

# A NEW STUDY ON RADIONUCLIDE CONTAMINATION OF MATERNAL MILK

## НОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАМИНАЦИИ РАДИОНУКЛИДАМИ ГРУДНОГО МОЛОКА

S. Risica, A. Rogani, G. Grisanti, F. Tancredi

National Institute of Health

Viale Regina Elena, 299 - 00161 Rome, Italy

С. Рисика, А. Рогани, Г. Грисанти, Ф. Танкреди

Национальный институт здравоохранения, Рим, Италия

### Abstract

Following the Chernobyl accident radioactive contamination of maternal milk was studied by the Italian National Institute of Health. Fallout from Chernobyl deposited radioactive materials in Italy, with the main radionuclides being iodine, caesium and ruthenium isotopes. The highest contamination levels were found in Northern Italy. The contamination by both  $^{131}\text{I}$  and  $^{137}\text{Cs}$  of the air and vegetables occurred mainly in May 1986, whereas that by  $^{137}\text{Cs}$  in milk and beef lasted longer. The first research programme, from May 1986 to December 1988, studied iodine and caesium contamination in mixed milk samples from several mothers living in the Rome area. Iodine was detected only in the first month up to  $4.1 \pm 0.4 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$  in May 1986, whereas the  $^{137}\text{Cs}$  concentration reached its maximum value (about  $6 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$ ) one year after the accident. The  $^{90}\text{Sr}$  concentration in the Roman samples (1986–1988) ranged from the lower limit of detection (about  $10 \text{ mBq} \cdot \text{L}^{-1}$ ) to  $59 \text{ mBq} \cdot \text{L}^{-1}$ . At present caesium concentration in maternal milk is very low. However, it is worth noting that the Lake Como area shows the highest contamination level even ten years after the Chernobyl accident. The new technique for separating strontium in human milk samples seems to be effective; therefore,  $^{90}\text{Sr}$  concentration will also be measured in the samples. The research will probably be expanded to include a sampling of powdered milk for infants to compare  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  concentration in these two types of infant food at more than ten years from the fallout.

**Keywords:** maternal milk, caesium, strontium, Chernobyl fallout in Italy.

### INTRODUCTION

Following the Chernobyl accident, radioactive contamination of maternal milk was studied by the Italian National Institute of Health. Two studies were conducted from 1986 to 1990 on  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  concentration in Rome and in the Lake Como area, assessing the caesium transfer factor from mothers' food intake to their milk.

In 1996 a new research programme was established aimed at monitoring the radioactive contamination of maternal milk in some Italian areas in order to set a ground level for future possible accidents, comparing the  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  concentrations with those found in the previous studies and at implementing a more rapid system for measuring radioactive strontium in milk.

In 1997 and 1998 the first samples of maternal milk were collected in seven areas of Italian territory, including Rome and Como, and caesium concentration was measured.

This paper presents the research programme and the first experimental results are discussed.

### ВВЕДЕНИЕ

Содержание радиоактивных веществ в грудном молоке после Чернобыльской аварии исследовали в Национальном институте здоровья (Италия). В 1986–1990 гг. было выполнено два исследования по определению содержания  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в Риме и населенных пунктах в районе озера Комо для оценки коэффициента перехода  $^{137}\text{Cs}$  из пищи матерей в грудное молоко.

В 1996 г. была учреждена новая исследовательская программа по мониторингу радиоактивной контаминации грудного молока в ряде районов Италии для получения базовых данных в случае аварий в будущем; сравнение концентраций  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  по результатам прежних исследований и данным, полученным в настоящее время; внедрение более быстродействующей системы определения радиоактивного стронция в молоке.

В 1997 и 1998 гг. первые образцы грудного молока были получены в семи районах Италии, включая Рим и Комо, в которых были измерены концентрации цезия.

В настоящей работе описаны программы исследований и обсуждены первые экспериментальные результаты.

## RADIOACTIVE CONTAMINATION IN ITALY

Fallout from Chernobyl deposited radioactive materials in Italy, with the main radionuclides being iodine, caesium and ruthenium isotopes. Measurements of environmental radioactive contamination were carried out by several central and local laboratories, but their geographical distribution did not uniformly cover the Italian national territory; in particular few structures capable of providing an experimental contribution were available in Southern Italy and the islands.

The highest contamination levels were found in Northern Italy, where the  $^{131}\text{I}$  concentration in vegetables exceeded the Italian emergency level ( $3,070 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), while that in cow's milk reached several hundreds of  $\text{Bq} \cdot \text{L}^{-1}$ . In other areas the radioactive levels were lower by a factor 1.5–3. The contamination by both  $^{131}\text{I}$  and  $^{137}\text{Cs}$  of the air and vegetables occurred mainly in May 1986, whereas that by  $^{137}\text{Cs}$  in milk and beef lasted longer. A few months after the accident  $^{131}\text{I}$  had disappeared, while it took some years for  $^{137}\text{Cs}$  levels to fall below  $1 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$  or  $1 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$  in most samples.

In Northern Italy the average value of ground deposition was about  $13 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-2}$  for  $^{137}\text{Cs}$ ; in Central and Southern Italy these values were about  $4.5 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-2}$  and  $3 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-2}$ , respectively.

$^{90}\text{Sr}$  concentration in cow's milk was ten to a hundred times lower than that of  $^{137}\text{Cs}$ . The distribution of the contamination in Italy and its health impact on the Italian population can be found in several publications and reports (National Institute of Health, 1987; ENEA, 1988; Ariete M.G. et al., 1989; Fabbri S. et al., 1997).

## RADIOACTIVE CONTAMINATION OF MATERNAL MILK IN ITALY

### Previous studies

From 1986 to 1990, the National Institute of Health devoted special attention to research on radioactive contamination of maternal milk.

The first research programme, from May 1986 to December 1988, studied iodine and caesium contamination in mixed milk samples from several mothers living in the Rome area. Iodine was detected only in the first month up to  $4.1 \pm 0.4 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$  in May 1986, whereas the  $^{137}\text{Cs}$  concentration reached its maximum value (about  $6 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$ ) one year after the accident. From the first measurements (Bertollini R. et al., 1987) effective doses to the babies turned out to be negligible, then the studies continued for research purposes only. The  $^{137}\text{Cs}$  transfer factor from mothers' diet to their milk and the biological half-life were assessed; the results were  $0.16 \pm 0.07 \text{ d} \cdot \text{L}^{-1}$  and  $22 \pm 9 \text{ d}$ , respectively (Campos Venuti G. et al., 1991).

## РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ В ИТАЛИИ

Чернобыльские выпадения радиоактивных веществ на территории Италии в основном содержали радиоизотопы йода, цезия и рутения. Измерения радиоактивного загрязнения окружающей среды выполняли силами ряда центральных и местных лабораторий, однако их географическое расположение не позволило равномерно охватить всю территорию государства. В частности, лишь единичные учреждения могли выполнить задачи такого рода на юге Италии и островах.

Наиболее высокие уровни загрязнения были зарегистрированы в Северной Италии, где содержание  $^{131}\text{I}$  в овощах превышало допустимые нормы безопасности Италии ( $3070 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$ ), а в коровьем молоке этот показатель составлял несколько сотен  $\text{Бк} \cdot \text{л}^{-1}$ . В других районах уровни радиоактивной контаминации были в 1,5–3 раза ниже. Загрязнение воздуха и овощей как  $^{131}\text{I}$ , так и  $^{137}\text{Cs}$  наблюдалось в основном в мае 1986 г., а в молоке и говяжьем мясе повышенное содержание  $^{137}\text{Cs}$  наблюдалось дольше. Вскоре после аварии  $^{131}\text{I}$  исчез. Для снижения уровней  $^{137}\text{Cs}$  до менее, чем  $1 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$  и  $1 \text{ Бк} \cdot \text{л}^{-1}$  в большинстве проб потребовалось несколько лет.

В Северной Италии средние значения уровней загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  составляли около  $13 \text{ кБк} \cdot \text{м}^{-2}$ , в Центральной и Южной Италии — около  $4.5$  и  $3 \text{ кБк} \cdot \text{м}^{-2}$  соответственно.

Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в коровьем молоке было в 10–100 раз ниже, чем концентрация  $^{137}\text{Cs}$ . Радиоактивное загрязнение в пределах Италии и влияние его на состояние здоровья населения государства приведены в ряде публикаций и сообщений (National Institute of Health, 1987; ENEA, 1988; Ariete M.G. et al., 1989; Fabbri S. et al., 1997).

## РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГРУДНОГО МОЛОКА В ИТАЛИИ

### Результаты предшествующих исследований

На протяжении 1986–1990 гг. Национальный институт здоровья особое внимание уделял исследованиям радиоактивной контаминации грудного молока.

В первой программе исследований (май 1986 г. — декабрь 1988 г.) изучали загрязнение радиоизотопами йода и цезия смешанных проб молока нескольких корямящих матерей, проживавших в районе Рима. Наличие  $^{131}\text{I}$  регистрировали лишь на протяжении первого месяца (май 1986 г.) после аварии ( $4.1 \pm 0.4 \text{ Бк} \cdot \text{л}^{-1}$ ), в то время как концентрация  $^{137}\text{Cs}$  достигла максимальных величин (около  $6 \text{ Бк} \cdot \text{л}^{-1}$ ) спустя год после аварии. Согласно первым измерениям (Bertollini R. et al., 1987) величина эффективных доз облучения грудных детей оказалась незначительной, вследствие чего дальнейшие исследования были продолжены исключительно в научных целях. Коэффициент перехода  $^{137}\text{Cs}$  из пищи матерей в грудное молоко составлял  $0.16 \pm 0.07$ , период биологического полувыведения радионуклида —  $22.0 \pm 9.0$  сут (Campos Venuti G. et al., 1991).

In 1989, in collaboration with the Lecco Hospital, a second research programme was conducted on a group of 27 women living in the Lake Como area (Lombardy Region), one of the areas of Northern Italy most affected by the Chernobyl release. Caesium concentration in maternal milk was measured and the mother's diet was investigated to calculate the daily caesium intake. The mean value of caesium concentration was  $0.39 \pm 0.13 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$  ( $0.19\text{--}0.6 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$ ) and the transfer factor of  $^{137}\text{Cs}$  from food to mother's milk was  $0.22 \pm 0.08 \text{ d} \cdot \text{L}^{-1}$  (Risica S. et al., 1992).

In previous studies  $^{90}\text{Sr}$  concentration in human milk samples was also measured, following the EPA method for milk (EPA, 1984), after some improvements in the technique. The  $^{90}\text{Sr}$  concentration in the Roman samples (1986–1988) ranged from the lower limit of detection (about  $10 \text{ mBq} \cdot \text{L}^{-1}$ ) to  $59 \text{ mBq} \cdot \text{L}^{-1}$  (Risica S. et al., 1992a). The ratio of  $^{137}\text{Cs}$  concentration to  $^{90}\text{Sr}$  ranged from about 30 to about 540. Related doses to babies were therefore also negligible for  $^{90}\text{Sr}$ , but the strontium data on maternal milk is an important estimate. Indeed, very little data was available anywhere in Europe on  $^{90}\text{Sr}$  concentration in such samples after the Chernobyl fallout. Moreover, no data was available for Italy in the eighties, before the accident; therefore, it was not possible to know if these concentrations were due exclusively to the Chernobyl accident or to fallout from atmospheric weapon tests in the sixties.

## New study

In 1996, the National Institute of Health planned a new research programme with the following main aims:

- to extend studies on  $^{137}\text{Cs}$  concentration in maternal milk to other geographical areas; such monitoring would allow the establishment of a ground level for any future accidents;
- to increase knowledge about environmental radioactive contamination in Italy through measurement of human milk contamination in additional areas, above all in Southern Italy and on the islands, where, as said above, environmental radioactive measurements were inadequate.

Moreover, in more than ten years the relative importance of  $^{90}\text{Sr}$  has increased, as evident in figure 1, where the trend of the ratio of the mean concentration of the  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in cow's milk in an Italian administrative district is reported (Regione Emilia Romagna, 1988–1996). For this reason, it is also important that the background level for  $^{90}\text{Sr}$  be known. However, the method used in the previous studies to separate strontium, like all classic radiochemical methods, is very time consuming, because almost 4 days of experimental work are required to separate strontium in each sample from the milk matrix. For this reason a promising new technique is under experimentation at the the National Insti-

В 1989 г. при сотрудничестве с Lecco Hospital была выполнена вторая исследовательская программа; обследована группа из 27 женщин, проживавших в районе озера Комо (Ломбардия), — одной из местностей Северной Италии, наиболее пострадавших вследствие чернобыльских выпадений. Измеряли концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в грудном молоке и пище матерей для расчета его суточного поступления. Средняя концентрация  $^{137}\text{Cs}$  составляла  $0.39 \pm 0.13 \text{ Бк} \cdot \text{L}^{-1}$  ( $0.19\text{--}0.60 \text{ Бк} \cdot \text{L}^{-1}$ ), коэффициент перехода  $^{137}\text{Cs}$  пищи в грудное молоко —  $0.22 \pm 0.08 \text{ д} \cdot \text{L}^{-1}$  (Risica S. et al., 1992).

В предыдущих исследованиях определяли также содержание  $^{90}\text{Sr}$  в грудном молоке с применением несколько усовершенствованного метода EPA (отчет EPA, 1984). Концентрации  $^{90}\text{Sr}$  в пробах из Рима (1986–1988 гг.) варьировали от нижнего предела чувствительности метода (около  $10 \text{ мБк} \cdot \text{L}^{-1}$ ) до  $59 \text{ мБк} \cdot \text{L}^{-1}$  (Risica S. et al., 1992a). Отношение концентраций  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  колебалось от 30 до 540. В связи с этим дозы облучения детей  $^{90}\text{Sr}$  были также незначительными. Данные о содержании стронция в грудном молоке представляют особый интерес. В Европе данные такого рода после Чернобыльской аварии чрезвычайно скучны. Отсутствуют также какие-либо материалы по этому вопросу периода восемидесятых годов, т.е. до аварии. Поэтому нельзя установить, явились полученные величины концентраций результатом исключительно Чернобыльской катастрофы или же следствием атмосферных испытаний ядерного оружия в шестидесятые годы.

## Настоящее исследование

В 1996 г. Национальным институтом здоровья была разработана новая программа исследований:

- расширение исследований содержания  $^{137}\text{Cs}$  в грудном молоке на другие географические зоны; такой мониторинг позволит получить соответствующие базовые данные в случае аварий в будущем;
- углубление знаний о радиоактивном загрязнении окружающей среды в Италии путем измерений контаминации грудного молока в других географических точках, в том числе в Южной Италии и на островах, где, как было отмечено ранее, измерения радиоактивного загрязнения окружающей среды были неадекватными.

Более чем за десятилетний период относительное значение  $^{90}\text{Sr}$  возросло. На рисунке 1 показан тренд изменений отношения средних концентраций  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в коровьем молоке в одном административном районе Италии (Regione Emilia Romagna, 1988–1996). По этой причине также важно получение данных о фоновом уровне  $^{90}\text{Sr}$ . Однако метод, применяющийся в предыдущих исследованиях по выделению стронция, как и все классические радиохимические методы, требует очень много времени: экспериментальные работы по выделению стронция в каждой из проб молока продолжаются почти 4 сут. Поэтому разработана новая, перспективная методика, находящаяся на стадии испытания в Национальном институте здо-

tute of Health, allowing the separation of strontium in a short time with very limited manipulation of the sample.

### 1997–1998 $^{137}\text{Cs}$ measurements in human milk samples

Nine hospitals or Public Health Services have so far agreed to participate in the study; the geographical areas currently involved and the number of samples collected can be seen in figure 2 and table 1.

The authors, in previous studies, had already found that sampling human milk is a very difficult tool for a number of reasons: human milk is a very precious material, because of its use in nursing and its use by babies with special health conditions, whose mothers cannot breast-feed them. Moreover, in It-

вья. Методика позволяет выделять стронций в течение короткого периода времени с весьма ограниченной работой с материалом.

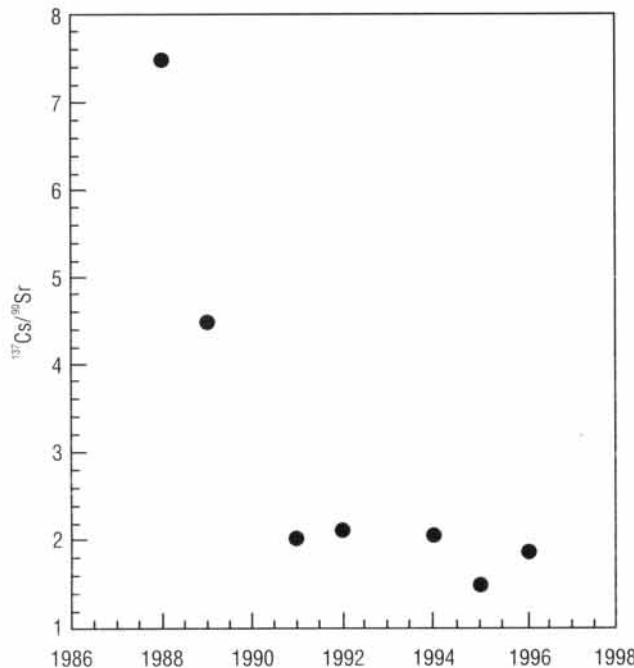
### Измерения содержания $^{137}\text{Cs}$ в пробах грудного молока в 1997–1998 гг.

В настоящее время участвовать в исследованиях согласились девять клиник системы Службы общественно-го здоровья. Географические регионы, вовлеченные в настоящее время в исследование, и количество отобранных проб показаны на рисунке 2 и в таблице 1.

В ходе предшествующих исследований выяснилось, что получение проб грудного молока кормящих матерей представляет чрезвычайно сложную задачу по ряду причин. Грудное молоко является очень ценным продуктом, необходимым для питания новорожденных, а также детей с нарушениями состояния здоровья, чьи матери не в

**FIGURE 1.**  $^{137}\text{Cs}$  TO  $^{90}\text{Sr}$  RATIO IN COW'S MILK FOR ONE ITALIAN ADMINISTRATIVE DISTRICT

**РИСУНОК 1.** ОТНОШЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ  $^{137}\text{Cs}$  К  $^{90}\text{Sr}$  В КОРОВЬЕМ МОЛОКЕ В ОДНОМ АДМИНИСТРАТИВНОМ РАЙОНЕ ИТАЛИИ



**FIGURE 2.** SAMPLING SITES ON THE ITALIAN TERRITORY

**РИСУНОК 2.** МЕСТА ЗАБОРА ПРОБ В ИТАЛИИ



ADMINISTRATIVE DISTRICTS AND TOWNS PARTICIPATING TO THE STUDY AND NUMBER OF COLLECTED SAMPLES UP TO NOW

**Table 1**

**Таблица 1**

АДМИНИСТРАТИВНЫЕ РАЙОНЫ И ГОРОДА, ОХВАЧЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЕМ, И КОЛИЧЕСТВО ОТОБРАННЫХ ПРОБ

Administrative District	Town	Samples
Piedmont	Turin	1
Lombardy	Lecco	4
Veneto	Treviso	4
Friuli – Venezia Giulia	Trieste	—
Emilia Romagna	Cesena	1
Umbria	Perugia	1
Lazio	Rome	1
Basilicata	Potenza	4
Calabria	Cosenza	—

aly the hospitalisation of mothers after delivery is often very brief (up to only 24 h). Therefore, following the advice of paediatricians, human milk samples were generally requested from mothers who had to breast-pump it because their babies were hospitalised. Ten mothers, who gave birth in the month considered and who lived within the administrative district of the hospital, were asked to contribute 50 ml to a collective sample of 500 ml (the minimum required by the sensitivity of the  $\gamma$ -spectroscopic measuring system). Each hospital was asked for a sample every other month for a total of 4 samples. For each participating mother, a questionnaire (see figure 3) had to be filled out by the nurse or the physician collaborating with the sampling.

All the collected samples were submitted to  $\gamma$ -spectroscopic measurements in Marinelli geometry with high purity germanium detectors (two coaxial crystals with 38.2% and 93.3% efficiency and energy resolution of 1.95 keV and 2 keV, respectively). Spectrometer efficiencies were determined by means of a calibration with an aqueous solution  $^{137}\text{Cs}$  source in the same Marinelli geometry (milk samples have a mean density very close to  $1 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$ ).

состоянии сами кормить их грудью. Более того, в Италии продолжительность пребывания родильниц в стационаре, как правило, не превышает 24 ч. Поэтому по рекомендациям педиатров пробы грудного молока обычно получают у матерей, пользующихся молокоотсосом при госпитализации их детей. Для получения суммарного объема пробы — 500 мл (минимальное количество для  $\gamma$ -спектропротокальной измерительной системы) обращались к десяти женщинам, родившим детей в течение определенного месяца и проживавшим в административном районе клиники, с просьбой предоставить 50 мл молока. Каждой из клиник было предложено предоставить 4 таких пробы в течение 4 мес. Врач или медицинская сестра, принимавшие участие в обеспечении получения пробы, заполняли соответствующую анкету на каждую из давших согласие матерей (рисунок 3).

Все полученные пробы грудного молока были исследованы с помощью  $\gamma$ -спектропротокального метода в геометрии Маринелли с использованием германьевых датчиков высокой чистоты (два коаксиальных кристалла с эффективностью 38,2 и 93,3% и энергией разрешения 1,95 и 2,0 кэВ соответственно). Величины эффективности датчиков спектрометра определяли путем калибровки при помощи водного раствора  $^{137}\text{Cs}$  в идентичных условиях геометрии по Маринелли (средняя плотность проб молока близка к  $1 \text{ кг} \cdot \text{л}^{-1}$ ).

**FIGURE 3. QUESTIONNAIRE OF MOTHER'S AND CHILD'S CHARACTERISTICS**

**РИСУНОК 3. АНКЕТА МАТЕРИ И РЕБЕНКА**

HOSPITAL.....	TOWN.....
MOTHER'S CODE.....	
RESIDENCE.....	DISTRICT.....
LENGTH AT RESIDENCE.....	
MOTHER'S DATE OF BIRTH.....	
N° OF PREVIOUS CHILDREN.....	
N° OF PREVIOUSLY BREAST-FED CHILDREN.....	
WEIGHT INCREASE DURING PREGNANCY: KG.....	
DELIVERY DATE.....	
GESTATION AGE (WEEK).....	SEX.....
TYPE OF DELIVERY	NATURAL
	SUCTION, FORCEPS
	CAESARIAN SECTION
WEIGHT AT BIRTH: G.....	LENGTH: CM.....
COLLECTED HUMAN MILK: ML....50..... DATE.....	
MEAN DAILY EXCRETION ON SAMPLING DAYS: ML.....	

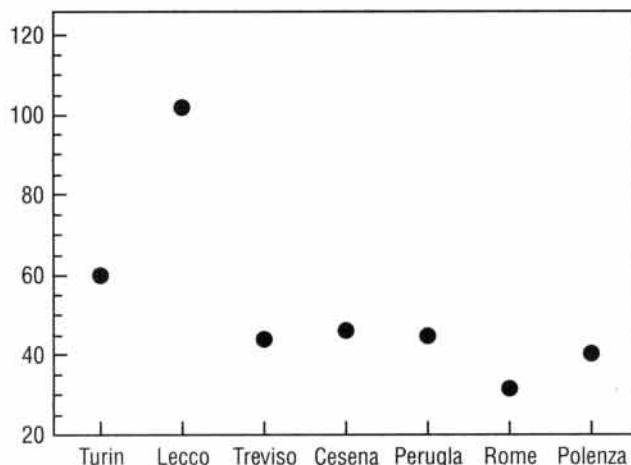
КЛИНИКА.....	ГОРОД.....
ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ КОД МАТЕРИ .....	
АДРЕС.....	РАЙОН.....
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЖИВАНИЯ .....	
ДАТА РОЖДЕНИЯ МАТЕРИ.....	
КОЛИЧЕСТВО ДЕТЕЙ ДО РОЖДЕНИЯ ДАННОГО РЕБЕНКА .....	
ИЗ НИХ ПОЛУЧАЛИ ГРУДНОЕ ВСКАРМЛИВАНИЕ.....	
ПРИБАВКА МАССЫ ТЕЛА В ТЕЧЕНИЕ БЕРЕМЕННОСТИ, КГ.....	
ДАТА РОДОВ.....	
ГЕСТАЦИОННЫЙ ВОЗРАСТ (НЕД).....	ПОЛ РЕБЕНКА.....
РОДЫ	ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ
	ВАКУУМ-ЭКСТРАКЦИЯ, НАЛОЖЕНИЕ ЩИПЦОВ
	КЕСАРЕВО СЕЧЕНИЕ
МАССА ТЕЛА ПРИ РОЖДЕНИИ, Г.....	ДЛИНА ТЕЛА, СМ.....
СОБРАНО ГРУДНОГО МОЛОКА: МЛ....50..... ДАТА .....	
СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА СУТОЧНОЙ ЛАКТАЦИИ В ДЕНЬ СБОРА МОЛОКА: МЛ.....	

Figure 4 shows mean values of  $^{137}\text{Cs}$  concentration in the human milk samples collected up to now for each town. As can be seen, caesium concentration is very low, so that the measurements must be conducted for about 20 days in order to obtain an acceptable statistical uncertainty. However, it is worth noting that the Lake Como area shows the highest contamination level even ten years after the Chernobyl accident.

In table 2 the mean values obtained in the previous studies (Campos Venuti G. et al., 1991; Risica S. et al., 1992) are compared with those of the present research; the mean values of caesium concentration in cow's milk measured in the same areas and same periods by the monitoring laboratories are also reported (Aebischer M.L., Fontana C., 1998; Gualdi R., Margini C., 1998).

**FIGURE 4. MEAN  $^{137}\text{Cs}$  CONCENTRATION IN HUMAN MILK SAMPLES IN SOME ITALIAN TOWNS IN 1997–1998**

**РИСУНОК 4. СРЕДНЯЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ  $^{137}\text{Cs}$  В ПРОБАХ ГРУДНОГО МОЛОКА ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ГОРОДОВ ИТАЛИИ В 1997–1998 ГГ.**



## CONCLUSIONS

This latest research programme again experienced difficulties in obtaining human milk samples. Particularly noteworthy was the fact that, notwithstanding efforts, most hospitals currently participating in the study are in Northern Italy. However, contacts have already been made with other hospitals in both Central and Southern Italy. One of the reason behind the study was to spread knowledge about background value in human milk to administrative districts where the measurements after the Chernobyl accident were less frequent.

The questionnaire data will provide information on the sample of mothers involved in the research. Comparison of this data with that for all Italian mothers will allow differences in any potentially influential feature to be identified. An important parameter to be analysed will be the length of residence of mothers in their

На рисунке 4 представлены средние величины концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в пробах грудного молока. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в пробах чрезвычайно низкое, поэтому необходимо проведение измерений на протяжении около 20 сут для получения приемлемой величины статистической неопределенности. Тем не менее, было установлено, что в районе озера Комо регистрируются наиболее высокие уровни контаминации даже через десять лет после Чернобыльской аварии.

В таблице 2 представлены результаты предыдущих исследований (Campos Venuti G. et al., 1991; Risica S. et al., 1992) в сравнении с данными настоящей работы. Приведены средние величины концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в коровьем молоке, полученные в тех же регионах и на протяжении таких же периодов времени лабораториями, осуществляющими мониторинг (Aebischer M.L., Fontana C., 1998; Gualdi R., Margini C., 1998).

**TABLE 2  
MEAN  $^{137}\text{Cs}$  CONCENTRATION IN HUMAN MILK IN THIS STUDY  
COMPARED TO THAT IN THE PREVIOUS RESEARCH PROGRAMMES  
AND IN COW'S MILK ( $\text{Bq} \cdot \text{L}^{-1}$ )**

**ТАБЛИЦА 2**

СРЕДНЯЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ  $^{137}\text{Cs}$  В ГРУДНОМ И КОРОВЬЕМ МОЛОКЕ ПО ДАННЫМ НАСТОЯЩЕГО И ПРЕДЫДУЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ( $\text{Бк} \cdot \text{л}^{-1}$ )

Region	Years	Human milk $^{137}\text{Cs}$ ( $\text{Bq} \cdot \text{L}^{-1}$ )	Cow's milk $^{137}\text{Cs}$ ( $\text{Bq} \cdot \text{L}^{-1}$ )
Rome	1987	max. 6.0	20.0
	1997	$0.07 \pm 0.01$	<0.6
Lake Como area	1989	$0.39 \pm 0.13$	2.0
	1997	$0.10 \pm 0.02$	0.28

## ВЫВОДЫ

В ходе выполнения настоящей программы исследований авторы вновь столкнулись с трудностями в получении проб грудного молока. Несмотря на приложенные усилия, большинство клиник, принявших участие в исследованиях, оказались расположенным в Северной Италии. Однако были установлены контакты с клиниками как в Центральной, так и в Южной Италии. Одной из задач проводимого исследования, была популяризация сведений о ценности естественного вскармливания в административных районах, в которых экологическая ситуация после аварии в Чернобыле была изучена мало.

Данные анкетирования предоставят информацию о женщинах, принимавших участие в исследовании. Анализ этих данных в сравнении с таковыми о всех кормящих материах в Италии позволит идентифицировать любые потенциально значимые различия. Важным параметром, подлежащим анализу, является продолжительность проживания женщин в данном регионе, поскольку постав-

zone, in order to evaluate if their body contamination (due both to the Chernobyl and weapon test fallout) is representative of the zone itself.

The new technique for separating  $^{90}\text{Sr}$  in these human milk samples seems to be effective; therefore,  $^{90}\text{Sr}$  concentration will also be measured.

The research will probably be expanded to include a sampling of powdered milk for infants to compare  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  concentration in these two types of infant food at more than ten years from the fallout.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are particularly grateful to Prof. G. Gomirato and Dr. F. Albano of S. Anna Hospital, Turin, Prof. R. Zanini, Dr. D. Baronciani and Mrs. W. Martinelli of the Lecco Hospital, Prof. S. Saia and Dr. I. Pitassi of Ca' Foncello Hospital, Treviso, Prof. U. Vanderweid of the Trieste Children's Hospital, Prof. G. Casadei and Mrs. D. Valdifiori of the Cesena Bufalini Hospital, Prof. B. Brunelli and Dr. Trabalza of the Perugia University Hospital, Prof. M.A. Ambruzzi of the Bambino Gesu Children's Hospital, Rome, Dr. G. Albano of Villa d'Agri Public Health Services, Potenza, and Prof. C. Corchia and Dr. A. Iello of the Annunziata Hospital, Cosenza who agreed to participate in the study and, with great care, provided or are providing milk samples.

Moreover, the technical support of P. Di Ciaccio and M. Sabatini is acknowledged.

This study has been partially supported by the National Institute of Health research project "Protection of Risk Factors of Maternal and Child Health".

## REFERENCES

- Aebischer M.L., Fontana C. Personal communication. Laboratorio Centrale CRI, Rome, Italy, 1998.
- Ariete M.G., Belvisi M., Calicchia R. et al. Relazione sull'attività svolta e sui risultati delle misure di sorveglianza effettuate dall'Osservatorio Nazionale. Rapporto Tecnico dell'ENEA. RT/DISP/89/4. Rome, Italy, 1989.
- Bertollini R., Campos Venuti G., Di Lallo D., Perucci C.A., Risica S., Simula S. Radioactivity in breast milk in Central Italy in the aftermath of Chernobyl. Acta Paediatrica Scandinavica, 1987, 76: 530–531.
- Campos Venuti G., Risica S., Rogani A. Radioactive caesium contamination in human milk in Italy after the Chernobyl accident. Radiation Protection Dosimetry, 1991, 37 (1): 43–49.
- ENEA. Misure effettuate nell'anno 1986 dai laboratori dell'ENEA su campioni ambientali e della catena alimentare in seguito all'incidente di Chernobyl. Sez. 1–9. Rome, Italy, 1988.
- EPA, Eastern Environmental Radiation Facility. Radiochemistry Procedure Manual, report EPA 520/5–84–006, 1984
- Fabbri S., Rogani A., Sogni R., Tabet E., Tarroni G. The impact of the Chernobyl accident on the Italian population: a reassessment. IAEA-TECDOC-964, 1997, Vol.1: 188–196.
- Gualdi R., Margini C. Personal communication. P.M.I.P. Milano, IVU.O, Fisica and T.A., Milano, Italy, 1998.
- National Institute of Health, Department of Physics. The Environmental Risk in Power Production: Experimental Results, Calculations and Considerations after Chernobyl. Annali dell'Istituto Superiore di Sanita, 1987, 23 (2): 177–522.
- Regione Emilia Romagna. Rete di controllo della radioattività ambientale nella Regione Emilia Romagna. Risultati anni 1988–1996. Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente dell'Emilia Romagna.
- Risica S., Campos Venuti G., Rogani A., Baronciani D., Petrone M. Caesium contamination in human milk and transfer factor from diet. Analyst, 1992, 117: 511–514.
- Risica S., Campos Venuti G., Di Domenico A., Grisanti G., Ragazzini L., Rogani A., Tancredi F. Human milk radioactive contamination. Proceedings of IRPA 8 (International Radiation Protection Association), Montreal, 17–22 May, 1992. Part I, 1992a, pp. 443–446.
- лена цель оценить, является ли содержание в организме радионуклидов (вследствие как Чернобыльской аварии, так и испытаний ядерного оружия) репрезентативной величиной для региона их проживания.
- Новая методика выделения  $^{90}\text{Sr}$  из проб грудного молока представляется эффективной, следовательно, будут получены также данные о его концентрации.
- Исследование будет расширено: предполагается изучение сухих молочных смесей для детского питания для сравнения концентраций  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  более чем через десять лет после аварии на ЧАЭС.

## ВЫРАЖЕНИЕ БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают особую признательность проф. G. Gomirato и д-ру F. Albano из госпиталя Св.Анны, г. Турин, проф. R. Zanini, д-ру D. Baronciani и миссис W. Martinelli из госпиталя Лекко, проф. S. Saia и д-ру I. Pitassi из госпиталя К'Фонцелло, г. Тревизо, проф. U. Vanderweid из Детского госпиталя, г. Триест, проф. G. Casadei и миссис D. Valdifiori из госпиталя Цезена Буфалини, проф. Б.В. Brunelli и д-ру Trabalza из госпиталя Университета Перугия, проф. М.А. Ambruzzi из Детского госпиталя Bambino Gesu, Рим, д-ру G. Albano из Службы общественного здоровья Вилла д'Агри, Потенца и проф. C. Corchia и д-ру A. Iello из госпиталя Аннунциата, г. Косенца, которые согласились принять участие в исследовательской работе и, с большой тщательностью осуществляли или осуществляют получение проб грудного молока.

Кроме того, выражается признательность P. Di Ciaccio и M. Sabatini за техническую поддержку.

Данному исследованию была оказана частичная поддержка научным проектом "Защита от факторов риска здоровья матери и ребенка".