

Historia tomografii

dr hab. Ryszard Witold Gryglewski, prof. Uniwersytetu Jagiellońskiego, Katedra Historii Medycyny UJ CM

W 1913 roku amerykański fizyk i wynalazca **William D. Coolidge** postanowił zastosować włókno wolframowe, jako katodę w lampie rentgenowskiej, wykorzystując tę jego właściwość, że żarząc się emitowało ono wiązkę elektronów. Stąd potoczne określenie *lampy Coolidgea* mianem lampy z „gorącą katodą” (*hot cathode*). W porównaniu z innymi konstrukcjami wytwarzała ona więcej promieniowania rentgenowskiego oraz pozwalała



na regulację natężenia prądu niezależnie od wysokiego napięcia. Rozwiązanie Coolidge'a okazało się przełomem w historii radiologii, dając początek wielu późniejszym lampom rentgenowskim.

Tymczasem w grudniu 1913 roku doktor medycyny **Karol Mayer**, związany wówczas z pracownią rentgenologiczną Kliniki Chorób Wewnętrznych UJ, opublikował tekst, w którym zaprezentował autorski pomysł równoczesnego zastosowania dwóch lamp rentgenowskich. Obie o zbliżonej mocy zostały ustawione w linii prostej, jedna za drugą. Mayer chciał tym samym uzyskać wzmocnienie promieni X, by działać w tym przypadku w podobny sposób, jak przy skupieniu promieni światła za pomocą soczewek. Mayer podawał dokładne wyliczenia, a także odpowiednie wzory pozwalające na precyzyjne ustawienie lamp względem siebie i wyznaczenie odległości od naświetlanego przez nie obiektu. Był to istotny początek jego dalszych eksperymentów z promieniowaniem rentgenowskim.

Niebawem, bo w lutym 1914 roku, na posiedzeniu Towarzystwa Lekarskiego Krakowskiego Mayer zaprezentował zebrany wybrane problemy z pola techniki radiologicznej. Wśród nich omawiał również możliwość uzyskania „czystego” obrazu serca, co w tamtej dobie wydawało się zadaniem przekraczającym ówczesne możliwości techniczne. Na rentgenogramach klatki piersiowej pojawiały cienie od powiększonych gruczołów, zrostów w opłucnej, zagęszczonych pól samych płuc czy zmian bliznowatych. W płaszczyźnie zdjęcia nader często zlewały się one z obrysami sylwetki serca, bądź też przenikały się wzajemnie, utrudniając lub wprost uniemożliwiając poprawne

obrazowanie. Wykorzystawszy wiedzę z zakresu anatomii topograficznej narządów położonych w klatce piersiowej, znając zasady fizyki rządzące promieniowaniem X oraz odwoławszy się do praw optyki, Mayer zaproponował proste, a zarazem przełomowe rozwiązanie. Jak wykazały próby, odpowiednio zaplanowane poruszanie lampą rentgenowską podczas badania może znacząco ograniczyć uwidocznienie się cieni pochodzących od innych narządów, a tym samym „wydobyć” cień mięśnia sercowego. Jak podawano w streszczeniu wystąpienia Mayera: „Serce, znajdując się bliżej kliszy, tworzy cień, mało ruchomy przy ruchach lampy. Cień ten jako większy od innych otaczających go cieni, przesuwa się tylko nieznacznie ze swego miejsca na kliszy przy takich ruchach lampy [...]”. Wprowadzenie dotąd statycznej lampy rentgenowskiej w zaplanowany ruch i następujące, skutkiem tego celowe zacieranie obrazu struktur sąsiadujących było w istocie podstawą późniejszej tomografii rentgenowskiej.

W ciągu kolejnych miesięcy Mayer pracował nad udoskonaleniem opracowanej przez siebie techniki, zbierając przy tym bezcenne doświadczenia. Latem 1914 roku podczas obrad II Zjazdu Internistów Polskich we Lwowie mógł wygłosić referat *Fotografowanie wyłącznie samego serca*, który zilustrował starannie przygotowanymi radiogramami. Był gotów do sfinalizowania swoich doświadczeń.

Wybuch pierwszej wojny światowej i powołanie Mayera do wojska w poważnym stopniu ograniczyły możliwości dalszych, systematycznie prowadzonych badań. Przewyciężając piętrzące się trudności doprowadził w końcu do wydania monografii *Radiologiczne rozpoznanie różniczkowe chorób serca i aorty z uwzględnieniem własnych metod badania* (Kraków 1916), pracy w historii tomografii rentgenowskiej rzecz można fundamentalnej.

Mayer proponowałby w trakcie całej ekspozycji wykonywać szybkie, chociaż wyraźnie ograniczone w przestrzeni do dystansu zaledwie 8 cm ruchy lampą rentgenowską, którą umieszczał w skrzynkowej obiektywie



Schemat tomografii wg Karola Mayera

mocowanej do statywów. Ruchy miały biec wahadłowo i równoległe do osi podłużnej lub poprzecznej ciała. W ten sposób, jak sam pisał, był w stanie uzyskać „albo zupełne zniknięcie cieni, nie należących do cienia sercowego i naczyń głównych, albo częściowe oddzielenie się ich tak, że zorientowanie się co do kształtu poszczególnych łuków staje się możliwym”. Co więcej polski uczoney podał matematyczny (geometryczny) dowód

wyrażony odpowiednim wzorem opisujący zjawisko przesuwania się i zamazywania cieni na skutek wykonywanych ruchów lampą. Wreszcie całość publikacji bogato zilustrował zdjęciami rentgenowskimi wraz z towarzyszącym im szczegółowym opisem wyników wówczas przez niego osiągniętych.

Opublikowana w dobie toczącej się wojny, wyłącznie w języku polskim i w niewielkim nakładzie nie została właściwie zauważona, jeśli nie liczyć recenzentów jego dorobku naukowego w przewodzie habilitacyjnym w 1917 roku – **prof. Walerego Jaworskiego i prof. Mariana Smoluchowskiego**. Z czasem jednak osiągnięcie Mayera zaczęło stopniowo być obecne wpraw na gruncie polskim, a później i zagranicznym. Jednak nigdy nie zajęło należnego mu miejsca.

Tymczasem w tymże 1916 roku francuski dermatolog **André Bocage**, nieświadom ustaleń Mayera, rozpoczął rozważania nad możliwością zastosowania ruchomej lampy oraz ruchomej kasety z kliszą wedle ściśle określonych wzorców geometrycznych. Model zaproponowany przez Bocage, który zresztą nie był praktycznie testowany, pozostawał w zasadzie tożsamy z rozwiązaniem Mayera i miał ten sam cel, jakim było tłumienie niepożądanych cieni. Różnicą, dodajmy istotną, jest w tym przypadku „wprowadzenie w ruch” drugiego elementu zestawu jakim była klisza rentgenowska, względem ciała pacjenta. I chociaż Bocage zadbał o to by swoje rozwiązanie opatentować w 1921 roku, to nie wzbudziło ono wówczas większego zainteresowania. Cała rzecz pozostawała początkowo w sferze teorii i hipotez.

Dopiero następna dekada miała stanąć pod znakiem szeregu nowatorskich rozwiązań. W 1930 roku włoski badacz **Alessandro Vallebona** opracował podstawy teoretyczne oraz skonstruował prototyp aparatu pozwalającego na wydobywanie kolejnych „warstw” w obrazowaniu radiologicznym, dzięki krążącym w przeciwnych kierunkach wokół ciała pacjenta lampie i kliszy. Swoją metodę określił mianem stratygraficznej, a w stworzonym przez niego urządzeniu można widzieć pierwszy, działający tomograf. W rok później holenderski radiolog **Bernard G. Ziedses des Plantes** w swojej rozprawie doktorskiej zaprezentował własne rozwiązanie powyższej idei, którą nazwał **planigrafia**. Udało mu się wtenczas jako pierwszemu otrzymać niezniekształcone zdjęcie warstwowe wykonane na ciele żywego człowieka. Wreszcie w 1934 roku niemiecki konstruktor i producent związany przez szereg lat z firmą Siemens-Reiniger-Veifa **Gustav Grossmann** opatentował znacznie uproszczony i technicznie lepiej przemyślany aparat, który jako pierwszy wszedł do seryjnej produkcji. Jego wytwórca firma Sanitas Berlin GmbH przyjęła

zapropionowaną przez Grossmana nazwę – **tomograf**, która dzięki rosnącej sprzedaży rozpowszechniła się w całej Europie, a później i za Atlantykiem. W tym aparacie lampę i kliszę montowano na dwóch przeciwnych końcach wahadła, które wychylało się w precyzyjnie ustalonym zakresie łuków w trakcie całej ekspozycji. Natomiast cały zestaw nie zmieniał swego położenia, w odróżnieniu od skonstruowanego i zintegrowanego z nim stołu.

Mayer stosunkowo późno zaczął zgłaszać swój udział w kształtowaniu się nowoczesnej radiologii, upominając się początkowo w prywatnej korespondencji, później zaś w oficjalnych publikacjach o uznanie pierwszeństwa swojego odkrycia. Warto w tym miejscu podkreślić, że Mayer w okresie międzywojennym stworzył od podstaw pierwszą na ziemiach polskich katedrę radiologii na Uniwersytecie Poznańskim.

Tomografia rentgenowska była istotnym wstępem do tomografii komputerowej, której początki sięgają prac matematyków. I ponownie warto przypomnieć, że w 1937 roku polski uczony **Stefan Kaczmarz**, jeden ze współpracowników Stefana Banacha i tym samym reprezentant słynnej w świecie szkoły lwowskiej, **zaprezentował oryginalną metodę rozwiązywania równań liniowych (tzw. metoda Kaczmarza)**, która stanowiła, wraz z teoretycznymi założeniami **Alana Turinga**, podstawę współczesnych technik CT. Na początku lat 1950. południowoafrykański fizyk **Allan MacLeod Cormack** pracujący wówczas na uniwersytecie w Kapsztadzie rozpoczął badania nad absorpcją promieniowania rentgenowskiego w różnych tkankach, wychodząc z założenia, że zmienna ich gęstość ma wpływ na osłabienie siły przenikania promieni X. Gdy w 1956 roku przeniósł się do Stanów Zjednoczonych na Uniwersytet Harvarda, Cormack kontynuował swoje prace, dochodząc do wniosku, że ustalwszy średnie wartości absorpcji promieniowania w różnych tkankach, można pokusić się o stworzenie matematycznej metody, która pozwoli na tworzenie wielowymiarowych i szczegółowych obrazów wnętrza ludzkiego ciała. Po kilku latach konstruowania teoretycznych modeli, u początku kolejnej dekady był gotów przystąpić do prac nad prototypowym urządzeniem, które ostatecznie zbudowano w 1963 roku. I chociaż Cormack opublikował wyniki swoich doświadczeń nie zyskały większego zainteresowania.

W cztery lata później niezależnie od Cormacka, **Godfrey Newbold Hounsfield** zatrudniony w Central Research Laboratories w EMI Ltd., rozpoczął swoje badania nad tomografią, początkowo testując właściwości promieniowania gamma. Jednocześnie zdecydował się wykorzystać dostępne wówczas komputery do skomplikowanych

obliczeń. Tak powstał pierwszy tomograf komputerowy, chociaż był to wówczas aparat pod względem konstrukcyjnym wysoce niedoskonały, a także zawodny w działaniu. Niemniej jednak to właśnie to urządzenie, opatentowane w 1968 roku, rozpoczęło epokę tomografii komputerowej. W 1979 roku Cormack i Hounsfield zostali uhonorowani nagrodą Nobla.

Ryszard W. Gryglewski

Bibliografia:

- R. Cierniak, *X-Ray Computed Tomography in Biomedical Engineering*, Springer-Verlag London 2011.
- J. Dobek, *Dr Karol Mayer profesor zwyczajny radiologii Uniwersytetu Poznańskiego (1882-1946)*, „Archiwum Historii Medycyny” 1966, 29: 381-392.
- K. Mayer, *O sposobie skupiania promieni Roentgena na wspólnym polu dla celów leczniczych i rozpoznawczych*, „Przegląd Lekarski” 1913 52 (50): 661-663.
- K. Mayer, *Radiologiczne rozpoznanie różniczkowe chorób serca i aorty*, Kraków 1916.
- R. Meissner, *Mayer Karol Hieronim (1882-1946)*, PSB: 276-277.
- K. Mikułowski, *K. Mayer. Jego życie i duch*, „Przegląd Lekarski” 1947 3 (13-14): 485-491.
- S. Leszczyński, *Historia radiologii polskiej na tle radiologii światowej*, Kraków 2000.
- C. Richmond, *Sir Godfrey Hounsfield*, BMJ 2004, 329 (7467): 687.
- *Sprawozdanie z posiedzenia Towarzystwa Lekarskiego krakowskiego z dnia 4 lutego 1914 roku*, „Przegląd Lekarski” 1914, 53 (19): 277.
- M. Urbanik, A. Urbanik, *Radiologia w kręgu Uniwersytetu Jagiellońskiego 1896-2016*, Kraków 2017.
- S. Webb, *A brief history of tomography and CT*, <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/28/028/28028148.pdf> [dostęp: 05.11.2020].

Materiały internetowe:

- Jezierski G. *Początki lampy rentgenowskiej*, Politechnika Opolska,
<https://wu.po.opole.pl/poczatki-lampy-rentgenowskiej/> za
<https://www.sciencemuseum.org.uk>, 22.07.2015
- Urbanik A, Leszczyński St., *Radiologia Polska w XIX i XX wieku*, Wydawnictwo
Indygo Zahir Media Uniwersytet Jagielloński, Biblioteka Jagielloński, 2019