

Historia medycyny

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

Część I

Od starożytnych Greków do Luigi Galvaniego

Richard F. Mould¹, Jesse N. Aronowitz²

Jest to chronologiczny przegląd najważniejszych etapów rozwoju wiedzy o elektryczności, ze szczególnym uwzględnieniem jej zastosowania w medycynie. Nasza opowieść rozpoczyna się od okresu starożytnej Grecji, a kończy na zastosowaniu elektryczności w leczeniu raka na początku XX wieku. Ułożona jest chronologicznie wg dat urodzin badaczy: William Gilbert (1540-1603) rozpoczął erę badań naukowych, jego następcami byli m.in.: Otto von Guericke (1602-1686), Abbé Nollet (1700-1770), Luigi Galvani (1737-1798), Alessandro Volta (1745-1827), Michael Faraday (1791-1867) i Nikola Tesla (1856-1943). Pomimo że elektroterapia była rzadko stosowana w leczeniu nowotworów, jej rola jest bardzo istotna, ponieważ doświadczenia zgromadzone podczas jej stosowania uitorowały drogę szybkiemu rozwojowi diagnostycznej i leczniczej radiologii. W ciągu pierwszego roku po odkryciu Rentgena, opublikowano ponad tysiąc książek, artykułów i innych materiałów na temat zastosowania promieni X [1].*

Słowa kluczowe: elektroterapia, elektryczność, promienie X, rak

Wprowadzenie, ze szczególnym uwzględnieniem promieni X

Praca ta, publikowana w trzech częściach, omawia rozwój badań naukowych nad elektrycznością. Obejmuje okres od starożytnych Greków do końca XIX wieku, a więc zamyka się w cztery lata po odkryciu promieni X. Wczesne publikacje na temat radiologii potwierdzają ważną rolę, jaką odegrała w jej rozwoju wiedza o elektryczności; wiele pionierskich artykułów o promieniach X drukowano w pismach poświęconych w zasadzie wyłącznie elektryczności i elektroterapii. Ówczesne czasopisma publikujące na temat promieni X miały w swych tytułach zawarte słowa: „elektryczność” (*electricity*), „elektrologia” (*electrology*) lub „elektroterapia” (*electrotherapy*).

Były wśród nich: *American Electro-Therapeutic and X-ray Era* (Ryc. 1 [2]), *Archives d'Électricité Médicale: électrologie, curiethérapie et physiothérapie du cancer*, a w Zjednoczonym Królestwie [3]: *Archives of Radiology and Electrotherapy*, włączone później do *British Journal of Radiology*. Jedyna bibliografia piśmiennictwa o promieniach X za lata 1896-97 została opublikowana w piśmie *The Electrician* (London) [4].

Wczesne monografie na temat diagnostyki i terapii z użyciem promieni X nierzadko zawierały pojęcia: „medyczne zastosowanie elektryczności” (*medical electricity*) lub „leczenie elektrycznością” (*electrotherapeutics*) w swych tytułach [5, 6]. Pionierzy radiologii, chociażby Margaret Cleaves (1848-1917) [7], byli pracownikami takich instytucji, jak American Electro-Therapeutic Association albo Société Française d'Électrothérapie.

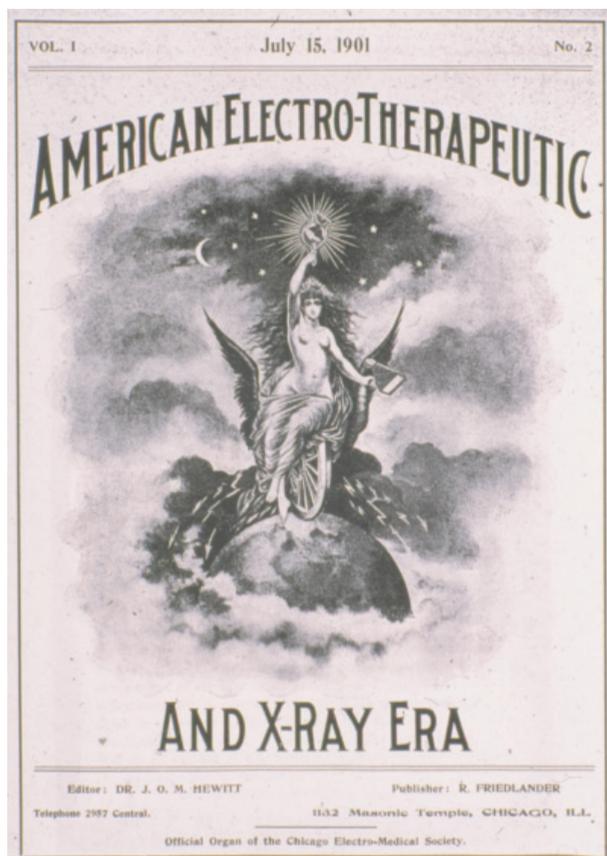
Większość śródtytułów w niniejszym artykule odnosi się do osób badaczy – twórców ważnych etapów rozwoju wiedzy na temat elektryczności i elektroterapii.

Wybrane ilustracje, gdzie tylko było to możliwe, przedstawiają wczesne projekty urządzeń (takich, jak pompy próżniowe lub maszyny elektrostatyczne), które stały się podstawą do produkcji aparatów rentgenowskich. Dołączono też niektóre rzadkie ryciny ukazujące zastosowanie elektroterapii w leczeniu raka. Taki sposób leczenia był stosunkowo rzadki; niezwykle trudno jest dotrzeć do materiałów ilustrujących ten temat.

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

² Department of Radiation Oncology
University of Massachusetts Medical School
Levine Cancer Center
Worcester MA
USA

* Jest to pierwszy z trzech kolejnych artykułów; drugi – opisujący okres od Alessandro Volty do Jamesa Clerka Maxwella – zostanie opublikowany w zeszycie 1/2007 *Nowotworów*, a trzeci – omawiający okres od Sir Williama Crookes'a do XX-wiecznych elektroterapeutów wydrukujemy w zeszycie 2/2007.



Ryc. 1. Okładka czasopisma *American Electro-Therapeutic and X-ray Era* z 1901 roku, które było określane jako oficjalny organ Chicago Electro-Medical Society. Czasopismo to zostało przemianowane na *Archives of Electrology and Radiology* w roku 1905, a później połączone z *American X-ray Journal*, aby stać się *American Journal of Progressive Therapeutics* [2]

Elektryczność i magnetyzm w czasach starożytnych

Elektryczność

Już w starożytności zauważono, że pocierany bursztyn nabiera własności przyciągania przedmiotów o niewielkiej masie, takich jak włosy, słomki lub piórka. Tales z Miletu (ok. 634-546 p.n.e.), uważany za ojca greckiej filozofii i matematyki, tłumaczył to zjawisko posiadaniem przez bursztyn swoistej „duszy”. Teofrast (ok. 372-287 p.n.e.) i Venerable Bede (673-735 n.e.) obserwowali podobne właściwości w przypadku *lynthuricum* (prawdopodobnie turmalinu) i gagatu (sprasowanego węgla) [8].

Już w 400 roku przed Chrystusem stosowano rybę drętwe (*torpedo fish*) do leczenia wielu przypadłości, m.in. dny, zapalenia stawów, migreny i żyłaków odbytu. Leczenie polegało na przykładaniu żywej ryby do odpowiednich części ciała, aby wywołać tam wstrząsy elektryczne. Napięcie tak uzyskiwane miało ok. 100-150 woltów i mogło dawać przejściowy efekt przeciwbólowy. Platon (428-348 p.n.e.) w jednym ze swych dialogów mówi Sokratesowi (ok. 469-399 p.n.e.) „zdajesz się być zarówno w swej istocie, jak i w przewodze nad innymi, jak drętwa, która paraliżuje tych, którzy znajdują się w jej pobliżu – teraz ty mnie wprawiłeś w odrętwienie, jak

sądę, bo moja dusza i mój język są sparaliżowane i nie wiem, jak ci odpowiedzieć”. Arystoteles (384-322 p.n.e.) twierdził, że drętwa odurza swoją ofiarę.

Rybę drętwe badał w ponad 2000 lat później, w 1903 roku, inżynier elektryk i jeden z pionierów zastosowania radu – William J. Hammer (1858-1934) i opisał to w swej książce *Radium and Other Radio-active Substances* [9]. Przedstawił doświadczenie wykonane w Aquarium w Neapolu: sześć pojemniczków z radem umieszczono na grzbietach ryb na 20 minut, żeby stwierdzić, czy rad może powodować paraliż. Obserwowano porażenie przez ok. 15 minut, ale nie wyjaśniono jego przyczyny.

Magnetyzm

W starożytnej Grecji magnetyzm mylono z elektrycznością statyczną, a magnetyt, który jest magnetycznym tlenkiem żelaza Fe_3O_4 , znany był nie tylko Talesowi, ale i znacznie wcześniej w Chinach. Magnetyt jest znajdowany w wielu miejscach w Chinach, przede wszystkim w T'szchou, znanym kiedyś jako Miasto Magnes. Według Munro [10] Pere du Halda w swojej *Description de la Chine* opisuje, że już w 2635 roku przed Chrystusem cesarz Hoang-ti, zabłądziwszy we mgle, skonstrował rydwan, który wskazywał strony świata. Wiadomo też, że „magnetyczny powóz” poprzedzał cesarzy Chin podczas ceremonii państwowych w IV wieku. W powozie znajdował się magnes zawieszony w wodzie lub na osi – był to pierwszy kompas. Towarzyszący sługa wskazywał, w którym kierunku znajduje się Południe. Nazwa „magnes” wywodzi się od miasta Magnesja w Azji Mniejszej lub od mitycznego pasterza który, jak głoszą, odkrył magnetyt dzięki zjawisku przyciągania jego pasterskiego, zrobionego z żelaza kija.

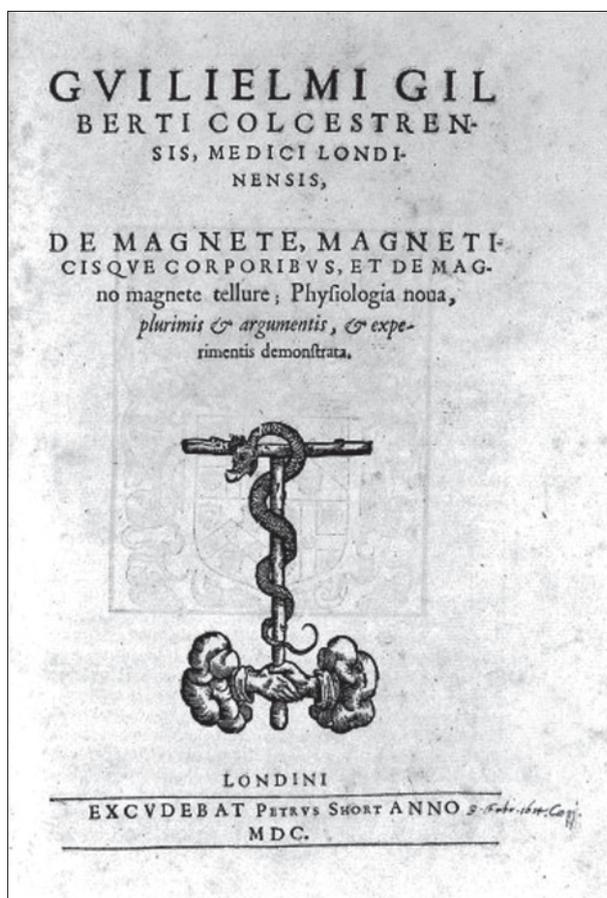
William Gilbert 1540-1603

William Gilbert (Ryc. 2), lekarz królowej Elżbiety I, a zarazem prezes Royal College of Physicians, prowadził badania nad wytwarzaniem elektryzowania przez tarcie. Nazwał to zjawisko: *electrics* wedle greckiej nazwy bursztynu: *elektron* (ηλεκτρον), ale zaobserwował też, że nie ogranicza się on tylko do bursztynu, ale dotyczy też innych ciał, jak siarka, wosk, cenne kamienie. Opublikował te obserwacje w 1600 roku w swym słynnym dziele *De Magnete* (Ryc. 3). W pół wieku później filozof Sir Thomas Browne (1605-1682) w książce *Pseudodoxia Epidemica* (wydanej w Londynie w 1646 r.) wprowadził pojęcie elektryczności (*electricity*) [8].

Wiedza przekazywana od czasów Hipokratesa (ok. 460-377 przed Chrystusem) i greckiego lekarza Galena (ok. 130-200 n.e.) była zdominowana przez teorię humoralną, zakładającą istnienie czterech płynów („humorów”) ciała: krwi, flegmy, żółci i czarnej żółci. Nowotwory przypisywano nadmiarowi czarnej żółci. W obrębie tej teorii William Gilbert sugerował, że fenomen elektryczności powodowany jest przez jakiś rodzaj płynu („humoru”), który nazwał: *effluvia*.



Ryc. 2. Chociaż William Gilbert studiował elektryczność, głównym przedmiotem jego prac był magnetyzm. Ten obraz namalowany na początku XX wieku przez Ernesta Boarda przedstawia Gilberta demonstrującego magnez królowej Elżbiecie I w 1598 roku (publikujemy dzięki uprzejmości The Wellcome Library, London). Gilbert wynalazł przenośne urządzenie nazywane *versorium*, które wyglądało jak kompas, ale nie wykorzystywało igły magnetycznej. Wskazówka utrzymywała się i obracała w odpowiedzi na przyciąganie magnetyczne, nawet przy sile mniejszej, niż ta potrzebna do uniesienia bardzo lekkiego ciała. Dziewiętnastowieczną modyfikacją *versorium* jest elektroskop, taki jak ten wykorzystywany przez Piotra i Marię Curie do wykrywania jonizacji w powietrzu przez promieniotwórcze substancje polon i rad



Ryc. 3. Strona tytułowa *De Magnete* Williama Gilberta, opublikowanej w 1600 roku (London: P. Short). Ta książka położyła podwaliny zarówno pod magnetyzm, jak i pod elektryczność (publikujemy dzięki uprzejmości The Wellcome Trust, London)

Otto von Guericke 1602-1686

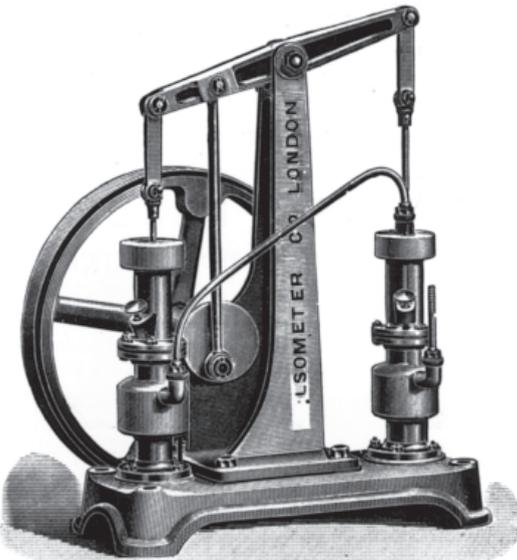
W 1646 roku Otto von Guericke, burmistrz Magdeburga, wynalazł pierwszą pompę powietrzną do wytwarzania próżni; przy jej pomocy zamierzał prowadzić badania astronomiczne. Był wyznawcą teorii Mikołaja Kopernika (1473-1543); argumentował, że Ziemia, księżyc i inne ciała niebieskie, które można zobaczyć w teleskopie Galileusza (1564-1642) muszą poruszać się w próżni – inaczej stały opór powietrza musiałyby doprowadzić do ich zatrzymania.

W późniejszym okresie udoskonalił swoją pompę, stosując pionowy cylinder, w którym tłok poruszał się w górę i w dół za pomocą dźwigni i zastępując zawór odcinający automatyczną zastawką skórzaną. Pierwszy podręcznik na temat promieni X (1896) zawiera ogłoszenie przedstawiające pompę powietrzną o nazwie „Geryk” – należy przypuszczać, że pochodzącej on nazwiska von Guericke (Ryc. 4) [11].

Von Guericke wynalazł też pierwszy generator elektryczny, zawierający uformowaną kulę siarki. Pocieranie odpowiedniej rękojeści przez obracającą się kulę wytwarzało potencjał elektryczny. Pocierana kula przyciągała lekkie przedmioty, jak papier, cząsteczki złota, płatki srebra. Ta właściwość mogła być przekazywana na odległość ok. 90 cm poprzez lnianą nić. Był to pierwszy przypadek przekazywania impulsu elektrycznego przez przewodnik.

Odkrywcą naiwnie wyobrażał sobie, że Ziemia jest właśnie taką „wielką maszyną elektryczną, obracaną ręką

The "GERYK"
PATENT VACUUM PUMP



FOR EXHAUSTING
INCANDESCENT LAMPS
RÖNTGEN TUBES
Infinitely quicker in action than any mercury pump.
Write for detailed list post free.
PULSOMETER ENGINEERING CO., LTD.,
Nine Elms Iron Works, London, S.W.

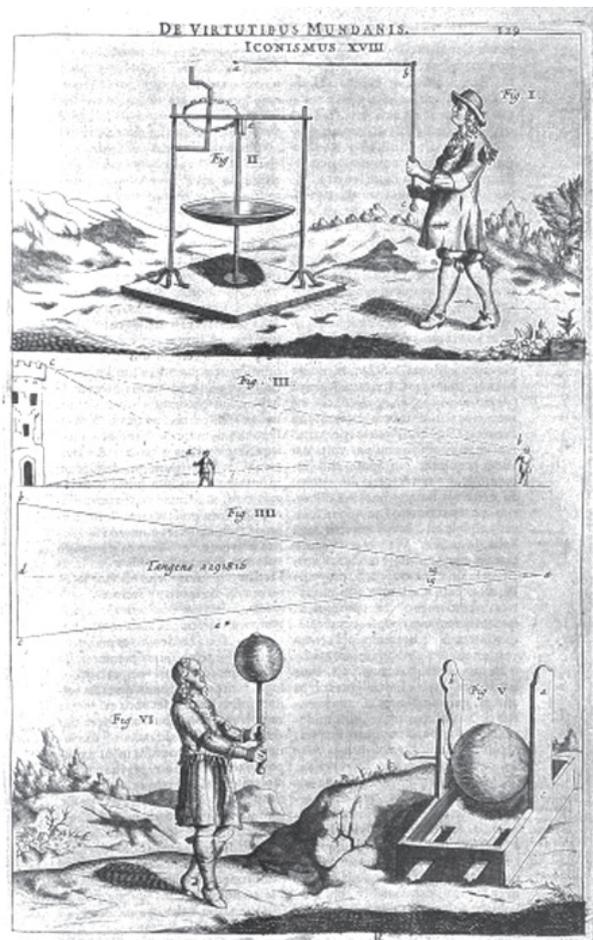
Ryc. 4. Ogłoszenie z 1896 roku [10]

Najwyższego i stymulowaną promieniami słonecznymi” [12] (Ryc. 5).

Jean Picard 1620-1682 i Jakob Bernouilli 1654-1705

Jean Picard, francuski ksiądz i astronom, opisał w 1678 roku po raz pierwszy jarzenie w komorze próżniowej. Jarzenie pojawiło się w próżni barometru Torricellego (Evangelista Torricelli, 1608-1647, niezależnie od von Guericke, uzyskał stale utrzymywaną próżnię) podczas obserwacji dokonywanej w ciemnej pracowni. Picard odkrył, że jarzenie wytwarzane było przez wstrząsanie rtęci.

Niemiecki matematyk Jakob Bernouilli natknął się na notatki Picarda w 1698 roku i przeprowadził własne doświadczenia, pobudzając rtęć w próżni i bez niej. Uzyskał wyraźne światło, które nazwał „fosforyzowaniem rtęci” i uważał, że odkrył mechanizm, który zastąpi świece [12].



Ryc. 5. Maszyna elektryczna Otto von Guericke’go wyposażona w kulę siarki (ryciny V i VI) i inne eksperymenty elektryczne. Tytułowy opis to „Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio”. Ilustracje te zostały opublikowane w Amsterdamie w 1672 roku przez J. Jansson-Waesberge (publikujemy dzięki uprzejmości The Wellcome Trust, London)

Robert Boyle 1627-1691 i Sir Isaac Newton 1643-1727

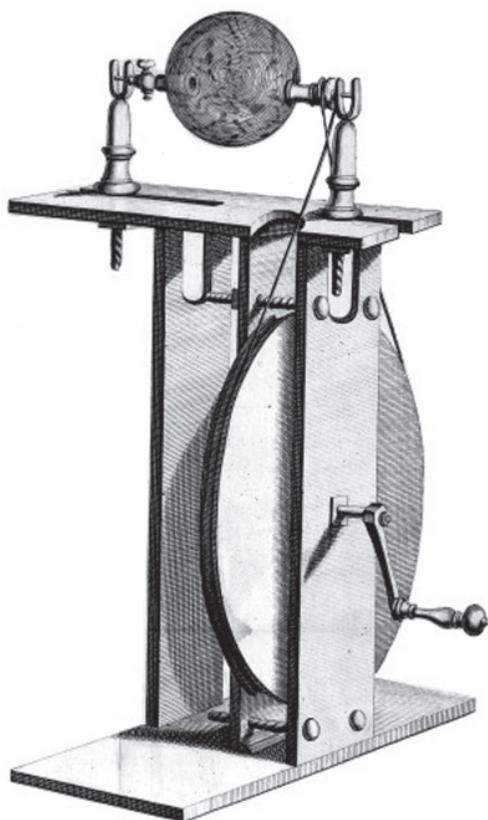
Robert Boyle i Sir Isaac Newton udoskonaliли pompę von Guericke’go i sami zainicjowali szereg eksperymentów. Przykładowo, Boyle badał zachowanie się gazów zamkniętych w szklanych rurkach i w 1676 roku zaobserwował m.in., że elektrostatyczny efekt pocierania bursztynu i zjawisko magnetyzmu obecne są również w warunkach próżni. Newton w 1675 roku zbudował maszynę elektryczną z obracającą się kulą szklaną oraz stwierdził, że można naładować elektrycznie jedną stronę szklanego talerza przez pocieranie przeciwległej kawałkiem sukna [12].

Francis Hauksbee 1660-1713

Francis Hauksbee, uczeń Roberta Boyle, był kierownikiem badań, a zarazem wytwórcą instrumentów naukowych w Royal Society of London. Podał mechanizm obserwacji Bernouilli’ego, że elektryczność wytwarzana przez pocieranie rtęci o szkło powoduje jarzenie rtęci. Zbudował maszyny do szybkiego obracania pojemników

próżniowych o średnicy 15 lub 20 cm i odkrył, że przez pocieranie ich powierzchni suchą ręką uzyskuje purpurowe jarzenie (Ryc. 6).

Hauksbee zaobserwował też, że nie wzbudzona zawartość rurki próżniowej znajdująca się obok wzbudzonej, świeci samoistnie. Gdy do wzbudzonych rurek zbliży się końce palców, powstaje przepływ ładunków. Odkrył zjawisko „indukcji elektrostatycznej”, ale nie nazwał go, ani nie wyjaśnił.



Ryc. 6. Maszyna elektrostatyczna Francisa Hauksbee'ego, 1709, u góry widać „elektryczne jajko”
(publikujemy dzięki uprzejmości The Wellcome Trust, London)

Uzyskał również błyski większe, od wszystkich kiedykolwiek wcześniej otrzymywanych w laboratorium. Pisał: „Obserwowałem światło wyzwalone z pobudzonego szkła na podobieństwo błyskawicy, a jeżeli zbliżałem dłoń do pocieranego szkła, uderzał w nią promień świetlny z charakterystycznym cichym trzaskiem” [12].

Stephen Gray 1666-1736

Stephen Gray, rezydent Charterhouse w Londynie (nieopodal St. Bartholomew's Hospital) opisywał eksperymenty z wywoływaniem iskrzenia przez Hauksbee jako „wywoływanie światła z trzaskiem”, które można osiągnąć przez pocieranie różnych ciał (włosów, jedwabiu, lnu, skóry) o siebie. Gray jako pierwszy odkrył, że elektryczność to prąd, który może płynąć przewodnikami,

a zarazem pozostać jako ładunek na powierzchni szkła lub siarki. Wykazał też, że przewodniki powinny być izolowane i że izolatory nie są przewodnikami [12]. Gray przekazał też ładunek elektryczny poprzez nie izolowaną jedwabiem na odległość wieluset metrów, zapowiadając w ten sposób przyszłe odkrycie telegrafu [10].

Gray donosił Royal Society, że „elektryczna własność szklanej rurki może być przekazana każdemu innemu ciału, by dać tą samą własność przyciągania i odpychania ciał o niewielkim ciężarze, tak jak to czyni rurka wzbudzona przez pocieranie”.

Charles du Fay 1678-1739

Charles François de Cisternay du Fay był dyrektorem królewskich ogrodów w Paryżu, a zarazem chemikiem w Académie des Sciences. Zaobserwował, że pocieranie papieru – wełną i szkła – jedwabiem wytwarza dwa odmienne rodzaje elektryczności [12]. Jeden z tych rodzajów nazwał szklistym (*vitreous*), a drugi – żywicznym (*resinous*) [8].

Pieter van Musschenbroeck 1692-1761 i Georg von Kleist 1700-1748

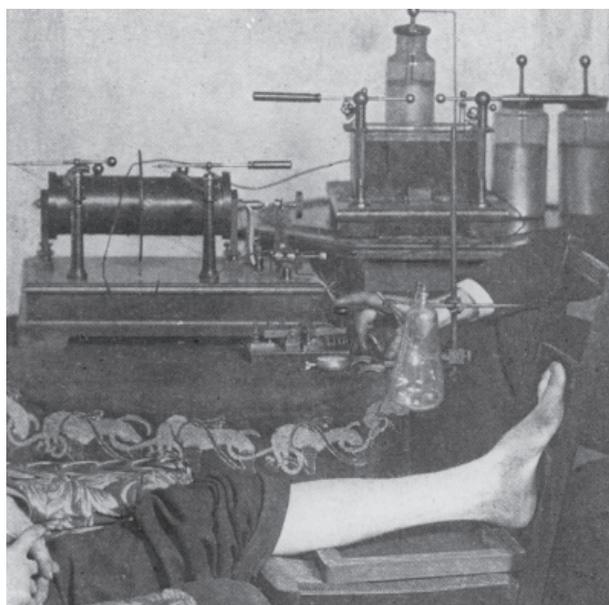
Pieter van Musschenbroeck pochodził z rodziny konstruktorów aparatury naukowej (pomp próżniowych, mikroskopów i teleskopów). Studiował na uniwersytecie w Leyden, uzyskując dyplom w zakresie medycyny i doktorat z filozofii i filozofii naturalnej (fizyki). Był później profesorem uniwersytetów w Duisburgu, Utrechcie i w końcu – w Leyden (1740-1761). Spotkał się z Newtonem w 1717 roku i propagował jego naukę w Niderlandach.

W 1746 roku Pieter van Musschenbroeck i jego uczeń Andreas Cunaeus (1712-1788) niespodziewanie odkryli pojemność naelektryzowanej butli z wodą, za sprawą nagłego porażenia, które towarzyszyło wyładowaniu. Cunaeus jako pierwszy był świadkiem tego zjawiska, kiedy usunął żelazny pręt połączony z maszyną elektrostatyczną z butli zawierającej wodę.

Musschenbroeck powtórzył eksperyment Cunaeusa i otrzymał wstrząs tak silny, że sam stracił na chwilę przytomność. Skutki wstrząsu minęły, ale uraz psychiczny pozostał. Pisząc wkrótce potem do René-Antoine Réaumera (1683-1757), stwierdził, że „nie chciałby otrzymać podobnego wstrząsu nawet za królestwo Francji” [10, 14, 15].

Ewald Georg von Kleist, dziekan katedry w Cammin (Kamieniu) na Pomorzu, wynalazł butelkę lejdejską (*Leyden jar*) niezależnie w 1745 roku. Mimo iż jego odkrycie było wcześniejsze, niż van Musschenbroeck (listopad 1745 wobec stycznia 1746), eponim związany został z miastem drugiego z nich.

Butelki lejdejskie mogą tworzyć „baterie”, połączone albo szeregowo, albo równolegle. Pierwsze czasopismo radiologiczne: *Archives of Clinical Skiagraphy* (poprzednik *British Journal of Radiology*) publikuje w inauguracyjnym numerze (w maju 1896 roku) ilustrację, ukazującą grusz-



Ryc. 7. U góry po prawej stronie można zobaczyć butelki lejdejskie; jest to ilustracja z maja 1896 roku z *Archives of Clinical Skiagraphy*. Podpis głosi „Fotografia urządzenia oraz metoda zastosowana w celu uzyskania skiagramu. W tym przypadku nogi”

kowatą rurkę, cewkę indukcyjną i trzy butelki lejdejskie (Ryc. 7).

Jean Antoine (Abbé) Nollet 1700-1770

Spektakularne efekty, które mogły być wytwarzane za pomocą urządzeń do zbierania elektryczności Kleista-Leydena, Abbé Nollet zademonstrował królowi Francji. Uśmiercił przy tym wiele małych ptaków i zwierząt, stosując wstrząs elektryczny, oraz rozładował pojemnik poprzez 160-metrowy łańcuch utworzony przez trzymających się za ręce zakonników (kartuzów), którzy zaczęli wówczas podskakiwać.

Hauksbee umieszczał źródło elektryczne wysokiego napięcia wewnątrz opróżnionego szklanego pojemnika, natomiast Nollet umieszczał je na zewnątrz i doprowadzał wysokie napięcie do pojemnika poprzez żelazny przewód wtopiony w jego ścianę (ze względu na kształt nazywano to „elektrycznym jajkiem”, Ryc. 8). Urządzenie przypominało późniejszy generator promieni X (rurkę próżniową połączoną z zewnętrznym źródłem prądu wysokiego napięcia), ale próżnia była jeszcze niewystarczająca, a klisze fotograficzne lub fluoryzujące ekrany nie były jeszcze znane [2, 12].

Charles Phillips w 1897 roku zwrócił uwagę [2], że „w jednej z książek Nolleta, zatytułowanej *Recherches sur les causes particulières des Phenomenes Electrique*, znajduje się ilustracja ukazująca zabieg elektrycznego wzbudzenia rozładowanego zestawu szklanych naczyń, możemy też na niej zobaczyć niektóre z efektów, dobrze znanych współczesnym fizykom”.



Ryc. 8. Abbé Nollet, profesor fizyki na Uniwersytecie w Paryżu, zainstalował ten elektrostacyjny generator w Hôtel des Invalides w 1746 roku (prawdopodobnie był to pierwszy szpitalny oddział elektroterapii). Ta grafika, frontispis *Essai sur l'électricité des corps* Nolleta (1746) przedstawia doświadczenie fizjologicznych następstw elektryczności, który powtarza eksperyment Gray'a u chłopca. U góry po lewej stronie na trzeciej półce na ścianie gabinetu można dostrzec jedno z „elektrycznych jajek” Nolleta (publikujemy dzięki uprzejmości The Wellcome Trust, London)

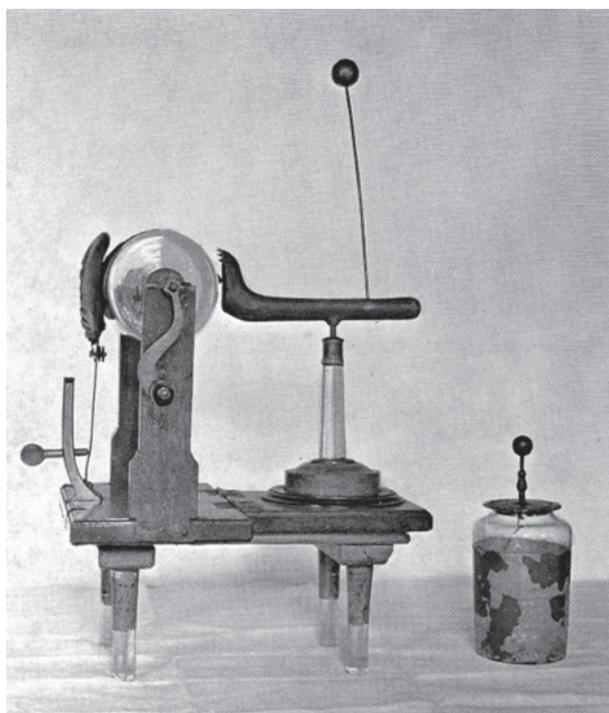
John Wesley 1703-1791

Wielebny John Wesley, zatroskany, że opieka medyczna i leki są niedostępne dla osób ubogich [16], proponował elektryczność jako „najszlachetniejszy lek znany na świecie”, środek, który pozwoli uniknąć wydatków zarówno na lekarza, jak i na aptekarza [17].

Wesley przeprowadzał też własne eksperymenty z elektrycznością i wynalazł maszynę przeznaczoną do leczenia rozmaitych schorzeń, w tym – melancholii (Ryc. 9). Tworzył ośrodki leczenia „tym niezrównanym sposobem” stosowanym jako podstawowa metoda postępowania.

Benjamin Franklin 1706-1790

Obserwacje poczynione przez du Fay'a umożliwiły Franklinowi sformułowanie jego teorii jednego nośnika o dodatnich i ujemnych ładunkach elektrycznych.



Ryc. 9. Maszyna elektryczna Johna Wesley'a (publikujemy dzięki uprzejmości The Wellcome Trust, London)

Podstawowe osiągnięcia Franklina to eksperymenty i teorie odnoszące się do elektrycznych wyładowań atmosferycznych podczas burz, a przede wszystkim – stwierdzenie, że błyskawice są wyładowaniami elektrycznymi, oraz wynalezienie piorunochronu. On też stwierdził, że piorunochrony zakończone ostro przewodzą elektryczność lepiej, niż kuliste [18].

Przedstawił swój słynny eksperyment z latawcem i kluczem (Ryc. 10) w liście do Petera Collinsona, członka Royal Society, datowanym na 19 października 1752 roku. Oryginalny tekst [19, 20] publikujemy poniżej, zachowując ówczesny układ wierszy; w XVIII wieku wiele doniesień naukowych publikowano w formie listów.

„As frequent mention is made in the news papers from *Europe* of the success of the *Philadelphia* experiment for drawing the electric fire from clouds by means of pointed rods of iron erected on high buildings, &c. it may be agreeable to inform the curious that the same experiment has succeeded in *Philadelphia* though made in a different and more easy manner, which is as follows:

Make a small cross of two light strips of cedar, the arms so long as to reach to the four corners of a large thin silk handkerchief when extended; tie the corners of the handkerchief to the extremities of the cross, so you have the body of a kite; which being properly accommodated with a tail, loop, and string, will rise in the air, like those made of paper; but this being made of silk is fitter to bear the wind and wet of a thunder gust without tearing. To the top of the upright stick of the cross is to be fixed to a very sharp pointed wire, rising to a foot or more above the wood. To the end of the twine, next the hand, is to be ty'd a silk ribbon, and where the silk and

twine join, a key may be fastened. This kite is to be raised when a thunder gust appears to be coming on, and the person who holds the string must stand within a door or window, or under some cover, so that the silk ribbon may not be wet; and care must be taken that the twine does not touch the frame of the door or window. As soon as any of the thunder clouds come over the kite, the pointed wire will draw the electric fire from them, and the kite, with all the twine will be electrified, and the loose filaments of the twine will stand out every way, and be attracted by an approaching finger. And when the rain has wet the kite and twine, so that it can conduct the electric fire freely, you will find it stream out plentifully from the key on the approach of your knuckles. At this key the phial may be charged; and from the electric fire thus obtained, spirits may be kindled, and all the other electric experiments performed, which are usually done by the help of a rubbed glass globe or tube; and thereby the sameness of the electric mater with that of lightning completely demonstrated.”

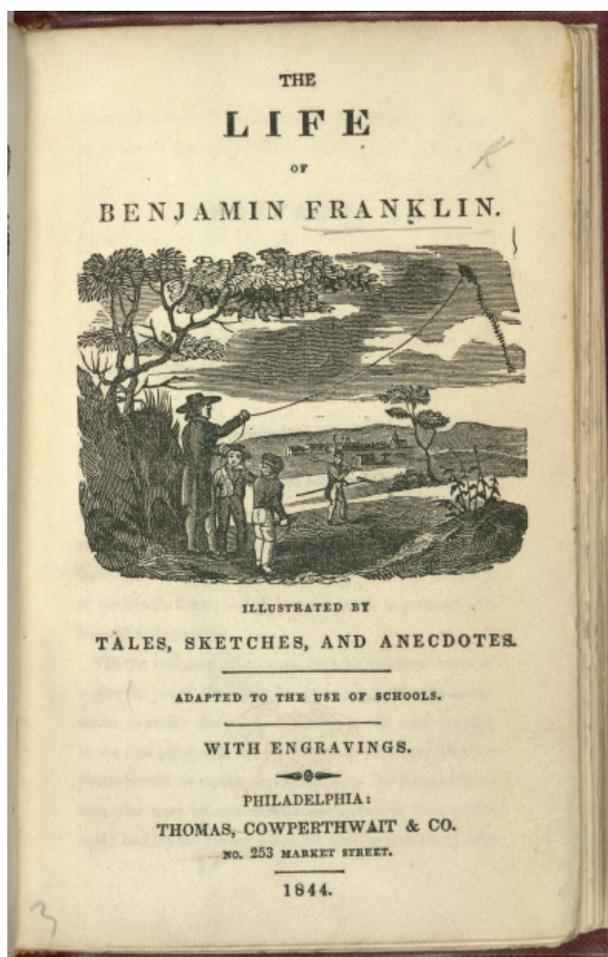
Comroe [20] w swojej książce o odkryciach medycznych *Retrospectroscope* przytacza jednostronicowy list Franklina jako przykład, jak zwięźle przedstawiano niekiedy bardzo ważne odkrycia lub koncepcje. Inne przykłady takiej zwięźłości to opisanie odkrycia radu w 1898 roku przez Piotra i Marię Curie wespół z Gustavem Bémontem [21] (tylko dwie i pół strony w czasopiśmie) oraz doniesienie Frédérique i Irène Joliot-Curie z 1934 roku o odkryciu zjawiska sztucznej radioaktywności [22].

Sława Franklina jako badacza elektryczności statycznej doprowadziła do używania jego nazwiska dla określenia statycznej elektroterapii (*franklinism*), ale on sam był rozczarowany swoimi próbami leczenia chorób. Pisał: „Kiedy gazety doniosły o wyleczeniach dokonanych we Włoszech czy Niemczech przy użyciu elektryczności, skierowano do mnie z Pensylwanii i sąsiednich stanów szereg osób z porażeniami, aby zastosować u nich prąd elektryczny, co uczyniłem na ich żądanie.

Nie przypominam sobie, żebym zauważył jakąkolwiek poprawę po pierwszym dniu leczenia... Nie znam też żadnego przypadku trwałej poprawy po zastosowaniu elektryczności u osób z porażeniami. Nie potrafię też ocenić, na ile okresowa poprawa mogła być wynikiem wysiłku fizycznego związanego z codziennym podróżowaniem pacjenta do mojego domu, lub też nadziei na wyleczenie, wyzwalającej u pacjentów dodatkową siłę dla poruszania swymi kończynami” [23].

Christian Kratzenstein 1723-1795

Kratzenstein uważany jest za pierwszego, któremu udało się z powodzeniem zastosować elektroterapię w leczeniu porażonego palca u młodej kobiety [24]. Swoją pierwszą pracę o zastosowaniu elektryczności w medycynie opublikował w 1744 roku [25], przepowiadając, że metoda ta będzie użyteczna „nie tylko u chorych z dolegliwościami fizycznymi, ale i z psychicznymi, którzy mają zaburzenia snu spowodowane stanami lękowymi”.



Ryc. 10. Eksperyment z latawcem, przedstawiony na frontispisie *The Life of Benjamin Franklin*, opublikowany w Filadelfii w 1844 roku (publikujemy dzięki uprzejmości The British Library, London)

Przewidywał też skuteczność metody w leczeniu „hipochondrii i hysterii u kobiet”.

Twierdzono także, że Kratzenstein był pierwowzorem postaci doktora Frankenstein [26, 27] ze słynnej powieści Mary Shelley z 1818 roku [28]. Mary była drugą żoną Percy’ego Shelley’a; jego pierwsza żona Harriet utopiła się w Londynie w 1816 roku; ratownicy zabrali jej martwe ciało do pracowni London Society. Jednak wszystkie podejmowane tam próby przywrócenia jej życia – sole trzeźwiące, energiczne potrząsanie, sztuczne oddychanie i elektrowstrząsy – okazały się daremne.

Alternatywnym pierwowzorem postaci Dr. Frankenstein był James Lind (1736-1812) z Windsoru [26]. Według opisu sporządzonego przez jego syna w gabinecie Linda znajdowały się „teleskopy, baterie galwaniczne, sztylety, maszyny elektryczne, i wszelkie różnorodne urządzenia, jakie powinien posiadać filozof” [29]. Lind i Percy Shelley byli przyjaciółmi, a w pokojach drugiego z nich w Oxfordzie były takie przedmioty, jak „maszyna elektryczna, pompa próżniowa i mikroskop słoneczny” [30].

Charles Augustin Coulomb 1736-1806

Coulomb rozpoczął karierę zawodową jako inżynier wojskowy, służąc przez pierwsze trzy lata na Martynice. Poczynając od 1781 roku stacjonował w Paryżu, lecz po wybuchu rewolucji w 1789 roku wycofał się do małej posiadłości w Blois. Został powtórnie wezwany do Paryża, aby wziąć udział w nowym określaniu wag i miar nakazanych przez nowy rewolucyjny rząd. Największy rozgłos przyniosła Coulombowi praca z 1785 roku o napięciach skręcających i potwierdzenie, iż siła elektryczna podlega prawu odwrotnych kwadratów; został jednym z pierwszych członków France’s National Institute.

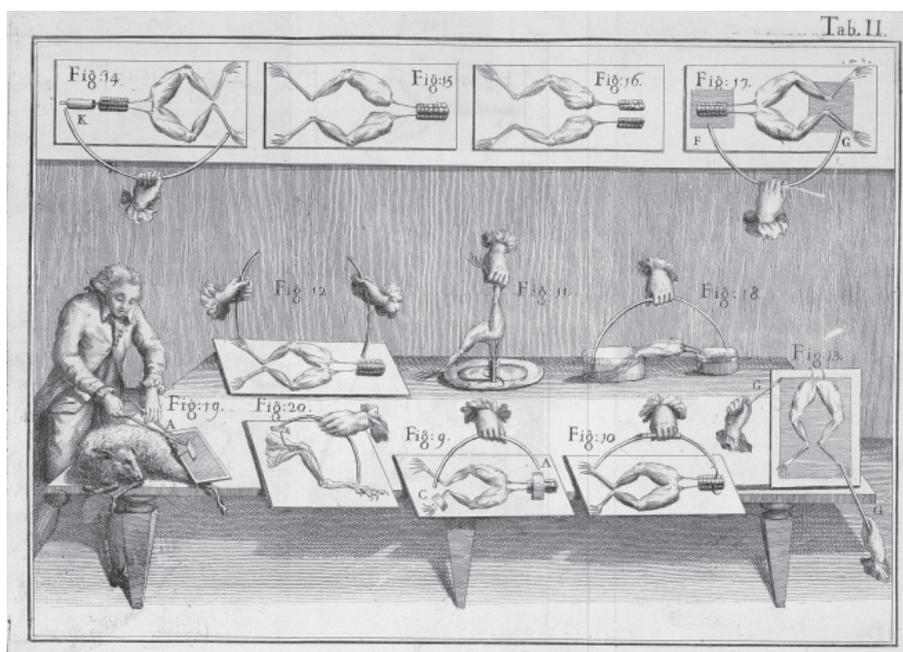
Przyrząd znany jako elektronometr mierzy siłę odpychania pomiędzy dwoma podobnie naelektryzowanymi ciałami, przez balansowanie siły odpychania z siłą wywieraną przez cienki, rozkręcający się pręt. Coulomb odkrył, że siła wytwarzana pomiędzy dwoma małymi naelektryzowanymi ciałami zmienia się w sposób odwrotnie proporcjonalny do kwadratu odległości pomiędzy nimi, gdy odległość ta ulega zmianie. W roku 1779 opublikował dociekania o prawach tarcia, a w 1779 traktat o lepkości. Jednak to jego trzy sprawozdania, które opublikował w 1785 roku w *Histoire de l’Académie Royale des Sciences* zawierały najważniejsze wyniki jego badań. Były zatytułowane *Premier, Second i Troisième Mémoire sur l’Electricité et le Magnétisme*.

Luigi Galvani 1737-1798

Długo przepuszczano, że „bardzo subtelna substancja” przenosi doznania i pobudzenia mięśni przez nerwy; do połowy XVIII wieku fizjologowie spekulowali, że owa substancja to elektryczność. Luigi Galvani*, profesor anatomii i położnictwa Uniwersytetu w Bolonii, był jednym z wielu, którzy testowali tę hipotezę [31, 32] i to on wykonał przełomowy eksperyment, dzięki któremu dokonano odkrycia (1780-1783), że nerwy i mięśnie u zwierząt działają dzięki małym elektrycznym impulsom, które mogą być pobudzone przez zastosowanie elektryczności z zewnętrznych źródeł. Zademonstrował skurcze nóg żaby zawieszonych za pomocą miedzianego haczyka na żelaznym drążku (Ryc. 11), błędnie wyprowadzając wniosek, że tkanka wytworzyła „zwierzęcą elektryczność”. Ukazało się wiele książek na temat „zwierzęcej elektryczności”, z których praca Richarda Fowlera jest tylko jednym przykładem [33].

Odkrycie Galvaniego było ważne, gdyż miało doprowadzić do nowych metod w badaniach nad neurologią oraz do dostarczenia detektora prądów elektrycznych, który był o wiele skuteczniejszy niż doznanie dotykowe. Doprowadziło go również w 1789 do odkrycia chemicznie wytworzonych prądów elektrycznych [34].

* Historie Luigi Galvaniego and Alessandro Volta spletają się ze sobą. Część 2 w *Nowotworach* 1/2007 rozpoczyna się od Volty (1745-1827) i zawiera zastosowanie ogniw Volty.



Ryc. 11. Galvani przeprowadzający elektryczny eksperyment z nogami żaby. Diagram przedstawia różne etapy doświadczenia. Po lewej Galvani przytrzymuje owcę. Ta rycina ukazała się w 1792 roku (publikujemy dzięki uprzejmości The British Library, London). Krewny Galvani'ego, Giovanni Aldini (1762-1834), groteskowo przedstawił eksperymenty woja, wykrzywiając pyski ubitych wołów i twarze straconych przestępców

Galwanoterapia, jak została nazwana, wywołała wielkie poruszenie wśród szerokich kręgów pod koniec XVIII i na początku XIX wieku. Karykatura (Ryc. 12) przedstawia zwłoki poddawane galwanoterapii, które ożywają, oraz londyńskiego dżentelmena skutecznie rozbudzającego swoje libido. Samozwańczy profesorowie medycznego galwanizmu przedstawiali „przenośne aparaty galwaniczne”, wykorzystując stały prąd elektryczny.

Pierre Bertholon 1742-1800

Abbé Bertholon twierdził, że choroba wywołana jest przez nadmiar bądź niedobór płynu nerwowego [35]. Był prawdopodobnie pierwszym, który zalecał elektroterapię w leczeniu raka. Zalecał również ten środek na suchotę, wodniaka, dyzenterię, dżumę, ospę, choroby weneryczne, marskość wątroby i paraliż [24].



Ryc. 12. „Złote Lekarstwo albo Elektryczne Panaceum”, karykatura wykonana w 1818 roku przez George'a Cruickshanka (1792-1878) przedstawiająca doktora stosującego nowe leczenie za pomocą wstrząsu elektrycznego w celu wyleczenia hysterii i innych schorzeń nerwowych (publikujemy dzięki uprzejmości The Science Museum, South Kensington, London)

Jean-Paul Marat 1743-1793

Zwykle zapomina się, że zanim Marat rozpoczął swoją niefortunną karierę rewolucjonisty, był lekarzem, który otrzymał stopień naukowy w najstarszym szkockim uniwersytecie, St. Andrews [36]. Będąc badaczem elektroterapii, odseparowywał swoich pacjentów od aparatów, ponieważ obawiał się, że na ich reakcję mogą mieć wpływ hałaśliwe wyładowania i odór ozonu. Ze swoich badań wyciągnął wniosek, że elektryczność okazała się skuteczna w leczeniu wykwitów skórnych, otępienia, paraliżu i reumatyzmu; ale nie przynosi rezultatów w wielu innych domniemyanych zaleceniach. Określił czas trwania leczenia, ponieważ wierzył, że elektryczność, tak jak lekarstwa, powinna mieć przypisane dawkowanie [37]. Jego traktat o elektroterapii [36] był powszechnie respektowany, i wygrał *Prix de Rouen*.

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

Piśmiennictwo

1. Glasser O. *Wilhelm Conrad Röntgen and the early history of X-rays*. London: John Bale, Sons & Danielsson; 1933, p 422-79.
2. Grigg ERN. *The trail of the invisible light*. Springfield: Charles C Thomas; 1965.
3. Bishop PJ. The evolution of the British Journal of Radiology. *Br J Radiol* 1973; 46: 833-6.
4. Phillips CES. *Bibliography of X-ray literature and research 1896-1897*. The Electrician Printing & Publishing Co: London; 1897.
5. Kassabian MK. *Electro-Therapeutics and Röntgen rays*. Philadelphia: Lippincott; 1907.
6. Tousey S. *Medical electricity and Röntgen rays*. Philadelphia: WB Saunders; 1910.
7. Cleaves MA. *Light energy its physics, physiological action and therapeutic applications*. New York: Rebman; 1904.
8. 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, p 20-36.
9. Hammer WJ. *Radium and other radio-active substances: polonium, actinium and thorium, with a consideration of phosphorescent and fluorescent substances, the properties and applications of selenium and the treatment of disease by ultra-violet light*. New York: Van Nostrand; 1903.
10. Munro J. *The story of electricity*. London: George Newnes, 1897.
11. Ward HS. *Practical radiography*. London: Dawbarn & Ward for The Photogram; 1896.
12. Eisenberg RL. Predecessors of Roentgen. In: Eisenberg RL. *Radiology an illustrated history*. St. Louis: Mosby Year Book Inc; 1992, p 3-21.
13. Gray S. A letter ... containing several experiments concerning electricity. *Phil Trans Royal Soc London* 1731-1732; 37: 18.
14. Priestley J. *The history of present status of electricity, with original experiments*. London; 1767, p.83.
15. Chaffee EL, Light RU. Part I. The history of electrical excitation. In: 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.
16. Gadsby JG. *Reverend John Wesley: holistic healing, electrotherapy and complementary medicine*. Loughborough: Teamprint; 1996.
17. Wesley J. *The desideratum; or electricity made plain and useful by a lover of mankind and common sense*. W. Flexney: London; 1760.
18. Krider EP. Benjamin Franklin and lightening rods. *Physics Today* 2006; 59: 42-48.
19. Franklin B. *New experiments and observations on electricity made at Philadelphia in America*. London: D Henry & R Cave; 1760, p 106-8.
20. Comroe JH. *Retrospectroscope, insights into medical discovery*. Menlo Park: Von Gehr Press; 1977, p 84.
21. Curie P, Curie M, Bémont G. Sur une nouvelle substance fortement radio-active contenue dans la pechblende. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1898; 127: 1215-7.
22. Joliot F, Curie I. Artificial production of a new kind of radio-element. *Nature* 1934; 133: 201-2.
23. Franklin B. An account of the effects of electricity in paralytic cases. *Phil Trans* 1759; 50: 481.
24. Licht S. *History of electrotherapy*. 3rd edn. Baltimore: Williams & Wilkins; 1983.
25. Kratzenstein CG. *Abhandlung von dem Nutzen der Electricität in der Arzneywissenschaft*. Halle: Hemmerde; 1744.
26. Goulding C. The real Doctor Frankenstein? *J Roy Soc Med* 2002; 95: 257-9.
27. Kaplan PW. The real Dr Frankenstein: Christian Gottlieb Kratzenstein? *J Roy Soc Med* 2002; 95: 577-8.
28. Shelley MW. *Frankenstein, or the modern Prometheus*. London: Lackington, Hughes, Harding, Mavor & Jones, 1818.
29. Bebbington WG. A friend of Shelley: Dr James Lind. *Notes and Queries* 1960; 105: 83-93.
30. Hogg TJ. *The life of Percy Bysshe Shelley*. London: Routledge; 1906.
31. Galvani L. *Collezione della opera*. Bologna; 1841.
32. Dalton JC. *The experimental method in medical science*. Lecture 1. Galvani and galvanism in the study of the nervous system. New York: GP Putnam's Sons; 1882.
33. Fowler R. *Experiments and observations relative to the influence lately discovered by M. Galvani and commonly called animal electricity*. Edinburgh: Duncan, Hill, Robertson, Berry & Mudie; 1793.
34. Galvani L. *De viribus electricitatis in motu musculari. Commentarius*. Bologna; 1791.
35. Turrell WJ. Three electrotherapists of the 18th century: John Wesley, Jean Paul Marat and James Graham. *Ann Med Hist* 1921; 3: 361-7.
36. Marat JP. *Memoire sur l'électricité medicale*. Paris: Méquignon; 1784.
37. Hill O. J.P. Marat's use of electricity in the practice of medicine. *Br J Phys Med* 1957; 20: 100-2.

Otrzymano: 18 kwietnia 2006

Przyjęto do druku: 9 lipca 2006

Redakcja bardzo dziękuje dr. n. fiz. Wojciechowi Bulskiemu za konsultację polskiego tłumaczenia terminów z zakresu fizyki.