



List do Redakcji. Kilka uwag o radiografii klatki piersiowej

Letter to the Editor. A few notes on chest radiography

Ewa Pasieka¹, Piotr Nowak²

¹ Pełnomocnik dyrektora ds. restrukturyzacji i standardów ochrony radiologicznej, Uniwersytecki Szpital Kliniczny, ul. Marii Skłodowskiej-Curie 24A, 15-276 Białystok, tel. +48 604 175 155, e-mail: ewapass@poczta.onet.pl

² Zakład Radiologii, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, ul. Marii Skłodowskiej-Curie 24A, 15-276 Białystok

Z zainteresowaniem przeczytaliśmy artykuł H. Mizgalskiej-Traczyk i wsp. *Porównanie parametrów ekspozycji do zdjęcia klatki piersiowej dorosłych pacjentów przyjętych na oddział ratunkowy Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie z parametrami zawartymi w Procedurach Wzorcowych (Prawo atomowe – Dz.U. z 2014 r.)*, który ukazał się w „Inżynierze i Fizyku Medycznym” vol. 8, nr 5 z 2019 roku [1]. Zastępuje on na uwagę ze względu na przeprowadzoną analizę techniki radiografii klatki piersiowej (RTG KLP) w materiale własnym. Prezentujemy stanowisko, że każde wnikliwe rozpatrzenie i opis warunków udzielania świadczeń zdrowotnych z wykorzystaniem promieniowania rentgenowskiego pozwala na zrozumienie zależności pomiędzy licznymi zmiennymi. Zastanowiliśmy się nad zaleceniami i wnioskami stawianymi przez autorów, co skłoniło nas do weryfikacji argumentów na podstawie analizy piśmiennictwa.

Autorzy rekomendują wykonanie radiografii klatki piersiowej w pozycji leżącej zgodnie z zapisami w procedurze wzorcowej. Zalecenie głównie odnosi się do praktyki techniki promieni twardych. Autorzy zwracają uwagę, że ograniczeniem mogą być możliwości techniczne aparatu rentgenowskiego [1]. Analizując zapisy w procedurze wzorcowej – radiografia, klatka piersiowa,

w pozycji leżącej, 1 projekcja (4.108), dostrzegamy błąd w zakresie rekomendacji prawej komory systemu automatyki ekspozycji (ang. *automatic exposure control*, AEC). Podczas pozycjonowania pacjent leży na plecach, a zdjęcie rentgenowskie wykonywane jest w projekcji przednio-tylnej (anterior-posterior, AP). W zależności od kalibracji systemu automatycznej ekspozycji danego aparatu rentgenowskiego technik elektroradiologii¹ wybiera lewą komorę lub obie oboczne – lewą i prawą. Osoba wykonująca radiografię powinna znać uwarunkowania techniczne obrazowania i przed ekspozycją upewnić się, czy wybrany program narządowy i/lub parametry ekspozycji odpowiadają pozycjonowaniu (Rys. 1) [3, 4]. Analizując zapisy w procedurach wzorcowych radiografii klatki piersiowej, zwraca uwagę pominięciu możliwości wyboru wariantu obu komór podczas badań: *radiografia, klatka piersiowa, jedna projekcja (PA) ICD-9 87.440.106* oraz *radiografia, klatka piersiowa, przytóżkowe, jedna projekcja (AP) ICD-9 87.440.108* (tabela 1).

¹ Technik elektroradiologii – osoba posiadająca tytuł technika elektroradiologii lub dyplom ukończenia studiów wyższych na kierunkach kształcących w zakresie elektroradiologii i tytuł zawodowy licencjata lub magistra [2].

10

Streszczenie

Z zainteresowaniem przeczytaliśmy artykuł H. Mizgalskiej-Traczyk i wsp. *Porównanie parametrów ekspozycji do zdjęcia klatki piersiowej dorosłych pacjentów przyjętych na oddział ratunkowy Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie z parametrami zawartymi w Procedurach Wzorcowych (Prawo atomowe – Dz.U. z 2014 r.)*. Zastanawialiśmy się nad zaleceniami i wnioskami stawianymi przez autorów, co skłoniło nas do weryfikacji argumentów na podstawie analizy piśmiennictwa. Odwołujemy się do kilku aspektów, np. automatycznej kontroli ekspozycji, kolimacji, niskich i wysokich napięć anodowych w praktyce klinicznej.

Słowa kluczowe: radiografia, klatka piersiowa, automatyka ekspozycji, kolimacja

Abstract

We were very interested to read the article by H. Mizgalska-Traczyk et al. *Comparison of exposure parameters to chest X-ray of adults patients admitted to the emergency department of the University Hospital in Cracow with parameters contained in the Standard Protocols (Atomic Law in Official Journal of 2014)*. We considered the recommendations and conclusions made by the authors, which prompted us to verify the arguments based on an analysis of the literature. We refer to several aspects, for example: automatic exposure control, collimation, low vs. high tube voltages in clinical practice.

Key words: chest radiography, automatic exposure control, collimation

otrzymano / received:

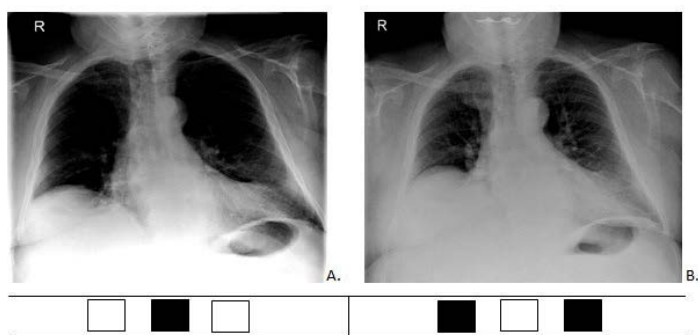
16.01.2020

poprawiono / corrected:

23.01.2020

zaakceptowano / accepted:

03.02.2020



Rys. 1 Działanie systemu AEC podczas rentgenodiagnostyki klasycznej klatki piersiowej w projekcji PA (aparatury RTG Axiom Aristos Siemens). A. Komora środkowa – wybór programu KLP LAT. B. Obie komory boczne – wybór programu KLP PA.

Źródło: Opracowanie własne. Radiogramy z archiwum Zakładu Radiologii Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku.

Mając na względzie zasady wykonywania radiografii klatki piersiowej w gabinecie rentgenowskim, trzeba uznać, że wybór pozycjonowania pacjenta (pozycja pozioma vs. pionowa) i techniki (wysokie napięcie vs. niskie) związane są ze stanem klinicznym pacjenta i potrzebami diagnostyki obrazowej (pytanie stawiane przez klinicystę).

Przy wyborze napięcia anodowego, podczas RTG KLP, pierwszym podstawowym czynnikiem, jaki należy uwzględnić, jest zdolność penetracji wiązki [6]. Jakość obrazowania struktur anatomicznych znajdujących się za dużymi i gęstymi obiektami, a w przypadku radiografii klatki piersiowej aorty znajdującej się za mostkiem, związana jest z wyborem wyższego napięcia [7]. Wyraźne zobrazowanie cienia środkowego jest szczególnie istotne w przypadku tętniaków aorty w odcinku piersiowym i zmian obejmujących węzły chłonne (np. sarkoidozy). Moore i wsp. wykazali, że przy obrazowaniu tkanki płucnej z wykorzystaniem niskiego napięcia anodowego (60 kV) otrzymywano wyższy stosunek kontrastu do szumu (ang. *signal to noise ratio*, SNR) niż przypadku zastosowania promieniowania twardego (125 kV) oraz napięcia anodowego z zakresu 80-125 kV. Natomiast odwrotną zależność otrzymywano w przypadku żeber. W obrazowaniu cienia środkowego najniższy

SNR wykazano przy napięciu anodowym z zakresu 80-125 kV, a okolicę przepony 60-90 kV [8]. Najlepsza wizualizacja żeber następuje w zakresie 60-75 kV, dlatego w podejrzeniach złamań i zmian wrodzonych należy stosować przy wykonywaniu RTG KLP tzw. niskie wartości napięcia [9]. Ponadto zmiany patologiczne o małym stopniu przenikliwości promieniowania, takie jak przerzuty sklerotyczne, kostniaki i zwłóknienia popromienne wymagają zastosowania wyższych wartości napięcia anodowego, podczas gdy niższe wartości są użyteczne do uwidocznienia procesów takich jak osteoporoza, zapalenie kości i szpiku oraz zwyrodnienie stawów [10]. Niższe wartości należy zastosować również w przypadku podejrzanego rozszerzenia naczyń krążenia obocznego w przebiegu koarktacji aorty oraz neurofibromatozie, w których dochodzi do osteolitycznego ubytku krawędzi żeber [6].

W przypadku radiografii klatki piersiowej wyższe napięcie z jednocześnie prawidłowo dobraną filtracją dodatkową zalecane jest w przypadku pacjentów otyłych [11]. Różnicowanie cieni RTG KLP u pacjentów z wysokim wskaźnikiem masy ciała może być trudne. Obrazy radiograficzne takich osób cechują się także niską jakością ze względu na dużą ilość promieniowania rozproszonego [12]. Ze względu na znaczną badaną objętość występuje wydłużenie czasu ekspozycji, co nie tylko wpływa na wzrost dawki, ale i niższą jakość – zatarcie granic serca i tętu aorty. Należy bezwzględnie stosować kolimację obrazu, pamiętając, że u osób otyłych dominujący jest wymiar poprzeczny klatki piersiowej [13].

Kolimacja łączy się z centrowaniem. W przypadku nieprawidłowego ustalenia przez technikę elektroradiologii punktu padania promienia centralnego pole wiązki pierwotnej może być większe lub mniejsze niż obszar diagnostyczny zainteresowania (ang. *diagnostic region of interest*, ROI). W przypadku pierwszym skutkuje to niepotrzebnym narażeniem, w drugim – wzrasta prawdopodobieństwo powtórnej ekspozycji [14]. Radiogram ilustrujący zakres diagnostyczny RTG KLP prezentowany w publikacji Mizgałskiej-Traczyk i wsp. obejmuje znaczny obszar jamy brzusznej i częściowo dłonie, które podczas pozycjonowania pacjentka oparta

Tabela 1 Porównanie parametrów ekspozycji z procedur wzorcowych wybranych radiografii klatki piersiowej dorosłych pacjentów

Procedura wzorcowa [5]	Parametry ekspozycji							
	Napięcie [kV]	Ognisko [mm]	Filtracja całkowita [mm Al]	FFD [cm]	Komora AEC*	Czas [ms]	Czułość	Kratka
85. Radiografia, klatka piersiowa, jedna projekcja (PA) (4.117)	117-125	≤ 1,3	≥ 3,0	180 (140-200)	prawa	< 20	400	tak
88. Radiografia, klatka piersiowa, zdjęcie płuc techniką miękką (4.695)	60-80	≤ 1,3	≥ 3,0	180 (140-200)	prawa lub obie	< 40	400	tak
89. Radiografia, klatka piersiowa, w pozycji leżącej, 1 projekcja (4.108)	117-125	≤ 1,3	≥ 3,0	130 (100-150)	prawa lub obie	< 40	400	tak
90. Radiografia, klatka piersiowa, przytóżkowe, jedna projekcja (AP) (4.119)	70-100 100-120	≤ 1,3	≥ 3,0	100 (90-150)	lewa	≤ 20	400	nie tak

FFD (focus-film distance) – odległość ognisko-detektor obrazu

AEC (automatic exposure control) – automatyczna kontrola ekspozycji

* użycie AEC nie jest obligatoryjne




o biodra [1]. Tym samym zakres obrazowania wykracza poza ROI klasycznej radiografii klatki piersiowej w projekcji tylnoprzodniej.

Błąd kolimacji to podstawowa przyczyna uznania radiogramu jako odrzuconego [15]. Doświadczenia własne ośrodków wskazują na znaczne różnice. Zespół Okeji wykazał, że nieco więcej niż połowa (54,5%) analizowanych RTG charakteryzowała się nieprawidłowym ograniczeniem wiązki pierwotnej [16]. To znacznie więcej niż w badaniu Moi i wsp., którzy w ocenie 612 badań uznali, że tylko 7% z nich zawiera błąd kolimacji [17]. Błąd ten powinien być analizowany jako „za duże” i „za małe” pole obrazowania [18]. Szczegółowe ustalenie przyczyn odrzuceń i wdrożenie skutecznych działań zapobiegawczych znacząco wpływa na poprawę jakości wykonywanych radiogramów.

W przypadku radiografii klatki piersiowej w gabinecie rentgenowskim, jak i przy łóżku pacjenta możliwe jest wykorzystanie detektorów cyfrowych techniki bezpośredniej (ang. *digital radiography*, DR) lub pośredniej (ang. *computed radiography*, CR). Liczne analizy wskazują na przewagę DR w stosunku do CR w zakresie lepszej jakości radiogramu przy niższej dawce [19, 20, 21, 22]. Jednakże znaczna elastyczność obrazowania cyfrowego, np. możliwość obróbki poekspozycyjnej w zakresie kontrastu czy pola powierzchni, nakłada na techników, fizyków i radiologów szczególną odpowiedzialność za proces optymalizacji techniki radiografii. Do oceny wykonanych radiografii KLP należy używać różnych narzędzi, oprócz wspomnianej wcześniej analizy zdjęć odrzuconych, także monitorowania współczynnika ekspozycji i poziomu referencyjnego (ang. *diagnostic reference level*, DRL) [22].

Zgadza się z autorami, że znajomość czynników wpływających na narażenie pacjenta, jak i zależności pomiędzy nimi to podstawa właściwie przeprowadzonego obrazowania. W artykule wskazuje się na możliwość korzystania ze skopii przed radiografią jako zmiennej, która może wpłynąć na przekroczenie poziomu referencyjnego [1, 23]. Należy zwrócić uwagę, że DRL w radiografii wyznaczony jest dla określonego zdjęcia rentgenowskiego [2]. Potwierdzenie prawidłowości pozycjonowania danego pacjenta przed RTG KLP z wykorzystaniem fluoroskopii jest nieuzasadnione i stanowi praktykę stwarzającą dodatkowe narażenie, które często zostaje pominięte w rejestracji dawki badanej osoby [24, 25].

Przeprowadzona przez nas krótka analiza nie wyczerpuje całkowicie tak obszernego tematu, jakim jest radiografia klatki piersiowej. Mamy nadzieję, że pozostawione luki wypełnią na łamach tego periodyku inni autorzy. Istnieje bowiem tak wiele aspektów technicznych i klinicznych, których praktyczne zastosowanie może zostać poddane przeglądowi i wyjaśnieniom. 

Literatura

- H. Mizgalska-Traczyk, E. Borkowska, P. Malisz: *Porównanie parametrów ekspozycji do zdjęcia klatki piersiowej dorosłych pacjentów przyjętych na oddział ratunkowy Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie z parametrami zawartymi w Procedurach Wzorcowych (Prawo atomowe – Dz.U. z 2014 r.)*, Inżynier i Fizyk Medyczny, 8(5), 2019, 373-377.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (t. jedn. Dz.U. z 2017 r., poz. 884).
- W. Grabowski: *Aparatura rentgenowska*, [w:] B. Pruszyński (red.): *Diagnostyka obrazowa. Podstawy teoretyczne i metodyka badań*, PZWL, Warszawa 2014, 104-127.
- American College of Radiology, American Association of Physicians in Medicine, Society for Imaging Informatics in Medicine, Society for Paediatric Radiology: *ACR–AAPM–SIIM–SPR Practice parameter for digital radiography, Resolution 40, 2017*. [online] <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/Rad-Digital.pdf> [Data pobrania: 12.12.2019].
- Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 10 listopada 2015 r. w sprawie ogłoszenia wykazu wzorcowych procedur radiologicznych z zakresu radiologii – diagnostyki obrazowej i radiologii zabiegowej (Dz. Urz. Min. Zdrow. z 2015 r., poz. 78).
- W. Huda, R.B. Abrahams: *Radiographic techniques, contrast and noise in X-ray imaging*, AJR, 204(2), 2015, W126-W131.
- A.V. Vodovatov, I.G. Kamishanskaya, A.A. Drozdov, C. Bernhardsson: *Quality assessment of digital X-ray chest images using an anthropomorphic chest phantom*, Journal of Physics, Conf Series, 808, 2017, 012009.
- C.S. Moore, A.W. Beavis, J.R. Saunderson: *Investigation of optimum X-ray beam tube voltage and filtration for chest radiography with a computed radiography system*, Br J radiol, 84(970), 2008, 771-777.
- D. Wormanns (red.): *Diagnostic imaging of the chest*, Thieme, Stuttgart, New York, Delhi Rio de Janeiro 2020.
- H. Ostensen, G. Inggolfsdottir (red.): *Basics of radiation protection for everyday use. How to achieve ALARA: Working Tips and Guidelines*, World Health Organization, Malta 2004.
- M. Uffmann, C. Schaefer-Prokop: *Digital radiography: The balance between image quality and required radiation dose*, European Journal of Radiology, 72(2), 2009, 202-208.
- A. Reynolds: *Obesity and medical imaging challenges*, Radiol Technol, 82(3), 2011, 219-239.
- M.J. Modica, K.M. Kanal, M.L. Gunn: *The obese emergency patient: imaging challenges and solutions*, RadioGraphics, 31(3), 2011, 811-823.
- B. Hofmann, T.B. Rosanowsky, C. Jansen, K.H.C. Wah: *Image rejects in general direct digital radiography*, Acta Radiol Open, 4(10), 2015, 2058460115604339.
- O.D. Osahon, O.I. Asemota, B.O. Olajide, O.J. Igbinovia: *Analysis of rejected films of selected examination in a tertiary radiodiagnostic center in Benin City, Edo State, Nigeria*, Paljo Journal of Medicine and Medical Science, 2016, 3(1), 38-41.
- M.C. Okeji, A.M. Anakwue, K. Agwuna: *Radiation exposure from diagnostic radiography: an assessment of X-ray beam collimation practice in some Nigerian hospitals*, Internet Journal of Medical Update, 2010, 5(2), 31-33.
- A.S. Moi, Z. Ado, J.D. Zira, S. Shem, N. Ginkanwa, F. Malgwi, P. Ogenyi, M.S. Umar: *Assessment of collimation on adult plain chest radiographs as a radiation protection measure in a Nigerian Teaching Hospital*, The Pacific Journal of Science and Technology, 18(1), 2017, 308-312.
- O.S. Alahmadi, A.A. Alrehaili, M.B. Gameraddin: *Evaluation of reject analysis of chest radiographs in diagnostic radiology*, American Journal of Diagnostic Imaging, 5(1), 2019, 4-8.
- C. Schaefer-Prokop, U. Neitzel, H.W. Venema, M. Uffmann, M. Prokop: *Digital chest radiography: an update on modern technology, dose containment and control of image quality*, Eur Radiol., 18(9), 2008, 1818-1830.
- C.R. Audin, S. Aran, V.V. Muse, G.F. Abbott, J.B. Ackman, A. Sharma, C.C. Wu, M.K. Kalra, T.C. McCloud, J.O. Shepard, F.J. Fintelmann, M.D. Gilman MD: *Bedside chest radiographs in the intensive care setting: wireless direct radiography compared to computed radiography*, Curr Probl Diagn Radiol, 47(6), 2018, 397-403.
- S. Schalekamp, B. van Ginneken, N. Karssemeijer, C.M. Schaefer-Prokop: *Chest radiography: new technological developments and their Applications*, Semin Respir Crit Care Med, 35(1), 2014, 003-016.
- H. Alsleem, R. Davidson: *Quality parameters and assessment methods of digital radiography images*, The Radiographer, 59(2), 2012, 46-55.
- T. Byczkowska, M. Raduczuk, D. Grącka, J. Kasprzak: *Poziomy dawkę dla pacjentów w diagnostycznych badaniach rentgenowskich klatki piersiowej wykonywanych w placówkach służby zdrowia na terenie województwa kujawsko-pomorskiego*, Hygeia Public Health, 46(1), 2011, 98-101.
- K. Haynes, T. Curtis: *Fluoroscopic vs. blind positioning: comparing entrance skin exposure*, Radtech, 81(1), 2009, 15-23.
- S. Germonpré, G. Vermaut, J. Trybou: *The acceptance of radiographers to use non-fluoroscopy guided positioning and the influence of leadership: a survey research*, Radioprotection, 54(4), 2019, 295-301.