

## **NAUKA** NOWY SPOSÓB NA NOWOTWORY

**BUNKIER Z CYKLOTRONEM**  
Prof. Paweł Olko z Instytutu Fizyki Jądrowej PAN prezentuje elementy nowoczesnego cyklotronu, który stanął w ubiegłym roku w specjalnym bunkrze w instytucie. Cyklotron będzie produkował silną wiązkę protonów, służącą do naświetlania guzów nowotworowych u człowieka



**NAŚWIETLANIE**  
Wiązka protonów z cyklotronu pobegnie do ruchomego stanowiska do naświetlania. Będzie ono umieszczone tuż przed obracającym się pierścieniem magnesów, kierujących wiązkę prosto na nowotwór



# PROTONAMI W RAKA

**Supermocna wiązka cząstek elementarnych może niszczyć nowotwory. W Krakowie powstaje właśnie jedno z najnowocześniejszych na świecie urządzeń wykorzystujących te możliwości.**

**KATARZYNA BURDA**

**W** niewielkim fotelu przed ogromną maszyną siedzi mężczyzna, który wygląda nieco dziwnie. Ma na twarzy ściśle przylegającą siatkową maseczkę z otworami na oczy. Jedno oko jest przykryte wacikiem, drugie patrzy prosto w punkt, gdzie znajduje się wylot otoczonej dziesiątkami kabli rurki biegnącej ze ściany. Niby nic się nie dzieje, ale w rzeczywistości w oko pacjenta strzela strumień ciężkich cząstek elementarnych, protonów, które wypalają niszczące oko komórki złośliwego czerniaka. Cząstki te wytwarza stojący za ścianą potężny akcelerator.

To ogromne urządzenie, jedno z najnowocześniejszych na świecie, znajduje się w Krakowie, w Centrum Cyklotronowym Bronowice, które należy do Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk. Od trzech lat lekarze Szpitala Uniwersyteckiego i Centrum Onkologii w Krakowie przeprowadzają nowatorskie operacje leczenia czerniaka gałki ocznej za pomocą strumienia protonów. - Jednak już wkrótce do Krakowa będą mogli przyjeżdżać pacjenci również z innymi nowotworami, m.in. guzami umiejscowionymi w głębi mózgu - zapowiada prof. Marek Jeżabek, dyrektor instytutu.

## **Dotrzeć do guza**

Sercem nowego systemu terapii protonowej będzie supernowoczesny akcelerator cząstek o wielkiej mocy Proteus C235, który w ubiegłym roku dotarł do Krakowa. To ogromne, ważące 220 ton urządzenie sterowane za pomocą komputera o wielkiej mocy pozwala rozpedzać pro-

► tony do dużych szybkości i kierować ich strumień w głąb ciała pacjenta.

Tak rozpedzone protony mają niezwykłą właściwość - pozwalają napromieniować sam guz, nie uszkadzając okolicznych tkanek. - Kiedy naświetlamy ciało pacjenta strumieniem fotonów, natężenie promieniowania jest największe przy skórze, a potem mocno rozprasza się w głąb ciała. Powoduje to, że oprócz guza naświetlane i niszczone są także okoliczne tkanki - opowiada prof. Paweł Olko z Instytutu Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie. Zupełnie inaczej jest ze strumieniem protonów - bez problemów przenika przez skórę i kumuluje się dopiero w głąb ciała, w jednym punkcie zwanym przez naukowców pikiem Bragga, od nazwiska naukowca, który na początku XX wieku odkrył to zjawisko.

Niestety, przez długi czas specjaliści w Polsce nie mogli wykorzystać tej właściwości strumienia protonów do leczenia nowotworów. Nie mieli odpowiedniego urządzenia, które byłoby w stanie wytworzyć taki strumień. Dopiero w latach 80. XX wieku IFJ PAN wzbogacił się w cyklotron. Fizycy mieli jednak tylko mgliste pojęcie o tym, jak zbudować stanowisko terapeutyczne dla chorych na raka. Korzystając z nielicznych światowych doświadczeń, tworzyli je we własnych warsztatach. Sami opracowali metodę docierania protonów do gałki ocznej, oznaczania w niej umiejscowienia guza, a nawet lepienia ze specjalnego tworzywa maski osłonowej na twarz pacjenta.

łań trudno co prawda mówić o całkowitym wyleczeniu nowotworu, ale regularne badania 15 pierwszych pacjentów pozwalają sądzić, że wracają oni do zdrowia. Taką terapię zastosowano jedynie u chorych z czerniakiem oka. - Wobec nowotworu w innej części ciała nasz cyklotron był bezradny - opowiada prof. Olko. Jest już nieco przestarzały i może wytwarzać wiązkę protonów tylko o niewielkim natężeniu, pozwalającym dotrzeć jedynie do guzów zlokalizowanych w gałce ocznej, ale nie głębiej.

### Potężna broń

Jednak wkrótce to się zmieni. Nowy akcelerator, Proteus C235, potrafi wytwarzać strumień cząstek o energii 70-230 megaelektronowoltów (MeV), podczas gdy działający obecnie może wytwarzać zaledwie 40-60 MeV. - Oznacza to, że dzięki nowemu cyklotronowi będzie można zbudować stanowiska, na których strumień protonów będzie docierał na każdą żadaną głębokość. Jedno stanowisko będzie przeznaczone do terapii nowotworów oka, drugie posłuży do prac naukowych, a kolejne dwa będą wykorzystywane do naświetlania guzów w różnych częściach ciała. - Takie ruchome stanowiska, fachowo zwane gantry, mają nieliczne kliniki na świecie, a tylko kilka znajduje się w Europie - mówi prof. Jeżabek.

Dzisiaj pierwsze stanowisko jest już prawie gotowe. Jego sercem jest gigantyczna, obrotowa klatka o średnicy około 10 metrów, dźwigająca pierścień magne-

metrów w głąb ciała. Teraz będziemy mogli naświetlać guzy położone głęboko, na przykład pod czaszką czy w jamie brzusznej - mówi prof. Olko.

W pobliżu stanowiska do naświetlań przygotowana jest też tak zwana kolumna anestezjologiczna, która będzie służyła do usypiania małych pacjentów. Dzieci z nieoperacyjnymi guzami głowy mają bowiem stanowić sporą część chorych. - Dziecko nie wytrzyma nieruchomo kilku minut naświetlań. A my musimy być przecież jak snajperzy i co do ułamka milimetra wycełować w guz strumień protonów - tłumaczy prof. Olko.

### Cyklotron dla kosmosu

Na początku, kiedy jeszcze cała moc cyklotronu nie będzie wykorzystywana do terapii onkologicznej, do intensywnych badań zasiądą naukowcy. - Już teraz wykorzystujemy wiązkę protonów do badania tajemnic jądra atomowego. Naukowcy chcą również wyjaśnić, jak naświetlania protonowe wpływają na inne żywe organizmy oraz typy tkanek, co może pozwolić na jeszcze skuteczniejsze wykorzystanie naszych urządzeń - opowiada prof. Jeżabek. Część prowadzonych przez fizyków badań będzie też związana z kosmosem. - Silne strumienie protonów przemierzają przestrzeń kosmiczną w postaci wiatru słonecznego, dlatego nasze badania będą się koncentrowały także na tym, w jaki sposób protony wpływają na znajdującą się w kosmosie elektronikę - mówi prof. Olko.

Intensywne badania naukowe będą prowadzone do momentu, w którym centrum zapełni się pacjentami. Wtedy większość wiązek protonowej ma być przeznaczona dla chorych. Naukowcy będą mogli prowadzić eksperymenty tylko wieczorami lub w weekendy. - Pierwszego chorego w nowym ośrodku zamierzamy przyjąć w drugiej połowie 2015 r. - mówi prof. Jeżabek. Budowa obiektu zostanie zakończona w przyszłym roku, ale jeszcze rok będą trwały prace nad podłączeniem wszystkich urządzeń oraz ich specjalistyczne testy. - Kiedy wszystko będzie gotowe, przyjmujemy około 500-700 pacjentów rocznie - mówi prof. Jeżabek.

### Inni też się starają

Terapia wiązką protonów jest na tyle skuteczna, że o zbudowaniu podobnych urządzeń do roku 2020 myśli Warszawski

## Rozpedzone protony mają niezwykłą właściwość – pozwalają napromieniować sam guz, nie uszkadzając okolicznych tkanek

W 2008 r. pierwsze w Polsce eksperymentalne stanowisko terapii hadronowej było gotowe. Dwa lata później na fotelu, w który wymierzona była wiązka protonów, zasiadł pierwszy pacjent z czerniakiem gałki ocznej. Terapią kierowali lekarze ze Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie. Przez rok leczenie było traktowane jako eksperymentalne, finansowane ze środków IFJ PAN i szpitala. Dopiero od 2012 r. pieniądze na nie daje NFZ.

Wyniki terapii, zdaniem lekarzy, są obiecujące. Po dwóch latach od naświet-

sów. Będzie on kierował płynący z cyklotronu strumień protonów do ruchomego ramienia, które nakieruje cząstki prosto w nowotwór. Pacjent w tym czasie będzie leżał nieruchomo i nie zobaczy potężnej maszynierii, za sprawą której komórki jego nowotworu są bombardowane hadronami i niszczone.

Nowe urządzenie będzie w stanie wytworzyć w ciele pacjenta pik Bragga o wiele głębiej, niż było to możliwe dotychczas. - Za pomocą starego cyklotronu byliśmy w stanie sięgnąć maksymalnie kilka centy-

Uniwersytet Medyczny oraz konsorcjum instytutów i uczelni z Poznania. Z kolei naukowcy z Narodowego Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) w Świerku skupiają się na rozwijaniu technologii naświetlań innymi cząstkami elementarnymi - elektronami. Naukowcy kończą prace nad skonstruowaniem niewielkiego akceleratora elektronów do naświetlań śródoperacyjnych. Będzie go można instalować w szpitalu i naświetlać pacjenta w trakcie operacji chirurgicznej.

- Takie naświetlania są bardzo potrzebne po usunięciu guza piersi u kobiet - mówi dr Agnieszka Syntfeld-Każuch z NCBJ. - Kiedy lekarze usuwają guz, w piersi mogą jeszcze kryć się komórki nowotworowe. Dzięki przenośnym akceleratorom można natychmiast naświetlić to miejsce i zniszczyć komórki raka.

Nad podobnymi metodami pomagania chorym na raka pracują także naukowcy z CERN, w którym znajduje się wielki zderzacz hadronów. Właśnie ruszył tam projekt badawczy, który ma wykorzystać

akcelerator do niszczenia nowotworów za pomocą wiązki jonów węgla. - Wiązki jonów węgla będą bardzo precyzyjnie trafiały w guz i uszkadzały jego komórki nawet skuteczniej niż protony, co pozwoli pacjentom szybciej wyzdrowieć, a chirurgom oszczędzi pracy - mówił w BBC podczas rozpoczęcia prac dr Stephen Meyers, dyrektor technologii akceleratorów w CERN.

Celem badaczy z CERN jest nie tylko wytworzenie skutecznej do leczenia nowotworów wiązki jonowej, ale przede wszystkim miniaturyzacja obecnych akceleratorów, które mogą taką wiązkę wytwarzać. - Chcemy, by niewielkie akceleratory do terapii jonowej mogły znajdować się w każdym szpitalu - mówi dr Meyers. Wtedy pacjenci nie musieliby podróżować pomiędzy placówkami. Jednak to jeszcze daleka przyszłość.

Fizycy z Krakowa uważają, że teraz najważniejsze jest znalezienie sposobu na leczenie wiązką protonów również tak zwanych guzów ruchomych. - Dzisiaj po-

trafimy precyzyjnie strzelać protonami jedynie w guzy, które pozostają w ciele całkowicie nieruchome. Ale nie wszystkie takie są. Bez przerwy w ruchu są guzy płuc, zmienia się położenie w ciele guzów wątroby czy prostaty. Jeśli guz przemieszcza się nawet odrobinę, nie potrafimy wystarczająco szybko na to zareagować i skierować wiązki w nowe miejsce, co sprawia, że terapia staje się nieskuteczna - tłumaczy prof. Jeżabek.

Okazuje się więc, że tropiciele kwarków i higgsów przydają się również zwykłym ludziom.



Napisz do autorki  
katarzyna.burda@newsweek.pl



Rozmowy z prof. Januszem Witkowskim, prezesem GUS, o statystyce we współczesnym świecie słuchaj we wtorek 29 października o godz. 21.30 w „Wieczorze odkrywców” w Pierwszym Programie Polskiego Radia