

## Promienie X w latach 1896-1897

Richard F. Mould

*W artykule przedstawiono wybrane aspekty zastosowania promieni X, zarówno w celach medycznych jak i pozamedycznych, w czasie dwóch lat od ich odkrycia w listopadzie 1895 r. Opisano rozwój pierwszych technologii wykorzystujących promienie X do obrazowania i terapii. Przedstawiono opis przypadku pierwszego pacjenta poddanego terapii promieniami X. Szerokie spektrum pozamedycznych zastosowań promieni X w latach 1896-1897 obejmuje badanie eksponatów muzealnych (mumie egipskie), nieinwazyjne badania przemysłowe, wykrywanie przemytu oraz rozróżnianie prawdziwych i fałszywych kamieni szlachetnych. W części II omówione będą doniesienia projektów lampy rentgenowskiej do 1912 r., oceny jakościowej promieni X (również do roku 1912 r.) oraz pomiaru dawki ekspozycyjnej do 1908 r. Bibliografia pracy zawiera m.in. pierwsze czasopismo radiologiczne, Archives of Clinical Skiagraphy oraz książki poświęcone promieniowaniu X, opublikowane w latach 1896-1897, znajdujące się w londyńskiej bibliotece British Institute of Radiology.*

### X-rays in 1896-1897

*This article describes selected aspects of the use of X-rays in medical and non-medical applications during the two years following Röntgen's discovery of X-rays in November 1895. It reviews some of the early developments in X-ray technology which are relevant to imaging and to therapy. The case history is described of the first patient to receive X-ray therapy. The non-medical applications covered a very wide spectrum in 1896-1897 such as imaging of museum artefacts including Egyptian mummies, non-destructive industrial testing, customs searches for terrorist devices, and the detection of real and false gems. The article ends with three postscripts, on X-ray tube design to 1912, on X-ray quality assessment to 1912, and on X-ray exposure dose measurement to 1908. Literature resources for this work include the world's first radiological journal, the Archives of Clinical Skiagraphy and books on X-rays published in 1896 and 1897 which are in the library of the British Institute of Radiology in London.*

**Słowa kluczowe:** promienie X 1896-1897, projekt lampy rentgenowskiej, dawka ekspozycyjna, obrazowanie, radioterapia, radiografia przemysłowa, radiografia wojskowa

**Key words:** X-rays 1896-1897, X-ray tube design, X-ray exposure dose, imaging, radiotherapy, industrial radiography, military radiography

### Wprowadzenie

Przyznanie pierwszeństwa odnośnie diagnostycznych lub terapeutycznych zastosowań promieni X są trudne do zweryfikowania nawet sto lat po tych wydarzeniach. Niektóre z nich z góry budzą wątpliwości, inne natomiast są słabo udokumentowane. Najprawdopodobniej pierwszym lekarzem, który wykorzystał promienie X w celach leczniczych w listopadzie 1896 r., był Leopold Freund z Wiednia. Opis przebiegu leczenia i badań kontrolnych wykonywanych po jego zakończeniu jest bardzo dobrze udokumentowany. Nieco łatwiej jest określić pierwszeństwo no-

winek technicznych w projektowaniu lampy rentgenowskiej, takich jak np. lampa skupiająca.

W 1896 r. Otto Glasser (1895-1964) [1] odnotował 49 książek i broszur (większość stanowiły wydawnictwa popularyzatorskie) oraz 995 publikacji na temat promieni X. Wiele ze wspomnianych publikacji to raporty z nowych lub powtórzonych eksperymentów. Niniejszy artykuł zawiera niewielki wybór najważniejszych i najbardziej interesujących prac powstałych w latach 1896-1897, z których większość została zapomniana.

W latach 1896-1897 pojawiło się wiele różnorodnych pozamedycznych zastosowań promieni X. Dotyczyły one: wykrywania przemytu i materiałów wybuchowych, badań mumii egipskich, nieinwazyjnych badań przemysłowych konstrukcji stalowych, rozróżniania prawdziwych i fał-

szywych kamieni szlachetnych oraz badań kryminalistycznych.

Bibliografia pracy zawiera pierwsze czasopismo radiologiczne, *Archives of Clinical Skiagraphy*, założone w maju 1896 r., dwa najbardziej profesjonalnie napisane podręczniki o promieniach X z 1896 r. [2, 3] i tylko dwie bibliografie opublikowane w latach 1896-1897 [4, 5].

### **Odkrycie promieni X, Würzburg, 1895 r.**

Dnia 8 listopada 1895 r., w Instytucie Fizyki Uniwersytetu w Würzburgu, Wilhelm Conrad Röntgen (1895-1923) odkrył promienie X [6]. Tego nieoczekiwanego odkrycia dokonał w trakcie eksperymentów z różnymi elektrycznymi lampami jarzeniowymi, zaprojektowanymi przez Philipa Lenarda (1862-1947) i Sir Williama Crookesa (1832-1919). Niewielka ilość platyno-cyjanu baru (związek fluorescencyjny), rozproszony na cienkim kartonie leżącym w pobliżu jednej z rozgrzanych lamp, pokrytej czarnym, nieprzepuszczającym światła papierem, zaczęła wyraźnie świecić.

Röntgen bardzo szybko odkrył, że promienie X przenikają nie tylko przez czarny papier, ale również inne przedmioty jak np. drewniana deska, gruba książka czy arkusze blachy. Co najważniejsze, odkrył, według Jego biografa Otto Glassera [1], że „Najdziwniejsze w tym wszystkim jest to, że ciało było przezroczyste, a kości już nie oraz że wkładając swoją rękę pomiędzy źródło promieni a kawałek jarzącego się kartonu, zobaczył zarys kości swojej ręki na ekranie. Tak oto dokonało się wielkie odkrycie”. Najślawniejsze zdjęcie rentgenowskie to właśnie zdjęcie ręki żony Röntgena.

### **Emil Grubbé, Chicago, 1896 r.**

Pierwsze zastosowanie promieni X do leczenia raka w styczniu 1896 r. przypisuje sobie Emil Grubbé (1875-1960), farmaceuta i homeopata [7-12]. W trakcie swoich eksperymentów, w których próbował odtworzyć wyniki Röntgena, wykorzystywał swoją lewą rękę, doprowadzając do wystąpienia nasilonego rumienia, przypominającego poparzenie. Z tego powodu 27 stycznia 1896 r. konsultował się z trzema profesorami Hahnemann Medical College w Chicago: J.E. Gilmanem, A.C. Halphidem and R. Ludlamem. W 1896 r. Grubbé nie miał jeszcze dyplomu lekarza i pracował jedynie jako wykładowca chemii i fizyki. Dyplom lekarza uzyskał dopiero w 1898 r.

W publikacji z 1949 r. [8] Grubbé pisał, że Gilman uważał, iż „jakikolwiek czynnik fizyczny zdolny do spowodowania takich zniszczeń zdrowych komórek i tkanek, użyty jako czynnik terapeutyczny, oferuje możliwości leczenia zmian patologicznych, w których wspomniane podrażnienie, powstawanie pęcherzy lub nawet niszczące efekty byłyby pożądane.” Twierdził dalej, że 29 stycznia leczył chorą z nieoperacyjną wznową raka piersi, a następnego dnia chorego na gruźlicę skóry twarzy i szyi [7]. W latach 30. sporządził dwa odrębne listy datowane na styczeń 1896 r., będące skierowaniami na konsultację medyczną, jeden od dr Gillmana, drugi od dr

Ludlama. Owe formalne skierowania, osobliwie napisane w podobnym stylu przez lekarzy wysyłających pacjentów do laboratorium prób chemicznych, stanowią jedyny dowód na słowa Grubbé.

Technika leczenia raka piersi, opisana przez Grubbé wiele lat po 1896 r., polegała na wykorzystaniu lampy Crookesa, zawieszanej trzy cale nad piersią. Zdrowe tkanki były chronione przez ołowianą osłonę, a napromienianie trwało około godziny. Podobna dawka była podawana codziennie, aż do czasu wystąpienia objawów zapalenia skóry.

### **Victor Despeignes, Lyon, 1896 r.**

Victor Despeignes (1866-1937) był kolejnym roszcującym pierwszeństwo zastosowania promieni X już 26 lipca 1896 r. Informacja na ten temat ukazała się w wychodzącym w Lyonie lokalnym czasopiśmie medycznym 9 sierpnia 1896 r. [13, 14]). Po 80 sesjach napromieniania, przez 15-30 minut dwa razy dziennie, choremu ustąpiły dolegliwości bólowe.

### **Leonhard Voigt, Hamburg, 1896 r.**

Kolejne roszczenie pierwszeństwa pochodzi od dr Leonharda Voigta (1835-c.1926), dyrektora Instytutu Szczepień w Hamburgu, który w sierpniu 1896 r. uzyskał zmniejszenie dolegliwości bólowych u chorego na raka nosowej części gardła. Notatkę na ten temat opublikował w gazecie hamburskiej [15], której niestety nie można już zidentyfikować. Jego opis przypadku trafił do Stowarzyszenia Lekarzy w Hamburgu. Uwiarygodnił to pośredni raport Leopolda Freunda (1868-1943) [15].

### **Leopold Freund, Wiedeń, 1896 r.**

Powszechnie przyjęto, że wiedeński dermatolog Leopold Freund jako pierwszy użył promieni X w sposób zaplanowany i naukowy, w oparciu o wiedzę dostępną w 1896 r. Pierwszym pacjentem była pięcioletnia dziewczynka z dużym, owłosionym znamieniem barwnikowym skóry grzbietu, leczona w listopadzie 1896 r. [15-20].

Przygotowania do terapii nie przebiegały po myśli Freunda, gdyż nie uzyskał on zgody swoich kolegów lekarzy na wykorzystanie lampy rentgenowskiej w żadnym z wiedeńskich szpitali. Był zmuszony wykorzystać aparaturę znajdującą się w szkolącej fotografów Imperial & Royal Graphical School & Research Institute.

Owłosione znamień barwnikowe obejmowało skórę praktycznie całego grzbietu urodzonej w 1892 r. pacjentki, rozciągając się na długość 36 cm (Ryc. 1). Wszystkie dotychczas stosowane metody leczenia były nieskuteczne. Pacjentka trafiła do Freunda jako praktykującego dermatologa. Później [15] powiedział o swoich przemysłeniach w tamtym czasie „W czerwcu 1896 r. przeczytałem w wiedeńskiej gazecie zabawną wzmiankę o tym, jak amerykański inżynier, bardzo zaangażowany w badania nad promieniami X, stracił wszystkie włosy. Ta notatka bardzo mnie zainteresowała”.



Ryc. 1. Pacjentka Leopolda Freunda przed leczeniem, 1896 r. [17]

Napromienianie rozpoczęło się 24 listopada 1896 r. W pierwszej kolejności napromieniano okolice karku (górną część 36 centymetrowego znamienia), a każda frakcja trwała dwie godziny. Po dziesiątej frakcji zaczęły wypadać włosy. Parę dni później wypadły wszystkie włosy w napromienianej okolicy i nie stwierdzono żadnych niepokojących zmian skórnych. Wkrótce nastąpiła druga seria leczenia, podczas której napromienianiu poddano dolną część zmiany. Aby odpowiedzieć na pytanie, czy pole elektryczne generowane przez generator wysokiego napięcia również powodowało efekty biologiczne, obszar napromieniany osłonięto aluminiową blachą, ustawioną na drodze promieni i jednocześnie zwiększono liczbę frakcji, tak aby uwzględnić zmniejszenie dawki promieniowania pochłoniętej przez blachę. To wyjaśnia znaczne przedawkowanie w okolicy lędźwiowej. Kilka dni po ostatniej frakcji napromieniania, owłosienia już nie było, ale w kolejnych tygodniach w części lędźwiowej pojawiło się rozległe owrzodzenie (Ryc. 2). Utrzymywało się przez około sześć lat i zagoiło w 1902 r., po zastosowaniu wody morskiej, pozostawiając bliznę.

W 1930 r. powstało kolejne owrzodzenie w rejonie blizny po poprzednim owrzodzeniu, które wyleczono stosując płukanki Zinkrautem (roślina wykorzystywana w homeopatii). Kolejne owrzodzenie pojawiło się w 1944 r., dokładnie 48 lat po pierwszych naświetlaniach promieniami X. Tym razem w skutecznej terapii wykorzystano łożko wodne.



Ryc. 2. Pacjentka Leopolda Freunda po leczeniu, 1897 r. Rycina przedstawia owrzodzenie powstałe wskutek terapii promieniami X [17]

Freund po raz ostatni przedstawił prezentację dotyczącą tej pacjentki w styczniu 1937 r. w Wiedeńskim Stowarzyszeniu Lekarzy, ale nie wspomniał, czy pacjentka żyła, czy nie. Dlatego wielkim zdziwieniem było pojawienie się w 1956 r. w Instytucie starszej kobiety, która twierdziła, że jest ową naświetlaną 60 lat temu pacjentką Freund'a [19, 20].

Miała wówczas 64 lata i zgłosiła się z powodu osteoporozy kręgosłupa, połączonej z bólem pleców. Badanie wykazało kyfozę piersiowej części kręgosłupa oraz skoliozę części lędźwiowej. Cała skóra pleców była pozbawiona owłosienia i pokryta drobnymi zmianami hiperkeratocytycznymi. W części lędźwiowej była blizna, a skóra wokół niej zmieniona atroficznie. Nie wykryto żadnych zmian w obrębie narządów wewnętrznych, co przypisywano użyciu promieni X „łagodnej jakości”.

Z uwagi na historyczne zainteresowanie pacjentką, została poproszona o ponowną wizytę w wieku 75 lat. Pojawiła się w dobrej kondycji. Dobrym zdrowiem cieszył się również jej najstarszy, 48-letni syn oraz 13-letni wnuk. U pacjentki nie stwierdzono choroby nowotworowej wywołanej promieniowaniem, a osteoporozę uznano za efekt procesu starzenia się.

Jatrogenne wyłysienie wywołane przez Freund'a zostało opisane również w pierwszym opublikowanym podręczniku radioterapii autorstwa Eduarda Schiffa (1849-1913) [16] w 1901 r., prawdopodobnie dlatego,

że Schiff był tym lekarzem, który skierował pacjentkę do Freunda. Schiff skomentował powstanie owrzodzenia po napromienianiu jako „przypadek pełen wskazówek”, a Freund, w przyszłości zredukował czas trwania sesji napromieniania do 10 minut.

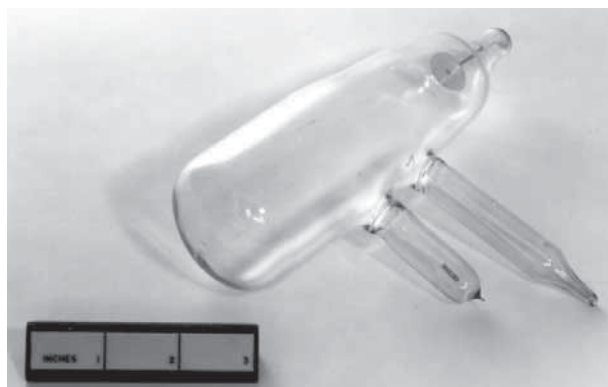
### Josef Eder i Eduard Valenta, Wiedeń, 1896 r.

O wspomnianej już wcześniej, w odniesieniu do Freunda, *The Imperial & Royal Graphical School & Research Institute* warto również pamiętać ze względu na pierwszy opublikowany atlas radiogramów. Dyrektorem tej placówki był Josef Eder (1855-1944), który wraz z Eduardem Valentą (1857-1937) stworzył pierwszy album fotograficzny, zawierający radiogramy małych ssaków, kamei i innych obiektów [21]. Radiogramy z 1896 r. były doskonałej jakości. Jeden z niewielu, które zachowały się do dnia dzisiejszego, można zobaczyć w oryginalnym laboratorium Röntgena w Würzburgu w byłym *Physical Institute*, w którym obecnie mieści się *Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt*.

### Sydney Rowland i *Archives of Clinical Skiagraphy*, Londyn, 1896 r.

Pierwsze na świecie pismo radiologiczne ukazało się w maju 1896 r. pod nazwą *Archives of Clinical Skiagraphy* (w lipcu 1897 r. zmieniono nazwę na *Archives of the Roentgen Ray*). Kolejne powstało w maju 1897 r. jako *American X-ray Journal*. Również w 1897 r. ukazało się niemieckie pismo *Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen*.

Pierwszym wydawcą *Archives of Clinical Skiagraphy* był, nie tak jak każdy by przypuszczał, uznany członek profesji medycznej, lecz 24 letni student St. Barts Hospital w Londynie, Sydney Rowland (1872-1917). W *British Medical Journal* pełnił funkcję Komisarza Specjalnego do badań nad zastosowaniem nowej fotografii w medycynie i chirurgii [22, 23], co zostało zamieszczone na tytułowej stronie pierwszego wydania *Archives of Clinical Skiagraphy*. Rowland piastował to stanowisko od lutego do grudnia 1896 r., a więc przez



Ryc. 3. Lampa rentgenowska w kształcie gruszki z kolekcji lamp BIR, obecnie w *Science Museum*, South Kensington, Londyn

trzy pierwsze wydania *Archives of Clinical Skiagraphy*. W obu periodykach [22, 23] Rowland opublikował, jako pierwszy na świecie, fotografie przedstawiające technikę diagnostyczną wykorzystującą promienie X: skiografię nogi. Aparatura składała się z lampy rentgenowskiej w kształcie gruszki (Ryc. 3), cewki indukcyjnej oraz butelek lejdejskich.

### Metalowe tarcze lampy rentgenowskiej, 1896 r.

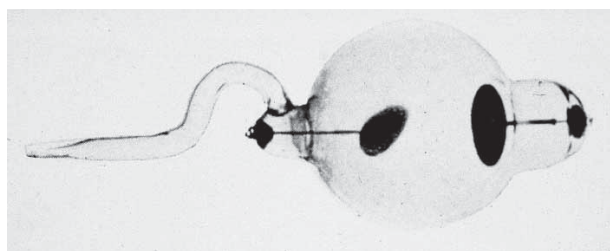
Dwa główne udoskonalenia lampy rentgenowskiej, wprowadzone po zastosowaniu przez Röntgena lampy w kształcie gruszki [24], ze szkłem na końcu lampy działającym jako tarcza, to (1) tarcza metalowa i (2) lampa skupiająca. James Gardiner (1857-1946), pisząc 13 lat później w *Journal of the Röntgen Society* [25], przyznaje pierwszeństwo innowacji Alanowi Cambellowi Swintonowi (1863-1930), który miał jej dokonać w marcu 1896 r.

Jednakże Sydney Rowland w *British Medical Journal* z 8 lutego 1896 r. [22] przedstawił szkic lampy rentgenowskiej, na którym wyraźnie widać metalową tarczę, miesiąc wcześniej przed rozszczeniem Gardinera [25]. W lutym 1896 r. zwrócił również uwagę na trudność wyprodukowania lamp rentgenowskich dobrej jakości. „Główna trudność w robieniu szybkich postępów wynika z niedoboru odpowiednich tub; wszystkie angielskie zapasy zostały wykupione przy pierwszym zamówieniu złożonym przez inteligencję niemiecką. Z tego zamówienia tylko mała liczba nadawała się do użytku. Nowe dostawy nadchodzą codziennie, a niektóre z nich powstają w Niemczech.”

Jedyne odniesienie do lamp rentgenowskich w pierwszym wydaniu *Archives of Clinical Skiagraphy* pochodzi z grudnia 1896 r. i zostało zamieszczone w części *Odpowiedzi na Listy Czytelników*. To była odpowiedź dla kogoś nazywającego siebie „Ignorantem”. „Wiesz, że lampa skupiająca działa poprawnie, kiedy jedna połowa jarzy się żółto-zielono, a druga połowa pozostaje stosunkowo ciemna. Po dłuższym używaniu, szczególnie gdy platynowa blacha zostanie przegrzana, próżnia ma skłonność do zwiększania się. W takim przypadku, lampa może być ponownie użyta poprzez podgrzanie nad lampą spirytusową do takiej temperatury, przy której można ją utrzymać w ręce. Należy pamiętać o obracaniu lampy przy podgrzewaniu, tak aby temperatura była wszędzie taka sama.”

### Lampy skupiające, 1896 r.

We wstępie do pierwszego wydania *Archives of Clinical Skiagraphy* w maju 1896 r., zasługę projektu wklęsłej katody przypisuje się Herbertowi Jacksonowi [26] z King's College w Londynie (Ryc. 4). Natomiast w USA, pierwszeństwo przypisuje się Herbertowi Schallenbergerowi [27] z laboratorium Westinghouse, który 7 marca 1896 r. opublikował schemat lampy swojego projektu i twier-



Ryc. 4. Lampa skupiająca z 1896 r. należąca do Herberta Jacksona; z kolekcji lamp BIR, obecnie w *Science Museum*, South Kensington, Londyn

dził, że jako pierwszy użył podobnej lampy już 15 lutego 1896 r.

Jednak pierwszeństwo zaprojektowania wklęsłej katody należy się Sir Williamowi Crookesowi, który w 1897 r. wykorzystał taką lampę do demonstracji efektów działania promieni katodowych. Snowden Ward, autor pierwszego podręcznika na temat promieni X [2], twierdził, że Jackson „zasugerował jej pomysł w lutym 1896 r., a 4 marca zaprezentował jej wspaniałe możliwości w *Royal Society of Arts* w Londynie”. Należy wspomnieć również, że Sydney Rowland w maju 1896 r., we wprowadzeniu do *Archives of Clinical Skiagraphy*, napisał „sam zaproponowałem wykorzystanie takiej samej modyfikacji (tj. wklęsłej katody) niezależnie”.

Lampa rentgenowska pokazana na Rycinie 4 ma raczej kształt kulisty niż przypominający gruszkę (Ryc. 3). Te ostatnie były używane wyłącznie przez Röntgena i jeszcze paru innych badaczy we wczesnych miesiącach 1896 r. Po tym okresie lampy kulistego kształtu stały się standardem.

### Fluoroskopy, 1896 r.

We wstępie do *Archives of Clinical Skiagraphy* z maja 1896 r. znalazło się odniesienie do prawdopodobnie pierwszego fluoroskopu: doniesienie z lutego 1896 r. [28]. „Kilka tygodni po odkryciu Röntgena, profesor Salvioni z Perugii (najwidoczniej niezależnie) zauważył właściwości fluorescencji platyno-cyjanków pod wpływem promieni X i wykorzystał je w praktyce do skonstruowania urządzenia nazwanego kryptoskopem”. Jednakże *Archives of Clinical Skiagraphy* błędnie wydrukowały nazwę, nazywając urządzenie cystoskopem. W raporcie z kwietnia 1896 r., Salvioni zastąpił platyno-cyjanek baru wolframianem wapnia.

Na początku 1896 r. przeprowadzono wiele eksperymentów mających na celu zaprojektowanie fluoroskopów. Na Rycinie 5 przedstawiono jeden według projektu Paula Spiesa (1862-1932) z Urania Society w Berlinie. Wyniki jego pracy przedstawiono 27 lutego 1896 r. w *Rundschau z Elektrotechnische Zeitschrift* [29]. „Spies na swych wykładach na uniwersytecie używa bardzo prostej aparatury do testowania obecności promieni X. Wykorzystuje kartonowy stożek długości około 15-20 cm, który na jednym końcu jest zamknięty kawałkiem tkaniny pokrytej platyno-cyjankiem baru. Kiedy zbliża stożek do oka, tak że nie pada na nie światło z zewnątrz,



Ryc. 5. Fluoroskop zaprojektowany przez Paula Spiesa w Berlinie, luty 1896 r. [1, 29]

a następnie kieruje stożek w stronę lampy, może zobaczyć, że kryształy fluoryzują, kiedy padają na nie promienie X. W innym przypadku pozostają ciemne.” [1].

Prawdopodobnie najsłynniejsze eksperymenty z fluoroskopami zostały przeprowadzone przez Thomasa Edisona, który podobnie jak Salvioni wykorzystał wolframian wapnia w swoim skioskopie. Po raz pierwszy został zademonstrowany jako Edison’s Beneficent X-ray Exhibit na Electrical Exposition of the Electric Light Association w Nowym Jorku w czerwcu 1896 r. [4, 30]. *Archives of Clinical Skiagraphy* z maja 1896 r. odniosły się do pracy Edisona. „Fakty są takie, że bardzo wiele substancji zachowuje się jak platyno-cyjanki, a Edison po prostu ogłosił, że odkrył wolframian sodu, który fluoryzuje jaśniej niż dotychczas stosowane sole. Czy tak jest, czy nie, pozostaje do udowodnienia”.

### Lampy rentgenowskie o regulowanej próżni, 1896 r.

Lampy rentgenowskie na Rycinach 3 i 4 są zbudowane według projektu znanego jako „stacjonarna lampa próżniowa”, gdzie lampa jest tubą gazową, w której próżnia nie może zmieniać się w trakcie używania lampy. Takie lampy były raczej zawodne, ponieważ stopień próżni różnił się w zależności od używania bądź nie używania lampy i zawsze istniała groźba jej trwałego uszkodzenia. Jeżeli lampa była zbyt „twarda” (tzn. próżnia zbyt wysoka), istniało niebezpieczeństwo jej przedziurawienia i tym samym stawała się bezużyteczna. Przeciwnie, jeżeli lampa była zbyt „miękka” (tzn. próżnia zbyt niska), wtedy promienie X miały zbyt niską zdolność przenikania, aby otrzymać dobrej jakości radiogram.

Lampy o regulowanej próżni były wspaniałym udoskonaleniem w stosunku do projektu „stacjonarnej lampy próżniowej”, gdzie próżnia w zależności od projektu lampy, mogła zmieniać się automatycznie lub być regulowana przez operatora. W 1896 r. Lyman Sayen z Fila-

delfii skonstruował pierwszą tego typu lampę, a już po paru latach kilka projektów było dostępnych w handlu w USA i Europie. Zasada jej działania opierała się na wykorzystaniu gazów pochodzących z substancji absorbujących (np. potaż żrący, pallad, nadmanganian potasu), które po podgrzaniu uwalniały gaz zmniejszający próżnię, a po schłodzeniu pochłaniały go z powrotem. Te substancje absorbujące były umieszczone w małej, dodatkowej szklanej rurce, przytwierdzonej do głównej szklanej lampy rentgenowskiej w kształcie kuli.

### Lampa rentgenowska z obrotową anodą, 1896 r.

Istotną cechą niektórych nowoczesnych lamp rentgenowskich jest obrotowa anoda. Wczesną wersję skonstruował w 1896 r. Robert Wood (1868-1955) [31], fizyk Uniwersytetu Johna Hopkinsa. Celem tej konstrukcji, opisanym w 1897 r. [5], było „częściowe usunięcie efektu podgrzania szkła lampy przez padające na nie promienie katodowe”. Przymiotnik „obrotowy” pochodzi od projektu Wooda, w którym zawieszona w lampie wkłesa katoda mogła się obracać wzdłuż jej osi niczym wahadełko. Poprzez ciągłe obracanie lampy podczas naświetlania punkt ogniskowania promieni katodowych zawsze wypadał w innej części szkła, które pozostawało zimne, przez co obciążenie lampy mogło się znacznie zwiększać.

### Metalowa lampa rentgenowska, 1896 r.

Pierwsza metalowa lampa rentgenowska została zbudowana przez E.A. Woodwarda z Harvardu i opisana w *Electrical Word* [32] w lutym 1896 r. Woodward przedstawił swoją „nowatorską formę lampy promieniowej”, w której „boki zrobione były z aluminiowych arkuszy, podstawa z wytrzymałego szkła z metalowym pierścieniem utrzymującym szkło i aluminium razem. Okrągła drewniana tarcza, przypięta do wnętrza metalowego stożka, zapobiegała zapadaniu ścianek w czasie opróżniania lampy. Szczelność osiągnęto dzięki gipsowi modelarskiemu”. W 1897 r. urządzenie to zostało opisane jako „stożkowate, aluminiowe naczynie ze szklaną podstawą” [5]. Konstrukcja ta poprzedziła o ponad 30 lat projekt lampy rentgenowskiej Metalix Alberta Bouwersa (1893-1972) [33].

### Arteriogram, 1896 r.

Arteriogram został opublikowany przez Sydneya Rowlanda w *British Medical Journal* [22] z 22 lutego 1896 r., ale nie był przez niego przedrukowany w *Archives of Clinical Skiagraphy*. Preparat nerki został przygotowany przez Christophera Addisona, profesora anatomii na University College w Sheffield; Addison uzyskał później tytuł wicehrabiego i był ministrem zdrowia w rządzie Lloyd Georgea. Wraz z innymi skiagramami i arteriogramami zostały zatytułowane jako „Nowa fotografia w Sheffield”. Urządzenie wykorzystane do ich wykonania składało się ze „zwykłego zestawu baterii z cewką indukcyjną i lampy Crookesa. Natężenie prądu nigdy nie było większe od



Ryc. 6. Arteriogram nerki, 1896 r. [22].

tęgo, które dawało 3-calową iskrę i we wcześniejszych naświetlaniach (ręki) trwało zwykle 20-30 minut, ale zostało skrócone do 1,5 minuty”.

### Skiagramy, 1896-1897

Pierwszy wolumen *Archives of Clinical Skiagraphy*, obejmujący dwunastomiesięczny okres czasu od maja 1896 r. do kwietnia 1897 r., jest godny uwagi ze względu na serię fotografii wysokiej jakości. Drukowano je na całych stronach, co było bardzo efektowne, gdyż rozmiar strony wynosił 245 mm x 300 mm. Proces reprodukcji skiagramów, opisany jako fotomezotyp, został opracowany przez London Stereoscopic Company. Tabela I opisuje kilka z tych plansz. Pierwszy skiagram, opublikowany w *Archives of Clinical Skiagraphy*, przedstawiał dziecko, a dokładniej fragment ciała od czaszki do bioder (Ryc. 7).

Odnosząc się do skiagramu na Planszy XVIII, John Macintyre (1857-1928) stwierdził, że na skiagra-



Ryc. 7. Skiagram dziecka opublikowany w pierwszym numerze *Archives of Clinical Skiagraphy*, maj 1896 r.

Tab. I. Przykłady skiagramów zamieszczonych w pierwszym numerze *Archives of Clinical Skiagraphy*

Nr Planszy	Ekspozycja	Opis
I+II	14 min.	Skiagram w pełni rozwiniętego trzymiesięcznego dziecka. Można zauważyć, że jelita, serce i wątroba tworzą wyraźny cień (Ryc. 7). W <i>Archives of Clinical Skiagraphy</i> obraz przedstawiono na dwóch planszach
III	2 min.	Igła utkwiona w palcu
IV	9 min.	Mnogie wyrosła kostne stawu kolanowego u dziewięcioletniej dziewczynki
V	6 min.	Nadgarstek i przedramię piętnastoletniego chłopca chorego na kiłę wrodzoną, z zaznaczonym kilakiem
VIII	nieznana	Pocisk rewolwerowy utkwiony w lewej dłoni
XVI	nieznana	Pierwszy opublikowany skiagram bliźniąt syjamskich. Pośladki i kończyny dolne są całkiem oddzielone. Pępownina i łożysko są wspólne. Jedna twarz jest całkowicie uformowana
XVIII	nieznana	Tkanki miękkie i kości. Skiagram zrobiony przez Johna Macintyrea z Glasgow w celu zademonstrowania „jak ulepszenia aparatury pozwalają na uzyskanie lepszych obrazów kończyn, jednak regiony takie jak czaszka i miednica (u osób otyłych) nadal pozostają trudne do zobrazowania”
XXII	3 min.	Homar zobrazowany przy zastosowaniu nowej lampy palladowej Watsona z wykorzystaniem 10-calowej przerwy iskrowej. Obraz pojawił się w numerze <i>Archives of Clinical Skiagraphy</i> z kwietnia 1897 r., w którym usunięto z nazwy słowo <i>Clinical</i> . Nastąpiło to z uwagi na artykuł Norrisa Wolfendena (1854-1926) <i>Skiagraphy in zoology</i> , który rozszerzał zakres zainteresowania pisma (patrz również [34])
XXIII	3 min.	Kieszzeniec jadalny ( <i>Cancer pagurus</i> ): krab jadalny różniący się od kraba pustelnika przedstawionego na Planszy XXIV

mie z marca 1896 r. przedstawiono reprodukcję „pierwszej próby fotografii serca”. Część Planszy XVIII została przedrukowana na stronie tytułowej *Practical Radiography*, książki autorstwa Henrygo Snowdon Warda (1865-1911) z 1896 r. [2]. Jednakże Snowden Ward opublikował to „ludzkie serce *in situ*” do góry nogami, mimo zdjęcia poprawnie zamieszczonego w *Archives of Clinical Skiagraphy*. Nie ma w tym jednak nic dziwnego, gdyż obrazowanie serca było tak nowe!

### Diamenty i promienie X, 1896 r.

Na Rycinie 8 przedstawiono radiogram zrobiony 7 sierpnia 1896 r. przez Charlesa Thurstona Hollanda (1863-1941) [35]. Opisuje on, jak po wykładzie na temat promieni X, widownia, po uiszczeniu drobnej opłaty na cele charytatywne, została zaproszona do oglądania swoich rąk na ekranie fluorescencyjnym. Przedstawił reakcję „przesadnie ubranej damy”, która odkryła, że kamienie w dużym pierścionku były nieprzezroczyste, podobnie jak w broszce (po prawej na Rycinie 8). Odnotował, że „owa dama poczyniła jadowite uwagi, które nie nadają się do druku” i że „zrobił komuś brzydki kawał”.

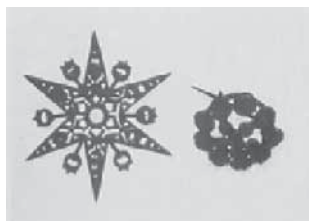
Diamenty i promienie X pojawiają się również w kilku sensacyjnych opowiadaniach z 1896 r. Dla przy-

kładu, w *The Strand Magazine* z lipca 1896 r., zawierającym serię opowiadań pt. *The Adventures of a Man of Science*, opublikowano następującą historię. Mężczyzna, którego podejrzewano o kradzież i połknięcie diamentu, zostaje zwabiony do laboratorium. „Chciałem, żeby się rozebrał, a następnie z trudem udało mi się namówić go, aby przyjął odpowiednią pozycję, tak by promienie X przeszły przez jego ciało. Wyłączyłem światło w pokoju, moja elektryczna bateria działała poprawnie, a promienie pięknie zagrały w lampie próżniowej. Ściągnąłem zasłonkę z aparatu... itd.” Wynikiem była „wspaniała plansza ukazująca diament zaraz poniżej okolicy zastawki krętniczo-kątniczej”. Autor niestety nie zdawał sobie sprawy, że to imitacje kamieni szlachetnych, a nie prawdziwe diamenty pojawiają się jako mętne i nieprzezroczyste na kliszy rentgenowskiej. *The Strand Magazine* w wywiadzie z Pierrem Curie z 1904 r. [36], opisał jak Pierre na przyjęciu w Lille użył radu do sztuczki mającej pokazać fluorescencję diamentowego naszyjnika.

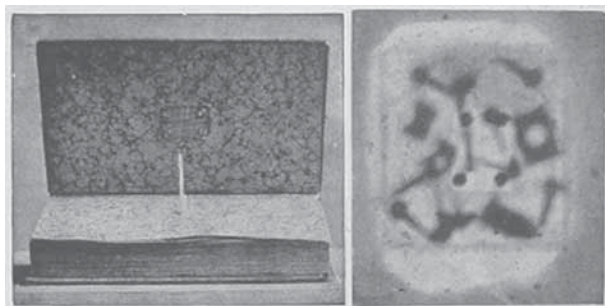
Tego typu pokazy były powszechne do około 1905 r., a wzięły swój początek w 1896 r., kiedy zaobserwowano, że „diamenty wystawione w ciemności na działanie promieni Becquerela fluoryzują i błyszczą w przepiękny sposób” [37]. Zauważono również, że najbardziej fluoryzowały diamenty niebiesko-białe [38].

### Promienie X i przemysł, 1896-1897

Pierwsze numery *Archives of Clinical Skiagraphy* zawierały dział zatytułowany *Notes*, który następnie zmienił nazwę na *Extracts from Medical & Scientific Journals*. Dział ten opisywał różne wykorzystanie promieni X, w tym np. raport z *The Globe* z 22 października 1897 r. na temat pomiaru gęstości ziemniaka. Ta sama gazeta 16 lipca 1897 r. przedstawiła inny raport nt. promieni X, zatytułowany *Roentgen Rays and French Customs*. Arty-



Ryc. 8. Zdjęcia rentgenowskie zrobione przez Charlesa Thurstona Hollanda w Liverpoolu, sierpień 1896 [35]



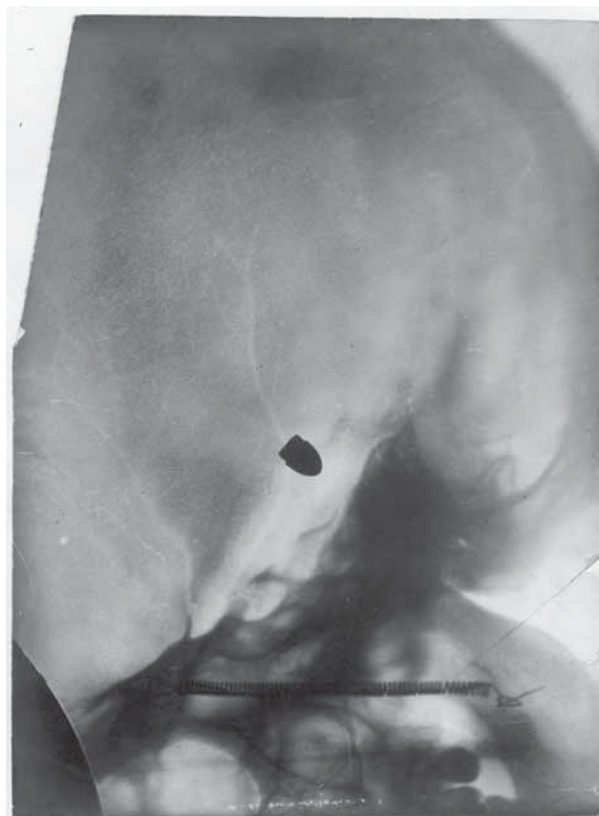
Ryc. 9. „Wybuchowa książka” z zewnątrz i od wewnątrz, 1896 r. [39]

kuł w całości został przedruowany w *Archives of Clinical Skiagraphy*. „Promienie Roentgena, które z powodzeniem były wykorzystywane przy badaniu wnętrza bomb przez M. Girard, są teraz stosowane we Francji przy odprawach celnych przez M. Pallain. Obawiamy się, że niektóre gazety dostrzegły wielką wagę najnowszego zastosowania. Bez wątplenia część kontrabandy może zostać w ten sposób wykryta, ale z pewnością nie wszystko. Przykładowo, czy szmugler koronek może zmieścić tyle materiału, ile tylko chce, w swojej torbie bez obawy wykrycia promieniami? Słyszeliśmy o papierosach wykrytych przez nową Ithuriel, które prawdopodobnie zostały wykryte dzięki metalowemu pudełku, w którym się znajdowały. Cygara i papierosy, podobnie jak koronka, są pochodzenia roślinnego, bardziej niewidoczne dla promieni i można je z łatwością zapakować tak, aby oszukać czujność celnika. Być może spotkamy w sprzedaży papierosy i inne artykuły oznaczone jako „odporne na promienie Roentgena”. Zawodowi szmuglerzy mogą również dołączyć do Röntgen Society”.

W *Archives of Clinical Skiagraphy* nie opublikowano żadnych skiagramów bomb czy „piekielnych maszyn”, jak czasami były nazywane [2]. Niemniej jednak *Strand Magazine* z 1896 r. [39] zamieścił przykład „wybuchowej książki”, skonstruowanej na podobieństwo bombonierki (Ryc. 9). „Jeden koniec cukierka jest przymocowany do okładki książki, a drugi do pudełka umieszczonego w jej wydrążonym wnętrzu. Kartki książki są posklejane. Kiedy książka się otwiera, cukierek wybucha i zapala zawartość pudełka. Jeżeli jest wypełnione piorunianem rtęci i opilkami żelaza, rezultat łatwiej sobie wyobrazić niż opisać” [39].

### Promienie X i usiłowanie morderstwa, 1896 r.

Obraz rentgenowski pocisku tkwiącego w czaszce (Ryc. 10), został wykonany 2 maja 1896 r. [40] przez Sir Arthura Schustera (1851-1934), późniejszego profesora fizyki Uniwersytetu w Manchesterze, któremu Röntgen wysłał 1 stycznia 1896 r. zestaw swoich oryginalnych wyników badań nad promieniami X. Skiagram przedstawia testowy obiekt symulujący pocisk wewnątrz czaszki. Został wykonany przez Schustera w celu określenia dawki promieniowania potrzebnej do wykonania skiagramu Elizabeth Ann Hartley z Nelson, Lancashire, która została po-



Ryc. 10. Testowy obiekt w celu określenia odpowiedniej dawki promieniowania, maj 1896 r. [40] {za zgodą Wellcome Trustees}

strzelona w głowę przez swojego męża, Hargreavesa Hartleya 23 kwietnia 1896 r.

### Promienie X i wojna, 1896-1897

Wojskowe wykorzystanie promieni X było rozważane już na początku 1896 r. W raporcie z 4 lutego 1896 r., opublikowanym w ukazującym się w Monachium *Medizinische Wochenschrift*, opisano eksperymenty zlecone przez pruskie ministerstwo wojny w celu sprawdzenia, czy promienie X mogą być użyteczne dla chorych i rannych żołnierzy. Pozytywne wyniki opublikowano parę miesięcy później pod tytułem *Eksperymenty w celu określenia przydatności promieni Roentgena dla celów medyczno-chirurgicznych*. Jednakże, to Włoch a nie Prusak jako pierwszy zastosował w praktyce wojskową radiografię. Włosi ponieśli dotkliwą klęskę w bitwie z Etiopczykami pod Adową 1 marca 1896 r. Podpułkownik Giuseppe Alvaro ze Szpitala Wojskowego w Neapolu prześwietlał dwóch żołnierzy rannych w przedramię, aby zlokalizować pociski, ponieważ wszystkie inne próby ich lokalizacji zawiodły [1].

Następną kampanią wojenną, w której wykorzystano nową metodę diagnostyczną, była wojna grecko-turecka z 1897 r. Niemcy wsparli Turków tworząc szpital w Konstantynopolu, prowadzony przez Niemiecki Czerwony Krzyż, podczas gdy Anglia, Francja i Rosja wspomagały Greków. Wkład Brytyjskiego Czerwonego Krzyża został opisany w gazecie *Daily Chronicle* z 4 maja 1897 r. w następujący sposób: „Przesłane urządzenie będzie w całości kompletne i nie będzie się różniło od używa-

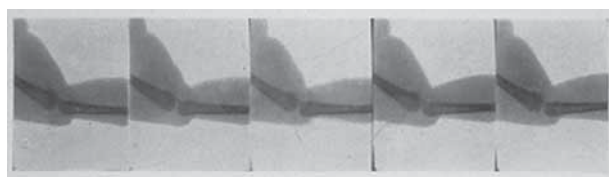


nego na co dzień w Szpitalu Św. Tomasza w Londynie”. Poważną przeszkodą w stosowaniu radiografii w terenie w 1897 r. był brak dostępu do stałego źródła prądu elektrycznego. Do doładowywania akumulatorów aparatury rentgenowskiej wykorzystywano okręt wojenny HMS Rodney z Królewskiej Marynarki Wojennej.

### Kinematografia rentgenowska, 1897 r.

Ostatnia plansza w pierwszym wolumenie *Archives of Clinical Skiagraphy* z kwietnia 1897 r. (Tab. I), stanowi pierwszy na świecie udany zestaw obrazów kinematograficznych.

John Macintyre (1857-1928) z Glasgow już od pewnego czasu eksperymentował, szukając najlepszych metod otrzymywania szybkich naświetleń, z wglądem w nagrywany ruch organów wewnątrz ciała. Metoda wykorzystująca zwykły aparat do fotografowania obrazów na fluorescencyjnym ekranie była zbyt wolna. Sukces zapewniło wykorzystanie czułego filmu, przesuwającego się pod przesłoną kinematografu. Otwór ten nawiązywał do rozmiaru obrazka i był przykryty kawałkiem czarnego papieru, na którym kończyła zwierzęcia, np. żaby, mogła być sfotografowana (Ryc. 11). Istotne było, by



Ryc. 11. Kinematografia rentgenowska żabiej nogi, kwiecień 1897 r., opublikowana w *Archives of Clinical Skiagraphy*

ruchy fotografowanej kończyny były powolne, stąd zastosowano płytką narkozę. Macintyre w raporcie przedstawionym na spotkaniu Philosophical Society w Glasgow informował, że przesunął 40 stóp filmu przez kinematograf. Ruchy żabiej nogi były wyraźnie widoczne na projektorze kinematografu.

### Radiogram całego ciała, 1897 r.

Lipcowy numer *Archives of Clinical Skiagraphy* 1897 r. zawierał radiogram żyjącej osoby, zrobiony pojedynczym naświetlaniem (Ryc. 12), wykonany przez Williama Mortona (1845-1920) z Nowego Jorku, autora książki z 1896 r. poświęconej promieniom X [3]. Wyraźnie widać szpilkę od damskiego kapelusza, naszyjnik, bransoletkę, pierścionki oraz wysokie botki z guzikami, podbite na pięcie. Urządzenie wykorzystane przez Mortona składało się z 12-calowej cewki indukcyjnej, której transformator był zasilany prądem o napięciu 117 volt z sieci elektrycznej Nowego Jorku oraz zwykłej lampy Crookesa z początkową próżnią odpowiadającą 2-calowej iskrze, która stopniowo wzrastała do 8 cali. Odległość lampy od kliszy wynosiła 54 cale, a czas naświetlania, z uwzględnieniem przerw, wyniósł 30 minut.



Ryc. 12. Radiogram całego ciała, zrobiony w trakcie pojedynczego naświetlania, wykonany przez Williama Mortona w Nowym Jorku, lipiec 1897 r.; opublikowane w *Archives of Clinical Skiagraphy*

### Pyknografia i radiografia, 1897 r.

Pod koniec 1897 r. nadal nie było powszechnej zgody co do terminu „radiografia”, jak można przeczytać w dziele *Notes* numeru *Archives of Clinical Skiagraphy* z listopada 1897 r. pod nagłówkiem „Radiografia”. „To że nadal posługujemy się barbarzyńskim terminem „radiografia” napawa dzisiaj żalem, ale nie zaproponowano żadnego lepszego słowa, które sprostałoby wymogom cywilizacji. Istota zagadnienia z całą pewnością nie jest ujęta w słowie „radiografia”, jednak na chwilę obecną znaczna ogólnikowość tego słowa, jak i jego zakres zasługują na rekomendację. Tam, gdzie promienie wyłącznie tworzą zarys przedmiotu umiejscowionego pomiędzy lampą a kliszą lub ekranem, moglibyśmy powiedzieć za Szekspirem: „Najlepsze w tej materii są tylko cienie”, co oddaje „skiografia”. Promienie Roentgena robią jednak znacznie więcej. Słowo „pyknografia” (gęsty, przyciemniony) zostało przyjęte przez doktorów Büttnera i Müllera, pojawiło się w ich książce ‘Röntgen’sche Strahlen’ i bardziej oddaje sens niż „skiografia”. Poza tym, jeżeli promienie Roentgena okażą się mieć terapeutyczne właściwości, raczej trudno będzie zaakceptować termin skiatrapia lub leczenie cieniem. The Roentgen Society musi mieć to na uwadze”.

### Przemówienie prezydzialne na posiedzeniu Röntgen Society, Londyn, 1897 r.

Poniżej przedrukowano wybrane cytaty z przemówienia prezydzialnego, wygłoszonego na posiedzeniu Röntgen Society z 7 listopada 1897 r. [41]. Stowarzyszenie powstało w kwietniu 1897 r., a pierwsze przemówienie prezydzialne wygłosił Sylvanus Thompson (1851-1916). „W 1895 r.

ekrany fluorescencyjne nie były bezużytecznymi przedmiotami, nawet w laboratorium, gdzie Crookes używał swoich lamp. Dlatego odkrycia Röntgena w żaden sposób nie można nazwać przypadkowym, lecz było ono wynikiem rozważnej i ukierunkowanej myśli. Szukał czegoś, czego nie potrafił precyzyjnie określić. I znalazł to. To odkrycie może być uznane za szczęśliwy zbieg okoliczności, ale nie przypadek”.

„W Stanach Zjednoczonych, najbardziej wyróżniającym się osiągnięciem jest pełnowymiarowy skiagram całego szkieletu kobiety, zrobiony przez doktora W. J. Mortona z Nowego Jorku (najbardziej wyróżniający się i uderzający obraz pokazany na naszych ścianach dzisiejszego wieczoru). Nawet serce i inne narządy wewnętrzne są widoczne” (Ryc. 12). „Jako przepowiednię odkrycia Roentgena możemy przyjąć słowa Szekspira: „Nie drgnij. Nie pójdziesz, dopóki nie ustawię szkła. W którym nie zobaczysz najbardziej skrytej części siebie”. Monety w krtani, śrutu i igły w ręce oraz pociski w mózgu, wszystko to można zobaczyć i zlokalizować na skiagramie. Kamienie pęcherzowe i nerkowe można zaobserwować *in situ*: nawet postępowanie gruźlicy płuc można jednoznacznie udowodnić. Obserwowanie bijącego serca stało się teraz codziennością”. „Niedługo po wynalezieniu lamp skupiających, zapewniających potężne źródło promieni Roentgena, zauważono, że częste naświetlanie nimi powodowało poważne, miejscowe zmiany zapalne skóry, w niektórych przypadkach ze współistniejącą utratą owłosienia (przynajmniej tymczasową), które wypadało pozostawiając pozbawione włosów miejsca. U jednego z moich asystentów pojawiło się takie wyłysienie powyżej ucha, na skutek prób robienia skiagramów jego czaszki i utrzymywało się przez sześć tygodni. Wiele osób traciło włoski na rękach. Zanotowano jeden przypadek trwałego wyłysienia.”

**Dr Richard F. Mould**  
4 Town End Meadow  
Cartmel  
Grange-over-Sands  
LA11 6QG  
United Kingdom

## Piśmiennictwo

1. Glasser O. *Wilhelm Conrad Röntgen and the Early History of the Roentgen Rays*. Berlin: Springer, 1931. London: John Bale Sons & Danielsson, 1933.
2. Ward HS. *Practical Radiography: a Handbook of the Application of the X-rays*. London: Dawbarn & Ward, published for The Photogram Ltd., 1896. (See also Isenthal AW & Ward HS. *Practical Radiography*. Wyd. 2. 1898 i Wyd. 1. 1901).
3. Morton WJ. (written in collaboration with Hammer EW). *The X-ray or Photography of the Invisible and its Value in Surgery*. London: Simpkin, Marshall, Hamilton, Kent, 1896.
4. Thompson EP. *Roentgen Rays and Phenomena of the Anode & Cathode*. New York: D van Nostrand, 1896.
5. Phillips CES. *Bibliography of X-ray Literature & Research (1896-1897) being a Reference Index to the Literature on the Subject of Röntgen or X-rays*. London: “The Electrician” Printing & Publishing Company, 1897.
6. Mould RF. Röntgen and the discovery of X-rays. (This contains an English translation of Röntgen’s first and second communications in the Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg, 28 December 1895; 9: 132-41 and 9 March 1896; 2: 11-17. His first communication contains no illustrations, but this *Br J Radiol* paper is illustrated using the set of shadow-photographs sent by Röntgen on 1 January 1896 to Sir Arthur Schuster, Professor of Physics at the University of Manchester.) *Br J Radiol* 1995; 68: 1145-76.
7. Grubbé E. Priority in the use of X-rays. *Radiology* 1933; 31: 156-62.
8. Grubbé E. *X-ray Treatment, its Origins, Birth and Early History*. St. Paul: Bruce Publishing; 1949; 45.
9. Glasser O (red). *The Science of Radiology*. London: Baillière Tindall & Cox; 1933, 212.
10. Hodges PC. *The Life and Times of Emil H. Grubbé*. Chicago: University of Chicago Press; 1964.
11. del Regato JA. *Wilhelm Conrad Röntgen and Biographical Notes*. W: del Regato JA. *Radiological Physicists*. New York: American Institute of Physics; 1985, 5 i 174.
12. Knight N, Wilson JF. The early years of radiation therapy. W: Gagliardi RA, Wilson JF, (red). *A History of the Radiological Sciences. Radiation Oncology*. Reston: Radiology Centennial Inc; 1996, 5-6.
13. Despeignes V. Observation concernant un cas de cancer de l’estomac traité par les rayons Rontgen. *Lyon Med* 1896; 82: 428-506.
14. Despeignes H. Victor Despaignes ou la radiothérapie a cent ans: médecin lyonnais, pionnier de la radiothérapie. *La Lettre de la Cancérologie Radiothérapie* 1996; 5: 73-9.
15. Freund L. *Elements of General Radiotherapy for Practitioners*. Lancashire GH, trans. New York: Rebman; 1904. (Translation of Freund L. *Grundriss der Gesamten Radiotherapie für Praktisch*. Vienna: Urban & Schwarzenberg; 1903).
16. Schiff E. *The Therapeutics of the Röntgen Rays*. Butcher WD, trans. London: Rebman; 1901.
17. Freund L. Ein mit Röntgen-Strahlen behandelter Fall von Naevus pigmentosus piliferus. *Wiener Medizinische Wochenschrift* 1897; 47: 428-34.
18. Freund L. Originalbehandlungen 40 Jahre Röntgentherapie. *Wiener Klinische Wochenschrift* 1937; 50: 147-53.
19. Fuchs G, Hofbauer J. Das Späresultat einer von 70 Jahren durchgeführten Röntgenbestrahlung. *Strahlentherapie* 1966; 130: 161-6.
20. Kärcher KH. Leopold Freund. W: Ellegast HH, Kogelnik HD, Strasser E (red.). *Hundert Jahre Medizinische Radiologie in Österreich*. Vienna: Wilhelm Maudrich; 1995, 57-63.
21. Eder JM, Valenta E. *Versuche über Photographie mittelst der Röntgen’schen Strahlen von Regierungsrath*. Vienna: Lechner; 1896.
22. Rowland S. Report on the application of the new photography to medicine and surgery. *Br Med J* Parts I-XVI, 361-4 (8 Feb 1896), 431-3 (15 Feb 1896), 492-5 (22 Feb 1896), 556-8 (29 Feb 1896), 620-2 (7 Mar 1896), 683-4 (14 Mar 1896), 748 (21 Mar 1896), 807 (28 Mar 1896), 874-6 (4 Apr 1896), 997 (18 Apr 1896), 1059-61 (25 Apr 1896), 1225-6 (16 May 1896), 1411-2 (6 Jun 1896), 202 (25 Jul 1896), 1237-8 (24 Oct 1896), 1676-7 (5 Dec 1896).
23. Rowland S. The X-rays and their application to practice and diagnosis. *Br Med J* 3 Oct 1896; 925-6, (see also Rowland S. *Archives of Clinical Skiagraphy* No. 1, 1896. Reprint of full text and selected plates. *Br J Radiol* 1995; 68: H2-H20).
24. Mould RF. The BIR historical collection of X-ray tubes, lantern slides, journals and books. *Br Inst Radiol Bull* 1979; 5: 3-10.
25. Gardiner JH. The origin, history and development of the X-ray tube. *J Rönt Soc* 1909; 5: 66-80.
26. Jackson H. Note on focus tube for X-rays. *Electrical Rev* (London) 13 March 1896; 38: 340.
27. Schallenberger HB. On a new kind of X-ray tube. *Electrical World* 1896; 27: 377 and 484.
28. Salvioni E. A necessary condition for the production of sharp shadows with Roentgen rays. *Atti Accad Med.-Chinur* (Perugia) 6 February 1896; 8 and A condition necessary of obtaining bright shadows by means of Roentgen rays and a phenomenon which affords the method of its realisation. *Electrical Rev* (London) April 1896; 38: 550.
29. Spies P. Experiments with Roentgen rays. *Elektrotechnische Zeitschrift* 27 February 1896; 17: 129.
30. Edison TA. The Edison fluoroscope. *Electrical World* 1896; 17: 360.
31. Wood RW. Note on focus tube for X-rays. *Phil Mag* 1896; 41: 382.
32. Woodward EA. A new form of ray lamp. *Electrical World* (New York) 1896; 27: 219.
33. Bouwers A. New metal X-ray tubes for radiography and therapeutics. *Br J Radiol* 1927; 23: 139.

34. Mould RF, Norris Wolfenden and X-rays. *J Laryngol Otol* 1989; 103: 1020-9.
35. Holland CT. X-rays in 1896. *Liverpool Medico-Chirurgical J* 1937; 45: 61.
36. Moffett C. Illustrated interview: M. Curie the discoverer of radium. *Strand Magazine* 1904.
37. Cleaves MA. *Light energy: its physics, physiological action and therapeutic applications*. New York: Rebman.
38. Kunz GF, Baskerville C. The action of radium, actinium, Roentgen rays and ultra-violet light on minerals and gems. *Science* 1903; 18: 769-83.
39. Porter AW. The new photography. *Strand Magazine* 1896; 12: 107.
40. Schuster A. Papers deposited at the Wellcome Institute, London.
41. Thompson S. Presidential Address to the Röntgen Society. *Arch Roentgen Ray* 1897; 2: 23-30.

*Otrzymano: 10 czerwca 2007 r.*

*Przyjęto do druku: 15 lipca 2007 r.*