

619.4—001.26/28—036.11

KLINICKÝ PRŮBĚH AKUTNÍ NEMOCI Z OZÁŘENÍ U VEPŘŮ

Otto PAWEL, Vilma KALOUSOVÁ, Jiřina VRANOVSKÁ
 Veterinární výzkumné středisko v Praze

Úvod a literatura

Ozáření živých zvířat přichází v úvahu i v masovém měřítku při nekontrolovaném nebo zá-
měrném uvolnění velkých dávek jaderné energie. U těchto zvířat se vyvinou různé formy nemoci z ozáření v závislosti na dávce, intenzitě a druhu záření, kterým byla zasažena.

Akutní nemoc z ozáření se u prasat vyvine po celotělovém ozáření pronikavou radiací v dávkách několika set rentgenů. Stupeň vážnosti onemocnění po ozáření různými dávkami nejlépe pochopíme, když srovnáme letalitu prasat zasažených různými dávkami pronikavého záření, jak je udávají různí autoři (tab. 1).

Klinický průběh akutní nemoci z ozáření u prasat byl sledován poměrně detailně v práci, ve které si autoři všímají zejména výskytu různých příznaků v závislosti na době jejich nástupu po ozáření (Chambers a spol., 1964). Prasata v jejich experimentech byla ozářena ^{60}Co ve 4 π expozici dávkami 300 až 700 r. Dávky byly voleny v intervalu, který se pohyboval od LD 50/30 do LD 100/30. Poznatky získané v jejich pozorování možno přehledně seřadit takto (tab. 2):

Metodika

Prasata používaná k experimentální práci byla získávána nákupem od okresního výkupního podniku. Byli to samčí kastráti a samice.

Krmení a napájení zvířat se provádělo dvakrát denně ad libitum. Krmná dávka byla dále v závislosti na vegetačním, ročním období doplňovaná různým zeleným krmivem.

Základ krmné dávky tvořila tato krmiva:

brambory	50 %
ječný šrot	20 %
ovesný šrot	20 %
kukuřičný šrot	10 %

Míral	} preventivní dávka
kuchyňská sůl	
sušené kvasnice	
rybí tuk	

Ozařování prasat bylo provedeno na speciálně zbudovaném ozařovacím zařízení, kde zdrojem pronikavého záření byl radioaktivní izotop kobaltu ^{60}Co . Celkové množství radioaktivní látky v ozařovacím zdroji činilo 30,14 ekv Ra.

Při počátečním měření v místech ozařovacího pole byla stanovena intenzita záření na 100 r za 33 minuty. Délka ozařovací doby v průbě-

Tabulka 1

Přehled hodnot LD u vepřů po ozáření pronikavým zářením

LD 50/30 rentgenů (příp. jiný údaj)	Způsob ozáření	Autor
525—682	^{60}Co , 50 r/hod.	Rust a spol., 1954
LD 100/30 390 LD 50/30 230 LD 0/30 130	výbuch jaderné nálože	Tullis, Lamson, Madden, 1954
275		Bacq, 1955
430		Rajewski, 1956
400—500		Spector, 1956
420		Comar, 1957
400		Kment, 1958
450		Beck, Dresel, Melching, 1959
670		Rybak, 1959
430		Wegner, 1959
800		Wegner, 1960
LD 50/30		
vzdušná r	pohlčená rad	
510	247	rentgen, 1000 KV max., 2,0 mm Pb oboustr. ozáření
388	237	rentgen, 2000 KV max., 4,3 mm Pb oboustr. ozáření
500	305	rentgen, 2000 KV max., 4,3 mm Pb jednostr. ozáření
225	187	výbuch jaderné nálože
618	242	^{60}Co , 5,1 mm Al, 50 r/hod.
720		rentgen, 300 KV, 10 mA 1,1 mm Cu, 85 cm od ohniska, 38 r/min, ozáření dorzoventrální
210—500		Ühleln, 1958 Shively, 1959 ref. Braun, 1961
700—800		rentgen, 300 KV, 10 mA, 1,1 mm Cu, 38 r/min
486 rad (478—496)		výbuch jaderné náplně
400		Woodward, 1961
		Mehlhorn, 1963

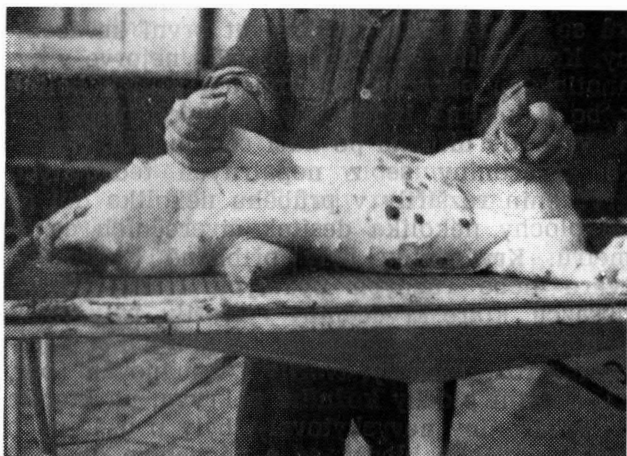
hu prováděných pokusů byla upravována na rozpad ^{60}Co .

Ozařovací pole mělo rozměry 120 × 80 cm, homogenita záření v tomto poli se pohybovala mezi 75 až 108 % průměrné dávky.

V našich pokusech jsme ozařovali prasata dávkami v rozmezí 450 až 1000 r. Zvíře bylo

před ozařováním umístěno do dřevěné bedny opatřené dýchacími otvory. Velikost bedny byla uzpůsobena tak, aby se zvíře nemohlo pohybovat ve směru horizontálním. Končetiny zvířete byly podloženy pod tělo a byly fixovány popruhy tak, aby zvíře nemohlo povstat. Zvíře takto fixované v kleci bylo pomocí kladkového zaří-

Obr. 1



Velké krváceniny na kůži

zení spuštěno nad ozařovací zdroj. Příliv záření na tělo zvířete tedy probíhal ve směru ventrodorzálním.

U pokusných zvířat byla denně prováděna klinická prohlídka, při které jsme se zaměřili zejména na zjišťování těchto příznaků a změn: zvracení, chuť k přijímání potravy a nápoje, defekace, urince, výskyt změn, zejména krvácenin v kůži a pod viditelnými sliznicemi. Dále byla u zvířat měřena tělesná teplota a zjišťována živá váha.

Podle období, v kterém byla zvířata porážena, rozlišujeme v našich pokusech tyto skupiny prasat:

- kontrolní (24 % zvířat),
- poražená před nástupem manifestně rozvinutých příznaků akutní nemoci z ozáření (1. období). U těchto zvířat proběhla první reakce na ozáření, avšak zvířata byla porážena dříve,

Obr. 2



Hematom na oku

Tabulka 2

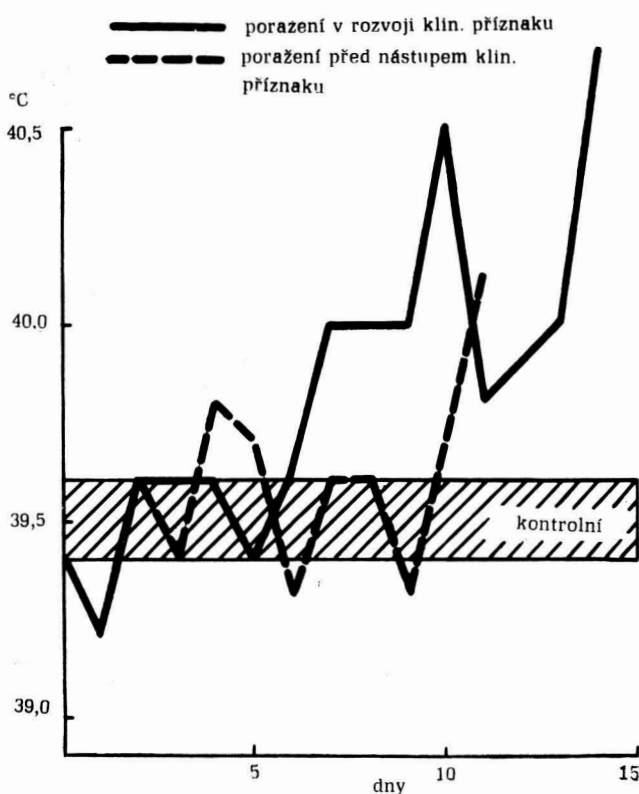
Druh příznaku	Den po ozáření, kdy se nejčastěji začal vyskytovat	Maximální % zvířat, u kterých se vyskytoval
Zvracení	15	7
Průjem	3	73
Ztížené dýchání	13—14	18
Kašel	8	85
Krvácení z nosu	12—13	21
Krev v moči	13	64
Suchá, vrásčitá a šedivějící kůže	5—18	8
Epilace	6—9	6
Papulopustulární změny v kůži	5—6	14
Krváceniny v kůži	12	47
Krvácení v gastro-intestinálním traktu	13	100
Uhynutí	14	38

než se u nich dostavil plný klinický rozvoj hemoragického syndromu (23 % zvířat),

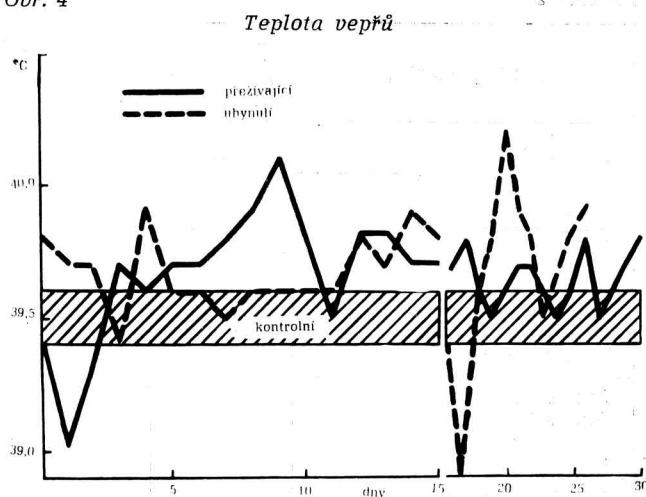
— poražená v manifestním rozvoji klinických příznaků akutní nemoci z ozáření (2. období). U těchto zvířat byly vyvinuty klinické příznaky hemoragického syndromu (10 % zvířat),

Obr. 3

Teplota vepřů



Obr. 4



— poražená po přežití 30 dnů, když se do této doby u zvířat nedostavil manifestní rozvoj klinických příznaků akutní nemoci z ozáření (17 % zvířat),

— uhynulá během akutní nemoci z ozáření (26 % zvířat).

Výsledky

U prasat bylo možno těsně po ozáření pozorovat stejné syndromy jako ty, které u lidí označujeme tzv. rentgenovou kocovinou. Zvířata byla malátná, na popudy z vnějšího okolí reagovala zpožděně a méně hbitě. Předkládané krmivo nedojídala, byť šlo i o oblíbenou potravu, nebo o ně nejevila zájem vůbec. Zvíře leželo většinu dne zahrabané ve stelivu a jen chvílemi bloudilo bez zájmu po kotci. Do výběhu vycházelo nerado a když, tak jen po důraznějším pobízení. Tento stav první reakce na ozáření vrcholil asi za 12 hodin po ozáření a téměř vždy pominul do 48 hodin po ozáření.

V několika následujících dnech se pokusná zvířata nelišila ve svém klinickém stavu od zvířat kontrolních.

První příznaky hemoragické diatézy jsme při klinické prohlídce zvířat zjišťovali na kůži obvykle mezi 7. až 14. dnem po ozáření.

Nejprve jsme pozorovali cyanózu kůže na koncích ušních boltců a někdy i rypáků. Obdobné změny jsme nalézali i na kůži ventrálních

částí těla, zejména v inguinální krajině. Za 2 až 4 dny po objevení těchto cyanotických okrásků se v kůži začaly objevovat první krváceniny. Krváceniny se někdy objevily nejprve v cyanotických okráscích na koncích ušních boltců nebo v krajině inguinální, v jiných případech se vyskytly difúzně po kůži celého těla. Některé krváceniny se z nepatrných tečkovitých krvácenin rozšířily v průběhu několika dní až do plochy několika desítek čtverečních centimetrů. Krváceniny byly přibližně kruhového tvaru nebo různých oválných tvarů. Okraje obrazců, které krváceniny vytvořily, byly většinou zaobleny, takže plochy, na kterých se krváceniny rozprostíraly, tvořily tzv. mapování (obr. 1). Ostatní plochy kožního pokryvu, na kterém se krváceniny nevyskytovaly, byly u ozářených zvířat většinou bledší, až s nádechem do šedé barvy. Kůže ozářených prasat byla taktéž méně elastická.

Spojivka oka byla anemická, s krváceninami, někdy i s hemoragickým a edematózním prosáknutím jak spojivky, tak i celého očního bulbu (obr. 2).

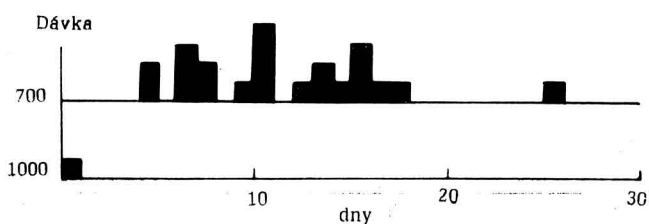
Rozsáhlé krevní výlevy na viditelné sliznici konečníku byly méně časté. Pokud se vyskytly, bylo možno u zvířat pozorovat vždy též řidší výkaly, často promísené krví. Často jsme však pozorovali u zvířat řidší fekálie v průběhu klinického zhoršování jejich zdravotního stavu. Tento průjem se obvykle za několik málo dnů upravil do normálního stavu. Silný, často krvavý průjem se dostavil téměř vždy až v posledních dnech před smrtí zvířete. Krváceniny na sliznici pochvy jsme pozorovali jen v ojedinělých případech. Krváceniny v dutině ústní nebyly taktéž vždy výrazně vyznačeny. Klinický stav zvířat se začal zhoršovat zpravidla mezi 8. až 21. dnem po ozáření. V této době docházelo prakticky k plnému rozvoji hemoragického syndromu. Zvířata přijímala stále menší množství potravy, až ji zcela odmítala, a v průběhu stále ztrácela na váze oproti zvířatům kontrolním. Pohybovala se stále méně, až zůstávala ležet zcela bez zájmu k podnětům z vnějšího prostředí. Tělesná teplota začala v tomto období mírně stoupat (obr. 3 a 4), u zvířat, která uhynula, pak těsně před smrtí klesala (obr. 4).

Vepři, kteří uhynuli během akutní nemoci z ozáření, hynuli mezi 5. až 26. dnem (obr. 5). Rozvoj hemoragického syndromu dosáhl maxima téměř vždy v posledních dnech před smrtí zvířete. Nutno však poznamenat, že jsme rovněž pozorovali, jak hynula zvířata, která neměla na kůži a sliznicích vůbec vyvinuty žádné příznaky hemoragické diatézy, vyjma cyanózu na koncích ušních boltců.

U prasat, která přežila 30 dnů po ozáření, se symptomy hemoragické diatézy do té doby nedostavily vůbec, nebo jen ve značně menší intenzitě v porovnání např. s prasaty, která uhynula.

Obr. 5

Mortalita vepřů po ozáření 60CO



Diskuse

Při klinickém pozorování ozářených prasat jsme v podstatě zjišťovali tyto nejdůležitější příznaky:

- úbytek živé váhy,
- změny v tělesné teplotě,
- vývoj hemoragického syndromu.

Ztráty na váze probíhaly nejnápadněji v těchto dvou fázích:

První fáze probíhala ihned v několika prvních dnech po ozáření, což bylo důsledkem počáteční reakce na ozáření. Druhá fáze probíhala v době, kdy u zvířete vyvrcholil rozvoj akutní nemoci z ozáření a zvíře bylo ve stavu ante finem.

Při ztrátě váhy hraje největší roli už ta skutečnost, že zvíře přestalo přijímat potravu a že u něho vznikl průjem tak, jak bylo stejně u vepřů zjištěno i jinými autory (Braun, Staubesand, Wolf, 1961), nebo u ovcí (Pritulin, Lipin, 1963), dospělého skotu (Brown, 1962), telat (Schultze a spol., 1959), či opic (Coniglio a spol., 1956) nebo morčat (Stefaniakowa, 1962). Jak bylo exaktně zjištěno u souboru kryš (Caster, Armstrong, 1956), má na celkové snížení váhy zvířete také podstatný vliv velký úbytek svalové tkáně.

Regulace teploty je při nemoci z ozáření rozkolísaná směrem nahoru i dolů (Poplavskij, 1963; Volochova, 1964). V našich pokusech jsme u zvířat zaznamenávali mírné zvýšení teploty při vyvrcholení nemoci souhlasně, jak udávají i jiní autoři u skotu (Schultze a spol., 1959; Brown, 1962), a několik hodin až dnů před exitem návrat k normálu, nebo až snížení teploty pod normál. Protože zvířata hynula v nestejně dlouhé době po ozáření, nevynikly tyto poklesy teploty před uhynutím v průměrných denních teplotách skupiny uhynulých zvířat.

Klinický obraz průběhu akutní nemoci z ozáření u prasat však může být velmi snadno zaměněn s jinými neinfekčními i infekčními nemocemi, při kterých dochází k obdobným změnám v podobě různých krvácenin (jako např. rhusiopathia, pestis suum). Znalost skutečnosti, že zvíře bylo zasaženo ionizující radiací, a eventuální výpočet dávky, kterou absorbovalo, musí proto být při nemoci z ozáření vždy základem vodítkem pro stanovení klinické diagnózy tohoto onemocnění.

Závěr

Prasata byla celotělově ozářena paprsky gama ze ^{60}Co dávkami 450, 700 a 1000 r. Akutní nemoc z ozáření středně těžkého stupně se za daných podmínek u zvířat vyvinula po ozáření dávkou 700 r. Maximální rozvoj klinických příznaků nemoci se u prasat po ozáření touto dávkou dostavil v druhém a třetím týdnu po ozáření. V tomto období zvířata také nejčastěji hynula.

Klinický průběh akutní nemoci z ozáření byl u pokusných zvířat charakterizován zejména rozvojem příznaků hemoragické diatézy, změnami v tělesné teplotě a ztrátami na živé váze.

Literatura

1. Anonymus: Projekt priloženija D isčerpivajuščego doklada 1962 goda somatičeskije efekty radiacij. Objedinennyje naciji A/AC., 82/ R. 127, 7 March 1961, Russian.
2. Bacq, Z. M.: Fundamentals of radiobiology. London, P. Alexander 1955.
3. Beck, H. R., Dresel, H., Melching, J.: Leitfaden des Strahlenschutzes. Stuttgart, G. Thieme Verlag 1959.
4. Braun, W., Staubesand, J., Wolf, V.: Strahlenschäden am Schwein und deren Beeinflussung durch Aminoethylisothiuronium-hydrochlorid. „Arzneimittel-Forsch.“ 11, 1961: 630–642.
5. Brown, D. G.: Clinical observations on cattle exposed to lethal doses of ionizing radiations. „J. A. V. M. A.“ 140, 1962: 1051–1055.
6. Caster-Armstrong: Tissue weights of the rats. II. Changes following 700 r total body X-irradiation. „Proc. Soc. exp. Biol. Med.“ 91, 1956: 126–129.
7. Chambers, W. F. aj.: Mortality and clinical signs in swine exposed to total-body cobalt 60 gama irradiation. „Rad. Research“ 22, 1964: 316–333.
8. Comar, A. M.: Radioisotopes in Biology and Agriculture. Washington 1957.
9. Coniglio, J. G. aj.: Effect of total-body x-irradiation on fat balance and liver lipides in the rhesus monkey. „Am. J. Physiol.“ 184, 1956: 113–118.
10. Kment, A.: Radioaktive Verseuchung und Veterinärmedizin. „Wien. tierärztl. Mschr. 48, 1958: 677–692.
11. Mehlhorn, G.: Grundlagen der Nuklearmedizin für Tierärzte. Jena, VEB G. Fischer 1964.
12. Nüssel, M., Schunk, J.: Über Nierenveränderungen bei ganzkörperbestrahlten Schweinen. „Strahlentherapie“ 116, 1961: 502–522.
13. Poplavskij, K. K.: Izmenenie temperatury belych myšej posle obščego oblučeniya rentgenovskimi lučami. „Bull. eksp. biol. med.“ 55, 1963, č. 6, s. 48–54.
14. Pritulin, P. I., Lipin, V. A.: O bakterijem pri lučevoj bolezni. „Veterinarija“ 40, 1963, č. 3, s. 80–83.
15. Rajewski, B.: Wissenschaftliche Grundlagen des Strahlenschutzes. Karlsruhe 1956.
16. Rust, J. H. aj.: Lethal dose studies with burros and swine exposed to whole body cobalt-60 irradiation. „Radiology“ 62, 1954: 569–574.
17. Rybák, P. ja.: Osnovy radiacionnoj patologii u životnyh. Moskva 1959.
18. Schultze, M. O. aj.: Effects of gamma radiation on calves. „Rad. Research“ 11, 1959: 399–408.
19. Spector, W. S.: Handbook of Biological Data. London 1956.
20. Stefaniakowa, A.: Badańia zwierzat napromienionych z punktu widzenia higieny miesa. „Med. wet.“ 18, 1962: 865–869.
21. Tullis, J. L., Lamson, B. G., Madden, S. C.: Morality in swine exposed to gamma radiation from an atomic bomb source. „Radiobiology“ 62, 1954: 409–415.
22. Volochova, N. A.: Temperaturnaja reakcija obezjan in lučevyje vozdejstvije. „Med. Radiologija“ 9, 1964, č. 2, s. 75–80.
23. Wegner, K. H.: 131jod in der Kuhmilch nach dem Reaktorunfall in Windscale. „Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 73, 1950: 52–56.
24. Wegner, K. H.: Strahlenschäden, insbesondere das Strahlensyndrom. „Dtsch. tierärztl. Wschr. 66, 1959: 389–393 a 448–451.