

NAGRODA NOBLA W DZIEDZINIE FIZJOLOGII LUB MEDYCYNY W 1979 ROKU ZA ROZWÓJ TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ

THE NOBEL PRIZE IN PHYSIOLOGY OR MEDICINE 1979 FOR THE DEVELOPMENT OF COMPUTER-ASSISTED TOMOGRAPHY

Ewelina Dereń*

Politechnika Wrocławska, Wydział Podstawowych Problemów Techniki,
Katedra Inżynierii Biomedycznej, 50-370 Wrocław, Wybrzeże Wyspiańskiego 27

* e-mail: ewelina.deren@gmail.com

STRESZCZENIE

Od 1901 roku Nagroda Nobla w dziedzinie fizjologii lub medycyny została przyznana już 105 razy. Do tej pory otrzymało ją ponad 200 osób. Jako jedna z pięciu nagród jest zapisana w testamencie Alfreda Nobla. W 1979 roku Nagrodę Nobla otrzymali dwaj naukowcy – amerykański fizyk Allan M. Cormack oraz brytyjski inżynier Godfrey N. Hounsfield. To prestiżowe wyróżnienie zostało im przyznane za ich wkład w rozwój tomografii komputerowej. Nagroda została podzielona między laureatów po połowie.

Słowa kluczowe: Nagroda Nobla 1979, tomografia komputerowa, Allan Cormack, Godfrey Hounsfield

ABSTRACT

Since 1901 Nobel Prize in Physiology or Medicine was awarded 105 times. Up till now the prize has been awarded to more than 200 people. As one of the five awards, Nobel Prize in Physiology or Medicine was mentioned in the Alfred Nobel's testament. In 1979 Nobel Prize was awarded jointly to two scientists – American physicist Allan M. Cormack and British engineer Godfrey Hounsfield. This prestigious award was granted to them for their contribution to development of computer assisted tomography. The prize was divided equally between the winners.

Keywords: Nobel Prize 1979, computer assisted tomography, Allan Cormack, Godfrey Hounsfield

1. Wstęp

Nagroda Nobla to jedno z najbardziej prestiżowych wyróżnień, które przyznawane jest za wybitne osiągnięcia naukowe, literackie lub społeczne. W 1979 roku Komisja Noblowska przyznała tę wyjątkową nagrodę dwóm naukowcom, którzy rozwinęli nową metodę diagnostyczną, jaką jest tomografia komputerowa. Nagroda Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny trafiła do

Allana M. Cormacka oraz Godfrey N. Hounsfielda [1]. Nowoczesna metoda miała wtedy służyć przede wszystkim do diagnostyki chorób układu nerwowego. Nagroda została podzielona między laureatów po połowie.

Allan Cormack zajmował się badaniem warunków potrzebnych do uzyskania obrazów przedstawiających przekroje ciała człowieka. Jego celem było opracowanie dwuwymiarowej funkcji odzwierciedlającej, w jaki sposób promieniowanie rentgenowskie jest osłabiane przez poszczególne tkanki organizmu posiadające różną gęstość. Uczony stwierdził, że przy założeniu znajomości średnich wartości absorpcji promieniowania w różnych tkankach, można opracować matematyczną metodę na utworzenie pełnowartościowych obrazów wnętrza ludzkiego ciała. Cormack opracował własne matematyczne metody rekonstrukcji obrazów RTG. W 1963 oraz 1964 roku opublikował dwa artykuły przedstawiające wyniki swoich prac [2, 3]. Niestety w tamtym okresie jego badania nie zostały docenione. Prawdopodobnie powodem słabego rozwoju tomografii komputerowej były niewystarczające zdolności ówczesnych komputerów do rozwiązywania tak skomplikowanych funkcji matematycznych. Cormack, nie widząc efektów swoich badań, powrócił do wcześniejszych zainteresowań. W kolejnych latach temat tomografii komputerowej został ponownie podjęty przez Godfrey N. Hounsfielda, co doprowadziło do rewolucji w dziedzinie diagnostyki medycznej. W 1979 roku prace Allana Cormacka zostały docenione poprzez przyznanie naukowcowi Nagrody Nobla. Laureat w dniu przyznania nagrody miał 55 lat [1].

Praca Godfrey N. Hounsfielda dotyczyła metod diagnostycznych pozwalających na nieinwazyjne zobrazowanie mózgu człowieka. Brytyjski inżynier dokonał przełomu w technice medycznej, konstruując pierwszy tomograf komputerowy. W 1968 roku złożył wniosek patentowy na kompletny system do wykonywania badania tomograficznego. Cztery lata później udzielono mu patentu. Szczegółowy opis proponowanego rozwiązania został opublikowany przez naukowca w *British Journal of Radiology* [4]. Godfrey Hounsfield nie pracował z Allanem Cormackiem, nieświadomy rezultatów prac amerykańskiego fizyka opracował własną metodę rekonstrukcji obrazów. W wieku 60 lat brytyjski inżynier otrzymał Nagrodę Nobla za ogromny wkład w rozwój nowoczesnej metody diagnostycznej.

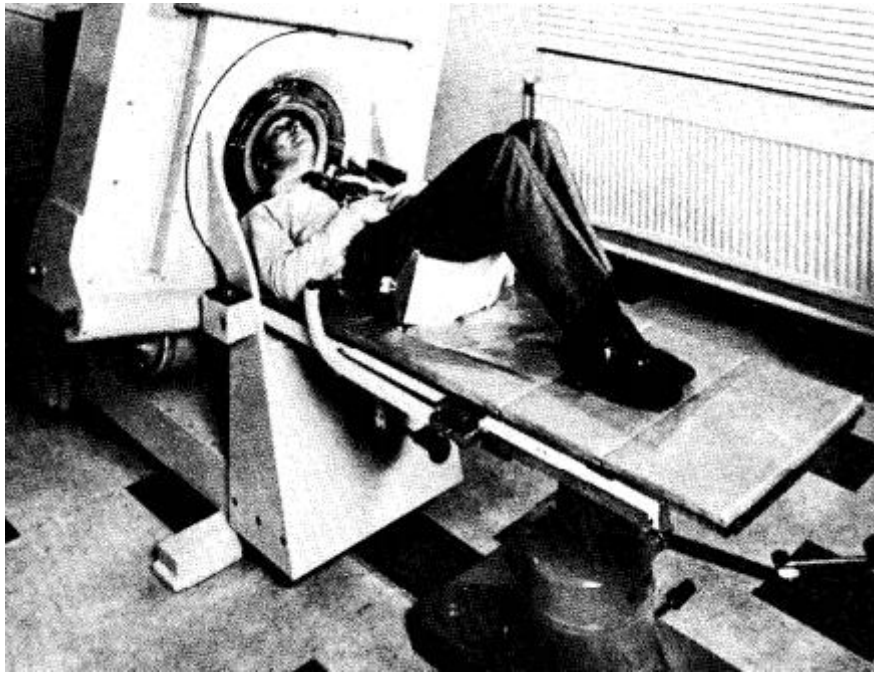
2. Rozwój tomografii komputerowej

Tomografia komputerowa jest metodą diagnostyczną, która pozwala uzyskać obraz przekrojowy ciała pacjenta. Wykorzystuje ona promieniowanie X emitowane przez lampę rentgenowską, które przenika przez badany obiekt, a następnie odbierane jest przez detektory. Detektory zbierają informacje o tym, jaka część promieniowania została pochłonięta przez obiekt. Zebrane w ten sposób dane poddawane są zaawansowanej obróbce komputerowej. Dzięki zastosowaniu skomplikowanych obliczeń możliwe jest uzyskanie dwuwymiarowej reprezentacji przekroju obiektu badanego.

Rozwój tomografii rozpoczął się w roku 1917, kiedy to prof. Johann Radon udowodnił, że można odtworzyć obraz dwu- i trójwymiarowy w sposób zupełny z nieskończonej ilości rzutów tego przedmiotu. Na tej podstawie Allan M. Cormack prowadził swoje analizy, dotyczące obrazowania obiektów za pomocą rzutowania z wykorzystaniem promieniowania X [5]. Napisał na ten temat dwa artykuły zatytułowane: *Representation of a function by its line integrals with some radiological application*, które zostały opublikowane w *Journal of Applied Physics*. Przyczyniły się one do rozwoju nowoczesnej metody diagnostycznej [2, 3]. Badania prowadzone przez amerykańskiego fizyka doprowadziły do opracowania metody rekonstrukcji obrazów tomograficznych.

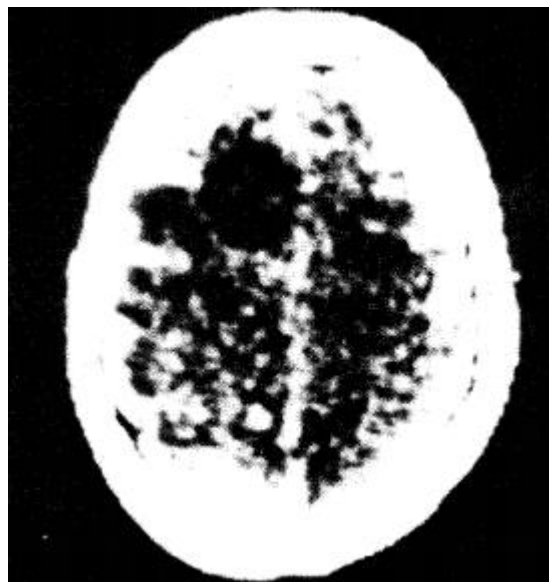
Godfrey N. Hounsfield rozpoczął swoją pracę nad tomografem już w 1967 roku. Jego osiągnięciem było skonstruowanie komputera pozwalającego na wykonywanie skomplikowanych obliczeń. W 1971 roku skonstruował swój pierwszy tomograf komputerowy. Urządzenie było mało dokładne, a czas skanowania pojedynczej warstwy wynosił ok. 4,5 min. Utworzony obraz miał rozdzielczość 80x80 pikseli. Tomograf ten służył jedynie do wykonywania obrazów głowy [6].

Pierwszy kliniczny prototyp tomografu komputerowego stosowany w praktyce medycznej został zainstalowany w 1972 roku w szpitalu Atkinson Morley's w Londynie. Rysunek 1 przedstawia wspomniane urządzenie. Wykonanie jednego skanu zajmowało ok. 18 sekund [6].



Rys. 1. Prototyp tomografu komputerowego zainstalowany w szpitalu Atkinson Morley's w Londynie [6]

Pierwszą pacjentką, u której wykonano tomografię komputerową głowy, była kobieta z podejrzeniem uszkodzenia mózgu. Rysunek 2 przedstawia pierwszy obraz uzyskany z prototypu tomografu [6]. Wyraźnie widać zmianę patologiczną – zaciemniony obszar oznaczający występowanie cysty w obszarze mózgu pacjentki. Okazało się wtedy, że urządzenie pozwala na uzyskanie obrazów o jakości wystarczającej do rozróżnienia niektórych zmian patologicznych. Do tego czasu badanie rentgenowskie pozwoliło na obrazowanie kości czaszki, ale mózg obrazowany był jako szara, niewyraźna struktura.



Rys. 2. Pierwszy obraz uzyskany z prototypu tomografu komputerowego skonstruowanego przez G. Hounsfielda [6]

W późniejszych latach Hounsfield udoskonalał swoje urządzenie. Zależało mu na tym, by proponowane przez niego rozwiązanie generowało obrazy w wysokiej rozdzielczości, o odpowiedniej jakości obrazowania mózgu człowieka i różnicowania tkanek zmienionych patologicznie od tkanek zdrowych oraz by skanowanie zajmowało mniej czasu. Naukowiec osiągnął swój cel, konstruując urządzenie, które pozwalało na uzyskanie pojedynczego skanu w czasie krótszym niż 3 sekundy [6].

W kolejnych latach gwałtowny postęp medycyny skierowany na szybką diagnostykę oraz leczenie chorób w jak najwcześniejszych stadiach spowodował rozwój doskonalszych technik tomograficznych. Godfrey Hounsfield miał swój udział w rozwoju tomografów komputerowych do ich czwartej generacji. Następne udoskonalenia urządzeń pozwoliły na opracowanie pięciu już generacji skanerów [7].

W pierwszej generacji skanerów stosowano pojedynczą wiązkę promieniowania, która była odbierana przez jeden lub dwa detektory. Lampa rentgenowska oraz detektory były względem siebie nieruchome. Obrazy uzyskiwano dzięki ruchom translacyjno-obrotowym lampy. Od 1975 roku rozwijano następną generację tomografów, charakteryzowała się ona wiązką promieniowania o kształcie wachlarza, zwiększono również ilość detektorów. Skan trwał od 10 do 90 sekund. W trzeciej generacji tomografów, które pojawiły się w tym samym roku, wyeliminowano ruch translacyjny lampy. Czas wykonywania pojedynczego skanu skrócił się do maksymalnie 10 sekund. Od tego czasu zaczęto stosować tomografię również do badań płuc i jamy brzusznej. Praktycznie jednocześnie na rynek weszła czwarta generacja tomografów. W tych urządzeniach stosowano cały pierścień detektorów, które były nieruchome, poruszało się jedynie źródło promieniowania. Nowoczesne skanery piątej generacji nie posiadają ruchomych lamp. Układ pomiarowy składa się z szeregu lamp pracujących w systemie par źródło-detektor. Obecnie liczba detektorów wynosi nawet do kilku tysięcy [8, 9].

Od czasów odkrycia promieniowania X minęło 120 lat. W tym czasie nastąpił ogromny rozwój techniki. Nowoczesne systemy diagnostyczne pozwalają na uzyskanie obrazów o rozdzielczości HD, umożliwiając wykonywanie symulacji trójwymiarowych oraz sprawdzenie cech funkcjonalnych narządów. Tomografia komputerowa stała się podstawową i niezastąpioną metodą diagnostyczną. Nadal powstają kolejne prace i publikacje naukowe, w których przedstawiane są nowe rozwiązania, pozwalające na uzyskanie jeszcze lepszych efektów diagnostycznych. Statystyczne systemy analizy danych oraz nowe metody rekonstrukcji obrazów usprawniły proces diagnostyczny, przez co wpłynęły na skuteczność leczenia. Nie można zaprzeczyć, że badanie tomograficzne ma ogromną wartość w diagnostyce medycznej [10].

3. Sylwetki noblistów

Allan McLeod Cormack urodził się 23 lutego 1924 roku w Johannesburgu (Afryka Południowa). W młodości interesował się astronomią. Postanowił poszerzyć swoją wiedzę na temat fizyki i matematyki, ponieważ były one niezbędne do zgłębiania wiedzy na temat zaawansowanej astronomii. W 1944 roku ukończył licencjat z fizyki na Uniwersytecie Kapsztadzkiem. Rok później uzyskał tytuł magistra z krytalografii. Po zdobyciu tytułów naukowych wyjechał do Cambridge, aby kontynuować pracę naukową. W latach 1947–1949 prowadził badania na Uniwersytecie Cambridge, gdzie poznał Barbarę Seavey – studentkę fizyki z USA, która została jego żoną w 1950 r. Kilka lat później ze względów finansowych Cormack powrócił do Kapsztadu, gdzie otrzymał ofertę pracy jako wykładowca. W roku 1957 wraz z małżonką przeprowadził się do Stanów Zjednoczonych. W tym samym roku został profesorem na Uniwersytecie Tufts [11].

Naukowiec zajmował się badaniami dotyczącymi zastosowań promieniowania X do uzyskiwania obrazu poprzez analizę ilości pochłoniętego promieniowania. Celem jego prac było uzyskanie metody rekonstrukcji obrazów w tomografii komputerowej. Wyniki jego badań zostały opublikowane w 1963 i 1964 roku w *Journal of Applied Physics* [2, 3]. Niestety nie zostały one dostrzeżone w świecie nauki, więc naukowiec zmienił temat swoich głównych badań. W roku 1966 Allan Cormack otrzymał obywatelstwo amerykańskie. W latach 1970–1972, gdy miały miejsce przełomowe wydarzenia w rozwoju tomografii wspomaganą komputerowo, Cormack powrócił do badań dotyczących nowej metody diagnostycznej [11].



Rys. 3. Allan Cormack [1]

Sir Godfrey Newbold Hounsfield urodził się 28 sierpnia 1919 roku w Newark. W 1938 r. ukończył London's City and Guilds College. W roku 1939 wstąpił do Royal Air Force (RAF), gdzie studiował, a później wykładał na temat innowacyjnej techniki radarowej. W roku 1951 otrzymał dyplom inżyniera w dziedzinie elektryki i mechaniki w Faraday House Electrical Engineering College. Następnie zatrudnił się w laboratoriach badawczych firmy Electric and Musical Industries (EMI) w Londynie. Pracował tam w latach 1969–1972. W tym czasie skonstruował pierwszy tomograf komputerowy [12].



Rys. 4. Godfrey Hounsfield [1]

Od roku 1958 brytyjski naukowiec nadzorował prace nad pierwszym komputerem bazującym na tranzystorach, czego efektem był komputer EMIDEC 1100. Skonstruowany przez zespół Hounsfielda komputer wykorzystywał pamięć magnetyczną w postaci bloków taśmy magnetycznej oraz pamięć na rdzeniu magnetycznym (pamięć ferrytową). Zastosowanie pamięci ferrytowej do sterowania tranzystorami znacznie wpłynęło na zwiększenie wydajności urządzenia, które dorównywało mocą obliczeniową komputerom opartym na technologii lamp elektronowych. Rozwiązanie było innowacyjne i wzbudziło spore zainteresowanie, co potwierdza fakt, że komputer został sprzedany

w 24 egzemplarzach. Posiadając nieprzeciętną wiedzę z zakresu fizyki oraz technologii komputerowych, Hounsfield miał aspiracje wykazania się innych dziedzinach. Pracując w EMI skonstruował prototyp tomografu. W 1975 roku został uhonorowany przyznaniem nagrody Laskera w dziedzinie badań klinicznych [12, 13].

4. Podsumowanie

Wynalazek tomografu bezdyskusyjnie zrewolucjonizował dziedzinę diagnostyki medycznej, dając możliwości, jakich nie oferowały ówczesne urządzenia, np. możliwość bezinwazyjnych badań śródczaszkowych. W przypadku udaru mózgu daje to szansę określenia przyczyny jego wystąpienia. Metoda doskonale sprawdza się również w onkologii, gdyż obraz uzyskiwany z tomografu pozwala uwidocznic nawet niewielkie zmiany w organizmie. O tym jak bardzo tego typu badania były potrzebne w medycynie świadczy dynamiczny rozwój tomografii komputerowej w latach 80. XIX wieku i późniejszych [14].

Osiągnięcie naukowe, jakim było wynalezienie tomografu komputerowego i jego udoskonalanie w kolejnych latach, stworzyło warunki do skutecznej i stosunkowo taniej diagnostyki obrazowej. Ułatwiło to rozpoznawanie, leczenie i rozwój badań prowadzonych nad wieloma chorobami.

Tomografia komputerowa znajduje zastosowanie w diagnostyce całego organizmu. Jest to metoda konkurująca z innymi technikami diagnostyki obrazowej, ze względu na dokładność. Wykonanie badania tomograficznego pozwala na natychmiastowe przystąpienia do leczenia i zahamowania procesów następczych. Przy tym tomografia komputerowa daje sposobność zbadania osób niepełnosprawnych, osób po wypadkach czy w ostrej fazie choroby.

Nowoczesna technika pozwala na uzyskanie w krótkim czasie obrazów tkanek miękkich, twardych, czy naczyń krwionośnych w wysokiej rozdzielczości. Fakt, że badaniu mogą zostać poddane osoby z wszczepionymi metalowymi urządzeniami medycznymi jest przewagą nad metodą rezonansu magnetycznego. Wadą badania tomograficznego jest ryzyko związane ze stosunkowo wysoką dawką promieniowania, czy niekiedy koniecznością podania jodowego środka cieniującego [8, 14].

Rozwinięta przez noblistów Allana Cormacka i Godfreya Hounsfielda metoda nie tylko pozwala zdiagnozować zmiany chorobowe, ale też uniknąć zbędnych operacji. Umożliwia także przeprowadzenie i kontrolowanie w czasie rzeczywistym zabiegów inwazyjnych. Rozwój tomografii komputerowej na przestrzeni lat usprawnił diagnostykę obrazową i leczenie chorób, co podniosło również poziom innych dziedzin medycyny. Niewątpliwie technika tomografii przyniosła wiele korzyści wpływających stan zdrowia społeczeństwa.

LITERATURA

- [1] The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1979 – Allan M. Cormack, Godfrey N. Hounsfield http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1979/
- [2] A.M. Cormack: *Representation of a Function by Its Line Integrals with Some Radiological Application*, Journal of Applied Physics, 1963, vol. 34(9), s. 2722–2727.
- [3] A.M. Cormack: *Representation of a Function by Its Line Integrals with Some Radiological Application II*, Journal of Applied Physics, 1964, vol. 35(10), s. 2908–2913.
- [4] G.N. Hounsfield: *Computerised transverse axial scanning (tomography) I. Description of system*, British Journal of Radiology, 1973, vol. 46, s. 1016–1022.
- [5] A.M. Cormack: *Early two-dimensional reconstruction and recent topics stemming from it*, Nobel Lecture, 1979, s. 551–563.
- [6] G.N. Hounsfield: *Computed medical imaging*, Nobel Lecture, 1979, s. 568–586.
- [7] A.G. Filler: *The History, Development and Impact of Computed Imaging in Neurological Diagnosis and Neurosurgery: CT, MRI, and DTI*, The Internet Journal of Neurosurgery, vol. 7(1), s. 1–69.
- [8] R. Cierniak: *X-Ray Computed Tomography in Biomedical Engineering*, Springer Science and Business Media, 2011.
- [9] R. Cierniak: *Tomografia komputerowa. Budowa urządzeń CT. Algorytmy rekonstrukcyjne*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2005.
- [10] F. Natterer, E.L. Ritman: *Past and Future Directions in X-Ray Computed Tomography (CT)*, International Journal of Imaging Systems and Technology, 2002, vol. 12, s. 175–187.

- [11] Allan M. Cormack – Biographical, The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1979
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1979/cormack-bio.html
- [12] Godfrey N. Hounsfield – Biographical, The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1979
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1979/hounsfield-bio.html
- [13] P.N.T. Wells: *Sir Godfrey Newbold Hounsfield KT CBE*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, 2005, vol. 51, s. 221–235.
- [14] B. Pruszyński: *Diagnostyka obrazowa. Podstawy teoretyczne i metodyka badań*, wyd.1, PZWL, Warszawa 2014.

otrzymano / submitted: 15.12.2014
wersja poprawiona / revised version: 22.12.2014
zaakceptowano / accepted: 29.12.2014