

Grażyna GILEWSKA

DOKŁADNOŚĆ WYZNACZANIA PARAMETRÓW STAWÓW BIODROWYCH DZIECI NA PODSTAWIE OBRAZÓW UZYSKIWANYCH Z WYKORZYSTANIEM PROMIENIOWANIA RENTGENOWSKIEGO

STRESZCZENIE *Poniższy artykuł prezentuje aspekty oceny dokładności wyznaczania parametrów stawów biodrowych dzieci z punktu widzenia pomiarów wybranych kątów i wskaźników anatomicznych. Podstawą prowadzonych pomiarów był opracowany program pomiarowy, wykorzystujący algorytmy przetwarzania obrazów. Dzięki temu programowi można przeprowadzić identyfikację elementów anatomicznych układu kostnego na podstawie niezbędnych miejsc anatomicznych, nawet w warunkach gorszych parametrów wzrokowych zdjęć rentgenowskich. Przedstawiono również analizę pomiarów wykonywanych na podstawie cyfrowych radiogramów stawów biodrowych dzieci w projekcji przednio-tylnej i porównano je do dostępnych w literaturze norm wiekowych.*

Słowa kluczowe: *staw biodrowy, przetwarzanie obrazów, pomiary, kąty i wskaźniki anatomiczne*

1. WSTĘP

Staw biodrowy to jeden z największych stawów organizmu człowieka; pomaga zachować równowagę, przenosi ciężar ciała z tułowia na kończyny dolne oraz umożliwia ich ruchomość [1]. Jest stawem kulistym tworzonym przez głowę kości udowej oraz panewkę stawu biodrowego kości miednicznej (rys. 1).

Wrodzona dysplazja (zaburzenie rozwojowe) stawu biodrowego, powstająca w okresie życia płodowego, jest jedną z częściej występujących wad wrodzonych u ludzi, a jej najbardziej nasiloną formą to wrodzone zwichnięcie stawów biodrowych.

dr inż. Grażyna GILEWSKA

e-mail: g.gilewska@pb.edu.pl

Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny
ul. Wiejska 45 D, 15-351 Białystok

PRACE INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI, zeszyt 268, 2015

Wczesne rozpoczęcie leczenia dysplastycznego stawu biodrowego stwarza lepsze szanse na normalizację rozwoju stawu biodrowego. Jednak niektóre stawy biodrowe rozwijają się z objawami resztkowej dysplazji, pomimo wcześnie ustalonego rozpoznania i rozpoczętego leczenia [2].



Rys. 1. Obraz kości stawu biodrowego w projekcji przednio-tylnej

Szacuje się, że w około 80% przypadków choroby zwyrodnieniowej stawu biodrowego na tle przebytej dysplazji pacjenci odczuwają ból, mają ograniczenia zakresu ruchu i w młodym wieku wymagają całkowitej endoprotezoplastyki stawu biodrowego. Stąd rozpoznawanie i leczenie rozwojowej dysplazji stawu biodrowego to konieczność z medycznego i społecznego punktu widzenia.

2. METODY OBRAZOWANIA STAWÓW BIODROWYCH

W rozpoznaniu bądź ocenie postępów leczenia dysplazji stawu biodrowego podstawowymi badaniami są badania kliniczne oraz ultrasonograficzne, zwłaszcza w grupie noworodków.

U dzieci starszych, zwłaszcza po szóstym miesiącu życia, ze względu na coraz większy stopień skostnienia jądra głowy kości udowej, badanie ultrasonograficzne ma coraz mniejsze znaczenie diagnostyczne i jest zastępowane badaniem radiologicznym [3].

W przypadku nierozpoznanych wcześniej stawów dysplastycznych oraz w dysplazji resztkowej stawów biodrowych, podstawowym badaniem oceny postępów leczenia jest klasyczne zdjęcie rentgenowskie, umożliwiające badanie wzajemnych stosunków pomiędzy panewką stawu biodrowego oraz bliższym końcem kości udowej.

Dla dzieci po szóstym miesiącu życia stosuje się w niektórych przypadkach tomografię komputerową, jednak ze względu na to, że wykonanie badania może wprowadzać napromieniowanie wielokrotnie większymi dawkami, niż w przypadku zdjęcia rentgenowskiego (zbadane, przeliczone i udostępnione dane przez biuro FDA przy Ministerstwie Zdrowia Stanów Zjednoczonych [4]) oraz ze względu na wielokrotnie wyższy jego koszt, tomografia jest rzadko wykorzystywana w ocenie zmian dysplastycznych stawów biodrowych. Również tomografia rezonansu magnetycznego ze względu na konieczność współpracy z badanym i długi czas trwania badania, nie jest przydatna w diagnostyce dysplazji stawu biodrowego. Istotnym ograniczeniem w stosowaniu

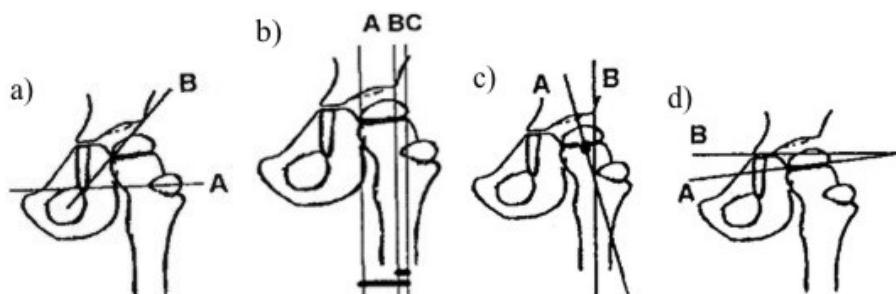
waniu metod tomograficznych jest ich wielokrotnie wyższy koszt w porównaniu ze zdjęciem rentgenowskim, dlatego wykorzystuje się je w szczególnych przypadkach oceny dysplastycznego stawu biodrowego.

3. MATERIAŁ I OPRACOWANE METODY

Wybrano obrazy radiologiczne układu kostnego miednicy człowieka dla dzieci w wieku 0-16 lat, u których częstym problemem są wrodzone bądź nabyte zmiany układu kostnego obrębu miednicy. Prowadzić one mogą do trwałych zmian w budowie, postawie, poruszaniu się, aż do unieruchomienia włącznie.

Do oceny postępów leczenia, szczególnie dysplazji resztkowej stawów biodrowych, wykorzystuje się wiele parametrów, nazywanych wskaźnikami bądź kątami w zależności od ich definicji [5, 6]. Wyznaczane są one na obrazie radiologicznym najczęściej przy użyciu pisaka i linijki. Również sposoby pomiarów parametrów anatomicznych układu kości miednicy opisane w literaturze medycznej są mało precyzyjne i czasem niejednoznaczne.

Istnieje zatem potrzeba realizacji pomiarów wykorzystywanych parametrów anatomicznych obręczy miednicy przy wykorzystaniu dedykowanego narzędzia pomiarowego, które ułatwi, przyspieszy i zautomatyzuje pomiary realizowane przez lekarza bądź radiologa. Ważną kwestią jest też, aby w momencie dokonania pomiaru badający mieli możliwość odniesienia się do norm oceny radiologicznej dla każdego z wykorzystywanych parametrów w celu określenia zmian układu kostnego w trakcie leczenia. W piśmiennictwie światowym i polskim dotyczącym parametrów określających budowę stawu biodrowego w obrazie radiologicznym, niewielu autorów podaje ich normy.

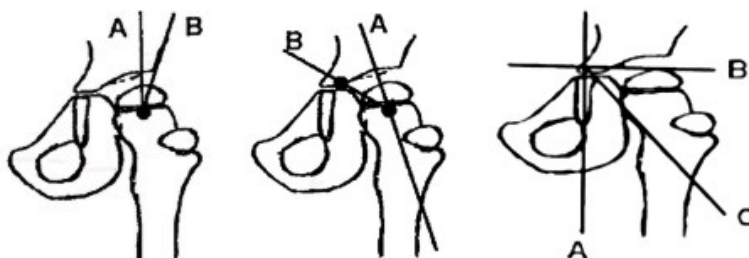


Rys. 2. Parametry budowy panewki stawu biodrowego (a, b) oraz parametry bliższego końca kości udowej (c, d)

Pomiary wykonywano na podstawie cyfrowo zapisanych radiogramów stawów biodrowych w projekcji przednio-tylnej. Do oceny wybrano najczęściej wykorzystywane w ocenie lekarzy ortopedów parametry, które podzielone zostały na trzy grupy. Pierwsza, związana z parametrami budowy panewki stawu biodrowego, zawiera kąt nachylenia panewki Sharpa oraz wskaźnik głowowo-panewkowy (rys. 2a, 2b).

Druga grupa definiuje parametry bliższego końca kości udowej i zawiera pozorny kąt szykowo-trzonowy oraz kąt nasadowo-biopsylonowy (rys. 2c, 2d).

Natomiast trzecia określa parametry stosunku bliższego końca kości udowej do panewki stawu biodrowego, w której umieszczono kąt pokrycia głowy Wiberga, kąt centrowania szyjki kości udowej, a także kąt oddalenia bocznego Łabaziewicza (rys. 3).



Rys. 3. Parametry stosunku bliższego końca kości udowej do panewki stawu biodrowego

Badania realizowano na udostępnionych radiogramach 55 pacjentów w pięciu grupach wiekowych: 8, 10, 11, 12 i 13 lat, dla których wykonano kontrolne radiogramy po kilkuletnim procesie leczenia.

Pomiary prowadzono przy wykorzystaniu opracowanego programu pomiarowego (rys. 4), umożliwiającego wybór parametrów przetwarzania wstępnego, poziomu wykrywania krawędzi bądź wyboru elementów anatomicznych stawu.



Rys. 4. Prezentacja programu po wczytaniu badanego obrazu

Wykorzystanie powyższego programu umożliwia zastosowanie opracowanych algorytmów pomiarowych wyznaczających miejsca pomiarowe wybranych obiektów biologicznych oraz dokonujących obliczeń wybranych do analizy wskaźników bądź kątów na podstawie niezbędnych miejsc anatomicznych.

4. ANALIZA OTRZYMANYCH WYNIKÓW

Wyniki pomiarów badanych grup zostały porównane do odpowiednich norm wiekowych, których niezbyt wiele można znaleźć w piśmiennictwie polskim dotyczącym parametrów określających budowę stawu biodrowego na obrazie radiologicznym. Wykorzystano opracowane na podstawie danych z terenu Wielkopolski, standardowe normy i odchylenia w zależności od wieku dla opisywanego wskaźnika bądź kąta [5, 6].

Zastanawiającym był nie tylko duży odsetek przypadków, których wartości badanych parametrów nie mieściły się w zakresach wymienionych wcześniej norm, ale ich duże zróżnicowanie między stawem lewym i prawym (tab. 1).

Nie zauważono istotnych różnic między zdefiniowanymi trzema grupami parametrów, natomiast stwierdzono je między parametrami zdefiniowanymi jako kąty nachylenia panewki, kąt szykowo-trzonowy, kąt pokrycia głowy Wiberga, a pozostałymi parametrami. Ich przyczyną mogły być np. błędy w ustalaniu linii pomocniczych wykorzystywanych podczas pomiarów.

TABELA 1

Przypadki poza zakresem normy

	Wybrany parametr	Prawy staw	Lewy staw
Pierwsza grupa parametrów	kąt nachylenia panewki	65%	73%
	wskaźnik głowowo-panewkowy	33%	35%
Druga grupa parametrów	pozorny kąt szykowo-trzonowy	51%	49%
	kąt nasadowo-biopsylonowy	36%	35%
Trzecia grupa parametrów	kąt pokrycia głowy Wiberga	56%	45%
	kąt centrowania szyjki kości udowej	40%	25%
	kąt oddalenia bocznego Łabaziewicza	33%	29%

Przeprowadzono również badania powtarzalności pomiarów na trzech losowo wybranych przypadkach, dla których wykonano po 10 pomiarów każdego z wybranych parametrów. Wybrano po jednym parametrze z każdej grupy, który charakteryzował się mniejszą liczbą przypadków poza normą.

Najmniejszą zmiennością w stosunku do badanych kątów charakteryzował się wskaźnik głowowo-panewkowy, co sugerowałoby dokonywanie wyboru większej liczby wskaźników niż kątów jako parametry diagnostyczne (tab. 2).

Porównano ponadto pomiary wskaźnika głowowo-panewkowego oraz kąta oddalenia bocznego Łabaziewicza z tabeli 2, zrealizowane na obrazach oryginalnych oraz na obrazach poddanych przetwarzaniu (tab. 3).

TABELA 2

Współczynniki zmienności pomiarów wybranych parametrów

Numer przypadku	Wskaźnik głowowo-panewkowy	Kąt nasadowo-biopsylonowy	Kąt oddalenia bocznego Łabaziewicza
1	3,7%	7,1%	9,3%
2	1,6%	8,0%	6,6%
3	2,5%	8,1%	10,1%

TABELA 3

Współczynnik zmienności pomiarów realizowanych na obrazach bez przetworzenia i po przetworzeniu

	Wskaźnik głowowo-panewkowy	Kąt oddalenia bocznego Łabaziewicza
Obraz oryginalny	1,6%	6,6%
Obraz przetworzony	0,3%	1,7%

Również po wyodrębnieniu wykorzystywanych elementów anatomicznych, zmienność realizowanych pomiarów badanego wskaźnika zmniejszyła się w większym stopniu niż dla badanego kąta, co sugerowałoby też lepszą definicję tych parametrów.

5. WNIOSKI

Opracowany program pomiarowy w dużym stopniu eliminuje wpływ oceny wzrokowej operatora na wykonywane pomiary, która występowała przy pomiarze metodą bezpośrednią.

Uwzględnienie proponowanej modyfikacji może zobiektywizować oraz poprawić dokładność pomiarów badanych parametrów anatomicznych realizowanych na cyfrowych obrazach radiologicznych.

Rozwiązanie to umożliwi również określenie aktualnych norm populacyjnych wybranych wskaźników stawu biodrowego, istotnych dla dzieci w różnych grupach wiekowych z punktu widzenia diagnostyki.

Podziękowania

Publikację przygotowano w ramach realizacji pracy statutowej S/WE/1/10.

LITERATURA

1. Michajlik A., Ramotowski W.: Anatomia i fizjologia człowieka, PZWL, Warszawa, 2009.
2. Gaździk T.: Ortopedia i traumatologia, PZWL, Warszawa, 2008.
3. Pruszyński B.: Radiologia. Diagnostyka obrazowa: Rtg, KT, USG, MR i medycyna nuklearna, PZWL, Warszawa, 2008.
4. <http://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/RadiationEmittingProductsandProcedures/MedicalImaging/MedicalXRays/ucm115329.htm>.
5. Wierusz-Kozłowska M., Lempicki A.: Normy niektórych parametrów budowy panewki stawu biodrowego i bliższego końca kości udowej w obrazie radiologicznym, Chirurgia Narządów Ruchu i Ortopedia Polska, 61, s. 259-264, 1996.

6. Wierusz-Kozłowska M., Łabaziewicz L.: Normy niektórych parametrów określających konfigurację stawu biodrowego w obrazie radiologicznym, Chirurgia Narządów Ruchu i Ortopedia Polska, 61, s. 365-369, 1996.

Rękopis dostarczono dnia 16.04.2014 r.

AN ACCURACY OF DETERMINING
THE PARAMETERS OF THE HIP JOINTS
OF CHILDREN BASED ON IMAGES
OBTAINED BY USING X-RAY

Grażyna GILEWSKA

ABSTRACT *This article presents aspects of assessing of the accuracy of determining of the parameters of the child hip joints for measurements of selected anatomical angles and indices. A developed computer program that uses image processing algorithms, has been the basis of these measurements. This program enables to identify of the skeletal system (on the basis of the necessary anatomical locations of the anatomical components), even in a worse visual parameters of X-ray images. The analysis of the measurement results performed on the basis of digital radiographs of the hip joints of children in the anteroposterior has been presented. The above results have been compared to age norms available in the orthopedic literature.*

Keywords: *hip joint, image processing, measurements, anatomical angles and indices*

Dr inż. Grażyna GILEWSKA ukończyła studia na wydziale Elektroniki Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej na specjalności Elektronika Biomedyczna. Od 1992 roku jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym Politechniki Białostockiej na Wydziale Elektrycznym, na którym obroniła doktorat w roku 2003 z dziedziny metrologia w elektrotechnice.



