的趋势; 暴露 30 d 后鲤生长速度低于对照组; 暴露 3~7 d, 鲤血浆渗透压急剧下降, Ca^{2+} 、 Na^{+} 浓度降低而 Mg^{2+} 浓度升高。电镜观察显示, 鲤脑垂体催乳素细胞分泌量增加, 血浆中肾上腺皮质醇质量浓度明显增高。其离子水平及激素水平的改变均是暂时的, 暴露 14 d 后恢复至正常水平。镉在短时期内导致低钙并对鲤有短期促生长效应, 这可能与脑垂体催乳素分泌有关, 而皮质醇含量的增高可能是鲤对镉刺激的应激反应。

关键词: 鲤; 镉; 血浆电解质; 血浆渗透压; 催乳素; 皮质醇

中图分类号: Q959.468; S941.91

文献标识码: A

镉是水体污染的主要重金属元素之一, 它对鱼体内的矿物质分布及离子平衡都有干扰作用^[1~4]。镉影响血浆皮质醇方面的研究在虹鳟和莫桑比克罗非鱼已有报道^[5,6], 但镉对鲤有关激素分泌活动的影响尚无文献记载。本文在确定影响鲤血浆渗透压暂时变化的水体镉质量浓度后, 研究了镉质量浓度为 20 $\mu\text{g/L}$ 对鲤脑垂体催乳素细胞活性和血浆肾上腺皮质醇的影响以及与此激素有关的某些重要生理参数。

1 材料与方法

1.1 材料

实验于 1994 年 5 月进行。1 龄鲤取自黑龙江水产研究所松浦试验站, 体重 (19.0 ± 3.7) g, 体长 (8.0 ± 0.7) cm。实验前于室内暂养 10 d。

1.2 方法

试验水族箱体积为 200 L, 每箱 35 尾鱼为 1 组,

镉处理组和对照组均设一平行组。

1.2.1 实验设计 采用水体染毒法。染毒试剂镉 ($\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) 为英国进口分析纯。养鱼用水为本所自来水, 水温 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$, 每天按鱼体重 3.5% 投饵 3 次, 隔天换水重新加镉, 调试至 20 $\mu\text{g/L}$ 。对照组除不加镉外, 其他条件与实验组相同。分别于染毒 3、7、14、21、30 d 取样, 每次取样前停食 12 h, 注射器加 1% 肝素钠后于尾静脉采血, 血液经 3 000 r/min 离心后于 -20°C 保存, 1 个月内测定血液指标。

1.2.2 脑垂体催乳素细胞电镜观察 使用瑞典进口 LKB 型超薄切片机切片。组织块放入 2.5% 戊二醛中预固定后, 于 1% 锇酸中再次固定, 样品通过乙醇系列脱水, 用 Epon 812 包埋。日本 H-300 透射电镜观察并照相。

1.2.3 测定方法 血浆离子, 用日产日立 180-80 原子吸收分光光度仪; 血浆渗透压, 国产 LBST-873 冰点渗量计; 血浆皮质醇, 使用上海内分泌研究所生产药盒, 在 LKB 液体闪烁仪上测定; 三碘甲腺原氨酸 (T_3), 放射免疫计量法。

1.2.4 数据处理 测得的数据先进行单方差分析, 然后进行 t 检验。

收稿日期: 2000-04-30

基金项目: 农业部渔业局“八五”科技攻关项目 (85-91-11-06)

作者简介: 蔺玉华 (1950-) 女, 副研究员, 硕士, 从事鱼类生理、毒理研究。

2 结果

2.1 镉对鲤生长的影响

由表 1 可见, 14 d 左右, 镉处理组的鲤由初重 (18.33 ± 3.21)g 增加到 (36.27 ± 10.43)g, 相对生长率为 92.62%, 对照组由 (19.22 ± 4.17)g 增长到 (34.74 ± 9.93)g, 相对生长率为 80.75%。说明鲤的生长不仅未受到抑制, 反而有增加的趋势。然而, 继续染毒 30 d 后, 鲤的生长受到抑制, 相对生长率比对照组降低 16.83%。

2.2 镉对鲤血浆生化指标的影响

2.2.1 血浆渗透压与离子水平 由表 2 可见, 染毒 3~7 d, 鲤血浆渗透压明显下降; 血浆 Na^+ 和 Ca^{2+} 浓度降低, 而 Mg^{2+} 升高, K^+ 变化不明显(与对照组

比较)。染毒 14、21、30 d, 上述参数与对照组无明显差异。

表 1 镉对鲤生长的影响

Table 1 Effect of Cd on growth of common carp $\bar{X} \pm SD, n = 7$

染毒天数/d Exposure days	尾数 Nos.	组别 Group	体重/g Body weight	体长/cm Body length	相对生长率/% Relative growth rate
0	35	C	19.22 ± 4.17	8.03 ± 0.81	
		T	18.33 ± 3.21	8.03 ± 0.57	
3	7	C	18.93 ± 3.49	8.63 ± 0.57	
		T	19.60 ± 3.25	8.97 ± 0.85	
14	7	C	34.74 ± 9.93	9.52 ± 2.06	80.75
		T	36.27 ± 10.43	9.80 ± 1.93	92.62
30	7	C	41.03 ± 8.24	10.80 ± 2.10	113.48
		T	37.33 ± 10.50	9.94 ± 1.50	96.65

注: C—对照组 Control; T—镉处理组 Cd treated group. 下同。The same below.

表 2 镉对鲤血浆渗透压和离子水平的影响

Table 2 Effects of Cd on plasma osmolality and plasma ions in common carp

$\bar{X} \pm SD, n = 5$

染毒天数/d Exposure days	组别 Group	渗透压/(mosm·L ⁻¹) Osmolality	Na ⁺ /(mmol·L ⁻¹)	K ⁺ /(mmol·L ⁻¹)	Ca ²⁺ /(mmol·L ⁻¹)	Mg ²⁺ /(mmol·L ⁻¹)
3	C	310 ± 34	99.8 ± 1.7	6.78 ± 1.88	6.37 ± 0.48	1.08 ± 0.51
	T	$250 \pm 24^*$	$90.2 \pm 3.4^*$	7.02 ± 0.97	$4.67 \pm 1.52^*$	$1.75 \pm 0.57^*$
7	C	336 ± 49	98.3 ± 4.3	5.06 ± 1.34	6.98 ± 1.07	1.81 ± 0.22
	T	$260 \pm 18^*$	$90.6 \pm 3.3^*$	5.08 ± 0.82	$4.95 \pm 1.36^*$	$3.09 \pm 0.84^*$
14	C	316 ± 30	100.6 ± 1.8	4.18 ± 0.28	5.33 ± 0.89	1.68 ± 0.29
	T	287 ± 15	98.0 ± 3.0	4.59 ± 0.90	4.52 ± 1.34	1.65 ± 0.18
21	C	288 ± 49.8	98.4 ± 2.5	4.25 ± 1.12	6.36 ± 1.35	1.52 ± 0.32
	T	272 ± 20	98.2 ± 3.1	4.17 ± 5.82	5.85 ± 1.94	1.58 ± 0.39
30	C	308 ± 25	99.7 ± 1.5	3.19 ± 0.88	6.40 ± 1.85	1.73 ± 0.53
	T	296 ± 8.0	98.5 ± 2.0	3.50 ± 1.71	5.38 ± 1.34	1.67 ± 0.41

*: 与对照组比较 $P < 0.05$ 。Compared with the control, $P < 0.05$ 。

表 3 镉对鲤血浆皮质醇和三碘甲腺原氨酸(T_3)的影响

Table 3 Effects of Cd on plasma cortisol and thyroxine (T_3)

levels in common carp

$\bar{X} \pm SD, n = 7$

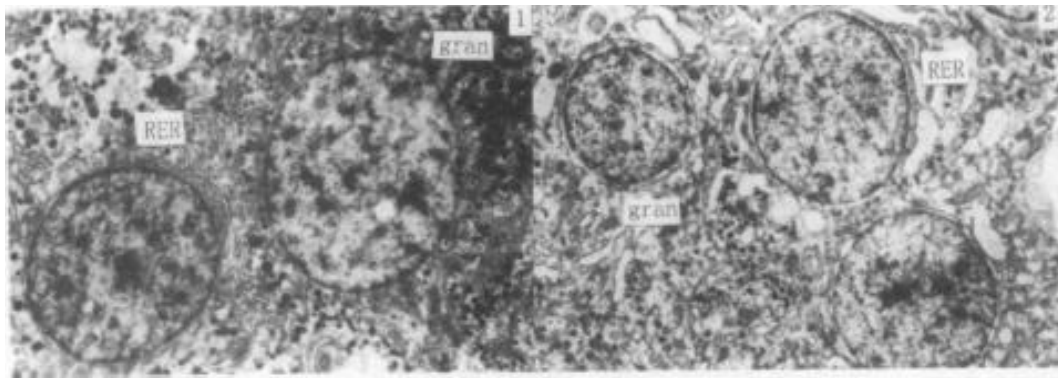
染毒天数/d Exposure days	组别 Group	皮质醇/(ng·ml ⁻¹) Cortisol	T_3 /(ng·ml ⁻¹)
3	C	123 ± 29	57.0 ± 23.4
	T	$176 \pm 25^*$	41.0 ± 36.1
7	C	89 ± 24	46.9 ± 50.0
	T	$113 \pm 17^*$	52.0 ± 43.7
14	C	130 ± 22	58.4 ± 43.4
	T	136 ± 32.3	53.0 ± 42.2
21	C	126 ± 31	23.7 ± 18.7
	T	139 ± 22	24.2 ± 11.5
30	C	122 ± 24	34.8 ± 34.8
	T	135 ± 20	40.5 ± 36.8

*: 与对照组比较 $P < 0.05$ 。Compared with the control, $P < 0.05$ 。

2.2.2 激素水平 由表 3 可见, 染毒 1 周内, 处理组鲤血浆肾上腺皮质醇质量浓度明显高于对照组 ($P < 0.05$)。继续染毒至 14、21、30 d 后, 2 组间均无明显差异。处理组三碘甲腺原氨酸(T_3)质量浓度组与对照组间无明显差异。

2.3 镉对鲤脑垂体催乳素细胞活性的影响

鲤脑垂体前叶部分的催乳素细胞电镜观察表明, 在 3~7 d 期间, 催乳素细胞的激素颗粒数量明显减少(颗粒释放出大量激素而自身消失), 细胞内粗面内质网面积(目测值)大于对照组(图版-I), 这说明镉处理使鲤的催乳素活性大大增强。但在染毒 14 d 后, 2 组未见差异, 说明镉处理鲤的催乳素细胞活性又恢复到正常水平。



图版 I Plate I

1. 对照组鲤垂体催乳素细胞, $\times 5\,000$ 。Prolactin cells in rostral pars distalis of pituitary gland in control.
2. 暴露于镉 20 质量浓度 $\mu\text{g/L}$ 水中 7 d 的鲤垂体催乳素细胞, 显示较多的粗面内质网和较少的激素分泌颗粒, $\times 5\,000$ 。Prolactin cells in rostral pars distalis of pituitary gland in fish exposed to Cd ($20\ \mu\text{g/L}$) 7 d, showing more rough endoplasmic reticulum (RER) and less hormone-containing granules (gran) than control.

3 讨论

(1) 重金属对于生物的毒性效应与其浓度有关。本实验中, 鲤暴露于镉质量浓度 $20\ \mu\text{g/L}$ 2 周内, 生长未受到抑制, 甚至有促生长作用, 这可能因为存在于生物体内的重金属硫蛋白和金属蛋白分子巯基 ($-\text{SH}$) 能结合大量的金属, 对重金属有贮存、传递和解毒作用^[7]。而镉染毒 30 d 时, 鱼的生长受到抑制, 这是因为重金属硫蛋白被镉饱和, 失去解毒作用, 在镉从金属蛋白转移到高分子蛋白质中时, 鱼体出现病变^[8]。

(2) 鱼体内分泌活动受下丘脑—垂体—靶细胞调节控制^[9~11]。本实验表明, 鲤通过这种途径的内分泌活动产生应激反应导致皮质醇增高。镉处理鲤的最初几天其皮质醇明显高于对照鲤, 同时处理鲤催乳素细胞被激活, 表现为颗粒内释放出大量催乳素而出现激素颗粒减少, 此现象是鲤受到镉刺激的一种生理反应。14 d 后激素又恢复正常水平, 说明鱼类对毒物有一适应过程。此外, 低钙的确与催乳素细胞的活性相关, 最明显的特征是镉处理鲤 3~7 d 中, 血钙离子显著下降, 而催乳素细胞活性明显增强; 14 d 后, 血钙恢复, 与此同时, 催乳素分泌量与对照鲤无差异。有关血钙的恢复, Flick G 认为是由于催乳素被激活后增加了钙离子通道^[12]。染毒 2 周的鲤生长率高于对照鲤可能是受催乳素影响, 即镉对鱼的促生长现象也许受垂体—催乳素调节与控制。人类妊娠时, 由胎盘产生的催乳素具有生长激

素和催乳激素的作用, 其原因可能是因它们的分子结构相似^[13]。由此提示, 在鱼类特别是幼鱼阶段, 染毒 2 周的生长率高于对照鱼可能是由催乳素和生长素共同作用而致。

参考文献:

- [1] Pelgrom S. Interactions between copper and cadmium in fish (metal accumulation, physiology and endocrine regulation) [D]. University of Nijmegen, the Netherlands ISEN - 90 - 9008792 - 3, 1995, 73-88.
- [2] Fu H, Lock A R C, Wendelaar Bonga S E. Effect of cadmium on prolactin cell activity and plasma electrolytes in the fresh water teleost *Oreochromis mossambicus* [J]. Aquat Toxicol, 1989, 14: 295-306.
- [3] Klaverkamp J F, Donald W A Mac, Duncan D A, et al. Metallothionein and acclimation to heavy metals in fish: a review [A]. Contaminant Effects on Fisheries [C]. New York: John Wiley & Sons, 1984. 99-113.
- [4] Loretz C A, Bern H A. Prolactin and osmoregulation in vertebrates [J]. Neuroendocrinology, 1982, 35: 292-304.
- [5] James V A, Wigham T. The effects of cadmium on prolactin cell activity and plasma cortisol levels in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*) [J]. Aquat Toxicol, 1986, 8: 273-280.
- [6] Fu H, Steinebach O M, Van den Hamer C J A, et al. Involvement of cortisol and metallothionein-like proteins in the physiological responses of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) to sublethal cadmium stress [J]. Aquat Toxicol, 1990, 16: 257-270.
- [7] Panrek J. Physiological and biochemical aspects of heavy elements in our environment, DELFT, 1974. 37-40.
- [8] 刘发义. 金属硫蛋白的研究概况及其与环境科学的关系 [J]. 中国环境科学, 1982, 3: 72-74.

- [9] Mazeaud M M, Mazeaud F, Donaldson E M. Stress resulting from handling in fish: primary and secondary effects[J]. Trans Am Fish Soc, 1977, 106: 201-212.
- [10] Donaldson E M. The pituitary - interrenal axis as an indicator or stress in fish[A]. Stress and fish[C]. London: Academic Press, 1981, 11-47.
- [11] Fagerlund U H M. Response to mammalian ACTH of the interrenal tissue of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) at various stages of sexual maturation[J]. Fish Res Bd Can, 1970, 27: 1 169-1 172.
- [12] Flik G, Fenwick J C, Kolar Z, et al. Effects of ovine prolactin on calcium uptake and distribution in *Oreochromis mossambicus* [J]. Am J Physiol, 1986, 250: 161-166.
- [13] 李永材, 黄溢明. 比较生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1984.

Effects of Cd on some hormone activities and concentration of plasma electrolytes in common carp

LIN Yu-hua¹, LU Jian-min¹, FU Hui-guang²

(1. Heilongjiang River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Harbin 150070, China;

2. Department of Aquaculture, Hebei Agriculture University, Baoding 071001, China)

Abstract: The common carp, 1 year, body weight (19.0 ± 3.71 g), body length (8.0 ± 0.7) cm, were exposed to Cd ($20 \mu\text{g/L}$) solution. On day 14 of the exposure, the Cd-treated fish had a higher level in relative growth rate than the control, but on day 30 of the exposure, the Cd-treated fish showed a lower growth rate than the control. During day 3~7, the test indicated a dramatic decline in the levels of plasma osmolality and concentrations of Ca^{2+} and Na^{+} but an increase in Mg^{2+} in the fish. Under electronic microscopy, the Cd-treated fish pituitary gland secreted more prolactin and the cortisol level in plasmas was higher than control. But all the changes above were transitory that 14 days later still in the Cd-exposure, all the biochemical items above returned to normal. It is concluded that the short-term growth enhancement in common carp may result from the secretion of prolactin from its pituitary gland, whereas the increase of plasma cortisol level is a response of the fish to the stimulation of Cd.

Key words: common carp; Cd; plasma electrolytes; plasma osmolality; prolactin; cortisol