

FACTORS AFFECTING METHYL-MERCURY AND TOTAL MERCURY CONCENTRATIONS  
IN THE HAIR OF GREEK SUBJECTS

A. TRICHOPOULOU, A. CHALKIAS, A. TZONOU and S. NAKOU

Department of Nutrition and Biochemistry,  
Athens School of Public Health, L. Alexandras 196, Athens (Greece)

The purpose of this study was to explore the effective exposure of Greek subjects to Hg and methyl-Hg according to food consumption patterns and other factors and to investigate possible effects of low concentration of methyl-Hg on human health. The study is part of a coordinated larger MEP-POL project utilizing identical core protocols.

Hair samples were taken from 139 individuals coming either from inland villages or from villages on the sea side and they were examined with atomic absorption spectroscopy for methyl-mercury and total mercury. The results were analysed by multiple regression taking into account age, sex, place of origin and reported frequency of fish consumption. The findings are summarized in tables 1 and 2.

TABLE 1. Partial regression coefficients (2), Standard error of partial regression coefficients (3), t-values (4) and significance levels P (5) of the multiple linear regression of methyl mercury on a set of independent variables (1).

Independent variables (1)	Partial regression coefficients (2)	Standard errors (3)	t values (4)	P values (5)
Sex	- 0.1130	0.1210	-0.93	0.35
Age	- 0.0022	0.0075	-0.30	0.76
Fish consumption	- 0.0680	0.2164	-0.31	0.76
Place of origin	- 0.8090	0.5153	-1.57	0.12
Fish consumption X Place of origin	0.5462	0.2393	2.28	0.02

TABLE 2. Partial regression coefficients (2), Standard error of partial regression coefficients (3), t-values (4) and significance levels P (5) of the multiple linear regression of total mercury on a set of independent variables (1).

Independent variables (1)	Partial regression coefficients (2)	Standard errors (3)	t values (4)	P values (5)
Sex	- 0.2171	0.1476	1.47	0.14
Age	- 0.0251	0.0092	- 2.74	0.006
Fish consumption	- 0.1851	0.2639	- 0.70	0.48
Place of origin	- 0.6581	0.6285	- 1.05	0.29
Fish consumption X Place of origin	0.6965	0.2918	2.39	0.02

The Interaction term dominates the regression model of methyl mercury (Table 1). At moderate and high frequencies of fish consumption the concentration of methyl mercury is higher among residents of sea-side villages and among them it increases with increasing frequency of fish consumption. No significant associations were found between methyl-mercury concentration in the hair on the one hand and age or sex on the other. In all but one of the individuals concentrations were within acceptable limits.

For total mercury the multiple regression model has some elements similar to those characterising the methyl mercury model but in addition there is a strong and statistically highly significant negative association with age.

These findings point to the need for examination of the sources of fish consumed and of the concentrations of methyl mercury in them. This work is being supported by a grant from WHO-Europe.

CYTOTOXICITÉ DU CADMIUM ET DE L'URANIUM.  
ÉTUDE ULTRASTRUCTURALE ET MICROANALYTIQUE CHEZ LES ORGANISMES MARINS

Colette CHASSARD-BOUCHAUD

Laboratoire de Biologie et Physiologie des Organismes Marins, Université  
P. et M. Curie, 4 place Jussieu, Paris (France)  
Centre de Microanalyse appliquée à la Biologie, Laboratoire de Biophysique de la Faculté de Médecine, 8 rue du Général Sarrail, Créteil (France)

La chimiototoxicité du cadmium a fait l'objet de nombreuses études, mais comparativement, celle de l'uranium, qui est aussi radiotoxique n'a pas encore retenu l'attention des chercheurs en Biologie Marine.

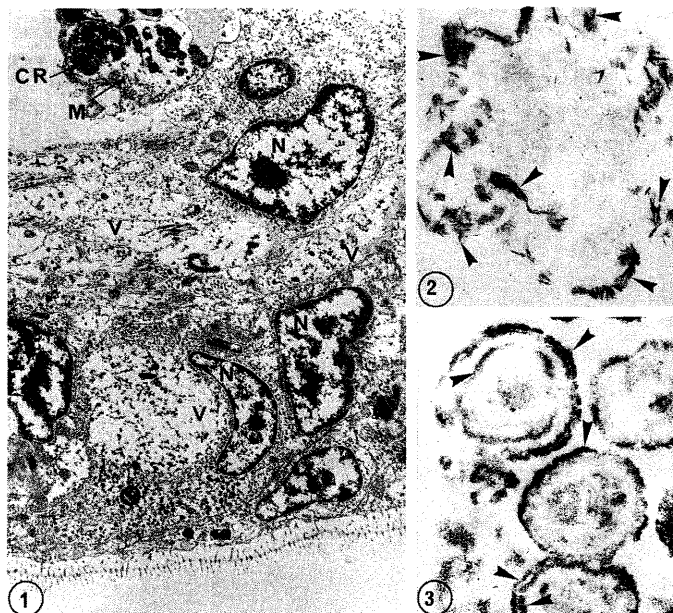
Nous avons entrepris nos investigations, à l'échelle subcellulaire pour détecter des altérations éventuelles du métabolisme et comparer l'action des deux métaux. Nos études ont porté sur deux organismes très communs des côtes méditerranéennes: le Crabe *Carcinus mediterraneus* (branchie et glande digestive) et la Moule *Mytilus* sp. (branchie, glande digestive, rein et gonades). Nos observations ont été faites en ultrastructure, en utilisant un microscope électronique associé à une sonde CAMEBAX (spectrométrie de rayons X) qui, par microanalyse, permet la détermination des métaux présents dans les différents organites.

Dans les deux cas, les métaux induisent une vacuolisation cellulaire généralisée. Chez le Crabe, le cadmium provoque essentiellement une lyse et un éclatement des mitochondries entraînant ainsi une forte diminution numérique. On assiste à une hyperactivité golgienne provoquant un accroissement considérable du nombre des lysosomes dans lesquels on détecte, par microsonde, le cadmium associé à du soufre, cuivre et zinc. Le cadmium est aussi concentré dans les spherocristaux, en association avec les mêmes métaux; ces faits permettent de supposer l'intervention de metallothionéines dans ces phénomènes d'intoxication.

Chez la Moule, l'uranium induit essentiellement des lésions nucléaires (Fig.1), notamment au niveau de la chromatine et une modification des profils nucléaires; ces lésions sont très marquées dans les ovocytes. La population mitochondriale ne paraît que peu ou pas altérée. On note, comme dans le cas du cadmium, une hyperactivité golgienne, engendrant de nombreux lysosomes dans lesquels, par microanalyse, on détecte l'uranium concentré et précipité en fines microaiguilles sous forme de phosphate (Fig.2). Dans le rein, les spherocristaux sont chargés en uranium (Fig.3) associé à du phosphore et du calcium.

Chez les deux espèces, les hémocytes macrophages, présents dans tous les organes, captent et concentrent uranium (Fig.1) ou cadmium dans leurs lysosomes qui se transforment en corps résiduels.

En conclusion, nos résultats montrent la toxicité du cadmium et de l'uranium à l'échelle cellulaire: elle se traduit par des lésions portant, soit sur les mitochondries, soit sur les noyaux, entraînant ainsi de graves perturbations métaboliques. Les résultats obtenus à la microsonde montrent que ces deux métaux sont concentrés de même façon, dans deux types d'organites, à l'exclusion de tout autre. Ce sont en effet les spherocristaux et les lysosomes qui constituent les organites cibles de capture, stockage et concentration des deux métaux lourds.



## MYTILUS SP. CYTOTOXICITÉ DE L'URANIUM.

Fig.1. Branchie montrant un important processus de vacuolisation (V) du cytoplasme et une altération de la chromatine et des profils nucléaires (N). Noter la présence, dans le milieu extracellulaire, d'un macrophage (M) chargé de corps résiduels (CR) ayant stocké l'uranium. G X 9200. Matériel osmié et coloré.

Fig.2. Lysosomes de glande digestive où le phosphate d'uranium, insolubilisé sous forme de microaiguilles, est détecté par microanalyse (flèches). G X 33000. Matériel non osmié et non coloré.

Fig.3. Spherocristaux de rein montrant les strates (flèches) où l'uranium est détecté par microanalyse. G X 27000. Matériel non osmié et non coloré.

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un contrat avec le Ministère de l'Environnement (Contrat n° 84244)  
Il a été réalisé grâce à la collaboration technique de Janine Brissard, Françoise Escaig et Pierre Boumati.