

JOANNA KRZYŻOSTANIAK¹, TOMASZ KULCZYK², ANNA SURDACKA¹

Historia radiologii stomatologicznej

The History of Dental Radiography

¹ Klinika Stomatologii Zachowawczej i Periodontologii Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

² Katedra Biomateriałów i Stomatologii Doświadczalnej, Pracownia Radiologii Stomatologicznej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Streszczenie

Badanie radiologiczne zębów jest częścią stomatologicznego badania pacjenta, w którym wykorzystuje się promieniowanie mające zdolność penetracji ludzkiego ciała. Tkanki zawierające substancje mineralne zatrzymują większą jego część w przeciwieństwie do tych mniej mineralizowanych, które większość przepuszczają. Wykorzystując dodatkowo odpowiedni detektor tego promieniowania, można zobrazować miejsca niewidoczne gołym okiem. Odkrycie ponad 115 lat temu przez Wilhelma Conrada Roentgena promieni rentgenowskich było milowym krokiem w ogólnomedycznej diagnostyce. Już dwa tygodnie po publicznym przedstawieniu przez Roentgena wyników swoich badań niemiecki dentysta z Brunzwicku Friedrich Otto von Walkhoff wykonał pierwsze stomatologiczne zdjęcie rentgenowskie. Rozwój radiologii, również stomatologicznej, w pierwszych latach był okupiony licznymi ofiarami jej pionierów, ale dzięki nim oraz pracy wielu naukowców można teraz bezpiecznie wykorzystywać promieniowanie rentgenowskie (**Dent. Med. Probl. 2011, 48, 2, 277–281**).

Słowa kluczowe: radiologia stomatologiczna, historia medycyny.

Abstract

Radiological examination is a part of regular dental check up of a patient's mouth, in which a radiation capable of penetrating the human body is used. More mineralized tissues prevent the penetration of X-rays comparing to the less mineralized ones. As an addition, using the right X-ray detector, one can visualize the structure not seen by the human eye. Discovery of X-rays by Wilhelm Conrad Roentgen 115 years ago was a breakthrough in medical diagnosis. Just two weeks after Wilhelm Conrad Roentgen discovery presentation a first dental X-rays was performed by German dentist from Brunswick – Friedrich Otto von Walkhoff. In the first years after Roentgen's discovery, the improvement of radiological testings has brought a lot of deaths to its pioneers. However, thanks to them and to their work, we can safely use X-ray discovered by Roentgen today (**Dent. Med. Probl. 2011, 48, 2, 277–281**).

Key words: dental radiography, history of medicine.

„Sensacyjne odkrycie” – tak brzmiał pierwszy w Polsce, przetłumaczony z wiedeńskiej „Presse”, komunikat o wielkim odkryciu Wilhelma Conrada Roentgena, opublikowany w krakowskiej gazecie codziennej „Czas” 8 stycznia 1896 roku. Nie znamy, niestety, wielu szczegółów dotyczących tego historycznego wydarzenia, gdyż profesor Roentgen polecił w swoim testamencie zniszczenie wszystkich notatek po jego śmierci, co też zostało uczynione. Wiadomo natomiast, że pierwsze obserwacje dotyczące „nowego rodzaju promieni” (nazwane przez niego „promieniami X”) poczynił 8 listopada 1895 r. w swoim laboratorium w Insty-

tucie Fizyki Uniwersytetu w niemieckim Würzburgu. Ta właśnie data jest znana jako przełomowa w historii światowej radiologii. Wiemy również, że podczas swoich doświadczeń, jako źródła wysokiego napięcia używał cewkę indukcyjną Rühmkorfa oraz światłoczułą emulsję – platynocyjanek baru. Nie znamy natomiast rodzaju lampy, którą stosował. Roentgen, świadomy nowego odkrycia, prowadził przez kolejne 7 tygodni samotne i intensywne badania nad tymi promieniami aż do dnia 22 grudnia 1895 r., kiedy po 15 min naświetlania wykonał zdjęcie ręki z pierścieniem żony Berthy. Swoją pierwszą komunikat o odkryciu *Ueber eine*

neue Art Von Strahlen (Vorläufige Mittheilung) (O nowym rodzaju promieni. Tymczasowy komunikat) przekazał do Towarzystwa Fizyczno-Medycznego w Würzburgu 28 grudnia 1895 r. Wiadomość ta szybko obiegała świat [1].

W Polsce, w Krakowie, eksperymenty z użyciem promieniowania rentgenowskiego wytwarzanego za pomocą rurki Plücker'a przeprowadzał profesor Karol Olszewski. Wykonał on zdjęcia m. in. przycisku z brązu w kształcie jaszczurki oraz ciężarków platynowych i mosiężnych zamkniętych w pudełku. Wykonał również prawdopodobnie pierwsze w Polsce zdjęcie rentgenowskie ze wskazań klinicznych. Było to 7 lutego 1896 r. na zlecenie prof. Obalińskiego. Duży obrzęk stawu łokciowego robotnika, który uległ wypadkowi, utrudniał postawienie rozpoznania po badaniu klinicznym. Na podstawie wykonanego zdjęcia RTG, którego czas ekspozycji wyniósł 2,5 godz., potwierdzono zwichnięcie tego stawu [2].

Wielkie odkrycie Roentgena było niejako podsumowaniem pracy wielu poprzednich badaczy. Niezmiernie ważna była wiedza o źródle prądu i magnetyzmie, której narodziny nastąpiły w XVI wieku za sprawą Williama Gilberta. Jednak już starożytni Grecy ponad 2500 lat temu zaobserwowali, że pocierany bursztyn może przyciągać i odpychać różne przedmioty. W czasach Roentgena wytwarzanie wysokiego napięcia było możliwe za pomocą maszyny statycznej, cewki indukcyjnej lub transformatora (aparatu) Tesla. Roentgen posługiwał się cewką indukcyjną skonstruowaną przez Heinricha Daniela Rühmkorffa.

Z kolei prototyp lampy próżniowej skonstruował Otto von Guericke. Była ona następnie udoskonalana przez wielu badaczy, m.in. Francisca Hauksbee'ego, Heinricha Geisslera czy Abbè Nolleta. Naukowców przez lata fascynowała fluorescencja wewnątrz lamp próżniowych. Przyczynę jej wykazał Wilhelm Hittorf, odkrywając promieniowanie katodowe. Sir William Crookes opisał następnie zjawiska jakie zachodzą wewnątrz tejsze lampy.

Najbliżej odkrycia promieni X byli, prawie 6 lat przed Roentgenem, Artur Goodspeed i William Jennings z Uniwersytetu w Pensylwanii. Wykonali oni 22 lutego 1890 r., za pomocą lampy Crooksa, zdjęcie, które nazwali „shadowgraph”. Nie zidentyfikowali jednak promieni, dzięki którym obraz powstał. Uświadomili sobie jak blisko byli epokowego odkrycia dopiero po wydaniu komunikatu przez Roentgena [3].

Pierwsze stomatologiczne zdjęcie rentgenowskie wykonał, już w 14 dni po ogłoszeniu odkrycia promieni X, Friedrich Otto von Walkhoff, niemiecki dentysta z Brunshwiku [4, 5]. Użył w tym celu zwykłej szklanej płyty fotograficznej. Owi-

nał ją w gumę i włożył do ust za przednie zęby, przytrzymując językiem. Położył się następnie na podłodze, nakierowując promienie X na okolicę jamy ustnej. Czas ekspozycji wyniósł 25 min. Otto von Walkhoff we współpracy z Fritzem Giesel otworzyli, jeszcze w 1896 r., pierwszą na świecie pracownię wykonującą stomatologiczne zdjęcia rentgenowskie.

W lutym 1896 r. Wilhelm König wykonał serię 14 zdjęć RTG własnych zębów, których czas naświetlania wyniósł tylko 9 minut. Naukowiec tłumaczył, że użycie przez niego lampy skupiającej promienie X („focus tube”) pozwoliło uzyskać dobry obraz w krótszym czasie.

Wiadomość o odkryciu promieni penetrujących ludzkie ciało szybko dotarła także do Stanów Zjednoczonych. Początkowo były to przedruki z wiedeńskiej „Die Presse”, następnie 6 stycznia 1896 r. w „New York Sun” ukazał się artykuł *Marvelous Triumph of Science*. Pierwszy artykuł o odkryciu Roentgena w prasie naukowej ukazał się 8 stycznia tego roku w „The Electrical Engineer”, następnie 23 stycznia w brytyjskim „Nature” przetłumaczono oryginalny komunikat Roentgena, który wydrukowano również w nowojorskim „Science” 14 lutego 1896 r.

Wśród badaczy, którzy wykonali pierwsze w Stanach Zjednoczonych stomatologiczne zdjęcia rentgenowskie, wymienia się Williama Jamesa Mortona z Nowego Yorku, Charlesa Edmunda Kellsa z Nowego Orleanu oraz Williama Herberta Rollinsa z Bostonu.

W piśmiennictwie przeważa zdanie, że W.J. Morton jako pierwszy w USA wykonał RTG zębów, na którym widoczne były ich korony oraz wypełnienia. W kwietniu 1896 r. zademonstrował technikę wykonywania zdjęć wewnątrzustnych na ludzkich czaszkach. Jednak najprawdopodobniej C.E. Kells jako pierwszy w USA wykonał stomatologiczne zdjęcie rentgenowskie u pacjenta, uwidaczniające również korzenie zębów. Było to w kwietniu 1896 r. C.E. Kells był doskonałym badaczem, pomysłodawcą licznych udoskonaleń i innowacji w stomatologii. Na wiele z nich uzyskał patenty. Wprowadził m.in. aparaturę ssącą do zabiegów chirurgicznych oraz irygację jam ciała podczas operacji, zastępując starą metodę tampionowania. Skonstruował własnego pomysłu utrzymywacz do filmu podczas wykonywania zdjęć wewnątrzustnych. Otworzył pierwszą w Ameryce stomatologiczną pracownię rentgenowską. Również jako pierwszy 10 maja 1899 r., wykonał zdjęcie RTG podczas leczenia endodontycznego zębów. Podczas próby wypełnienia kanału górnego siekacza przyśrodkowego u młodego chłopca, badacz miał problem z dokładnym określeniem jego długości. Umieścił zatem ołowiany

pręt o znanej długości w kanale zęba i wykonał zdjęcie RTG, co ułatwiło mu dokładne określenie długości kanału [6].

Lampy rentgenowskie z wczesnego okresu, na których prowadzili doświadczenia pionierzy radiologii, w tym C.E. Kells, produkowały różne wiązki promieniowania. Nie miały regulacji napięcia i natężenia prądu. Mimo że używane wówczas lampy, jak np. lampy (rurki) Hittorfa, Crooksa czy Leonarda, były nazywane „próżniowymi”, to zawierały wewnątrz nieco gazu. Jego ilość oraz ciśnienie określały wydajność danej lampy. Do czasu wprowadzenia regulatorów powszechna była praktyka „ustawiania lampy” (*setting the tube*). W tym celu operator trzymając w prawej ręce „fluoroskopy”, lewą rękę umieszczał pomiędzy nim a lampą rentgenowską. Po uruchomieniu ustawiał lampę za pomocą rezystora tak długo, dopóki kości jego ręki były dobrze widoczne. Ta właśnie procedura była powodem śmierci wielu znakomitych pionierów radiologii. Powtarzające się ekspozycje na promieniowanie rentgenowskie spowodowały u Kellsa zmiany nowotworowe na prawej dłoni, co doprowadziło początkowo do amputacji palców, następnie całej dłoni i ramienia. Przerzuty nowotworowe zaatakowały również inne narządy. Kells miał w sumie 42 operacje. Zakończył swoją walkę z chorobą 7 maja 1928 r., popełniając samobójstwo w swoim gabinecie [7].

Początkowo naukowcy nie przypuszczali, że promieniowanie rentgenowskie może szkodzić. Nie było przecież widoczne, ani wyczuwalne. Nie stosowali więc żadnej ochrony ani dla pacjentów, ani tym bardziej dla siebie. Jedne z pierwszych niepokojących obserwacji poczynił prof. John Daniel. Opisał w swoim liście do „Science” w 1890 r. przypadek pacjenta, któremu zaczęły wypadać włosy w miejscu naświetlania promieniami X. Doktor Kells zauważył podobne zjawisko u swoich asystentek, jednak ponieważ włosy odrosły, kontynuował swoje badania. Sądził, że widoczne po dłuższej ekspozycji zaczerwienienia i poparzenia skóry są skutkiem infekcji spowodowanej przez bakterie znajdujące się na jej powierzchni. Zalecał zatem dokładne mycie skóry mydłem przed wykonaniem zdjęcia RTG. Sądzono też, że zmiany na skórze są wywołane przez ozon lub promieniowanie ultrafioletowe wydzielane podczas pracy lampy. Zwrócono również uwagę na osobniczą nadwrażliwość. Pierwsze informacje na temat niekorzystnego działania promieni zaczęły napływać już 3 miesiące po ich odkryciu. Ich szkodliwe działanie zauważyli m.in. Elihu Thomson, pracownik Edisona, oraz Włoch F. Batteli. Jedną z pierwszych ofiar był natomiast również pracownik Edisona, Clarence Dally. Pracował on nad tzw. *fluorescent lamps*, które miały świecić jaśniej niż

żarówka. Zmarł w 1904 r. w wieku 39 lat z powodu przerzutów nowotworowych. Po jego śmierci Edison zaprzestał pracy z promieniowaniem rentgenowskim. W tym czasie szczególnie narażeni na promienie X byli także producenci lamp, często demonstrujący ich działanie, oraz osoby pracujące przy ich produkcji. Aparatura rentgenowska była również często w sklepach obuwniczych. Wykonywano nią zdjęcia stopy w obuwiu. Dopiero w latach 1950–1960 została wycofana z powodu częstego występowania uszkodzeń popromiennych u sprzedawców i dzieci [8].

Przekonany o szkodliwym działaniu promieni rentgenowskich był również wynalazca wewnątrzustnej kamery fluoroskopowej oraz konstruktor ramienia do lampy rentgenowskiej do wykonywania zdjęć stomatologicznych, dr William Herbert Rollins z Bostonu. Swoje spostrzeżenia potwierdził wykonując w 1901 r. eksperyment na ciężarnych świnkach morskich. Rok wcześniej Kleinböck napromieniował szczury. Na tej podstawie Rollins zwrócił uwagę na konieczność ochrony radiologicznej zarówno dla pacjenta, jak i dla operatora. Zalecał stosowanie okularów ochronnych, osłon lamp rentgenowskich nieprzepuszczających promieniowania oraz naświetlanie tylko miejsca badanego u pacjenta, zakrywając resztę jego ciała. Jako jeden z pierwszych zalecał stosowanie filtracji wiązki promieniowania X oraz jej kolimację, ograniczającą naświetlanie do miejsca zainteresowania. Niestety, wiele z tych cennych sugestii zostało w tym czasie zlekceważonych. Dopiero Georg E. Pfahler wykazał, że wiązka promieni rentgenowskich nie jest homogenna i w 1905 r. zastosował filtr, natomiast kolimator prostokątny został wprowadzony do powszechnego użytku w latach 50. XX w. Doktor Rollins był opisywany w piśmiennictwie jako człowiek skromny i nieśmiały, z tego powodu niewielu ludzi wiedziało o jego zasługach i osiągnięciach [9].

W pierwszych latach po odkryciu Roentgena, mimo zainteresowania naukowców, rozwój radiologii był blokowany brakiem odpowiedniego wyposażenia. Pierwsze aparaty rentgenowskie naukowcy montowali samodzielnie, a ich główne części, jak lampa próżniowa czy cewka indukcyjna nie były powszechnie dostępne. Ich konstrukcja była ponadto skomplikowana, a wykonanie zdjęcia czasochłonne i trudne ze względu na warunki anatomiczne. Sytuacja zmieniła się po 1905 r., kiedy to niemiecka firma Reiniger-Gebbert and Schall (później Siemens) wyprodukowała pierwszy aparat przeznaczony do zdjęć stomatologicznych pod nazwą „Record” [10]. Początkowo nie było informacji z zakresu obsługi aparatów rentgenowskich oraz wykonywania zdjęć. Kolejną ważną datą w historii radiologii stomatologicznej

jest 1910 r., kiedy to Howard Riley Raper wprowadził ją jako przedmiot nauczania do programu studiów stomatologicznych [11]. Doktor Raper napisał również pierwszy podręcznik z tego przedmiotu *Elementary Dental Radiography*, wydany w 1913 r. Udoskonalili także technikę dwusiecznej kąta wykonywania zdjęć wewnątrzustnych, zaproponowaną po raz pierwszy w 1904 r. przez Westona A. Price'a, oraz opracował w 1924 r. we współpracy z Eastman Kodak Company technikę wykonywania zdjęć skrzydłowo-zgryzowych. Technikę wykonywania zdjęć wewnątrzustnych opartą na regule izomerii, gdzie na zdjęciu jest widoczna rzeczywista długość zębów, przedstawił w 1907 r. profesor Uniwersytetu Jana Kazimierza we Lwowie Antoni Cieszyński. W tym samym roku opracował pierwszy na świecie atlas radiologii stomatologicznej oraz wydał w 1926 r. własny podręcznik z tej dziedziny. Prof. Cieszyński wprowadził również wiele udoskonaleń wykorzystywanych podczas wykonywania stomatologicznych zdjęć rentgenowskich. Franklin W. McCormack zaproponował natomiast technikę kąta prostego przy wykonywaniu zdjęć stomatologicznych [9].

Następnym ważnym wydarzeniem w historii radiologii stomatologicznej było wynalezienie w 1910 r. przez Williama Dawida Coolidge'a giętkiego włókna wolframowego, które żarzyło się w niskich temperaturach. Skonstruował on oraz w dniu 9 maja 1913 r. opatentował lampę z wolframową anodą i katodą ze spiralnego drutu, który żarzył się w wysokiej próżni (lampa z tzw. gorącą katodą). Możliwa stała się regulacja twardości promieni oraz ich natężenie. Sześć lat później, w 1919 r., I. Waite i W. Bartlett przedstawili lampę Coolidge'a zanurzoną w oleju, który zapewniał zarówno chłodzenie, jak i izolację elektryczną. Poprzednie aparaty nie były zaopatrzone w taką izolację, dlatego zdarzały się porażenia prądem wysokiego napięcia. To rozwiązanie zainspirowało Coolidge'a do skonstruowania w 1920 r. małego i bezpiecznego aparatu rentgenowskiego do zdjęć stomatologicznych. Pierwszy taki aparat, Victor CDX, został wyprodukowany w 1923 r.

Przez lata udoskonalano nie tylko lampy, ale również filmy do celów rentgenowskich. Używane początkowo szklane płyty fotograficzne były bardziej czułe na światło widzialne niż na

promienie RTG, łatwo ulegały pęknięciom oraz uszkodzeniom. 27 stycznia 1896 r. A.W. Wright jako pierwszy użył papieru bromowego do zdjęć rentgenowskich. Był lżejszy, nie rozbił się, można go było zginać oraz był tańszy od płyt, jednak jego czułość, zdolność rozdzielcza i kontrastowość były mniejsze. Kolejnym krokiem była produkcja błon na bazie celulozy, które były wytwarzane w postaci dużych płacht. Przed wykonaniem zdjęcia należało odciąć odpowiedniej wielkości fragment, jednak podczas tej czynności emulsja pokrywająca błonę łatwo ulegała zniszczeniu oraz łuszczyła się. Początkowo podłoże błony stanowił łatwopalny i wybuchowy azotan celulozy, dopiero w 1924 r. firma Kodak wyprodukowała bardziej bezpieczną błonę na bazie octanu celulozy, która jednak marszczyła się i pleśniała podczas przechowywania. Pierwszy dostępny na rynku film przeznaczony do stomatologicznych zdjęć rentgenowskich został wyprodukowany przez firmę Eastman Kodak Company w 1913 r. W kolejnych jego generacjach dążono do zwiększenia czułości i zmniejszenia dawki promieniowania dla pacjenta oraz poprawy jakości obrazu. W 1923 r. firma Kodak wprowadziła na rynek filmy o czułościach regular i ekstra fast. W 1955 r. powstał film Ultra-speed, dzięki któremu uzyskano czterokrotne zmniejszenie dawki promieniowania dla pacjenta. Następnym etapem było wprowadzenie w 1960 r. przez firmę DuPont do produkcji błon podłoża poliestrowego, sztywniejszego i pochłaniającego mniej wody. Zastąpiło ono podłoże celulozowe. Kolejne 50-procentowe zmniejszenie dawki promieniowania firma Kodak uzyskała dzięki wyprodukowaniu w 1994 r. filmu Ekta-speed [12].

Rozwój technologii daje obecnie możliwości coraz szerszego i lepszego wykorzystania promieniowania odkrytego ponad 115 lat temu przez profesora Roentgena. W drugiej połowie XX w. za sprawą Sir Godfreya Newbolda Hounsfielda i tomografii komputerowej poznano obrazowanie trójwymiarowe, a od lat 80. – cyfrowe zapisy obrazów rentgenowskich na płytach pamięci. Dzisiejsze odkrycia będą za parę lat tworzyły ciąg dalszy tej historii. Nie można jednak zapomnieć o poświęceniu i męczeńskiej śmierci pierwszych radiologów, ofiar promieni X.

Piśmiennictwo

- [1] FORRAI J.: History of x-ray in dentistry. *Rev. Clin. Pesq. Odontol.* 2007, 3, 205–211.
- [2] LESZCZYŃSKI S.: Historia radiologii polskiej na tle radiologii światowej. *Med. Prakt.* Kraków 2000.
- [3] FIELDS RT JR, GOAZ PW.: Notes on the history of dental radiology. *Tex. Dent. J.* 1995, 112, 15–22.
- [4] CAMPBELL D.J.: A brief history of dental radiography. *N. Z. Dent. J.* 1995, 91, 127–133.
- [5] RUPRECHT A.: Oral and maxillofacial radiology: then and now. *J. Am. Dent. Assoc.* 2008, 139, 5S–6S.
- [6] BOBER-MOKEN I, PEREZ R.S.: Historic insights on dental radiography. *Bull. Hist. Dent.* 1986, 34, 13–27.
- [7] JACOBSON P.H., FEDRAN R.J.: Making darkness visible: the discovery of X ray and its introduction to dentistry. *J. Am. Dent. Assoc.* 1995, 126, 1359–1367.

- [8] GIBBS S.J.: Radiology: closing a century, opening a millennium. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 1996, 81, 603–606.
- [9] LANGLAND O.E., LANGLAIS R.P.: Early pioneers of oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 1995, 80, 496–511.
- [10] GLENNER R.A.: 80 years of dental radiography. *J. Am. Dent. Assoc.* 1975, 90, 549–563.
- [11] ENNIS L.M.: A resume of roentgenology. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1962, 15, 680–692.
- [12] FROMMER H.H.: The history of dental radiology. *Tex Dent J.* 2002, 119, 416–421, 423.

Adres do korespondencji:

Joanna Krzyżostaniak
Klinika Stomatologii Zachowawczej
i Periodontologii UM
60-812 Poznań
ul. Bukowska 70
e-mail: asia_krzyzostaniak@o2.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 22.03.2011 r.

Po recenzji: 11.04.2011 r.

Zaakceptowano do druku: 16.05.2011 r.

Received: 22.03.2011

Revised: 11.04.2011

Accepted: 16.05.2011