

显。由于根是水稻吸收矿质营养的主要器官,同时它还具有合成氨基酸和激素的多种功能,是叶片生长和活力的主要决定因素^[4],所以,经汞处理四天,不但根出现病态,叶片也表现出受害症状。随汞处理浓度的逐渐增加(1.0, 2.5, 5.0, 10.0 ppm),根的正常代谢机能受到的破坏也越大,叶片上表现出来的受害症状也越来越明显。

在本试验中,1.0至5.0 ppm HgCl_2 对水稻幼苗根系酯酶同工酶有诱导作用,使酶带的数目增加,可能是植株对不良环境的一种保护反应。酯酶是一种广谱底物的水解酶,一般为单链或二聚蛋白质,它存在于植物各部位和不同发育时期的细胞中,主要分布在细胞质的圆球体内,在生理代谢中有转酯作用和解毒作用^[5]。酶带的增加可能标志着水稻植株抗污染能力的增加。然而酶属于蛋白质,一个离子化的蛋白质,象 Hg^{2+} 这样的金属离子能使它的活性受破坏,故随着 HgCl_2 浓度增加,酯酶同工酶的数量及活性减弱。在

低浓度(1.0—5.0 ppm)的 HgCl_2 处理下,酯酶同工酶酶带增加,这种增加是汞作用于遗传基因,还是汞直接使酯酶同工酶断裂成了碎片有关,这个问题有待进一步研究。

同工酶分析技术,是近年来发展起来的一项新技术,由于设备简单,所需样品量少,指标灵敏,比较分析容易而广泛应用于农业、医学及生物学各领域的遗传研究分析。本试验表明,汞对水稻幼苗生长有毒害作用,且植株受伤害症状与根系酯酶同工酶的变化有关。因此,同工酶谱的变化可作为环境污染的一种监测指标。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院植物研究所生态室环境保护组,环境科学,1(6),24,(1980).
- [2] 瞿爱权等,环境科学 1(6),50,(1980).
- [3] 杨克斌等,环境污染与防治 (6),14—16,(1984).
- [4] 何芳绿等,植物生理学通讯, (3),21—25,(1980).
- [5] 周光宇等,上海农业科技, (3),1—4,(1979).
- [6] Leonard, A. et al., *Mutation. Res.*,114,1(1983).

第二松花江渔民发汞动态观察 及其发血汞相互关系

李志超 冀致敏

(白求恩医科大学)

第二松花江被含汞工业废水污染后,通过水系食物链的生物浓缩作用,江鱼体内富集相当量的甲基汞。渔民长期食用甲基汞污染的江鱼,其健康已受到危害^[1,2]。文献曾报道发汞含量可反映接触汞者不同时期体内的蓄积程度^[3]。为阐明松花江汞污染对渔民健康的影响,我们曾对第二松花江 284 名渔民、未被汞污染地区 144 名对照渔民和 839 名城

市居民发汞含量进行测定,其结果表明第二松花江渔民发汞含量显著高于对照渔民和城市居民*。为进一步了解第二松花江渔民体内汞的蓄积规律,我们选择 5 名临床重点追踪观察渔民,对其发汞动态变化及其发、血汞相互关系进行研究。结果报告如下。

* 引自白求恩医科大学,环境医学研究第一次全国环境医学学术交流征文汇编

材 料 和 方 法

从 1980 年 4 月至 1981 年 2 月,我们每隔 1—3 个月赴第二松花江扶余江段“大联合”和“伯都”渔场,采集 5 名临床重点追踪观察渔民的发样。每次采集的发样均为后发际部位头发。

把每名渔民不同时期发样分别经中性海鸥洗发膏洗涤处理,再用蒸馏水漂洗两次,然后用丙酮脱脂,待自然干燥后剪成 1—3 mm 碎段。每份发样均为二重样,重量约为 1 g。最后,用冷原子吸收和气相色谱分别测定其总汞和甲基汞含量(测定方法从略)^[4]。

以每名渔民发样的采集时间作为该发样发汞含量的时间对应点,绘制渔民发汞动态变化曲线。

于 1981 年 11 月份,我们再次采集上述 5 名渔民的头发和血样,测定其发、血中总汞和甲基汞含量,并对渔民发、血中总汞含量和发、血中甲基汞含量的相互关系进行分析。

实 验 结 果

各渔民每次发样的采集时间、总汞和甲基汞含量及甲基汞占总汞含量的百分数见表 1。从 5 名渔民发样的测定结果中看出,发样总汞含量最高、最低值分别为 44.53 和 3.51 ppm;发样甲基汞含量最高、最低值分别为 17.90 和 1.03 ppm。发样中甲基汞占总汞含量百分数最高为 67%,最低为 12%。观察的 5 名渔民中,除其中 1 名(渔民乙)冬季继续捕鱼外,其余 4 名渔民冬季停止捕鱼。从渔民发汞动态变化图中可看出,冬季停止捕鱼的 4 名渔民,其发总汞、甲基汞含量最高值处于 8—11 月份;最低值处于 3—4 月份。

1981 年 11 月份渔民发、血中总汞、甲基汞含量测定结果见表 2。其中渔民乙发、血总汞含量最高分别为 77.40 ppm 和 350 ppb。1981 年 11 月份每名渔民自身发总汞与血总汞含量和发甲基汞含血甲基汞含量均明显相

表 1 渔民发中总汞、甲基汞含量及甲基汞占总汞含量的百分数

渔民	发样采集时间	总汞含量 (ppm)	甲基汞含量 (ppm)	甲/总 (%)
渔民甲	80.4.13	7.95	5.11	64
	80.5.27	14.19	8.83	62
	80.6.28	19.78	13.05	66
	80.7.21	23.22	15.50	67
	80.9.14	32.69	17.90	55
	81.2.4	22.43	12.56	56
渔民乙	80.4.2	3.51	1.03	29
	80.5.9	4.51	2.07	45
	80.8.3	5.11	2.26	44
	80.8.29	5.22	3.16	60
	80.10.2	18.90	9.00	48
	80.2.1	20.49	12.91	63
渔民丙	80.6.16	16.78	4.61	27
	80.8.5	29.56	9.28	31
	80.10.1	44.53	11.69	26
	80.12.28	40.30	11.29	36
	81.1.28	33.45	6.23	19
渔民丁	80.3.27	9.45	1.30	14
	80.6.3	13.45	4.15	32
	80.8.7	26.44	7.30	28
	80.9.26	29.03	5.96	21
	81.1.27	14.60	3.78	26
渔民戊	80.3.23	12.28	1.79	12
	80.5.29	15.55	3.31	21
	80.8.21	26.14	3.59	14
	81.2.3	14.80	4.28	29

* 渔民同船同餐捕鱼。

关。渔民发总汞与其血总汞含量和发甲基汞与其血甲基汞含量比值分别为 256.5:1 和 220:1 (回归方程计算)。结果见图 2 和图 3。

讨 论

毛发中汞含量能反映慢性接触汞者某个时期体内汞的蓄积程度。所以,近年来人们把发汞含量作为评价环境汞污染对人体健康危害程度的一项重要指标。

从表 1 和图 1 中可看出,渔民 3—4 月份发汞含量较低; 8—10 月份发汞含量较高。

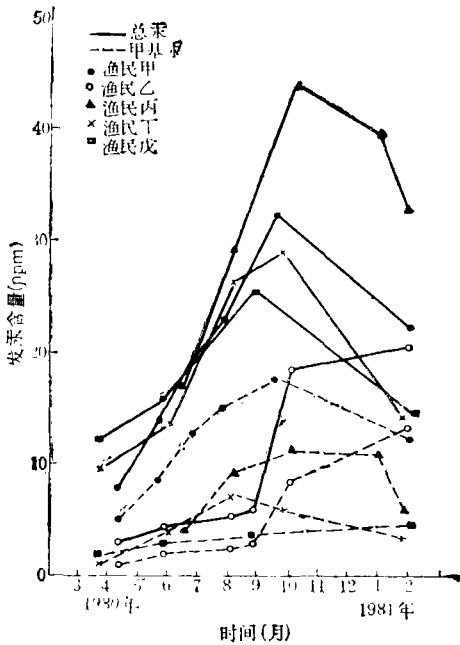


图 1 渔民发汞动态变化

表 2 1981 年 11 月份渔民发、血汞含量

渔民	性别	发汞含量(ppm)		血汞含量(ppb)	
		总汞	甲基汞	总汞	甲基汞
渔民甲	男	34.54	11.60	126	60
渔民乙	男	77.40	25.84	350	103
渔民丙	男	40.71	9.92	156	53
渔民丁	男	42.62	12.26	120	60
渔民戊	男	40.22	10.56	172	43

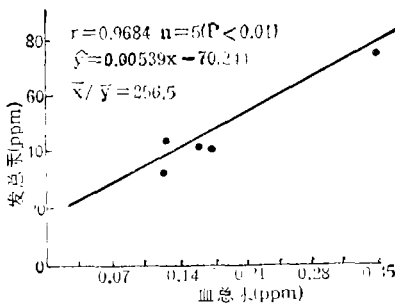


图 2 渔民发总汞与血总汞相关性

这种变化规律与渔民季节性捕鱼和食鱼累积量有关。我们调查上述重点追踪观察渔民，在捕鱼期多以鱼为菜食。渔民每年从 4 月份江水解冻时开始捕鱼，同时也开始食用污染

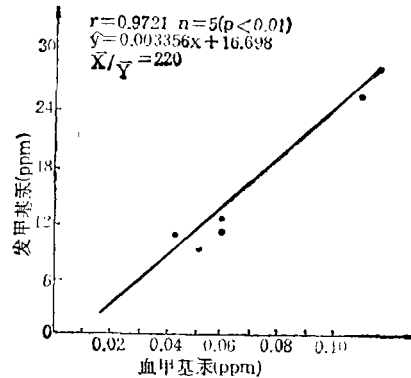


图 3 渔民发甲基汞与血甲基汞相关性

的江鱼，随着江鱼的不断食入，渔民体内汞负荷量和发汞值随之升高。11 月下旬江水结冻时，渔民停止捕捞江鱼，也停止食用污染的江鱼，这时渔民体内蓄积的汞不断排出体外（甲基汞在人体内平均半减期为 72 天）^[5]，至第二年江水解冻前，渔民体内汞负荷量和发汞值降至最低水平。

综上所述，第二松花江渔民发汞含量动态变化与其季节性捕鱼和食鱼累积量相关，也证实了渔民体内蓄积的汞来自食用污染的江鱼。第二松花江渔民发汞含量和动态变化规律与加拿大食用汞污染鱼的印第安人极为相似^[6]。

从表 1 中还可看出，每名渔民不同时期采集的发样，其甲基汞占总汞含量的百分数无明显差异（ $P > 0.05$ ），说明每名渔民对食入甲基汞的降解能力比较稳定。3 名膳食条件相同的渔民，个体间发中甲基汞占总汞含量的百分数有显著差异（ $P < 0.05$ ），这表明渔民个体间对食入甲基汞的降解能力不同。因此，在研究第二松花江汞污染对渔民健康的影响时，除考虑鱼汞含量和食鱼量外，更应重视每名渔民对体内甲基汞的降解能力。

我们于 1981 年 11 月份，又对上述 5 名重点追踪观察渔民的发、血汞含量及其相互关系进行了分析，结果发现渔民发总汞与血总汞含量和发甲基汞与血甲基汞含量均明显

（下转第 88 页）

中毒母螺繁殖能力降低。

谭燕翔^[3] (1982)曾在海河口海区研究毛蚶 (*Arca subcrenata*) 对汞的积累规律,测得软体组织对汞的积累系数为 $1.3 \times 10^3 - 3.2 \times 10^3$ 。软体组织中的含汞量随外界环境汞浓度的变化而相应地变化,能反映汞污染的时空变化趋势。用毛蚶作为汞污染的指示生物具有一定的实用价值^[3]。黄玉瑶等(1979)报道了用河蚬监测蓟运河汞污染的初步研究。在下游河段的不同断面采集河蚬,发现河蚬个体数量分布与水质污染有一定的关系。测定软体组织和底泥的含汞量,两者之间存在一定的回归关系^[2]。任淑智(1984)以河蚬为试验材料对蓟运河的六六六污染进行了研究。室内试验测得的结果与野外调查所得到的地段差异是一致的,即污染严重的地方软体组织的六六六含量高。河蚬对河水中六六六的积累系数为 $3.7 \times 10^2 - 1.7 \times 10^3$ 。在软体组织和河水中的六六六含量之间存在一定的回归关系。由于河蚬数量丰富,分布广泛,其个体数量也能大体反映污染的变化趋势,所以河蚬是蓟运河河口污染的指示生物之一^[1]。

综上所述,软体动物在食物链中占重要位置,它能较多地积累农药、重金属等污染

物,特别是幼体对污染物比较敏感。所以从生态学和经济学的观点考虑,在流水条件下进行急性和慢性中毒试验,结合野外生态调查,监测水质污染,制定水质标准,淡水软体动物的幼体是较理想的动物之一。上述还说明用软体动物监测江河、湖泊等水域污染是可行的生物学监测方法。

参 考 文 献

- [1] 任淑智,环境科学,5(3),4(1984).
- [2] 黄玉瑶等,环境科学,(6),47(1979).
- [3] 谭燕翔等,环境科学,3(1),21(1982).
- [4] Bluzat, R. et al., *Hydrobiologia*, 65(3), 245(1979).
- [5] Everard, M. et al., *Environmental Pollution*, 35(4), 299(1984).
- [6] Foster, R. B. et al., *Environ. Sci. Technol.*, 12(8), 958(1978).
- [7] Harrison, F. L. et al., *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 13(1), 85(1984).
- [8] Hemelraad, J. et al., *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 15(1), 9(1986).
- [9] Misra, V. et al., *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 8(1), 97(1984).
- [10] Rodgers, J. H. Jr. et al., *Aquatic Toxicology ASTM STP 707*, 266(1980).
- [11] Renberg, L. et al., *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 9(2), 171(1985).
- [12] Seuge, J. et al., *Hydrobiologia*, 76(3), 241(1981).
- [13] Seuge, J. et al., *Hydrobiologia*, 106(1), 65(1983).

(上接第40页)相关。Clarkson 报道生活在 White Dog 和 Grassy Narrows 附近印第安人和白种人,发总汞与血总汞含量比值为 300:1, Phelps, Kerrshaw 报道北美洲食用甲基汞污染鱼人群,发中总汞与血中总汞和发中有机汞与血中有机汞比值为 200—300:1^[7,8],这些报道与本研究结果相一致。

第二松花江 5 名临床重点追踪观察渔民,其发、血汞含量已接近或超过日本新潟水俣病发病的最低发、血汞值^[9]。结合国内报道第二松花江汞污染对人体健康影响的临床、病理和毒理学研究资料^[1,2,10],我们认为第二松花江部分渔民属于慢性甲基汞中毒。

参 考 文 献

- [1] 包礼平等,环境科学,3(1),42(1982).
- [2] 裴腹茹等,中国环境科学,2(1),72(1982).
- [3] Nord, P. T. et al., *Arch. Environ. Health*, 27(1), 40(1973).
- [4] 姜照罗等,吉林医科大学学报,1(1),74(1975).
- [5] Bergland, F. et al., *Nord. Hgy.*, 4(3), 364(1971).
- [6] Harrada, M. et al., *Bull. Inst. Constit. Med.*, 26(3,4), 169(1976).
- [7] Phelps, R. W. et al., *Arch. Environ. Health*, 35(2), 161(1980).
- [8] Kerrshaw, T. G. et al., *Arch. Environ. Health*, 35(1), 28(1980).
- [9] 喜田村正次,神経研究の進歩,18(5),825(1974).
- [10] 李志超等,中国环境科学,2(2),53(1982).