



Analiza wielkości pól radiogramów z kolimacją przed- i poekspozycyjną

Analysis of the radiograms field sizes with pre- and post-processing collimation

Piotr Nowak¹, Ewa Pasięka²

¹ Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Statystyki i Informatyki Medycznej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Wydział Nauk o Zdrowiu, ul. Szpitalna 37, 15-295 Białystok, tel. +48 728 872 615, email: p.nowak2706@gmail.com

² Pełnomocnik ds. systemu zarządzania jakością w radiologii i medycynie nuklearnej, Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Białymstoku, ul. Marii Skłodowskiej-Curie 24A, 15-276 Białystok

Streszczenie

Abstract

Wstęp: Kolimacja jest to ograniczanie wiązki promieniowania rentgenowskiego do obszaru badanej części ciała, pozwalające ochronić pozostałe tkanki przed zbędnym narażeniem. Definicja ta dotyczy kolimacji przedekspozycyjnej, czyli przed wykonaniem emisji promieniowania, z wykorzystaniem symulacji świetlnej.

Cel: Celem badania była analiza pól radiogramów z kolimacją przed- i poekspozycyjną oraz porównanie otrzymanych wyników z radiogramami grupy kontrolnej i wartościami referencyjnymi.

Materiały i metody: Analizie retrospektywnej poddano 200 radiogramów wykonanych w Zakładzie Radiologii Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku. Połowę stanowiły zdjęcia rentgenowskie z postprocessingową zmianą wielkości pól kolimacji. Grupę kontrolną utworzono z losowo wybranych radiogramów z kolimacją przedekspozycyjną. W analizie uwzględniono wiek i płeć pacjentów oraz rodzaj projekcji i zakresy badań. Przeprowadzono pomiar długości i szerokości radiogramów z wykorzystaniem stacji roboczej z oprogramowaniem *syngo* 2007 Siemens oraz wyliczono pola powierzchni. Zebrane dane poddano analizie statystycznej przy użyciu programu *Statistica* 13.3.

Wyniki: Większą część radiogramów (126; 63,00%) wykonano kobietom. Przeciętny wiek badanych wyniósł 56,00 lat i mieścił się w przedziale od 12-94 lat. Najczęściej obrazowanym obszarem była klatka piersiowa (50; 25,00%). Zdjęcie transtorakalne kości ramiennej było radiogramem najczęściej poddawany poekspozycyjnej zmianie wielkości pola. Przeciętna wielkość wyjściowa radiogramu z grupy zdjęć poddanych poekspozycyjnej zmianie wielkości pola kolimacji wyniosła 1020,78 cm², natomiast po obróbce 545,22 cm². W analizowanym materiale przeciętnie wielkości pól kolimacji radiogramów po obróbce były o 313,39 cm² mniejsze. Wymiary radiogramów i pola powierzchni różniły się od siebie w sposób istotny statystycznie przed i po wykonaniu obróbki postprocessingowej (we wszystkich przypadkach $p < 0,001$). Pola kolimacji i wymiary radiogramów, z grupy zdjęć poddanych obróbce postprocessingowej, wykonane kobietom i mężczyznom różniły się od siebie w sposób istotny statystycznie ($p < 0,05$ we wszystkich przypadkach poza długością) i przyjmowały przeciętnie wyższe wartości dla kobiet. W grupie zdjęć, które zostały opracowane po ekspozycji, liczba zdjęć o polu powierzchni większym niż wartość referencyjna wyniosła 55 (55,00%), natomiast po zastawianiu obróbki 33 (33,00%).

Wnioski: W przeprowadzonym badaniu radiografia transtorakalna bliższego końca kości ramiennej była zdjęciem rentgenowskim, które najczęściej poddawano poekspozycyjnej zmianie wielkości pola. Najliczniejszą grupę zdjęć, gdzie odnotowano przekroczenia wielkości referencyjnej w zakresie pola obrazu stanowiły radiogramy transtorakalne kości ramiennej i skośne stawów krzyżowo-biodrowych. Największe przekroczenia wielkości pól kolimacji od wartości wzorcowych zarejestrowano w przypadku diagnostyki stawu łokciowego w obu projekcjach. Istnieje potrzeba ciągłego doskonalenia w technice wykonywania radiografii w oparciu o wnioski z analiz zdjęć odrzuconych.

Słowa kluczowe: radiografia, kolimacja, ochrona radiologiczna, technik elektroradiologii

Introduction: Collimation is reduction of X-ray beam to area of the body that being study. The aim of using collimation is protection other tissue of minimize their unnecessary exposing. This definition is refers to pre-processing collimation which is perform before radiation emission, with using light simulation.

Aim: The aim of the research was analysis radiograms field size before and after post-processing changing and compare them with radiograms from the control group and the referential value.

Material and methods: Retrospective analysis was performed on 200 radiograms. All of them was taking in Department of Radiology University Hospital in Białystok. The half of analysed radiograms who been changing in post-processing way. Control group was randomly select radiogram with pre-processing collimation. The analysis included, age and sex of the patient, view of the radiograms and part of body. A measurement of the length and width of the radiographs was made and the collimation field was calculated on the obtained data. The measurements were perform on work station with *syngo* 2007 Siemens. Collected data was analysed with using *Statistica* 13.3.

Results: The most frequently radiographs (126; 63,00%) was taken for women. The age of patients ranged from 12 to 94 years with typical value of 56,00 years. The most common X-ray was chest radiograph (50; 25,00%). The transthoracic humerus X-rays was the radiograms witch were most frequency changing collimation field in post-processing way. The typical output size of radiogram, from the group of radiogram for witch used post-processing changing of size, was 1020,78 cm² while after making change typical collimation size was 545,22 cm². In the analysing data typical radiogram size, after making post-processing was smaller about 313,93 cm² than before doing edition. The collimation field and size of radiograms was statistical significant different in the group of radiograms before and after making post-processing changing (in all causes $p < 0,001$). The collimation field and sizes of radiogram, in the group of radiograms witch were used post-processing, were a statistical significant different for women and men (in all causes without length $p < 0,05$). The collimation field and sizes of radiograms was statistical lower value for men than for women. In the group of X-rays which were changing in post-processing way, before making the change 55 (55,00%) radiograms were collimation field greater than referential value and after making the change only 33 (33,00%) X-rays.

Conclusion: In the research the transthoracic lateral projection of humerus X-rays was the radiographs which were most frequency changing collimation field in post-processing way. The transthoracic lateral projection of humerus radiogram and sacroiliac joint oblique view were the roentgenograms witch collimation size was most frequency greater than referential value. Most commonly excessive collimation size in reference to referential value was showed on elbow X-rays in both views. There is necessary constantly perfecting in the technique of making radiogram. The perfecting will be perform based on conclusion resulting from analysis of rejected radiograms.

Key words: radiograph, collimation, radiation protection, radiographer

otrzymano / received:

04.04.2019

poprawiono / corrected:

27.02.2020

zaakceptowano / accepted:

08.04.2020

Wprowadzenie

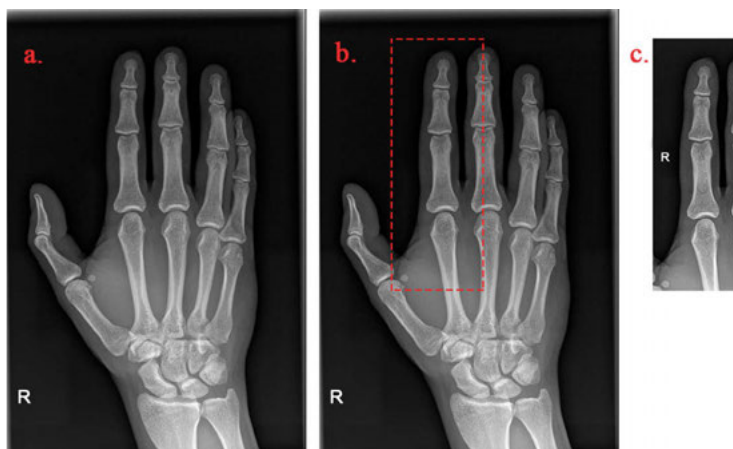
Wilhelm Conrad Roentgen, blisko po 7 tygodniach od odkrycia promieniowania, które później od jego nazwiska zaczęto nazywać rentgenowskim, w dniu 22 grudnia 1895 roku wykonał pierwsze utrwalone zdjęcie rentgenowskie wybranej części ciała. Rentgenogram przedstawiał prawą rękę jego żony [1]. Radiografia w przeciwieństwie do innych technik obrazowania, takich jak tomografia komputerowa, czy rezonans magnetyczny, które od samego początku były technikami obrazowania cyfrowego, przeszła rewolucję analogowo-cyfrową [2]. Przez lata obrazy rentgenowskie utrwalano (co nadal jest praktyką, ale w mniejszym stopniu) na halogenosrebrowych materiałach światłoczułych. Materiały te, popularnie nazywane błonami lub filmami, mogą występować w różnych postaciach użytkowych, mieć różną budowę i różne zastosowania [3].

Wkrótce po odkryciu Roentgena zauważono, że promieniowanie wchodzi w różne interakcje z atomami ciała pacjenta, między innymi w procesie absorpcji fotoelektrycznej i rozpraszania Comptona z następującą jonizacją sąsiednich atomów [4]. Transfer energii może skutkować bezpośrednim uszkodzeniem materiału biologicznego [5]. Najważniejsze struktury komórkowe określane są jako tarcze. Najistotniejszą, dla zachowania zdolności namnażania i przeżycia, tarczą komórkową jest kwas deoksyrybonukleinowy (DNA) w jądrze komórkowym. Uszkodzenie może dotyczyć jednej lub dwóch nici DNA, zasady azotowej (pirydynowej lub purynowej), a także prowadzić do powstania krzyżowych połączeń białek jądrowych. Tkanki mogą ulec uszkodzeniu także w wyniku działania wolnych rodników powstających w mechanizmie działania promieniowania jonizującego na cząsteczki wody (radioliza), które stanowią 60-70% masy dorosłego człowieka [3, 5].

W związku ze szkodliwym działaniem promieniowania jonizującego na organizmy żywe jego użycie w procedurach medycznych powinno podlegać procesowi optymalizacji. Podstawowym postępowaniem jest wykonywanie procedur radiologicznych w przypadkach uzasadnionych klinicznie, gdy korzyści przewyższają potencjalne skutki uboczne. Podczas wykonywania świadczeń zdrowotnych należy prawidłowo dobrać parametry obrazowania, właściwie pozycjonować pacjenta, stosować ograniczenie wiązki bezpośredniej i osłony indywidualne pacjenta na narządy wrażliwe.

Kolimacja to ograniczanie wiązki promieniowania rentgenowskiego do badanej części ciała, pozwalające ochronić pozostałe tkanki przed zbędnym narażeniem [3]. Definicja ta dotyczy kolimacji przedekspozycyjnej (preprocessing), czyli przed wykonaniem emisji promieniowania, a z wykorzystaniem symulacji świetlnej. Rozwój technologii i zastąpienie analogowych kaset

z błonami halogenosrebrowymi cyfrowymi detektorami bezpośrednimi oraz pośrednimi umożliwił edycję obrazu. Możliwość zmiany jasności i kontrastowości ograniczyła liczbę zdjęć powtórzonych. Jednak niewłaściwe wykorzystywanie obróbki obrazu może przyczynić się do fikcyjnej poprawy jakości wykonywanych procedur. Taką pozorną korzyść otrzymujemy przy zastosowaniu kolimacji poekspozycyjnej (postprocessing), czyli po wykonaniu ekspozycji. W tym wypadku małe pole powierzchni nie wiąże się z redukcją dawki promieniowania otrzymanej przez pacjenta i wzrostem kontrastowości obrazu, poprzez redukcję promieniowania rozproszonego, stanowi jedynie element przetworzenia uzyskanego obrazu. Przykład radiogramu z materiału poddanego analizie w niniejszej pracy ze zmianą wielkości pola kolimacji przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1 Radiogram ręki prawej: a. przed zastosowaniem kolimacji postprocessingowej (obraz rzeczywisty), b. zakres poddany cyfrowej obróbce, c. po wykonaniu kolimacji postprocessingowej

Źródło: Zakład Radiologii Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku.

Cel

Celem badania była analiza pól radiogramów z kolimacją przed- i poekspozycyjną oraz porównanie otrzymanych wyników z radiogramami grupy kontrolnej i wartościami referencyjnymi.

Materiały i metody

Analizie retrospektywnej poddano 200 radiogramów wykonanych w Zakładzie Radiologii Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku. Połowę stanowiły zdjęcia rentgenowskie z postprocessingową zmianą wielkości pól kolimacji. Grupę kontrolną utworzono z losowo wybranych radiogramów z kolimacją przedekspozycyjną. Oba zbiory zdjęć zostały wykonane przy użyciu aparatu rentgenowskiego Axiom Aristos FX Plus Siemens. Badanie przeprowadzono w okresie od 3 czerwca do 24 listopada 2017 roku.

W analizie uwzględniono wiek i płeć pacjentów oraz rodzaj projekcji i zakresy badań. Przeprowadzono pomiar długości i szerokości radiogramów z wykorzystaniem stacji roboczej z oprogramowaniem *syngo* 2007 Siemens oraz wyliczono pola powierzchni. Zebrane w ten sposób wymiary porównano z wartościami referencyjnymi, za które przyjęto wymiary kaset



rentgenowskich rekomendowane w literaturze (Tabela 1).

Zebrane dane poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 13.3. Dla zmiennych niemierzalnych wyliczone zostały częstości występowania (n) oraz frakcje (procenty z całości). W przypadku zmiennych ilościowych została sprawdzona zgodność ich rozkładu z rozkładem normalnym przy pomocy testu Shapiro-Wilka. Następnie zostały wyliczone miary rozkładu i zróżnicowania rozkładu oraz miary asymetrii. Do sprawdzenia zależności między zmiennymi dychotomicznymi oraz ilościowymi w zależności od zgodności rozkładu z rozkładem normalnym wykonano test U Manna-Whitney'a lub t-Studenta klasyczny. W przypadku poszukiwania związku między zmienną ilościową a zmienną niemierzalną posiadającą więcej niż dwa możliwe warianty odpowiedzi wykonano test ANOVA Kruskala-Willisa, jeśli uzyskano wynik pozytywny, to wykonano analizę post-hoc. Do sprawdzenia związku między długością, szerokością oraz polami kolimacji w obu grupach zdjęć rentgenowskich wykonano test t-Studenta dla par lub w przypadku, gdy przynajmniej jedna ze zmiennych wykazała się rozkładem innym niż normalnym test par Wilcoxon. Przy wykonywaniu obliczeń statystycznych przyjęto poziom istotności $p = 0,05$.

Wyniki

Spośród analizowanych zdjęć rentgenowskich 126 (63,00%) wykonano kobietom. Przeciętny wiek badanych wyniósł 56,00 lat i mieścił się w przedziale od 12 do 94 lat. Wiek analizowanych pacjentów wykazał się rozkładem innym niż normalnym ($p < 0,0001$). Szczegółowe dane dotyczące rozkładu wieku z uwzględnieniem płci przedstawiono na rysunku 2. Wykazano istotną statystycznie różnicę pomiędzy wiekiem mężczyzn i kobiet ($p = 0,0012$). Przeciętny wiek mężczyzn był niższy niż kobiet i wyniósł 49,00 lat, natomiast mediana wieku kobiet 62,00 lata.

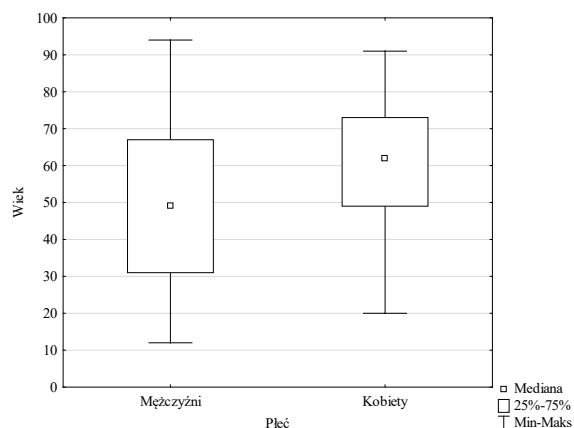
Najczęściej obrazowanym obszarem była klatka piersiowa ($n = 50$; 25,00%). Przeważającą część rentgenogramów klatki piersiowej wykonana została w projekcji tylnoprzodniej (39; 78,00%), w 10 (20,00%) przypadkach w projekcji bocznej, natomiast w 1 (2,00%) w projekcji przednio-tylnej. Spośród 50 radiogramów klatki piersiowej 29 (58,00%) wykonano z zastosowaniem jedynie preprocessingowej zmiany wielkości pola kolimacji, w przypadku pozostałych 21 (42,00%) zdjęć oprócz ograniczenia pierwotnej wiązki promieniowania, zdjęcia poddano obróbce cyfrowej. Długość, szerokość i pola powierzchni radiogramów wykazały się rozkładem innym niż normalny ($p < 0,001$). Przeciętna długość radiogramu klatki piersiowej

Tabela 1 Referencyjne wartości pól kolimacji

Obszar	Projekcja	Długość [cm]	Szerokość [cm]	Pole [cm ²]	Piśmiennictwo
Czaszka	PA/AP	30	24	720	[3, 5]
	LAT	24	30		
Zatoki oboczne nosa	PA	24	18	432	[3, 5]
Oczodoły	AP/PA	18	24	432	[3]
	LAT	18	13		
Nos	OB	24	18	432	[5]
	PA	24	18		
Żuchwa	PA/AP	35	43	1505	[3, 5]
	LAT	43	35		
Klatka piersiowa	AP/LAT	24	18	432	[3, 5]
	AP	24	18		
Ząb obrotnika	AP/LAT	43	35	1505	[3, 5]
	AP/LAT	43	35		
Kregostup piersiowy	AP/LAT	43	35	1505	[3, 5]
	AP/LAT	43	35		
Kregostup lędźwiowo-krzyżowy	AP	43	35	1505	[3, 5]
	LAT	18	13		
Jama brzuszna	AP	43	35	1505	[3, 5]
	LAT	18	13		
Kość guziczna	AP	24	18	432	[3]
	OB	24	18		
Stawy krzyżowo-biodrowe	AP/LAT	30	24	720	[5]
	AP	35	43		
Staw biodrowy z 1/2 ud	AP	24	18	432	[3, 5]
	LAT	18	24		
Stawy biodrowe (porównawcze)	AP	35	43	1505	[5]
	AP	24	18		
Staw kolanowy	AP	35	43	1505	[5]
	LAT	18	24		
Stawy kolanowe (porównawcze)	AP/LAT/ OB	18	13	234	[3, 5]
	AP/LAT	43	35		
Staw skokowy	AP	24	18	432	[3, 5]
	LAT/ OB	30	24		
Kości podudzia	AP	24	18	432	[3, 5]
	LAT/ OB	30	24		
Stopa	AP	35	43	1505	[5]
	AP	18	13		
Stopy (porównawcze)	AP	18	13	234	[3]
	LAT	13	18		
Staw barkowy	AP/LAT	40	15	600	[3, 5]
	AP	18	24		
Kość ramienna	AP	18	13	234	[3]
	LAT*	24	18		
Staw łokciowy	AP	18	13	234	[3]
	LAT	13	18		
Staw nadgarstkowy	PA/LAT/ OB	13	9	117	[3]
	PA/LAT/ OB	24	18		
Dłoń	PA/LAT/ OB	24	18	432	[3, 5]
	PA/LAT	13	9		
Palec dłoni	PA/LAT	13	9	117	[3]

* zdjęcie transtorakalne, PA – projekcja tylnoprzodnia, AP – projekcja przednio-tylna, LAT – projekcja boczna, OB – projekcja skośna.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [3, 5].



Rys. 2 Wykres ramka-wąsy wiek a płeć ankietyowanych

Źródło: Opracowanie własne.

**Tabela 2** Mediany długości, szerokości i pól radiogramów poszczególnych obszarów anatomicznych z uwzględnieniem projekcji oraz częstości występowania

Obszar badany	Projekcja	n (%)	Długość [cm]	Szerokość [cm]	Pole powierzchni [cm ²]
Czaszka	PA	2 (2,00%)	30,17	16,82	507,41
	AP	1 (1,00%)	37,68	38,11	435,98
Klatka piersiowa	PA	21 (21,00%)	37,86	38,05	1432,61
	LAT	7 (7,00%)	35,28	33,11	1165,47
Kregostup szyjny	AP	1 (1,00%)	20,07	13,69	274,76
	LAT	1 (1,00%)	19,82	16,53	327,62
Kregostup piersiowy	AP	2 (2,00%)	33,23	18,49	614,31
	LAT	2 (2,00%)	33,44	16,86	563,81
Kregostup lędźwiowo-krzyżowy	AP	4 (4,00%)	35,36	18,02	643,46
	LAT	4 (4,00%)	35,23	18,58	654,20
Jama brzuszna	AP	9 (9,00%)	37,60	36,32	1426,90
Staw biodrowy z ½ ud	AP	6 (6,00%)	35,95	36,06	1298,53
	AP	2 (2,00%)	32,10	17,40	552,11
Staw kolanowy	LAT	4 (4,00%)	26,05	20,66	537,57
	AP	1 (1,00%)	31,96	31,92	1020,16
Stawy kolanowe (porównawcze)	AP	5 (5,00%)	25,51	16,32	395,66
	LAT	4 (4,00%)	22,77	16,31	371,09
Staw skokowy	OB	1 (1,00%)	22,58	15,38	347,28
	AP	1 (1,00%)	35,86	18,95	679,55
Kości podudzia	LAT	1 (1,00%)	33,42	33,84	1130,93
	AP	7 (7,00%)	25,38	15,44	389,84
Stopa	LAT	3 (3,00%)	25,04	15,48	309,87
	OB	5 (5,00%)	30,29	16,44	506,75
	AP	2 (2,00%)	21,89	25,99	575,93
Staw barkowy	AP	1 (1,00%)	35,36	20,68	731,24
	LAT	1 (1,00%)	28,59	13,36	381,96
Kość ramienna	PA	1 (1,00%)	25,04	17,96	449,72
	OB	1 (1,00%)	23,14	18,03	417,21
Dłoń	PA	1 (1,00%)	25,04	17,96	449,72
	OB	1 (1,00%)	23,14	18,03	417,21
Ogółem		100 (100,00%)	35,06	22,19	718,75

PA – projekcja tylna-przednia, AP – projekcja przednio-tylna, LAT – projekcja boczna, OB – projekcja skośna, n – liczba obserwacji, % – frakcja.

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 3 Przeciętne wartości wymiarów radiogramów przed i po obróbce postprocessingowej, a także różnice między nimi

Obszar	n (%)	Projekcja	Przed			Po			Różnica		
			Długość [cm]	Szerokość [cm]	Pole powierzchni [cm ²]	Długość [cm]	Szerokość [cm]	Pole powierzchni [cm ²]	Długość [cm]	Szerokość [cm]	Pole powierzchni [cm ²]
Czaszka	1 (1,00%)	AP	31,71	20,96	664,64	25,64	20,72	535,40	5,87	0,24	129,24
	1 (1,00%)	LAT	31,67	38,21	1210,11	30,56	27,56	842,23	1,11	10,65	367,88
Zatoki oboczne nosa	7 (7,00%)	PA	22,23	18,62	384,69	16,87	17,97	284,60	5,69	1,87	107,02
Oczodoty	1 (1,00%)	AP	14,50	17,03	246,94	8,90	16,03	142,67	5,60	1,00	104,27
	3 (3,00%)	PA	18,97	15,52	294,41	9,16	14,46	165,61	6,99	2,39	121,18
Nos	2 (2,00%)	LAT	22,97	12,35	268,84	11,06	9,28	103,32	11,91	3,08	165,52
Żuchwa	1 (1,00%)	PA	21,86	21,20	463,43	19,02	18,96	360,62	2,84	2,24	102,81
	18 (18,00%)	PA	38,09	38,10	1447,59	32,13	33,24	1088,36	5,97	4,77	358,81
Klatka piersiowa	3 (3,00%)	LAT	37,46	33,80	1266,15	31,04	21,83	677,60	6,28	10,59	532,31
	1 (1,00%)	LAT	22,77	24,87	566,29	23,25	18,54	431,06	-0,48	6,33	135,23
Żąb obrotnika	1 (1,00%)	AP	14,87	10,00	148,70	8,99	7,10	63,83	5,88	2,90	84,87
Kregostup lędźwiowo-krzyżowy	4 (4,00%)	AP	35,69	22,76	823,73	34,87	20,20	712,30	0,67	2,63	105,96
	4 (4,00%)	LAT	35,67	21,53	778,65	33,51	17,84	616,91	2,42	4,70	232,27
Jama brzuszna	2 (2,00%)	AP	40,28	37,18	1495,77	29,96	32,76	958,32	10,32	4,38	537,44
Kość guziczna	1 (1,00%)	LAT	31,22	21,05	657,18	21,61	20,77	448,84	9,61	0,28	208,34
	2 (2,00%)	AP	21,76	30,16	656,07	16,96	22,14	374,05	4,80	8,02	282,02
Stawy krzyżowo-biodrowe	4 (4,00%)	OB	23,82	29,17	701,14	18,49	21,72	407,00	5,40	8,59	300,50
	1 (1,00%)	AP	32,94	36,39	1198,69	30,94	34,39	1064,03	2,00	2,00	134,66
Staw biodrowy z ½ ud	1 (1,00%)	LAT	36,60	35,54	1300,76	35,47	17,97	637,40	1,13	17,57	663,37
	3 (3,00%)	AP	35,39	35,54	1257,76	26,15	35,25	922,14	9,53	0,52	358,43
Staw skokowy	1 (1,00%)	LAT	19,70	25,00	492,50	16,16	15,21	245,79	3,54	9,79	245,79
Stopy (porównawcze)	1 (1,00%)	AP	20,43	24,21	494,61	20,17	22,34	450,60	0,26	1,87	44,01
Staw barkowy	9 (9,00%)	AP	29,38	35,22	1010,08	24,20	24,19	616,39	3,37	9,95	417,47
	1 (1,00%)	LAT	34,21	21,71	1084,80	19,20	18,12	367,10	15,01	12,59	717,70
Kość ramienna	19 (19,00%)	LAT*	34,23	31,64	1078,06	26,37	21,17	579,21	8,18	9,50	476,45
	1 (1,00%)	AP	36,56	42,45	1551,97	21,95	21,44	470,61	14,61	21,01	1081,36
Staw łokciowy	1 (1,00%)	LAT	39,76	39,76	1580,86	22,14	23,75	525,83	17,62	16,01	1055,03
	1 (1,00%)	LAT	28,66	17,83	511,01	12,37	15,41	190,62	16,29	2,42	320,39
Dłoń	1 (1,00%)	PA	24,83	30,95	768,49	19,18	14,06	269,67	5,65	16,89	498,82
Palec dłoni	4 (4,00%)	PA	19,27	9,80	198,54	13,08	6,22	77,24	3,57	1,63	60,12
Ogółem	100 (100,00%)	-	34,22	31,57	1020,78	25,66	21,31	545,22	5,71	6,19	313,39

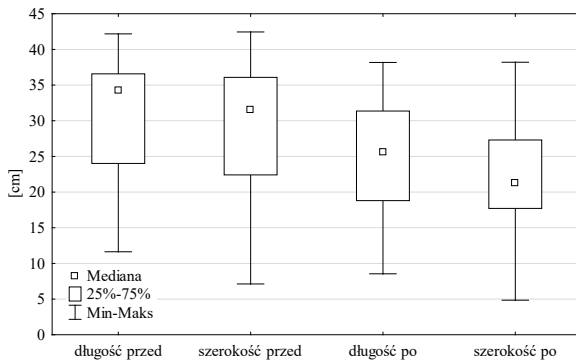
* zdjęcie transtorakalne, PA – projekcja tylna-przednia, AP – projekcja przednio-tylna, LAT – projekcja boczna, OB – projekcja skośna, n – liczba obserwacji, % – frakcja.

Źródło: Opracowanie własne.

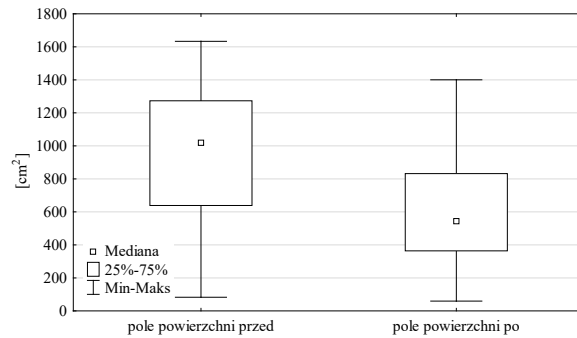
bez uwzględnienia jego projekcji wyniosła 37,91 cm, a szerokość 38,04 cm. Przeciętne pole powierzchni radiogramu klatki piersiowej było równe 1442,84 cm². Szczegółowe dane dotyczące częstości wykonywania poszczególnych radiogramów z uwzględnieniem projekcji oraz wielkości pól powierzchni, a także długości i szerokości w grupie zdjęć poddanych jedynie przedekspozycyjnej kolimacji przedstawiono w tabeli 2.

Przeciętna wielkość wyjściowa radiogramu wyniosła 1020,78 cm² (długość: 34,22 cm, szerokość: 31,57 cm), natomiast po wykonaniu obróbki postprocessingowej 545,22 cm² (długość: 25,66 cm, szerokość: 21,31 cm), czyli przeciętnie o 313,39 cm² mniej (długość: 5,71 cm oraz szerokość 6,19 cm mniej). Szczegółowe dane dotyczące wartości długości, szerokości oraz pól powierzchni radiogramów w poszczególnych obszarach anatomicznych z uwzględnieniem ich projekcji i częstości występowania przed i po poddaniu obróbce postprocessingowej przedstawiono w tabeli 3.

Wymiary radiogramów i pola powierzchni różniły się od siebie w sposób istotny statystycznie przed i po obróbce postprocessingowej (we wszystkich przypadkach p < 0,001). Przeciętne miary i rozmiary były mniejsze w przypadku radiogramów z kolimacją poekspozycyjną. Szczegółowe dane dotyczące miar



Rys. 3 Wykres ramka-wąsy długości i szerokości radiogramów przed i po zastosowaniu obróbki postprocessingowej
Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 4 Wykres ramka-wąsy pól powierzchni radiogramów przed i po zastosowaniu obróbki postprocessingowej
Źródło: Opracowanie własne.

rozkładu wartości długości i szerokości radiogramów przedstawiono na rysunku 3 i 4.

W przypadku zdjęć poddanych postprocessingowej zmianie wielkości pola pęci pacjenta wpływała w sposób istotny na wielkość powierzchni radiogramu. Radiogramy wykonane kobietom cechuje większy rozmiar przed obróbką, jak i po jej wykonaniu. Szczegółowe dane dotyczące różnic miar rozkładu wartości długości, szerokości i pól powierzchni radiogramów z uwzględnieniem płci przedstawiono w tabeli 4.

W grupie kontrolnej radiogramów wykazano statystyczny związek między wiekiem pacjentów i szerokością ($p = 0,121$) oraz polem powierzchni ($p = 0,0377$). Wraz z wiekiem badanych rośnie wymiar poprzeczny radiogramu ($R = 0,249$) oraz rośnie pole powierzchni ($R = 0,208$). Wykazano również związek statystyczny między wiekiem pacjentów a długością, szerokością oraz polem powierzchni radiogramów przed ($p < 0,001$ dla każdej zmiennej) i po wykonaniu obróbki postprocessingowej ($p = 0,004$, $p = 0,0354$, $p = 0,004$). We wszystkich przypadkach wraz z wiekiem pacjentów rosty długości i szerokości radiogramów oraz pola powierzchni. Przed obróbką, kolejno $R = 0,360$, $R = 0,374$, $R = 0,413$ oraz po poddaniu obróbce, kolejno $R = 0,283$, $R = 0,211$, $R = 0,267$.

Długości, szerokości i pola powierzchni zdjęć przed poddaniem obróbce postprocessingowej nie różniły się w sposób istotny statystycznie od zdjęć z grupy kontrolnej (kolejno $p = 0,420$, $p = 0,097$, $p = 0,317$).

W grupie kontrolnej liczba zdjęć, których długość była większa od wartości referencyjnej, wyniosła 54 (54,00%), natomiast

Tabela 4 Miary rozkładu wielkości radiogramów z uwzględnieniem płci pacjentów i poziom istotności między zmiennymi

Zmienna	Płeć	Me	Min	Max	Q1	Q2	Odch.st	p
Przed dokonaniem obróbki								
Długość [cm]	K	34,64	11,64	40,21	28,66	37,80	6,90	0,018
	M	30,03	13,19	42,18	22,23	35,09	8,21	
Szerokość [cm]	K	31,78	7,12	42,45	25,00	38,03	8,29	0,005
	M	27,02	10,00	37,97	18,29	34,38	8,67	
Pole powierzchni [cm ²]	K	1086,13	82,88	1633,33	664,64	1444,00	406,54	0,006
	M	880,99	148,70	1535,77	381,24	1090,23	418,75	
Po dokonaniu obróbki								
Długość [cm]	K	26,51	10,96	38,17	20,17	31,81	7,15	0,030
	M	22,13	8,55	37,77	16,03	23,30	7,56	
Szerokość [cm]	K	21,77	5,42	38,21	18,24	31,6	7,19	0,063
	M	19,51	4,85	37,77	16,03	23,30	7,56	
Pole powierzchni [cm ²]	K	612,86	59,40	1400,26	401,88	922,14	326,19	0,017
	M	495,31	63,83	1257,12	200,06	629,29	310,85	
Grupa kontrolna								
Długość [cm]	K	33,36	16,03	42,02	25,84	37,12	6,18	0,214
	M	35,32	19,29	42,40	29,05	37,71	6,62	
Szerokość [cm]	K	25,17	13,20	38,21	17,29	36,25	9,37	0,884
	M	19,87	12,73	42,16	16,42	38,00	10,80	
Pole powierzchni [cm ²]	K	768,91	259,21	1526,17	449,44	1320,59	430,90	0,713
	M	718,75	274,76	1787,58	490,64	1432,02	494,85	

K – kobiety, M – mężczyźni, Me – mediana, Min – wartość minimalna, Max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył dolny, Q3 – kwartył górny, Odch.st – odchylenie standardowe, p – poziom istotności (kolorem czerwonym oznaczono wartości istotne statystycznie).

Źródło: Opracowanie własne.

w przypadku szerokości 28 (28,00%), a w przypadku pola powierzchni 32 (32,00%). Szczegółową analizę przeciętnych różnic między wartościami długości, szerokości a polem powierzchni radiogramów w poszczególnych obszarach anatomicznych w grupie zdjęć poddanych jedynie przedeksponicyjnej kolimacji przedstawiono w tabeli 5.

W grupie zdjęć, które zostały opracowane po ekspozycji, liczba zdjęć o polu powierzchni większym niż wartość referencyjna wyniosła 55 (55,00%), natomiast po zastawianiu obróbki 33 (33,00%). Szczegółowe dane dotyczące liczby zdjęć o polu kolimacji większym niż wartość referencyjna w grupie zdjęć poddanych obróbce przedstawiono w tabeli 6.

**Tabela 5** Analiza różnic między wymiarami zdjęć poddanych jedynie preprocessingowej kolimacji a wartościami referencyjnymi

Obszar badany	Projekcja	Ilość zdjęć o polu powierzchni większych od wartości referencyjnych	Długość [cm]	Szerokość [cm]	Pole powierzchni [cm ²]
Czaszka	PA	0 (0,00%)	0,17	-7,18	-212,59
	AP	0 (0,00%)	2,68	-4,89	-69,02
Klatka piersiowa	PA	1 (100,00%)	2,86	-4,95	-72,39
	LAT	1 (14,29%)	-7,72	-16,42	-850,80
Kręgosłup szyjny	AP	0 (0,00%)	-3,93	-4,31	-157,24
	LAT	0 (0,00%)	-4,18	-1,47	-104,38
Kręgosłup piersiowy	AP	0 (0,00%)	-9,77	-16,51	-890,80
	LAT	0 (0,00%)	-9,56	18,15	-941,19
Kręgosłup lędźwiowo-krzyżowy	AP	0 (0,00%)	-7,64	-16,98	-861,51
	LAT	0 (0,00%)	-7,64	-16,98	-861,51
Jama brzuszna	AP	1 (11,11%)	-5,40	1,32	-78,10
Staw biodrowy z ½ ud	AP	6 (100,00%)	5,95	12,06	578,52
Staw kolanowy	AP	2 (100,00%)	8,10	-0,61	12,10
	LAT	4 (100,00%)	8,05	-3,34	75,57
Stawy kolanowe porównawcze	AP	0 (0,00%)	-3,04	-11,08	-484,84
	AP	5 (100,00%)	7,51	3,32	152,66
Staw skokowy	LAT	4 (100,00%)	4,77	3,31	128,09
	OB	1 (100,00%)	4,58	2,38	104,28
Kości podudzia	AP	0 (0,00%)	-7,14	-16,05	-825,45
	LAT	0 (0,00%)	-9,58	-1,16	-374,07
Stopa	AP	2 (28,57%)	1,38	-2,56	-42,16
	LAT	0 (0,00%)	-4,96	-8,52	-329,13
	OB	1 (20,00%)	0,29	-7,56	-231,25
Staw barkowy	AP	2 (100,00%)	3,89	1,99	143,93
	AP	1 (100,00%)	17,36	-3,32	299,24
Kość ramienna	LAT	0 (0,00%)	10,59	-10,64	-50,04
	PA	1 (100,00%)	1,04	-0,04	17,72
Dłoń	OB	0 (0,00%)	-0,86	0,03	-14,79
	Ogółem	32 (32,00%)	1,04	-3,77	-72,98

PA – projekcja tylna-przednia, AP – projekcja przednio-tylna, LAT – projekcja boczna, OB – projekcja skośna.
Źródło: Opracowanie własne.

Według rocznika statystycznego w 2016 roku w województwie podlaskim nieznacznie większość mieszkańców stanowiły kobiety (51,26%) [6]. W materiale własnym odsetek pacjentek był wyższy niż w populacji ogółem. Możliwe, że różnica wynika z metodologii badania i pewnych cech demograficznych, np. wieku.

Kobiety żyją dłużej, ale ich stan zdrowia jest gorszy niż mężczyzn [7]. Tym samym wraz z wiekiem może ulec zwiększeniu częstość świadczeń z diagnostyki obrazowej. Według danych z 2002 roku różnica przeciętnego trwania życia (w latach) pomiędzy kobietami i mężczyznami województwa podlaskiego wynosiła 5,6 dla mieszkańców miast i 5,4 dla zamieszkujących wieś [8]. W 2016 roku panowie żyli przeciętnie 74,2 roku, a panie 82,8 [9]. W analizie własnej mediana wieku kobiet jest wyższa niż mężczyzn.

W badaniu J. Komedy i wsp., podobnie jak w materiale własnym, najczęściej wykonywanym radiogramem było zdjęcie rentgenowskie klatki piersiowej w projekcji tylna-przedniej (RTG KLP PA). W cytowanym artykule miesięcznik w Zakładzie

Tabela 6 Wielkości przeciętnych różnic między wartościami wzorcowymi a polami kolimacji zdjęć przed i po wykonaniu obróbki

Obszar	Projekcja	Przed		Po	
		Liczba zdjęć o polu większym od wzorca	Przeciętna różnica między polem powierzchni a wartością referencyjną	Liczba zdjęć o polu większym od wzorca	Przeciętna różnica między polem powierzchni a wartością referencyjną
Czaszka	AP	0 (0,00%)	-55,36	0 (0,00%)	-184,60
	LAT	1 (100,00%)	490,11	1 (100,00%)	122,23
Zatoki oboczne nosa	PA	3 (42,86%)	-47,31	0 (0,00%)	-147,40
	AP	0 (0,00%)	-185,07	0 (0,00%)	-289,33
Oczodoły	PA	1 (33,33%)	-137,58	0 (0,00%)	-266,39
	LAT	1 (50,00%)	34,84	0 (0,00%)	-130,69
Żuchwa	PA	1 (100,00%)	31,43	0 (0,00%)	-71,38
Klatka piersiowa	PA	0 (0,00%)	57,41	0 (0,00%)	-416,64
	LAT	1 (33,33%)	-238,85	0 (0,00%)	-827,40
Kręgosłup szyjny	LAT	1 (100,00%)	134,29	0 (0,00%)	-0,95
Ząb obrotnika	AP	0 (0,00%)	-283,30	0 (0,00%)	-368,17
Kręgosłup lędźwiowo-krzyżowy	AP	0 (0,00%)	-681,273	0 (0,00%)	-792,70
	LAT	0 (0,00%)	-726,35	0 (0,00%)	-888,09
Jama brzuszna	AP	1 (50,00%)	-9,23	0 (0,00%)	-546,68
Kość guziczna	LAT	1 (100,00%)	269,14	1 (100,00%)	214,84
	AP	2 (100,00%)	224,07	0 (0,00%)	-57,95
Stawy krzyżowo-biodrowe	OB	4 (100,00%)	269,14	2 (50,00%)	-25,00
	AP	1 (100,00%)	478,69	0 (0,00%)	344,03
Staw biodrowy z ½ ud	LAT	1 (100,00%)	580,76	0 (0,00%)	-82,60
	AP	0 (0,00%)	-247,24	0 (0,00%)	-582,86
Staw skokowy	LAT	1 (100,00%)	249,50	1 (100,00%)	2,79
Stopy (porównawcze)	AP	0 (0,00%)	-1010,93	0 (0,00%)	-1054,40
Staw barkowy	AP	8 (88,89%)	578,08	7 (77,78%)	184-39
	LAT	1 (100,00%)	652,80	0 (0,00%)	-64,70
Kość ramienna	LAT*	19 (100,00%)	646,06	17 (89,47%)	147,21
	AP	1 (100,00%)	1308,97	1 (100,00%)	227,81
Staw łokciowy	LAT	1 (100,00%)	1337,86	1 (100,00%)	282,83
	LAT	1 (100,00%)	394,01	1 (100,00%)	73,62
Dłoń	PA	1 (100,00%)	336,49	0 (0,00%)	-162,33
Palec dłoni	PA	3 (75,00%)	81,54	1 (25,00%)	-827,40
Ogółem	-	55 (55,00%)	52,16	33 (33,00%)	-113,89

*zdjęcie transtorakalne, PA – projekcja tylna-przednia, AP – projekcja przednio-tylna, LAT – projekcja boczna, OB – projekcja skośna
Źródło: Opracowanie własne.



Radiodiagnostyki i Radiologii Zabiegowej Uniwersyteckiego Centrum Klinicznego w Katowicach średnio wykonuje się $467,8 \pm 88,8$ zdjęć rentgenowskich, w tym $209,38 \pm 53,17$ RTG KLP PA, co daje około 50% wszystkich radiogramów [10]. W pracy P. Sulmińskiego i wsp. przeprowadzonej w tej samej placówce, gdzie zebrano materiał własny, wykazano, że 83,64% to zdjęcia rentgenowskie klatki piersiowej w projekcji tylnoprzodniej [11]. W naszym badaniu odsetek RTG KLP PA był znacznie niższy. Różnica może wynikać z faktu, że połowę analizowanych zdjęć stanowiły radiogramy specjalnie wyselekcjonowane, czyli te, które zostały poddane postprocessingowej zmianie wielkości pola kolimacji.

W pracy J.A. Tsalafoutas, w której porównano wielkości poekspozycyjnych pól kolimacji radiogramów wykonanych przez dwa zespoły techników z dwóch ośrodków, średnie wartości pól powierzchni radiogramów klatki piersiowej w projekcji PA wyniosły $1267,86 \text{ cm}^2$ w pierwszym zespole i $1489,99 \text{ cm}^2$ w drugim [12]. Natomiast w materiale własnym wartość średnia pól zdjęć z grupy kontrolnej wynosiła $1438,61 \text{ cm}^2$, natomiast w grupie zdjęć poddanych obróbce $1447,59 \text{ cm}^2$ z kolimacją przedekspozycyjną i $1088,36 \text{ cm}^2$ po obróbce radiogramu. Porównując wyniki, można stwierdzić, że wymiar radiogramów w materiale własnym, których nie poddano przetworzeniu, jest zbliżony do kolimacji poekspozycyjnej z drugiego ośrodka analizowanego przez Tsalafoutas. W cytowanym artykule tylko w przypadku zdjęć kręgosłupa szyjnego możliwe było ustalenie pierwotnych wymiarów radiogramów, w pozostałych, a w materiale znalazły się zdjęcia klatki piersiowej, jamy brzusznej i kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego, bardzo często nie można było zidentyfikować jednej lub obydwu krawędzi pierwotnej radiogramu. Możliwe, że pole wiązki promieniowania było większe niż powierzchnia detektora obrazu [12]. Analiza prowadzona przez Debbes i wsp. wykazała, że 76-90% radiogramów klatki piersiowej bez postprocessingowej zmiany wielkości pola kolimacji miało pole większe niż zakres określony w procedurach duńskich i europejskich [13].

W literaturze z zakresu analizy zdjęć odrzuconych coraz częściej pojawia się wskazanie, że w przypadku zdjęć klatki piersiowej należy błędy kolimacji analizować w kontekście błędów centrowania [14, 15]. Nieprawidłowe określenie punktu padania promienia centralnego wpływa na wielkość pola wiązki promieniowania jonizującego, a w przypadku pacjentów o budowie hiperstenicznej przyczynia się do znacznego narażenia tkanek jamy brzusznej [16]. Steffen i wsp. na podstawie analizy około 180 tysięcy radiogramów odrzuconych w technice cyfrowej bezpośrednio wysunęli wniosek, że pozycjonowanie i kolimacja to najczęstsza przyczyna nieprawidłowości (65-75%), przy czym błędy z doboru parametrów technicznych lub wynikające z wadliwego działania aparatu rentgenowskiego dotyczyły jedynie 5% zdjęć [17].

W naszej analizie najczęściej poddawano obróbce poekspozycyjnej pola powierzchni zdjęcia transtorakalne bliższego końca kości ramiennej. Wykonanie prawidłowej kolimacji w przypadku

tego radiogramu stanowi wyzwanie. Podczas pozycjonowania pacjent stoi lub siedzi bokiem strony badanej do detektora obrazu z kończyną górną od strony lampy rentgenowskiej uniesioną do góry lub założoną na głowę, aby uniknąć rzutowania na badany fragment. Ramię bliższe detektorowi obrazu jest opuszczone, ręka zwisa swobodnie [18]. Linie centratorów symulacji świetlnej wiązki promieniowania rentgenowskiego nie padają bezpośrednio na badaną strukturę, tylko na boczną ścianę klatki piersiowej. Osoba wykonująca pozycjonowanie musi wykazać się wyobraźnią przestrzenną, aby określić punkt padania promienia centralnego i punkt jego wyjścia – na wysokości szyjki chirurgicznej badanej kości ramiennej [5]. Kolejnym aspektem, który należy uwzględnić przy wykonywaniu zdjęcia transtorakalnego jest fakt, że wiązka promieniowania ma kształt ostrosłupa rozszerzającego się u podstawy wraz z odległością. Stąd pole symulacji świetlnej nie odpowiada polu radiogramu, gdyż wiązka promieniowania pokonuje „drogę” równą wymiarowi poprzecznemu klatki piersiowej badanego pacjenta. Wydaje się, że analizowanie w ramach analizy zdjęć odrzuconych wielkości pól radiogramów pod kątem centrowania pozwoliłoby na doskonalenie praktyki radiografii.

W analizowanym materiale znaczny odsetek zdjęć rentgenowskich z korektą poekspozycyjną pola powierzchni stanowią radiografie zatok w projekcji tylnoprzodniej. I w tym przypadku trudność w przeprowadzeniu prawidłowego centrowania, jak i określeniu zewnętrznego obrysu czaszki, w czym utrudniają włosy pacjenta, może decydować o zastosowaniu znacznie większego obszaru wiązki pierwotnej promieniowania. W badaniu J. Owusu-Banahene i wsp. zdjęcia rentgenowskie zatok obocznych nosa, po zdjęciach klatki piersiowej, były najczęściej powtarzaniem radiogramami w szpitalach uniwersyteckich w Ghanie [19].

W przypadku radiografii zatok alternatywnym rozwiązaniem do ograniczenia wiązki promieniowania za pomocą kolimatora jest zastosowanie ogranicznika stałego – cylindrycznego lub stożkowego [20]. Takie postępowanie szczególnie polecane jest u dzieci [21]. W przypadku osób dorosłych pole ogranicznika cylindrycznego może nie być wystarczające do obrazowania zatok szczękowych. Lepszym rozwiązaniem w tym wypadku jest ogranicznik stożkowy.

Hofmann i wsp. wykazali, że nieprawidłowe centrowanie jest po błędach pozycjonowania najważniejszą przyczyną odrzuceń radiografii stawu barkowego [22]. W naszej analizie różnica wymiaru poprzecznego (szerokości) zdjęć rentgenowskich przed i po obróbce wynosiła prawie 10 centymetrów. Granice kolimacji podczas diagnostyki tej okolicy powinny obejmować następujący schemat: krawędź górna – zarys skóry barku, dolna – jedna trzecia bliższa ramienia badanej kończyny górnej, boczna – zarys skóry ramienia, przyśrodkowa – linia pośrodkowa przednia (wizualizacja stawu mostkowo-obończykowego strony badanej) [23].

W materiale własnym wartość pola kolimacji radiografii kręgosłupa szyjnego w projekcji bocznej wynosiła $566,29 \text{ cm}^2$, natomiast po zastosowaniu kolimacji poekspozycyjnej $532,31 \text{ cm}^2$.



Wyjściowy wymiar jest znacznie większy niż dane z piśmiennictwa, gdzie materiał pozyskano w tym samym ośrodku, co badanie obecne [24]. W analizie Tsalafoutas średnie pole powierzchni radiogramów kręgosłupa szyjnego w projekcji LAT wykonanych przez pierwszą grupę techników wyniosło 347,9 cm², a 486,4 cm² w drugim zespole [12]. W tym przypadku, inaczej niż dla radiogramów klatki piersiowej, w ośrodku, gdzie wykonano analizę własną, pole kolimacji przed- i poekspozycyjnej zdjęcia poddanego obróbce są znacznie większe niż w cytowanym artykule.

Wielkości pól kolimacji radiografii stóp w materiale własnym przed i po obróbce są niższe niż średnia (594,47 cm²) z analizy wykonanej w tym samym ośrodku, a obejmującej losowo wybrane dane z trzynastu miesięcy (1.01.2016-31.01.2017) [25].

W raporcie NRPB R105, Wall i wsp. stwierdzili, że wielkość pola kolimacji jest prawdopodobnie najważniejszym czynnikiem ochrony radiologicznej wpływającym na redukcję dawki na gonady [26, 27]. W materiale własnym w przypadku połowy zdjęć skośnych stawów krzyżowo-biodrowych zastosowano poekspozycyjną zmianę wielkości pola kolimacji. Oprócz dostosowania pola wiązki promieniowania rentgenowskiego do obrazowanego obszaru anatomicznego, warto pamiętać o zastawianiu specjalnych osłon, szczególnie, jeśli obrazowany obszar znajduje się w okolicy narządów promieniowrażliwych.

L.G. Zetterberg i A. Espeland wykazali, że statystycznie ($p < 0,001$) częściej radiogramy kręgosłupa lędźwiowego (RTG KrL) wykonane techniką cyfrową są większe niż w technice analogowej (średnio 61,7% vs. 42,4%) [28]. V. Karami i M. Zabihzadeh oszacowali, że średnia wielkość RTG KrL w dwóch szpitalach w Iranie wyniosła 814 cm² (w pierwszym szpitalu 825,5 cm² oraz 799,3 cm² w drugim), a także pola zdjęć wykonane kobietom były statystycznie mniejsze niż wykonane mężczyznom (kobiety: 767,2 cm² vs. mężczyźni: 850,4 cm²). Ustalili także, że pole kolimacji wystarczające do zobrazowania analizowanego obszaru wynosi zaledwie 401 cm², czyli znacząco mniej niż wyniosła faktyczna wielkość pól kolimacji wykonanych radiogramów [29]. W badaniu przeprowadzonym w Iranie za górną granicę radiogramu przyjęto górną krawędź ostatniego kręgu piersiowego, a za dolną – dolną krawędź pierwszego kręgu krzyżowego, natomiast za boczne – boczne krawędzie stawów krzyżowo-biodrowych, czyli obszar dokładnie taki sam jak określony w wykazie wzorcowych procedur radiologicznych z diagnostyki obrazowej [30]. Przyjmując kryteria, takie jak w metodologii naszego badania, czyli wartość referencyjną pola kolimacji na poziomie 1050 cm², należy uznać, że to znacznie więcej niż w stosunku do rekomendacji Karami i Zabihzadeh. Fakt wystąpienia tak dużej różnicy między przytoczonymi wartościami może stanowić punkt wyjścia do przeprowadzenia szerokich badań nad ustaleniem wartości referencyjnych pól kolimacji radiogramów w poszczególnych obszarach anatomicznych z uwzględnieniem płci i typu konstrukcyjnego pacjenta.

Kolimacja jest podstawową zasadą ochrony radiologicznej i zapewnienia jakości obrazu, ale powinna także odpowiadać na

potrzeby wykonania radiografii. Zbyt restrykcyjne ograniczenia pola wiązki promieniowania, przykładowo podczas diagnostyki klatki piersiowej może skutkować brakiem możliwości oceny odmy podskórnej, z powodu braku wizualizacji tkanek miękkich [23]. W naszym badaniu nie uwzględniliśmy analizy wskazań do wykonania zdjęć rentgenowskich.

Według Sheafor kolimacja poekspozycyjna nie jest substytutem kolimacji przedekspozycyjnej [16]. Uffmann i Schaefer-Prokop podkreślają, że strategia prawidłowego ograniczania wiązki promieniowania zależy od świadomości i umiejętności badającego [31]. Sondaż ankietowy przeprowadzony przez G. Morrisona i wsp., którym objęto 493 techników elektroradiologii z USA (w tym około 10% zatrudnionych w placówkach specjalizujących się w diagnostyce i leczeniu dzieci) ujawnił, że znaczna większość badanych (76%) używa poekspozycyjnej zmiany wielkości pola kolimacji. Ponad połowa z nich (65,9%) nie zdawała sobie sprawy, iż postprocessingowa edycja zdjęcia nie wpływa na zmianę indeksu ekspozycji [32]. Indeks ekspozycji nie informuje o wielkości dawki pacjenta, lecz o dawce, jaka dotarła do detektora obrazu i pośrednio w radiografii cyfrowej określa jej jakość.

Dobra praktyka wymaga rzetelnego wykonania zadań zawodowych zgodnie z aktualną wiedzą medyczną. Takie postępowanie to poszanowanie podstawowego prawa pacjenta do świadczeń zdrowotnych udzielanych z należytą starannością i w oparciu o dowody naukowe, które w medycynie i naukach o zdrowiu są bazą standardów, wytycznych i zaleceń [33].

Wnioski

1. W przeprowadzonym badaniu radiografia transtorakalna bliższego końca kości ramiennej była zdjęciem rentgenowskim, które najczęściej poddawano poekspozycyjnej zmianie wielkości pola kolimacji. Miary długości i szerokości kolimacji przedekspozycyjnej są większe u kobiet i wzrastają wraz z wiekiem badanych.
2. Radiografia transtorakalna bliższego końca kości ramiennej i skośna stawów krzyżowo-biodrowych to badania, w których najczęściej przekraczano rozmiar referencyjny. Największe przekroczenia wielkości pól kolimacji od wartości wzorcowych odnotowano w przypadku diagnostyki stawu łokciowego w obu projekcjach.
3. Istnieje potrzeba ciągłego doskonalenia w technice wykonywania radiografii w oparciu o wnioski z analiz zdjęć odrzuconych.
4. Przyjęte przez autorów wartości referencyjne pól kolimacji wynikają z zalecanych formatów kaset rentgenowskich stosowanych do wykonywania radiografii. Wydaje się, że konieczne jest przeprowadzenie szerokich badań mających na celu weryfikację wymiarów pól kolimacji w poszczególnych zakresach anatomicznych, z uwzględnieniem płci i typu konstrukcyjnego pacjenta.



Literatura

1. W. Skrzyński: *Wczoraj, dziś i jutro polskiej radiologii*, Inżynier i Fizyk Medyczny, 2(4), 2013, 207-209.
2. C.M. Schaefer-Prokop, D.W. De Boo, M. Uffmann, M. Prokop: *DR and CR: Recent advances in technology*, European Journal of Radiology, 72(2), 2009, 194-201.
3. B. Pruszyński [red.]: *Diagnostyka obrazowa. Podstawy teoretyczne i metodyka badań*, PZWL, Warszawa 2014.
4. S. Easton [red.]: *Radiografia, Podręcznik dla techników elektroradiologii*, Elsevier Urban&Partner, Wrocław 2011.
5. K.L. Bontrager, J.P. Lampignano [red.]: *Radiographic positioning and related anatomy*, Elsevier Mosby, St. Luis 2014.
6. A. Szeszko [red.]: *Rocznik Statystyczny Województwa Polskiego*, Urząd Statystyczny w Białymstoku, Białystok 2017.
7. C. Stępień: *Przeciętne dalsze trwanie życia osób w starszym wieku w Polsce w latach 1950-2002 i próba szacunku do 2012 roku*, [online] <http://dspace.uni.lodz.pl:8080/xmlui/bitstream/handle/11089/3697/20.%20St%19pieD.pdf?sequence=1>, dostęp 14.02.2019.
8. *Przeciętne trwanie życia mężczyzn i kobiet w województwie podlaskim w 2016 r. Notatka informacyjna Głównego Urzędu Statystycznego w Białymstoku*, [online] file:///C:/Users/Admin/Downloads/notatka_inf_przecietne_trwanie_zycia_2016.pdf, dostęp: 14.02.2019.
9. D.H. Foos, W.J. Sehnert, B. Reiner, E.L. Siegel, A. Segal, D.L. Waldman: *Digital radiography reject analysis: data collection methodology, results, and recommendations from an in-depth investigation at two hospitals*, J Digit Imaging, 22(1), 2009, 89-98.
10. J. Komeda, M. Cebula, S. Modlińska: *Poszukiwanie rodzajów badań z zakresu rentgenodiagnostyki konwencjonalnej obarczonych zwiększonym ryzykiem błędu*, Inżynier i Fizyk Medyczny, 5(4), 2016, 173-177.
11. P. Sulmiński, K. Polak, P. Nowak, E. Pasięka: *Czy zawsze stosujemy oznaczenie strony badanej w rentgenodiagnostyce klasycznej?*, Inżynier i Fizyk Medyczny, 5(4), 185-189.
12. A. Tsalaoutas: *Electronic collimation of radiographic images: does it comprise an overexposure risk?*, 91(1086), Br J Radiol., 2018, [online] https://www.birpublications.org/doi/abs/10.1259/bjr.20170958?rfr_dat=cr_pub%3Dpubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&journalCode=bjr, data pobrania: 10.02.2019.
13. J. Debess, K. Johnsen, K. Vejle S Sørensen, H. Thomsen: *Digital chest radiography: collimation and dose reduction*, ECR, 2015, C-1939.
14. T. Adejoh, H.C. Ezeh, M.E. Aronu, C.C. Nzotta, S.O. Nwefuru: *A technique for appropriate inferior collimation in chest radiography of asymptomatic negroid adults*, West African Journal of Radiology, 24(1), 2017, 52-55.
15. E. Pasięka, M. Żelechowicz: *Określenie punktu padania promienia centralnego jako narzędzie kontroli jakości radiografii klatki piersiowej*, Inżynier i Fizyk Medyczny, 6(2), 2017, 69-73.
16. D.H. Sheafor: *Dose reduction initiatives collimation is key*, Low Dose, 2011, [online] <https://www.charlotteradiology.com/pdfs/LowDose-June2011.pdf> data pobrania: 17.02.2019.
17. A. Steffen, U. Neitzel, K. Förger: *Image repeat analysis for a digital radiography system*, ECR 2006, B-527, [online] <https://www.researchgate.net/publication/235933839>, data pobrania: 24.02.2019.
18. B.W. Long, J.H. Rollins, B.J. Smith: *Merrill's Atlas of Radiographic Positioning and Procedures*, tom 1-3, Mosby, St. Luis 2016.
19. J. Owusu-Banahene, E.O. Darko, F. Hasford, E.K. Addison, J. Okyere Asirif: *Film reject analysis and image quality in diagnostic Radiology Department of a Teaching hospital in Ghana*, Journal of Radiation Research and Applied Sciences, Volume 7, Issue 4, October 2014, Pages 589-594 [online] <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2014.09.012>, data pobrania: 27.02.2019.
20. J. Johnston, T.L. Fauber: *Essentials of radiographic physics and imaging*, Elsevier, St. Louis, 2016.
21. B.L.V.C. Cantalupo, C.M.L. Silva, M.E.A. Andrade, V.S.M. Barros, H.J. Khoury: *Dosimetric evaluation of X-ray examinations of paranasalsinuses in pediatric patients*, Radiol Bras., 49(2), 2016, 79-85.
22. Hofmann, T. Blomberg Rosanowsky, C. Jensen, K.H. Wah: *Image rejects in general direct digital radiography*, Acta Radiologica Open, 4(10), 2015, 1-6, DOI: 10.1177/2058460115604339.
23. A.S. Whitley, C. Sloane, G. Hoadley, A.D. Moore, C.W. Alsop: *Clark's positioning in radiography*, Oxford University Press Inc., Nowy Jork, 2005.
24. P. Nowak, A. Metelska, E. Pasięka: *Analiza porównawcza pól kolimacji radiografii kręgosłupa w odcinku szyjnym z wartością referencyjną*, Inżynier i Fizyk Medyczny, 5(4), 2016, 179-183.
25. D. Martonik, A. Metelska, E. Pasięka: *Kolimacja w radiografii obustronnej stóp*, Inżynier i Fizyk Medyczny, 6(4), 2017, 231-236.
26. P. Engel-Hills: *Radiation protection in medical imaging*, Radiography, 12(2), 2006, 153-160.
27. B.F. Wall, S. Fisher, P.C. Shrimpton, S. Rae: *Current levels of gonadal irradiation from a selection of routine diagnostic X-ray examination in Great Britain. National Radiological Protection Board, Harwell; 1980 ([NRPB-R105]).*
28. L.G. Zettergerg, A. Espeland: *Lubar spine radiography – poor collimation practices after implementation of digital technology*, Br J Radiol., 84(1002), 2011, 566-569.
29. V. Karami, M. Zabihzadeh: *Beam collimation during lumbar spine radiography: a retrospective study*, J Biomed Phy Eng., 7(2), 2017, 101-106.
30. Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 10 listopada 2015 roku w sprawie ogłoszenia wykazu wzorcowych procedur radiologicznych z zakresu radiologii – diagnostyki obrazowej i radiologii zabiegowej (Dz. Urz. Min. Zdrowia. 78.2015).
31. M. Uffmann, C. Schaefer-Prokop: *Digital radiography: The balance between image quality and required radiation dose*, EJIR, 72(2), 2009, 202-208.
32. G. Morrison, S.D. John, M.J. Goske, E. Charkot, T. Herrmann, S.N. Smith, J. Culbertson, K. Carbonneau: *Pediatric digital radiography education for radiologic technologist: current state*, Pediatr Radiol, 41(5), 2011, 602-611.
33. *Ustawa z dnia 6 listopada 2008 r. o prawach pacjenta i Rzeczniku praw pacjenta* (t. jedn. Dz.U. 2017.1318 z póź. zm.).