



Fizyk laureatem Nagrody Nobla w dziedzinie medycyny w 2003 roku

Barbara Blicharska

Instytut Fizyki UJ

Z Nagrodami Nobla tak bywa, że czas, jaki upływa od momentu ważnego odkrycia do jego uznania przez komitet tej nagrody, bywa nieraz dość długi. Tegorocznymi laureatami Nagrody Nobla z medycyny zostali Paul Lauterbur oraz sir Peter Mansfield – a czekali na nią aż 30 lat! Laureaci: amerykański chemik i angielski fizyk, otrzymali ją za niewątpliwie jedno z największych osiągnięć w diagnostyce medycznej: za metodę obrazowania opartą na zjawisku magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR), zwaną po angielsku Magnetic Resonance Imaging (MRI) lub tomografią magnetyczno-rezonansową, a potocznie przez lekarzy po prostu „rezonansem magnetycznym”. *Foton* zamieszczał artykuły o MRI: w numerze 75, poświęconym fizyce medycznej, oraz niedawno w numerze 77.

Nagroda ta sprawiła nam radość, jako że obaj laureaci zostali już wcześniej docenieni i uhonorowani doktoratami honoris causa w Krakowie – Paul Lauterbur w 1988 roku otrzymał tytuł doktora h.c. krakowskiej Akademii Medycznej (obecnie Collegium Medicum UJ – promotorem był prof. Rudolf Klimek), a sir Peter Mansfield otrzymał doktorat h.c. Uniwersytetu Jagiellońskiego w jubileuszowym roku 2000 (promotorem był prof. J.S. Blicharski).



Zdjęcie zrobione w Zakładzie Radiospektroskopii IFJ w Krakowie w 1988 r., zaraz po otrzymaniu przez Paula Lauterbura doktoratu honoris causa Akademii Medycznej w Krakowie. Prof. P. Lauterbur siedzi w środku w pierwszym rzędzie, obok prof. J. Hennel, prof. A. Jasiński (po prawej od gościa) i prof. J.S. Blicharski (ostatni po lewej); w drugim rzędzie pracownicy zakładu

Zarówno Paul Lauterbur jak i sir Peter Mansfield odwiedzali Instytut Fizyki UJ oraz Instytut Fizyki Jądrowej w Krakowie. W czasie ostatniej swojej wizyty w 2000 roku P. Mansfield uczestniczył w organizowanej przez Zakład Radiospektroskopii IF UJ konferencji AMPERE IX NMR School w Zakopanem, gdzie zaprezentował swoje prace poświęcone obrazowaniu. Łącznie jest on autorem aż 300 prac i artykułów przeglądowych z dziedziny NMR oraz 25 patentów.

Jak pisze sam laureat (P. Mansfield) w Wielkiej encyklopedii NMR (wydanej na 50-lecie odkrycia tego zjawiska), w historii jego odkrycia były akcenty krakowskie. W końcu sierpnia 1973 roku w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego na konferencji First Specialized Colloque AMPERE, zorganizowanej przez prof. dr. Jacka Hennela, spotkało się wielu wybitnych specjalistów z dziedziny magnetycznego rezonansu jądrowego. Wśród nich wykładowcami byli dwaj przyszli laureaci Nagrody Nobla: chemik Richard Ernst (Nagroda Nobla za dwuwymiarową spektroskopię NMR w 1998 roku) ze Szwajcarii i fizyk Peter Mansfield z Uniwersytetu Nottingham, który w swoim plenarnym wystąpieniu, nieciekawie zatytułowanym *Multi-pulse Line Narrowing Experiments: NMR „Diffraction” in Solids?*, po raz pierwszy pokazał możliwości obrazowania za pomocą NMR.

Wykorzystanie NMR do obrazowania opiera się na tym, że stosując niejednorodne pole magnetyczne B_{eff} (realizowane w sposób kontrolowany za pomocą gradientów nałożonych na silne jednorodne pole B_0) można z wybranego małego elementu objętości próbki, zwanego przez nas dalej voxelem (np. sześciianika lub prostopadłościanu), otrzymać wyseparowany sygnał NMR. Warunkiem otrzymania tego sygnału NMR jest dopasowanie się częstością promieniowania elektromagnetycznego, którym naświetlana jest próbka, do warunku rezonansu: $\omega = \gamma B_{\text{eff}}$. Dla każdego voxela częstość ta jest inna. Częstość fali elektromagnetycznej fizycy umieją zmierzyć z ogromną precyzją 10^{-11} i fakt ten pozwala na dokładną lokalizację przestrzenną voxela. Natężenie otrzymanego sygnału NMR zależy od ilości protonów (jąder wodoru) zawartych w voxelu. Zatem, jeśli każdemu voxelowi próbki, którego położenie zlokalizowaliśmy, przyporządkujemy stopień szarości zależny od natężenia sygnału NMR, to otrzymamy obraz wnętrza tej próbki. Pierwszym „fantomem” zobrazowanym tą metodą była fiołka z wodą, wewnątrz której umieszczono dwie puste rurki – na obrazie w miejscu rurek widzimy białe plamy o ich kształcie.

NMR jest metodą całkowicie nieinwazyjną, gdyż stosowane w czasie rejestracji sygnału NMR stałe pole magnetyczne i fala elektromagnetyczna o częstości



Sir Peter Mansfield

radiowej nie niszczy bardzo delikatnej próbki biologicznej i nie zaburza jej funkcjonowania, zatem obrazowaną próbką może być żywy człowiek.

Widząc ogromnie możliwości zastosowań tej metody obrazowania w diagnostyce medycznej, Peter Mansfield opatentował swoje odkrycia – on sam otrzymał za to od królowej Elżbiety II szlachectwo i tytuł lordowski „sir”. Po opatentowaniu budowa tomografów trafiła już w profesjonalne ręce inżynierów i techników – obecnie komercyjne urządzenia sprzedają znane światowe firmy takie jak Siemens, General Electric, Bruker, Toshiba, Philips itp. W Polsce w szpitalach i klinikach pracuje około 40 tomografów rezonansu magnetycznego, pomagając lekarzom głównie w diagnozowaniu chorób mózgu, kręgosłupa, serca. Obrazowanie „rezonansem magnetycznym” jest bowiem metodą pozwalającą na dużo lepsze kontrastowanie tkanki miękkiej w porównaniu z tomografią rentgenowską, która „widzi” głównie kości. Jest przy tym znacznie bardziej bezpieczne. Obok samego obrazowania, opartego na odwzorowaniu gęstości jąder wodoru, istnieje jeszcze wiele innych wariantów tomografii NMR: są to m.in. metody obrazowania odzwierciedlające rozkład czasów relaksacji próbki (tkanka chorobowa, np. rakowa, ma inne czasy relaksacji), obrazowanie rozróżniające tzw. przesunięcie chemiczne, czyli umożliwiające osobne pokazanie protonów wody i tłuszczu. Bardzo ciekawą alternatywę stanowi obrazowanie wykorzystujące tzw. pompowanie optyczne (patrz *Foton* 77), oparte na metodach optyki atomowej, które polaryzują gazy (hel i ksenon). Gazy te pozwalają na otrzymywanie obrazów płuc, które dotychczas były dla tomografii „niewidoczne”. Bardzo dynamicznie rozwija się także zlokalizowana spektroskopia medyczna, która dla każdego voxela pokazuje całkowite widmo NMR. Widmo takie zawiera linie pochodzące od wielu metabolitów tkanki, np. n-acetyloasparginianu (NAA), choliny, glukozy czy mleczanów – tak więc możliwa jest obserwacja procesów biochemicznych przebiegających *in vivo*. Obraz otrzymany za pomocą tomografu może być również modyfikowany przepływem cieczy (np. krwi), wtedy nazywa się angiografią MR, może być obrazem zsynchronizowanym z EKG – czyli tomografią bijącego serca lub obrazem wzmocnionym środkiem kontrastowym – tomografią kontrastową MR.

Jak wspomniano, metoda obrazowania NMR jest jednym z największych osiągnięć diagnostyki medycznej w ostatnim czasie. I co ciekawe – do jej odkrycia przyczynili się głównie fizycy, którzy podali ideę działania tomografu i wymyślili wiele użytecznych rozwiązań przydatnych w ich konstrukcji. Corocznie w pierwszych dniach grudnia polscy specjaliści NMR spotykają się na seminarium w IFJ w Krakowie, podczas którego prezentują swoje dokonania w tej dziedzinie. W grupie uczestników tych spotkań jest też sporo lekarzy – metoda tomografii NMR opracowana przez fizyków znalazła się wśród ich narzędzi diagnostycznych.

Mamy nadzieję, że gdy już przeminą wszystkie uroczystości związane z celebracją wręczenia nagrody w Sztokholmie, uda się nam uzyskać dla czytelników *Fotonu* wywiad z tymi wybitnymi uczonymi.