

Materiały do historii onkologii Sources to the history of oncology

Referat prof. Władysława Jasińskiego z okazji obchodów 100 rocznicy urodzin Marii Skłodowskiej-Curie w 1967 roku

Address delivered at the centenary of the Maria Skłodowska-Curie birth

Ten z Państwa, kto widział film poświęcony 100-leciu urodzin Marii Skłodowskiej-Curie, przypomina sobie zapewne jego czołówkę, która przedstawiała grzyb wybuchu atomowego. W dalszych kadrach zastosowano trick filmowy, pokazując tę samą taśmę w odwrotnym kierunku. W miarę padających z głośników wypowiedzi o skutkach dzieła uczzonej, grzyb wybuchu kurczy się i cofa, symbolizując przewagę i zwycięstwo pokojowych zastosowań energii atomowej nad jej niszczycielskim nadużyciem.

Bezpośrednio po pokazie autorskim ten wstęp do właściwej treści filmu wywołał żywą i po części uzasadnioną dyskusję. Nie miejsce po temu, aby wracać dziś do tej dyskusji. Sądzę natomiast, że jakiś symbol jest pożyteczny jako wstęp do wszelkich omówień poświęconych rocznicy pani Curie. Oczywiście trzeba się z tym zgodzić od razu na wstępie, że każdy symbol będzie jedynie przybliżeniem, mniej lub bardziej nieudolnym porównaniem z rzeczywistością.

Proponuję więc Państwu, abyście zechcieli wyobrazić sobie długotrwałą i żmudną budowę tamy, przegradzającej chwilowo osuszone koryto wielkiej rzeki. Po wzniesieniu tej sztucznej przeszkody potężny strumień wody zostaje skierowany do swego naturalnego łożyska. Wypełnia on zbiornik, zamknięty tamą, uruchamia umiesz-

czony w niej turbiny. Tysiące kilometrów kwadratowych ziemi leżącej poniżej zbiornika, będą teraz wolne od niszczących je dawniej corocznie powodzi. Ujarmiona rzeka będzie służyć ludziom w wieloraki sposób, darząc ich światłem i ciepłem, urodzajem i spokojem, niosąc dobrobyt w różnej postaci. Po latach ludzie zapomną o tamie, jeszcze wcześniej – zapomną o jej twórcach. Zostanie jedynie lawina dobroczynnych skutków, przyjmowanych jako zjawiska oczywiste, naturalne, nie wymagające komentarzy. Lawina skutków dzieła p. Curie rozpoczęła się od odkrycia dwu naturalnych pierwiastków radioaktywnych – polonu i radu. Oba te odkrycia miały miejsce w 1898 roku, a dzieli je od siebie około 6-miesięczny odstęp czasu.

Już po upływie mniej więcej jednego roku małżonkowie Curie formułują przypuszczenie, że „promieniotwórczość może polegać na przemianie pierwiastków chemicznych”. W trzy lata później Ramsay¹ i Soddy² stwierdzili, że



Prof. Władysław Jasiński

¹ Sir William **Ramsay** (1852-1916), angielski chemik i fizyk, profesor uniwersytetów w Bristolu i Londynie. Odkrył gazy szlachetne w powietrzu; potwierdził hipotezę Marii i Piotra Curie, że hel jest produktem rozpadu radu (1903). W zakresie badań nad radioaktywnością popełnił jednak wiele błędów. M.in. ogłosił, że połączył radon z miedzią i otrzymał lit, pierwiastek znajdujący się w tej samej grupie, co miedź, lecz mający mniejszy ciężar atomowy. Ze względu na autorytet Ramsaya wielu uczonych traktowało poważnie to doniesienie. Jeden z niewielu – Rutherford – odnosił się do niego sceptycznie i polemizował na gruncie ówczesnej teorii dotyczącej promieniotwórczości. Maria Curie, nie polemizując, powtórzyła doświadczenie Ramsaya i stwierdziła (1908), że szklane fiolki, w których Ramsay przeprowadzał reakcję między siarczanem miedzi i radonem, zawierają lit i wprowadzają go do produktu końcowego. Gdy do doświadczenia użyła pojemników, w których składzie chemicznym nie było litu, wyniki Ramsaya nie potwierdziły się. Zaprzyjaźniony z Marią Curie Rutherford napisał do przyjaciela (amerykańskiego chemika Bertrama Boltwooda) „Cieszę się, że okazała wielką wnikliwość przy sprawdzaniu odkryć Ramsaya”. Ramsay otrzymał Nagrodę Nobla z chemii w 1904 r. za prace związane z odkryciem gazów szlachetnych.

² Frederick **Soddy** (1877-1956), brytyjski fizyk i chemik. Współpracował z Rutherfordem i z nim jest współtwórcą teorii rozpadu promieniotwórczego (1902), która kwestionowała niepodzielność atomu i w związku z tym nie była początkowo akceptowana przez Piotra i Marię Curie. Soddy sformułował tzw. prawo przesunięcia, przewidyujące rodzaj pierwiastka chemicznego powstającego w wyniku określonego rodzaju rozpadu promieniotwórczego (1913). Niezależnie od Soddy'ego prawo to sformułował Fajans, stąd nazwa: reguła Soddy'ego – Fajansa. Soddy otrzymał Nagrodę Nobla z chemii w 1921 r. za prace nad izotopami promieniotwórczymi. W tym samym roku Nagrodę Nobla z fizyki otrzymał Albert Einstein.

rad jest źródłem nieustannego powstawania nowego pierwiastka, mianowicie helu i w ten sposób doświadczalnie potwierdzili hipotezę pp. Curie. Później to odkrycie doprowadziło do sformułowania ogólnej teorii rozpadu promieniotwórczego przez Rutherforda³ i Soddy'ego.

W tym samym czasie, w 1899 r., ukazuje się praca małżonków Curie „o efektach chemicznych promieni radu”, w której autorzy opisują takie zjawiska, jak powstawanie ozonu w powietrzu pod wpływem promieni radu lub zabarwienie się szkła, porcelany i innych ciał, zwłaszcza krystalicznych. W ten sposób zostały położone podwaliny chemii radiacyjnej, nauki zajmującej się chemicznymi efektami, wywołanymi w materii przez promieniowanie.

Dziś teoretyczne i praktyczne zdobycze chemii radiacyjnej mają ogromne znaczenie. Wystarczy wspomnieć metodę radiolizy impulsowej, która pozwala badać krótkożyjące struktury chemiczne, powstające pod wpływem promieniowania, dzięki czemu dochodzi do wyjaśnienia elementarnych radiacyjnych procesów fizycznych i chemicznych. Wystarczy przypomnieć postępy w dziedzinie chemii polimerów, na przykład otrzymywanie pod wpływem promieni czystych produktów bez śladów katalizatora, czy też procesy tak zwanego radiacyjnego sieciowania polimerów, doprowadzające do otrzymania względnie ciepłotrwałego polietylenu. Czy wreszcie perspektywne lub praktycznie ważne możliwości wyjaławiania promieniami produktów spożywczych, materiałów biologicznych i materiałów lekarskich, zwłaszcza termoplastycznych, na przykład strzykawek jednorazowego użytku, cewników, materiałów opatrunkowych i leków.

W 1901 roku w pracowni państwa Curie wykryto, że preparat radowy ma stale temperaturę wyższą od otoczenia. Na tej podstawie Piotr Curie i współpracujący z nim Laborde wyrazili przypuszczenie, że z głębi atomu będzie się kiedyś wydobywać ogromne ilości energii.

Myśl ta nie opuszczała Piotra Curie. W 1905 roku, odbierając w Sztokholmie nagrodę Nobla przyznaną w 1903 r. wspólnie małżonkom Curie i Henrykowi Be-

querel⁴, Piotr powiedział: „nasuwa się... pytanie, czy poznawanie tajników natury przynosi pożytek ludzkości i czy jest ona dostatecznie dojrzała, by z nich korzystać, czy też przeciwnie – poznanie to przyniesie jej szkodę?”

Jeszcze za życia Marii Curie, jej córka i zięć, bombardując atomy pierwiastków cząstkami alfa, zdołali wdrzeć się do ich jąder i doprowadzili na tej drodze do powstania nowych radioaktywnych izotopów. W rok później, w 1934 r., Fermi zastosował do tego celu pociski pozabawione ładunku elektrycznego, neutrony, łatwo wnikające do jądra atomu. Bombardując uran neutronami, Fermi⁵ był bliski tego odkrycia, które w 1938 r. stało się udziałem Otto Hahna⁶ i Fritza Strassmanna⁷, odkrycia zjawiska rozszczepienia. W dalszej konsekwencji Fryderyk Joliot,

³ Ernest **Rutherford** (1871-1937), jeden z najwybitniejszych fizyków, brytyjczyk urodzony w Nowej Zelandii. Królowa brytyjska nadała mu tytuł szlachecki: Lord Rutherford of Nelson. Eksperymentator i teoretyk; swoimi fundamentalnymi odkryciami dał podstawy nauce o budowie atomu i promieniotwórczości: wykazał odrębną naturę promieniowania alfa i beta (1899), wyjaśnił charakter emanacji radioaktywnych (1900), łącznie z Soddy'ym stworzył teorię transformacji pierwiastków (1903), stwierdził, że atom składa się z jądra i krążących wokół niego elektronów (1911); przeprowadził pierwszą sztuczną reakcję jądrową (1919), która doprowadziła go do odkrycia protonu. W roku 1903, będąc przejazdem w Paryżu (z poślubioną właśnie w Nowej Zelandii żoną), był na przyjęciu po obronie pracy doktorskiej Marii Curie. Od tej chwili datowała się ich wielka przyjaźń, mimo stałej rywalizacji naukowej. Rutherford otrzymał Nagrodę Nobla w 1908 r. z chemii, za badania nad rozpadem pierwiastków i chemią substancji radioaktywnych. Kpił z tego z goryczą, jak zanotował Otto Hahn: „Dali mi nagrodę w dziedzinie chemii. Mnie, fizykiem całą gębą, który nigdy nie przeprowadził ani jednego doświadczenia chemicznego. I niech mnie diabli porwą, jeśli kiedykolwiek to zrobię!”. W tym samym roku Nagrodę Nobla z fizyki otrzymał Gabriel Lippmann – promotor pracy doktorskiej Marii Curie – za wynalezienie fotograficznej metody wykonywania kolorowych reprodukcji.

⁴ Antoine Henri **Becquerel** (1852-1908), francuski fizyk; specjalista w zakresie polaryzacji światła i luminescencji. Becquerel, badając zjawisko luminescencji różnych minerałów zauważył, że sole uranu powodują zaciemnienie błony fotograficznej, i że zjawiska tego nie można przypisać fosforescencji, gdyż minerał nie został uprzednio naświetlony światłem słonecznym. Becquerel kilkakrotnie przedstawiał swoje wyniki na posiedzeniach francuskiej Akademii Nauk, jednak jego doniesienia nie zainteresowały ówczesnych badaczy zafascynowanych badaniem niedawno odkrytego promieniowania rentgenowskiego. Wyjątkiem był wielki fizyk angielski Lord Kelvin, który zajął się badaniem jonizacji powietrza przez „promieniowanie Becquerela”; badania Marii Curie po podjęciu przez nią pracy doktorskiej poszły tym samym tropem. Pod koniec życia Lord Kelvin – największy w owym czasie autorytet z dziedziny fizyki – zaprzeczył istnieniu radu, twierdząc, że jest to mieszanina ołowiu i helu. To stwierdzenie zmobilizowało Marię Curie do wielkiego trudu – wyodrębnienia radu w postaci metalicznej, za co w 1911 roku otrzymała drugą Nagrodę Nobla – z chemii. Becquerel otrzymał nagrodę z fizyki, wraz z małżonkami Curie, w roku 1903, za badania nad zjawiskiem promieniotwórczości.

⁵ Enrico **Fermi** (1901-1956), wybitny włoski fizyk, eksperymentator i teoretyk. Odkrył zjawisko i opracował teorię spowolniania neutronów. W roku 1934 opatentował (ze współpracownikami) metodę wytwarzania sztucznej promieniotwórczości za pomocą spowolnionych neutronów. W obawie o los żony – Żydówki – w faszystowskich Włoszech, bezpośrednio po odbiorze w 1938 roku Nagrody Nobla wyjechał wraz z żoną z Sztokholmu do Stanów Zjednoczonych. Tam w roku 1942 uruchomił pierwszy reaktor jądrowy. W dalszych latach kierował ogółem prac nad bombą atomową (mimo to nie spotkało go tyle przykrości co Ottona Hahna). Nagrodę Nobla otrzymał z fizyki w 1938 r. za odkrycie sztucznej radioaktywności wywołanej przez neutrony i reakcji jądrowych wywołanych przez powolne neutrony.

^{6,7} Otto **Hahn** (1879-1968), niemiecki fizyko-chemik, praktykował u Rutherforda. Wspólnie z **Fritzem Strassmannem**, bombardując uran neutronami otrzymali bar (1938), co w następnym roku Lisa Meitner i jej kuzyn Otto Robert Frisch zinterpretowali jako wynik reakcji rozszczepienia jądra atomowego. Zjawisko rozszczepienia uranu zostało wykorzystane w konstrukcji bomby atomowej, w związku z czym Hahn przez całe życie nie mógł uniknąć zarzutów, że ponosi współodpowiedzialność za Hiroszimę i Nagasaki. Wytoczono mu publicznie zarzut, że Nagroda Nobla była „judaszowymi srebrnikami za bombę, którą dał Amerykanom”. Równocześnie odzywały się głosy, że Hahn powinien otrzymać pokojową Nagrodę Nobla za fakt, że znając „tajemnicę” bomby atomowej i będąc Niemcem, nie zrobił z tego użytku dla zwycięstwa Niemiec. Hahn otrzymał Nagrodę Nobla z chemii w roku 1944 za odkrycie rozszczepienia ciężkich jąder atomowych; dowiedział się o tym będąc internowany w Wielkiej Brytanii wraz z innymi uczonymi-fizykami niemieckimi. Po II Wojnie Światowej Hahn bardzo aktywnie angażował się w ruch na rzecz zakazu rozprzestrzeniania broni atomowej i pokojowego wykorzystania energii atomowej. Jego popieranie stoi w holu Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej w Wiedniu.

Halban i Kowarski nie doprowadzili niestety do końca badań nad kontrolowaną reakcją łańcuchową, ponieważ wybuchła II wojna światowa. W 1942 roku reakcję tę zrealizował Enrico Fermi, uruchamiając w Chicago pierwszy reaktor jądrowy.

W ten sposób ziszczyły się przypuszczenia Curie i Laborde'a odkryciem, o którym Paweł Langevin⁸ napisał w 1945 r.: „odkrycie to będzie miało prawdopodobnie dla przyszłości naszej cywilizacji znaczenie dające się porównać ze znaczeniem odkryć, które pozwoliły człowiekowi opanować siłę ognia, a zastosowania tego odkrycia, które do niedawna ograniczały się jedynie do obszaru medycyny, przewyższają zastosowania maszyny parowej oraz silników spalinowych i odrzutowych”.

Rzeczywiście, jedne z pierwszych zastosowań promieniotwórczości dotyczyły medycyny. Jeszcze w 1900 r. Walkhoff⁹ i Giesel¹⁰ stwierdzili, że promieniowanie radu ma działanie biologiczne. W 1904 r. Piotr Curie i Henryk Becquerel przedstawili francuskiej Akademii Nauk komunikat, omawiający szczegółowo przebieg reakcji skóry ramienia człowieka eksponowanej na promienie radu. Bezpośrednio potem, z inicjatywy pp. Curie i Boucharda¹¹, przeprowadzono badania na zwierzętach nad biologicznym wpływem emisji radu. Wreszcie w 1905 r. Dominici¹² i Dégrais¹³ rozpoczęli stosowanie radu jako środka leczniczego u ludzi.

⁸ Paul **Langevin** (1872-1946), wybitny fizyk francuski, od 1945 r. przewodniczący francuskiej Akademii Nauk. Uczeń i przyjaciel Piotra Curie. Główne prace dotyczą teorii paramagnetyzmu i diamagnetyzmu, największe znaczenie ma teoria paramagnetyzmu (1905) ustalająca związki między natężeniem namagnesowanego ciała ferromagnetycznego, natężeniem zewnętrznego pola magnetycznego, momentem magnetycznym elementarnego magnezu (atomu lub cząsteczki) oraz temperaturą bezwzględną. Teoria ta stanowiła pierwszą udaną próbę zastosowania fizyki statystycznej do badania właściwości materii. Zbudował piezoelektryczny generator ultradźwiękowy (1918) do wykrywania okrętów podwodnych (hydrolokacja). Równoległe z Einsteinem prowadził dociekania nad względnością czasu w zależności od punktu obserwacji. Publikacje Einsteina ukazały się wcześniej. Langevin był po śmierci Piotra Curie wielką miłością i przyjacielem Marii Curie. Po latach wnuczka Marii Curie, Helena, została żoną wnuka Pawła Langevina.

^{9, 10} Frederic Otto **Walkhoff**, Oscar **Giesel**, uczeni niemieccy stwierdzili (1900) fizjologiczne działanie radu. W celu potwierdzenia ogłoszonych przez nich wyników Piotr Curie poddał własne ramię wielogodzinnemu działaniu preparatu radowego, a wyniki opisał wraz z Becquerelem w komunikacie francuskiej Akademii Nauk.

¹¹ Charles **Bouchard**, francuski lekarz-patolog był wpływową osobistością we francuskiej Akademii Medycznej, miał status członka zagranicznego szwedzkiej Akademii Nauk w związku z czym przysługiwał mu przywilej stałego typowania kandydatów do Nagrody Nobla. Dwukrotnie (w latach 1901 i 1902) wysuwał kandydatury Marii i Piotra Curie do tej nagrody. W roku 1903, kiedy Marię próbowano wyeliminować z grona kandydatów do nagrody, z powodów do dziś niewyjaśnionych (pisze się o antyfeminizmie, ale wpływ mogło mieć również przyjęcie sposobu podziału pieniędzy). W dużej mierze jego zabiegi zadecydowały o przyznaniu Nagrody Nobla Becquerelowi (50%) oraz Marii i Piotrowi Curie (50%). Bouchard współpracował z Piotrem Curie nad fizjologicznym efektem ekspozycji na promieniowanie radu.

^{12, 13} Henri **Dominici**, Paul **Dégrais**, ale również Alexandre Dauvillier, Henri Danlos, Louis Wickham – francuscy lekarze, którym wg Marii Curie curieterapia zawdzięcza swój rozwój i których

Uznając znaczenie odkryć małżonków Curie dla fizyki, chemii, biologii i medycyny, rząd francuski zdecydował w 1909 r. o utworzeniu w Paryżu Instytutu Radowego. Instytut miał posiadać dwa zespoły pracowni: fizyko-chemiczny nazwany później Laboratorium Piotra Curie oraz biologiczno-medyczny. Budowę Laboratorium Curie ukończono dopiero w połowie 1914 roku. Kierownictwo części biologicznej powierzono dr Regaud.

W 1925 roku w wyniku dłużejletnich starań, wybitnie wspieranych przez Marię Skłodowską-Curie, położono kamień węgielny pod gmach Instytutu Radowego w Warszawie, którego dyrektorem został Franciszek Łukaszczuk. Instytut, zaplanowany na wzór Instytutu Radowego w Paryżu, rozpoczął pracę kliniczną w 1932 roku, otrzymując w darze od p. Curie 1 g radu.

Radoterapia, zwana także curieterapią, przeszła okres długoletniego rozwoju i kontroli klinicznej i dziś nadal zajmuje jedną z czołowych pozycji w arsenale środków, którymi lekarz walczy z chorobą nowotworową człowieka. Aby określić jednoznacznie pozycję curieterapii w onkologii wystarczy przypomnieć, że w Polsce corocznie około 6000 kobiet zapada na raka macicy, i że rad stanowi w tym schorzeniu, a zwłaszcza w raku części pochwowej macicy, niezastąpiony środek leczniczy. Instytut Onkologii w Warszawie, stosując skojarzone leczenie raka części pochwowej macicy promieniami gamma radu i promieniami Roentgena, uzyskuje wyleczenie w I° zaawansowania choroby w 80%, w II° w 60% i w III° w 40%.

Kolejne odkrycie, które miało decydujące znaczenie dla biologii i medycyny, miało miejsce w 1933 roku, kiedy to Irena i Fryderyk Joliot, napromieniając aluminium cząstkami alfa radu, otrzymali promieniotwórczy fosfor 30. Jak już wspominałem wcześniej, oryginalną metodę mało skuteczną produkcyjnie, Enrico Fermi zmodyfikował, stosując neutrony, a następnie wykorzystał do tego celu zbudowany przez siebie reaktor jądrowy.

Do chwili obecnej otrzymano około 1500 izotopów radioaktywnych, spośród których kilkanaście wykorzystuje medycyna laboratoryjna i kliniczna, jako niezastąpione metody badań teoretycznych oraz praktyki diagnostycznej i terapeutycznej. Spośród wielu z nich chciałbym zwrócić uwagę na kilka metod, zarówno tych, które można już dziś zaliczyć do klasycznych, jak i tych, które rokują istotny postęp medycyny klinicznej.

Jod radioaktywny był nie tylko pierwszym radioizotopem, wprowadzonym do kliniki, lecz także najbardziej wykorzystywanym, przynajmniej do ostatnich lat. Znalazł on szerokie zastosowanie w diagnostyce i w terapii niezłośliwych i złośliwych procesów chorobowych gruczołu tarczowego, a także w diagnostyce wielu innych chorób różnych układów. Nie ma zresztą nic dziwnego w tym, że jod promieniotwórczy zajął taką pozycję, ponieważ jest to właściwie jedyny spośród nuklidów, posiadający bez mała idealną charakterystykę biologiczną i fizyczną. Wykazuje on przeważające swoiste powinowactwo w stosunku do

wspomina w swojej i Piotra Curie biografii. Wickham i Dégrais opublikowali pierwszy podręcznik radioterapii, tłumaczony również na język angielski.

dwu określonych układów, ma bardzo wygodny okres półrozpadu fizycznego oraz zadawalającą emisję, zarówno pod względem rodzaju, jak i energii.

Zastosowania jodu radioaktywnego nie ograniczają się jednak wyłącznie do diagnostyki i terapii chorób tarczycy. Rozpoznawanie stanów czynnościowych lub morfologiczna ocena stanu wielu innych narządów wykorzystuje także ten nuklid. Wystarczy tu wymienić badania centralnego układu nerwowego, badania krążeniowe, diagnostykę chorób płuc, wątroby czy nerek, aby uświadomić sobie wartość tego izotopu i rozmiar jego zastosowań klinicznych.

Istnieją obecnie realne podstawy do przyjęcia, że przynajmniej w niektórych dziedzinach jod radioaktywny ustępuje miejsca innemu pierwiastkowi mianowicie metatrwałemu izotopowi technetu 99. Jak wspomniałem, może niezbyt dobitnie, fizyczna charakterystyka jodu 131 nie jest idealna. Mianowicie energia jego emisji gamma jest dość wysoka, ponadto emisja beta jest zjawiskiem ujemnym, jeśli chodzi o diagnostyczne wykorzystywanie tego nuklidu. Należy dodać do tego okoliczności z dziedziny bezpieczeństwa pracy, które utrudniają stosowanie jodu 131, mianowicie jego wydalanie się z moczem i pozostawianie w wydalinach oraz łatwość skażenia tarczycy personelu obsługującego chorych badanych, a zwłaszcza leczonych. Powinowactwo jodu do tarczycy i względnie duża ekspozycja tarczycy, związana z tą okolicznością, powoduje także konieczność powstrzymania się od stosowania tego pierwiastka u wielu pacjentów.

Postępy w dziedzinie aparatury i w dziedzinie produkcji izotopów, które miały miejsce w ostatnich latach, stworzyły nowe, korzystne możliwości. Wyprodukowano aparaturę, która cechuje się znacznie większą czułością detekcji i w związku z tym – szybkością pracy. Jednocześnie wyprodukowano szereg krótkożyjących pierwiastków i opracowano metody ich otrzymywania i rozprowadzania, umożliwiające stosowanie ich w warunkach klinicznych, nawet w bardzo znacznej odległości od miejsca produkcji. W sumie stworzyło to możliwości znacznego zwiększenia aktywności podawanych pacjentom, możliwości znacznego poprawienia warunków badania, w sensie uzyskiwania znamienych wyników, możliwości znacznego zmniejszenia narażenia pacjenta na szkodliwy wpływ promieniowania jonizującego oraz możliwości znacznego skrócenia czasu badania. Jeżeli dodać jeszcze do tego fizyczną charakterystykę emisji gamma technetu 99m, którego jednorodna energia wynosi 140 keV i brak emisji beta, wówczas oczywiście stają się niektóre zalety tego nuklidu.

Ponadto technet cechuje się ciekawymi właściwościami biologicznymi. Między innymi przez stosunkowo długi okres czasu (zwłaszcza w porównaniu do swej szybkości rozpadu) pozostaje po wstrzyknięciu dożylnym w przestrzeni śródnaczyniowej, ale bardzo swobodnie przenika przez uszkodzoną tzw. barierę krew/mózg, co czyni go w tej chwili idealnym izotopem do badania centralnego układu nerwowego. Można nim swobodnie i z wysoką aktywnością właściwą znakować albuminę krwi ludzkiej, co pozwala uzyskać piękne obrazy narządu krą-

żenia i oddechowego. Można go bez trudności przygotować w postaci koloidalnej, o wielkości drobin predestynujących go do diagnostyki morfologicznej wątroby. Cechuje się on wreszcie dość wybitną, choć niejednorodną skłonnością do umiejscawiania się w różnych nowotworach tkanek miękkich, co powoduje, że jest on jednym z dwu znanych związków, stwarzających prospekt lokalizacji i uwidaczniania guzów nowotworowych za pomocą radioizotopów.

Chciałbym wspomnieć o jeszcze jednym zastosowaniu klinicznych radioizotopów, tym razem w dziedzinie onkologii. Można przypuszczać, że zastosowanie to będzie mieć w przyszłości poważne znaczenie kliniczne.

Jak Państwu zapewne wiadomo, nowotwory piersi kobiet stanowią jedną z częstszych lokalizacji guzów złośliwych, co w połączeniu z szeregiem innych okoliczności decyduje o dużym znaczeniu tego nowotworu dla stanu zdrowia ludności. Niestety, wieloletnie usiłowania klinicystów, chirurgów i radioterapeutów, nie zostały ukoronowane powodzeniem w tym sensie, że wyniki leczenia raka sutka od wielu lat nie poprawiają się na całym świecie. Widać wyraźnie, że osiągnęliśmy pewien poziom, którego nie potrafimy przekroczyć, mimo wprowadzania nowych, rozszerzonych metod operacyjnych, mimo stosowania wysokich energii promieni, mimo kombinowanego leczenia operacyjnego i promieniami w różnych wariantach, mimo uzupełniania postępowania leczeniem hormonalnym, niejednokrotnie bardzo drastycznym – i chemioterapią. Wiemy jedynie, że dla rokowania o losie chorych decydujące znaczenie ma fakt zajęcia okolicznych węzłów chłonnych przez przerzuty nowotworu i że w pewnych przypadkach, zresztą niestety niezbyt licznych, decydująca pomyślna prognoza łączy się z mikroskopową budową guza. Wiemy wreszcie dziś z całkowitą pewnością, że okres pięciu lat nie wystarcza w tym nowotworze do przyjęcia wysokiej pewności wyleczenia, co ma miejsce w innych lokalizacjach raka.

Ponieważ jednym z najczęstszych objawów rozsiania się raka sutka są przerzuty do kości i ponieważ wiemy, że niekiedy przebieg tych przerzutów bywa zdumiewająco powolny, zainteresowano się ostatnio oceną wczesnego, bezobjawowego zajęcia kośćca przez przerzuty raka sutka. Zastosowano do tego celu 87 metatrwały izotop strontu, który należy do tzw. pierwiastków umiejscawiających się w kościach. Okres rozpadu połówkowego tego nuklidu wynosi niecałe 3 godziny, a więc po zastosowaniu bardzo wysokiej aktywności uzyskujemy jasne obrazy diagnostyczne, a mimo to narażenie pacjentek na promienie jest nikłe. Stront lokalizuje się wybiórczo w patologicznie zmienionych odcinkach kośćca, między innymi w przerzutach.

Przed kilku miesiącami Charkes i Sklaroff przedstawili wyniki badań, którym poddano grupę kolejnych 250 chorych, skierowanych do leczenia promieniami bezpośrednio po operacji z powodu raka sutka. Wszystkie chore były w I° lub II° stopniu zaawansowania raka według podziału TNM. U wszystkich badanie mikroskopowe materiału pooperacyjnego wykazało zajęcie węzłów chłonnych pachy. U żadnej z nich nie było jakichkolwiek subiektywnych ani obiektywnych symptomów przerzutów

raka do kości, to znaczy nie skarżyły się na bóle, nie stwierdzano bolesności uciskowej kośćca, wyniki staranych badań rentgenowskich, specjalnie nastawionych w tym kierunku, były negatywne. U 19% tych pacjentek wykazano metodą izotopową i potwierdzono w przebiegu obserwacji bezobjawowe zajęcie szkieletu przerzutami raka sutka, co w tym samym procencie wyjaśnia przyczynę braku poprawy wyników leczenia tego nowotworu.

Dzieło Marii Skłodowskiej i Piotra Curie i prace ich bezpośrednich współpracowników i późniejszych następców, zapoczątkowały niewątpliwie to zjawisko, które częstokroć określa się mianem rewolucji w nauce. Sukcesami tej rewolucji cieszą się przede wszystkim przedstawiciele nauk ścisłych, fizyki i chemii. Niewątpliwie powodzenia te łączyły się między innymi z możliwością precyzyjnych pomiarów świata nieożywionego, co w konsekwencji dawało możliwość precyzowania z dużą pewnością kolejnych ogólnych zasad o znaczeniu podstawowym dla wiedzy. W związku z tym znakomity fizyk amerykański Glenn Seaborg powiedział, że „współczuje badaczom w dziedzinie biologii i medycyny, których świat jest tak skomplikowany, tak bardzo dynamiczny, wypełniony tak wielką ilością zmiennych, że ustalenie podstawowych praw porządku w żywej materii zdaje się być nieosiągalną utopią”.

Nie ma znaczenia fakt słuszności lub mylności tej opinii. Ale nie ulega chyba wątpliwości, że metody izotopowe dały biologom i lekarzom nowe oczy, które umożliwiają im dostrzeżenie świata dotychczas zamkniętego przed ich wzrokiem. Nie ulega także wątpliwości, że metody te zapewniają doskonalenie owego podstawowego sposobu poznawania tajemnic natury, jakim jest ścisły pomiar.

W dziedzinie nauk klinicznych metody izotopowe dały początek nowej specjalności – medycynie nuklearnej – która niezależnie od aktualnego stanu swego zdefiniowania i zaawansowania przedstawia jedną z najbardziej postępowych i przyszłościowych z wielu dróg współczesnej medycyny. I mamy chyba prawo powiedzieć, że w rzeczywistości medycyna jądrowa narodziła się w tym samym czasie i w tej samej szopie paryskiej, w której w wieczornych ciemnościach Maria i Piotr Curie wpatrywali się po raz pierwszy w świecenie wyodrębnionej przez siebie odrobiny radu. Niewielu z żyjących może pretendować do tego, że historia wykuje ich nazwiska na tym samym kamieniu fundamentów wiedzy, na którym znalazło się imię Marii Skłodowskiej-Curie. Ale każdy badacz może kierować swoim dziełem tak, by jego dominującą cechą była ta sama skromność, wytrwałość i bezinteresowność, które cechowały Panią Curie.

Proszę pozwolić, że zakończę fragmentem wypowiedzi pani Curie, cytowanym przez Małgorzatę Perey, która mówi o entuzjazmie, z jakim do swojej pracy podchodziła p. Curie, o tym entuzjazmie, który zaprawdę bywa jedyną satysfakcją i nagrodą badacza:

„Należę do tych, którzy widzą wspaniałe piękno wiedzy. Uczony w laboratorium nie jest jedynie technikiem; jest on także dzieckiem, podziwiającym widowisko zjawisk przyrody, które wzruszają go do głębi jak czarodziej-

ska bajka. Najżywotniejszą siłą, którą widzę gdy rozglądam się wokół siebie, jest niezniszczalna żądza wiedzy”.

Redakcja serdecznie dziękuje Pani Profesor Barbarze Gwiazdowskiej za przekazanie tekstu tego wystąpienia oraz za opatrzenie go cennymi przypisami.

Referat wygłoszony był podczas sesji naukowej 16 października 1967 r. Obchody ówczesne były bardzo uroczyste, miały rangę państwową pod protektoratem premiera Józefa Cyrankiewicza. Udział brali m.in. wybitni fizycy atomowi z różnych krajów i rodzina Marii Skłodowskiej-Curie.