

Wartości referencyjne wskaźników krzyżowo-biodrowych w scyntygrafii kośćca

The reference of normal values of the sacroiliac joint index in bone scintigraphy

Przemysław Sebastjanowicz, Jacek Iwanowski✉, Hanna Piwowarska-Bilska, Bogumiła Elbl, Bożena Birkenfeld

Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Zakład Medycyny Nuklearnej, ul. Unii Lubelskiej 1, 71-242 Szczecin
✉ jacek.iwanowski@pum.edu.pl

ABSTRACT

Introduction: Scintigraphy of sacroiliac joints as functional imaging provides unique information on the existing disease process. By using radiopharmaceuticals that allow imaging of the metabolic activity within the joint, it is possible to assess the stage of the disease, even when there are no lesions in radiological images. Quantitative analysis of scintigrams of sacroiliac joints is performed by comparing the uptake in both of them in relation to the uptake in the sacral bone area. The values of sacroiliac (SI/S) indices are influenced by the age of the patient, sex, state of health, and a range of individual biological features. Therefore, reference values of SI/S ratios are very important for medical specialists who describe and diagnose locomotor system diseases.

The aim of this paper is to develop a reference range of sacroiliac ratios. The innovativeness of this paper involves examining sacroiliac ratios for various age groups, in children and adult patients, taking their sex into consideration.

Materials and methods: The study comprised a group of 335 people with proper bone scintigraphy. These people were divided into children and patients aged ≥ 21 . Children were divided into

4 age groups (1–5; 6–10; 11–15; 16–20) and adults into 6 age groups (21–30; 31–40; 41–50; 51–60; 61–70; ≥ 71). Sacroiliac ratios were calculated using the method of three rectangular region of interests located on the left and right sacroiliac joint and on the sacral bone. The sacroiliac ratio was calculated for both joints by dividing the average number of counts within a selected sacroiliac joint by the average number of counts within the sacral bone.

Results: SI/S borderline reference values covered the range of 1.18 ± 2.28 that was obtained for children aged ≤ 5 and for the group of 11–15-year-olds. Considerable discrepancies in the values of the coefficient for women and men were seen among 31–50-year-olds.

Conclusions: Borderline reference results for the entire control group cover the range of 1.18 ± 2.28 . The lower reference value applies to ≤ 5 -year-olds, whereas the higher value applies to the group of 11–15-year-olds. The standard deviation value obtained was highest in paediatric patients. The results indicate the occurrence of significant individual differences between patients in this age group.

Keywords: sacroiliac joint index; bone scintigraphy; ^{99m}Tc -MDP.

ABSTRAKT

Wstęp: Scyntygrafia kośćca, w tym stawów krzyżowo-biodrowych, jako obrazowanie funkcjonalne dostarcza unikalnych informacji o zaistniałym procesie chorobowym. Dzięki zastosowaniu radiofarmaceutyków, które umożliwiają obrazowanie aktywności metabolicznej w obrębie stawu, można ocenić stopień zaawansowania choroby, nawet w przypadku braku zmian w obrazach radiologicznych. Analiza ilościowa aktywności metabolicznej stawów krzyżowo-biodrowych polega na porównaniu wychwytu w obu stawach do wychwytu w regionie kości krzyżowej. Na wartości wskaźników krzyżowo-biodrowych (SI/S) wpływa wiek pacjenta, jego płeć, stan zdrowia i szereg indywidualnych cech biologicznych. Niezwykle istotne są zatem wartości referencyjne wskaźników SI/S, które są pomocne dla lekarzy specjalistów opisujących i diagnozujących schorzenia układu ruchu.

Celem niniejszej pracy było opracowanie zakresu referencyjnego wskaźników krzyżowo-biodrowych. Innowacyjność polegała na obliczeniu wskaźników krzyżowo-biodrowych dla różnych grup wiekowych u dzieci oraz dorosłych pacjentów z uwzględnieniem płci.

Materiały i metody: Badaniem objęto grupę liczącą 335 osób w wieku 1–89 lat, u których wykonano scyntyografię kości,

a wynik był prawidłowy. Osoby te podzielono na grupy wiekowe. Dzieci podzielono na 4 grupy wiekowe (1–5; 6–10; 11–15; 16–20), a dorosłych na 6 grup wiekowych (21–30; 31–40; 41–50; 51–60; 61–70; ≥ 71). Do obliczenia wskaźników krzyżowo-biodrowych wykorzystano metodę 3 prostokątnych regionów zainteresowania (*region of interest* – ROI) położonych na lewym i prawym stawie krzyżowo-biodrowym oraz na kości krzyżowej. Wskaźnik krzyżowo-biodrowy obliczono dla obu stawów, dzieląc średnią liczbę zliczeń w ROI wybranego stawu krzyżowo-biodrowego przez średnią liczbę zliczeń w obrębie ROI na kości krzyżowej.

Wyniki: Za wartości prawidłowe SI/S uznano zakres $1,18 \pm 2,28$, który otrzymano dla dzieci w wieku ≤ 5 lat oraz dla grupy 11–15 lat. Znaczące rozbieżności w wartościach wskaźnika SI/S dla kobiet i mężczyzn uzyskano w przedziale wiekowym 31–50 lat.

Wnioski: Wartości prawidłowe wskaźników krzyżowo-biodrowych dla całej grupy kontrolnej obejmują zakres $1,18 \pm 2,28$. Niższa wartość referencyjna dotyczy ≤ 5 lat, natomiast wyższa wartość dotyczy grupy 11–15 lat. U dzieci uzyskano najwyższą wartość odchylenia standardowego. Wynik świadczy o występowaniu istotnych indywidualnych różnic pomiędzy pacjentami w tej grupie wiekowej.

Słowa kluczowe: wskaźniki krzyżowo-biodrowe; scyntygrafia kośćca; ^{99m}Tc -MDP.

WSTĘP

Scyntygrafia kośćca to badanie funkcjonalne, które umożliwia wizualizację zmian metabolicznych w kośćcu o charakterze łagodnym lub złośliwym. Mogą być one widoczne w badaniach radiograficznych jako wczesne zmiany strukturalne. Badanie to ułatwia różnicowanie chorób metabolicznych kości, pourazowych uszkodzeń, chorób ogólnoustrojowych dotyczących kości, zmian zwyrodnieniowych i przeciążeniowych oraz zmian kostnych i stawów o nieznannej etiologii. W diagnostyce onkologicznej badanie radioizotopowe odgrywa główną rolę w ocenie metabolizmu nowotworu oraz przerzutów kostnych. Wzmoczone gromadzenie radiofarmaceutyku w obszarach obrazowanych świadczy o zwiększonych kostnych przemianach fizjologicznych (*hot spots*), natomiast obniżona wartość wychwytu izotopu lub jego brak wskazują na proces degeneracyjny kości (*cold spots*). Ponadto scyntygrafia może zostać wykorzystana w celu określenia odpowiedzi na leczenie oraz kwalifikacji pacjentów do leczenia paliatywnego z powodu przerzutów do kośćca [1, 2, 3].

Stan zapalny stawów krzyżowo-biodrowych jest częstym objawem, który przebiega w różnych typach chorób, np. w spondyloartropatiach. W początkowych stadiach choroby rozpoznanie kliniczne stanów zapalnych stawów krzyżowo-biodrowych jest niezwykle trudne. Jedną z czulszych i swoistych metod diagnostycznych do diagnozowania wczesnego stadium choroby jest biopsja stawu zajętego przez stan zapalny. Jednakże ze względu na inwazyjność badanie to nie jest wykorzystywane w rutynowej praktyce. Obrazy rentgenowskie stawów krzyżowo-biodrowych w początkowych stadiach choroby nie wykazują odchylenia od normy [4]. Natomiast w przypadku diagnostyki z użyciem rezonansu magnetycznego (MRI) uwidocznione są wczesne oraz przewlekłe zmiany zapalne. Jednak korelacja objawów klinicznych z informacjami uzyskanymi podczas obrazowania MRI jest nadal przedmiotem dyskusji. W dotychczasowych badaniach klinicznych wykazano, że MRI ma wysoką czułość we wczesnych fazach choroby [5]. Duży koszt badania oraz długi okres oczekiwania dyskwalifikuje to badanie jako szybką i rutynową diagnostykę stanów zapalnych stawów krzyżowo-biodrowych.

Obecnie często wykorzystywanym nieinwazyjnym badaniem obrazowym stawów krzyżowo-biodrowych jest scyntygrafia kośćca. Charakteryzuje się ona wysoką czułością i swoistością. Niektóre doniesienia kliniczne przedstawiają dane, w których czułość wynosiła 73%, a swoistość 97% [5].

Scyntygrafia stawu krzyżowo-biodrowego jako obrazowanie funkcjonalne dostarcza informacji o metabolizmie zaistniałego procesu chorobowego. Dzięki podaniu pacjentom radiofarmaceutyków, które umożliwiają obrazowanie aktywności osteoblastów w obrębie stawu, można ocenić stopień zaawansowania choroby, nawet w przypadku braku lub występowaniu niewielkich zmian w obrazach radiologicznych. Scyntygramy mogą być analizowane wizualnie i ilościowo. Analiza ilościowa scyntygramów stawów krzyżowo-biodrowych przeprowadzana jest na zasadzie porównania wychwytu w obu stawach w stosunku do wychwytu w regionie kości krzyżowej. Efektem ilościowej analizy jest znacznie wyższy obiektywizm oceny, który

nie sposób uzyskać, gdy stosuje się wyłącznie ocenę wizualną scyntygramów. Na wartości wskaźników krzyżowo-biodrowych (SI/S) wpływa wiek pacjenta, jego płeć, stan zdrowia i szereg indywidualnych cech biologicznych. Niezwykle istotne są zatem wartości referencyjne wskaźników SI/S dla lekarzy specjalistów opisujących i diagnozujących schorzenia układu ruchu [4, 6].

Celem pracy było wyznaczenie wartości referencyjnych wskaźników krzyżowo-biodrowych. Dla dzieci podjęto próbę obliczenia wartości referencyjnych SI/S dla 4 przedziałów wiekowych. Ponadto przeprowadzono analizę różnic pomiędzy wartościami referencyjnymi wskaźników SI/S u kobiet i mężczyzn dla poszczególnych grup wiekowych.

MATERIAŁY I METODY

Materiał badawczy stanowiły obrazy pacjentów poddanych scyntygrafii kośćca po dożylnym podaniu 340–740 MBq ^{99m}Tc -MDP (metylenodifosfonian). Aktywność podawana dzieciom wyliczana była indywidualnie wg wzoru Webstera:

$$A_p \text{ [MBq]} = ((N+1) \times A_d \text{ [MBq]}) / (N+7)$$

gdzie

A_p – aktywność radiofarmaceutyku dla dziecka;

N – wiek dziecka w latach;

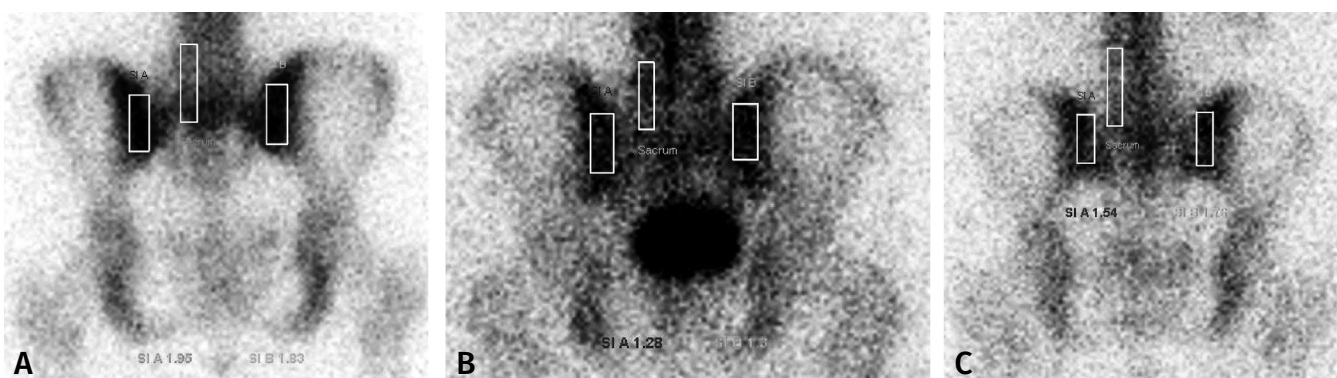
A_d – aktywność radiofarmaceutyku dla dorosłego.

Do badania scyntygraficznego wykorzystano gammakamerę General Electric Infinia Hawkeye 4 oraz gammakamerę Mediso XRing/R z kolimatorami LEHR (niskoenergetyczne o wysokiej rozdzielczości). Pacjenci byli poddawani standardowej procedurze Whole Body. Badanie wykonano w pozycji leżącej na plecach, a pod kolanami umieszczano wałek. Wszyscy pacjenci zakwalifikowani do grupy kontrolnej podczas badania posiadali symetrycznie ułożone stawy krzyżowo-biodrowe. Akwizycje wykonywano z prędkością przesuwu 12–15 cm/min, matrycą 512×1024. Okno energetyczne było położone standardowo $\pm 10\%$ dla fotopiku 140 keV. W celu wyświetlenia i analizowania obrazów pod kątem ilościowym użyto systemu Xeleris 2.1.

Badaniami objęto 335 pacjentów w wieku 1–89 lat, którzy byli diagnozowani w Zakładzie Medycyny Nuklearnej Samodzielnego Publicznego Szpitala Klinicznego nr 1 Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie w latach 2008–2015. Dokonano podziału na dwie grupy: 215 badanych pacjentów 1.–20. r.ż., którzy bez podziału na płeć zostali przydzieleni do 4 kategorii wiekowych (1–5; 6–10; 11–15; 16–20). Drugą grupę stanowiło 120 osób w wieku 21–89 lat (60 kobiet i 60 mężczyzn). Wykonano podział ze względu na płeć oraz przypisano pacjentów odpowiednio do 6 grup wiekowych: 21–30; 31–40; 41–50; 51–60; 61–70 i powyżej 71 lat.

W celu obliczenia wskaźników krzyżowo-biodrowych zastosowano metodę 3 prostokątnych regionów zainteresowania (ROI) w kształcie prostokątów umieszczonych na prawym i lewym stawie krzyżowo-biodrowym oraz na kości krzyżowej (ryc. 1).

Każdy z wyznaczonych obszarów zainteresowania miał powierzchnię ok. 350 mm². Wskaźnik SI/S lewego oraz prawego stawu otrzymywano, dzieląc średnią liczbę zliczeń w obrębie



RYCINA 1. Umieszczenie ROI u dziecka (A), mężczyzny (B), kobiety (C); projekcje posterior

regionów zainteresowania stawu krzyżowo-biodrowego przez średnią liczbę zliczeń w ROI na kości krzyżowej.

WYNIKI

W tabeli 1 przedstawiono wyniki wskaźników SI/S uzyskane dla 4 grup wiekowych dzieci oraz 6 grup wiekowych kobiet i mężczyzn. Uwzględniono także odchylenia standardowe SI/S dla obu stawów.

W tabeli 2 zawarto zakresy referencyjne wartości wskaźników krzyżowo-biodrowych opracowane dla lekarzy specjalistów opisujących rytynowo badania scyntygraficzne kośćca.

Na rycinie 2 zaprezentowano zmienność wskaźników SI/S dla dzieci, kobiet i mężczyzn w różnym wieku. Na krzywej zaznaczono odchylenia standardowe wyznaczonych średnich wartości SI/S. Widoczny jest wzrost wskaźnika SI/S z wiekiem pacjentów z grup dzieci w wieku od 1 roku do 15 lat. Najwyższa wartość wskaźnika krzyżowo-biodrowego występowała w przypadku dzieci w wieku 11–15 lat ($SI/S = 1,97 \pm 0,31$), co

TABELA 1. Podsumowanie uzyskanych wyników obliczeń wskaźników krzyżowo-biodrowych dla dzieci, kobiet i mężczyzn w różnym wieku

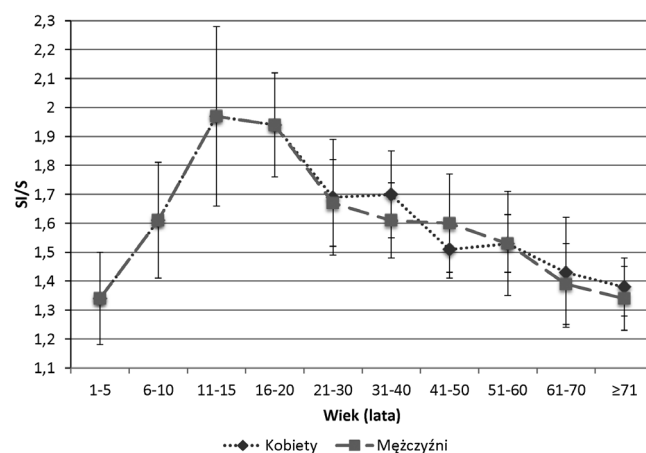
	Wiek	Ilość	Średni wiek (lata)	Wskaźniki krzyżowo-biodrowe	
				Lewy	Prawy
Dzieci	1–5	51	3,63 ±1,27	1,33 ±0,15	1,35 ±0,16
	6–10	34	8,24 ±1,35	1,59 ±0,21	1,62 ±0,20
	11–15	65	13,2 ±1,49	1,97 ±0,31	1,98 ±0,31
	16–20	65	17,4 ±1,39	1,94 ±0,17	1,95 ±0,18
Kobiety	21–30	10	24,2 ±2,56	1,72 ±0,19	1,67 ±0,20
	31–40	10	37,2 ±2,99	1,69 ±0,15	1,72 ±0,14
	41–50	10	46,1 ±2,55	1,49 ±0,10	1,53 ±0,10
	51–60	10	54,1 ±2,77	1,54 ±0,16	1,53 ±0,20
	61–70	10	65 ±2,37	1,43 ±0,15	1,43 ±0,22
	≥71	10	78,6 ±3,95	1,38 ±0,10	1,38 ±0,10
Mężczyźni	21–30	10	25,1 ±2,55	1,66 ±0,15	1,68 ±0,15
	31–40	10	36,1 ±2,81	1,59 ±0,14	1,63 ±0,13
	41–50	10	44,7 ±3,03	1,60 ±0,15	1,60 ±0,19
	51–60	10	54,5 ±1,86	1,51 ±0,10	1,55 ±0,09
	61–70	10	66,6 ±2,46	1,40 ±0,12	1,38 ±0,16
	≥71	10	81,8 ±4,45	1,35 ±0,11	1,32 ±0,12

wskazywało na nasilenie metabolizmu w obrębie badanych stawów. W ostatniej grupie wiekowej wśród dzieci występuje wyraźny spadek wartości $SI/S = 19,4 \pm 0,18$.

Dla pacjentów dorosłych zauważono spadek wskaźnika SI/S wraz z wiekiem. Dla grup wiekowych 21–40 oraz 61–70 lat

TABELA 2. Kliniczne zakresy referencyjne wskaźników krzyżowo-biodrowych

	Wiek	Wskaźniki krzyżowo-biodrowe	
		Średnia	Zakres referencyjny
Dzieci	1–5	1,34	1,18÷1,50
	6–10	1,61	1,41÷1,81
	11–15	1,97	1,66÷2,28
	16–20	1,94	1,76÷2,12
Kobiety	21–30	1,69	1,49÷1,89
	31–40	1,7	1,55÷1,85
	41–50	1,51	1,41÷1,61
	51–60	1,53	1,35÷1,71
	61–70	1,43	1,24÷1,62
	≥71	1,38	1,28÷1,48
Mężczyźni	21–30	1,67	1,52÷1,82
	31–40	1,61	1,48÷1,74
	41–50	1,6	1,43÷1,77
	51–60	1,53	1,43÷1,63
	61–70	1,39	1,25÷1,52
	≥71	1,34	1,23÷1,45



RYCINA 2. Zmienność wartości średnich wskaźników krzyżowo-biodrowych (SI/S) w zależności od wieku (uwzględniono podział ze względu na płeć dla pacjentów ≥21 lat)

u kobiet odnotowano wyższe wartości SI/S niż u mężczyzn. Dla przedziału wiekowego 41–50 lat zaobserwowano wyższą wartość wskaźnika krzyżowo-biodrowego u mężczyzn niż u kobiet. Najwyższe rozbieżności w wartościach wskaźnika SI/S dla kobiet i mężczyzn uzyskano w przedziale wiekowym 31–50 lat.

Maksymalna różnica pomiędzy wartością wskaźników SI/S dla prawego i lewego stawu u danego pacjenta wynosiła 0,05, co stanowi ok. 3%.

DYSKUSJA

Wskaźnik SI/S stosowany jest do diagnostyki stanów zapalnych stawów krzyżowo-biodrowych [6]. Zastosowanie ilościowej analizy obrazów scyntygraficznych podnosi rangę diagnostyczną tej metody obrazowania oraz zapewnia obiektywną interpretację funkcjonalnych obrazów kośćca. Obraz scyntygraficzny z wyznaczonym wskaźnikiem SI/S umożliwia potwierdzenie diagnozy stanu zapalnego stawu krzyżowo-biodrowego. Jednakże na wielkość wskaźnika SI/S może wpływać wiele czynników, takich jak: wiek, płeć oraz indywidualne cechy metaboliczne pacjentów [4, 6].

W badaniach przeprowadzonych przez Lin i Wang [7] stwierdzono, że wskaźniki krzyżowo-biodrowe dla mężczyzn w wieku poniżej 30 lat były wyższe niż u kobiet. Wyniki uzyskane w niniejszej pracy nie potwierdziły tego trendu. Bozkurt i Kiratli [4] potwierdzili wpływ wieku dziecka na wielkość normy SI/S. Ponadto autorzy pracy podali, że nie jest możliwe usystematyzowanie wartości wskaźnika krzyżowo-biodrowego dla dzieci. Zalecili wyznaczanie wartości referencyjnych dla danego ośrodka diagnostycznego dla różnych grup wiekowych [4, 7]. W wielu publikacjach stwierdzono brak lub niewielką dodatnią korelację pomiędzy wiekiem a wskaźnikiem SI/S. Badania te niejednokrotnie dotyczyły stosunkowo małych grup pacjentów. Pitkanen i wsp. [8] analizowali obrazy 46 pacjentów w wieku 15–71 lat, Dodig i wsp. [9] analizowali scyntygramy 70 osób. Z kolei Vyas i wsp. [10] pogrupowali pacjentów na: dzieci, osoby w średnim wieku i osoby starsze, ale zbyt mała liczebność grup mogła być powodem braku różnic w uzyskanych wartościach wskaźnika krzyżowo-biodrowego dla poszczególnych zakresów wiekowych.

Najbardziej zbliżone wyniki badań do zaprezentowanych w niniejszej pracy uzyskali Lin i Wang [7]. Obliczone przez nich wskaźniki SI/S zmieniają się znacznie z wiekiem pacjentów obu płci, analogicznie jak w tabelach 1 i 2. W niniejszej pracy oraz u Lina i Wanga [7] wykazano stały spadek SI/S u kobiet poniżej 50 lat. Wartości wskaźników dla kobiet przed 50. r.ż. były wyższe w pracy niż dla mężczyzn z wyłączeniem grupy 31–40 lat. Ze względu na okres menopauzalny kobiet, w wieku powyżej 50 lat wartości SI/S u mężczyzn były wyższe [7]. W niniejszej pracy uzyskano wyższe wartości SI/S u kobiet niż u mężczyzn w wieku 21–40 i od 61 do ≥ 71 . W obu pracach dla przedziału wiekowego 41–50 lat zaobserwowano wyższą wartość wskaźnika krzyżowo-biodrowego u mężczyzn niż u kobiet. Ponadto występuje zbieżność średnich wartości SI/I dla kobiet i mężczyzn; odnotowano porównywalny spadek wskaźnika SI/S dla

kobiet w wieku menopauzalnym i wyższe wartości indeksu SI/S dla mężczyzn w wieku powyżej 50 lat. Ponadto w obu pracach wykazano brak istotnych różnic pomiędzy lewym i prawym wskaźnikiem SI/S dla całej grupy kontrolnej.

Różnice pomiędzy przedstawionymi wynikami oraz danymi z literatury mogą wynikać z wpływu dodatkowych czynników, takich jak: ułożenie pacjenta podczas badania, czas rozpoczęcia akwizycji, liczba zliczeń w rejestrowanych projekcjach, położenie i wielkość regionów zainteresowania oraz technika kalkulacji SI/S.

WNIOSKI

Przeprowadzona analiza obliczonych zakresów norm wartości SI/S wykazała, iż:

1. Uzyskane wartości referencyjne dla całej grupy kontrolnej mieszczą się w przedziale $1,18 \pm 2,28$. Niższa wartość referencyjna dotyczy grupy ≤ 5 lat, natomiast wyższa wartość dotyczy grupy 11–15 lat.
2. Dla dzieci uzyskano najwyższą wartość odchylenia standardowego SI/S. Wynik świadczy o występowaniu istotnych indywidualnych różnic pomiędzy pacjentami w tej grupie wiekowej.
3. Znaczne różnice w wartościach SI/S u zdrowych kobiet i mężczyzn występują w przedziale wieku 31–50 lat. W przedziale ≥ 51 lat nie obserwuje się istotnych różnic w uzyskanych wartościach referencyjnych SI/S dla kobiet i mężczyzn.
4. Zasadne jest obliczanie wartości referencyjnych wskaźników krzyżowo-biodrowych dla każdej pracowni scyntygraficznej, z uwzględnieniem wieku pacjentów.

PIŚMIENNICTWO

1. Sudol-Szopinska I, Cwikla JB. Current imaging techniques in rheumatology: MRI, scintigraphy and PET. *Pol J Radiol* 2013;78:48-56.
2. Collier BD Jr, Fogelman I, Brown ML. Bone scintigraphy: Part 2. Orthopedic bone scanning. *J Nucl Med* 1993;34:2241-6.
3. Cook GJ, Fogelman I. Skeletal metastases from breast cancer: imaging with nuclear medicine. *Semin Nucl Med* 1999;29:69-79.
4. Bozkurt MF, Kiratli P. Quantitative sacroiliac scintigraphy for pediatric patients: comparison of two methods. *Ann Nucl Med* 2014;28:227-31.
5. Koc ZP, Kin Cengiz A, Aydin F, Samanci N, Yazisiz V, Koca SS, et al. Sacroiliac indicis increase the specificity of bone scintigraphy in the diagnosis of sacroiliitis. *Mol Imaging Radionucl Ther* 2015;24(1):8-14. doi: 10.4274/mirt.40427.
6. Tiwari BP, Basu S. Estimation of sacroiliac joint index in normal subjects of various age groups: comparative evaluation of four different methods of quantification in skeletal scintigraphy. *Nucl Med Rev Cent East Eur* 2013;16:26-30.
7. Lin WY, Wang SJ. Influence of age and gender on quantitative sacroiliac joint scintigraphy. *J Nucl Med* 1998;39:1269-72.
8. Pitkanen M, Lahtinen T, Hyodynmaa S, Mutru O, Lansimies E. Quantitative sacro-iliac scintigraphy. I. Methodological aspects. *Scand J Rheumatol* 1982;11:199-202.
9. Dodig D, Domljan Z, Popovic S, Simonovic I. Effect of imaging time on the values of the sacroiliac index. *Eur J Nucl Med* 1988;14:504-6.
10. Vyas K, Eklem M, Seto H, Bobba VR, Brown P, Haines J, et al. Quantitative scintigraphy of sacroiliac joints: effects of age, gender, and laterality. *AJR Am J Roentgenol* 1981;136(3):589-92.