MARIA MARCINIAK, ZENON BAŁTRUKIEWICZ, JAN CHAŚ

PRZECHODZENIE LANTANOWCÓW Z MLEKIEM SKAŻONYCH SZCZURÓW DO POTOMSTWA

Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii, Warszawa
Komendant płk prof. dr hab. *J. Reiss*

Badano przechodzenie z mlekiem wybranych lantanowców (ND-147, Sm-153, Eu-155 i Tb-160) z organizmu matki do potomstwa w okresie 14—21 dni karmienia Stwierdzono przechodzenie badanych radionuklidów z mlekiem do potomstwa wzrastające wraz z liczbą masową pierwiastka: Nd, Sm, Tb. Maksymalne przejście radionuklidów z mlekiem do potomstwa określono dla Nd-147 na 2,20; dla Sm-153 na 2,37; Eu-155 na 10,30 i Tb-160 na 17,70 odsetka radioaktywności w miocie w stosunku do pojedynczej dawki podanej dożylnie karmiącej samicy.

WSTĘP I CEL PRACY

Substancje radioaktywne mogą powodować zaburzenia rozwoju płodów we wszystkich okresach embriogenezy. Zaburzenia te są możliwe w przypadkach przedostania się radionuklidów z organizmu matki przez łożysko do płodów w okresie ciąży oraz z mlekiem do potomstwa w okresie karmienia [7, 17, 26, 32].

W związku z tym możemy rozróżnić dwa rodzaje narażenia na promieniowanie jonizujące potomstwa skażonej matki:

1) związane z przenikaniem radionuklidów z organizmu matki przez łożysko do płodów w okresie ciąży,

2) związane z przejściem radionuklidów z organizmu matki z mlekiem do osesków w okresie karmienia.

We wcześniejszej pracy oceniliśmy przechodzenie wybranych lantanowców (Nd-147, Sm-153, Eu-155 i Tb-160) z organizmu matki do płodów w różnych okresach ciąży [24].

Wiadomo, że w okresie karmienia przechodzi z organizmu matki więcej substancji promieniotwórczych niż w całym okresie wewnątrzmacicznego rozwoju [4, 5, 20, 28].

Przedstawiciele III grupy układu okresowego (Y-91 i Ce-144) pomimo że należą do pierwiastków słabo wydalających się z mlekiem przechodzą do mleka w ilościach dziesięciokrotnie wyższych niż przez łożysko.

Można sądzić, że tylko żelazo przechodzi w mniejszych ilościach z mlekiem niż przez łożysko, co można wyjaśnić aktywną rolę łożyska w przekazywaniu żelaza z ustroju matki do płodów [21].

Na wysoki stopień przechodzenia radionuklidów z organizmu matki do noworodków wpływa ich wysokie wchłanianie z przewodu pokarmowego, zwłaszcza w pierwszych dniach życia [9, 19, 20, 31].

Wchłanianie lantanowców z przewodu pokarmowego dorosłych zależy od wielkości cząstek i rozpuszczalności podanych związków [33, 34]. Na ogół jest niskie i w większości przypadków nie przekracza 0,059% wprowadzonej do ustroju dawki tych pierwiastków. Wchłanianie Ce-144

i pierwiastków transuranowych z przewodu pokarmowego noworodków jest o 1—2 rzędy wyższe niż u dorosłych osobników [28, 35, 36]. Wchłanianie i wydalanie Ce-144 z przewodu pokarmowego noworodków zależne są od wieku oraz diety [16, 29]. Wg. *Naharina* [28] w okresie ssania u noworodków mysich absorbuje się z przewodu pokarmowego 0,5—2,5% dawki wprowadzonej do ustroju matki. Wartość ta jest znacznie wyższa niż przyjęta dla absorpcji lantanowców z przewodu pokarmowego dorosłych myszy. Podanie karmiącym samicom środków chelatujących (EDTA, DTPA) zmniejszało przechodzenie Ce-144 z mlekiem matki i gromadzenie w ciele noworodków [2].

Doniesienia na temat wydalania lantanowców z mlekiem nie są zgodne. Wg *McClellana* [25] i *Stanley'a* [40] przechodzenie do mleka radionuklidów o dużej liczbie masowej jest niewielkie, radionuklidy słabo resorbujące się z przewodu pokarmowego przechodzą do mleka w małych ilościach, a pierwiastki ziem rzadkich wcale. Niskie przejście Ce-144 do mleka i osesków wykazali również inni autorzy [1, 37]. *Sirotkin* [37] podaje, że po doustnym skażeniu Ce-144 do osesków przechodzi 0,04% dawki radionuklidu w przeciągu 7 dni. *Bałtrukiewicz* i *współautorzy* [1] stwierdzili, że w okresie 11 dni karmienia do osesków przechodzi ok. 0,4—0,8% wstrzykniętej dożylnie dawki Ce-144. Badania *Naharina* [28] wykazały dużo wyższe przechodzenie Ce-144 z mlekiem do osesków (maksymalnie 11,7% w okresie 11 dni karmienia).

Niewielka liczba wykonanych dotychczas badań oraz ewentualne zagrożenie skłoniły nas do przeprowadzenia badań oceniających przechodzenie wybranych lantanowców (Nd-147, Sm-153, Eu-155 i Tb-160) z mlekiem do organizmu noworodków i tym samym zebranie danych o stopniu narażenia noworodków w przypadku skażenia samic izotopami promieniotwórczymi lantanowców.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia wykonano na 20 ciężarnych samicach *Wistar* o ciężarze ciała 200 ± 10 g w chwili rozpoczęcia eksperymentu oraz na ich potomstwie. Samice na czas kojarzenia umieszczano w klatce razem z samcami (2 samice + 1 samiec) na okres 4 dni. Po kojarzeniu samice trzymano w oddzielnych klatkach do końca doświadczenia, wodę i pokarm standardowy podawano bez ograniczeń.

W dniu porodu i w okresie karmienia, co 7 dni wstrzykiwano do żyły ogonowej beznośnikowe roztwory chlorków: Nd-147, Sm-153, Eu-155, Tb-160 w 0,1 N HCl produkcji OPIDI-Swierk w dawce 111 kBq (0,2 ml). Następnie przez okres 14—21 dni mierzono każdego dnia radioaktywność miotów noworodków za pomocą uniwersalnego zestawu radiometrycznego ZR-1 z sondą SSG-1. Wyniki pomiarów porównywano z wzorem odpowiadającym wstrzykniętej dawce.

Stopień skażenia noworodków (impulsy/min) sumowano dla miotu karmionego przez jedną samicę i odnoszono do wzorców. Aktywność miotów wyrażano w odsetkach dawki podanej samicom. Z tak otrzymanych wartości obliczono średnie wartości danego radionuklidu w miocie po każdorazowym skażeniu samic wg wzoru:

$$A(\bar{t}) = \frac{1}{t}\int_0^t A(\tau)\,d\tau \qquad (1)$$

gdzie:

A (t̄) — dawka radionuklidu w miocie w danym momencie czasowym (wyrażona w odsetku wstrzykniętej samicom),

t — czas od podania radionuklidu samicy do pomiaru miotów,

τ — stała całkowania.

Maksymalny błąd metody uwzględniający błąd podania, błąd pomiaru i błąd losowy oszacowano na ± 35%.

WYNIKI

Uzyskane wyniki badań przeprowadzono w tabeli I.

Tabela I. Średnia zawartość Nd-147, Sm-153 i Tb-160 w ciele noworodków po dożylnym skażeniu karmiących samic

Wiek noworodków dni	Dni po skażeniu	Średnia zawartość w ciele noworodków w % dawki podanej			
		Nd-147	Sm-153	Eu-155	Tb-160
1	1	0,20±0,08	0,47±0,05	1,12±0,21	4,86±1,13
2	2	0,31±0,12	0,68±0,04	1,77±0,32	7,30±1,60
3	3	0,32±0,13	0,80±0,06	2,13±0,35	8,29±1,75
4	4	0,28±0,11	0,90±0,08	2,38±0,37	8,94±1,84
5	5	0,24±0,10	0,97±0,10	2,52±0,37	9,24±1,84
6	6	0,21±0,09	1,02±0,10	2,60±0,37	9,21±1,80
7	7	0,18±0,08	1,05±0,08	2,64±0,37	9,01±1,74
8	1	0,72±0,08	0,89±0,05	4,60±0,50	7,91±1,70
9	2	1,10±0,11	1,42±0,13	7,68±0,87	12,90±2,15
10	3	1,32±0,14	1,68±0,19	9,18±0,89	15,38±3,10
11	4	1,41±0,15	1,85±0,22	9,78±0,93	16,91±3,29
12	5	1,50±0,16	2,00±0,25	9,96±0,94	17,68±3,25
13	6	1,55±0,13	2,17±0,27	9,92±0,93	17,70±3,26
14	7	1,43±0,13	2,37±0,31	9,76±0,91	16,94±2,88
15	1	1,22±0,01	0,80±0,19	6,27±0,62	
16	2	2,02±0,09	1,36±0,32	10,06±0,87	
17	3	2,21±0,27	1,60±0,31	10,32±0,76	
18	4	2,21±0,28	1,77±0,29	8,89±0,58	
19	5	1,78±0,37	1,90±0,31	7,50±0,47	
20	6	1,56±0,34	1,89±0,29	6,39±0,39	
21	7	1,40±0,28	1,80±0,28	5,33±0,34	

Podane w tabeli wartości dla każdego radionuklidu są średnią uzyskaną z miotów 5 samic.

OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

W okresie ciąży i karmienia czynnikiem decydującym o przenikaniu radionuklidów przez barierę łożyskową i mleczną do potomstwa jest ich stężenie w krwi matki [20, 30]. Istotny wpływ na wydalanie radionuklidów z mlekiem na czas skażenia matki. Najwyższe wartości radionuklidów w mleku wykazano, gdy skażenie matki nastąpiło w okresie laktacji [20, 28]. Największe wydalanie pierwiastków ziem rzadkich z mlekiem obserwowano w pierwszym okresie po skażeniu.

Przeprowadzone badania wskazują na odwrotną zależność wydalania z mlekiem pierwiastków II grupy układu okresowego od ich liczby masowej [12, 13, 19, 25, 41]. Możliwe, że analogiczna zależność występuje wśród pierwiastków innych grup układu okresowego, lecz brak jest badań w tym kierunku.

Droga wprowadzenia radionuklidu do ustroju karmiącej samicy ma zasadniczy wpływ na jego wydalanie z mlekiem. Np. po doustnym podaniu Ce-144 samicom do mleka przechodzi tylko 0,04% dawki [37], po dożylnym podaniu ≈ 2,3% dawki [28].

W wykonanych badaniach wykazano zależność między ilością radionuklidu przechodzącą do mleka a gatunkiem i masą ciała zwierzęcia [8, 9, 12]. Np. u małych zwierząt laboratoryjnych do mleka przechodzi więcej radionuklidów w przeliczeniu na jednostkę masy ciała. Wg *Bułdakowa* i *Moskalowa* [4] różnice gatunkowe w wydalaniu radionu-

klidów z mlekiem korelują z zawartością substancji mineralnych w mleku, zwłaszcza soli wapnia. Wydalanie radionuklidu z mlekiem nie jest natomiast zależne od wprowadzonej radioaktywności. W przypadku β-emiterów istnieje możliwość powstania zaburzeń strukturalnych w barierze mlecznej i jej przenikalności [30].

Z wyników uzyskanych przez nas i przedstawionych w tab. I widoczna jest prosta zależność przechodzenia do mleka badanych radionuklidów od ich liczby masowej. Średnia procentowa zawartość radionuklidów w miotach skażonych samic wzrasta wraz z ich liczbą masową w kolejności: Nd < Sm < Eu < Tb. Maksymalne poziomy badanych radionuklidów w miotach w okresie 14—21 dni karmienia mlekiem wynoszą: dla Nd-147 — 2,20%, Sm-153 — 2,37%; Eu-155 — 10,30% i Tb-160 — 17,70% (tabela 1). Wyjaśnienia wymaga, czy zależność ta jest specyficzna dla lantanowców i czy występuje w innych grupach pierwiastków. Wiadomo bowiem, że przechodzenie do mleka związków o niskiej masie cząsteczkowej oraz pierwiastków o niskiej masie atomowej jest większe [12, 19, 25, 40].

Wiadomo jest, że lantanowce po dożylnym podaniu gromadzą się głównie w wątrobie (≈ 50%) i kościach (≈ 25%) [14, 23, 43], oraz że wychwyt wątrobowy maleje na korzyść wychwytu kostnego dla lantanowców cięższych [11]. Niektórzy autorzy [11, 22, 42] obserwowali znaczne wydalanie pierwiastków mających powinowactwo do kości z mlekiem podczas laktacji. Wyjaśniłoby to stwierdzony w naszych badaniach fakt zwiększania się wydalania lantanowców z mlekiem karmiących samic wraz ze wzrostem ich liczby masowej i retencji w kościach. Nasze wyniki są zgodne z doniesieniami *Naharina* [28, 32], który wykazał wyższe wydalanie z mlekiem Eu-152 (cięższy lantanowiec) niż Ce-144 (lekki lantanowiec).

Wyniki prezentowane w tabeli I wskazują na zwiększone przechodzenie badanych radionuklidów z mlekiem do osesków po każdym kolejnym skażeniu karmiących samic. Pierwszego dnia po kolejnych skażeniach karmiących samic przechodzi z mlekiem do osesków 0,20; 0,72; 1,22% dawki Nd-147 podanej dożylnie. Analogiczne wartości dla Sm-153 0,47; 0,89; 0,80; dla Eu-155 — 1,12; 4,60; 6,27 i dla Tb-160 — 4,84 i 7,91. *Bałtrukiewicz i współautorzy* [1] wykazali również wzrost radioaktywności osesków po kolejnych skażeniach Ce-144 karmiących samic przebiegający skokami ze znaczną nieregularnością.

Naharin i współautorzy [28] wykazali 4—11-krotny wzrost radioaktywności miotów myszy skażonych Ce-144 i Eu-155 w okresie 11 dni karmienia. Po 11 dniach karmienia aktywność miotów samic skażonych cerem i europem obniżała się, co było prawdopodobnie związane z rozpoczęciem odżywiania się potomstwa poza piersią i zmniejszoną produkcją mleka przez matkę [8, 10, 13, 15, 42]. Podobnie *Owczarenko* [30] i *Parfenow* [31] wykazali najwyższe stężenie Sr-90 i pierwiastków transuranowych w ciele noworodków w okresie pierwszych 10 dni życia. Inną dynamikę odkładania się Ce-144 w ciele osesków szczurzych wykazał *Kulików* [20]. Najwyższy poziom Ce-144 w ciele noworodków występował już po 24 godz. od skażenia samic i do 5 dnia utrzymywał się stan równowagi pomiędzy przechodzeniem radionuklidu z mlekiem i jego wydalaniem z ustroju.

Wyniki naszych badań wykazały wzrastające wydalanie Nd-147 i Tb-160 z mlekiem w ciągu 3—5 dni po skażeniu samic, następnie obserwowano wolne obniżenie stężenia radionuklidów w mleku. Stężenie

Sm-153 w ciele osesków skażonych samic wzrastało przez kolejne 7 dni po skażeniu karmiących samic (tab. I).

Porównując uzyskane wyniki z wynikami naszej wcześniejszej pracy, [24] dotyczącej przechodzenia lantanowców przez barierę łożyskową do płodów i przestrzeni maciczno-łożyskowej, widoczny jest wzrost zagrożenia potomstwa skażonych samic w okresie karmienia mlekiem. W 21 dniu ciąży do płodów, łożysk oraz wód i błon płodowych przechodzi z organizmu matki: 1,5% Nd-147; 2% Sm-153; 4,7% Eu-155 i 5,0% Tb-160. W okresie 14—21 dni karmienia przejście radionuklidów z organizmu matki do potomstwa było wyższe: 1,2% Nd-147; 2,4% Sm-153; 10,3% Eu-155 i 17,7% Tb-160. Znacznie większe przechodzenie radionuklidów z mlekiem do potomstwa (2—3-krotnie wyższe niż przez łożysko do płodów) obserwowano po skażeniu samic lantanowcami ciężkimi (Eu-155 i Tb-160).

O wzroście zagrożenia potomstwa skażonych samic w okresie karmienia mlekiem donoszą również inni autorzy [4, 5, 20, 28]. W piśmiennictwie są tylko pojedyńcze doniesienia dotyczące skutków wniknięcia radionuklidów do organizmu osesków. Aby orientacyjnie ocenić rażące działanie radionuklidów przedostających się z mlekiem należy oszacować dawki pochłonięte w narządach osesków.

Wiadomo, że ze względu na różny metabolizm i dynamikę radionuklidów oraz rozmiary narządów w organizmie osesków i dorosłych osobników dawki pochłonięte w narządach krytycznych noworodków są znacznie wyższe [3, 6, 35]. Np. dla jodu średnie dawki na całe ciało noworodków są 22 razy większe, a dla tarczy 25-krotnie wyższe. Dawki pochłonięte w przewodzie pokarmowym, wątrobie i szkielecie szczurzych noworodków od 37 kBq Pu-239, Am-241 i Np-237 przez okres 30 dni oszacowane metodą graficznego całkowania wartości uzyskanych przez *Owczarenkę* [30] wynosiły odpowiednio: 0,3; 0,03 i 0,03 Gy (dla Pu-239); 0,04; 0,005 i 0,05 Gy (dla Am-241) i 0,016; 0,005 i 0,001 Gy (dla Np-237). Powyższe doniesienia oraz brak danych w piśmiennictwie dotyczącym rozmieszczenia i dynamiki lantanowców w organizmie noworodków oraz zagrożenia potomstwa tymi radionuklidami skłaniają nas do podjęcia badań w tym kierunku i będą tematem naszych przyszłych badań.

PODSUMOWANIE

1. Radionuklidy: Nd-147, Sm-153, Eu-155 i Tb-160 po dożylnym podaniu samicom przechodzą do mleka i potomstwa w ilościach od paru do kilkunastu procent podanej samicom dawki.
2. Zawartość radionuklidów w miotach wzrasta wraz ze wzrostem ich liczby masowej Nd < Sm < Eu < Tb.
3. Kolejne skażenia samic powodują zwiększenie gromadzenia radionuklidów.

М. Марциняк, З. Балтрукевич, Й. Хась

ПЕРЕХОД ЛАНТАНОВЦЕВ С МОЛОКОМ ЗАРАЖЕННЫХ КРЫС К ПОТОМСТВУ

Резюме

Исследовано переход с молоком выбранных лантановцев (Nd-147, Sm-153, Eu-155 и Tb-160) из материнского организма к потомству в периоде 14—21 дней кормления. Опыт проведено на 20 беременных самках штамма **Вистар,** которые

получили интравенозно около 110 кBq (≈ 3 μCi) безносительных растворов хлоридов выше вымененных радионуклидов в 0,01 N HCl продукции OPIDI Świerk в день родов а также через каждые 7 дней в периоде кормления. В периоде 14—12 дней измерено радиоактивность новорожденных помётов при помощи универсального радиометрического комплекса ZR-1 с зондом SSG-I. Результаты измерений отношено к образцу отвечающему дозе примененной кормящей самке.

Проведенные исследования показали, что примененные радионуклиды переходят с молоком зараженных самок к новорожденным в значительном количестве увеличивающимся с ростом их числа массы. Максимальные средние концентрации радионуклидов в помётах зараженных самок в периоде 14—21 дней кормления равнялись относительно Nd-147 — 2,20, Sm-153 — 2,37, Eu-155 — — 10,30, Tb-160 — 17,7% дозы примененной интравенозно самке/помёт. Следующее заражение самок в периоде лактации вызывало рост радиоактивности помётов в относительных днях после заражения

M. Marciniak, Z. Bałtrukiewicz, J. Chaś

PENETRATION OF LANTHANIDES WITH THE MILK OF CONTAMINATED RATS INTO THEIR OFFSPRINGS

Summary

The authors studied the passage with milk of certain lanthanides (Nd-147, Sm-153, Eu-155 and Tb-160) from the maternal organism to the offsprings during 14—21 days of lactation.

The experiment was carried out on 20 pregnant *Wistar* rats which were injected intravenously with about 110 kEq (3 uCi) of no-carrier chloride solutions of these radionuclides in 0.01 N HCl produced by OPIDI in Świerk on the day of labour and at intervals of 7 days during lactation. The radioactivity of the newborns was measured during 14—21 days with a universal radiometric set ZR-1 with a SSG-1 probe. The results of the measurements were related to a reference standard corresponding to the dose injected into the lactating female.

These studies showed that the tested radionuclides passed with the milk of the contaminated females to the organism of the suckling rats in considerable amounts, increasing with their mass number. The maximal mean concentrations of the radionuclides in the litters of the contaminated females during 14—21 days of lactation were: Nd-47 — 2.20; Sm-153 — 2.37; Eu-155 — 10.30; Tb-160 — 17.70% of the intravenous dose given to the female per litter. Successive doses of the radionuclides given to the females during lactation increased the mean radioactivity of the litters on the corresponding days after contamination.

PIŚMIENNICTWO

1. *Bałtrukiewicz Z., Derecki J., Pogorzelska-Lis M.:* Transfer of selected radionuclides from the organism of pregnant and feeding female rat to the offerspring, Acta Physiol. Pol., 1973, XXIV, 3, 437. — 2. *Bałtrukiewicz Z., Burakowski T., Derecki J.:* Effects of ethylenediaminetetraacetic and (EDTA) and diethylenetriaminepentaacetic and (DTPA) derivatives on penetration of ytterbium-169 and cerium-144 into the rat offerspring, Acta Physiol. Pol., 1976, 27, 2, 175. — 3. *Bielcow D. J., Lobowa E. K., Trieptyck Ł. A.:* Nauczno-prakticzeskaja konferencja po radiacjonnoj gigienie, Materiały, 1967, 18. — 4. *Bałdakow Ł. A., Moskalew J. I.:* Problemy rospriedielenja i eksperymentalnoj ocenki dopustimych urowniej Cs-137, Sr-90, Ru-106, M, 1986. — 5. *Bułdakow L. A.:* Powiedienje plutona (Pu^{239}) w organizm porosiat, Radiobiologia, 1968, 1, 62. — 6. *Bułdakow Ł. A., Burow N. J.:* Raspriedielenje, biologiczeskoje diejstwie, uskorienje wywiedienja radioaktiwnych izotopow, M., 1964, 136—146. — 7. *Burnazjan A. J.:* Radiacjonnaja medicina atomizdat, Moskwa, 1968, 285. — 8. *Burow N. J.:* Biologiczeskoje diejstwie radjacji i waprosy raspriedielenja radioaktiwnych izotopow, M., 1961, 88. — 9. *Burow N. J.:* Metabolizm stronta 90 w organiźmie nieaktownych widow sielskochazajstwiennych żywotnych, Owtoref dr. konf., M., 1974. — 10. *Comar C. L., Wasserman R. U., Twartock:* Secretion of calcium and strontium into milk. Hlth. Phys., 1961, 7, 69.

11. *Durbin P. W.:* Placental transfer of Sr-90 in the Rhezus Monkey, USA E.G., Raport UCRL-3634, 1971, 14. — 12. *Fowler E. B:* Radioactive fallout, soils, plants, foods, man, Elsevier. Publ. Comp., Amsterdam, 1963, 211. — 13. *Garner R. J., Jones H. G., Sanson B. F.:* Fission products and the Diary Cow. Some aspects of the metabolism, of the alkine earth elements calcium, strontium and barium, Biochem. J., 1960, 76, 572. — 14. *Haley T. L.:* Pharmacology and toxicology of the rare elements, J. Pharm. Sci., 1965, 54, 633. — 15. *Hood L. L, Comar C. L.:* Metabolisme of cesium 137 in rats and Farm animals, Arch. Biochem., 1953, 45, 423—433. — 16. *Inaba J., Lengman F. W.:* Intestinal uptake and whole body retention of Ce^{144} by sucling rats 1972, 22, 169. — 17. *Kashima M., Mahlun D. D, Sikov M. R.:* Metabolism and effect of monomeric and polymeric plutonium in the immature rat liver, Hlth. Phys., 1972, 22, 6, 749. — 18. *Kazano T.:* Effects of low doses of DTPA on the excretion and organ retention of Ce^{144} in the rats, Strahlentherapie, 1977, 153, 3, 195. — 19. *Kostial K., Mamáilovič U:* The effect of lactation of Pu^{203} and Ca^{47} in rats, Hlth. Phys., 1972, 23, 383. — 20. *Kulikow W. G.:* Proniknowienie radioizotopow czerez placentarnyj i mołocznyj barier iz organizma matierii w potomstwo mlekopitajuszczych, Awtoref. Dis. Kand., Swierdłowsk, 1964.

21. *Kulikow W. G.:* Teoreticzeskoje woprosy mineralnowo obmiena, Swierdłowsk, 1970, 55. — 22. *Lubin E., Naharin A:* Transfer of $Eu^{152-154}$ to the offerspring during pregnancy and lactation, Int. J. Appl. Radiat. Isotop., 1966, 17, 301. — 23. *Magnusson G.:* The behavior of certain lanthanons in rats, Acta Pharm. Tox., 1963, 20, supp. 3, Kopenhaga. — 24. *Mariciniak M., Bałtrukiewicz Z., Chaś J:* Przenikanie wybranych lantanowców do płodów i przestrzeni maciczno-łożyskowej po dożylnym skażeniu szczurów, niepublikowane. — 25. *Mc Clellan R. O., Casey H. W., Bustad L K.:* Transfer of some transuranic elements to milk, Hlth. Phys., 1962, 8, 689. — 26. *Moskalew J. I.:* Radioaktiwnyje izotopy i organizm, Medicina, Moskwa, 1964, 34. — 27. *Miller J. K., Byrne W. F., Lyke W. A.:* Comparison of fecal excretions of Scandium-46 tagged sand and solublie cerium-144 by calves, Hlth. Phys., 1972, 22, 5, 461. — 28. *Naharin A., Lubin E., Feige Y.:* Transfer of Ce^{144} to mouse embroys and offerspring via placenta and lactation, Hlth. Phys., 1969, 17, 4, 717. — 29. *Naharin A., Lubin E., Feige Y., Sadek T.:* Internal deposition of ingested cerium in sucling mice., Hlth. Phys., 1974, 27, 207. — 30. *Owczarenko E. P.:* Przechodzenie radionuklidów do potomstwa z mlekiem matki, Med. Radiol., 1982, 1, 71.

31. *Parfenow J. D.:* Pierechod Sr-90 ot matierii k potomstwu, Dis. Kanad. M., 1964. — 32. *Rugh R:* Hlth. Phys., 1953, 83, 762. — 33. *Sasser L. B., Bell M. C, West J. T.:* From symposium in surrvival of food grops and livestook in the event of nuclear war., Upton N.Y. sept. 1970, 178. Simulant radiation effect on sheep. — 34. *Sasser L B., Bell M. C., West J. L.:* Gastrointestinal irradiation of sheep with on insoluble Y^{90} tagged fallont simulant, Hlth. Phys., 1972, 22, 5, 467. — 35. *Siemionow A. J., Moskalew J. I., Zalukin G. A.:* Wlianie wozrosta na wsasywanie kjurja-244 iz żeludocznowo-kiszecznowo trakta krysy, Radiobiologia, 1973, 1, 155. — 36. *Sikov M R., Mahlum D. D.:* Plutonium the developing animal, Hlth. Phys., 1972, 22, 707. — 37 *Sirotkin A. N., Savapulcew I. A.:* Pieriechod productow jadernowo dielenja w mołoko krow pri odnokrotnom i chroniczeskom postruplienji czerez rot, GIG i San., 1973, 6, 108. — 38. *Shiranski, Yoshiknyki, Ichikawa:* Absorption and retention of Ce-144 and Zr^{95}—Nb^{95} in newborn and adult rats., Hlth. Phys., 1972, 22, 4, 373. — 39. *Stacher K., Lazarow J., Daner K.:* Study of Ce-144 resorption and accumulation in some organs and tissues of ruminants and its excretion with milk, Zhirot. Nauki, 1971, 8, 1, 15. — 40. *Stanley R. E., Mullën A. A.:* Absorbtion, distribution and milk secretion of radionuclides by the dairy cow, Hlth. Phys., 1974, 27, 279.

41. *Twardock A. R., Comar C. L.:* Calcium and strontium secretion from blood to milk. Am. J. Physiol., 1961, 201, 645—650. — 42. *Wiliams K.:* Strontium studies, UKAEA Report AERE-R-3423, 1960, 10. — 43. *Zakutinski D. J., Parfienow J D, Seliwanowa L. J.:* Sprawočnik po toksykologii radioaktiwnych izotopow, Moskwa, 1962, Gosudarstwiennoje izdatielstwo. — 44. *Żylicz E., Zabłatowa R., Geisler J., Szot K:* Effects of DTPA on the deposition of Zn^{65}, Co^{65}, Ce^{144} in pregnant rat and in fetoplácental unit., Rad. Biol., 1975, 28, 2.

Dnia 1985.07.2'.

Warszawa, ul. Kozielska 4.