

616.5—001.17—001.4—001.29—092.9:539.17.08

VSTŘEBÁVÁNÍ MODELOVÉ SMĚSI JADERNÉHO VÝBUCHU KŮŽI, POPÁLENINOU A RÁNOU

Plukovník doc. MUDr. Antonín BENEŠ, CSc.
VLVDÚ v Hradci Králové

K 60. narozeninám genmjr. prof. MUDr. Zdeňka Kunce, DrSc.

Při řešení otázek zamoření popáleniny a rány radioaktivními látkami byla zaměřena pozornost jak v experimentálních pracích, tak při ošetřování zamořených osob převážně na jednotlivé radioizotopy. V případě válečného konfliktu by však došlo k radioaktivnímu zamoření směsí radioaktivních látek. Svědčí o tom mimo jiné skutečnost, že po pokusném výbuchu vodíkové pumpy v souostroví Bikini v březnu 1954 došlo k zamoření námořníků na japonské lodi Fukurjúmaru č. 3 a obyvatel na Marshallových ostrovech směsí radioizotopů, jejíž složení se v průběhu času postupně měnilo.

Pokusili jsme se proto srovnat vstřebávání modelové směsi jaderného výbuchu (SŠP-2) se vstřebáváním ^{89}Sr , ^{32}P , ^{131}I , ^{137}Cs a laboratorně připravené směsi štěpných produktů (SŠP-1) z kůže, popáleniny II°, popáleniny III° a z řezné kožně-svalové rány.

Metodika

Pokusy byly provedeny na bílých laboratorních krysách, převážně samcích, průměrné váhy 140 až 200 g. Série byly homogenní co do stáří, pohlaví a váhy. Kůže byla depilována a pak šetrně omyta teplou vodou. Popáleninu II. stupně jsme vyvolali vroucí vodou, působící po dobu 3 vteřin. Popáleninu III. stupně jsme vyvolali kovovým pístem 5 ccm stříkačky, zahřátým na teplotu 200 °C, který jsme na depilovanou kůži přiložili rovněž na dobu 3 vteřin. Tím vznikla koagulační nekróza o průměru 12 mm. Hloubku popálenin jsme kontrolovali histologicky.

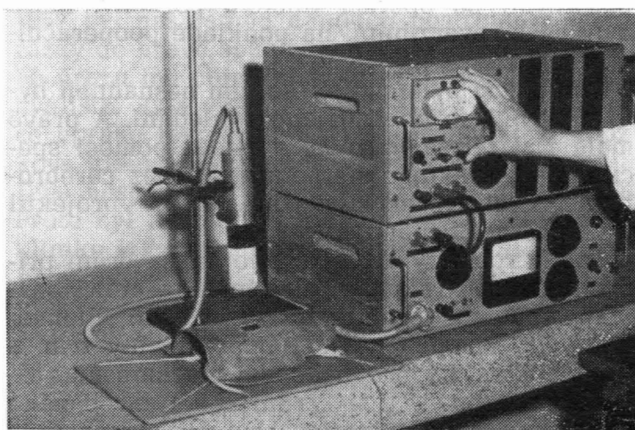
Tabulka 1

Radioizotop	% podíl ve směsi
^{95}Nb	cca 18
^{95}Zr	" 15
^{91}Y	" 13
^{89}Sr	" 11
^{141}Ce	" 8
^{144}Ce — ^{144}Pr	" 7
^{103}Ru	" 7
^{103}Rh	" 7

Ebeta max. cca 1 MeV, pH cca 3

Kožně-svalovou ránu délky 30 mm jsme způsobili čepelkou na holení. Řezem v lumbogluteální krajině jsme profali kůži, podkoží, fascii a svalstvo do hloubky 5–8 mm a připojili jsme excizi kůže okrajů rány do šířky 3 mm. Kůži, popáleniny i rány jsme zamořili jednou kapkou vodního roztoku modelové směsi jaderného výbuchu, starou 100 dnů, jejíž charakteristika je uvedena na tabulce 1.

Radioaktivita byla měřena nukleárním čítačem Tesla, GM počítacem umístěným do vzdálenosti 10 cm nad stolek s pokusným zvířetem tak, aby střed trubice byl kolmo nad středem rány, popáleniny nebo zamořené kůže. Aby nedošlo ke zkreslení naměřené aktivity hodnotami, které odpovídají množství radioaktivních látek vstřebanému do celého těla, bylo pokusné zvíře odstíněno olověnou fólií, 3 mm silnou, ve které bylo ponecháno okénko rozměrů 35 x 15 mm, umístěné nad zamořenou oblastí (obr. 1). Radio-



aktivita byla měřena ihned po zamoření, za 5', 15', 30', 60', za 2, 4, 6 a 24 hodiny. Výsledky byly hodnoceny Studentovým-Fischerovým t-testem.

Z nepoškozené kůže ubylo v prvních 15 minutách 3,4 %, za 60 minut 11,5 % a za 24 hodin 12 %. Úbytek naměřených hodnot aktivity je statisticky významný vzhledem k výchozí hodnotě, nikoliv však mezi nejbližšími sousedními časovými intervaly.

Z popáleniny II° probíhá křivka vstřebávání paralelně s předešlou křivkou, za 24 hodiny ubylo 16,7 % z výchozí aktivity (jen o 4,7 % více než z kůže). Rozdíl mezi oběma křivkami není statisticky významný.

Tabulka 2
Vstřebávání směsi štěpných produktů — 2 z kůže

Interval	Počet zvířat	Průměr aktivity v %	$\bar{x}$ —s	t.s.— x
ihned	8	100		
15'	8	96,6	7,0	± 5,2
30'	8	91,5	7,0	± 4,7
60'	8	88,5	13,0	± 6,9
2 h	8	95,0	8,0	± 5,3
6 h	8	92,7	11,0	± 7,6
24 h	8	88,0	11,5	± 8,9

Tabulka 3
Vstřebávání směsi štěpných produktů — 2
z popáleniny II°

Interval	Počet zvířat	Průměr aktivity v %	s— x	t.s.— x
ihned	8	100		
15'	8	102	5,3	± 6,0
30'	8	98,7	3,51	± 8,0
60'	8	93,2	7,8	± 8,8
2 h	8	94,5	5,28	± 7,0
6 h	8	80,8	7,1	± 11,0
24 h	8	87,7	4,96	± 9,0

Tabulka 4
Vstřebávání směsi štěpných produktů — 2
z popáleniny III°

Interval	Počet zvířat	Průměr aktivity v %	s— x	t.s.— x
ihned	8	100		
15'	8	93,3	6,0	4,1
30'	8	96,9	13,3	17,4
60'	8	87,6	13,1	8,4
2 h	8	84,8	9,3	9,3
6 h	8	77,4	12,9	8,7
24 h	8	68,3	9,8	6,1

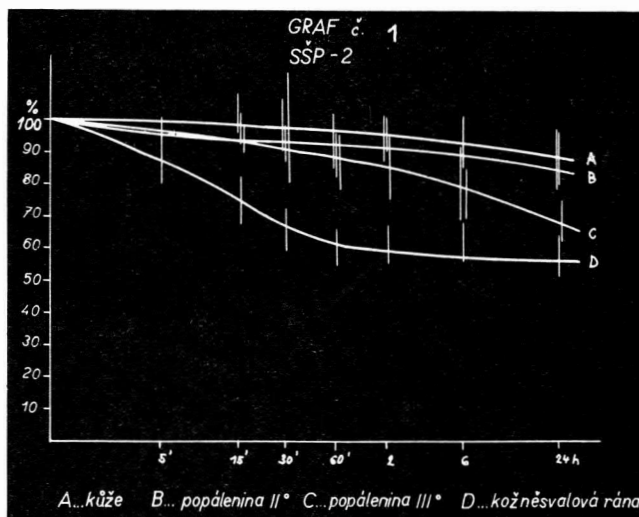
Tabulka 5
Vstřebávání směsi štěpných produktů — 2
z kožně svalové rány

Interval	Počet zvířat	Průměr aktivity v %	s— x	t.s.— x
ihned	8	100		
5'	8	90,7	3,9	9,9
15'	8	74,3	3,8	7,4
30'	8	65,8	8,6	6,6
60'	8	60,1	7,0	6,0
2 h	8	61,2	4,7	6,1
6 h	8	62,3	4,4	6,2
24 h	8	57,8	4,6	5,8

Z popáleniny III° ubylo do 15 minut 6,7 %, do 60 minut 12,4 %, do 2 hodin 15,2 %, do 6 hodin 22,6 % a do 24 hodin 31,7 % z výchozí aktivity. Je to signifikantně statisticky více než z popáleniny II° a z kůže. Rozdíly v hodnotách naměřených v jednotlivých časových intervalech jsou signifikantně statisticky významné vzhledem k výchozí hodnotě.

Z kožně-svalové rány bylo vstřebávání nejrychlejší. Za 5 minut ubylo 9,3 %, za 15 minut 25,7 %, za 30 minut 34,2 %, za 60 minut 39,9 %, za 2 hodiny naměřen úbytek 38,8 %, za 6 hodin 37,7 % a za 24 hodiny 42,2 % z původní aktivity. Křivka ukazuje, že k nejintenzivnějšímu vstřebávání došlo v prvních 30 minutách a pak se už prakticky úroveň zamoření udržovala na stejné výši. Křivka vstřebávání z kožně-svalové rány se signifikantně liší od předešlých křivek (graf 1).

Graf 1

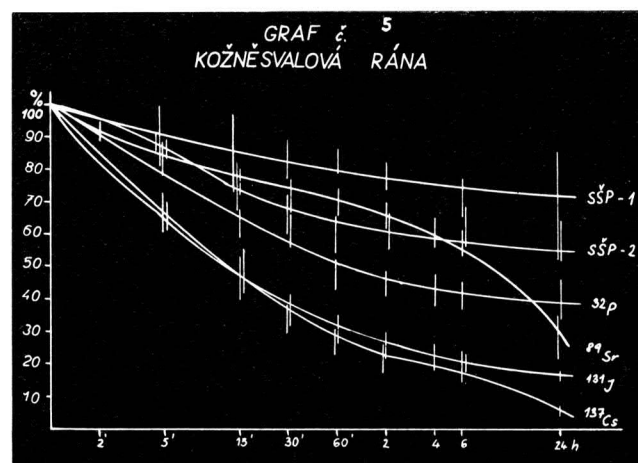
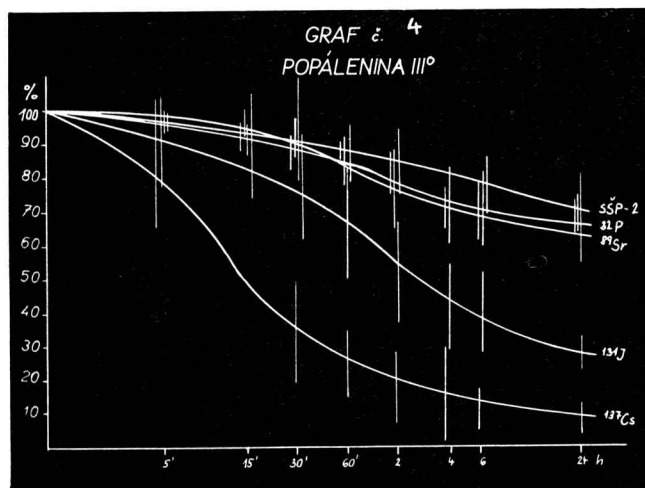
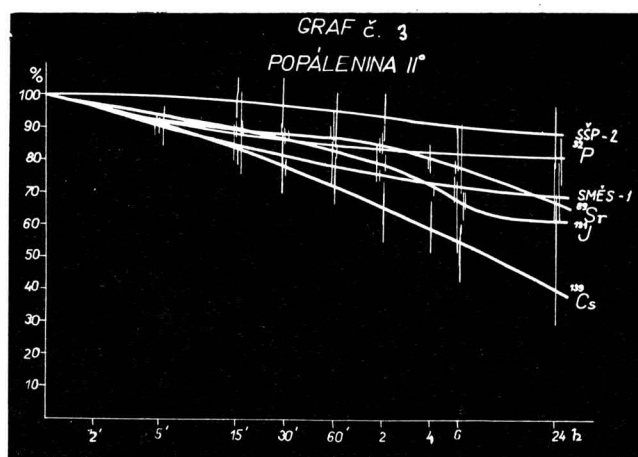
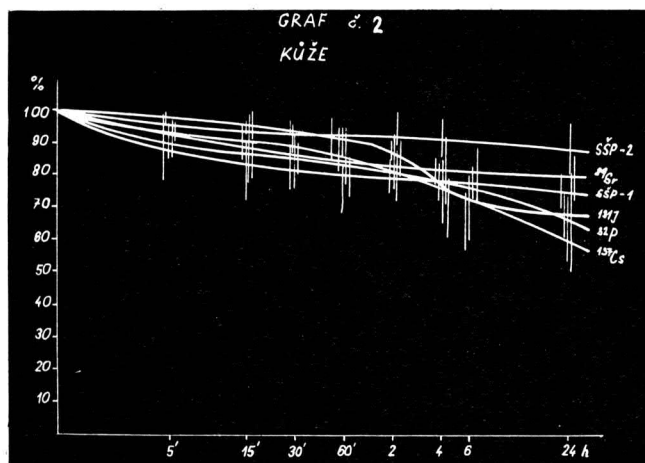


Srovnání dynamiky vstřebávání modelové směsi jaderného výbuchu se vstřebáváním jednotlivých radioizotopů z kůže, z popáleniny II° a III° a z kožně-svalové rány.

Ve svých dřívějších pokusech jsme se zabývali vstřebáváním jednotlivých radioizotopů, což nám umožňuje provést srovnání s dynamikou vstřebávání modelové směsi jaderného výbuchu. Ve všech případech se ukazuje, že kontrolované vodní roztoky radioaktivních látek se vstřebávají nejpomaleji z nepoškozené kůže, rychleji z popáleniny II° a III° a nejrychleji z kožně-svalové rány.

Z kůže se vstřebává v prvních 24 hodinách nejpomaleji modelová směs jaderného výbuchu (SŠP-2), následují ^{90}Sr , laboratorně připravená směs štěpných produktů (SŠP-1), ^{131}I a ^{32}P . Nejrychleji se vstřebává ^{137}Cs . Srovnání jednotlivých radioaktivních látek z nepoškozené kůže nevykazuje statisticky významný rozdíl (graf 2).

Z popáleniny II° se vstřebává opět nejpomaleji modelová směs jaderného výbuchu (SŠP-2) a ^{32}P . Následující laboratorně připravená směs štěpných produktů (SŠP-1) a ^{89}Sr . Nejrychleji se



vstřebává ^{131}I a zejména ^{137}Cs , jehož křivka se ve většině měřených hodnot významně statisticky liší od křivek ostatních izotopů (graf 3).

Z popáleniny III° se nejpomaleji vstřebávají modelová směs jaderného výbuchu (SŠP-2), ^{32}P a ^{89}Sr , jejichž křivky jsou prakticky shodné. Naproti tomu statisticky významně rychleji se vstřebává ^{131}I a zejména ^{137}Cs (graf 4). Přesto, že z popáleniny III° se vstřebávají radioaktivní látky v prvních 24 hodinách rychleji než z popáleniny II°, je rozdíl statisticky významný pouze u radiojodu a radiocesia, a to již za 30 minut po zamoření. V ostatních případech není statisticky významný rozdíl mezi dynamikou vstřebávání z kůže, popáleniny II° a popáleniny III°.

Z kožně-svalové rány se vstřebávají nejpomaleji obě směsi štěpných produktů, pak následují ^{32}P , ^{89}Sr a ^{131}I . Nejrychleji se vstřebává ^{137}Cs (graf 5). Vzájemné rozdíly mezi křivkami jednotlivých izotopů jsou statisticky významné ve většině časových intervalů, pouze mezi dynamikou vstřebávání ^{131}I a ^{137}Cs je statisticky významný rozdíl až po 6 hodinách ve prospěch radiocesia. Křivky vstřebávání tohoto radioizotopu z popáleniny III° a z kožně-svalové rány se prakticky překrývají.

Závěry

Autor studoval experimentálně na krysách vstřebávání modelové směsi jaderného výbuchu z nepoškozené kůže, z popáleniny II° a III° a z kožně-svalové rány a srovnával je se vstřebáváním jednotlivých radioizotopů ^{89}Sr , ^{32}P , ^{137}Cs , ^{131}I a s laboratorně připravenou směsí štěpných produktů ze svých dřívějších pokusů. Přímým radiometrickým měřením úbytku radioaktivity zjistil, že:

1. zkoumané radioaktivní látky se vstřebávají nejpomaleji z nepoškozené kůže, rychleji z popáleného povrchu a nejrychleji z rány;
2. každá jednotlivá radioaktivní látka nebo směs má vlastní dynamiku vstřebávání;
3. ve všech případech se vstřebává nejpomaleji modelová směs jaderného výbuchu;
4. z popáleniny III° se vstřebávají radioaktivní látky rychleji než z popáleniny II°, avšak statisticky významně pouze ^{131}I a ^{137}Cs ;
5. ve všech případech se vstřebává nejrychleji ^{137}Cs ;
6. v průběhu doby po zamoření se průkazně mění nejen jeho intenzita, ale i vzájemný kvantitativní poměr jednotlivých radioaktivních látek při zamoření směsí štěpných produktů.

Literatura u autora