



Artefakty w radiografii

Artifacts in radiography

Łukasz Brandt, Eliza Borkowska, Izabela Herman-Sucharska

Zakład Elektroradiologii WNZ Collegium Medicum UJ, ul. Michałowskiego 12, 31-126 Kraków, tel.: +48 12 634 33 97, e-mail: lukasz.brandt@uj.edu.pl

Wprowadzenie

Od pierwszych dni istnienia radiologia boryka się z artefaktami na obrazach rentgenowskich. Pierwsze zdjęcie rentgenowskie człowieka, wykonane przez Wilhelma Roentgena (zdjęcie ręki jego żony Berty) w 1896 roku, zawiera artefakt w postaci uwidocznionego na jednym z palców pierścienia (Rys. 1).



Rys. 1 Zdjęcie rentgenowskie ręki Berty Roentgen
Źródło: <https://news.stanford.edu/news/2008/february13/med-imaging-021307.html>.

Określenie artefakt (łac. *arte factum*; od: *arte* – sztuka; *factum, facio, facere* – czynić) znaczy dosłownie „sztucznie wykonane”. Zatem artefakt jest czymś sztucznym, dziełem człowieka niewystępującym naturalnie w przyrodzie.

W odniesieniu do diagnostyki obrazowej artefaktem nazwiemy zatem każdy element obrazu radiologicznego, nieodpowiadający żadnej ze struktur anatomicznych, powstały w wyniku technicznych problemów urządzenia lub wprowadzony do obrazu na skutek zewnętrznych czynników.

Artefakty na obrazach rentgenodiagnostycznych można podzielić na trzy podstawowe grupy: pochodzące od sprzętu, od metody otrzymywania obrazu i od pacjenta. Dwie ostatnie mają podłoże czysto techniczne i mogą dawać najbardziej ciekawe i spektakularne efekty.

Artefakty o podłożu sprzętowym

Anomalie obrazu wynikające z konstrukcji urządzenia czy praw fizycznych, w oparciu o które ono funkcjonuje, są nieuniknione. Świadomość ich istnienia jest kluczowa do zmniejszania ich negatywnego wpływu na końcowy obraz, a znajomość zjawisk, z których wynikają, niejednokrotnie pozwala wykorzystać anomalie do uzyskania lepszego obrazu.

336

Streszczenie

Wdobie dzisiejszych aparatów rentgenowskich wykonanie idealnego zdjęcia radiologicznego może wydawać się prostym zadaniem. Jednak nawet najbardziej doświadczeni technicy elektroradiologii pracownicy w swojej praktyce spotykają problem artefaktów na obrazach. Ich wystąpienie niejednokrotnie utrudnia lub uniemożliwia postawienie właściwej diagnozy, przez co badania takie muszą być powtarzane, prowadząc do zwiększenia narażenia pacjenta na promieniowanie jonizujące. Znajomość charakterystycznych cech poszczególnych typów artefaktów oraz źródeł ich powstawania jest kluczem do uzyskania poprawnych, diagnostycznych obrazów.

Słowa kluczowe: radiografia, artefakty, błędy techniczne

Abstract

In the age of today's X-ray machines, taking the perfect image may seem like a simple task. However, even the most experienced radiographers face the problem of artifacts in the X-ray images in their practice. Their occurrence often makes it difficult or impossible to make a proper diagnosis, therefore such tests must be repeated, leading to an increased patient's exposure to ionizing radiation. Knowing the characteristic features of types of artifacts and the sources of their formation is the key to obtaining correct, diagnostic images.

Key words: radiography, artifacts, technical errors

otrzymano / received:

06.10.2020

poprawiono / corrected:

26.10.2020

zaakceptowano / accepted:

02.11.2020

Efekt utwardzania anody (ang. *heel effect*) – wzajemne ułożenie katody i anody w lampie rentgenowskiej warunkuje zjawisko, w którym wiązka promieniowania nie jest jednorodna. Natężenie wiązki jest niższe od strony anody i stopniowo wzrasta w kierunku katody. Efekt ten jest najlepiej zauważalny w badaniach mammograficznych. W klasycznej mammografii pierś do badania ułożona jest w taki sposób, że część piersi znajdująca się bliżej klatki piersiowej znajduje się w obszarze wiązki promieniowania o wyższej intensywności. W miarę oddalania się od klatki piersiowej w kierunku brodawki sutkowej, czyli w kierunku zgodnym ze zmniejszającą się gęstością piersi, przesuwamy się w obszar wiązki o niższej intensywności. Taki sam efekt może również występować w zdjęciach kostnych. Na rysunku 2 przedstawiono radiogram kończyny dolnej wykonany w dwóch położeniach lampy: z lewej z lampą ułożoną w taki sposób, że katoda, a w efekcie część wiązki o wyższej intensywności, znajdowała się powyżej proksymalnej części kości udowej oraz po prawej z katodą w dystalnej części kości udowej.



Rys. 2 Zestawienie radiogramów ukazujących efekt utwardzania anody
Źródło: Materiał własny.

Off-focus radiation – artefakt generujący rozmycie obrazu spowodowane promieniowaniem pochodzącym z elektronów „odbitych” i trafiających w anodę poza obszarem właściwego ogniska. W efekcie powyższego zjawiska możemy otrzymać obraz, który wygląda jak poruszony, a w rzeczywistości jest nałożeniem obrazu zasadniczego i jego kopii o znacznie niższej intensywności, przesuniętej przestrzennie na rejestratorze obrazu względem oryginału (Rys. 3).

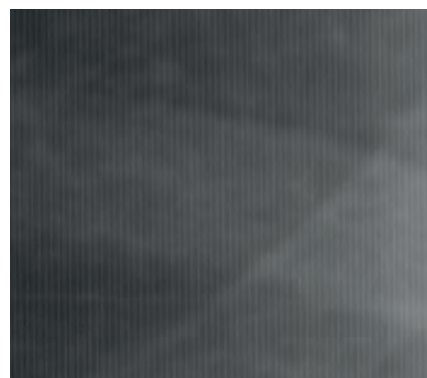
Podobny do powyższego efekt daje artefakt ogniska rzeczywistego ujawniający się jako rozmycie obrazu wywołane faktem, że katoda lampy rtg nie jest nieskończenie małym punktem w przestrzeni, ale posiada swoje rzeczywiste wymiary. Należy pamiętać, że standardowo podawany wymiar ogniska, np. 0,6 mm dotyczy średnicy/wymiaru poprzecznego spirali ogniska. Żarnik ogniska posiada jeszcze dodatkowo jakąś długość, która przykładowo może wynosić ok. 1,2 mm, a dla ogniska



Rys. 3 Przykład radiogramu w projekcji bocznej czaszki z widocznym efektem *Off-focus*
Źródło: <https://slideplayer.com/slide/8064943/>.

o nominalnym rozmiarze 1 mm jego długość może wynosić nawet 2 mm. Rozmycie obrazu wywołane zbyt dużym ogniskiem jest zauważalne na obrazie poprzez znaczącą utratę możliwości rozróżniania drobnych szczegółów.

Artefakty sprzętowe mogą mieć także swoje źródło w uszkodzeniu, nieprawidłowym działaniu układu kratki ruchomej lub w niewłaściwym jej zastosowaniu. Najczęstszym uszkodzeniem kratki przeciwrozproszeniowej jest jej miejscowe zgniecenie, co powoduje lokalne zaburzenie struktury listków wewnątrz kratki i w efekcie objawia się na obrazie w postaci jasnego obszaru o gładkich brzegach. Zbyt wolno działający układ drgania kratki ruchomej lub wykonanie zdjęcia z bardzo krótkim czasem ekspozycji daje efekt uwidocznionych linii kratki na obrazie (Rys. 4).

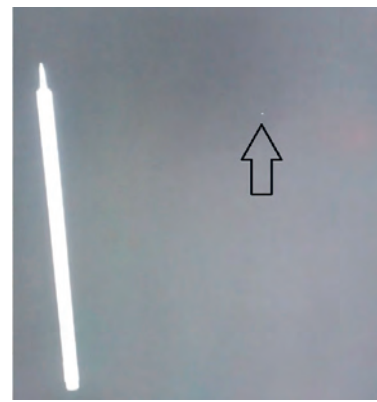


Rys. 4 Przykład zdjęcia RTG ukazującego widoczne linie kratki przeciwrozproszeniowej
Źródło: Materiał własny.

Prawidłowa i właściwie działająca kratka przeciwrozproszeniowa może również dawać artefakty wynikające z jej niewłaściwego zastosowania. Wykonanie zdjęcia ze zogniskowaną kratką przeciwrozproszeniową, przy zastosowaniu odległości ognisko-kratka znacząco odbiegającej od ogniskowej kratki, spowoduje widoczną utratę informacji na obrazie. Wówczas, mimo że wiązka promieniowania będzie obejmowała cały interesujący nas obszar, to do rejestratora obrazu dotrze tylko jej część, a ściślej mówiąc,



Rys. 5 Zestawienie przykładowych błędnych ustawień lampy RTG względem kratki przeciwrozproszeniowej oraz wywołane tym efekty na obrazie
Źródło: <https://slideplayer.com/slide/9936090/>.



Rys. 6 Przykład obrazu rentgenowskiego wykonanego z użyciem mammografu z widocznym uszkodzeniem detektora. Uwidoczniony na obrazie długopis posłużył do względnego określenia wielkości uszkodzenia
Źródło: Materiał własny.

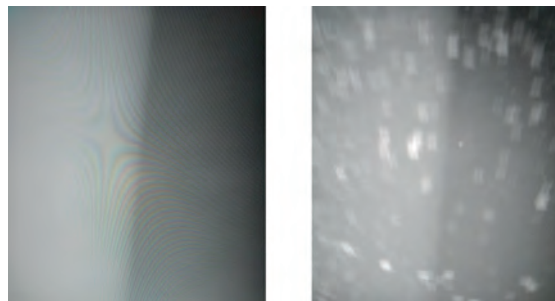
centralna część wiązki. W miarę oddalania się od środka obrazu będziemy mieli do czynienia z narastającym zanikiem obrazu przyjmującym formę dwóch jasnych symetrycznych pasów, równoległych do przebiegu listków w kratce przeciwrozproszeniowej.

Podobnie, wykonanie zdjęcia z kratką zogniskowaną z użyciem lampy w taki sposób, że oś wiązki pierwotnej tworzyć będzie z powierzchnią kratki kąt znacząco odbiegający od kąta prostego, spowoduje uwidocznienie tylko wąskiego pasa z całości obrazu. Rysunek 5 przedstawia zestawienia nieprawidłowych ułożeń lampy w stosunku do kratki przeciwrozproszeniowej i efekty, jakie mogą one wywołać.

W dobie cyfrowych detektorów obrazu takie artefakty, jak zabrudzenia, zarysowania filmu czy uszkodzenia ekranu wzmacniającego ustąpiły artefaktom wynikającym z konstrukcji systemów cyfrowych. Najczęściej spotykanym jest występowanie tzw. martwych (uszkodzonych) pikseli (*bad piksel*), które objawia się w postaci słabo widocznych pojedynczych jasnych punktów (Rys. 6) lub – lepiej widocznych – ich skupisk. Technologia cyfrowa pozwala na maskowanie tego typu artefaktów na obrazie za pomocą nakładania na nie ciemnych obszarów, lecz zabieg taki powoduje, że w miejscu maskowania dochodzi do całkowitej utraty informacji diagnostycznej.

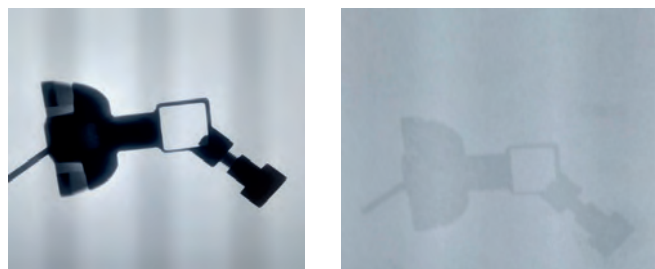
Cyfrowe detektory są bardzo czułe na czynniki środowiskowe i wymagają specjalistycznej kalibracji, niwelującej niejednorodności detektora, czyli różnice w czułości w poszczególnych jego obszarach. Nieprawidłowo przeprowadzana kalibracja rzutuje na obraz w postaci jasnych lub ciemnych, zazwyczaj prostokątnych, obszarów. Na rysunku 7 przedstawiono przykład artefaktu wynikającego z błędnej kalibracji detektora. Podczas kalibrowania wzmocnień poszczególnych pikseli część wiązki promieniowania była przystońięta, co wprowadziło na stałe podział obrazu na dwie strefy. Natomiast po prawej stronie ryciny zamieszczono ciekawy przypadek dla tego samego urządzenia, gdzie dodatkowo oprócz stref wywołanych niewłaściwą kalibracją na obrazie widoczne są białe, rozmyte struktury, które wydają się rozciągać w miarę zbliżania się do górnej krawędzi zdjęcia.

Efekt ten wynika z nalożenia artefaktu niewłaściwej kalibracji detektora z rzutowaniem na obraz metalowych opiłków, które przylgnęły do powierzchni lustra optycznego znajdującego się wewnątrz kolimatora.



Rys. 7 Zestawienie obrazów rentgenowskich: z widocznym artefaktem obrazu wynikającym z błędnej kalibracji – po lewej, z nalożeniem dwóch niezależnych typów artefaktów – błędnej kalibracji i rzutowana zanieczyszczeń w kolimatorze na obraz rentgenowski – po prawej
Źródło: Materiał własny.

W urządzeniach z cyfrowymi detektorami obrazu należy zwracać uwagę, czy na obrazie nie powstają tzw. duchy. Efekt ten polega na tym, że obraz jakiejś struktury lub jej zarys może pojawić się na kolejnym obrazie rentgenowskim wykonanym przy pomocy danego urządzenia. Na rysunku 8 zamieszczono przykład obrazu rentgenowskiego elementu mocowania akcesoriów do stołu



Rys. 8 Obraz rentgenowski elementu metalowego – po lewej oraz jego „duch” podczas kolejnej ekspozycji – po prawej
Źródło: Materiał własny.

operacyjnego (po lewej) oraz zdjęcie pustego detektora w celu oceny jednorodności obrazu, na którym można zaobserwować pozostałości z obrazu wykonanego wcześniej (po prawej).

Artefakty związane z metodologią tworzenia obrazu

Sama metoda powstawania obrazu radiologicznego niesie z sobą wiele zmiennych, które mogą wpływać na jakość otrzymanego obrazu.

Często spotykanym powodem powtarzania badania jest niewłaściwy dobór parametrów ekspozycji. Nie jest to artefakt, tzn. nie mamy do czynienia z widocznym na obrazie elementem, który nie ma odzwierciedlenia w rzeczywistości, lecz z utratą danych na obrazie, co jest niewątpliwie niepożądane. Systemy cyfrowe pozwalają wiele takich błędów zatuszować, umożliwiając postprocessing, który bardzo często pozwala „uratować” rentgenogram bez konieczności jego powtarzania. Niewłaściwie dobranym parametrem będzie zarówno źle ustawione napięcie ekspozycji czy niewłaściwie wybrana komora systemu AEC. Kolejny artefakt powodujący utratę danych może być spowodowany przez niewłaściwe ułożenie pacjenta względem systemu AEC.

Artefakty, których źródłem jest pacjent i jego otoczenie

Najczęściej spotykane typy artefaktów, których źródłem jest pacjent i jego najbliższe otoczenie, to artefakty związane z obecnością medycznych implantów/wszczerpów, wynikające z nieprawidłowego przygotowania pacjenta oraz pochodzenia ruchowego.

Ostatnio coraz więcej pacjentów posiada różnego rodzaju implanty medyczne. Są to np. metalowe szwy, stenty, cewniki, filtry wewnątrznaczyniowe, ortopedyczne śruby lub gwoździe, elektrody czy kardiowertery. Nie ma możliwości wyeliminowania obecności tych obiektów na obrazie, więc konieczne jest, aby lekarz oceniający badanie miał wiedzę, czy widoczny artefakt pochodzi od przedmiotu, który został celowo wszczepiony pacjentowi, czy jest to ciało obce, które nie powinno zostać uwidocznione w ciele badanego.

Na rysunku 9 przedstawiono rentgenogram jamy brzusznej z widocznymi szwami metalowymi – klipsami, na rysunku 10 standardowa fotografia dla porównania.

Urządzeniem często widocznym na obrazach rentgenowskich okolicy klatki piersiowej lub barku jest rozrusznik serca. Na rysunku 11 przedstawiono rentgenogram klatki piersiowej z typowym rozrusznikiem, a na rysunku 12 rozrusznik serca wewnątrzkomorowy, którego obraz rentgenowski może przypominać pocisk z broni palnej.

Na rysunku 13 przedstawiono rozrusznik wewnątrzkomorowy – po lewej oraz klasyczny – po prawej.

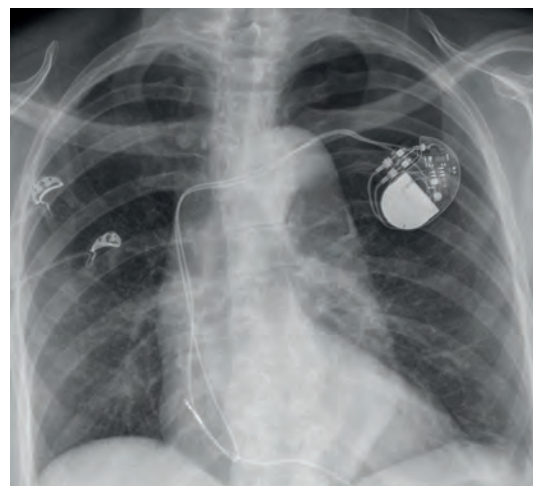
Wszelkiego rodzaju elementy aparatury medycznej wspomagającej pacjenta w procesie leczenia są uwidaczniane na obrazie



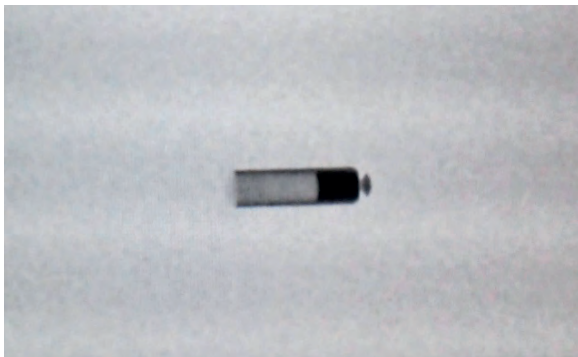
Rys. 9 Rentgenogram jamy brzusznej
Źródło: Materiał własny.



Rys. 10 Fotografia szwów brzucha
Źródło: <http://www.wikiradiography.net/photo/8458337/skin+staples>.



Rys. 11 Rentgenogram klatki piersiowej z widocznym rozrusznikiem serca
Źródło: Materiał własny.

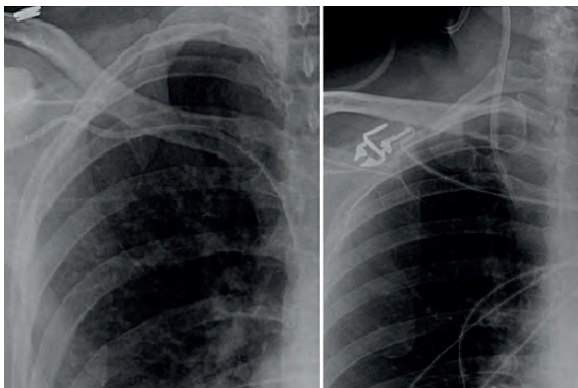


Rys. 12 Radiogram rozrusznika wewnątrzkomorowego
Źródło: Materiał własny.



Rys. 13 Po lewej rozrusznik serca wewnątrzkomorowy, po prawej standardowy rozrusznik serca
Źródło: Materiał własny.

radiologicznym. Widoczność elementów pomocniczych takich jak dreny, cewniki czy elektrody jest nieunikniona, a zwykle nawet wskazana. Często badanie radiologiczne wykonywane jest w celu lokalizacji lub kontroli położenia cewnika lub drenu wewnątrz pacjenta. Rysunek 14 przedstawia obraz rentgenowski z widocznym wkłuciem centralnym.



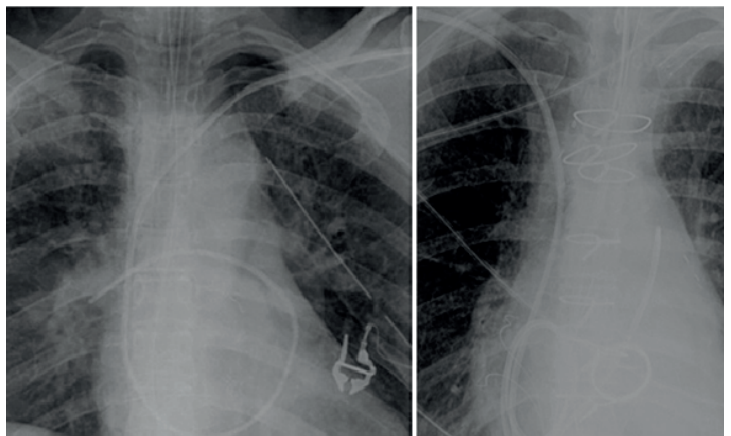
Rys. 14 Obraz rentgenowski przedstawiający wkłucie centralne. Po lewej wkłucie centralne podobojczykowe. Po prawej wkłucie centralne do kąta żylnego uwidaczniające również klips do mocowania elektrody EKG
Źródło: Materiał własny.

Cewniki lub sondy żywieniowe mogą ulegać uszkodzeniom. Diagnostyka rentgenowska pozwala na ocenę stanu technicznego bez potrzeby usuwania ich z jam pacjenta. Na rysunku 15 przedstawiono oderwany fragment cewnika w prawym przedsionku i lewej tętnicy płucnej.



Rys. 15 Oderwany fragment cewnika w prawym przedsionku, oznaczony białymi prostokątami (obraz A) i lewej tętnicy płucnej oznaczony czarnymi prostokątami (obraz B)
Źródło: Materiał własny.

Rentgenogramy klatki piersiowej wykonywane w celach lokalizacji i oceny stanu drenów lub cewników w jednoznaczny sposób uwidaczniają oceniane elementy na tle struktur anatomicznych pacjenta. Wynika to z tego, że ciemny obraz nisko absorbujących promieniowanie rentgenowskie płuc stanowi dobrze kontrastujące tło dla syntetycznych elementów drenów czy cewników. Rysunek 16 przedstawia obecność cewników na tle obrazu klatki piersiowej pacjenta.



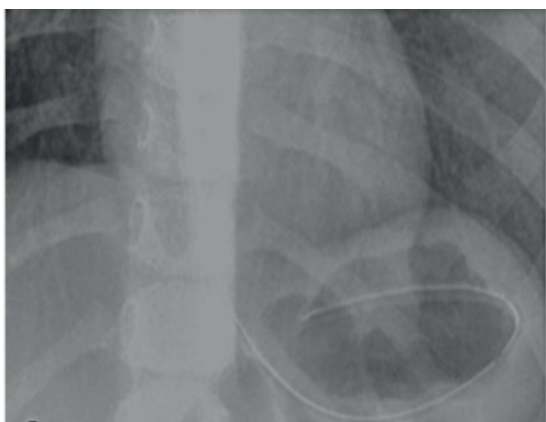
Rys. 16 Obrazy rentgenowskie uwidaczniające cewniki płucne. Z lewej cewnik w tętnicy płucnej, z prawej cewnik płucny z nieprawidłową pętlą w prawej komorze serca
Źródło: Materiał własny.

Wiele elementów umieszczanych w ciele pacjenta w celach terapeutycznych, których prawidłowe położenie jest właściwe dla procesu leczenia, posiada dodatkowe elementy promieniochłonne, które znacząco kontrastują z otoczeniem tkanek pacjenta. Przykładowo żywieniowe sondy nosowo-żołądkowe posiadają na swoim końcu drobny element uwidaczniający się na obrazie rentgenowskim w postaci jasnego punktu. Element ten pozwala na ocenę położenia końca sondy, a co za tym idzie – umożliwia odpowiedź na pytanie, czy sonda znajduje się faktycznie w żołądku pacjenta, a nie np. w oskrzeliu. Sondy do karmienia czy cewniki często wyposażone są w tzw. linię kontrastującą na całej swojej długości (Rys. 17).



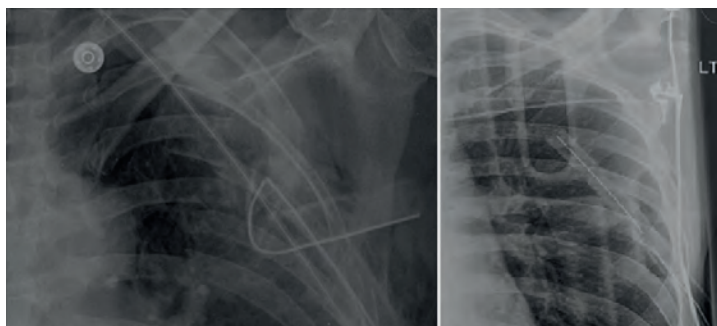
Rys. 17 Fotografia sondy do karmienia typu RTG z widoczną linią kontrastującą na całej długości
Źródło: Materiał własny.

Cecha ta umożliwia ocenę ułożenia drenu na całej jego długości i wykluczenie niedrożności wynikającej np. z zagięcia lub splątania samego drenu. Rysunek 18 przedstawia obraz rentgenowski z widoczną sondą do karmienia w żołądku pacjenta.



Rys. 18 Obraz rentgenowski z widoczną sondą do karmienia
Źródło: Materiał własny.

Elementy kontrastujące w drenach lub cewnikach często umożliwiają ocenę parametrów, których bez tego nie udałoby się łatwo sprawdzić. Rysunek 19 przedstawia zagięty dren opłucnowy – obraz z lewej strony, oraz dren opłucnowy w prawidłowym ułożeniu – obraz po prawej.



Rys. 19 Obrazy rentgenowskie uwidaczniające dren opłucnowej wyposażony w dodatkowy element metalowy ułatwiający ocenę. Po lewej dren opłucnowy zagięty w tkankach miękkich, po prawej dren opłucnowej w prawidłowej pozycji
Źródło: Materiał własny.

W badaniu radiograficznym ważne jest także właściwe przygotowanie pacjenta. Złe przygotowanie lub całkowite nieprzygotowanie pacjenta np. do zdjęcia urograficznego lub klasycznego zdjęcia brzucha spowoduje – mimo doboru właściwych parametrów i wykonania ekspozycji na najnowocześniejszym, w pełni sprawnym sprzęcie – że nie osiągniemy właściwego rezultatu. Uwidocznione na tak wykonanym zdjęciu masy katłowe czy gazy spowodują konieczność powtórzenia ekspozycji po właściwym przygotowaniu pacjenta, co może nastąpić np. za dzień lub dwa. Zalegające w jelitach gazy generują na obrazie ciemne plamy mogące przystąpić istotne podczas diagnozy struktury (Rys. 20). W związku z tym konieczne jest podanie pacjentowi w odpowiednim czasie przed badaniem substancji odgazowującej.

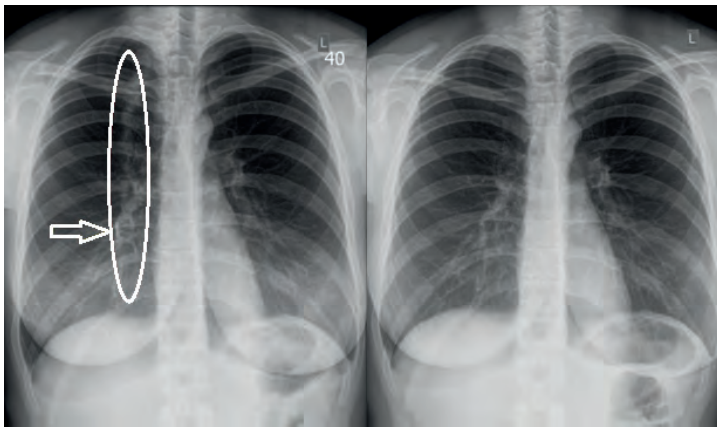


Rys. 20 Radiogram jamy brzusznej z widocznymi ciemnymi plamami odpowiadającymi obecności dużej ilości gazów w jelitach
Źródło: Materiał własny.

Wyjątkiem są przypadki tzw. ostrego brzucha, gdy badanie rentgenowskie jest wykonywane w trybie pilnym, bez wcześniejszego przygotowania pacjenta.

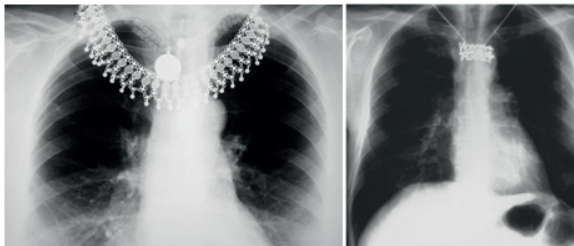
W zakres czynności związanych z przygotowaniem pacjenta do wykonania zdjęcia rentgenowskiego wchodzi m.in. usunięcie z obszaru badania wszelkiego rodzaju elementów mogących generować artefakty na obrazie. Chodzi tutaj o zewnętrzne elektrody, biżuterię, akcesoria do włosów, elementy odzieży.

Szczególną uwagę podczas przygotowania pacjenta należy zwrócić na usunięcie wszelkiego rodzaju akcesoriów do włosów. Na rysunku 21 przedstawiono radiogramy klatki piersiowej pacjentki. Podczas pierwszej ekspozycji posiadała zapleciony warkocz, a na jego końcu znajdowała się gumka do włosów z metalowym elementem łączącym (rycina 21 po stronie lewej) – widoczny jest wyraźnie element metalowy gumki do włosów (oznaczony strzałką) oraz cień mogący odpowiadać zmianie chorobowej, a będący w rzeczywistości nalożeniem się obrazu płuc i splecionych w warkocz włosów (oznaczone owalem). Na rysunku 21, po stronie prawej radiogram powtórzonego badania, na którym widoczne wcześniej struktury nie występują.

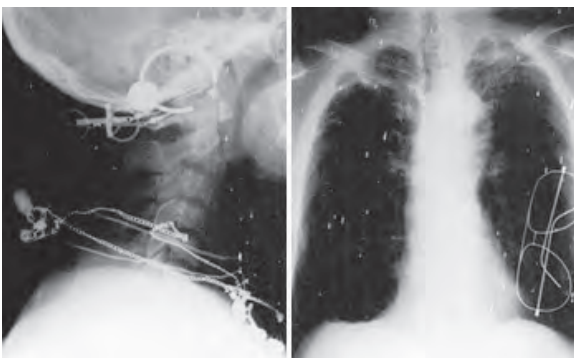


Rys. 21 Zdjęcie klatki piersiowej z widocznym warkoczem i elementem metalowym gumki do włosów – po lewej oraz bez widocznych artefaktów – po prawej
Źródło: Materiał własny.

Wszelkiego rodzaju biżuteria czy odzież również może być źródłem artefaktów na obrazie radiologicznym i wymaga usunięcia na czas badania. Nawet niepozorne elementy ozdobne na odzieży i bieliźnie takie jak: cekiny, ozdobne nici czy guziki należy usunąć przed badaniem. Na rysunkach 22 i 23 przedstawiono przykładowe radiogramy uwidaczniające różnego rodzaju ozdoby. Dla lekarza oceniającego obraz jest oczywiste, że tego rodzaju elementy nie są efektem zmian chorobowych, ale mogą przysłaniać inne istotne diagnostycznie struktury.



Rys. 22 Radiogramy klatki piersiowej z widocznym naszyjnikiem
Źródło: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chest_X-ray_1300274_cr.jpg.



Rys. 23 Radiogram kręgosłupa szyjnego w projekcji bocznej z widocznymi licznymi ozdobami
Źródło: <https://slideplayer.com/slide/4563749/>.

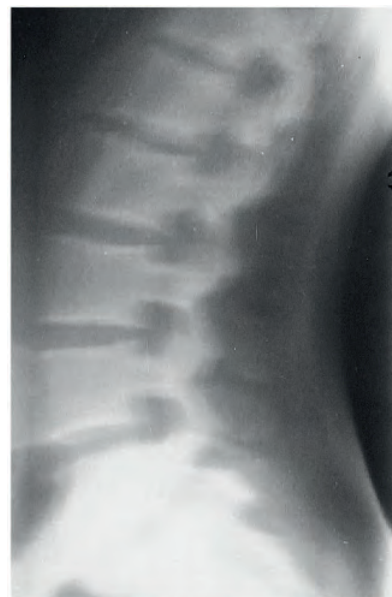
W czasie przeprowadzania badania radiologicznego ważna jest również właściwa współpraca z pacjentem. Przede wszystkim należy dokładnie wytłumaczyć, na czym ma polegać badanie.

Pozwala to uniknąć potencjalnych artefaktów ruchowych lub ułożeniowych, a w konsekwencji konieczności powtarzania ekspozycji. Podstawą jest zapewnienie komfortu, tak aby wymuszona pozycja ciała nie spowodowała potrzeby ruchu. Należy stosować odpowiednie podkładki czy poduszki i przy tym pamiętać, aby akcesoria te nie znajdowały się bezpośrednio w polu obrazowania, ponieważ wtedy staną się źródłem artefaktów.

Aby uniknąć poruszenia pacjenta stosuje się również podtrzymanie czy przytrzymanie przez personel/rodzinę. Postępowanie to nie powinno być nadużywane ze względu na ochronę radiologiczną tych osób. Pamiętać również należy o warunkach, jakie powinna spełniać osoba podtrzymująca pacjenta do badania. Zgodnie z polskim prawem może to być osoba, która została poinformowana o ryzyku i wyraziła na nie zgodę, została wyposażona w stosowne osłony przed promieniowaniem, jest pełnoletnia, nie jest w ciąży i nie należy do personelu na stałe narażonego na promieniowanie jonizujące (personel pracowni radiologicznej).

Poruszone zdjęcie rentgenowskie posiada te same cechy, co standardowe zdjęcie wykonane aparatem fotograficznym z niewłaściwą stabilizacją, czyli jest nieostre i ze szczegółami o niskiej ostrości. Taki obraz jest bardzo trudny do oceny przez lekarza radiologa i zazwyczaj pełna diagnoza wymaga powtórzenia badania.

Na rysunku 24 przedstawiono przykładowy radiogram kręgosłupa wykonany w projekcji bocznej, podczas wykonania którego doszło do poruszenia się pacjenta.



Rys. 24 Obraz rentgenowski (zdjęcie kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego w projekcji bocznej) poruszony
Źródło: <https://radiologykey.com/radiographic-artifacts/>.




Należy jednak pamiętać, że nieostrość ruchowa może zostać wywołana celowo – wówczas nosi miano: „przydatnego artefaktu” – i służy do celowego rozmazania na obrazie struktur anatomicznych mogących przystaniać interesującą nas okolicę.

Przykładem jest obrazowanie rentgenowskie obrótnika, gdy podczas wykonywania ekspozycji pacjent rusza zuchwą. Również tomografia klasyczna wykorzystuje możliwość kontrolowanego wywołania przydatnych artefaktów, gdzie w oparciu o zasady powstawania nieostrości ruchowej pozwala rozmazać obraz warstw, które nie są dla nas interesujące w danym momencie, przy jednoczesnym pozostawieniu warstwy, którą chcemy dokładnie zbliżać (bez sumacji elementów z sąsiednich warstw).

Podsumowanie

Zastosowanie najnowszych metod w diagnostyce obrazowej i rozwój aparatury rentgenowskiej przyczyniają się do uzyskiwania coraz to lepszych obrazów przy relatywnie niskim narażeniu

pacjenta na promieniowanie jonizujące. Mimo tego, iż ciało ludzkie staje się coraz bardziej transparentne dla nowoczesnej aparatury, to nie jest ona w stanie wyeliminować obecności niektórych artefaktów. Dlatego świadomość możliwości wystąpienia artefaktów na obrazie, znajomość ich pochodzenia i morfologii jest bardzo istotnym elementem w procesie tworzenia wartościowych diagnostycznie obrazów medycznych. 

Literatura

1. B. Pruszyński (red.): *Diagnostyka obrazowa. Podstawy teoretyczne i metodyka badań*, PZWL, Warszawa 2000.
2. Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 3 kwietnia 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej. Dz.U. 2017 poz. 884; <http://isap.sejm.gov.pl/>.
3. T.R. Yochum, L.J. Rowe: *Radiographic Artifacts, Essentials of skeletal radiology*, Lippincott Williams&Wilkins, Baltimore, 2005, 1079-1124.
4. T.K. Różyto, I. Różyto-Kalinowska: *Radiologia stomatologiczna*, wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa, 2007.
5. I. Różyto-Kalinowska, J. Burzyński, A. Michalska, A. Haliniak: *Najczęstsze błędy w technice radiograficznej i artefakty spotykane w radiografii stomatologicznej w materiale własnym*, Poradnik Stomatologiczny, 4, 2004, 13-20.
6. I. Różyto-Kalinowska, A. Michalska, T.K. Różyto: *A small atlas of technical errors and artefacts in intraoral radiography*, wyd. Czelej, Lublin, 2013.
7. Ch.M. Shetty, A. Barthur, A. Kambadakone, et al.: *Computed Radiography Image Artifacts Revisited*, American Journal of Roentgenology, 1(196), 2011, 37-47, <https://doi.org/10.2214/AJR.10.5563>.
8. A.I. Walz-Flannigan, K.J. Brossoit, D.J. Magnuson, et al.: *Pictorial Review of Digital Radiography Artifacts*, Imaging Physics, <https://doi.org/10.1148/rg.2018170038>.
9. L.J. Cesar, B. Schueler, F.E. Zink, et al.: *Artefacts found in computed radiography*, British Journal of Radiology 74(878), 2001, 195-202, <https://doi.org/10.1259/bjr.74.878.740195>.
10. H.E. Martz, Jr. C.M. Logan, D.J. Shneberg et al.: *X-Ray Imaging Systems: Fundamentals, Industrial Techniques and Applications*, CRC Press, Boca Raton, 2016, 341-342.
11. D.J. Bell, A. Shetty et al.: *X-ray artifacts*, <https://radiopaedia.org/articles/x-ray-artifacts>.
12. A.C Hacking, V. Shah et al.: *Abdominal x-ray artifacts*, <https://radiopaedia.org/articles/abdominal-x-ray-artifacts-summary>.

reklama

KONTROLA DAWEK




<http://dawki.ifj.edu.pl>

copyright © LADIS

**LABORATORIUM DOZYMETRII
INDYWIDUALNEJ I ŚRODOWISKOWEJ**

ul. Radzikowskiego 152 tel.: 12 662 84 57
31-342 Kraków fax: 12 662 81 58
e-mail: ladis@ifj.edu.pl

