



Dose area product podczas radiografii stawu łokciowego – doświadczenia własne

Dose area product in radiography of elbow joint – own experiences

Diana Martonik¹, Aneta Metelska², Piotr Nowak¹, Ewa Pasieka³

¹ Studenckie Koło Naukowe „Radioaktywni”, Zakład Radiologii, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, ul. M. Skłodowskiej-Curie 24A, 15-276 Białystok, tel. +48 512 203 286, e-mail: di.martonik@gmail.com

² Studentka Elektrodzielnictwa, I Wydział Lekarski, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Żwirki i Wigury 61, 02-091 Warszawa

³ Pełnomocnik ds. SZJ w radiologii i medycynie nuklearnej, Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Białymstoku, ul. M. Skłodowskiej-Curie 24A, 15-276 Białystok

Streszczenie

Abstract

Wprowadzenie: Ocena narażenia w radiografii ogólnej może być prowadzona przez pomiar *dose area product* (DAP). DAP to parametr charakteryzujący wiązkę, który może posłużyć do szacowania ryzyka działania promieniowania rentgenowskiego na organizm ludzki.

Cel: Celem badania jest retrospektywna ocena wartości *dose area product* podczas radiografii stawu łokciowego w dwóch projekcjach oraz ustalenie wartości DAP przy polu kolimacji mniejszym od wartości referencyjnej.

Materiały i metody: Analizie retrospektywnej poddano 338 kolejnych radiogramów stawu łokciowego wykonanych w Zakładzie Radiologii Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku. Wykonana analiza obejmowała wartości *dose area product*, napięcia anodowego oraz obciążenia prądowo-czasowego radiografii w projekcji przednio-tylnej i bocznej. Przeprowadzono pomiar długości i szerokości radiogramów na stacji przeglądowej. Na podstawie uzyskanych danych z pomiarów wyliczono pola powierzchni zdjęć rentgenowskich. Wartości uzyskanych pól kolimacji porównano z wartością referencyjną 234 cm² (13 x 18 cm). Obliczenia statystyczne wykonano przy użyciu programu MS Excel 2013 oraz Statistica 12.5.

Wyniki: W analizowanym materiale było 170 (50,30%) radiogramów wykonanych mężczyznom oraz 168 (49,70%) kobietom. Wiek pacjentów mieścił się w przedziale od 19 do 92 lat. Średnia wielkość pola kolimacji radiogramu wynosiła 382,88 cm². Statystycznie najczęściej wybieranymi parametrami przy wykonywaniu radiogramów stawu łokciowego było 57 kV i 2,93 mAs. *Dose area product* w badanym materiale wyniósł średnio 0,031 Gy·cm². Dominanta współczynnika DAP to 0,017 Gy·cm², a jej liczebność 42 (12,43%). Największa odnotowana wartość to 0,073 Gy·cm², a najniższa 0,016 Gy·cm². Średnia wartość DAP radiografii, których wielkość pola kolimacji przekraczała wartość referencyjną, wyniosła 0,033 Gy·cm², natomiast radiografii, których pole nie przekraczało wartości uznanej za graniczną: 0,018 Gy·cm².

Wnioski: Średnie wartości *dose area product* w projekcji przednio-tylnej i bocznej stawu łokciowego są podobne. Średnia wartość *dose area product* w grupie radiogramów o polu powyżej wartości referencyjnej jest prawie dwukrotnie wyższa.

Słowa kluczowe: *dose area product*, staw łokciowy, rentgenodiagnostyka, zdjęcie rentgenowskie, kolimacja

Introduction: Evaluation exposure in radiography may lead to measuring the *dose area product* (DAP). DAP is a parameter, which characterise the beam, and can be used to estimate the risk of X-ray radiation on the human body.

Aim: The aim of the study was retrospective result of the *dose area product* during radiography of the elbow joint in two views and set the value of the DAP at the reference collimation.

Materials and methods: We conduct a retrospective analysis of subsequent 338 X-ray images of the elbow joint from Radiology Department Medical University Hospital in Białystok. The analysis included values of the *dose area product*, tube potential and tube current-time products for radiography in two views: anteroposterior (AP) and lateral (LAT). Length and width measurements of the X-ray fields were carried out on the review station. On the obtained data was calculated surface area radiographs. Collimation field values were compared with a reference value 234 cm² (13 x 18 cm). Statistical analysis was done of using MS Excel 2013 and Statistica 12.5.

Results: In the analyzed material was 170 (50.30%) radiographs which was making to men and 168 (49.70%) women. The age of patients ranged from 19 to 92 years. The average collimation field size of the X-rays was 382.88 cm². Statistically, the most-selected parameters when making the radiographs of the elbow joint was 57 kV and 2.93 mAs. *Dose area product* in the material was averaged about 0.031 Gy·cm². The mode factor DAP totalled 0.017 Gy·cm² and the number was 42 (12.43%). The largest recorded value was 0.073 Gy·cm² and the lowest value was 0.016 Gy·cm². The average value of the DAP in radiography, which the size of the field collimation exceeded the reference value was 0.033 Gy·cm², but under the values limit 0.018 Gy·cm².

Conclusions: The average values of *dose area product* are similar in the two views elbow joint. The average value of *dose area product* in the group of radiographs of the field above the reference value is almost twice as high.

Key words: *dose area product*, elbow joint, X-ray imaging, radiograph, collimation

50

otrzymano / received:

06.08.2017

poprawiono / corrected:

31.01.2018

zaakceptowano / accepted:

05.02.2018



Wprowadzenie

Staw łokciowy (SŁ) jest stawem złożonym. Składa się z trzech stawów prostych objętych jedną torebką. Staw ramienno-łokciowy to staw zawiasowy, natomiast stawami obrotowymi są staw ramienno-promieniowy i promieniowo-łokciowy bliższy. Ruchomość w poszczególnych stawach zapewnia zginanie i prostowanie kończyny górnej oraz nawracanie i odwracanie przedramienia [1].

Skomplikowana budowa stawu łokciowego oraz ilość spełniających funkcji powoduje częstą urazowość. SŁ pokrywa torebka stawowa, od której zewnętrznie odchodzą więzadła stabilizujące cały staw. Więzadła, które są poddawane dużym obciążeniom, wraz z torebką ulegają częstym uszkodzeniom. Urazy występują w różnych grupach wiekowych. Najczęściej u dzieci oraz u ludzi w wieku starszym i dotyczą głównie wyrostka łokciowego oraz głowy kości promieniowej [2, 3]. W ostatnich latach zwiększa się odsetek urazów związanych z aktywnością fizyczną. Do najbardziej obciążających staw łokciowy dyscyplin należy: koszykówka, siatkówka, tenis, golf i rzut oszczepem [4]. Rocznie szacuje się, że urazy łokcia oraz przedramienia stanowią 15% wszystkich urazów kończyny górnej, a w przypadku zwichnięć stanowią one 20-25% wszystkich zwichnięć w obrębie kończyny górnej [2, 3].

Zdjęcie rentgenowskie (ZRTG) to najprostsza i powszechna metoda badania stawu łokciowego. W Polsce to radiografia tego

stawu ma najdłuższą tradycję w diagnostyce obrazowej. Profesor Karol Stanisław Olszewski 7 lutego 1896 roku wykonał po prześwieceniu dwugodzinnej ekspozycji radiogram stawu łokciowego, na podstawie którego rozpoznano zwichnięcie. Wykonana radiografia stała się tematem pierwszego polskiego artykułu z radiologii, którego autorem był chirurg, profesor Alfred Obaliński. W opisie przypadku podkreślono, iż obrzęk łokcia w konsekwencji upadku był „tak znaczny, bo dochodzący prawie podwójnych rozmiarów”, że badanie palpacyjne i postawienie jednoznacznej diagnozy były niemożliwe. Dopiero wykonane zdjęcie rentgenowskie pozwoliło na ustalenie rozpoznania i podjęcie leczenia [5-7].

Radiografia stawu łokciowego wykonywana jest zawsze w dwóch podstawowych projekcjach: przednio-tylnej (AP) oraz bocznej promieniowo-łokciowej (LAT). W razie konieczności pogłębienia diagnostyki wskazane jest wykonanie ZRTG skośnego na głowę kości promieniowej oraz celowanych np. na wyrostek dziobiasty [8, 9]. Radiografia obustronna jest konieczna w przypadku zmian zwyrodnieniowych oraz schorzeń o podłożu zapalnym np. nadkłykcia boczne kości ramiennej w miejscu przyczepu bliższego prostowników nadgarstka, popularnie zwanego „łokciem tenisisty” [10].

Postawienie trafnej diagnozy wymaga radiogramów o optymalnej jakości, wykonanie których związane jest z zachowaniem zasad ochrony radiologicznej pacjenta [11]. Ocena narażenia w radiografii ogólnej może być prowadzona przez pomiar *dose area product* (DAP). DAP stanowi ważny parametr charakteryzujący wiązkę i może posłużyć do szacowania ryzyka działania promieniowania rentgenowskiego na organizm ludzki. *Dose area product* stanowi iloczyn dawki i powierzchni, który nie zależy od odległości od źródła promieniowania. DAP jest relatywnie łatwy do pomiaru i mierzony jest w $Gy \cdot cm^2$. *Dose area product* stanowi także cenne narzędzie kontroli jakości procedur wykonywanych danym aparatem rentgenowskim [11, 12].

reklama

KOSS

Aparaty RTG
analogowe
cyfrowe

TELERRADIOLOGIA
już od 7,00 zł za badanie

Radiografia cyfrowa
DR i CR

RENTGEN-SERWIS
Zygmunt Koss Rafał Koss
ul. Kasjopei 8 • 80-299 Gdańsk
tel. 58 511 09 03 • tel. kom. 603 270 482
e-mail: rentgenserwis@gmail.com
www.koss.net.pl

Cel

Niniejsza praca ma na celu:

- retrospektywną ocenę wartości *dose area product* podczas radiografii stawu łokciowego w dwóch projekcjach;
- ustalenie wartości *dose area product* przy polu kolimacji mniejszym od wartości referencyjnej.

Materiały i metody

Analizie poddano 338 losowo wybranych radiogramów stawu łokciowego. Zdjęcia RTG wykonano przy użyciu aparatu rentgenowskiego Axiom Aristos FX Plus Siemens, w okresie od 29 stycznia do 23 czerwca 2016 roku w Zakładzie Radiologii Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku. Rentgenogramy wykonywano bez użycia kratki przeciwrozproszeniowej, z odległością ognisko – detektor równą 115 cm oraz z zastosowaniem małego ogniska obrazowania. Analiza obejmowała wartości *dose area product*, napięcia anodowego, obciążenia



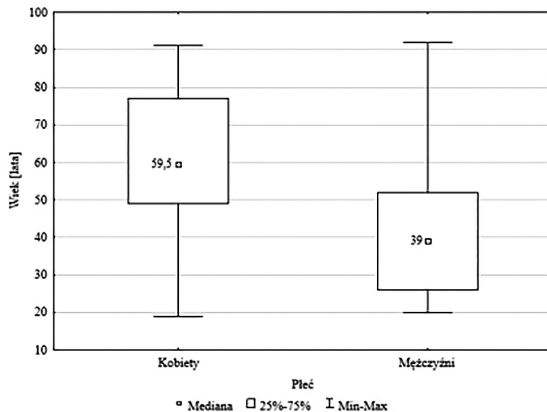
prądowo-czasowego oraz pola kolimacji radiogramów stawu łokciowego w dwóch projekcjach.

Pomiar długości i szerokości radiogramów wykonano na stacji roboczej aparatu rentgenowskiego. Na podstawie uzyskanych danych z pomiarów wyliczono pola powierzchni zdjęć RTG. Wartości uzyskanych pól kolimacji porównano z wartością referencyjną równą 234 cm² (13 x 18 cm) [9].

Zebrane dane poddano analizie statystycznej przy użyciu programu MS Excel 2013 oraz Statistica 12,5. Dla sprawdzenia normalności rozkładu wykonano test Shapiro-Wilka, natomiast dla ustalenia siły współzależności dwóch zmiennych ilościowych wyliczono współczynnik korelacji rang Spermana. Przy analizie zmiennych mierzonych w skali dychotomicznej ze zmiennymi ilościowymi wykonano testy u Manna-Whitneya lub t-Studenta w zależności od zgodności rozkładu z krzywą Gausa.

Wyniki

Analizie retrospektywnej poddano 338 zdjęć rentgenowskich jednostronnych stawu łokciowego w dwóch projekcjach. Ilość zdjęć RTG w każdej z projekcji wynosiła 169 (50,00%). W materiale było 170 (50,30%) radiogramów wykonanych mężczyznom oraz 168 (49,70%) kobietom. Wiek pacjentów mieścił się w przedziale od 19 do 92 lat, ze średnią wartością równą 49,66 lat. Szczegółowe dane dotyczące wieku pacjentów z uwzględnieniem płci przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1 Struktura wiekowa badanej populacji z uwzględnieniem płci
Źródło: Opracowanie własne.

Statystycznie najczęściej wybieranymi parametrami przy wykonywaniu radiogramów stawu łokciowego było 57 kV i 2,93 mAs. Szczegółowe dane statystyczne wartości warunków ekspozycji radiogramów objętych badaniem przedstawiono w tabeli 1.

Dose area product w badanym materiale wyniósł średnio 0,031 Gy·cm² przy odchyleniu standardowym równym 0,012. Dominanta współczynnika DAP równa jest 0,017 Gy·cm², a jej liczebność wynosi 42 (12,43%). Największa odnotowana wartość to 0,073 Gy·cm², natomiast najniższa 0,016 Gy·cm². Szczegółowe dane dotyczące wartości współczynnika DAP z uwzględnieniem projekcji przedstawiono w tabeli 2.

Średnia wielkość pola kolimacji radiogramu z badanej grupy wynosi 382,88 cm², przy odchyleniu standardowym równym 145,15. Miary rozkładu wielkości pola kolimacji, długości i szerokości radiogramów przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 1 Miary położenia i zróżnicowania rozkładu dla napięcia anodowego i obciążenia prądowo-czasowego

Miara rozkładu / Zmienna	\bar{x}	Mo	Liczebność mody	Min	Max	SD	Q1	Me	Q2
Napięcie anodowe [kV]	57,68	57	310 (91,12%)	57,00	68,00	2,38	57,00	57,00	57,00
Obciążenie prądowo-czasowe [mAs]	2,93	2,93	308 (91,12%)	1,18	3,73	0,11	2,93	2,93	2,93

Tabela 2 Miary rozkładu współczynnika dose area product wśród radiogramów objętych badaniem z uwzględnieniem projekcji

Miara rozkładu / Projekcja	\bar{x}	Mo	Liczebność mody	Min	Max	SD	Q1	Me	Q3
AP [Gy·cm ²]	0,030	0,017	16 (9,47%)	0,016	0,073	0,011	0,022	0,027	0,011
Boczna [Gy·cm ²]	0,031	0,017	26 (15,38%)	0,016	0,067	0,013	0,021	0,029	0,038

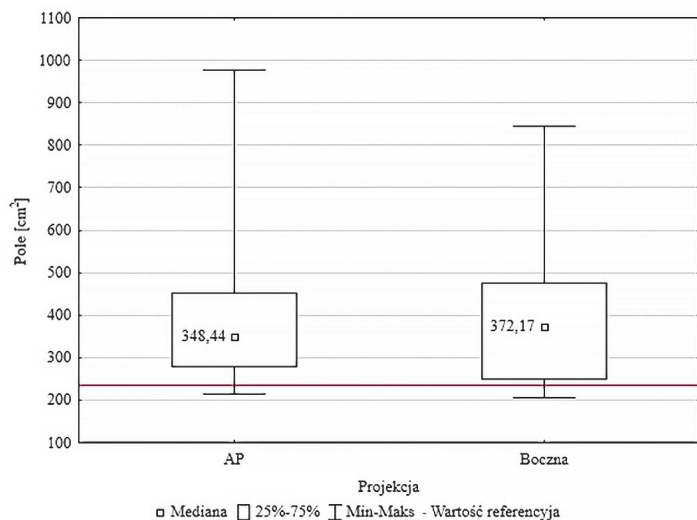
Tabela 3 Liczbowa analiza rozkładu wartości długości, szerokości i pól powierzchni badanych radiogramów

Miara rozkładu / Zmienna	\bar{x}	Mo	Liczebność mody	Min	Max	SD	Q1	Me	Q3
Długość [cm]	20,89	Wielokr.	8	11,76	39,98	6,10	17,02	20,89	24,32
Szerokość [cm]	18,44	12,23	7	9,16	35,20	4,55	15,07	17,76	21,52
Pole powierzchni [cm ²]	382,88	Wielokr.	2	204,64	978,01	145,14	271,14	353,29	464,76

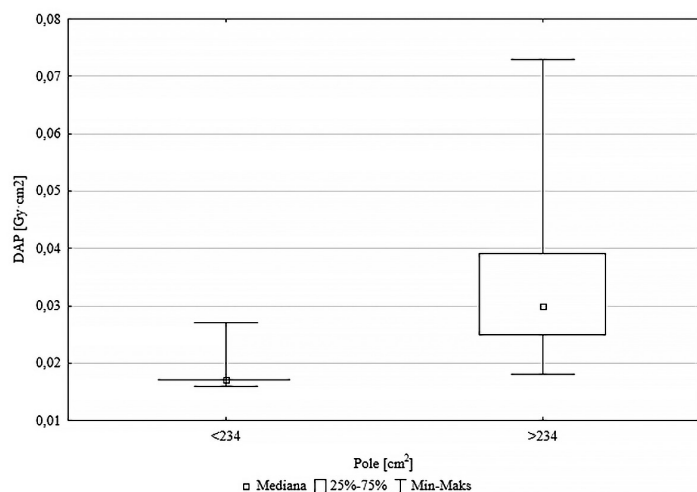
Pole kolimacji analizowanych radiogramów mieściło się w przedziale od 204,62 do 978,01 cm², ze średnią wartością równą 382,88 cm². Szczegółową analizę wartości pól powierzchni rentgenogramów przedstawiono na rysunku 2.

Wartość pola kolimacji była większa od wartości referencyjnej w przypadku 279 (82,54%) badań, wartość długości pola kolimacji była większa od wartości wzorcowej w przypadku 216 (63,91%) radiogramów, natomiast szerokości 291 (86,09%). Średnia wartość współczynnika DAP w radiografii, gdzie wielkość pola kolimacji przekraczała wartość referencyjną, wyniosła 0,033 Gy·cm², natomiast 0,018 Gy·cm² w grupie zdjęć RTG, gdzie pole nie przekraczało wartości uznanej za zalecaną. Szczegółowe dane dotyczące wartości współczynnika DAP z uwzględnieniem wartości pola kolimacji przedstawiono na rysunku 3.

Test Shapiro-Wilka wykazał, że wszystkie z badanych cech mają rozkład inny niż normalny. Test korelacji rang Spermana



Rys. 2 Wykres ramka – wąsy wielkość pola kolimacji a projekcja radiografii
Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 3 Wykres ramka – wąsy wartość dose area product a wielkość pola kolimacji
Źródło: Opracowanie własne.

wykazwał dodatnią korelację pomiędzy wiekiem pacjenta a wartością obciążenia prądowo-czasowego ($r_s = 0,24$) oraz wymiarami radiogramu a wartością współczynnika DAP (szerokość $r_s = 0,58$, długość $r_s = 0,65$, pole powierzchni $r_s = 0,94$). Między pozostałymi zmiennymi brak związku statystycznego.


Na 68 (20,12%) radiogramach widoczne były operacyjne efekty leczenia urazów stawu łokciowego. Najczęściej stosowaną formę zespołów w grupie objętej badaniem stanowi popręg Webera, który widoczny był na 22 zdjęciach (6,51%). Na 8 (2,37%) radiogramach zostały uwidocznione płytki konturowe. Jednoczesne zastosowanie popręgu Webera i płytek konturowych widoczne było na 6 (1,78%) rentgenogramach. Opatrunek gipsowy uwidoczniony był na 34 (10,06%) radiogramach, szyna Kramera na 2 (0,59%), a tuszka ortopedyczna na 8 (2,37%). Nie wykazano zależności statystycznej pomiędzy zastosowaniem stabilizacji a wartością współczynnika DAP ($p = 0,60$).

Dose area product w radiografii stawu łokciowego nie jest tematem często poruszonym w literaturze. Dokonałiśmy retrospektywnej oceny DAP i w oparciu o materiał własny ustaliliśmy jego wartość przy referencyjnym polu kolimacji (234 cm²; 13 cm x 18 cm). Warunki ekspozycyjne wybierane najczęściej przy wykonywaniu zdjęcia rentgenowskiego stawu łokciowego na podstawie naszego badania to napięcie anodowe 57 kV oraz obciążenie prądowo-czasowe 2,93 mAs. W opracowaniu You-hyun Kim i wsp. wartości te wynosiły 51 kV oraz 6 mAs [13]. Natomiast w analizie Bekasa i wsp. wartości napięcia anodowego w radiografii stawu łokciowego wahały się od 40 do 66 kV oraz od 1,3 do 5 mAs w przypadku obciążenia czasowo-prądowego [14]. Zgodnie z zapisami w procedurze wzorcowej radiografii stawu łokciowego osoby dorosłej napięcie anodowe w projekcji przednio-tylnej powinno wynosić 65 kV, a w projekcji bocznej 70 kV [15]. Wyższe wartości napięcia anodowego wpływają na wyższą energię promieniowania rentgenowskiego i jego przenikliwość, a tym samym wartości obciążenia czasowo-prądowego powinny być niższe. Parametry obrazowania i kolimacja są czynnikami, które wpływają na *dose area product* [16, 17].

W analizowanym materiale średnia wartość *dose area product* wynosiła 0,031 Gy·cm². Hart i wsp. uzyskali wynik DAP na poziomie 0,1 Gy·cm², analizując narażenie radiacyjne podczas radiografii stawu łokciowego wykonywanej w Wielkiej Brytanii [18]. Natomiast przy kolimacji nieprzekraczającej wartości referencyjnej, czyli tylko w około 18% przypadków ocenianych przez nas zdjęć rentgenowskich, średni DAP wyniósł 0,018 Gy·cm². Zwraca uwagę niski odsetek radiogramów przy małej powierzchni pola wiązki pierwotnej promieniowania. W literaturze można znaleźć zalecenia wykonywania pojedynczej ekspozycji stawu łokciowego przy użyciu błony rentgenowskiej 18 x 24 cm [19], a nawet 24 x 30 cm [20]. Bez względu na wielkość filmu zawsze należy stosować ograniczenie wiązki pierwotnej do obszaru diagnostycznego zainteresowania. Dobrym rozwiązaniem wydaje się być ustalenie standardu postępowania w danym gabinecie rentgenowskim i wprowadzenie informacji o wielkości pola kolimacji do procedury roboczej. Takie działanie ułatwi monitorowanie dawki podczas radiografii stawu łokciowego. Rozwiązaniem wspierającym optymalizację w rentgenodiagnostyce klasycznej jest wyznaczenie poziomu referencyjnego. Należy jednak zwrócić uwagę, że w prawodawstwie polskim nie określono wartości referencyjnych w zakresie radiografii stawów części wolnej kończyny górnej i dolnej [21].

W materiale naszego badania jedna piąta radiogramów to ekspozycje wykonane po interwencji chirurgicznej. Analiza efektywności podjętych działań terapeutycznych jest jedną z podstawowych przyczyn radiografii kośćca [22]. W ortopedii i traumatologii obowiązuje zasada „dwóch wizyt” („two visits”) – pierwszy radiogram umożliwia podjęcie decyzji o leczeniu, drugi ocenia jego skuteczność [23]. Natomiast w przypadku podejrzania niestabilności, gdy w obrazie rentgenowskim brak jest



widocznych cech potwierdzających, zalecane jest powtórzenie badania po upływie 7-10 dni [24]. Potrzeby kliniczne determinują częstość wykonywania radiografii, a każde badanie wymaga wysokiej jakości radiogramów przy spełnieniu zasady optymalnej dawki promieniowania. 

Wnioski

1. Średnie wartości *dose area product* w projekcji przednio-tylnej i bocznej stawu łokciowego są podobne i wynoszą odpowiednio: 0,030 Gy·cm² i 0,031 Gy·cm².
2. Średnia wartość *dose area product* w analizowanym materiale przy polu kolimacji do 234 cm² wynosi 0,018 Gy·cm². Średnia wartość DAP w grupie radiogramów o polu powyżej wartości referencyjnej jest prawie dwukrotnie wyższa.

Literatura

1. A. Bochenek, M. Reicher: *Anatomia człowieka*, 1, PZWL, Warszawa 2010.
2. T.S. Gaździk: *Ortopedia i traumatologia*, 1-2, PZWL, Warszawa 2010.
3. A.D. Singer, T. Hanna, J. Jose, A. Dahir: *A systematic, multimodality approach to emergency elbow imaging*, *Clinical Imaging*, 40, 2016, 13-22.
4. M.D. Bucknor, K.J. Stevens, L.S. Steinbach: *Elbow imaging in sport: sports imaging series*, *Radiology*, 279, 2016, 12-28.
5. W. Skrzyński: *Wczoraj, dziś i jutro polskiej radiologii*, *Inżynier i Fizyk Medyczny*, 4(2), 2013, 207-208.
6. A. Samojedny, W. Guz, R. Ramotowski: *Zarys historii radiologii polskiej*, *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego*, 2, 2006, 99-112.
7. M. Urbanik: *Odkrycie Roentgena – pierwsze doniesienia prasowe, artykuły naukowe i podręczniki w Krakowie*, *Przegląd Lekarski*, 70(5), 2013, 359-365.
8. B. Kordasiewicz: *Leczenie złamań końca dalszego kości promieniowej*, *Postępy Nauk Medycznych*, 6, 2007, 248-256.
9. W. Trojanowski: *Technika konwencjonalnych badań radiologicznych* [w:] B. Pruszyński (red.): *Diagnostyka obrazowa. Podstawy teoretyczne i metodyka badań*, PZWL, Warszawa 2014, 197-320.
10. J. Siminska, K. Pietkun, K. Ogórkowi, J. Stocka, J. Dejewska, K. Nowacka, W. Hagner: *Schorzenia w obrębie stawu łokciowego. Łokieć tenisisty – schorzenie i współczesne metody leczenia*, *Journal of Education, Health and Sport*, 5(4), 2015, 205-218.
11. M. Czerżyńska, E. Pasięka, S. Jakubowska, U. Łebkowska: *Wpływ materiału endoprotezy stawu biodrowego na wartość indeksu ekspozycji i parametru DAP*, *Inżynier i Fizyk Medyczny*, 4(3), 2014, 199-203.
12. M. Tylkowski, M. Kośmider: *Bezpieczeństwo radiologiczne w pracowni hemodynamiki*, *Post Kardiol Interw*, 3, 4(10), 2007, 217-223.
13. K. You-hyun, C. Jong-hak, K. Chang-kyun, K. Jung-min, K. Sung-soo, O. Yu-whan, L. Chang-yeap, K. Dae-hyun, L. Young-bae, C. Pyong-kon, K. Hyung-chul, K. Chel-min: *Patient dose measurements in diagnostic radiology procedures in Korea*, *Radiation Protection Dosimetry*, 123(4), 2007, 540-545.
14. M. Bekas, K.A. Pachocki, E. Waśniowska, D. Bogucka, A. Magiera: *Dosages of ionizing radiation during limb diagnostic x-ray examinations*, *Medycyna Pracy*, 67(3), 2016, 321-326.
15. *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. Zdrow. 78.2015).
16. A.S. Whitley, G. Jefferson, K. Holmes, C. Sloane, C. Anderson, G. Hoadley: *Clark's positioning in radiography*, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton London New York 2015.
17. D. Dowsett, P.A. Kenny, R.E. Johnston: *The physics of diagnostic imaging*, CRC Press Taylor&Francis Group, Boca Raton 2006.
18. D. Hart, B.F. Wall: *Radiation exposure of the UK population from medical and dental X-ray examinations*, NRPB-W4, National Radiological Protection Board, 2002.
19. B.W. Long, E.D. Franc, R.A. Ehrlich: *Radiography essentials for limited practice*, Elsevier, St. Louis 2013.
20. F. Campeau, J. Fleitz: *Limited radiography*, CENGAGE Learning, Boston 2010.
21. *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. 2017 r., poz. 884).
22. R.C. Evans: *Instant access to orthopedic physical assessment*, Mosby Elsevier, St. Louis 2009.
23. O. Chan: *Introduction: ABCs and rules of two* [w:] O. Chan (red.): *ABC of emergency radiology*, Wiley-Blackwell, Oxford 2013, 19-47.
24. D.D. Kennedy, M.P. Reiman: *Elbow and forearm* [w:] MP Reiman (red.): *Orthopedic clinical examination*, Human Kinetics, Champaign 2015, 585-648.

reklama

SZKOLENIA SPECJALISTYCZNE IOR, ORP, OA



Inspektor Ochrony Radiologicznej
w pracowniach stosujących aparaty rentgenowskie
w celach medycznych, szkolenia typu: R, S

Ochrona Radiologiczna Pacjenta
LR, LMN, LRZ, LIX, LST, FT, PMN, LRT

Operator Akceleratora
typu A-A i S-A

Copyright © LADIS

INSTYTUT FIZYKI JĄDROWEJ
im. H. Niewodniczańskiego PAN

ul. Radzikowskiego 152 tel.: 12 662 84 57
31-342 Kraków 12 662 83 32
e-mail: szkolenia@ifj.edu.pl fax: 12 662 81 58

