

MH Egészségvédelmi Intézet
HM Technológiai Hivatal*

A Személyi Radiotoxikológiai Egységkészlet alkalmazásának lehetőségei

1. Különböző típusú dekorporáló vegyületek hatása az akut radioizotópos belső szennyeződések kezelésére

Dr. Gachályi András ny. mérnökezetredes,
Dr. Naményi József ny. alezredes,
Gyulai Gábor* mérnökalezredes,
Némethné Natalia Karpova százados
Dr. Fűrész József orvoszetredes, Ph.D.

Kulcsszavak: Radioizotópok, egyszeri stroncium, cézium expozíció, kísérleti állatok biológiai felezési idő, dekorporációs hatásfok

A szervezetbe került radioizotópok gyorsan bekerülnek a keringésbe és jutnak végleges deponálódási helyükre, amelynek következményeként csak egy igen rövid idő (1-2 óra) áll a rendelkezésünkre a hatékony dekorporációs eljárások bevezetésére.

A szerzők állatkísérletekben (normál és vemhes) vizsgálták a szervezetbe különböző utakon bekerült legjelentősebb radioizotópok (mint pl. stroncium, cézium, nióbium, cérium stb.) lerakódási- és kiürülési viszonyait, a dekorporációt kedvezően befolyásoló vegyületek és készítmények alkalmazhatóságát.

Meghatározták a szervezetbe egyszeri alkalommal bejuttatott legfontosabb hasadvány-termékek radiotoxikológiai sajátságait, azok mobilizációs lehetőségeit.

Eredményeik szerint a vizsgált radioizotópok ($^{85}\text{-Sr}$, $^{134}\text{-Cs}$ és $^{144}\text{-Ce}$) esetében jó hatásfokkal volt alkalmazható az egyes radioizotópokra speciális dekorporáló vegyület, amelynek következtében az állatok szervezetében visszamaradt izotóp mennyisége mintegy 50-70 %-kal csökkent. Az újszülött állatok esetében 20-50 %-os retenció csökkenés volt mérhető.

Az utóbbi években az atomenergia felhasználásának következményeként a Föld felszínén mind nagyobb mértékű radioaktív anyag megjelenésével kell számolnunk. Helyenként, mint pl. nukleáris kísérletek, vagy reaktor

balesetek alkalmával, olyan nagymennyiségű radioaktív hulladék kerülhet a környezetbe, amelynek környezet szennyező hatásával hosszú ideig számolnunk kell. Ezen anyagok, a talajra, növényzetre kiszóródva,

majd bekerülve az ott élők szervezetébe, komoly biológiai károsodást idézhetnek elő. A radioaktív hasadvány-termékek szervezetet károsító hatása kettős: egyrészt mint külső és belső sugárforrás, másrészt, mint toxikus fém beépül más elemek helyére (pl. stroncium-kalcium) az életfontosságú szervekbe.

A szervezetbe különböző utakon – főleg szájon keresztül, vagy belégzés útján – bekerült radionuklidok, és/vagy egyéb toxikus fémek gyorsan bekerülhetnek a keringésbe és jutnak végleges deponálódási helyükre. Így az intoxikációt követően csak rövid idő (1-2 óra) áll rendelkezésünkre, hogy a radionuklidok szervezetből való eltávolítására hatékony kezelést alkalmazzunk.

A szennyező hatás szempontjából a keletkezett radioaktív izotópok közül, veszélyességüket tekintve, a legnagyobb jelentősége a hasadvány termékeknek, köztük elsősorban a stroncium, cézium és ritka földfém izotópoknak van.

A stroncium izotópjai a hasadvány-termékek egyik, legveszélyesebb elemei. Alkáli földfémként, a biológiai rendszerben a kalciumot helyettesíteni tudja. A nukleáris robbanás alkalmával többféle stroncium (Sr^{85} , Sr^{89} , Sr^{90}) izotóp keletkezik, amelyek veszélyességét, elsősorban a fizikai felezési idő határozza meg.

A szervezetbe került Sr részt vesz a szervezet anyagcsere folyamataiban. Beépülve a csont mátrixba onnan közel 20 éves effektív felezési idővel

ürül ki. A Sr^{90} , mint β -sugárzó izotóp, energiáját a beépülés helyén lévő szöveteknek (csont, csontvelő) adja át, amely hosszú távon, a vérképző szervek károsodását, tumoros megbetegedések létrejöttét idézheti elő.

A cézium izotópjai (Cs^{134} , Cs^{137}), a hasadvány-termékek legveszélyesebb elemei, amelyek a maghasadási folyamatban, kb. 6 %-ban képződnek. Felszívódása mind a gyomor-bél rendszerből (GIT-ből), mind a tüdőből egyaránt jó. A cézium vegyületek felszívódása a szervezetbe jutása után 1 órával már teljes. Az élő szervezetben a káliumhoz hasonlóan viselkedik, eloszlása egyenletes, főleg az izmokban halmozódik fel. A bélbe történő kiválasztódása is jelentős, amely hányad azonban reabszorbeálódik, így az endogén cirkulációja viszonylag magas. A cézium a vizelettel ürül ki a szervezetből.

A nukleáris reakciókban, elsősorban az atomfegyver – kísérletek során, képződő hasadvány termékek között 4,9 - 6,0 %-ban fordul elő a radioaktív cérium (Ce^{141} , Ce^{144}), amely izotóp egyben a nukleáris energetikai ipar egyik potenciálisan környezet-szennyező mellékterméke is. A különböző utakon történő szervezetbe kerülése után igen gyorsan deponálódnak a májban (kortól függően 20-50%), valamint a csontokban.

Állatkísérletekben (normál és vemhes állatokon egyaránt) tanulmányoztuk a sugáregészségügyi szempontból rendkívül jelentős radioaktív stroncium, cézium és cérium deponációs és eliminációs sajátosságait

(egészttest retencióját), valamint azok befolyásolhatóságát különböző típusú dekorporáló vegyületek alkalmazásával.

Anyagok és módszerek

Kísérleti állat

Kísérleteinkben 180-200 g súlyú, nőstény Wistar patkányokat, vagy 20-22 g-os, hím CFLP egereket használtunk (LATI, Gödöllő), amelyeket súly szerint randomizálva csoportokra osztottunk. Az állatokat kontrollált hőmérsékletű (23 ± 4 °C) és páratartalmú (60 ± 15 %), váltakozó megvilágítású (12 órás fény-sötétség ciklus) helyiségben tartottuk. Csapvizet és laboratóriumi standard patkány tápot igényük szerint kaptak.

Felhasznált radioizotóp

Kísérleteinkben a ^{85}Sr -klorid (fajlagos aktivitás 232 MBq/mg stroncium, fizikai felezési idő 65 nap, $E_g=0,512$ MeV) és a ^{134}Cs -klorid (fajlagos aktivitás 160 MBq/mg cézium, fizikai felezési idő 2,2 év, $E^*=0,605$ MeV) 0,5 ml desztillált vizes (pH 7) oldatát gyomorszondán (gt.) keresztül adtuk be az állatoknak. A beadott aktivitás értéke minden esetben 185 kBq volt.

Cériummal végzett kísérleteinkben a ^{144}Ce -klorid (specifikus koncentráció 1,5 GBq/ml, fizikai felezési idő 2,2 év nap, $E^*=0,133$ MeV) 0,5 ml desztillált vizes (pH 7) oldatát intraperitoneálisan (ip.) adtuk be az állatoknak. A beadott aktivitás értéke minden esetben 185-185 kBq volt.

Alkalmazott vegyületek

Dekorporáló vegyületként, a ^{85}Sr -ra

specifikus antidótumot, a Manugel-LH-t (MG), illetve az általunk kiválasztott és specialisan előkészített, DK-3 jelű vegyületeket használtunk. Mindkét vegyület egyszeri dózisa, 1 ml, 1%-os desztillált vizes oldat (10 mg/állat) volt.

Antidótumként radiocézium esetében, az általunk előállított DK-2 jelű (Berlini-kék vas(III) - hexaciano-ferát(II)) vegyület használtunk.

A radiocériumra specifikus antidótumként a trinátrium-kalcium-di-tilén-triamin-pentaecetsavat (DTPA, kódjele DK-1B) alkalmaztunk.

A vegyület egyszeri dózisa, 0,25 mmol/kg volt, amely mennyiséget a kísérleti állatoknak az izotóp adást követően 30 perc múlva intraperitoneálisan (ip.) adtuk be.

Radioaktivitás meghatározása

A kísérleti állatok szervezetébe juttatott radioizotópok izotóp egészttest aktivitását (kezdeti egészttest terhelését) az izotóp beadása után fél órával, NS-208 típusú (KFKI, Budapest) kisállat egészttest számlálóval, scanning üzemmódban határoztuk meg.

A napi mérések értékeit minden esetben a beadott izotóppal azonos kezdeti aktivitású etalonnal (az izotóp fizikai felezési idejével történő korrekció miatt) hasonlítottuk össze.

A retenciós értékeket állatonként határoztuk meg, majd az így kapott értékeket csoportonként átlagoltuk. A kísérleti állatok egészttest aktivitásának változását 30, esetenként 21

napon keresztül mértük.

Az újszülött állatok esetében csoportonként naponta végeztünk testsúlymérést, az egészséget aktivitásokat pedig üreges mérőhelyben (Nk-350 energia-szelektív spektrométer, ND-302/E típusú detektorral) határoztuk meg.

A mérési adatokhoz az $Y(t)\% = Ae^{-(0.693t/T1)} + Be^{-(0.693t/T2)}$ egyenlettel illesztettük a 2 tagú exponen-

ciális görbét, ahol $Y(t)$ a %-os retenció, t az expozíció után eltelt idő napokban, A és B retenciók paraméter %-ban, $T1$ és $T2$ a radioaktív cézium biológiai felezési ideje.

A kísérleti eredményeket nemlineáris regresszió módszerével dolgoztuk fel. Az egyes csoportok közötti eltéréseket Student-féle t-tesztel határoztuk meg.

e.) Kísérleti csoportok

1.) Kísérletek $^{85}\text{-Sr}$ -mal

Csoport szám	Kezelés	Állatszám
Normál (egyszeri stroncium expozíció)		
1	$^{85}\text{-Sr}$ kontroll (185 MBq $^{85}\text{-Sr}$, gt-n)	24
2	$^{85}\text{-Sr}$, gt-n, majd 30 perc múlva MG (1 ml 1%-os, gt-n)	30
3	$^{85}\text{-Sr}$, gt-n, majd 30 perc múlva DK-3 (1 ml 1%-os, gt-n)	30
Vemhes (egyszeri stroncium expozíció)		
4	$^{85}\text{-Sr}$ kontroll (185 MBq $^{85}\text{-Sr}$, gt-n.)	24
5	$^{85}\text{-Sr}$, gt-n, majd 30 perc múlva MG (1 ml 1%-os, gt-n)	30
6	$^{85}\text{-Sr}$, gt-n, majd 30 perc múlva DK-3 (1 ml 1%-os, gt-n)	30

2.) Kísérletek $^{134}\text{-Cs}$ -mal :

Csoport szám	Kezelés	Állatszám
Normál (egyszeri cézium expozíció) patkány		
7	$^{134}\text{-Cs}$ kontroll (185 MBq $^{134}\text{-Cs}$, gt-n)	24
8	$^{134}\text{-Cs}$, gt-n, majd 30 perc múlva (1x) 100 mg DK-2, gt-n	30
9	előetetés 3 napig DK-2-t tartalmazó táppal (200 mg/állat), majd $^{134}\text{-Cs}$, gt-n, és tovább etetés 3 napig DK-2-t tartalmazó táppal	30
Vemhes (egyszeri cézium expozíció) patkány		
10	$^{134}\text{-Cs}$ kontroll (185 MBq $^{134}\text{-Cs}$, gt-n.)	24
11	$^{134}\text{-Cs}$, gt-n, majd 30 perc múlva (1x) 100 mg DK-2, gt-n	30
12	Előetetés 3 napig DK-2-t tartalmazó táppal (200 mg/állat), majd $^{134}\text{-Cs}$, gt-n, és tovább etetés 3 napig DK-2-t tartalmazó táppal	30

2.) Kísérletek ¹⁴⁴Cs-mal

Csoport szám	Kezelés	Állatszám
Normál (egyszeri cérium expozíció)		
13	144-Ce normál kontroll (185 MBq 144-Ce ip.)	24
14	144-Ce, ip., majd 30 perc múlva DK-1B (0,25 mmol ip.)	30
15	144-Ce, ip., majd 30 perc múlva DK-1B (0,50 mmol ip.)	30

Eredmények, megbeszélés1.) Kísérletek ⁸⁵Sr-mal

A radioaktív stronciummal végzett kísérleteinkben vizsgáltuk a DK-3 jelű készítmény hatékonyságát az izotóp egésztest retenciójára. Összehasonlító vegyületeként, a stronciumra specifikus antidótumot, a Manugel LH-t alkalmaztuk.

A felnőtt állatoknak gyomorszondán keresztül beadott radioaktív stroncium egésztest retencióját, az alkalmazott kezelések hatékonyságát az I. és II. táblázatban foglaltuk össze, vala-

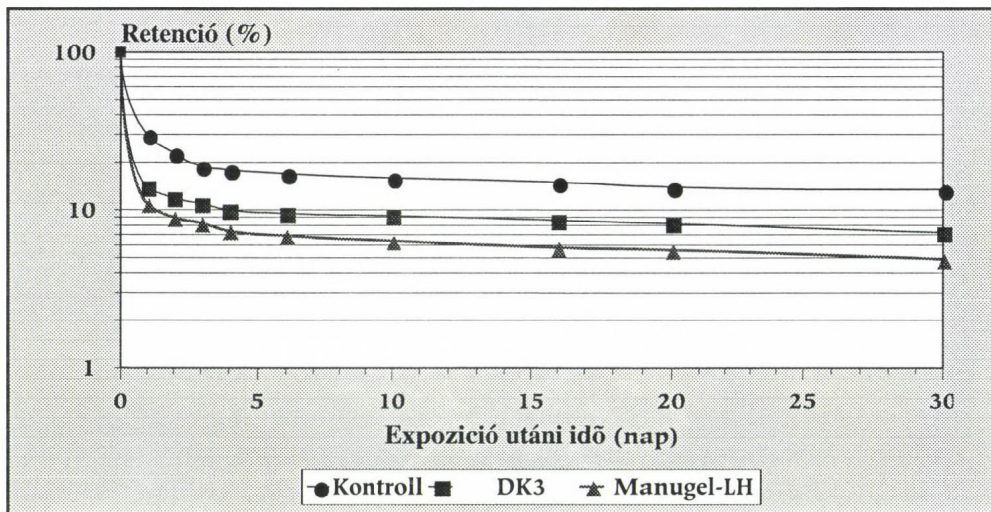
mint az 1. és a 2. ábrán mutattuk be.

Eredményeink szerint, mind a normál, mind pedig a vemhes állatokból, mindkét vegyület (MG és DK-3) hatékonyan üríti ki a szervezetet szennyező izotópot. A kísérletek befejezésekor (a 30. napon) a kezelt csoportok állataihoz viszonyítva a kontroll állatok szervezetében visszamaradt izotóp mennyisége mintegy 2-3 szoros volt.

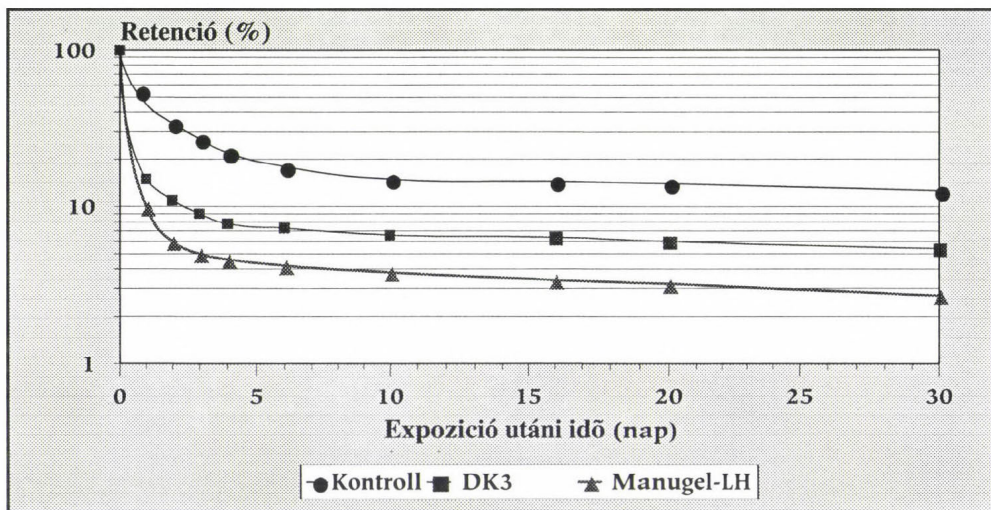
A két vizsgált vegyület dekorporációs hatékonysága között szignifikáns különbséget nem kaptunk.

Csoport szám	Az expozíció után eltelt idő (nap). Adatok Y%-ban									
	0	1	2	3	4	6	10	16	20	30
(1.) Kontroll 85-Sr	100	32,2	25,2	19,4	18,0	17,1	16,5	15,5	14,6	13,5
(2) 85-Sr, gt-n, MG	100	15,1	12,4	11,1	9,2	8,2	7,8	7,2	6,1	5,3
(3) 85-Sr, gt-n, DK-3	100	12,3	9,6	8,4	7,5	6,1	6,0	5,5	5,2	4,2
Vemhes állatok										
(4.) Kontroll 85-Sr	100	55,2	35,3	28,1	21,2	17,9	16,1	15,5	14,8	12,8
(5) 85-Sr, gt-n, MG	100	18,1	11,2	8,7	7,8	7,3	6,8	6,1	5,5	4,0
(6) 85-Sr, gt-n, DK-3	100	10,2	5,7	4,8	4,2	4,0	3,7	3,3	3,0	2,8

I. táblázat: A kezelések hatása a radiostroncium egésztest retenciójára (a szervezetben deponálódott izotóp mennyisége Y%)



1. ábra: A DK-3 és a Manugel-LH hatása a ⁸⁵Sr egésztest retenciójára a normál patkányokban

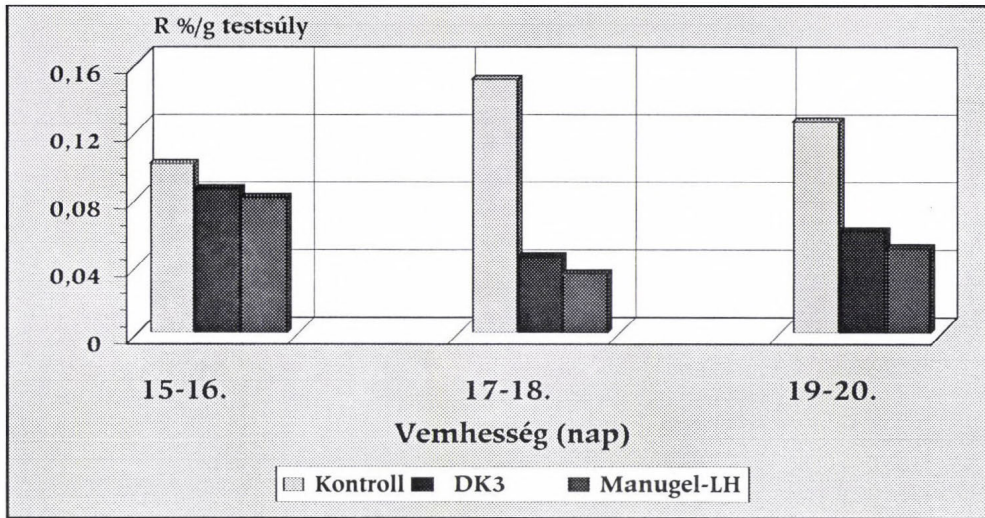


2. ábra: A DK-3 és Manugel-LH hatása a ⁸⁵Sr egésztest retenciójára vemhes patkányokban

Az újszülött patkányok, testsúly grammjára vonatkoztatott ⁸⁵Sr felvételét, a 3. ábrán foglaltuk össze.

Megállapítható, hogy a vemhesség különböző időpontjaiban, az anyaállatoknak beadott radioaktív stronci-

umból különböző mennyiség épül be a magzatok szervezetébe. A vemhesség 15-16. napján beadott ⁸⁵Sr terheli meg legkevésbé a magzatok szervezetét, ebben az időpontban nem is kaptunk szignifikáns ($p > 0,05$) különbséget a vizsgált csoportok között.



3. ábra: Újszülött patkányok testsúly grammjára vonatkoztatott ^{85}Sr felvétele. Az anyaállatok az izotópot a vemhesség 15-16., 17-18., ill. 19-20. napján kapták.

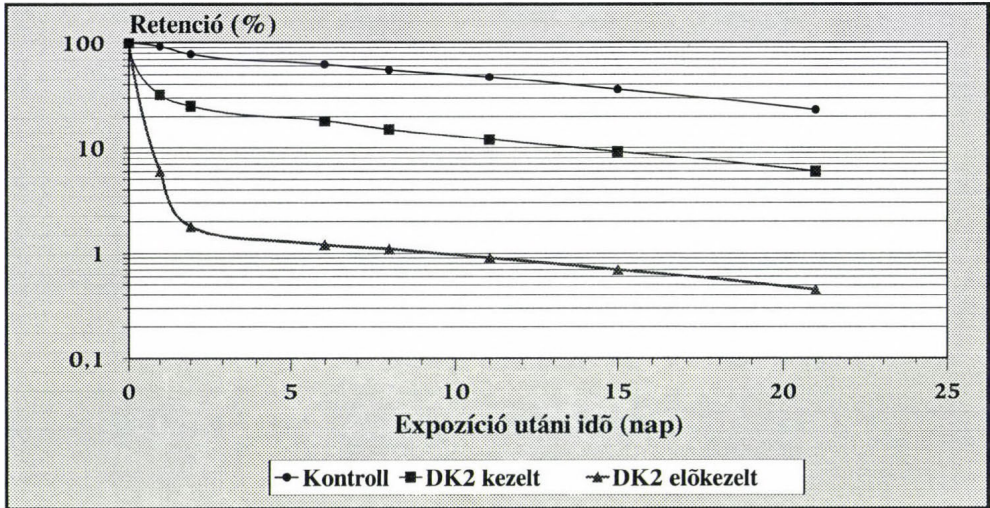
A kontroll állatoknál a magzatok ^{85}Sr felvétele a legintenzívebbnek a vemhesség 17-18. napján történt stroncium terhelés esetén bizonyult, míg a kezelt csoportoknál itt kaptuk a legkedvezőbb eredményt, a kontroll-terhelés 20-25%-t. A vemhesség 19-20. napján bekövetkezett expozíció

esetén a kontroll magzatokban az izotóp felvétel, a DK-3-mal és MG-lel kezelt csoportokhoz viszonyítva, több mint kétszeres volt.

A kezelési csoportokat, valamint az exponenciális függvényből számított értékeket a II. táblázatban foglaltuk össze.

Kezelési csoport	Paraméter (%)		Biológiai felezési idő (nap)	
	A	B	T1	T2
(1) Kontroll ^{85}Sr (normál)	82,4	17,6	0,48	89,0
(2) ^{85}Sr , gt-n, majd MG	92,6	7,4	0,35	53,3
(3) ^{85}Sr , gt-n, majd DK-3	89,3	10,7	0,39	64,4
(4) Kontroll ^{85}Sr (vemhes)	77,1	22,9	0,70	37,7
(5) ^{85}Sr , gt-n, majd MG	95,2	4,5	0,31	38,5
(6) ^{85}Sr , gt-n, majd DK-3	92,4	7,6	0,42	59,3

II. táblázat: Az exponenciális függvényből számított állandók (A, B) és a biológiai felezési idők (T1 és T2), napokban



4. ábra: DK-2 hatása a ^{134}Cs -es egésztest retenciójára normál patkányokban

Az elvégzett állatkísérletek eredményei egyértelműen bizonyították, hogy a speciálisan előkészített DK-3 jelű vegyület (természetes alapú, nagymolekula súlyú poliszacharid) jó hatásfokkal alkalmazható a szervezetbe került radioaktív stroncium (és/vagy inaktív, toxikus fém) felszívódásának megakadályozására és/vagy csökkentésére, valamint káros mellékhatás nélkül meggyorsítja az izotóp kiürülését a szervezetből.

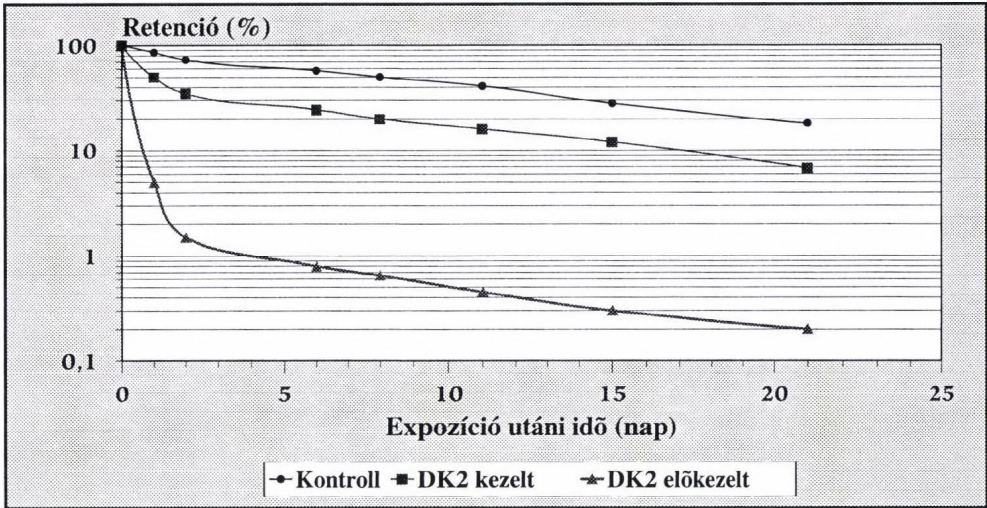
2.) Kísérletek ^{134}Cs -mal

A felnőtt állatok szervezetébe gyomorszondán keresztül bejuttatott radioaktív cézium retencióját és az alkalmazott kezelések hatékonyságát a 4. és az 5. ábrán, valamint a III. táblázatban foglaltuk össze, míg az újszülött patkányok testsúlygrammjára vonatkoztatott izotóp felvételt a 6. ábrán adtuk meg.

A 4. ábra görbéiből megállapítható, hogy a ^{134}Cs kiürülése a DK-2-vel

kezelt normál állatokból rendkívül gyorsan az inkorporáció utáni 1-3. napon, amelyet egy második, elnyújtott szakasz követ. A kontroll (7. csoport) és a kezelt (8. és 9.) csoportok retenciós értékeit összehasonlítva azt kapjuk, hogy a deponálódott ^{134}Cs mennyisége (pl. a 21. napon R% kontroll = 22,0; R% kezelt = 0,5-6,5) között a különbség szignifikáns ($p < 0,01$) volt. Rendkívül jó eredményt értünk el, amikor a ^{134}Cs expozíciót megelőzően 3 napig 1 % DK-2-t tartalmazó táppal etettük (9. csoport) a kísérleti állatokat. Az előkezelés hatására a 2. napon a beadott izotóp mennyiségnek már csak kb. 3%-a volt található a patkányok szervezetében.

A normál csoportokhoz hasonló eredményeket kaptunk a vemhes állatok esetében is. Az 5. ábrán megadott görbékből megállapítható, hogy a ^{134}Cs beadását követő 1-3. napon az izotóp gyorsan ürül ki (11. és 12. csoport) az állatok szervezetéből, míg a normál kezelési csoportokhoz viszonyítva



5. ábra: DK2 hatása a 134-Cs egésztest retenciójára vemhes patkányokban

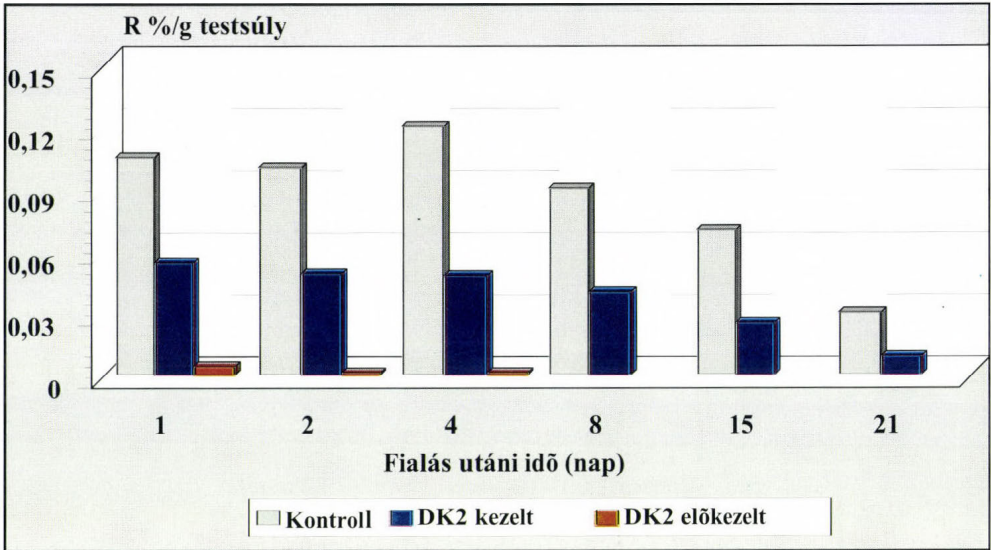
meggyorsult (III. táblázat) a ¹³⁴Cs kiürülési sebessége a második, lassú szakaszban. Összehasonlítva a kontroll (10. csoport) és a kezelt (11. és 12. csoport) csoportok retenciós értékeit (R% kontroll = 18,5%; R,% kezelt = 0,22-6,7%) szignifikáns (p <0,01) különbséget kaptunk.

A 6. ábrán az újszülöttek testsúlygrammjára vonatkoztatott izotópfelvételt adtuk meg a kezdeti egésztest terhelés százalékában.

Megállapítható, hogy a kontroll állatoknál a legintenzívebb a magzatok ¹³⁴Cs felvétele. A szülés utáni napokban a kontroll-újszülöttek

Kísérleti csoport	Állatszám	Paraméter (%)		Biológiai felezési idő (nap)	
		A	B	T1	T2
Normál					
(7) Kontroll	24	4.8	95.2	0.57	21.8
(8) DK2 (1 x)	30	69.3	30.7	0.64	20.1
(9) DK2 előkezelt	30	98.3	1.7	0.52	27.3
Vemhes					
(10) Kontroll	24	7.4	92.6	0.72	20.2
(11) DK2 (1 x)	30	57.8	42.2	0.97	17.2
(12) DK2 előkezelt	30	99.2	0.8	0.52	22.5

III. táblázat: Az exponenciális függvényből számított állandók (A és B) és a biológiai felezési (T1 és T2) idők



6. ábra: Az újszülöttek testsúly grammjára vonatkoztatott ^{134}Cs felvétel. Az izotópot a vemhesség 18-19. napján adtuk be az anyaállatoknak

($R\%/g=0,10-0,12$) a DK-2-vel kezelt csoporthoz ($R\%/g = 0,050 - 0,055$) viszonyított ^{134}Cs terhelése több mint kétszeres volt. Gyakorlatilag nem kell számolnunk az újszülöttek izotópterhelésével ($R\%/g \sim 0,002$), amikor az anyaállatok (6. csoport) DK-2-t tartalmazó táppal előkezeltük.

3.) Kísérletek ^{144}Ce -mal

Normál kísérleti állatokon vizsgáltuk az ip. beadott DK-1B hatását a ^{144}Ce depozíciós és eliminációs sajátosságaira.

Megállapítottuk, hogy a ^{144}Ce kiürülése a DK-1B-vel kezelt állatokból rendkívül gyors az inkorporáció utáni 1-3: napon, amelyet egy második, lassúbb szakasz követ.

A gyors komponens biológiai felezési ideje (T1) a kezelésektől függően 0,73-1,87 nap. A második komponens lassabban ürül, a szakasz biológiai felezési ideje (T2) 36,5-68,2 nap között

volt. Összehasonlítva a kontroll és a kezelt csoportok retenciós értékeit megállapítottuk, hogy mind a kísérleti állatokban visszamaradt cérium mennyisége ($Y\%$ kontroll = 63,4; $Y\%$ kezelt = 17,7-32,2), mind pedig a radioizotóp biológiai felezési ideje (T1 kontroll = 1,87 nap: T1 kezelt = 0,73 - 0,89 nap) a kiürítés gyors szakaszában, míg a lassú szakaszban (T1 kontrol = 68,2 nap: T1 kezelt = 36,5 - 43,8 nap között) a különbség szignifikáns ($p < 0,01$) volt.

A kezelési csoportokat, valamint az exponenciális függvényből számított állandók (A; B) százalékos értékeit és az izotóp biológiai felezési idejét (T1 és T2) a IV. táblázatban foglaltuk össze.

Következtetések és javaslatok

A nukleáris energetikai ipar működése közben, esetlegesen a nukleáris szer-

Kísérleti csoport	Paraméter (%)		Biológiai felezési idő (nap)	
	A	B	T1	T2
(13) Kontroll	10,0	90,0	1,87	68,2
(14) DK-1B (0,25)	63,8	36,2	0,89	43,8
(15) DK-1B (0,50)	72,9	27,1	0,73	36,5

IV. táblázat: Az exponenciális függvényből számított állandók (A és B) és a biológiai felezési (T1 és T2) idők

kezetek robbantásakor külső sugárzással és a fall-out inkorporációjának lehetőségével, állandóan számolnunk kell. Hasonló, potenciális veszélyforrást jelentenek, azok a toxikus fémek, amelyeket az ipari üzemek bocsátanak ki a környezetbe.

Indokolt tehát, a már rendszeresített, önszegély céljára szolgáló készleteket (pl. sebkötöző csomag, készenléti ampulla, stb.) kiegészíteni, egy Személyi Radiotoxikológiai Egységkészlettel (SZRK) is. A felhasználó, a készlet segítségével, szükség esetén önmagát, vagy társát részesítheti elsősegélyben.

Az elvégzett kutatásaink eredményeképpen összefoglalóan megállapítható, hogy a DK-1B (Na-Ca-DTPA) jelű, a DK-2 (Berlini-kék) jelű és a DK-3 (természetes poliszacharid) jelű vegyületeket jó hatékonysággal lehet felhasználni az egyszeri radioaktív izotópokkal (pl. stroncium, cézium, cérium) történő belső szennyezések szervezetet károsító hatásának kivédésére. Különösen jelentősnek tartjuk, hogy a vemhes állatokat ért expozíció káros hatásától mind a magzatok, mind az újszülöttek izotóp terhelése minimálisra csök-

kenthető, az anyaállatok DK-2-vel és DK-3-mal történő kezelésével.

IRODALOM

- [1] Biomedical Computer Programs, X-series Supplement ed. Dixon, W. J. University of California Press, Los Angeles, 1972.
- [2] Limits for intakes radionuclides by workers. ICRP Publication 30. Pergamon Press, Oxford: New York: Frankfurt, 1978
- [3] NCRP, Management of Persons Accidentally Contaminated with Radionuclides. Report No. 65, NCRP
- [4] Whicker, F. W., Kirchner, T. B., Breshears, D. D. and Otis, M. D.: Estimation of radionuclide ingestion: The pathway food-chain model. Health Physics, 1990, 59: 645-657.
- [5] Bulman, R. A., Crawley, F. E. H., Geden, D. A.: Mixed ligand chelation therapy. Nature, 1979, 281, 406.
- [6] Fehér I., Földes I., Gyurkó L., Naményi J.: Investigation on the pathogenesis of silicosis in rats by ^{22}Na tagged SiO_2 (In Hungarion). Tuberkul. Tüdőbetegs. 1972, 25, 181-185.
- [7] AEA, Physics and Chemistry of Fission. IAEA, Vienna, 1965.
- [8] May, P. M., Bulman, R. A.: The present status of chelating agents in medicine. In: Progress in Medical Chemistry, Vol. 20., Eds. Ellis, G. B. Elsevier Science Publishers, Amsterdam 1983, p. 225.
- [9] Mellor, D. P.: Chemistry of chelation and

- chelating agents. In: *The Chelation of Heavy Metals*, ed. Cadmium in rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 1983, 67: 408-416.
- [10] Williams, D. R., Halstead, B. W.: Chelating agents in medicine. *J. Toxicol.*, 1983, 19: 1081-1115.
- [11] Schubert, J.: Chelating agents in biological systems. *Environ. Health perspect.*, 1981, 40: 227-232.
- [12] Gachályi A., Naményi J., Szegegi I. and Varga P. L.: Mobilization of 85-Sr by flavone derivatives (Morin and Ipriflavone) in normal and pregnant rats. *Radiobiol. Radiother.*, 1988, 29: 513-517.
- [13] Vanderborght, O., Keslev, D., and Van Puymbroeck, S.: Effect of combined alginate treatments on the distribution and excretion of an old radiostrontium contamination. *Health, Physics*, 1977, 35: 255-258.
- [14] Van Barneveld, A. A., Van Puymbroeck, S., and Vanderborght, O.: The action of sodium alginate in the food on a 85-Sr body-burden in mice. *Health Physics*, 1977, 33: 533-537.
- [15] Kostial, K., Vnucec, M., Tominc, C., Simonovic, L.: A method for simultaneous decrease of strontium, caesium and iodine retention after oral exposure in rats. *Int. J. Radiat. Biol.*, 1980, 37 (No. 3): 347-350.
- [16] Farina, R., Brandao-Mello, C.E.: Medical aspects of 137-Cs decorporation: The Goiána radiological accident. *Health Physics*, 1991, 6: 63-66.
- [17] G. Piva, G. at all: Effects of bentonite on transfer of radionuclides from forage milk. *Health Physics*, 1989, 57: 181-182.
- [18] Sastry, B.V.R., Spolding, C.T.: Fission products: Sites for elimination of cesium-137 in nephrons and dogs. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 1968, 12: 141-155.
- [19] Gisztein, J.L. at all: Studies of Cs retention in the human body related to body parameters and Prussian blue administration. *Health Physics*, 1991, 60: 57-61.
- [20] Nigrovic, V.: Retention of radio cesium by the rat as influenced by Prussian blue and other compounds. *Phys. Med. Biol.*, 1965, 10: 81-91.
- [21] Gachályi A., Naményi J., Szegegi L.: Berlińi kék 134-Cs mobilizáló hatásának vizsgálata normál és vemhes patkányokban. *Honvédervos*, 1989, 4: 285-289.
- [22] Gachályi A., Naményi J., Szegegi L.: Mobilization of Cs-134 by colloidal Prussian blue in normal and pregnant rats. In *Radiation Research Congress abstracts (Vol. I.)* 1991. Toronto.
- [23] Begovic, J., Stankovic, S., Mitrovic, R.: Dynamics of Cs-137 distribution in the muscle tissue of swine by single and repeated contamination. In *Radiation Protection. A systematic approach to safety*. Pergamon, Oxford 1980. Vol. II. 253-256.
- [24] Furchner, J., E., Trafton, G., A., Richmond, C., R.: Distribution of Cesium-137 after exposure in dogs and mice. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 1964, 16: 375-378.
- [25] Müller, W. H., Cucouso, R., Causse, A., Walter, C.: Long-term treatment of cesium-137 contamination with colloidal Prussian-blue in rats. *Strahlentherapie* 1974, 147: 319-322.
- [26] Karcagin, B., Kostial, K., Landeka, M.: The influence of age on the effectiveness of DTPA in reducing 141Ce retention in rats. *Int. J. Radiat. Biol.*, 1983, 44/4, 363-366 .
- [27] Gachályi A., Naményi J., Szegegi I., and Varga P. L.: Studies on the modification of 144Ce tissue deposition by mixed ligand complex treatment in mice. *Acta Biochim. Biophys. Acad. Sci. Hung.*, 1986, 68: 233-240.
- [28] Lundgren, D.L., Hahn, F.F., McClellan, R.O.: Effect of single and repeated inhalation exposure of Syrian hamsters to Aerosols of 144-CeO₂. *Radiation Research*, 1982, 90: 374-394.

Col. (ret.) A. Gachályi,
Lt.Col. (ret.) J. Naményi,
Lt.Col. G. Gyulai,
Capt. Némethné Natalia Karpova,
Col. J. Fűrész M.D., Ph.D.

1. Effects of different decorporating agents on the whole-body retention of radioisotope intake

The authors examined the effects of the different (Na₂-Ca-DTPA, Prussian Blue, Special pectin) decorporating

agents on the retention and elimination of ⁸⁵Sr, ¹³⁴Cs and ¹⁴⁴Ce in normal and/or pregnant rats.

It was established that ⁸⁵Sr, ¹³⁴Cs and ¹⁴⁴Ce isotopes could beneficially mobilized with administration of different specific decorporating compound. The retained amount of isotopes in the organism of the animals decreased by about 50-70 %.

*Dr. Gachályi András ny. mk.ezds.
1555 Budapest, Pf. 68.*