

Leyko, Wanda

Sprawozdanie z działalności TNW : Sprawozdania z działalności Wydziałów TNW : Wydział IV nauk biologicznych : Streszczenia : Biologiczne skutki działania niskich dawek promieniowania jonizującego

Rocznik Towarzystwa Naukowego Warszawskiego 48, 99-102

1985

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych oraz w kolekcji mazowieckich czasopism regionalnych mazowsze.hist.pl.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

STRESZCZENIA

Wanda Leyko

BIOLOGICZNE SKUTKI DZIAŁANIA NISKICH DAWEK PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO

Każdy z nas w ciągu swego życia poddany jest działaniu niskich dawek promieniowania jonizującego, pochodzącego z otoczenia oraz źródeł wytworzonych przez człowieka. Przy badaniu stopnia narażenia żywej materii zasadniczą rolę odgrywa dawka promieniowania. Główne jednostki używane dla określenia dawek zaabsorbowanych przez żywą materię są następujące: 1 rad=100 ergów/g tkanki; 1 grej=1 dżul/kg tkanki=100 radów.

Dla porównania biologicznych efektów różnego rodzaju promieniowania stosuje się następujące dawki — 1 rem, określane jako ilość promieniowania, która wywołuje efekt biologiczny równoważny efektowi wywołanemu przez 1 rad promieniowania gamma; 1 sievert=100 remów. Jednostkami stosowanymi do wyrażenia dawek kolektywnych są osobo-rem (*person-rem*) i osobo-sievert (*person-sievert*), otrzymuje się je przez pomnożenie przeciętnej dawki na osobę przez liczbę osób napromienionych.

Rozważając naturalne źródła promieniowania na pierwszym miejscu należałoby postawić promieniowanie kosmiczne, które jako bardzo twarde przenika warstwy atmosfery. Trudno jest określić, ściśle, jaki jest wpływ tego promieniowania na życie na Ziemi. Niektórzy badacze uważają, że przedwczesne starzenie się tkanek jest jego skutkiem. Drugim naturalnym źródłem promieniowania są produkty rozpadu pierwiastków radioaktywnych, które znajdują się na Ziemi. Radioaktywność powierzchni Ziemi jest rzędu 1 curie/km² (1 curie — $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq; 1 bekerel=1 przemiana jądrowa w czasie 1 sekundy).

Głównymi sztucznymi źródłami promieniowania jest promieniowanie rentgenowskie i promieniowanie powstające przy wykorzystaniu energii jądrowej.

Na ogół przyjmuje się, że jesteśmy narażeni średnio na dawkę około 200 miliremów rocznie ze źródeł kosmicznych, otoczenia ziemskiego oraz ze źródeł lekarskich i dentystycznych, stosowanych do celów diagnostycznych. Nie obejmuje to jednak znacznie większych dawek pochodzących z tytoniu, z porcelany dentystycznej i in. Istnieją np. dane wskazujące, że palenie 30 papierosów dziennie naraża na dawkę 8000 miliremów na osobę na rok na skutek akumulacji polonu₂₁₀ w pęcherzykach płucnych. Źródłem promieniowania mogą być również zegarki, kalkulatory kieszonkowe i in. Ostatecznie przyjmuje się, że dawki na

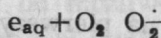
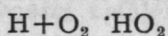
jakie przeciętny człowiek jest narażony, dochodzą do około 400 miliremów na osobę rocznie, przy czym palacze narażeni są na dawki wielokrotnie większe.

Jakie mogą być skutki takich stosunkowo niskich dawek promieniowania?

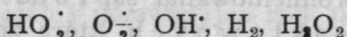
Wystarczająca dawka zabije każdy organizm. Ogólnie można powiedzieć, że im bardziej złożony jest organizm, tym bardziej jest wrażliwy na napromienienie. Tak np. potrzeba około 20 000 remów (200 Sv) dla zabicia ślimaka, kilka tysięcy remów (kilkadziesiąt Sv) dla zabicia jaszczurki, a tylko kilkaset remów (kilka Sv) dla większości ssaków. Znacznie większe dawki mogą być jednak tolerowane, gdy naświetla się część, a nie całość organizmu, lub gdy dawka podzielona jest na małe porcje i podawana z przerwami. Należałoby tu podkreślić, że żaden organizm nie wykazuje tolerancji w stosunku do radiacji, tj. małe dawki stale podawane nie zwiększają odporności na radiację.

W badaniach nad biologicznym działaniem promieniowania konieczna jest znajomość mechanizmu rozkładu, tj. radiolizy wody — podstawowego składnika żywych tkanek. Można przyjąć, że po czasie około 10^{-10} s występuje w wodzie e_{aq}^- , $H\cdot$, $OH\cdot$, H_2 , H_2O_2 .

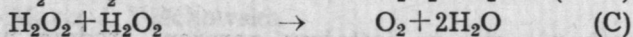
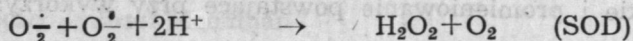
W obecności tlenu w wyniku reakcji



powstają rodniki wodoroponadtlenkowe i anionrodniki ponadtlenkowe. W warunkach normalnych można przyjąć, że rodniki o charakterze reduktorów zanikają w przeciągu około 10^{-8} s po akcie pierwotnym. W natlenionej wodzie występują więc następujące produkty przejściowe



W organizmach żywych obecne są enzymy, biorące udział w usuwaniu rodnika ponadtlenkowego oraz nadtlenu wodoru, a mianowicie dysmutaza ponadtlenkowa (SOD), E.C.1.15.1.1., kataliza (C), E.C.1.11.1.6. i peroksydaza (P), E.C.1.11.1.7., które katalizują reakcje



Można powiedzieć, że stanowią one obronę enzymatyczną przed wolnymi rodnikami — produktami radiolizy wody.

Przy rozważaniu skutków biologicznych niskich dawek promieniowania zwraca się uwagę przede wszystkim na możliwość powstawania nowotworów oraz na efekty genetyczne.

Mutagenne działanie promieniowania jonizującego odkryte zostało w latach dwudziestych naszego stulecia. Wszelkie badania wyka-

zały, że efekty genetyczne nie mają progu działania, stanowią więc ryzyko związane z narażeniem na niskie dawki radiacji. W przypadku ludzi sugeruje się, że dawka potrzebna do podwojenia tempa mutacji wynosi od 20 do 250 remów (0,2—2,5 Sv).

Okolo 30 lat później, tj. w latach pięćdziesiątych, stwierdzono, że również nie ma progu działania dla efektów kancerogennych, co oznacza, że każda dawka radiacji może stać się przyczyną występowania nowotworów. Można podać, że niektórzy autorzy postulują, że 10—20% wszystkich białaczek u dzieci może być spowodowane promieniowaniem otoczenia. Doszukiwanie się związku między chorobą nowotworową a napromienieniem jest trudnym zadaniem. Niektórych informacji dostarczają dane epidemiologiczne, przy czym źródłem takich informacji są głównie: 1) ludzie, którzy przeżyli wybuchy bomb atomowych, 2) pacjenci napromienieni ze względów medycznych (np. w przypadku zeszywniającego zapalenia kręgosłupa, łagodnego zapalenia miednicy, częstych prześwietleń klatki piersiowej i in.) oraz 3) ludzie narażeni zawodowo na promieniowanie (np. radiolodzy, pracownicy kopalni uranu i in.). Szczegółowa analiza tak uzyskanych danych doprowadziła na ogół do wniosku, że tylko 1—3% nowotworów można przypisać naturalnemu promieniowaniu otoczenia. Przyjmuje się jednak również, że znaczna część (ponad 20%) nowotworów płuc można przypisać wdychaniu radioaktywnych izotopów występujących w powietrzu.

Uważamy powszechnie, że nie ma tak małej dawki radiacji, która nie wyrządzałyby szkody, wobec tego musi istnieć pewne ryzyko dla zdrowia przy podejmowaniu każdej czynności związanej z napromienieniem małymi dawkami, niezależnie od tego, jakie małe będą te dawki. Jednak to ryzyko wydaje się stosunkowo niewielkie w porównaniu z innymi zagrożeniami codziennego życia, jak można np. sądzić na podstawie danych A.C. Uptona (Sci. Am. February 1982, Vol. 246, No 2, s. 29—37). Porównuje on przeciętną roczną liczbę przypadków śmiertelnych (w USA) spowodowanych różnymi przyczynami; z zestawienia tego wynika, że alkoholizm powoduje śmierć około 100 000 osób, w wypadkach drogowych ginie około 50 000 osób, tonie około 3000 osób, w wyniku naświetlania promieniami X umiera około 2300 osób, zaś w wypadkach kolejowych ginie około 1950 osób itp. Jest oczywiste, że w przypadku wszystkich zagrożeń dla życia człowieka powinno się im w miarę możliwości przeciwdziałać. Dlatego też wydaje się, że należałoby w większym stopniu wysyskiwać dostępne możliwości ochrony przed biologicznym działaniem niskich dawek promieniowania jonizującego. Jedną z takich możliwości stanowią enzymy metabolizujące nadtlenki (SOD, C, P), które chronią komórki przed działaniem produktów radiolizy wody. Przy rozważaniu ich działania należy wziąć pod uwagę, że aktywności tych enzymów zmieniają się dość znacznie w różnych stanach pa-

tologicznych, np. w cukrzycy, co może wpłynąć m.in. na efekty wywołane niskimi dawkami promieniowania jonizującego.

Radioochronne działanie powyższych enzymów jest od szeregu lat przedmiotem badań jednego z zespołów pracujących w Zakładzie Biofizyki Instytutu Biochemii i Biofizyki Uniwersytetu Łódzkiego. Można tu wymienić niektóre z prac tego zespołu np.

- *In vitro radioprotection of erythrocytes by superoxide dismutase* [w:] *Biological nad clinical aspects of superoxide and superoxide dismutase*, 1980, Edit. Bannister (Oxford), wyd. Elsevier,
- *Osmotic fragility and lipid peroxidation of irradiated erythrocytes in the presence of radioprotector*, „Experientia”, **36**, 521 (1980),
- *Superoxide dismutase and radiation-induced haemolysis—no benefit of its increased content in red cells*, „Int. J. Rad. Biol”. **38**, 187, (1980),
- *Participation of free oxygen radicals in damage of porcine erythrocytes*, „Radiation Res”. **88**, 11, (1981),
- *Radioprotection of bovine erythrocytes to haemolysis*, Int. J. Rad. Biol. **39**, 39, (1981) i in.

Piotr Strebeyko

FIZJOLOGICZNE ZNACZENIE TURGORU

Zjawisko osmozy jest spowodowane tym, że w jednostce objętości roztworu znajduje się mniej swobodnych cząsteczek wody niż w czystej wodzie, część bowiem objętości roztworu zajmują cząsteczki lub jony, a poza tym część wody jest z nim związana w wyniku hydratacji. Mniej też swobodnych cząsteczek wody przypada na jednostkę pola powierzchni, a w związku z tym mniej cząsteczek wody dyfunduje przez błonę półprzepuszczalną od strony roztworu niż od strony czystej wody. Ten niedobór ciśnienia dyfuzyjnego powoduje siłę ssącą roztworu w stosunku do wody. Na tej zasadzie działa osmometr Pfeffera. Ciśnienie osmotyczne mierzymy w astmosferach fizycznych, barach lub paskalach.

Szerokie zastosowanie znalazła również kriometria, a w żywych komórkach roślinnych — metoda plazmolizy granicznej, wynaleziona przez H. de Vriesa. Funkcję ciśnienia hydrostatycznego w komórce pełni mechaniczne naprężenie ścian komórkowych zwane turgorem. W miarę pobierania wody przez komórkę turgor wzrasta, a siła ssąca komórki maleje aż do całkowitego zaniku, gdy turgor jest równy ciśnieniu osmotycznemu soku komórkowego w wakuoli.

Już dawno A. Ursprung i G. Blum (1930) oraz O. Renner (1932) mierzyli siłę ssącą tkanek roślinnych na podstawie prężności pary wodnej w otaczającym je powietrzu. Obecnie termin siły ssącej zastępuje my ścisłym terminem „molowy potencjał termodynamiczny wody”. W