

Radiologia wojskowa przed I wojną światową i na jej frontach, lata 1896–1918

Richard F. Mould

Niedawno obchodziliśmy setną rocznicę wybuchu pierwszej wojny światowej. Uznałem, że do dobra okazja, by przedstawić krótki zarys historii radiologii polowej przed I wojną światową i w trakcie jej trwania. Na początku 1896 roku, tuż po odkryciu promieni X przez Wilhelma Konrada Röntgena w Würzburgu (8 listopada 1895 roku), opublikowano w książkach i czasopismach wiele radiogramów przedstawiających złamania kości oraz przeróżne ciała obce tkwiące w czaszkach, dłoniach, ramionach, nogach i stopach. Niektóre z tych przypadków dotyczyły obrażeń odniesionych na polu bitwy. Już najwcześniejsze podręczniki zawierały jakieś odniesienia do zastosowania „nowych promieni” w warunkach polowych.

W niniejszej pracy przywołano opisy niektórych najwcześniejszych aparatów rentgenowskich używanych na polu walki, a także przedstawiono wybrane problemy spotykane w praktyce, takie jak trudności w przygotowywaniu sprzętu do wywoływania klisz rentgenowskich czy problemy z dostarczaniem energii elektrycznej do zasilania aparatów. Pierwsze dobrze udokumentowane doniesienia w czasopismach medycznych opisywały zastosowanie radiologii podczas drugiej wojny burskiej w Południowej Afryce w latach 1899–1902. Do wybuchu I wojny światowej zaprojektowano specjalne pojazdy silnikowe, dzięki którym pomoc radiologiczna mogła dotrzeć niemal na pole walki, tak szybko, jak to tylko było możliwe. Takich pojazdów używano w większości walczących państw, w tym w Belgii, Francji, Niemczech, Japonii, Wielkiej Brytanii i w Stanach Zjednoczonych. Wśród mobilnych ambulansów rentgenowskich były też tak zwane *Little Curies*, używane przez Marię Skłodowską-Curie, która wraz ze swoją córką Irène, pracującą jako jej asystentka, nauczała stosowania radiologii na polu walki m.in. techników z armii amerykańskiej.

Military radiology before and during the first world war 1896–1918

The centenary of the First World War is now upon us and with this in mind a brief review of military radiology before and during WWI is given. In early 1896, very soon after the discovery of X-rays by Wilhelm Conrad Röntgen in Würzburg on 8 November 1895, many radiographs were published in books and journals showing bony fractures, and also foreign bodies embedded in skulls, hands, arms, legs and feet. Several of these cases related to injuries caused during warfare and the earliest textbooks always made some mention of the applications of the *new rays* in warfare. Descriptions are given of some of the early X-ray apparatus used in warfare and practical experiences such as the difficulty of setting up facilities for developing X-ray films and the difficulty of obtaining electrical power for the apparatus. Military radiology in the Boer War in South Africa, 1899–1902, was the first to be very well documented in medical journals. By the time of WWI motor vehicles specially designed for deployment just behind the battle front so that radiology services would be available as quickly as possible. These were used by most of the combatant countries, including Belgium, France, Germany, Japan, the United Kingdom and the USA. These mobile X-ray ambulances included the so-called *Little Curies* used by Marie Sklodowska Curie, who with her daughter Irène acting as her assistant also taught military radiology to technicians in the American army.

NOWOTWORY Journal of Oncology 2015; 65, 1: 23–34

Wstęp

Pierwsze odnotowane rozważania o możliwości użycia promieni rentgenowskich w pobliżu pola walki, aby diagnozować chorych i rannych żołnierzy, przypisuje się pruskiemu ministerstwu wojny w Berlinie już 4 lutego 1896 roku [1]. Trzy miesiące później (w maju 1896) pierwszy na świecie podręcznik o promieniach rentgenowskich, autorstwa londyńskiego fotografa Henry'ego Snowdena Warda (1865–1911) [2], co prawda nie wspomina *explicite* o zastosowaniu na froncie, lecz w ostatnim rozdziale pt. *Applications and Probable Advances* sugeruje: „Zarówno rzut pionowy, jak i rzut poziomy są niezbędne do precyzyjnego zlokalizowania ciała obcego. Na przykład jeśli kula utkwiała w udzie, konieczne jest wykonanie radiogramu (lub badania radioskopowego) od przodu lub od tyłu i jednego od boku. Pomiar obu obserwacji precyzyjnie zlokalizuje postrzał”. Pojęcia „radiogram” i „radioskopia” określano początkowo mianami „radiograf” i „fluoroskopia”. Ward kontynuował ten wątek, pisząc: „Można by również zaadaptować metodę triangulacji”. Znaczenie promieni rentgenowskich w chirurgii polowej również odnotowano już w roku 1896 w *British Medical Journal* [3] oraz w *Archives of Clinical Skiagraphy* [4]. Sidney Rowland (1872–1917), który był redaktorem *Archives*, podjął się napisania raportu pt. *Report on the Application of the New Photography to Medicine and Surgery* [5]. W tabeli I wymieniono wojny przed rokiem 1914, podczas których używano sprzętu rentgenowskiego. Poniżej zostały one pokrótce podsumowane i zilustrowane.

Promienie X na polach bitewnych w latach 1896–1898

Po raz pierwszy radiografię podczas działań wojennych wykorzystał w marcu 1896 roku Włoch, podpułkownik Giuseppe Alvaro ze Szpitala Wojskowego w Neapolu [6]. Włoskie wojska poniosły miazdzącą porażkę w starciach z Etiopczykami w bitwie pod Aduą. Dwóch włoskich żołnierzy rannych w przedramię zostało prześwietlonych w celu zlokalizowania kuli. Alvaro opisał tę technikę następującymi słowami: „Należy wziąć przygotowaną kliszę fotograficzną, umieścić

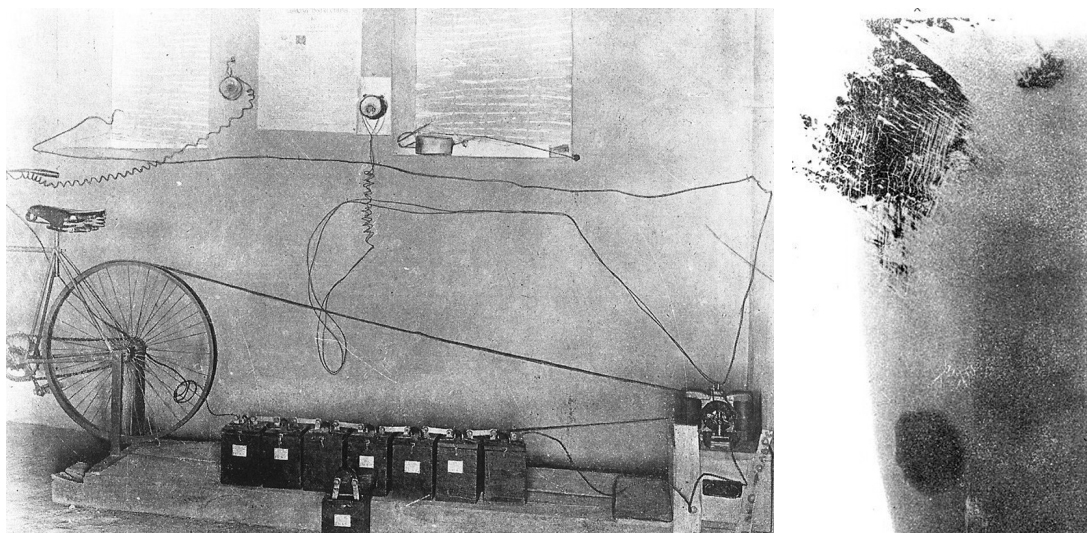
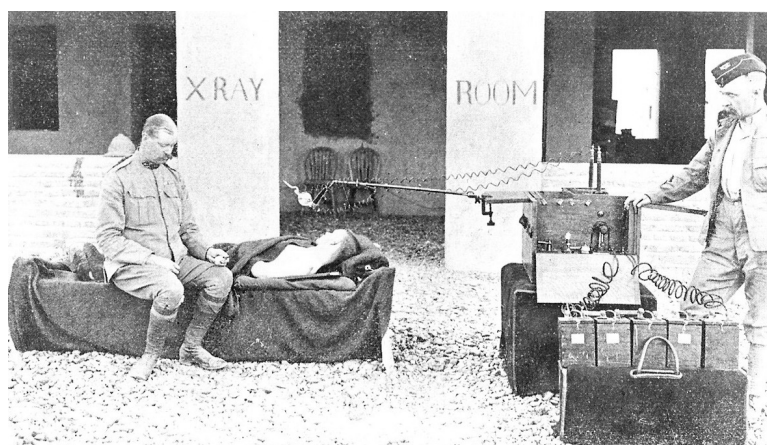
w kilku warstwach czarnego papieru, następnie umieścić w tekturowej albo drewnianej kasetce lub na małym taborecie w taki sposób, że odciśnięta żelatynowa powierzchnia znajduje się przed i poniżej tej części ciała, której cień mamy zamiar uzyskać, a która z kolei jest unieruchomiona w tej pozycji za pomocą opaski. Powyżej umieszczona jest rura Crookesa w odległości od 20 do 30 centymetrów, a prąd generowany jest przez cewkę Ruhmkorffa. Po 20 minutach albo po półgodzinie lub po dłuższym czasie, w zależności od natężenia promienia oraz natury, grubości i gęstości prześwietlanej części ciała, otrzymuje się negatyw ze względnie białym cieniem na czarnym tle”.

Następną kampanią wojskową po etiopskiej, w której zastosowano promienie X, była wojna grecko-turecka w roku 1897 [7, 8]. Niemcy wspierali wówczas Turków, a niemiecki Czerwony Krzyż prowadził szpital w Konstantynopolu, podczas gdy Anglia, Francja i Rosja wspierały Greków. Zaslugi brytyjskiego Czerwonego Krzyża opisano w gazecie *Daily Chronicle* z 4 maja 1897 roku: „Przekazany aparat będzie składał się z w pełni kompletnego zestawu, w najdrobniejszych szczegółach przypominającego aparat używany na co dzień w Szpitalu St. Thomas w Londynie...”. Prawdopodobnie możliwe będzie użycie ekranu fluorescencyjnego, aby pominąć metodę fotograficzną, a dzięki temu — aby położenie kuli lub uszkodzone miejsce było niezwłocznie widoczne pod różnymi kątami... wywołanie suchej płyty wymaga czasu (choć już znacznie mniej dzięki wykorzystaniu papieru rentgenowskiego Eastmana), co poważnie opóźnia pracę chirurga”. Aparat został wysłany do Grecji pod opieką Francisca Charlesa Abbotta, chirurga z St. Thomas' Hospital. Według relacji poważną przeszkodą dla radiografii polowej był podczas tej wojny brak wystarczającego źródła energii elektrycznej. Działanie sprzętu uzależnione było od pomocy okrętu wojennego marynarki królewskiej, *HMS Rodney*, na którego pokładzie ładowano baterie aparatu rentgenowskiego.

W latach 1897–1898 odbyła się tzw. kampania Tirah na północno-zachodniej granicy między Indiami a Afganistanem, w pobliżu przełęczы Chajberskiej. Był to konflikt na dużą skalę, w który zaangażowana była armia brytyjska (8000 brytyjskich i 30 000 indyjskich żołnierzy). Brał w nim udział lekarz brytyjski w stopniu majora Walter Beevor (1858–1927) wyposażony w aparat rentgenowski [9, 10]. Aparat został wykonany przez A.E. Deana z Londynu i był zaopatrzony w trzy lampy rentgenowskie wykonane przez A.C. Cossora. O dziwo, wszystkie te lampy przetrwały niezniszczone. Podczas kampanii Tirah po raz pierwszy sprzęt rentgenowski dostarczono bezpośrednio na pole bitwy. Nie było innego wyjścia, gdyż szpitale stacjonarne znajdowały się w Rawalpindii. Aby tam dotrzeć, trzeba było przemierzyć ponad 100 mil bezdroży. Od tamtego czasu obecność polowych jednostek rentgenowskich w armii brytyjskiej stała się standardem.

Tabela I. Konflikty militarne do roku 1914, w których stosowano diagnostykę promieniami X

1896	I wojna włosko-abisyńska
1897	wojna grecko-turecka
1897–1898	kampania armii brytyjskiej w dolinie Tirah na północno-zachodniej granicy między Indiami a Afganistanem
1898	„Wojna o Nil” w Sudanie
1898	wojna hiszpańsko-amerykańska
1899–1902	II wojna burska w Południowej Afryce
1905	wojna rosyjsko-japońska



Ryciny 1–3. [U góry] Major — lekarz John Battersby i jego sanitariusz podczas wykonywania radiogramu w Sudanie w roku 1898. Lampa rentgenowska opisana była jako „zmodyfikowana rura Crookesa, zawieszona na pomysłowym stojaku”. Używano 10-calowej cewki indukcyjnej, wykonanej przez A.E. Deana z Londynu. [Na dole po lewej] Tą metodą wytwarzano prąd i ładowano przenośne akumulatory w szpitalu stacjonarnym w Abadiach nad Nilem, 1250 mil w górę rzeki od Kairu. Rower zamocowany jest na pryczy z wagonu sypialnego. [Na dole po prawej] Rana po kuli w udzie żołnierza. Na zdjęciu oprócz kuli widać sudański pył [12]

Zastosowanie promieni rentgenowskich w warunkach bojowych zostało dobrze udokumentowane dopiero po następnej dużej operacji zbrojnej brytyjskiej armii, podczas „Wojny o Nil”, zwanej też „Wojną o Rzekę”, w Sudanie w roku 1898, której punktem kulminacyjnym była bitwa pod Omdurmanem.

Podczas powstania derwiszów pod wodzą Mahdiego wojskami brytyjskimi dowodził gen. Charles Gordon, który zginął podczas zdobywania Chartumu przez mahdystów (po ponad dziewięćmiesięcznym oblężeniu) w roku 1885. Minęło kilka lat, zanim powołano ekspedycję, którą poprowadził generał Herbert Kitchener (późniejszy minister wojny Wielkiej Brytanii od roku 1914). W wyprawie tej uczestniczył również Winston Churchill [11]. W bitwie pod Omdurmanem wojska pod wodzą Kitchenera rozgromiły sudańskich powstańców, dowodzonych przez kalifa Abdullaha ibn Muhammada, następcę Mahdiego. Po bitwie „do szpitala chirurgicznego w Abadiach przywieziono 121 rannych Bry-

tyjczyków. Wśród nich — u 21 nie można było zlokalizować położenia kuli zwykłymi metodami, ale u 20 trafną diagnozę uzyskano za pomocą promieni rentgenowskich”. W Sudanie pracę nad wywoływaniem zdjęć zaczynało o 3 nad ranem, gdy temperatura w ciemni zbudowanej z cegieł z błota wahała się od 90 do 110 stopni Farenheita (ok. 33–43 stopni Celsjusza). Była to najchłodniejsza pora dnia! Problemem okazały się też ciągle burze piaskowe. Pewnej nocy dach lepianki został zdmuchnięty i 11 płyt rentgenowskich uległo zniszczeniu. Sudański pył często można zobaczyć na wywołanych zdjęciach [12] (ryc. 1–3).

Amerykańskie doświadczenia z radiologią polową rozpoczęły się od wojny amerykańsko-hispańskiej w 1898 roku, która doprowadziła do aneksji Puerto Rico, Filipin i Guam oraz nadania Kubie (ograniczonej) niepodległości. Stosunkowo niewielu żołnierzy zostało wówczas rannych, a główną przyczyną śmierci był tyfus. W raporcie napisanym dla Izby Reprezentantów Stanów Zjednoczonych zamieszczono



Rycina 4. Radiogram kuli tkwiącej w lewym płacie potylicznym amerykańskiego żołnierza rannego na Filipinach, zdjęcie wykonane w sierpniu 1899 w San Francisco [13]

zestawienie historii przypadków wraz ze szczegółowymi danymi aparatów rentgenowskich i opisem techniki. Sekcję zatytułowaną „Zdeponowane pociski” podzielono na 4 części: 1) kule Mausera zniekształcone przez rykoszet, 2) niezdeformowane kule Mausera, 3) kule Shrapnela, 4) kule z płaszczem mosiężnym. Podczas tego konfliktu urządzenia rentgenowskie nie znajdowały się na lądzie, lecz na pokładzie statku szpitalnego USS *Relief* [13].

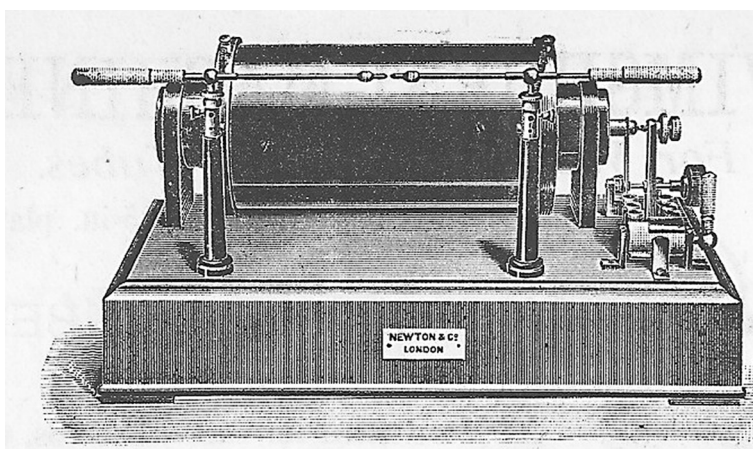
II wojna burska 1899–1902

Podczas II wojny burskiej, toczącej się w latach 1899–1902, działania radiologiczne były bardzo dobrze dokumento-

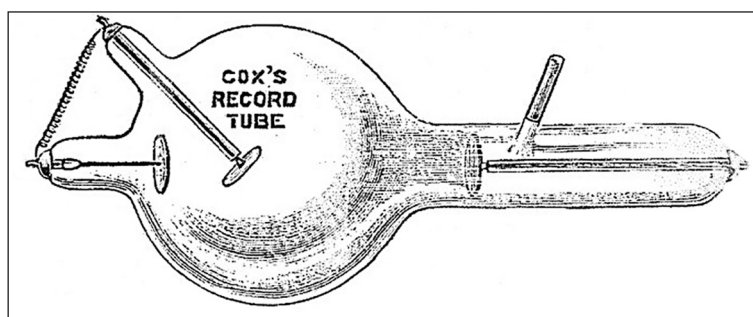
wane w porównaniu z wcześniejszymi konfliktami [14–28]. Podczas tej wojny aparaty rentgenowskie armii brytyjskiej były dostarczane jako podstawowe wyposażenie do wszystkich ogólnych szpitali wojskowych, a *British Medical Journal* z roku 1899 wymienia elementy standardowego zestawu rentgenowskiego w następujących słowach: „10-calowa cewka indukcyjna Apps-Newton (ryc. 5) z kondensatorem, przerywacz, drążki i kable elektryczne 2 sześciokomorowe akumulatory, 6 lamp Coxa (ryc. 6), 1 lokalizator Mackenzie z podstawą (ryc. 7), 108 płyt Edwardsa, papier fotograficzny i odczynniki chemiczne”. Na rycinie 5 widać lampę Coxa z ogłoszenia zamieszczonego w 1901 roku w *Practical Radiography*, autorstwa Isenthala i Warda [2]. Później do zestawu dodano silnik motocyklowy o sile 2,5 KM. W praktyce mocowano silnik i prądnicę do ramy wojskowego łóżka [24].

Niektóre szpitale polowe zostały wyposażone w najnowsze urządzenia rentgenowskie. Jednym z nich był Imperial Yeomanry Hospital w Deelfontein, gdzie szefem radiologów był dr John Hall-Edwards (1858–1926), który miał później zyskać sławę w Wielkiej Brytanii, i to bynajmniej nie tylko za sprawą szkód, których doznał z powodu ekspozycji na promieniowanie. Jeszcze zanim powrócił z Afryki Południowej, uszkodzenia przybrały postać nieodwracalnego popromiennego zapalenia skóry. Konieczna była amputacja lewego przedramienia i wszystkich palców prawej dłoni. Jego nazwisko wypisane jest pośród innych upamiętnionych brytyjskich ofiar promieniowania rentgenowskiego na pomniku w Hamburgu.

Burrows w swojej książce o historii brytyjskiej radiologii [33] pisze, że kompleks szpitalny w Deelfontein znajdował się w odległości około 36 godzin jazdy pociągiem od Kapsztadu i podobno był to największy szpital wojskowy w Południowej Afryce. Teren, który zajmował, mierzył pół na ćwierć mili. Pracowało tam 30 lekarzy i 60 pielęgniarek



Rycina 5. Newton & Co., ogłoszenie reklamowe cewki indukcyjnej Newton Apps z 1898 roku [2]. Przez długi czas, aż do początku lat 20. XX wieku cewka indukcyjna [nazywana też cewką zapłonową] stanowiła jedyny rodzaj urządzenia do otrzymywania wysokich napięć dla lamp rentgenowskich. Odległość między dwoma punktami (patrz: środek diagramu) to przerwa iskrowa/iskiernik. Do roku 1901 [2] dostępnych było wiele cewek indukcyjnych o przerwach 4–6 cali, 6–8 cali i 8–10 cali



Rycina 6. Ogłoszenie reklamowe Harrego W. Coxa Ltd. 1901 [2], którego treść brzmiała: „Nasza Record Focus Tube otrzymała Złoty Medal (jedyną nagrodę) w konkursie The Roentgen Society na najlepszą lampę. Konkurs miał charakter otwarty i światowy zasięg i przedstawiono w nim 25 lamp różnych autorów”

MACKENZIE DAVIDSON PORTABLE LOCALIZER

With new and modified accessories facilitating the localization of foreign bodies.

Price
£8 8/-

Rycina 7. Lokalizator Sir Jamesa Mackenziego Davidsona [1857–1919] opierał się na zasadzie triangulacji i był najbardziej popularną techniką wyznaczania pozycji, w tym głębokości pod powierzchnią skóry takich ciał obcych, jak odłamki czy pociski. Został opracowany w 1897 roku i była to pierwsza metoda wykorzystująca matematykę w procesie lokalizacji [29–31]. Pełny opis teorii wyłożony jest u Walsh [32]

i mógł pomieścić 1100 pacjentów. Szpital miał doprowadzoną wodę pitną, kanalizację i światło elektryczne, wyposażony był w pralnię parową. Oddział rentgenologiczny zaopatrzone był w obszerną ciemnię z bieżącą wodą i elektrycznością i bezpośrednią linią telefoniczną na salę operacyjną.

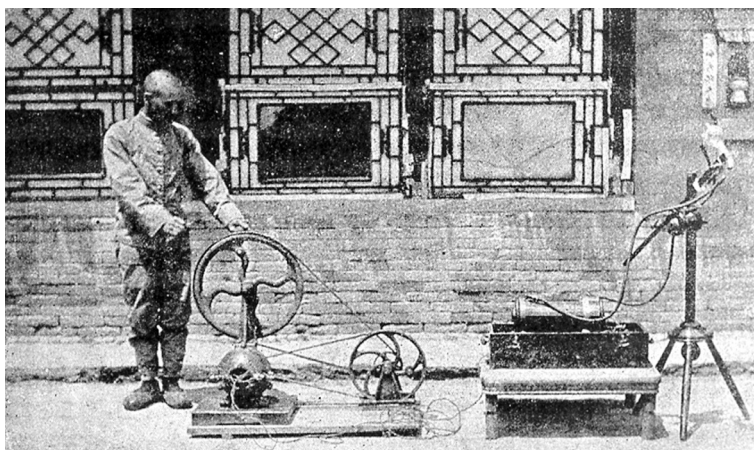
Hall-Edwards przybył do Deelfontein w marcu 1900, przywoząc dwa kompletne zestawy rentgenowskie, i miał spędzić w Południowej Afryce 14 miesięcy. Początkowo

największym problemem ze sprzętem był brak pewnego źródła zasilania: w teorii doskonale sprawdzał się wyposażony w pedały rower, jednak w praktyce pomysł ten okazał się całkiem chybiony, ponieważ generowanie zasilania w ten sposób wymagało ogromnego wysiłku. Hall-Edwards wysłał więc akumulatory do naładowania w Kapsztadzie lub w Kimberley, lecz i to okazało się porażką, i zanim znalazły się z powrotem w Deelfontein, były już rozładowane. Postanowił więc zdobyć używany silnik olejowy, który po renowacji i podłączeniu kabli nie tylko stanowił źródło zasilania zestawu rentgenowskiego, lecz także dawał światło elektryczne. Mógł odtąd uruchamiać cewkę indukcyjną wprost dzięki prądniccy i całkowicie zrezygnować z akumulatorów. Podczas 14 miesięcy pracy w szpitalu na badanie rentgenowskie skierowano 280 pacjentów, wielu spośród nich — wielokrotnie [14, 17, 20, 22–24].

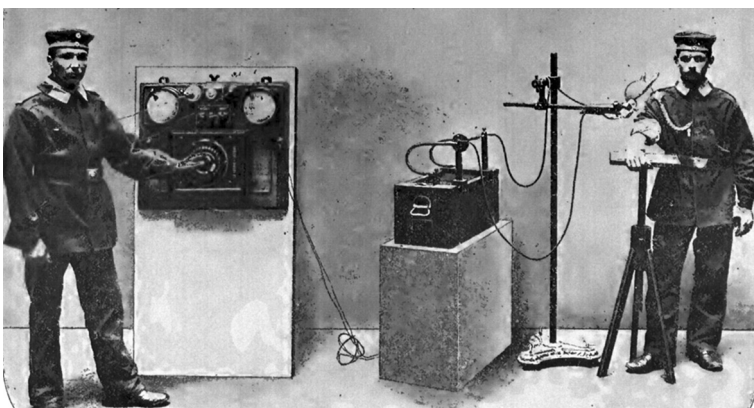
Wojna rosyjsko-japońska 1904–1905

Wojna rosyjsko-japońska rozpoczęła się w roku 1904. Po bitwie pod Cuszimą, w dniach 27–28 maja 1905 roku, 83 marynarzy rosyjskiego krążownika „Aurora” zostało rannych, 40 z nich poddano badaniu rentgenowskiemu w szpitalu pokładowym. Japończycy także używali radiografii, posługując się niemieckim sprzętem. Skalę badań opisał francuski lekarz J.J. Matignon w roku 1907; rok wcześniej opisał też dokładnie całą aparaturę [34, 35]. Unikalna fotografia przedstawiająca sprzęt używany przez Japończyków została opublikowana niedawno przez René Van Tiggelena [36]. Do tej chwili przez ponad wiek pozostawała ona tylko w unikatowym oryginalnym egzemplarzu (ryc. 8).

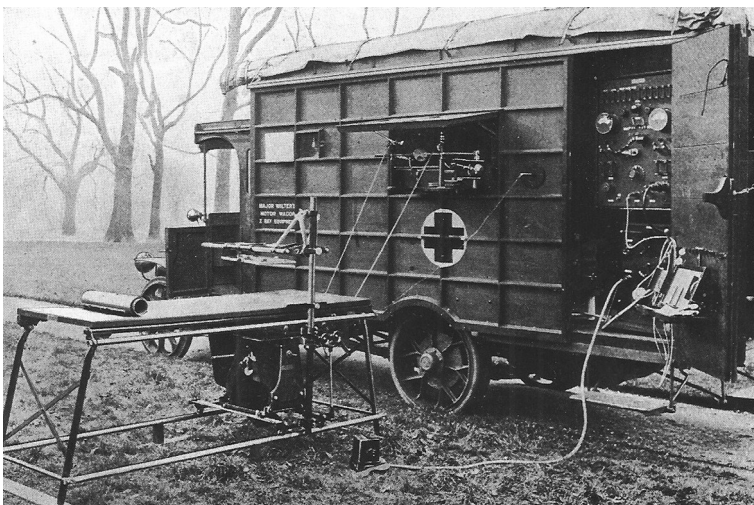
Krążownik „Aurora” odegrał też szczególną rolę w historii — chociaż zupełnie niezwiązaną z promieniami rentgenowskimi. To z niego padł pierwszy wystrzał w stronę Pałacu Zimowego w Sankt Petersburgu 24 października 1917 roku, sygnalizując upadek Rządu Tymczasowego Aleksandra Kiereńskiego i przejście władzy przez bolszewików. Po remoncie od 1948 roku krążownik „Aurora” jako okręt-muzeum zacumowany jest na Newie i stanowi atrakcję turystyczną Petersburga. Rycina 9 przedstawia aparat rentgenowski zainstalowany na „Aurorze” [36, 37].



Rycina 8. Japoński żołnierz obsługuje niemiecki sprzęt rentgenowski, rok 1905 [35, 36]



Rycina 9. Przenośny aparat rentgenowski wyprodukowany w Niemczech przez firmę Siemens & Halske. Właśnie taki znajdował się na pokładzie krążownika „Aurora” [36, 37]



Rycina 10. Wóz rentgenowski należący do armii brytyjskiej. Opis widoku z fotografii brzmiał: „stół rozstawiony do użycia, ale namiot operacyjny nierozłożony”. Wóz zbudowany w Londynie przez Siemens, który zapewniał, że można w nim przeprowadzać zarówno radiografię, radioskopię, jak i zabiegi lecznicze [45]



Rycina 11. Maria Skłodowska-Curie zarezerwowała dla siebie jeden z 20 ambulansów rentgenowskich we francuskiej wojskowej służbie medycznej. Był to stary pojazd Renault; ze względu na kształt maski nazywany też „krokodylem”. Zdjęcie wykonano w październiku 1917 roku (dzięki uprzejmości Musée Curie)

Ambulansy rentgenowskie 1914–1918

Zasilenie za pomocą dwuosobowego roweru pedałowego, jakiego używano podczas wojny w Sudanie, i ręcznie obsługiwane aparaty, wykorzystywane w Mandzurii podczas wojny rosyjsko-japońskiej zastąpiono, konnymi ambulansami rentgenowskimi. Te z kolei zastąpiono ambulansami na silnik benzynowy, zwalniając konie z pracy w służbie radiologii polowej. Fotografie takich silnikowych ambulansów rentgenowskich z różnych krajów publikowano wielokrotnie w literaturze medycznej [38–51]. Na rycinach 10–11 przedstawiono wozy rentgenowskie, a na rycinie 12 — okładkę instrukcji obsługi. Aparat na rycinie 10 wyposażony był w generator o specyfikacji 20 A na 150V; akumulatory miały 30 A na 150W; generator i akumulatory mogły być stosowane równolegle. Samochód miał 20 KM i podwozie marki Austin.

Maria Skłodowska-Curie

Maria Skłodowska-Curie (1867–1934) jest oczywiście najbardziej znana z odkrycia wraz z Piotrem Curie (1859–1906) radu i polonu i założenia Institut du Radium (obecnie Institut Curie). Jest ona jednak również związana z historią promieni rentgenowskich. Podczas I wojny światowej, gdy rozwój Instytutu, praktycznie ukończonego w 1913 roku, został odroczony na czas trwania wojny, Maria stworzyła pomocniczy zakład radiologii we francuskiej wojskowej służbie medycznej, zbierając duże sumy na pojazdy — tzw. „małe Curie” (ryc. 11) oraz na sprzęt rentgenowski do wyposażenia szpitali. Wraz z córką Irène (1897–1956) wielokrotnie odwiedzała front. Razem były m.in. we wrześniu 1915 r. w Hoogstade (gdzie spotkały się z królem Belgii Albertem I), w szpitalu angielskim, belgijskim szpitalu polowym, mieszczącym się w liceum św. Józefa w Veurne (ryc. 13). Gdy podróżowała sama, zawsze wysyłała pocztówki do swoich córek, Irène

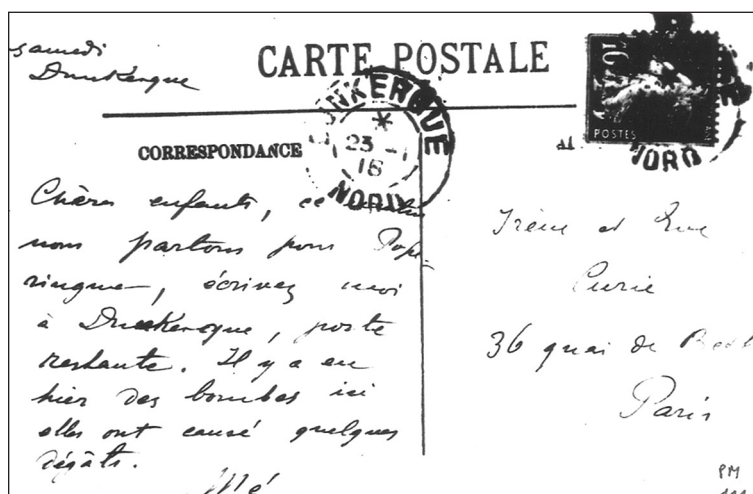


Rycina 12. Instrukcja obsługi wydana jako podręcznik [42]

i Eve. Na rycinie 14 przedstawiono kartkę wysłaną z Dunkierki 23 stycznia 1915 roku. Ponadto Maria i Irène uczyły zarówno francuski, jak i amerykański personel medyczny, jak posługiwać się sprzętem. Zajęcia odbywały się w Hospital



Rycina 13. Maria i Irène Curie w Veune. Mężczyzna z lewej strony to Sir Henry Souttar [1875–1964] z London Hospital, który został autorem licznych publikacji na temat radu i nowotworów [54–57]



Rycina 14. Pocztówka od Marie Curie do córek. [Dzięki uprzejmości: Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris]

School Edith Cavell pod numerem 40 przy ulicy Amyot oraz w Institut du Radium w Paryżu. Maria Skłodowska-Curie napisała również podręcznik, wydany w roku 1921, pod tytułem *Radiology and War* [52, 53].

Nieinwazyjne badanie struktury przedmiotów 1896–1918

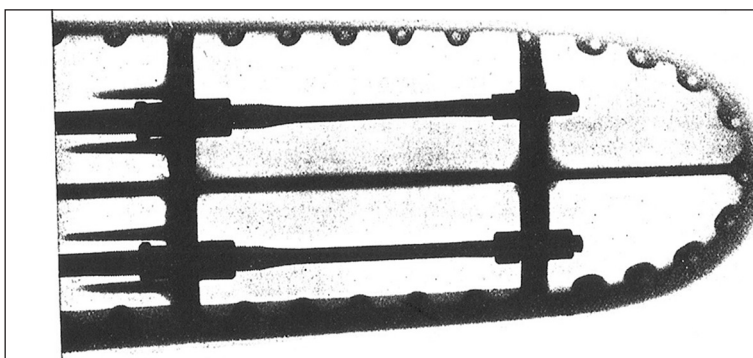
Pierwszym przykładem badania nieinwazyjnego struktury przedmiotu z wykorzystaniem promieni rentgenowskich było prześwietlenie przez samego Röntgena w 1896 roku strzelby myśliwskiej (ryc. 15). Kopię zdjęcia ofiarował on Adolfowi Isenthalowi, który umieścił je w roku 1901 na stronie tytułowej trzeciego wydania podręcznika napisanego wraz z Henrym Snowdenem Wardem [2]. Podpis głosił: „Radiogram broni dwulufowej, pokazujący przenikanie i różnicowanie promieni”. W drugim wydaniu tej książki,

które ukazało się w roku 1898 [2], na tym miejscu znajdował się „radiogram stalowego łącznika, pokazujący zakres lutowania”, wykonany przez Hall-Edwarda.

Istnieją też inne wczesne przykłady wykorzystania promieni rentgenowskich do wykrywania wad metali i stopów z roku 1896. Między innymi wykonany przez Arthura Wrighta z Yale, który prześwietlił kawałek zespawanego metalu i pokazał łączenie, którego nie było widać gołym okiem. W Carnegie Steel Works z Pittsburgha używano tej samej metody [58]. Wśród przedmiotów prześwietlonych podczas I wojny światowej były m.in.: dziurawy element kabiny samolotu, spoiny, tłoki [59], oraz — co zilustrowano w *Journal of the Röntgen Society* [60] — bezpieczniki 75-milimetrowych pocisków, aluminiowe obudowy przekładni i wadliwe spawanie metalowego zbiornika. Często też za pomocą promieniami rentgenowskich sprawdzano, czy śmigła samolotowe nie mają wad (ryc. 16) [61].



Rycina 15. Fragment wystawy z 1995 roku na Wydziale Fizyki Uniwersytetu w Würzburgu. Na zdjęciu widać strzelbę wraz z radiogramem. Pośrodku gabloty — dyplom przyznanej Röntgenowi Nagrody Nobla



Rycina 16. Nieniszczące badanie śmigła samolotu [61]

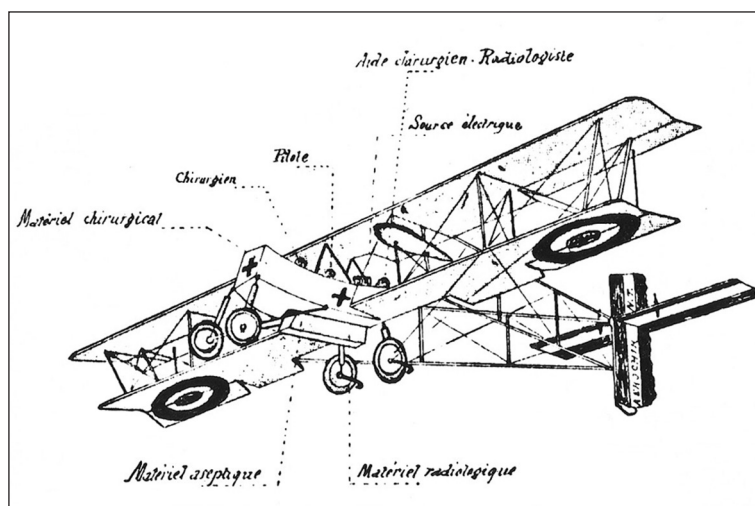
„Aérochir” Eskadry Pozzi 1918

Najbardziej niezwykłym przenośnym urządzeniem rentgenowskim była z pewnością maszyna wykorzystująca dwupłatowy samolot [62–65], stworzona z myślą o francuskiej eskadrze bojowej *Pozzi*. Projekt powstał we wrześniu 1918 roku dzięki współpracy inżyniera Nemirovsky’ego i lekarza Tilmanta, pracujących dla armii Stanów Zjednoczonych. Zaproponowali oni, aby przebudować bombowiec Voisin na ambulans wyposażony w cały niezbędny sprzęt do radiografii. Pomieszczenie radiochirurgiczne rozstawiano w namiocie, przewożonym wraz z wyposażeniem. Projekt nie został wykorzystany podczas I wojny światowej, jednak po jej zakończeniu zmodyfikowano go, wykorzystując tym razem bombowiec Breguet, i używano podczas francuskich wojen kolonialnych w latach 20 XX w. [66].

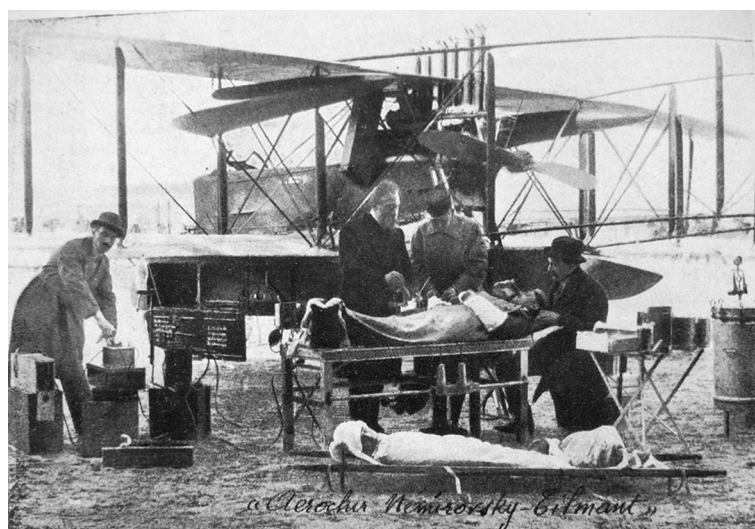
Radiologia wojskowa w Stanach Zjednoczonych 1917–1919

Podręcznik armii Stanów Zjednoczonych z roku 1918 zawiera wiele praktycznych wskazówek i informacji na temat

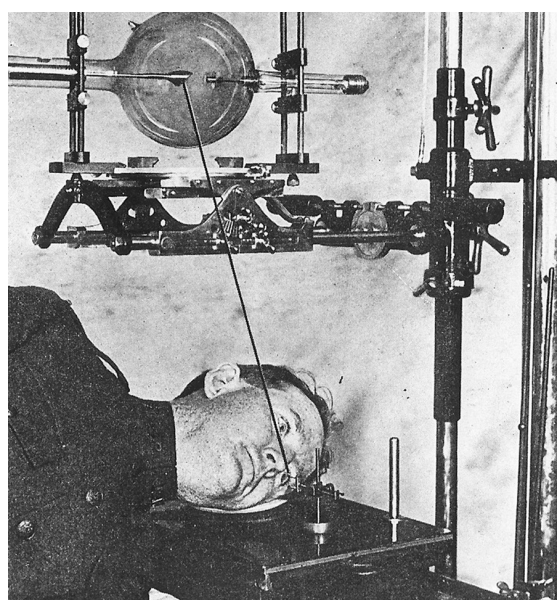
radiografii wojskowej [67]. W *American Journal of Roentgenology* ukazało się kilka artykułów, większość w 1918 roku, opisujących doświadczenia z promieniami rentgenowskimi podczas I wojny światowej [47, 68–76]. Obszerna praca przeglądowa z lat 1917–1919 ukazała się także w czasopiśmie *Radiology* [77]. Ryciny 19–20 przedstawiają dwa przykłady z podręcznika [67]. Wspomnieliśmy już wcześniej o ambulansach rentgenowskich [38–51]. Pułkownik Christie, który był odpowiedzialny za sprzęt rentgenowski armii amerykańskiej na froncie Zachodnim, porównał różne rodzaje ambulansów [47]. „Przewaga angielskich i francuskich pojazdów nad amerykańskimi polega na tym, że dwa pierwsze mają wewnątrz ciemnię. Doświadczenia z tej wojny pokazują, że większość działań z użyciem promieni rentgenowskich w szpitalach w pobliżu pola walki, w tym w szpitalach ewakuacyjnych, to fluoroskopia. Kilka klisz, które trzeba wywołać metodą konwencjonalną, z łatwością można wywołać w małej ciemni wyposażonej w amerykański sprzęt”. Christie odniósł się również do silników samochodowych. „Silniki amerykańskie nie są wykorzystywane jednocześnie jako



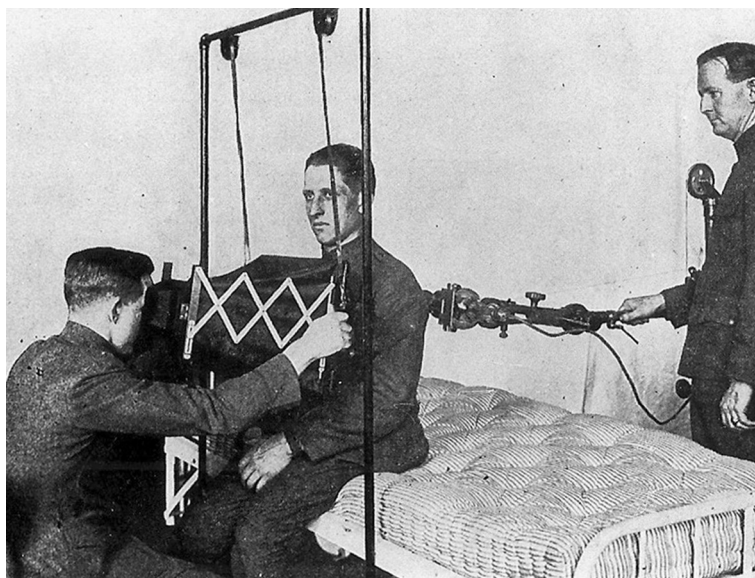
Rycina 17. „Aérochir” z roku 1918



Rycina 18. Zastosowanie aparatu rentgenowskiego, przetransportowanego dwupłatowcem



Rycina 19. Metoda pozwalająca na zlokalizowanie odłamków pocisku w oku z użyciem dwóch radiogramów



Rycina 20. Urządzenie z prostym pionowym fluoroskopem, pozwalające na badanie klatki piersiowej przy łóżku pacjenta

źródło energii do wytwarzania promieni rentgenowskich ani światła, zatem mogą być naprawiane i wymieniane w czasie między przejazdami". Była to — jego zdaniem — jedna z zalet konstrukcji amerykańskiej. Inne to znacznie mniejszy ciężar, łatwa do zdemontowania aparatura i dostępność części zamiennych.

Richard F. Mould MSc, PhD

4, Town End Meadow

Cartmel,

Grange-over-Sands,

Cumbria LA11 6QG

United Kingdom

e-mail: manorroadsouthport@yahoo.co.uk

Piśmiennictwo

- Schjerning O, Kransfelder F. The experiments made by the Medical Department of the War Ministry to study the possibility of the use of Röntgen's rays for medical-surgical purposes. [Ueber die von der Medizinalabteilung des Kriegsministeriums angestellten Versuche zur Feststellung der Verwerthbarkeit Röntgen'scher Strahlen für medicinisch-chirurgische Zwecke.] *Deutsche medizinische Wochenschrift* 2 April 1896; 22: 211.
- Ward HS. *Practical Radiography: a Hand-Book of the Application of the X Rays*. London: Dawbarn & Ward, published for The Photogram Ltd. May 1896. [2nd edn. Isenthal AW, Ward HS. *Practical Radiography: a Hand-Book of the Application of the X Rays*. London: Dawbarn & Ward, published for The Photogram Ltd. May 1896. 3rd edn. Isenthal AW, Ward HS, 1901].
- Rowland S. The value of the new photography in military surgery. *Br Med J* 1896; 1: 1059.
- Rowland S. The value of the new photography in military surgery. *Archives of Clinical Skiagraphy* 1896-1897; 1: 18.
- Rowland S. *Report on the Application of the New Photography to Medicine and Surgery*. *Br Med J* 1896; Part 1, 8 February 1896; 1: 361-365, to Part XVII, 12 June 1897; 1: 1486.
- Alvaro G. I vantaggi practice della scoperta Röntgen in chirurgia. Determinazione diagnostic nella ricerca dei proiettili sopra i soldati feriti provenienti dall' Africa. [The practical benefits to surgery of Röntgen's discovery. Diagnostic results in the location of bullets in wounded soldiers from Africa.] *Gionale Medico del Regio Esercito* May 1896; 44: 383-394.
- Küttner H. Über die Bedeutung der Röntgenstrahlen für Kriegschirurgie; nach Erfahrungen im Griechisch-Türkisch Krieg 1897. [The importance of Roentgen rays in war surgery based on experience in the Graeco-Turkish war of 1897.] *Beitrage klin Chir* 1898; 20: 167-230.
- Abbott FC. Surgery in the Graeco-Turkish war. *Lancet* Part 1. 14 January 1899; 1: 80-3 & Part 2. 21 January 1899; 1: 152-156.
- Beevor WC. The working of the Röntgen ray in warfare. *J Royal United Services Institution* 1898; 42: 1152-1170. {Reprinted with modifications as The Röntgen rays in warfare in *Strand Magazine* 1899; 17: 777-83 and [under the name Fyfe HC] in *British Institute of Radiology Bulletin* 1978; 4: 3-6}.
- Hutchinson HD. *The Campaign in Tirah, 1897-1898. An Account of the Expedition against the Orakzanis and Afridis under General Sir William Lockhart*. London: Macmillan, 1898.
- Churchill WA. *The River War: an Account of the Reconquest of the Soudan*. London: Longman, 1899.
- Battersby J. The present position of the Roentgen rays in military surgery. *Archives Roentgen Ray* February 1899; 3: 74-80. {Reprinted as The Roentgen rays in military surgery. *Br Med J* 1899; 1: 112-4.}
- Borden WC. *The Use of the Röntgen Rays by the Medical Department of the United States Army in the War with Spain (1898)*. House of Representatives. 56th Congress, 1st session. Document 729. Washington DC: Government Printing Office, 1900.
- Hall-Edwards J. The Röntgen rays in military surgery. *Br Med J* 1899; 2: 1391.
- Battersby J. The present position of the Roentgen rays in military surgery. *Archives Roentgen Ray* February 1899; 3: 74-80. {Reprinted as The Roentgen rays in military surgery. *Br Med J* 1899; 1: 112-4.}
- News Item. Röntgen ray apparatus for South Africa. *Br Med J* 1899; 2: 1322.
- Hall-Edwards J. Photographic experiences in South Africa with the Imperial Yeomanry Hospital. *Amateur Photographer* 1900; 31: 311-314.
- Catlin H. X-rays at the war. *Archives Roentgen Ray* 1900-1901; 5: 48-50.
- Makins GH. *Surgical Experiences in South Africa, 1899-1900*. London: Smith Elder, 1901.
- Hall-Edwards J. Photographic experiences in South Africa with the Imperial Yeomanry Hospital. *Amateur Photographer* 1900; 31: 311-314.
- Bruce F. Experiences of X-ray work during the siege of Ladysmith. *Archives Roentgen Ray* 1901; 5: 69-74. {Reprinted *J Royal Army Med Corps* 1903; 1: 92-100}
- Hall-Edwards J. The war in South Africa. *Lancet* 1901; 1: 130-131.
- Hall-Edwards J. The Röntgen rays in South Africa. *Lancet* 1901; 1: 1755-1756.
- Hall-Edwards J. Bullets and their billets: experiences with the X-rays in South Africa. *Archives Roentgen Ray* 1902; 6: 31.
- Stevenson WF. Notes on experiences of the Boer War. *J Royal Army Med Corps* 1903; 1: 83-91.

26. Stevenson WF. Notes of Cox's new platinum contact breaker for use with spark coils. *J Royal Army Med Corps* 1905; 4: 421–423.
27. Stevenson WF, ed. *Report on the Surgical Cases noted in the South African War, 1899–1902*. London: Harrison, 1905.
28. Benton EH. British surgery in the South African war: the work of Major Frederick Porter. *Med History* 1977; 21: 275.
29. Davidson JM, Hedley WA. A method of precise localisation and measurement by means of the Röntgen rays. *Lancet* 1897; 2: 1001.
30. Davidson JM. A method of localisation by means of X-rays. *Archives Roentgen Ray* 1897–1898; 2: 64–68.
31. Davidson JM. An apparatus for quick and accurate localisation on the screen. *Amer J Roentgenol* 1918; 5: 275.
32. Walsh D. *The Röntgen Rays in Medical Work*. London: Baillière Tindal & Cox, 1897.
33. Burrows EH. *Pioneers and Early Years. A History of British Radiology*. Alderney: Colophon, 1986.
34. Matignon JJ. *Enseignements Médicaux de la Guerre Russo-Japonaise*. Paris: A Maloine, 1907.
35. Matignon JJ. L'appareil à rayons X de l'armée Japonaise en campagne. [X-ray apparatus of the Japanese army in the field.] *Arch Electrol Méd* 1906; 14: 455–457.
36. Van Tiggelen R. *Radiology in a Trench Coat. Military Radiology on the Western Front during the Great War*. Gent: Academia Press, 2013.
37. Stechow W. *Das Röntgen-Verfahren mit besondere Berücksichtigung der militärischen Verhältnisse*. Berlin: August Hirschwald, 1903.
38. Chalmarès G. La radiographie aux armées en champagne. *La Nature* 1905; 99–102.
39. Busquet P. De la radiologie dans les armées en champagne. *La presse médicale* 1913; 102: 1465–1470.
40. von Gergö E. Neue Type Feldröntgenautomobils, *RöFo* 1914–1915; 22: 400–405.
41. Boyer J. La recherché des projectiles dans l'organisme. *La Nature* 1915; 2167: 241–248.
42. Massiot G, Biquard. *La Radiologie de Guerre. Manuel Pratique du Manipulateur Radiologiste*. Paris: A Maloine, 1915.
43. Brauer L, Haenisch F. Eine selbständige, transportable Feldröntgenanlage für interne und chirurgische Untersuchungen. *RöFo* 1915–1916; 23: 38–46.
44. Mathé, Baudot V. *Bréviaire due Manipulateur Radiologiste*. [La Pratique Radiologique aux Armées] Paris: Vigot Frères, 1917.
45. Head H. Mobile X-ray wagon unit. *J Röntgen Soc* 1917–1918; 14: 93–103.
46. Chardin H. Les nouvelles voitures radiologiques du service de santé. *Arch d'électricité médicale et de physiothérapie* 1918; 26: 290–292.
47. Christie AC. Mobile roentgen ray apparatus. *Amer J Roentgenol* 1919; 6: 358–367.
48. Ireland MW. The medical department of the United States army in the World War. 1925; 8 Field operations.
49. Cambier E. La voiture radiologique. *Radiologie et Chirurgie* 1925; 1–2: 66.
50. Pallardy G, Pallardy MJ, Wackenheim A. *Histoire Illustrée de La Radiologie*. Paris: Roger Dacosta, 1989.
51. Pallardy G. Equipements mobiles radio-chirurgicales de la guerre 1914–1918. *Chirurgie* 1996; 121: 419–421.
52. Curie M. *La Radiologie et La Guerre*. Paris: Felix Alcan, 1921.
53. Badash L. Marie Curie: in the laboratory and on the battlefield. *Physics Today* July 2003; 37–43.
54. Souttar HS. *A Surgeon in Belgium*. London: Edward Arnold, 1915.
55. Souttar HS. Radium and its Surgical Applications. London: Heinemann, 1929.
56. Souttar HS. On fields of radiation from radon seeds. *Br J Radiol* 1931; 4: 681–689.
57. Souttar HS. *Radium and Cancer*. London: Heinemann, 1934.
58. Mould RF. *Annotated X-Ray Bibliography 1896–1945*. Warsaw: Polish Oncological Society, 2014, p 124–6, X-ray testing for flaws in metals and alloys: Röntgen, World War I and the Hoover Dam.
59. Kaye GWC. X-rays and the war. *J Röntgen Soc* 1918; 14: 2–17.
60. Pilon H. Examination of metals by X-rays. *J Röntgen Soc* 1918; 14: 17.
61. Günther H. *Im Reiche Röntgens*. Stuttgart: Frandh'fche, 1930.
62. Nemirovsky MA, Tilmant M. L'avion radio-chirurgical "Aérochir". *Bull Acad Natl Méd* 1918; 202–207.
63. Fovean de Courmelles F. La radiographie par avion, avion-médico-chirurgical "Aérochir" Nemirovsky & Tilmant. *Arch Electro Méd* 1919; 14: 161–171.
64. Mould RF. *A History of X-Rays & Radium*. Sutton: IPC Publishing, 1980, p 43, X-ray transport.
65. Lam DM. The Aerochir: the first "flying hospital". *Aviat Space Environ Med* 2005; 76: 1174–1179.
66. Van Tiggelen R. Personal communication, 2014, see also reference 36.
67. U.S. Army Division of Roentgenology. *United States Army X-Ray Manual*. New York: Hoebner, 1918.
68. Duncan WA. The X-ray equipment and work in the Army at the present time. *Amer J Roentgenol* 1914; 1: 268–275.
69. Christie AC. Our preparation for X-ray work in the war. *Amer J Roentgenol* 1918; 5: 1.
70. Desplats R. Observations on roentgenoscopy at the front. *Amer J Roentgenol* 1918; 5: 219.
71. Shearer JS. Localization of foreign bodies, the standard methods approved by the Surgeon-General's Office, U.S. Army. *Amer J Roentgenol* 1918; 5: 229.
72. Hall-Edwards J. Roentgenology in warfare. *Amer J Roentgenol* 1918; 5: 280.
73. Brown P, Young JS. Clinical observations in military roentgenology. *Amer J Roentgenol* 1918; 5: 407.
74. Ledoux-Lebard R. On the instruction of war roentgenologists. *Amer J Roentgenol* 1918; 5: 451.
75. Reynolds L. The history of the use of the Roentgen ray in warfare. *Amer J Roentgenol* 1945; 54: 649–672.
76. Manges WF. The Camp Greenleaf School of Roentgenology. *Amer J Roentgenol* 1919; 6: 305.
77. Ernst EC. Reminiscences of roentgenology during the last war, 1917–1919; review of 17,000 examinations and X-ray equipment employed. *Radiology* 1941; 36: 421–438.