

Rozwój wiedzy o elektryczności i elektroterapii ze szczególnym uwzględnieniem promieni X i leczenia raka

Część III

Od Sir Williama Crookesa do elektroterapeutów XX wieku

Richard F. Mould¹, Jesse N. Aronowitz²

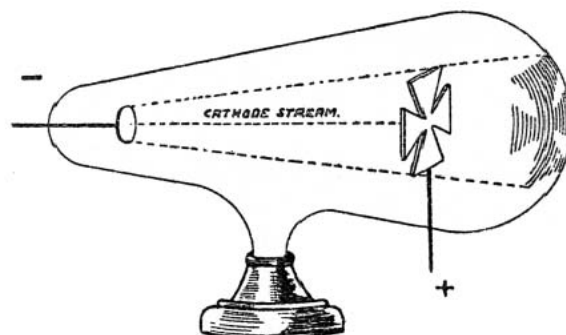
Dwie wcześniej opublikowane części tego artykułu [1, 2] opisywały historię elektryczności i jej zastosowania w leczeniu – aż do prac Jamesa Clerka Maxwella. Niniejszy końcowy odcinek rozpoczyna się od przedstawienia postaci Sir Williama Crookesa (1832-1919), a kończy opisaniem działań elektroterapeutów pierwszego ćwierćwiecza XX wieku. Wówczas to elektroterapia, będąca rozwiązaniem alternatywnym dla operacji nowotworów, została zastąpiona leczeniem promieniami X i brachyterapią radem.

Słowa kluczowe: elektroterapia, elektryczność, promienie X, rak

Sir William Crookes 1832-1919

William Crookes, dzięki swym wczesnym pracom, został powszechnie uznany za odkrywcę próżniowej rury do wyładowań (Ryc. 1) [3]. Nie wykorzystał natomiast szansy na odkrycie promieni X, które emitowane były z tych rur na 16 lat przed odkryciem Roentgena. Natomiast Crookes jako pierwszy zaobserwował, że klisza fotograficzna przechowywana obok odkrytych przez niego rurek staje się zaczerniona. 20 stycznia 1896 roku zaprezentował w Royal Society wytwarzanie promieni katodowych za pomocą swojej rury (1879).

Inżynier Alan Campbell Swinton (1863-1930) udoskonalił wynalazek Crookesa przez wprowadzenie anody – celu uderzenia promieni katodowych w miejsce ściany rurki [4]. Kolejnym etapem było zaprojektowanie w 1896 roku wklęsłego kształtu katody, który skupiał promienie katodowe w punkt, w wyniku czego radiogramy wykonywane przy pomocy promieni X miały większą rozdzielczość. Prototyp tej „zogniskowanej” rury (Ryc. 2) został zaprojektowany przez Crookesa, który posłużył się nim, aby zademonstrować grzewcze działanie promieni katodowych [5]. Ta innowacja („największy krok naprzód,



Ryc. 1. Crookes rozpoczął badanie promieni katodowych w 1879 r., używając próżniowej rury do wyładowań z krzyżem maltańskim rzucającym cień na szklaną ściankę rury. Wykazał, że promienie katodowe wychodzą z katody pod kątem prostym do jej powierzchni i przemieszczają w linii prostej. Ściana rury nie przesłonięta krzyżem fluoryzowała pod wpływem zderzeń z elektronami promieniowania katodowego [3]

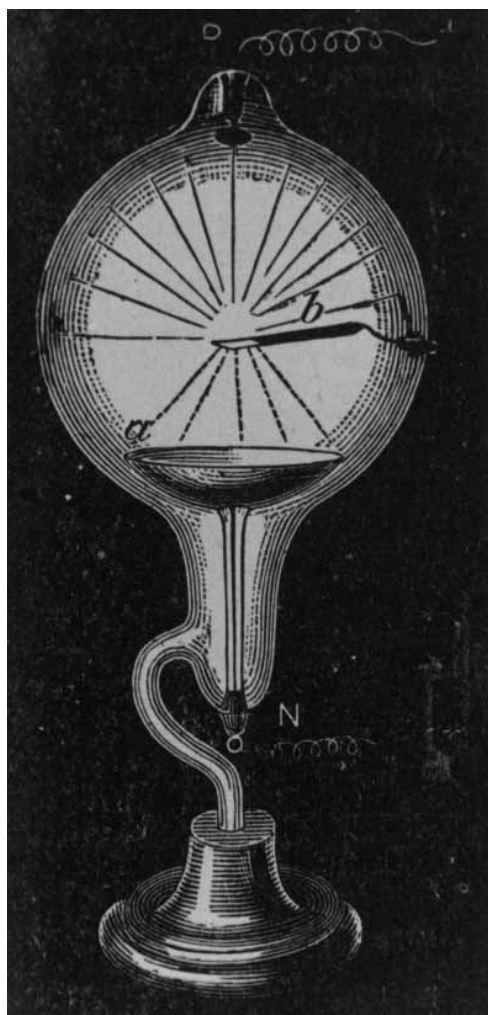
jaki został uczyniony od chwili dokonania odkrycia przez Roentgena o 13 lat wcześniej”) [6]) jest jednak zwykle przypisywana Sir Herbertowi Jacksonowi (1863-1936), profesorowi chemii z King’s College w Londynie [7].

James Wimshurst 1832-1903

W ciągu XIX wieku, elektrostatyczne generatory tarcio-we zostały zastąpione przez bardziej wydajne elektrostatyczne maszyny indukcyjne. Ich prototypem jest maszyna Wimshursta, opisana po raz pierwszy w 1883 roku. James Wimshurst był rzeczoznawcą budowlanym i inspektorem na statkach, ale równolegle zajmował się udoskonalaniem przyrządów naukowych. Jego “maszyna” została opisa-

¹ 41 Ewhurst Avenue
South Croydon
Surrey CR2 0DH
United Kingdom

² Department of Radiation Oncology
University of Massachusetts Medical School
Levine Cancer Center
33 Kendall Street
Worcester MA 01605
USA



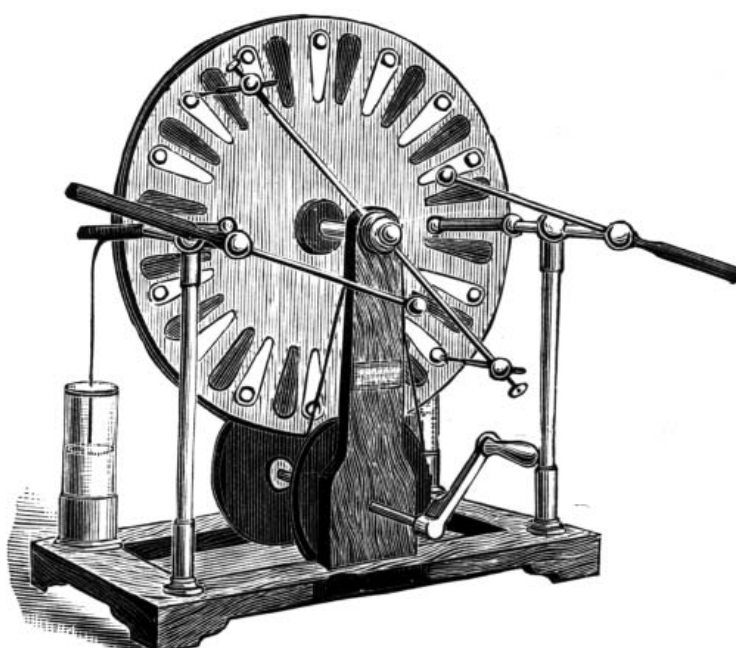
Ryc. 2. Prototyp projektu ogniskującej lampy na promieniowanie X Sir Williama Crookesa [4]. Wyprzedza ona lampy ogniskujące Herberta Jacksona [7] i Herberta Schallenbergera z 1896 r. [4]. Jediną różnicą pomiędzy projektami Jacksona i Schallenbergera było odmienne wykonanie platynowych anod

na przez Snowdena w 1896 roku w pracy zatytułowanej *Practical Radiography* (Rycina 3) [8] jako „posiadającą tę zaletę, że wymaga jedynie umiarkowanej mocy jako napędu i nie wymaga dodatkowych czynników w postaci kwasów lub innych roztworów. Wytwarza bardzo wysokie napięcie bez konieczności użycia cewki indukcyjnej i jest całkowicie prosta”.

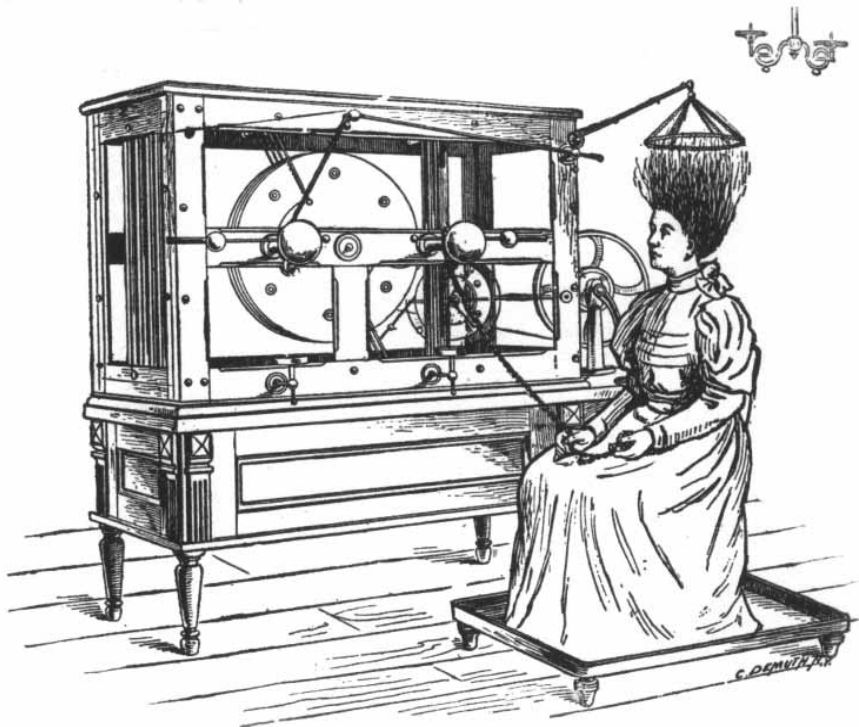
Wimshurst uważał również, że posiada ona „wyrażną wadę, mianowicie jest niezwykle podatna na warunki atmosferyczne. Kurz i wilgoć mogą zniweczyć jej działanie” [8]. Publikacja w *Archives of The Roentgen Ray* z 1900 roku przedstawiała aparat Wimshursta z dwunastoma 30-calowymi (76 cm) tarczami wirującymi, podczas gdy tarcze wirujące aparatu z 1896 roku, pokazane na Rycinie 3, mogły mieć średnicę 8- albo 15-calową [9].

Preferowane w USA maszyny indukcyjne zostały zaprojektowane przez Wilhelma Holtza (1836-1913) w 1865 roku. W przeciwieństwie do maszyny Wimshursta, maszyna Holtza nie była w stanie wytworzyć początkowego ładunku do rozpoczęcia pracy i wymagała doprowadzenia z oddzielnego urządzenia. Zaprojektowano więc aparaturę hybrydową, która zawierała urządzenie dostarczające ładunki do masywnych (zazwyczaj 40-80 cm) tarcz wirujących maszyny Holtza [10, 11]. Rycina 4 ilustruje zastosowanie takiej maszyny indukcyjnej z pierwszej dekady XX wieku [12].

Do roku 1899 toczono zażarty spór o to, czy elektrostatyczne maszyny indukcyjne, czy też cewki indukcyjne stanowią najlepsze źródło prądu o wysokim napięciu do zasilania lamp rentgenowskich. Argumenty przeciwko cewce indukcyjnej skupiały się wokół kwestii kłopotliwych baterii i przerywacza, podczas gdy jej zwolennicy podkreślali, że maszyny indukcyjne, takie jak Wimshursta, muszą być używane „w przestronnym, suchym i pozbawionym mebli pomieszczeniu; maszyna powinna być przechowy-



Ryc. 3. Przykład maszyny Wimshursta z 1896 r. [8]



Ryc. 4. 'Stacyjny Wietrzyk Ładunków'. Pacjent umieszczony jest na izolowanej płycie. Ładunki dostarczane są wyprofilowanym mosiężnym prętem trzymany w rękę przez pacjenta. Drugi koniec pręta podłączony jest do zacisków maszyny. Pacjent zostaje otoczony strefą zjonizowanego powietrza, nad izolowaną płytą zawieszony jest uziemiony mosiężny pierścień. Pacjent znajduje się w obszarze zjonizowanego powietrza, odczuwanego jako przyjemne wrażenie powiewu. Wynik terapeutyczny zależy od wielkości ładunku [12]

wana w skrzyni, możliwie szczelnej, z chlorkiem wapnia, powinna być suszona i okryta płótnem”.

George Beard 1839-1883

Prawdopodobnie największym orędownikiem elektroterapii w Ameryce był George M. Beard [13-16]. Jego wieloletnie zainteresowanie tą dziedziną zaczęło się w trakcie studiów w Yale, kiedy to w taki właśnie sposób leczono z powodzeniem jego samego z powodu niestrawności i nerwicy. W roku 1869 opisał wiele przypadków, ogólnikowo sklasyfikowanych jako cherlactwo, hipochondria lub histeria „z których wiele, chociaż były odporne na wszystkie inne formy leczenia, ustąpiło natychmiast po zastosowaniu elektroterapii”. Pacjenci ci mieli wiele rozmaitych objawów (m.in. bezsenność, niestrawność, stany lękowe, impotencja); Beard uznał je za oznaki neurastenii bądź wyczerpania nerwowego i scharakteryzował jako “chroniczną funkcjonalną chorobę systemu nerwowego, ze skłonnością do szybkiego wyczerpania”. Przypisywał tę chorobę, najczęściej obserwowaną u Amerykanów płci męskiej, „zderzeniu z napięciami ekspansywnej cywilizacji na nowym, ogromnym kontynencie”.

Leczenie składało się z wielu elementów, jak środki uspokajające (brom, fizostygmina, konopie indyjskie), leki tonizujące (chinina, strychnina, arsen), dieta, odpoczynek, podróżowanie – i oczywiście elektroterapia, którą Beard określał jako „najważniejsze i najskuteczniejsze remedium”. Jego prace były traktowane z pewną dozą

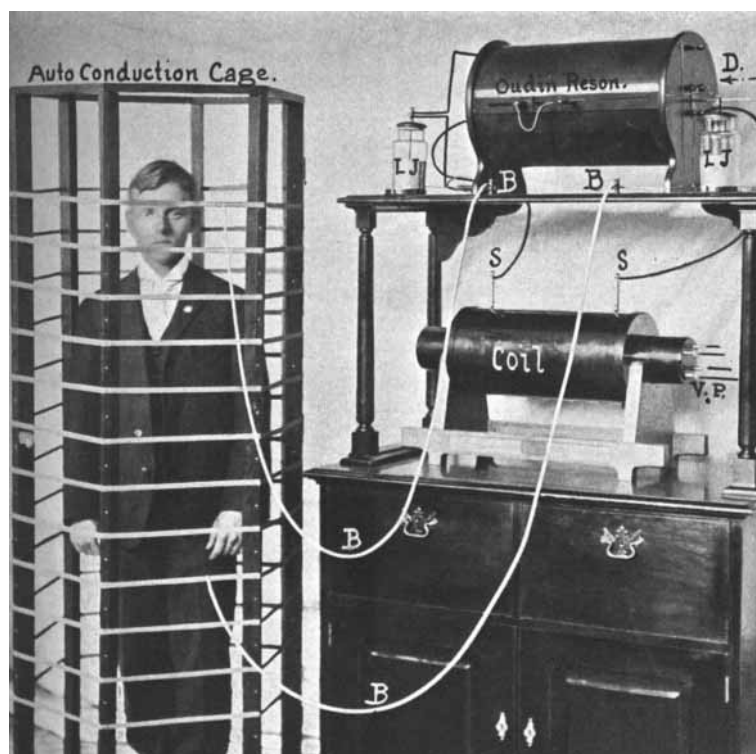
sceptycyzmu [17], niemniej pod koniec XIX wieku zdobyły sporą popularność.

Pojawiały się doniesienia, że elektroterapia może być też skuteczna w leczeniu obłądki (bez powodzenia leczonego wówczas w zakładach zamkniętych przez psychiatrów), hysterii, hipochondrii, neurastenii i cherlactwa. Czołowy i najbardziej szanowany neurolog w Stanach, Weir Mitchell (1829-1914) opowiedział się również za tą metodą [18].

Jacques-Arsène d'Arsonval 1851-1940

W roku 1890 d'Arsonval zademonstrował, że przy oddziaływaniu na mięśnie prądem o częstotliwości powyżej 5000 cykli na sekundę, kurczenie mięśni zmniejsza się proporcjonalnie ze wzrostem częstotliwości i w końcu całkowicie ustaje. Na poparcie tego twierdzenia, skonstruował generator wysokiej częstotliwości, będący w stanie wytworzyć 10 000 cykli na sekundę i w roku 1891 wykazał, że prąd o wysokiej częstotliwości i wysokim napięciu może bezboleśnie przenikać ludzkie ciało. Zauważono, że temperatura tkanki wówczas wzrasta, czego przyczynę widziano w efektach „odżywienia”.

d'Arsonval wyróżnił cztery metody zastosowania prądów wysokiej częstotliwości. (1) Bezpośrednia, w której pacjent jest połączony dwoma przewodami do końcówek cewki bezrdzeniowej. (2) Pośrednia, przez umieszczenie pacjenta w polu cewki. (3) Kondensacja ładunków, nazywana też metodą Apostollego, od nazwiska francuskiego

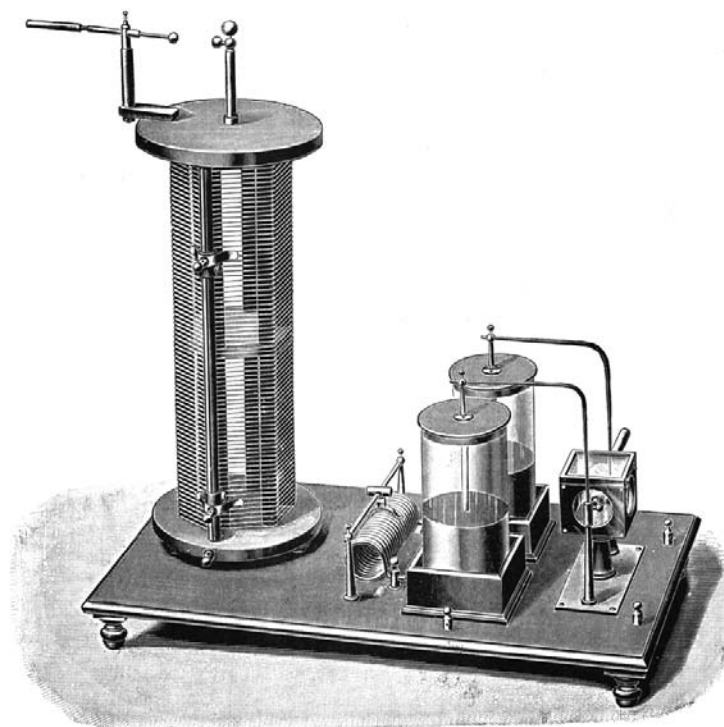


Ryc. 5. Technika kondensacji ładunków d'Arsonvala. Rezonator Oudina jest w prawym górnym rogu [19]

ginekologa Georges'a Apostoli (1847-1900), w trakcie której pacjent jest podłączony do cewki, a drugi koniec podłączony jest do dużej metalowej płytki, znajdującej się blisko pacjenta, ale odizolowanej od bezpośredniego z nim kontaktu. Pacjent leży na izolujących poduszkach na kanapie, prąd przepływa przez niego przez trzyma-

ny w ręce uchwyt z metalu pozbawionego izolacji, albo przez elektrodę umieszczoną na wybranej części ciała. (4) Zastosowanie miejscowe w formie „szczotkowania ładunkami”.

W metodzie drugiej (Rycina 5) pacjent stoi wewnątrz „klatki” i “jego ciało znajduje się w polu elektrycznym;



Ryc. 6. Rezonator Oudina

wyładowania elektryczne pojawiają się przyłączeniu obiekty z zerowym potencjałem przez oporność w postaci 20-woltowej żarówki, która zacznie świecić” [19]. Rycina 6 pokazuje obok butelek lejdejskich rezonator Oudina (czasami nazywany cewką bądź oscylatorem), nazwany tak od nazwiska wynalazcy Paula Oudina (1851-1923), również autora monografii o radioterapii [20].

Wyładowania drgające przy rozładowaniu zewnętrznych okładek butelek lejdejskich, podłączonych w małej cewce, indukują wysokie napięcie przy wysokiej częstotliwości prądu we wtórnym uzwojeniu cewki. Duża cewka, zachowująca się jak cewka indukcyjna, bezboleśnie oddziałuje na pacjenta polem wysokiej częstotliwości (Ryc. 5) [19].

W późniejszym czasie odkryto, że wzrost temperatury w tkance był spowodowany opornością. Ten efekt wykorzystywano przez cały XX wiek w postaci diatermii.

Nikola Tesla 1856-1943

Nikola Tesla urodził się w Smiljan, które wówczas należało do Austro-Węgier, a obecnie znajduje się na terenie Chorwacji. W roku 1881 przeprowadził się do Budapesztu, żeby pracować dla American Telephone Company, a w 1882 do Paryża, by podjąć współpracę z Continental Edison Company. W tym samym roku stworzył koncepcję silnika indukcyjnego i udoskonalił szereg urządzeń wykorzystujących obrotowe pole magnetyczne.

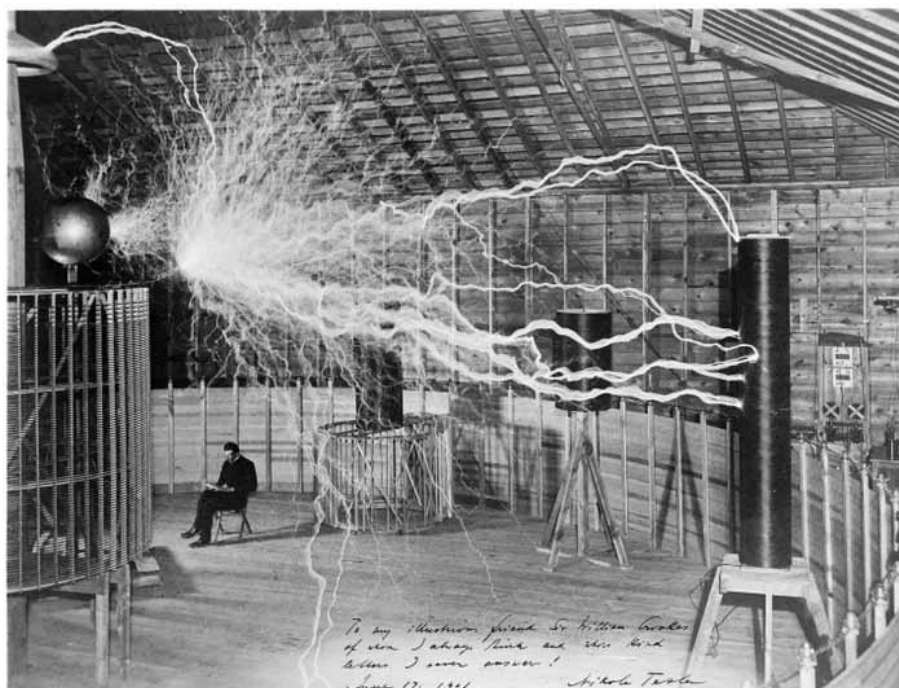
Po przybyciu do USA w 1884 roku wręczył Thomasowi Edisonowi (1847-1931) list rekomendacyjny od swojego poprzedniego szefa, w którym zamieszczone było następujące zdanie: „Znam dwóch wielkich ludzi

– ty jesteś jednym z nich; drugi to ten młody człowiek”. Edison przyjął Teslę do pracy i zatrudnił do wykonania nowego projektu generatora prądu stałego dla swojej firmy.

W roku 1886 Tesla stworzył własną firmę – Tesla Electric & Manufacturing, ale nie odniósł sukcesu i musiał pracować jako zwykły pracownik fizyczny w Nowym Jorku przez następne dwa lata. W roku 1887 skonstruował silnik prądu zmiennego, który przedstawił w American Institute of Electrical Engineers w 1888 roku. W tym samym roku udoskonalił zasady bezrdzeniowego transformatora Tesli – rezonansowej cewki wysokonapięciowej – tworzącej z pierwotną i wtórną cewką obwód dostrojony do częstotliwości rezonansowej uzwojenia wtórnego. Później był on używany do wytwarzania wysokiego napięcia i wykorzystywany do produkcji promieni X.

Tesla współpracował z głównym konkurentem Edisona, Georgem Westinghousem (1846-1914) i w 1899 roku przeniósł się do Colorado Springs (Ryc. 7), aby dalej prowadzić badania nad prądem o wysokim napięciu i wysokiej częstotliwości.

Jego kariera jako wynalazcy, inżyniera i naukowca trwała długo: przyczynił się do postępu technologii oświetlenia elektrycznego, robotyki i transmisji radiowych oraz promieni X. Jednakże najwięcej osiągnął w zakresie wytwarzania, transmitowania i zastosowania energii elektrycznej, w szczególności prądu zmiennego. Gdy miał 75 lat, jego wizerunek pojawił się na okładce *Time Magazine*, w uznaniu rangi dokonań naukowych. Cewka Tesli i prace na temat prądów o wysokiej częstotliwości stanowiły jego najważniejsze dokonania w dziedzinie elektroterapii.



Ryc. 7. Tesla, siedzący w laboratorium w Colorado Springs przy swoim transformatorze generującym drgania elektryczne o amplitudzie rzędu megawoltów. Wyładowania mają ok. 7 metrów długości. Odręczna notatka Tesli: „Mojemu znakomitemu przyjacielowi Sir Williamowi Crookesowi, o którym zawsze myślę i na którego listy nigdy nie odpowiadam! Nikola Tesla, 17 czerwca 1901”. (Dzięki uprzejmości The Wellcome Trust w Londynie)

Sir Joseph John Thomson 1856-1940

Osiem miesięcy po odkryciu dokonanym przez Roentgena, J.J. Thomson i Sir Oliver Lodge (1851-1940) doszli do wniosku, że promienie X stanowią krótkofalowe zakończenie widma światła (miało to miejsce na 15 lat wcześniej, niż zostało udowodnione doświadczalnie). Thomson znany jest przede wszystkim za sprawą odkrycia elektronów w 1897 roku i wykazania, że stanowią one ujemnie naładowane cząsteczki tworzące promienie katodowe [21].

Badania Thomsona o naturze i działaniu elektrostatycznych i magnetycznych pól zwanych promieniowaniem anodowym lub kanalikowym ostatecznie zakończyło się wynalezieniem spektrometru masowego przez Francisa Astona (1877-1945). Promienie kanalikowe są strumieniami naładowanych dodatnie jonów w rozrzedzonym gazie i za sprawą tego, że mają większą masę od elektronów są bardziej penetrujące przy mniejszych odchyleniach kierunków w porównaniu z elektronami.

Elektroterapia raka w latach 1849, 1852, 1888, 1890, 1892, 1894, 1895 i po Roentgenie

Autorzy niniejszego artykułu dla czasopisma *Nowotwory* przeanalizowali tysiące stron tekstów i artykułów z zakresu elektroterapii, znajdując zaledwie nieliczne wzmianki o leczeniu nowotworów (prawdopodobnie dlatego, że były to jedynie próby i – w odróżnieniu od przypadków zaburzeń czynnościowych – okazały się nieskuteczne). Wybrane publikacje na ten temat z końca XIX i początku XX wieku zostały przywołane poniżej, w porządku chronologicznym.

1849

Elements of Electro-Biology [22] Alfreda Smee (1818-1877) wspomina o nowotworze zaledwie w jednym, 10-wersowym fragmencie tekstu. „Rak, podobnie jak



Ryc. 8. Usunięcie nabłoniaka twarzy, rok 1888. 'Igły o ładunkach dodatnich i ujemnych wprowadzono w obrębie zdrowych tkanek pod guzem' [16]

skrofuły i zapalenie, składa się z nieprawidłowych komórek, które jednak różnią się od tamtych przypadków swą charakterystyką. Jest niejasne, czy zastosowanie elektryczności może sprzyjać, czy też zapobiegać ich wzrostowi. Spotykam się czasami z przypadkami kobiet, które twierdzą, że rakowate zgrubienia ulegały w takich sytuacjach rozsiewowi, ale osobiście jestem skłonny wierzyć, że pomyłono tu raka z pojawianiem się zgrubień mięszu piersi, które z innych przyczyn obserwuje się u młodych kobiet”.

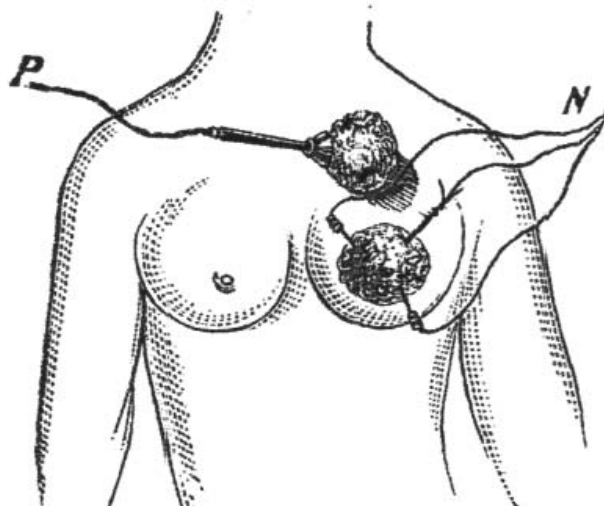
1852

William Channing (1820-1901) z Bostonu zamieścił w swojej książce [23] rozdział *Cancerous Affectations*. Napisał tam m.in., że niejaki dr Schuster w 1843 roku stwierdził: „Nie byłoby rzeczą irracjonalną atakować nowotwory (prądem – przyp. Red), podobnie, jak inne schorzenia” [24]. Podkreślając nieskuteczność dotychczasowych metod zaproponował, żeby „z badać działanie baterii elektrycznych w leczeniu wszystkich guzów złośliwych i owrzodzeń”.

Channing donosił także, że dr Gustav Crusell (1810-1858) w 1846 roku, podobno z powodzeniem, zastosował galwanoterapię w przypadkach owrzodzeń nowotworowych [25] w Naval Hospital w Cronstadt. Uzyskał nawet zgodę na stworzenie szpitala w St. Petersburgu, aby leczyć w ten sposób choroby „zewnątrzne”.

1888

Czternaście stron podręcznika autorstwa George'a Bearda i Alphonso Rockwella [16] poświęconych jest *Epithelioma, Scirrhus and other Malignant Growths* [16]. Zawarte są tam zarówno opisy przypadków, jak i następujące dwa rysunki, które ilustrują technikę. Przedstawiają „usunięcie nabłoniaka z twarzy przez elektrolizę” (Ryc. 8) i „stwardnienie piersi leczone elektrolizą” (Ryc. 9).



Ryc. 9. Guz piersi leczony w roku 1888 [16]

Tabela I. Streszczenia opisów przypadków leczonych przez Bearda i Rockwella [16]

1871. Nabłoniak górnej wargi

Duży i bolesny nabłoniak usunięty metodą prostej elektrolizy. Konieczne było ogólne znieczulenie, użyto pięciu małych igieł: trzy połączone z ujemnym biegunem i dwie z dodatnim. Operacja trwała 20 minut. Przez trzy następne lata wynik opisywany był jako „bardzo zadowolający”.

1871. Rak nabłonkowy odbytnicy, pochwy i otaczających tkanek.

Przeprowadzono w sumie 11 zabiegów elektrolizy, aby usunąć zmianę, złagodzić ból, i znacznie zmniejszyć rozwój choroby. Późniejsza galwanokauteryzacja złagodziła dolegliwości, ale nie mogło zapobiec ostatecznie śmierci. Ten przypadek przytoczono, aby zarówno zilustrować wartość (np. w zahamowaniu krwawienia), jak i ograniczenia elektrolizy w leczeniu guzów złośliwych.

1871. Rak odbytnicy

Uzyskano ulgę w dolegliwościach i przejściowe wygojenie, ale pacjent zmarł w 11 miesięcy po leczeniu.

1873. Nabłoniak skóry twarzy

Powstał w starej bliznie przed 6 miesiącami, został usunięty za pomocą połączenia elektrolizy u podstawy i galwanokauteryzacji. W 17 miesięcy później nie obserwowano nawrotu.

1873. Rak piersi

Rozrost guza trwał dwa lata. W leczeniu zastosowano wycięcie chirurgiczne i zniszczenie okolicznych tkanek przez elektrolizę. Wystąpił nawrót. Wykonano trzy seanse elektrolizy co tydzień, używając trzech igieł. Po czterech miesiącach wykonano odjęcie piersi wraz z węzłami chłonny. Tym razem zastosowano także elektroterapię za pomocą „urządzenia składającego się z około 20 ostro zakończonych szpiców umieszczonych na metalowej płycie o wymiarach 1x1,5 cala. To urządzenie, które nazywano elektrodą szpiczastą, było umieszczone na powierzchni rany. Wytworzył się nadmiar wodoru, a tkanki zmieniły kolor i konsystencję, ulegając martwicy do pewnej głębokości. Mniej więcej w 6 miesięcy później nastąpił nawrót „i z pewnością on doprowadził do śmierci pacjentki”.

1873. Rozległe nowotworowe owrzodzenie piersi

„Ten przypadek łączył się z najstraszniejszą i ciągnącą się w nieskończoność agonią. Zastosowanie galwanokauteryzacji i elektrolizy nie przyniosło znaczącego efektu, ale ulga w bólu trwała przez kilka miesięcy”

1874. Rak lewej piersi

„Uzyskano całkowitą i natychmiastową ulgę w bardzo silnym bólu i – w ciągu czterech dni – zmniejszenie guza o połowę, po zaledwie jednej elektrolizie. Choroba szybko jednak pojawiła się w obrębie jelit i nastąpiła szybka śmierć”.

Beard i Rockwell określili klinicznie rozrost nowotworowy jako taki, który „nawraca po usunięciu”. Stwierdzili, że można osiągnąć ulgę w cierpieniu i czasami zredukować wielkość guza poprzez prostą elektrolizę lub zewnętrzną galwanizację lub faradyzację.

„Najlepiej rokowały trwałe wyleczenie lub długotrwałą poprawę nawracające torbiele, mięśniaki macicy, włókniaki i nabłoniaki, które wielokrotnie leczylimy z powodzeniem, a najgorzej – rak”. Opisane przez nich przypadki z lat 1871-1874 zostały zestawione w Tabeli I.

1890

G. Betton Massey (1856-1927), ginekolog z Filadelfii, był czołowym orędownikiem zastosowania prądu elektrycznego, jako metody alternatywnej dla chirurgii. Stworzył American Electro-Therapeutic Association (1891) i pełnił funkcję pierwszego prezesa, pisał też prace o zastosowaniu elektroterapii w ginekologii [26, 27]. Opowiadał się raczej za galwanizmem, niż za faradyzmem, zwracając uwagę, że „stosowanie elektryczności w leczeniu raka zyskało uznanie głównie za sprawą dwóch angielskich publikacji: artykułu Johna Inglisa Parsonsa (1857-1928) [28] i rozdziału najnowszej pracy William Steavensona (1850-1891) o elektrolizie” [29].

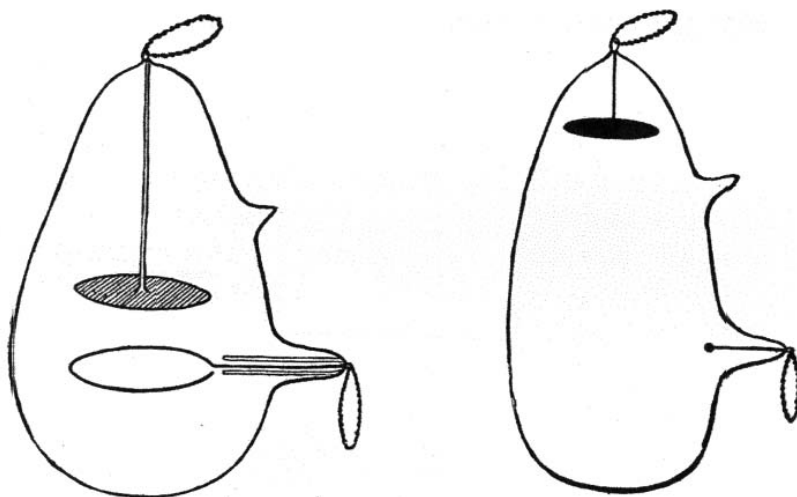
John Inglis Parsons (1857-1928) zalecał „pulsowanie” silnego (do 600 mA) prądu pomiędzy igłami umieszczonymi w zmianie chorobowej. „Taki prąd powodował znaczne elektrolityczne i kaustyczne zniszczenie tkanek.... powodując znaczące ryzyko rozejścia się ran i czasowego pogorszenia”.

Massey stwierdził, że „niszczące działanie zastosowanego bezpośrednio dodatniego bieguna stałego prądu jest bez wątpienia idealną metodą leczenia takich zmian, jak rak szyjki macicy”. Zalecał umieszczanie elektrody węglowej na owrzodzonej powierzchni guza, a ujemnej elektrody – na brzuchu. Prądy 50-150 mA, zastosowane 2-3 razy w tygodniu, „będą wywierać toksyczny wpływ na tkankę rakową do pewnej głębokości, dzięki jej zmniejszonej żywotności” i „kontrolować krwawienie z raka szyjki macicy”.

1892

Chester Higbee (1835-1908) z St. Paul, w pracy zatytułowanej *Uses and Abuses of Electricity in Gynaecology*, stwierdza, że „rak nabłonkowy szyjki macicy może być wyleczony dzięki elektrycznej amputacji, jeśli choroba nie zajęła sąsiednich tkanek. Możemy bezpiecznie używać tego środka do amputacji... i do zapobiegania krwotokowi [30].

„W przypadkach nowotworu złośliwego macicy... bóle mogą być znacznie złagodzone przez silny prąd galwaniczny..., wielkość guza może być zredukowana, a krwawienia przez dłuższy czas opanowane... Jeżeli mamy w ogóle stosować elektroterapię, to właśnie w tych przypadkach. Teoretycznie, wydaje się, że gdybyśmy potrafili przepuścić mocny prąd galwaniczny bezpośrednio przez tkanki nowotworowe, moglibyśmy zatrzymać ich rozrost” [30].



Ryc. 10. Projekt lampy rentgenowskiej Lewisa Jonesa (z lewej), stworzony w 6 miesięcy po odkryciu promieni X [8]. Dla porównania – wcześniejszy „niemiecki projekt” lampy (z prawej). Są to jeszcze lampy o kształcie gruszkowatym, które już w końcu 1896 roku zastępowano szklanymi lampami o kształcie sferycznym. Aluminiowe elektrody w tych lampach miały zaletę – nie rozpadały się przy nieprawidłowym przepływie prądu, oraz wadę – wymagały 2-10-krotnego czasu ekspozycji w porównaniu do lamp ogniskowych (patrz Ryc. 2), były łatwiej podatne na uszkodzenie i dawały mniej ostre obrazy [8]

1894

Horatio Bigelow (1844-1935) z Waszyngtonu wydał encyklopedyczne dzieło *An International System of Electro-Therapeutics*. Rozdział poświęcony rakowi zawierał prace autorstwa G. Bettona Massey’a, Johna Inglisa Parsonsa i Williama Wallinga (1836-1910) z Filadelfii [31].

Poglądy Massey’a i Parsonsa zostały opisane powyżej. Walling omówił leczenie raka odbytnicy, stwierdzając: “jeśli choroba jest zauważona i rozpoznana we wczesnym stadium, zanim okoliczne tkanki zostały znacznie naciezione, a rozrost wewnątrz odbytnicy nie jest zbyt rozległy, możemy wiele uczynić, aby przynieść ulgę, jeśli nie całkowicie wyleczyć

1895

H. Lewis Jones (1857-1915) został w 1881 roku mianowany kierownikiem Electrical Department w szpitalu St. Bartholomew’s w Londynie, był też pierwszym prezesem British Electrotherapeutic Society. W swojej monografii z 1895 r. [32] wyrażał się dość lekceważąco o możliwości leczenia raka elektrycznością: „Zaproponowano niszczenie guzów nowotworowych. Nie wydaje się, ażeby użycie prądu powodowało coś więcej, niż jedynie odpadanie zewnętrznych fragmentów nowotworu, ale bywa użyteczne, jeżeli już nic innego nie można uczynić, bo elektroliza przynajmniej osłabia ból. Przypadki wyleczenia raka spotyka się w literaturze, ale bliższa analiza tych doniesień zawsze ujawnia jakieś nieścisłości” [32]. Lewis Jones był też jednym z pierwszych, którzy modyfikowali kształt lampy rentgenowskiej (Ryc. 10).

Po Röntgenie

Oddziały radiologii zaczęły pojawiać się w wielu londyńskich szpitalach (Tabela II); najczęściej powstawały z oddziałów elektroterapii. Autorem jednego z podręczników elektroterapii był Dawson Turner (1857-1928) z Royal Infirmary w Edynburgu. W czwartym wydaniu (1904) [33] porównał wartość leczniczą elektryczności i promieni X. “Uważam, że prądy wysokiej częstotliwości odgrywają pewną rolę, jednak mniejszą od promieni X. Mają zastosowanie wtedy, kiedy choroba dotyczy jam ciała, jak szyjki macicy lub odbytnicy, do których trudniej dotrzeć promieniom rentgenowskim”. Turner publikował też w 1910 r. o leczeniu radem [34] i zaproponował użycie miligramy/godzinę jako jednostki dawkowania radu [35].

W roku 1910 w większości znaczących szpitali w Europie i Ameryce stosowano promienie X do diagnostyki, a często też do terapii. Najczęściej odbywało się to w obrębie oddziałów elektroterapii, nazywanych niekiedy oddziałami elektroterapii i radiologii. Z czasem te dwie specjalności uległy rozdzieleniu, a jeszcze później radiologię podzielono na diagnostyczną i leczniczą (radioterapię).

We wczesnym okresie rozwoju radiologii ten sam lekarz odpowiadał zarówno za diagnostykę promieniami X, jak i za leczenie, często używając tego samego aparatu. W okresie gazowych lamp rentgenowskich (przed wynalezieniem lamp Coolidge’a z gorącą katodą), osiągalna dawka głęboka była niewielka. Dlatego też koncentrowano się na leczeniu zmian skórnych lub leżących płytko pod skórą. Po wprowadzeniu brachyterapii radem leczenie powierzchniowe nadal dominowało, ale – w przeciwieństwie do promieni X – rozpoczęto leczenie dojamowe, przede wszystkim w leczeniu raka szyjki

Tab. II. Powstawanie oddziałów rentgenoterapii w niektórych szpitalach uniwersyteckich Londynu [36]

The London Hospital

Promienie X zostały wprowadzone w 1896 roku przez Williama S. Hedley'a (1841-1930), kierownika tamtejszego oddziału elektroterapii. Nowy oddział otwarto w 1903 r., a następcą Hedley'a został Edward R. Morton (1865-1944).

St. Bartholomew's Hospital

Oddział elektroterapii stworzył w 1882 r. William Steavenson, potem, od roku 1891 kierował nim H. Lewis Jones [36, 37]. Promienie X stosowano w leczeniu chorób skóry już w 1896 r.

St. Thomas Hospital

Prawdopodobnie pierwszy pokaz klinicznego zastosowania promieni X odbył się podczas wykładu Stanley'a Kenta na posiedzeniu Medical & Physical Society w tym szpitalu, 13 lutego 1896 r. W październiku tegoż roku otwarto dział rentgenoterapii, w piwnicy pod działem elektroterapii. Samodzielny oddział powstał w 1897 r., kierował nim Arthur Barry Blacker (zm. w 1902 r.).

Guy's Hospital

Dział leczenia promieniami X powstał jesienią 1897 r., kierował nim Edward Shenton (1872-1955), wówczas jeszcze student medycyny. Shenton otrzymał stanowisko nazwane "Surgical Radiographer" i pozostał na nim przez 20 lat.

The Middlesex Hospital

W 1896 roku zakupiono do tego szpitala cewkę i rurkę próżniową. W 1902 r. powstał osobny oddział elektryczny (Electrical Department) pod kierunkiem Cecila Lystera (1860-1920) [38].

Charing Cross Hospital

Pierwszym radiologiem w Charing Cross był Sir James MacKenzie Davidson (1865-1919), który osiadł w Londynie w 1897 r., po pobycie u Röntgena. Wcześniej był okulistą w Aberdeen, gdzie wynalazł metodę lokalizowania ciał obcych w oku. MacKenzie Davidson był konsultantem chirurgiem działu rentgenoterapii przez 20 lat, aż do swej śmierci.

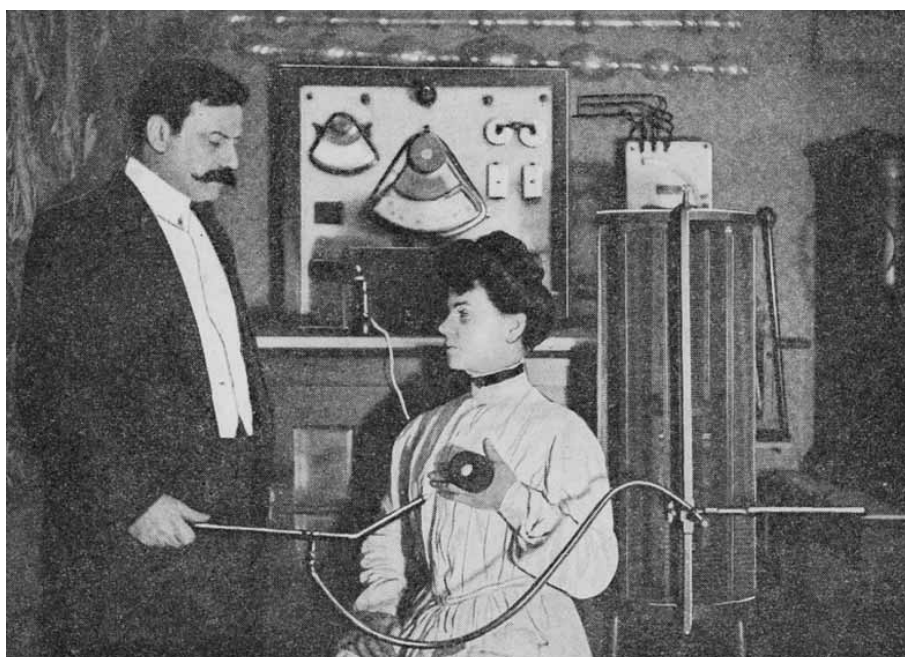
St. Mary's Hospital

Naświetlanie promieniami X zainicjowano już w 1896 roku, ale samodzielny oddział powstał dopiero w dziesięć lat później. Naświetlania wykonywał technik, odbywały się w szpitalnej piwnicy. W 1907 r. stworzono dwa osobne oddziały – jeden dla elektroterapii, a drugi – dla radiografii i leczenia promieniami X.

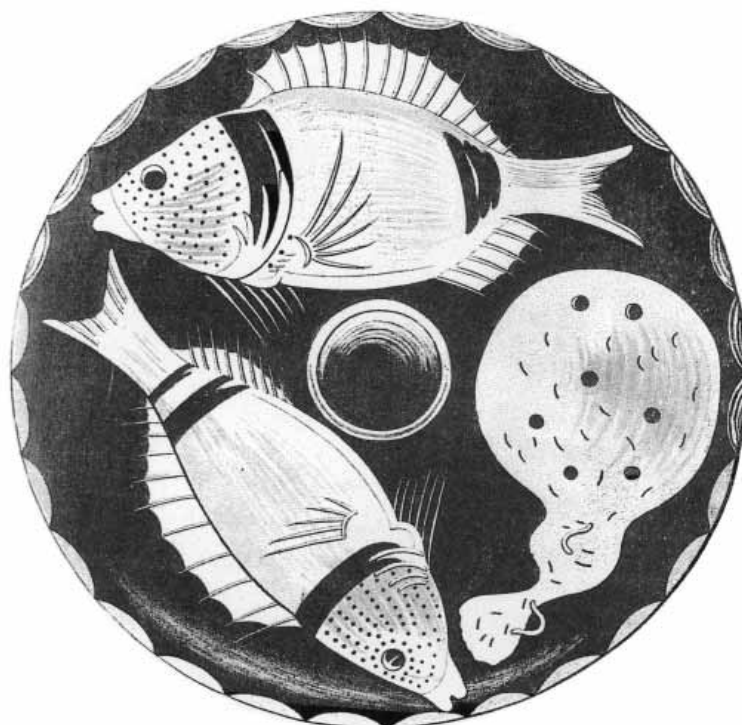
i trzonu macicy i odbytnicy. Brachyterapia śródtkankowa radem wprowadzona została później.

Prowadziło to do stopniowej eliminacji elektroterapii z leczenia raka. Przykładowo, w podręczniku Mihrana Kassabiana (1870-1910) z 1907 roku [19] jest tylko 13 linijek tekstu o zastosowaniu prądów wysokiej częstotliwości w tych przypadkach. Rycina 11 ukazuje Josepha

Alexandre Rivière z Paryża (1859-1946) stosującego elektroterapię w 1910 r. w leczeniu raka piersi metodą "cytolizy wysokiej częstotliwości" z użyciem aparatu d'Arsonval-Gaiffe. W swej książce opisuje on również zniszczenie nowotworu złośliwego przez wyładowania szcztokowe [39]. Prądy wysokiej częstotliwości pozostają



Ryc. 11. Leczenie raka piersi sposobem Rivière [39]



Ryc. 12. Ryba drętwa [41]

w użyciu w chirurgii również w XXI wieku – do przecinania tkanek i koagulowania krwawiących naczyń.

Powrót do źródeł

Rycina 12 przypomina inspirację dla elektroterapii: rybę drętwą. Rycina pochodzi z greckiej wazy, dekorowanej wizerunkiem *torpedo ocellata* [40, 41]. Naszą pracę kończymy cytatem z bibliografii nt. promieni X w latach 1896-97 autorstwa Charlesa Phillipa (1871-1945) [42]:

‘Doprawdy, z „elektrycznego jajka” wykluło się coś ważnego!’

Richard F. Mould MSc PhD
41 Ewhurst Avenue
South Croydon
Surrey CR2 0DH
United Kingdom

Piśmiennictwo

- Mould RF, Aronowitz JN. Rozwój wiedzy o elektryczności i elektroterapii ze szczególnym uwzględnieniem promieni X i leczenia raka. Część I. Od starożytnych Greków do Luigi Galvaniego. *Nowotwory J Oncol* 2006; 56: 653-62.
- Mould RF, Aronowitz JN. Rozwój wiedzy o elektryczności i elektroterapii ze szczególnym uwzględnieniem promieni X i leczenia raka. Część II. Od Alesandro Volty do Jamesa Clarka Maxwella. *Nowotwory J Oncol* 2007; 57: 53-63.
- Schall WE. *X-rays: their origin, dosage and practical application*. Wyd. 4. Bristol: John Wright & Sons; 1932.
- Schallenger HB. On a new kind of X-ray tube. *Elec World* 1896; 27: 377 i 484.
- Isenthal AW, Ward HS. *Practical radiography*. Wyd. 2. London: Dawbarn & Ward; 1898, s. 57.
- Gardiner JH. The origin, history and development of the X-ray tube. *J Röntgen Soc* 1909; 5: 66-80.
- Jackson H. Note on focus tube for X-rays. *Elect Rev (London)* 1896; 38:340.
- Ward HS. *Practical radiography*. London: Dawbarn & Ward for The Photogram; 1896.
- Ward HS. The new light and the new photography. Special issue. *The Photogram*. February 1896; [Tu również znajdowało się pierwsze angielskie tłumaczenie epokowej pracy Roentgena].
- Gray J. *Electrical influence machines*. London: Whitaker; 1890.
- Snow WB. *A manual of electro-static modes of application, therapeutics, radiography and radiotherapy*. Wyd. 2. New York: AL Chatterton; 1903.
- Tousey S. *Medical electricity and Röntgen rays*. Philadelphia: WB Saunders; 1910.
- Beard G. Neurasthenia or nervous exhaustion. *Boston Med Surg J* 1869; 80: 217-21.
- Beard GM. *Sexual neurasthenia (nervous exhaustion)*. Wyd. 5. New York: EB Treat; 1898.
- Beard GM. *American nervousness, its causes and consequences*. New York: GP Putman's Sons; 1881.
- Beard GM, Rockwell AD. *A practical treatise on the medical and surgical uses of electricity*. Wyd. 6. New York: W Wood; 1888. [Alphonso David Rockwell (1840-1933) był członkiem Komisji stanu Nowy Jork, która stworzyła krzesło elektryczne]
- Bartholow R. What is meant by nervous prostration? *Boston Med Surg J* 1884; 110: 53-6.
- Mitchell SW. *Fat and blood, and how to make them*. Philadelphia: JB Lippincott; 1877.
- Kassabian MK. *Electro-Therapeutics and Röntgen rays*. Philadelphia: Lippincott; 1907.
- Oudin P, Zimmern A. *Radiothérapie*. Paris : Baillière et fils ; 1913.
- Dahl PF. Electromagnetic phenomena unraveled. In: Dahl PF. *Flash of the cathode rays. A history of JJ Thomson's electron*. Bristol: Institute of Physics; 1997.
- Smee A. *Elements of electro-biology on the voltaic mechanism of man or Electro-pathology, especially of the nervous system and of electro-therapeutics*. London: Longman, Brown, Green & Longmans; 1849, p 128.

23. Channing WF. *Notes on the medical application of electricity*. 3rd edn. Boston: Whightman; 1852, 178-9.
24. Schuster. Communication to the French Academy on the use of electro-puncture. *Revue Méd* January 1843.
25. Crusell GS. *London Med Gazette* 1846, porównaj też Crusell GS. *Über den Galvanismus als chemisches Heilmittel gegen örtliche Krankheiten*. St. Petersburg: K Kray; 1841.
26. Massey GB. *Electricity in the diseases of women*. Wyd. 2. Philadelphia: FA Davis; 1890, p 211-3.
27. Massey GB. *Conservative gynaecology and electrotherapeutics: a practical treatise on the diseases of women and their treatment by electricity*. Wyd. 3. Philadelphia: FA Davis; 1902.
28. Inglis Parsons J. The arrest of growth in four cases of cancer by a powerful interrupted voltaic current. *Br Med J* 1889; 1: 936-9, porównaj też Inglis Parsons J. *The healing effect of rodent cancer by electricity*. London: Bale; 1893.
29. Steavenson WE. *Electrolysis in surgery*. London: J&A Churchill; 1890.
30. Higbee CG. Uses and abuses of electricity in gynaecology. *Trans Amer Inst Homeopathy* 1892; 45: 481-90.
31. Bigelow HR (ed). *An international system of electrotherapeutics*. Philadelphia: FA Davis; 1894, p G19-21 (Massey), G224-34 (Parsons), N20-8 (Walling), porównaj też Walling WH. *Electricity as a remedy in disease, both chronic and acute, with cases*. Philadelphia; 1890.
32. Jones HL. *Medical electricity, a practical handbook for students and practitioners*. London: HK Lewis; 1895.
33. Turner D. *A manual of practical medical electricity*. Wyd. 4. New York: W Wood; 1904.
34. Turner D. *Radium, its physics and therapeutics*. London: Baillière Tindall; 1910.
35. Turner D. Remarks on the effects and use of radium. Report of a paper read at the 1 December 1909 meeting of the Edinburgh Medico-Chirurgical Society. *Lancet* 1909; 2: 1873.
36. Burrows EH. *Pioneers and early years: a history of British radiology*. Alderney: Colophon; 1986.
37. Jones HL. The Electrical Department, St. Bartholomew's Hospital. *Arch Roentgen Ray* 1905-06; 10: 108-11.
38. Lyster CRC. The treatment of disease by different forms of ray. *Arch Middlesex Hosp* 1901; 1: 87-100.
39. Rivière JA. *Esquisses cliniques de physiothérapie. Traitement rationnel des maladies chroniques*. Paris: Bouchy; 1910.
40. Kellaway P. The part played by electric fish in the early history of bioelectricity and electrotherapy. William Osler Medal essay. *Bull Hist Med* 1946; 20: 112-37.
41. Blumenbach JF. *Abbildungen naturhistorischen Gegenstand*. Göttingen; 1810.
42. Phillips CES. *Bibliography of X-ray literature and research 1896-1897*. The Electrician Printing & Publishing Co: London; 1897.
43. Eisenberg RL. Predecessors of Roentgen. W: Eisenberg RL. *Radiology an illustrated history*. St. Louis: Mosby Year Book Inc; 1992, p 3-21.
44. Chaffee EL, Light RU. Part I. The history of electrical excitation. W: Chaffee EL, Light RU. A method for the remote control of electrical stimulation of the nervous system. *Yale J Biol Med* 1934; 7: 83-89.
45. Thompson S. *Elementary lessons in electricity and magnetism*. Wyd. 3. London: Macmillan; 1918, (1st edn 1881). (Sylvanus Thompson, określający się jako "Magnetyzer" napisał też *Gilbert, of Colchester*. London: Chiswick Press; 1891).

Podziękowania (dotyczą części 1-3 tej pracy)

Szczególnie pomocne w opracowaniu wieku XVII i XVIII były: rozdziały autorstwa Ronalda Eisenberga [43] i Per Dahla [21], artykuł Leona Chaffee i Richarda Lighta [44] oraz przedmowa do bibliografii promieni X Charlesa Phillipa (1871-1945). Również podręcznik z 1918 r. Sylvanusa Thompsona [45] zawierał szereg istotnych informacji historycznych. Korzystaliśmy również z monografii Richarda F. Moulda *A History of X-Rays & Radioactivity in Medicine* (Bristol: Institute of Physics; 1993) i artykułu tegoż autora: The early history of X-ray diagnosis with emphasis on the contribution of physics 1895-1915. *Phys Med Biol* 1995; 40: 1741-88.

Na szczególną wdzięczność zasługuje Francis Duck z University of Bath, za pomoc w poszukiwaniu źródeł do historii elektroterapii oraz za przekazanie nam niepublikowanego tekstu swojego wystąpienia w Royal Institution w październiku 1997 r.: *The 19th Century Origins of Physiological Measurement & Medical Imaging*. Dziękujemy też wielu bibliotekarzom Europy i Stanów Zjednoczonych za ich cenną pomoc.

Otrzymano: 18 kwietnia 2006 r.

Przyjęto do druku: 15 czerwca 2006 r.

Redakcja Nowotworów dziękuje prof. Jerzemu Tolwińskiemu i dr Wojciechowi Bulskiemu za cenną pomoc przy tłumaczeniu terminów w zakresie fizyki