

PROMIENIE RENTGENOWSKIE I ICH ZWIĄZEK Z RAKIEM I CHOROBY SERCA

**Badania dowodzą,
że masowo
i beztrosko
stosowane przez
współczesną
medycynę
w diagnozowaniu
chorób
promieniowanie
rentgenowskie
może być
przyczyną znacznej
części przypadków
zachorowań na
raka oraz zawałów
serca.**

Peter Montague

Copyright © 2000

Wydawca

Rachel's Environment & Health Weekly

Environmental Research Foundation

POB 5036

Annapolis, MD 21403, USA

E-mail: erf@rachel.org

SI: www.monitor.net/rachel/

Kiedy w roku 1895 Wilhelm Röntgen odkrył promienie „X”¹, „lekarze z miejsca zauważyli możliwość praktycznego ich zastosowania i pospiesznie przystąpili do eksperymentowania w tej dziedzinie”.² Wielu lekarzy budowało własne aparaty rentgenowskie i to z różnymi rezultatami: niektóre z tych domowej produkcji urządzeń nie wytwarzały żadnego promieniowania, inne wytwarzały go tyle, że napromieniowywani byli nawet ludzie znajdujący się w sąsiednim pomieszczeniu.

Możliwość zajrzenia w głąb ludzkiego ciała okazała się wspaniałym, tajemniczym i głęboko prowokującym doświadczeniem. Röntgen ćwiczył stosowanie promieni na ręce swojej żony, naświetlając ją przez 15 minut i wytwarzając makabryczny obraz jej kośćca udekorowanego ślubną obrączką. Biograf Röntgena, Otto Glasser, pisze, że pani Röntgen „...nie mogła uwierzyć, że ta koścista ręka jest jej własną i wzdrygnęła się na myśl, że ogląda swój szkielet. Dla pani Röntgen, a później także dla wielu innych, to przeżycie kojarzyło się ze śmiercią”.³

Po roku lekarze stosowali promienie Röntgena do diagnozowania oraz do gromadzenia dowodów na wypadek wytoczenia im procesu o popełnienie błędu w sztuce lekarskiej. Niemal natychmiast, w latach 1895-1896, stało się jasne, że promienie Röntgena mogą powodować poważne problemy natury zdrowotnej. Niektórzy lekarze doznawali poparzeń, które nie chciały się goić, tak że musiano amputować im palce, u innych zaś występowały śmiertelne formy raka.

W tym czasie nie znano jeszcze antybiotyków, przeto lekarze dysponowali niewielką liczbą kuracji, jakie mieli do zaoferowania swoim pacjentom. Promienie Röntgena otworzyły przed nimi całą gamę nowych możliwości o cechach zaawansowanej – graniczącej z cudem – technologii, która była z punktu widzenia chorych wielce obiecująca. Tak więc świat medyczny entuzjastycznie zaakceptował te tajemnicze, niewidzialne promienie. Jest zrozumiałe, że lekarze w tamtych czasach często widzieli skutki lecznicze tam, gdzie współcześnie nie widzi się żadnych. Tuż przed rokiem 1920 redaktor *American X-ray Journalu* stwierdził: „Jest około sto konkretnych chorób, które z powodzeniem można leczyć promieniami Röntgena”.

W swojej faktograficznej książce na temat historii techniki *Multiple Exposures: Chronicles of Radiation Age (Wielokrotne wystawienie na działanie promieni – kroniki wieku promieniowania)* Catherine Caufield komentuje ten okres następująco:⁴ „Leczenie radiacyjne chorób łagodnych (nie związanych ze złośliwą formą raka) stało się medycznym szaleństwem, które trwało niemal przez czterdzieści, a może i więcej, lat. Bez potrzeby naświetlano duże grupy ludzi z takich powodów jak grzybica (wywołana przez dermatofity) i trądzik... Wielu kobietom naświetlano jajniki w charakterze kuracji na depresję”. Tego rodzaju zastosowania promieni Röntgena potraktowano by dziś jako błąd w sztuce lekarskiej, lecz wiele z nich było akceptowanych jeszcze w latach pięćdziesiątych.

Nie tylko lekarze byli entuzjastami stosowania promieni Röntgena. Naświetlenie odpowiednią dawką promieni Röntgena powodowało wypadanie włosów i – jak pisze Caufield – „sklepy kosmetyczne instalowały aparaturę rentgenowską w celu usuwania klientom niepotrzebnego owłosienia na twarzy i ciele”.

Odkrycie przez Röntgena promieni „X”, jak je wówczas nazywano (obecnie znane są one jako promienie Röntgena lub rentgenowskie), doprowadziło do odkrycia przez Becquerela radioaktywności uranu, a następnie w roku 1898 przez Marię Curie i jej męża Piotra radu, za które to odkrycia Becquerel i państwo Curie zostali wspólnie nagrodzeni Nagrodą Nobla w roku 1903. (Dwadzieścia lat później Maria Curie zmarła na ostrą postać limfoblastycznej białaczki).

Niedługo potem oprócz promieni Röntgena lekarze zaczęli stosować rad. Naświetlania radem były przepisywane, między innymi, w przypadkach kłopotów z sercem, impotencji, wrzodów, depresji, artretyzmu, raka, nadciśnienia, ślepoty i gruźlicy. Wkrótce na rynku ukazała się radioaktywna pasta do zębów a potem radioaktywny krem do skóry. W Niemczech tabliczki czekolady zawierające rad

były sprzedawane jako „odmładzacz”.⁵ W USA setki tysięcy ludzi zaczęły pić butelkowaną wodę „wzmocnioną” radem w charakterze ogólnego eliksiru znanego pod nazwą „liquid sunshine” („blask słońca w płynie”). Nie dalej niż w roku 1952 magazyn *Life* pisał o korzystnych skutkach inhalacji radioaktywnego radonu, gazu występującego w głębokich kopalniach. Nawet jeszcze dziś kopalnie The Merry Widow Health Mine i Sunshine Radon Health Mine położone w pobliżu Butte w stanie Montana głoszą, że odwiedzający je turyści donoszą o wielorakich korzyściach wynikających z wdychania radioaktywnego radonu,⁶ mimo iż rozliczne badania wykazują, że jedynym widocznym efektem oddziaływania tego gazu jest rak płuc.

Tak więc świat medyczny i ogólna kultura przygarnęły promienie Röntgena (oraz inne radioaktywne emanacje) w charakterze cudownych remediów, darów dla ludzkości od najwybitniejszych geniuszy epoki wynalazków.

DZIEDZICTWO „ATOMÓW DLA POKOJU”

W powszechnym przekonaniu opinia o tych technologiach bardzo ucierpiała, kiedy w roku 1945 na Japonię zrzucono bomby atomowe. Mimo iż być może skróciły one drugą wojnę światową i ocaliły życie wielu Amerykanów, opis zagłady ludzi w Hiroszimie autorstwa Johna Herseya na zawsze wpisał obraz grzyba atomowego do umysłu przeciętnego człowieka jako omen ogromnych zniszczeń. Wbrew staraniom zmierzającym do przedstawienia bomby w pozytywnym świetle technologia promienna nigdy nie odzyskała połysku, jaki zdobyła przed drugą wojną światową.

Siedem lat po bojowym zastosowaniu bomb nuklearnych Dwight Eisenhower nadał rządowi w USA nowy kurs, którego celem było przekonanie całego świata, że broń nuklearna, radioaktywność i promieniowanie nie są forpocztami śmierci, lecz potężnymi, łagodnymi sługami zapewniającymi ludzkości niemal nieograniczone korzyści. Tak zrodził się program „Atom dla Pokoju”, którego zadaniem było przekonanie Amerykanów i świata, że te nowe technologie niosą z sobą ogromne nadzieje i że elektrownie nuklearne należy rozwijać środkami pochodzącymi z podatków. Nadzieje pokładane w tej nowej dziedzinie postępu technologicznego wydawały się być zbyt obiecujące, aby były prawdziwe. Obiecywano, że elektryczność wytworzona w elektrowniach atomowych będzie „zbyt tania, aby mierzyć ją licznikiem”.⁷

Ustawa o Energii Atomowej (Atomic Energy Act) stała się podstawą powołania do życia Komisji Energii Atomowej (Atomic Energy Commission), lecz w praktyce dowództwo wojskowe państwa utrzymało ścisłą kontrolę nad rozwijaniem wszelkich technologii związanych z energią jądrową.⁸ W ten sposób, w wyniku całej serii wydarzeń historycznych, wszystkie główne źródła promieniowania jonizującego weszły pod kontrolę ludzi i instytucji zupełnie nie zainteresowanych braniem pod uwagę wcześniejszej wiedzy o szkodliwości promieniowania.

W roku 1927 Hermann J. Muller wykazał, że promienie Röntgena powodują dziedziczne uszkodzenia genetyczne i za swoje prace otrzymał Nagrodę Nobla, ale ponieważ doświadczenia prowadził na muszkach owocówkach zlekceważenie ich wyników jako nieistotnych dla ludzi nie sprawiło żadnych trudności, a przynajmniej było wygodne.

Krótko mówiąc, promieniotwórczość wydawała się dla lekarzy obiecującym środkiem terapeutycznym służącym do

leczenia praktycznie każdej dolegliwości. Dla wojska oraz kongresowej⁹ Połączonej Komisji Energii Atomowej (Joint Commission on Atomic Energy) oznaczało to uwolnienie setek miliardów dolarów – istny zalew funduszy pochodzących z podatków, których większość znajdowała się poza wszelką kontrolą ze względu na tajemnicę otaczającą całość spraw związanych z opracowywaniem broni jądrowej. Jeśli chodzi o prywatnych kontrahentów rządu, takich jak Union Carbide, Monsanto Chemical Co, General Electric, Bechtel Corporation, DuPont, Martin Marietta i innych, oznaczało to szansę na włączenie się do elity o nazwie „Kompleks Militarno-Przemysłowy”, przed którego rosnącą siłą polityczną ostrzegał prezydent Eisenhower w swoim ostatnim wystąpieniu wygłoszonym w roku 1959 przed Kongresem.

W latach pięćdziesiątych wojsko detonowało bomby atomowe na powierzchni ziemi na terenie atomowego poligonu doświadczalnego w Nevadzie zraszając cywilnych obywateli radioaktywnym deszczem.¹⁰ W Rezerwacie Hanford w stanie Washington z rozmysłem uwolniono olbrzymich rozmiarów chmury radioaktywne, aby sprawdzić, co stanie się z jego mieszkańcami pod wpływem ich działania. W trakcie jednego z przeprowadzonych w Hanford eksperymentów wyzwolono 500 000 kiurów¹¹ radioaktywnego jodu (jod osadza się w tarzycy). Fakt ten ukrywano przed ofiarami tego eksperymentu,

w większości Indianami, przez 45 lat.¹² Amerykańscy marynarze na okrętach i żołnierze na lądzie byli wystawiani na duże dawki promieniowania radioaktywnego, tylko po to, aby sprawdzić, co się z nimi stanie. Generalicja utrzymywała, że wystawienie na promieniowanie jest nieszkodliwe.

W swojej autobiografii Karl Z. Morgan, dyrektor ds. bezpieczeństwa Państwowego Laboratorium Oak

Ridge w Clinton w stanie Tennessee w latach 1944-1971, pisze: „Administracja Weteranów¹³ zawsze była nastawiona defensywnie i starała się nie dopuścić do zadośćuczynienia ofiarom”.¹⁴ Morgan przytacza historię Johna D. Smithermana, marynarza marynarki wojennej USA, którego wystawiono na duże dawki promieniowania podczas doświadczeń z bombą atomową na Atolu Bikini w roku 1946.¹⁵

Administracja Weteranów zaprzeczała jakimkolwiek związkom [przypuszczalnie jego choroby i zgonu – przyp. tłum.] z wystawieniem na promieniowanie aż do roku 1988, kiedy to wdowa po nim otrzymała zasiłek. W chwili śmierci ciało Smithermana było wręcz przeżarte przez raka płuc, gruczołów limfatycznych, przepony, wątroby, trzustki, jelit i gruczołów dokrewnych. W roku 1989, rok po przydzieleniu wdowie zasiłku, Administracja Weteranów cofnęła go.

Od początku lat czterdziestych aż do połowy lat sześćdziesiątych tysiącom górników z kopalń uranu w Nowym Meksyku wmawiano, że wdychanie obecnego w nich radonu jest absolutnie nieszkodliwe. Dopiero teraz rejestrowane są wywołane radonem przypadki raka płuc – pięćdziesiąt lat za późno.

Przytając retrospektywnie należy stwierdzić, że przez świat przemysłowy przeszedł pewien rodzaj manii nuklearnej. Tym, czym dzisiaj są biotechnologia i komputery najnowszej generacji, w latach pięćdziesiątych i na początku sześćdziesiątych była technologia nuklearna. Rządowi kontrahenci wydali miliony dolarów na budowę samolotu napędzanego energią jądrową, mimo iż proste obliczenia inżynierskie wykonane na

Naświetlania radem były przepisywane, między innymi, w przypadkach kłopotów z sercem, impotencji, wrzodów, depresji, artretyzmu, raka, nadciśnienia, ślepoty i gruźlicy.

samym początku tych prac dowodziły, że tego rodzaju samolot byłby zbyt ciężki, aby mógł przewozić jakikolwiek użyteczny ładunek.¹⁶ Monsanto Research Corporation (ta sama firma, którzy dziś produkuje i promuje genetycznie modyfikowaną żywność – przyp. tłum.) zaproponowało napędzany plutonem ekspres do kawy, który gotowałby wodę przez 100 lat bez potrzeby wymiany ładunku paliwowego.¹⁷ Pewna spółka zaproponowała spinki do mankietów wykonane z radioaktywnego uranu, jako że uran jest cięższy od ołowiu i „niezwykła waga takich spinek nie pozwalałaby na podwijanie się mankietów”.¹⁸

W roku 1957 Komisja Energii Atomowej ustanowiła swój Ploshare Division (Oddział Lemieszowy), którego nazwa nawiązuje do biblijnego powiedzenia „miecze przekują na lemiesz” (Księga Izajasza 2,4).¹⁹ Nasz rząd i jego przemysłowi partnerzy byli zdeterminowani pokazać światu, że ta technologia jest łagodna, bez względu na rzeczywiste fakty.

14 lipca 1958 roku dr Edward Teller, „ojciec bomby wodorowej”, przybył na Alaskę, aby ogłosić „Projekt Rydwan” („Project Chariot”) – plan wykrojenia nowego portu z wybrzeża Alaski poprzez zdetonowanie około sześciu bomb wodorowych. Po niesamowitej walce politycznej udokumentowanej w książce Dana O’Neilla *The Firecracker Boys*²⁰ (*Chłopy od petard*) plan ten odłożono na półkę. Dla odmiany opracowano plan przebiccia przy pomocy bomb atomowych nowego kanału przez Amerykę Środkową, aby dać Stanom Zjednoczonym możliwość wywierania nacisku na Panamę w negocjacjach dotyczących kontroli nad Kanałem Panamskim. Na szczęście, z tego planu również zrezygnowano.

W roku 1967 w ramach projektu Gasbuggy²¹ w Nowym Meksyku dokonano podziemnej eksplozji bomby atomowej. Jej celem było uwolnienie gazu zamkniętego w naturalnej formacji geologicznej. Gaz uwolniono, lecz – jak powinni to byli przewidzieć inżynierowie – okazało się, że jest on radioaktywny, i powstała w ziemi dziura musiano zakorkować. Jediną po niej pozostałością jest obecnie brązowa płyta na pustyni.

Podsumowując, według felietonisty *New York Timesa* H. Petera Metzgera Komisja Energii Atomowej zmarnowała miliardy dolarów na „poronione pomysły” w celu udowodnienia, że technologia nuklearna jest korzystna i nieszkodliwa.²²

Ploshare Division (Oddział Lemieszowy) okazał się kompletnym fiaskiem i jedyne, co po nim pozostało, to tradycja wypierania się, która zapuściła głębokie korzenie w sercu naukowej i przemysłowej Ameryki.

STANDARDY OCHRONY PRZED PROMIENIOWANIEM

Do roku 1910 świat medyczny zaczął stosować w celach terapeutycznych w szerokim zakresie oprócz promieni Röntgena również rad. Rad stosowano ponadto w przemyśle do produkcji świecących w ciemności tarcz zegarków, oczu lalek, przynęt na ryby, celowników broni i innych przedmiotów, jednak w połowie lat dwudziestych okazało się, że wiele młodych kobiet, które malowały radem cyfry na tarczach zegarków, wcześniej umiera. W jednym z przypadków pracodawca, firma US Radium w West Orange w stanie New Jersey, uparcie twierdził, że kobiety umierają z powodu złej higieny osobistej, lecz przeprowadzone w latach 1924-1925 badania w miejscu pracy dowiodły, że wszyscy robotnicy byli wystawieni na nadmierne dawki promieniowania.

W ten oto sposób ludzie metodą prób i błędów dowiedzieli się, że emanowane przez rad promieniowanie alfa i gamma może być śmiertelnie niebezpieczne, nawet w niewielkich dawkach.

2 grudnia 1942 roku w tajnym laboratorium pod trybunami (stadionu) Stagg Field Uniwersytetu Chicagowskiego rozpoczęła pracę pierwszy stworzony przez człowieka reaktor atomowy. Jego głównym zadaniem było wykazanie, że można uzyskać (i kontrolować) rozszczepienie jądra atomowego, a drugim produkcja plutonu do bomby atomowej. Szefem tego przedsięwzięcia, które prowadzono w ramach Projektu Manhattan (kodowa nazwa przedsięwzięcia Stanów Zjednoczonych, którego celem było zbudowanie bomby atomowej), był dr Arthur Compton.

W owym czasie cały światowy zapas radu wynosił około 2 funtów (niecały kilogram). Zbudowane w Chicago, a następnie w Clinton w stanie Tennessee i w Hanford w stanie Washington reaktory atomowe zawierały składniki równoważne tysiącom ton radu. Wiele radioaktywnych pierwiastków występujących w tych reaktorach stanowiło całkowitą nowość o nieznanym własnościach.

Arthur Compton i jego współpracownicy upierali się przy określeniu norm, standardów bezpieczeństwa, aby uchronić

pracowników przed szkodliwym promieniowaniem. Na początku roku 1942 Compton zatrudnił radiologa, chemika i trzech fizyków i postawił im zadanie ustalenia norm bezpieczeństwa oraz stworzenia instrumentów pomiarowych, które pozwalałyby kontrolować zachowanie norm bezpieczeństwa. Tych pięciu naukowców ochrzczono mianem „fizyków zdrowia” („health physicists”), czyli takich, którzy troszczą się o zdrowie. Uczni badający wpływ promieniowania na zdrowie do dzisiaj nazywają siebie fizykami zdrowia, zaś specjaliści od promieni Röntgena – radiologami.

We wrześniu 1943 roku pierwsza grupa „fizyków zdrowia” udała się do Clinton w stanie Tennessee, gdzie budowano ogromne zakłady przetwarzania uranu, które nazwano później Oak Ridge National Laboratory (ORNL). W roku 1944 jeden z fizyków z tej grupy, Karl Z. Morgan, został mianowany na dyrektora Oddziału Fizyki Zdrowia w Oak Ridge i trwał na tym stanowisku przez 29 lat, aż do roku 1972, kiedy to przeszedł na emeryturę.²³

Morgan odegrał zasadniczą rolę w wykreowaniu zawodu „fizyka zdrowia” i ustanowieniu norm promieniowania na całym świecie. W roku 1955 utworzono Stowarzyszenie Fizyków Zdrowia (Health Physics Society) i na jego tymczasowego przewodniczącego powołano Morgana. W latach 1956-1957 sprawował on tę funkcję jako pierwszy wybrany przewodniczący. W latach 1955-1977 pełnił dodatkowo funkcję redaktora naczelnego przeglądu *Health Physics (Fizyka Zdrowia)*, branżowego organu Stowarzyszenia. W roku 1966 utworzono International Radiation Protection Association (Międzynarodowe Stowarzyszenie Ochrony przed Promieniowaniem), reprezentujące specjalistów z 30 krajów i Karl Morgan został jego pierwszym przewodniczącym.

Większość standardów promieniowania jest stanowionych przez Międzynarodową Komisję Ochrony przed Promieniowaniem (International Commission on Radiological Protection; w skrócie ICRP), która w roku 1950 wyłoniła się z wcześniejszego zespołu stanowienia standardów o nazwie Międzynarodowy Komitet Ochrony przed Promieniami X i Radem (International X-ray and Radium Protection

**Monsanto Research Corporation
zaproponowało napędzany
plutonem ekspres do kawy, który
gotowałby wodę przez 100 lat
bez potrzeby wymiany ładunku
paliwowego.**

Committee). W latach 1950-1971 Karl Morgan był jednym z trzynastu członków ICRP i w okresie tym przewodniczył komitetowi ICRP do spraw wewnętrznych dawek, który ustanawiał standardy radiacyjne przyjmowane następnie przez cały świat. To pokazuje, dlaczego o Karlu Morganie mówi się często jako o „ojcu fizyki zdrowia”.

NADMIERNE WYSTAWIENIE NA PROMIENIE RÖNTGENA

Ostatnio Karl Morgan opisał i skrytykował prace ICRP. Twierdzi, że ICRP²⁴ ma na sumieniu dwie ważne sprawy:

a) ignorowanie szkód, jakich doznało całe społeczeństwo z powodu nadmiernego stosowania przez medycynę promieni Röntgena;

b) stanowienie od połowy lat sześćdziesiątych standardów promieniowania, które chroniły przede wszystkim ludzi zatrudnionych w przemyśle nuklearnym a nie całość społeczeństwa.

Według Morgana (który wciąż pozostaje członkiem ICRP, aczkolwiek emerytowanym) ICRP zaczęło na początku lat sześćdziesiątych ignorować poważne zagrożenie promieniowaniem. Píše on:

Okres atmosferycznych prób z bronią jądrową prowadzonych przez Stany Zjednoczone, Wielką Brytanię, Francję i ZSRR stanowi smutną kartę w historii cywilizowanego człowieka. Nie ma wątpliwości, że były one przyczyną setek tysięcy przypadków zgonów z powodu raka. Mimo to ICRP milczała. W tym okresie (1960-1965) większość członków ICRP pracowała bezpośrednio w przemyśle wytwórczym broni jądrowej albo korzystała pośrednio w znacznej części z funduszy pochodzących od tego przemysłu. Być może nie chcieli gryźć ręki, która ich karmiła?

W latach siedemdziesiątych sytuacja pogorszyła się jeszcze bardziej, kiedy cała seria badań ujawniła, że promieniowanie radioaktywne jest bardziej niebezpieczne, niż poprzednio sądzono. W roku 1974 Baruch Modan wykazał, że szansa zachorowania przez kobiety na raka piersi znacznie wzrasta już pod wpływem tak niewielkich dawek promieniowania rentgenowskiego jak 1,6 rema.²⁵ W roku 1977 Thomas Mancuso i inni donieśli, że pracownicy zatrudnieni w zakładach przetwarzania plutonu w Hanford umierają z powodu raka, którego przyczyną są dawki wynoszące zaledwie 3 remy kumulowane w ciągu wielu lat.²⁶ (W owym czasie uważano, że dawka 5 remów na rok jest bezpieczna).

Karl Morgan twierdzi, że badania te doprowadziły do przemyśle atomowej do paniki. „Zaniepokojony, że jego istnienie będzie zagrożone, jeśli społeczeństwo uwierzy, że istnieje zwiększone ryzyko zachorowania na raka przy tak niskich dawkach promieniowania, kompleks przemysłowo-nuklearny postanowił, że będzie ostro reagował na wystąpienia wszelkich jego przeciwników” – pisze Morgan w swojej autobiografii.²⁷ W rezultacie „...fizycy zdrowia postawili w ostatnich dziesięcioleciach na pierwszym miejscu jego integralność. Oczywiście pozostali pewni profesjonalistów, którzy nie kryją prawdy, lecz stanowią oni mniejszość” – stwierdził w roku 1999 Morgan.²⁸

ICRP przymknęło oko na inne problemy mające wpływ na zdrowotność społeczeństwa: nadmierne napromieniowanie promieniami Röntgena w wyniku stosowania ich w medycynie i stomatologii. Na początkach lat pięćdziesiątych przeprowadzono szereg badań, które dowodzą, że promienie Röntgena

są bardziej niebezpieczne, niż dotąd sądzono. W roku 1950 H.C. March wykazał, że szanse zgonu z powodu białaczki są dziewięćkrotnie większe w środowisku radiologów niż w innych grupach lekarskich.²⁹ W roku 1956 Alice Stewart wykazała, że jedno prześwietlenie płodu w macicy podwaja prawdopodobieństwo białaczki w wieku dziecięcym.³⁰

W swojej autobiografii z roku 1999³¹ Morgan wyjaśnia swoją uwagę z roku 1994 dotyczącą niezajęcia przez ICRP stanowiska wobec nadmiernych i niepotrzebnych dawek promieni Röntgena aplikowanych ludziom w trakcie medycznych procedur diagnostycznych:³²

...za każdym razem, kiedy usiłowałem podnieść zagadnienie nadmiernego i niepotrzebnego napromieniowywania ludzi promieniami Röntgena na skutek prześwietleń, zawsze napotykałem mur nie do przebicia... Wkrótce przekonałem się, że zagadnienie nadmiernego napromieniowania wynikającego z procedur medycznych był w ICRP tematem tabu, jako że organizacja ta została powołana do życia pod auspicjami Międzynarodowego Kongresu Radiologicznego [International Congress of Radiology; w skrócie ICR] i radiolodzy nie życzyli sobie żadnych ograniczeń lub wtrącania się w diagnostyczne stosowanie promieni Röntgena. Odniosłem nieprzyjemne wrażenie, że istniał poważny konflikt interesów pomiędzy ICR i ICRP... Konflikt interesów zdaje się być zakaźną i złośliwą chorobą.

W połowie lat sześćdziesiątych oddział Morgana z Laboratorium Oak Ridge badał dawki promieni Röntgena aplikowa-

ne dzieciom podczas programu masowych prześwietleń klatki piersiowej. Począwszy od lat pięćdziesiątych wysyłano do szkół w specjalnych pojazdach przenośne aparaty rentgenowskie i setki tysięcy dzieci poddawano prześwietleniom klatki piersiowej. Badania przeprowadzone w Oak Ridge dowiodły, że każde z tych dzieci otrzymało dawkę od 2 do 3 remów promieni Röntgena.

Morgan wiedział, że jest to za duża dawka, ponieważ robotnicy w Laboratorium Oak Ridge dostawali podczas prześwietlenia jedynie 0,015 rema. Innymi słowy, dzieci dostawały od 130 do 200 razy większą dawkę niż potrzeba do uzyskania właściwego zdjęcia rentgenowskiego, nie mówiąc już o tym, że większość z nich w ogóle nie potrzebowała żadnego prześwietlenia. (W wyniku kampanii prowadzonej przez Morgana, Rosalię Bertell, Irwinę Brossa i innych ostatecznie zaniechano masowych prześwietleń amerykańskich dzieci).³³

W latach czterdziestych i pięćdziesiątych wiele sklepów z butami instalowało fluoroskopowe (rentgenowskie) maszyny do dopasowywania butów. W roku 1949 okazało się, że maszyny te aplikują dzieciom wysokie dawki promieni Röntgena. I w tym przypadku ICRP zignorowało tę sprawę.

Morgan obliczył razem ze swoimi kolegami, że medyczne napromieniowanie promieniami Röntgena stanowiło 90 procent całości wchłoniętego przez ludzi promieniowania wytworzonego przez człowieka.^{34,35} W roku 1963 Morgan wykazał, że przeciętny obywatel Stanów Zjednoczonych wchłaniał każdego roku tyle samo promieniowania z racji jego zastosowań medycznych, co z naturalnych źródeł, czyli tak zwanego „promieniowania tła”. Inaczej mówiąc, zastosowania medyczne promieni Röntgena w USA podwajały dawkę, jaką wchłaniał normalnie przeciętny Amerykanin. Morgano wi chodziło o to, że ten sam rezultat można uzyskać przy pomocy znacznie niższych dawek, stosując nowoczesną aparaturę i technikę. Medyczny establishment był w większości

W latach czterdziestych i pięćdziesiątych wiele sklepów z butami instalowało fluoroskopowe (rentgenowskie) maszyny do dopasowywania butów.

przypadków głuchy na jego postulaty i całkowicie je ignorował.

Morgan i inni przez wiele lat pisali o zagrożeniach wynikających z nadmiernego i niepotrzebnego wystawiania ludzi na promieniowanie podczas medycznych i stomatologicznych prześwietleń – były to wysiłki, które określił on jako „dwadzieścia lat frustrujących niepowodzeń”. Po podpisaniu przez prezydenta Lyndona Johnsona w roku 1968 ustawy 90-602: „Ustawa w sprawie kontroli napromieniowania ze względu na zdrowotność i bezpieczeństwo” („The Radiation Control for Health and Safety Law”) – która określiła minimalne, federalne wymagania odnoszące się do aparatury rentgenowskiej (patrz strona internetowa www.fda.gov/cdrh/radhlth/-summary.html), Morgan w swojej autobiografii napisał, że „było to głównym celem, jaki przyświecał mi w życiu”,³⁶ jednak samo prawo to za mało, aby ograniczyć zbędne i nadmierne napromieniowywanie, które trwa nadal.

MEDYCZNE ZASTOSOWANIA PROMIENI RÖNTGENA I ICH ZWIĄZEK Z RAKIEM I CHOROBYMI SERCA

Innym znanym naukowcem, który od dwudziestu lat zajmuje się problemem przedawkowania promieni Röntgena, jest dr John Gofman. W swojej biografii Morgan pisze:³⁷

...naukowiec posiadający stopnie naukowe z chemii i medycyny. John Gofman, wspólnie z Glennem Seaborgiem, odkrył uran-233, był również pierwszym, który wyizolował pluton. Mimo tych osiągnięć wciąż musi zabiegać o uznanie. Uważam, że jest on jednym z najwybitniejszych uczonych dwudziestego wieku.

Od dwudziestu a może i więcej lat Gofman publikuje wyniki badań dotyczących zagrożeń będących wynikiem napromieniowania niewielkimi dawkami. W swojej ostatniej, liczącej 700 stron, książce stwierdza: „Medyczne napromieniowanie jest bardzo ważną przyczyną (być może nawet główną) śmiertelności w wyniku raka w Stanach Zjednoczonych w dwudziestym wieku”.³⁸ Inaczej mówiąc, Gofman uważa, że pochodzące z medycznych zastosowań dawki promieniowania rentgenowskiego są główną przyczyną raka (w tym raka piersi) oraz choroby sercowej w USA. Opracowanie Gofmana jest bardzo staranne i dogłębne i napisane bardzo jasno, w związku z czym większość fizyków zdrowia nie powinna przejść obok niego obojętnie.

John Gofman jest doktorem medycyny ze specjalizacją w dziedzinie chemii nuklearnej i fizycznej. Jest emerytowanym profesorem biologii molekularnej i komórkowej na Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley i członkiem rady wydziału Akademii Medycznej Uniwersytetu Kalifornijskiego w San Francisco. Podczas długiej kariery zajmował się dwoma oddzielnymi polami badań: chorobami serca i wpływem niskich dawek promieniowania na zdrowie. Jest laureatem wielu nagród za oryginalne badania z zakresu miażdżycy tętnic, która polega na narastaniu tłuszczowych „płytek” wewnątrz naczyń krwionośnych, co często staje się przyczyną śmiertelnych przypadków zawału serca. W roku 1974 Amerykańskie Kolegium Kardiologii (American College of Cardiology) uznało go za jednego z 25 czołowych badaczy w dziedzinie kardiologii ostatniego ćwierćwiecza.

Na początku lat sześćdziesiątych Komisja Energii Atomowej zwróciła się do Gofmana z prośbą o zorganizowanie Oddziału Badań Biomedycznych (Biomedical Research Division) przy Państwowym Laboratorium Livermore’a (Liver-

more National Laboratory; w skrócie LNL), którego zadaniem byłoby określanie wpływu na zdrowie wszelkiego rodzaju czynników związanych z reakcjami jądrowymi. W roku 1970 Gofman przekonał się, że promieniowanie jest bardziej niebezpieczne, niż początkowo sądzono, i wypowiedział się otwarcie przeciwko Projektowi Plowshare, w ramach którego miano zdetonować setki ładunków nuklearnych, aby uwolnić gaz zamknięty w formacji skalnej poniżej Gór Skalistych oraz zbudować nowe porty i kanały. Wezwał również do pięcioletniego moratorium dotyczącego planu Komisji Energii Atomowej zbudowania 1000 elektrowni atomowych.

W roku 1974 rząd wycofał się z finansowania badań Gofmana. Pozbawiony środków zaczął pisać książki poświęcone zagrożeniom wywołanym przez promieniowanie, w tym: *Radiation and Human Health (Promieniowanie a zdrowie człowieka; 1981)*, *X-Rays: Health Effects of Common Exams (Promienie Röntgena – wpływ na zdrowie powszechnych badań radiologicznych; 1985)*, *Radiation-induced Cancer From Low-Dose Exposure: An Independent Analysis (Rak wywołany przez niskie dawki promieniowania jonizującego – niezależna analiza; 1990)*, *Preventing Breast Cancer: The Story of a Major, Proven, Preventable Cause of This Disease (Zapobieganie rakowi piersi – historia głównej, udowodnionej i możliwej do uniknięcia przyczyny tej choroby; 1995)*, drugie wydanie (1996) oraz *Radiation from Medical Procedures in the Pathogenesis of Cancer and Ischemic Heart Disease (Promieniowanie pochodzące z medycznych procedur w patogenezie raka i niedotlenienia mięśnia sercowego; 1999)*.^{39,40,41,42,43}

Gofman jest wspaniałym nauczycielem. W swoich książkach wyjaśnia wyniki badań, skąd się one wzięły, ich niedostatki i jak można to wszystko ulepszyć. Prowadzi czytelnika od wniosku do wniosku, tłumacząc każdy krok językiem zrozumiałym, zarówno dla nowicjuszy, jak i specjalistów. Kiedy okoliczności zmuszają go do czynienia założeń, wyjaśnia, dlaczego sądzi, że są one słuszne. Często podaje również alternatywne tłumaczenia i wyjaśnia, w jakim stopniu wpłynęłyby one na jego wnioski. Nigdy nie pomija niczego, co ma istotne znaczenie. Dzięki tym cechom

„Medyczne napromieniowanie jest bardzo ważną przyczyną (być może nawet główną) śmiertelności w wyniku raka w Stanach Zjednoczonych w dwudziestym wieku”.

książki Gofmana są długie i liczą przeciętnie od 500 do 900 stron wypełnionych tabelami danych, którym towarzyszą dokładne wyjaśnienia. Czytelnik zyskuje pełną wiedzę na dany temat, która może zadowolić zarówno nowicjuszy, jak i specjalistów. Uważam Gofmana za jednego z najznakomitszych nauczycieli XX wieku. Jego prace już doprowadziły do zmiany poglądu świata na zagrożenia związane z promieniowaniem, a jego ostatnia książka będąca wynikiem wieloletnich zmagaj rewolucjonizuje poglądy na napromieniowanie będące rezultatem medycznych zastosowań. Jego praca z pewnością ocali w ostatecznym rozrachunku dziesiątki milionów żyć.

W swojej ostatniej książce z 1999 roku Gofman prezentuje przekonujące dowody na to, że medyczne zastosowania promieniowania stanowią główną przyczynę raka i miażdżycy (choroby wieńcowej).⁴⁴ Przez „medyczne zastosowania promieniowania” dr Gofman rozumie przede wszystkim promieniowanie rentgenowskie, w tym rentgenoskopię⁴⁵ i skanowanie typu CT („CAT”)⁴⁶. Mechanizm tych uszkodzeń jest prosty – promieniowanie powoduje genetyczne mutacje prowadzące w konsekwencji do wzrostu liczby przypadków tych chorób.

O czym chce nas przekonać Gofman? Czy chodzi mu o to, że napromieniowanie przez medyczne źródła stanowi wyłączone źródło raka i choroby wieńcowej? Z pewnością nie o to mu

chodzi. Czy chce powiedzieć, że przyczyną raka nie jest palenie, zła dieta, dziedziczność, pestycydy, spaliny silników, dioksyny⁴⁷ i toksyczne chemikalia? Oczywiście, że nie. Zarówno rak, jak i choroba sercowa mają wielorakie przyczyny. Po to, aby rozwinął się rak (lub miażdżyca) komórka musi być poddana wielu (przypuszczalnie od 5 do 10) mutacjom genów. Niektóre z tych mutacji mogą być dziedziczone, lecz większość z nich powstaje w wyniku wystawienia organizmu na działanie substancji uszkadzających geny.

Oto hipotetyczny przykład stu przypadków raka podany przez Gofmana pokazujący różnorodność przyczyn tej choroby:

- 40 przypadków raka wywołanych jest wspólnym działaniem promieni Röntgena, palenia i ubogiej diety;
- 25 przypadków raka wywołanych jest wspólnym działaniem promieni Röntgena, ubogiej diety i odziedziczonych mutacji genów;
- 25 przypadków raka wywołanych jest wspólnym działaniem promieni Röntgena, palenia i odziedziczonych mutacji genów;
- 10 przypadków raka wywołanych jest wspólnym działaniem palenia, ubogiej diety i odziedziczonych mutacji genów.

W pierwszym zbiorze 40 przypadków raka zostało spowodowanych przez genetyczne mutacje, które wywołane zostały przez promienie Röntgena, palenie i ubogą dietę. Każdy z tych trzech czynników jest potrzebny do wywołania raka; jeśli któryś z nich nie wystąpi, nie wystąpi również rak.

Na podstawie przytoczonych przypadków widzimy, że promienie Röntgena mają swój udział w 90 (40 + 25 + 25 = 90) na 100 przypadków raka. Gdyby nie promienie Röntgena w 90 procentach przypadków rak by nie wystąpił. Przyjrzyjmy się teraz przyczynie w postaci ubogiej diety. Ma ona swój udział w 75 (40 + 25 + 10 = 75) na 100 przypadków. Gdyby nie wystąpiła uboga dieta, nie doszłoby do 75 procent przypadków raka.

Widać wyraźnie, że promienie Röntgena „powodują” 90 procent przypadków raka – w tym sensie, że przy ich nieobecności rak by nie wystąpił. Mamy jednak jeszcze ubogą dietę, która również „powoduje” raka, lecz tylko w 75 procentach tych samych przypadków, co znaczy, że gdyby ten czynnik nie wystąpił, nie byłoby również 75 procent przypadków raka.

Tak więc, kiedy Gofman twierdzi, że promienie Röntgena są odpowiedzialne za większość przypadków raka w USA, nie twierdzi, że te promienie są jedyną przyczyną tej choroby, a jedynie to, że do większości zachorowań na nią w ogóle by nie doszło, gdyby nie było promieni Röntgena.

Należy tu podkreślić, że Gofman nie jest przeciwnikiem stosowania promieni Röntgena w medycynie. Sprzeciwia się on raczej **niepotrzebnemu wystawianiu** ludzi na to promieniowanie. Wiele lat jego pracy pokazało, że dawki promieniowania rentgenowskiego można i należy obniżyć o co najmniej 50 procent i że nie spowoduje to żadnego uszczerbku w ilości uzyskiwanych informacji medycznych. Pogląd ten podziela wielu innych specjalistów. Ostrożne stosowanie nowoczesnej aparatury rentgenowskiej i nowoczesnych technik może obniżyć dawkę promieniowania o połowę (a nawet więcej) bez utraty jakichkolwiek korzyści wynikających z ich stosowania. Tak więc można byłoby uniknąć co najmniej połowy przypadków raka powodowanych przez te promienie.

O ilu więc niepotrzebnych przypadkach raka mówimy? Gofman obliczył, że w roku 1993 połowa wszystkich przypadków raka u kobiet i 74 procenty przypadków raka u mężczyzn wiąże się z zastosowaniem promieni Röntgena. Inaczej mówiąc, około 60 procent wszystkich przypadków raka w USA w roku 1993 można wiązać z nadmiernym wystawieniem na działanie promieni Röntgena. W USA co roku umiera na

raka około 500 000 ludzi. Skoro 60 procent tych przypadków wiąże się z nadmiernym napromieniowaniem, a połowa z nich to przypadki, których można byłoby uniknąć, to mówimy o 150 000 niepotrzebnych zgonów rocznie w samych tylko Stanach Zjednoczonych.

Gofman oblicza, że proporcja przypadków choroby wieńcowej wiążących się z działaniem promieni Röntgena jest nieco wyższa niż w przypadku raka. 63 procenty zgonów wśród mężczyzn w roku 1993 z powodu CHD⁴⁸ wiązało się z nadmiernym napromieniowaniem promieniami Röntgena, zaś wśród kobiet było to 78 procent przypadków. Tak więc, z grubsza biorąc, 70 procent przypadków zgonów z powodu CHD ma według Gofmana związek z promieniami Röntgena. CHD było przyczyną około 460 000 zgonów w roku 1993 i jeśli Gofman ma rację, 322 000 z nich wiąże się z działaniem promieni Röntgena, zaś połowa z nich, czyli 161 000, to zgony, do których nie musiało dojść.

Widzimy więc, że, jeśli Gofman się nie myli, promienie Röntgena są odpowiedzialne za 311 000 (150 000 + 161 000 = 311 000) niepotrzebnych zgonów rocznie w USA.

Badania Gofmana to nowe podejście, które pozwala na uniknięcie pewnych trudności zawartych we wszystkich danych łączących promieniowanie używane przez lekarzy ze zdrowiem. Oto te trudności. Po pierwsze, brak jest wiarygodnych szacunków średniej, przypadającej na głowę jednego mieszkańca, dawki promieniowania rentgenowskiego, któremu poddawani są obecnie ludzie lub byli poddani w przeszłości z racji stosowania go w medycynie. Po drugie, brak jest wiarygodnych szacunków ryzyka zachorowania na raka w stosunku do jednostkowej dawki promieniowania rentgenowskiego pochodzącego z aparatury medycznej, ponieważ nikt nie ma pewności, co do dokładnych dawek promieniowania, jakie otrzymały poszczególne grupy ludności, które badano pod kątem wpływu promieniowania na występowanie raka.

Aby uniknąć tych trudności, Gofman zastosował interesujące rozwiązanie. Odnalazł statystyczne dane dotyczące chorób w odniesieniu do całej ludności Stanów Zjednoczonych z podziałem na dziewięć okręgów spisowych (lata 1940-1990 dla raka i lata 1950-1990 dla choroby wieńcowej). Następnie zestawiał te dane rok po roku z liczbą lekarzy przypadających na 100 000 mieszkańców w każdym z dziewięciu okręgów spisowych. Nasytzenie lekarzami w przeliczeniu na 100 000 mieszkańców dostarczyło względnej miary promieniowania ze źródeł medycznych w przeliczeniu na 100 000 mieszkańców w dziewięciu okręgach spisowych w każdym roku.

Na tym przykładzie Gofman wykazał, że śmiertelność z powodu raka rośnie wyraźnie wraz ze wzrostem liczby lekarzy w okręgach spisowych, podczas gdy ilość zgonów z powodów pozarakovych maleje, z wyjątkiem przypadków zgonu z powodu choroby wieńcowej (CHD), których liczba również rośnie wraz ze wzrostem liczby lekarzy przypadających na 100 000 mieszkańców. Jak z tego wynika, hipoteza Gofmana, że CHD wiąże się z promieniowaniem ze źródeł medycznych, niejako „wypływa z danych”. Ponieważ miał on wieloletnie doświadczenie w badaniu CHD (napisał trzy książki na ten temat) oraz z uwagi na to, że bardzo dobrze zna literaturę dotyczącą promieniotwórczości, mógł sporządzić dokładne obliczenia, w wyniku których stwierdził, że promieniowanie indukujące mutacje w arteriach wieńcowych, powodując przyrost tego, co nazywa „dysfunkcyjnymi klonami” (mini-guzami) w mięśniach gładkich wyściełających arterie.

Warto zauważyć, że stosując metodę „gęstości lekarzy” Gofman określił, iż w roku 1993 promieniowanie ze źródeł medycznych było przyczyną 83 procent zgonów Amerykanek cierpiących na raka piersi. Posługując się z kolei zupełnie inną

metodą Gofman określił, że w roku 1995 to samo promieniowanie ze źródeł medycznych było odpowiedzialne za 75 procent zgonów Amerykanek cierpiących na raka piersi. Te dwa szacunkowe obliczenia wykonane za pomocą zupełnie innych metod są uderzająco podobne.

MINIMALIZACJA WYSTAWIENIA NA PROMIENIE RÖNTGENA

Przekonanie lekarzy o konieczności zwrócenia szczególnej uwagi na zminimalizowanie dawek promieniowania, którym poddawani są ich pacjenci, nie będzie sprawą łatwą. Wielu lekarzy i stomatologów nadal traktuje promienie Röntgena jako coś absolutnie nieszkodliwego.

Niedawno złamał mi się ząb. Mój dentysta, specjalista pierwszej klasy, potrzebował udokumentowania tego ubytku do rozliczenia z ubezpieczalnią.

— Zaraz zrobię panu zdjęcie rentgenowskie — oświadczył mi.

— A nie ma innego sposobu? — zapytałem.

Kiwnął głową i natychmiast napisał oświadczenie: „Złamałem ząb i nie chcę prześwietlenia” – po czym podsunął mi je do podpisania.

— Firma ubezpieczeniowa jest zobowiązana do zaakceptowania takiego oświadczenia — powiedział.

W ten oto sposób uniknąłem jednego niepotrzebnego prześwietlenia.

Kiedy ktoś powie państwu, że konieczne jest prześwietlenie, proszę nie stawać go z miejsca w trudnej sytuacji, odmawiając poddania się prześwietleniu. Sugeruję raczej zapytać, jaką dawkę promieniowania otrzymamy. Jeśli państwa doświadczenia są podobne do moich, osoba zalecająca wykonanie prześwietlenia nie będzie znała odpowiedzi na to pytanie i prawdopodobnie odpowie:

— Proszę się nie martwić, to zupełnie nieszkodliwe.

Niestety, nie jest prawdą! ■

Przełożył Jerzy Florczykowski

Przypisy:

1. Początkowo promienie Röntgena były nazywane promieniami „X” – nazwę tę można jeszcze spotkać w polskich podręcznikach fizyki z lat pięćdziesiątych, natomiast na Zachodzie utrzymała się ona do dzisiaj. W tekście polskim będziemy posługiwali się nazwą „promienie Röntgena” lub „promienie rentgenowskie”. – Przep. tłum.
2. Catherine Caufield, *Multiple Exposures: Chronicles of the Radiation Age (Wielokrotne wystawienie na działanie promieni – kroniki wieku promieniowania)*, Harper & Row, Nowy Jork, 1989, str. 7.
3. Jak wyżej, str. 4.
4. Jak wyżej, str. 15.
5. Jak wyżej, str. 28.
6. Jim Robbins, „Camping Out in the Merry Widow Mine” („Obozowanie w Kopalni Merry Widow”), *High Country News*, vol. 26, nr 12, czerwiec 1994; patrz <<http://www.hcn.org/1994/jun27/dir/reporters.html>> oraz <<http://www.roadsideamerica.com/attract/MTBASradon.html>>.
7. Arjun Makhijani, Scott Saleska, *The Nuclear Power Deception: US Nuclear Mythology from Electricity „Too Cheap to Meter” to „Inherently Safe” Reactors (Oszustwo elektrowni nuklearnych – amerykańskie mity od elektryczności „zbyt taniej, aby mierzyć ją licznikami” do „z natury bezpiecznych” reaktorów)*, The Apex Press, Nowy Jork, 1999.
8. Peter H. Metzger, *The Atomic Establishment (Atomowy establishment)*, Simon & Schuster, Nowy Jork, 1972.
9. Kongres Amerykański to Izba Reprezentantów i Senat łącznie, podobnie jak w Polsce Parlament to Sejm i Senat razem wzięte. – Przep. tłum.
10. D’Antonio, *Atomic Harvest (Atomowe żniwa)*, Crown Publishers, Nowy Jork, 1993; oraz Chip Ward, *Canaries on the Rim: Living Downwind in the West (Kanarki na obręczy – życie na podwiewnej na Zachodzie)*, Verso, Nowy Jork, 1999.
11. Kiur to jednostka aktywności ciała promieniotwórczego o symbolu Ci, 1 Ci = $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq (bekerel). – Przep. tłum.
12. Karl Z. Morgan, Ken M. Peterson, *The Angry Genie: One Man’s Walk Through the Nuclear Age (Rozgniewany dżin – spacer człowieka po epoce nuklearnej)*, University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma, 1999, str. 96.
13. Administracja Weteranów to federalna agencja, która nadaje przywileje oraz przydziela weteranom sił zbrojnych należne z prawem zasiłki.
14. Karl Z. Morgan i Ken M. Peterson, *The Angry...*, str. 101.

15. Jak wyżej.
16. Jak wyżej.
17. Peter H. Metzger, *The Atomic...*, str. 204.
18. Jak wyżej.
19. Jak wyżej, str. 231.
20. Dan O’Neill, *The Firecracker Boys (Chłopcy od petard)*, St. Martin’s Press, Nowy Jork, 1994.
21. Peter H. Metzger, *The Atomic...*, str. 236.
22. Jak wyżej, str. 237.
23. Karl Z. Morgan i Ken M. Peterson, *The Angry...*, str. 33.
24. Karl Z. Morgan, „Changes in International Radiation Protection Standards” („Zmiany w międzynarodowych standardach ochrony przeciwpromiennej”), *American Journal of Industrial Medicine*, nr 25, 1994, str. 301-307.
25. Baruch Modan i inni, „Radiation-Induced Head and Neck Tumours” („Guzy głowy i szyi wywołane promieniowaniem radioaktywnym”), *Lancet*, 23 lutego 1974, str. 277-307.
26. Thomas F. Mancuso i inni, „Radiation Exposures of Hanford Workers Dying from Cancer and other Causes” („Dawki napromieniowania pracowników zatrudnionych w Hanford umierających na raka oraz z innych przyczyn”), *Health Physics*, nr 33, listopad 1977, str. 369-385.
27. Karl Z. Morgan i Ken M. Peterson, *The Angry...*, str. 112.
28. Jak wyżej, str. 113.
29. H.C. March, „Leukemia in radiologists in a twenty-year period” („Leukemia wśród radiologów na przestrzeni dwudziestu lat”), *American Journal of Medical Science*, nr 220, 1950, str. 282-286.
30. Alice Stewart i inni, „Preliminary Communication: Malignant Disease in childhood and diagnostic radiation in utero” („Doniesienie wstępne – Śmiertelna choroba wieku dziecięcego a diagnostyczne napromieniowanie matki”), *Lancet*, 1956, str. 447-448.
31. Karl Z. Morgan i Ken M. Peterson, *The Angry...*
32. Karl Z. Morgan, „Changes...
33. Jak wyżej.
34. Karl Z. Morgan, „Medical X-Ray Exposures” („Napromieniowanie promieniami Röntgena wynikające z zastosowań medycznych”), *Industrial Hygiene Journal*, listopad-grudzień 1963, str. 588-599.
35. Karl Z. Morgan, „You Can Drastically cut X-ray exposure below today’s level” („Można w sposób drastyczny obniżyć poziom napromieniowania promieniami Röntgena poniżej obecnych dawek”), *Consultant*, marzec-kwiecień 1970, str. 16.
36. Karl Z. Morgan i Ken M. Peterson, *The Angry...*, str. 121.
37. Jak wyżej.
38. John Gofman (pod redakcją Egan O’Connora), *Radiation from Medical Procedures in the Pathogenesis of Cancer and Ischemic Heart Disease (Promieniowanie pochodzące z medycznych procedur w patogenezie raka i niedotlenienia mięśnia sercowego)*, Committee for National Responsibility, San Francisco, 1999 (dostępna za 27 dolarów z Citizens for Nuclear Responsibility, tel./fax +1 (415) 776 8299, e-mail: crnl123@webtv.net).
39. John W. Gofman, *Radiation and Human Health (Promieniowanie a zdrowie człowieka)*, Sierra Club Books, San Francisco, 1981.
40. John W. Gofman, Egan O’Connor, *X-Rays: Health Effects of Common Exams (Promienie Röntgena – wpływ na zdrowie powszechnych badań radiologicznych)*, Sierra Club Books, San Francisco, 1985.
41. John W. Gofman, *Radiation-induced Cancer From Low-Dose Exposure: An Independent Analysis (Rak wywołany niskimi dawkami promieniowania jonizującego – niezależna analiza)*, Committee for Nuclear Responsibility, San Francisco, 1990.
42. John W. Gofman (pod redakcją Egan O’Connora), *Preventing Breast Cancer (Zapobieganie rakowi piersi)*, Committee for Nuclear Responsibility, San Francisco, 1995, 1996 (drugie wydanie).
43. Jak wyżej.
44. Jak wyżej.
45. Rentgenoskopia to nic innego jak najzwyklejsze prześwietlenia. – Przep. tłum.
46. „CAT” to skanowanie w dwóch płaszczyznach, pod różnymi kątami, za pomocą urządzenia tomograficznego wykorzystującego wąską wiązkę promieni Röntgena w celu uzyskania komputerowego obrazu przekrojów ciała, w tym tkanek miękkich. – Przep. tłum.
47. Dioksyny to ogólna nazwa rodziny chlorowych węglowodanów, C₁₂H₄Cl₂O₂, w szczególności izomeru TCDD, toksycznego produktu ubocznego powstającego przy produkcji pestycydów. Na przykład Agent Orange, potężny herbicyd i defoliant zawierający śladowe ilości dioksyny, był stosowany w czasie wojny wietnamskiej do niszczenia szaty roślinnej, w której kryli się żołnierze Północnego Wietnamu. – Przep. tłum.
48. Skrót od Coronary Heart Disease, czyli choroba wieńcowa. – Przep. tłum.

Od wydawcy:

Artykuł Petera Montague po raz pierwszy opublikowany został w trzech odcinkach w *Rachel’s Environment & Health Weekly* (nr 691 z 16 marca, nr 692 z 13 kwietnia i nr 693 z 20 kwietnia 2000 roku) wydawanego przez Environmental Research Foundation, PO Box 5036, Annapolis, Maryland 21403, USA; tel.: +1 (410) 263 1584, fax: +1 (410) 263 8944, e-mail: erf@rachel.org, strona internetowa: www.monitor.net/rachel/.