

OBRAZY TRANSILUMINACYJNE STAWÓW MIĘDZYPALICZKOWYCH KOBIEC W ZALEŻNOŚCI OD WIEKU

TRANSILLUMINATION IMAGING OF INTERPHALANGEAL JOINTS IN WOMEN DEPENDING ON AGE

Joanna Bauer^{1*}, Kinga Wiącek¹, Ewa Boerner²

¹ Politechnika Wrocławska, Instytut Inżynierii Biomedycznej i Pomiarowej,
50-370 Wrocław, Wybrzeże Wyspiańskiego 27

² Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Wydział Fizykoterapii, Katedra
Fizjoterapii i Terapii Zajęciowej, 51-612 Wrocław, al. I.J. Paderewskiego 35

* e-mail: joanna.bauer@pwr.wroc.pl

STRESZCZENIE

W pracy analizowano obrazy transiluminacyjne stawów międzypaliczkowych bliższych 18 zdrowych kobiet w dwóch różnych grupach wiekowych: 20–30 oraz 48–60 lat. Zarejestrowano zdjęcia transiluminacyjne stawów palców II, III i IV obu rąk w układzie optycznym z laserowym źródłem światła (laser He-Ne, $\lambda = 632,8$ nm). Fotografie wykonywano z obu stron stawu, odpowiednio dłoniowo-grzbietowej i grzbietowo-dłoniowej. Dla każdego zdjęcia wyznaczono histogram poziomów szarości oraz takie parametry, jak średnia wartość stopni szarości i odchylenie standardowe wartości stopni szarości. Zaobserwowano, że zdjęcia transiluminacyjne w przypadku osób starszych są znacznie ciemniejsze (niższa średnia wartość stopni szarości) niż w przypadku osób młodych. Ponadto w obu grupach wiekowych wyższe średnie wartości stopni szarości zaobserwowano w obrazach stawów lewej ręki.

ABSTRACT

The transillumination images of proximal interphalangeal joints of 18 healthy women, including 10 women in the age 20–30 and 8 women in the age 48–60, were recorded in the optical system with laser source (He-Ne laser, $\lambda = 632,8$ nm). Images of the joints of fingers II, III and IV of the right and left hand, were analyzed. Images were recorded in two configurations: ventral-dorsal and dorsal-ventral. The transillumination images were compared by means of histograms analysis. It was found that young volunteers have joints more transparent to visible light than elderly ones. Additionally, it was stated that the mean grey level values in images of the left hand in both groups were higher than in the case of right hand images.

Słowa kluczowe: transiluminacja, choroby reumatoidalne, stawy międzypaliczkowe, diagnostyka stawów,

Keywords: transillumination, rheumatoid diseases, interphalangeal joints, joints diagnostics

1. Wstęp

Według danych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) choroby kości i stawów stanowią ok. 50% wszystkich przewlekłych chorób u ludzi powyżej 65-tego roku życia. Dolegliwości reumatyczne są przyczyną prawie połowy nieobecności chorobowych w pracy. W przypadku reumatoidalnego zapalenia stawów (RZS) średnio, co trzeci chory staje się niezdolny do pracy już po dwóch latach od rozpoznania [1]. Nic więc dziwnego, że WHO uznała ostatnie dziesięciolecie czyli lata 2000–2010 za Dekadę Kości i Stawów. Podjęte przez Światową Organizację Zdrowia działania miały na celu nie tylko zwrócenie uwagi opinii publicznej i międzynarodowych organizacji na skalę samego zjawiska, ale także na konieczność zintensyfikowania działań, zmierzających do poprawy jakości życia chorych cierpiących z powodu schorzeń narządu ruchu, jak również opracowanie skuteczniejszych procedur diagnostycznych i leczenia.

Według WHO osiągnięcie powyższych celów jest możliwe, z jednej strony poprzez działania o charakterze profilaktycznym, z drugiej dzięki szybkiej i skutecznej diagnostyce oraz leczeniu rozpoznanych już postaci chorobowych. Niezbędne jest także zwiększenie dostępności badań profilaktycznych oraz opracowanie metod wspomagających proces diagnostyczny, które usprawniłyby wykrywanie chorób układu mięśniowo-szkieletowego w ich wczesnej fazie [2]. Spełnienie wspomnianych zaleceń WHO szczególnie istotne wydaje się być w przypadku chorób reumatycznych o podłożu autoimmunologicznym, charakteryzujących się występowaniem zmian pozastawowych i powikłań wielonarządowych, takich jak reumatoidalne zapalenie stawów (RZS) – w przebiegu, których nawet najmniejsze opóźnienie terapii może spowodować nieodwracalne dla pacjenta skutki.

Szeroko prowadzone badania nad etiopatogenezą reumatoidalnego zapalenia stawów przyniosły w ostatnich kilku dekadach wiele przełomowych odkryć w zakresie farmakoterapii. W latach pięćdziesiątych zaczęto stosować leki modyfikujące przebieg choroby (LMPCH) osłabiające działanie układu immunologicznego, takie jak np. metotreksat czy sulfasalazyna i leflunomid. Środki te pozwalają zmniejszyć objawy kliniczne stanów zapalnych oraz spowalniają przebieg choroby. W dłuższej perspektywie czasowej nie gwarantują jednak zahamowania procesu niszczenia chrząstki stawowej oraz powstawania ubytków tkanki kostnej, jak również nie potrafią zapobiec wystąpieniu zmian narządowych i układowych. U większości chorych po pewnym czasie stosowania LMPCH dochodzi do pogorszenia stanu i progresji choroby [3].

Postęp w badaniach nad etiopatogenezą RZS oraz odkrycie, kluczowej dla podtrzymania mechanizmów zapalnych oraz destrukcji stawów, prozapalnej cytokiny TNF- α (ang. *tumor necrosis factor*) doprowadziło pod koniec lat dziewięćdziesiątych do kolejnego przełomu oraz zapoczątkowania ery tzw. terapii biologicznej, szczególnie wskazanej w leczeniu chorych z bardzo dużą aktywnością procesu zapalnego oraz tzw. opornych odmian RZS. Zaczęto wówczas stosować preparaty o charakterze immunomodulującym i immunosupresyjnym, pozwalające m.in. na przerwanie kaskady cytokinowej, takie jak bloker wspomnianego czynnika TNF- α czy bloker interleukiny IL-1 (anakinra), a w późniejszym okresie bloker IL-6 (tocilizumab). W chwili obecnej, oprócz wspomnianych wyżej leków antycytokinowych, w terapii RZS stosowanie są także m.in. środki blokujące limfocyty T i B, takie jak abatacept – fuzyjne białko hamujące aktywność limfocytów T, czy rytuksymab – przeciwciało monoklonalne do limfocytów B [4, 5, 6].

Pomimo opisanego wyżej dynamicznego postępu wiedzy w zakresie reumatologii oraz farmakoterapii schorzeń o podłożu reumatycznym, jak również obserwowanego w ostatnich latach postępu diagnostycznych technik analitycznych i obrazowych, nadal najistotniejszym problemem w przypadku wielu schorzeń pozostaje wczesna diagnostyka. Niestety początkowy obraz chorobowy, jest na tyle niespecyficzny, że często uniemożliwia prawidłowe różnicowanie. Wczesne stadia RZS objawowo mogą przypominać zeszywniające zapalenie stawów kręgosłupa, łuszczykowe zapalenie stawów, reaktywne zapalenie stawów lub toczeń rumieniowaty układowy. W praktyce jednoznaczne rozpoznanie stawia się u mniej niż połowy pacjentów. Statystycznie najczęściej rozpoznaje się tzw. nieodróżnione zapalenie stawów NZS, przy czym w praktyce, w większości przypadków, długotrwałe NZS ewoluuje w kierunku RZS [7, 8].

Opisany wyżej problem jest niebagatelny, gdyż rozpoznanie RZS w jego pierwszych stadiach oraz natychmiastowe podjęcie intensywnej farmakoterapii ma dla pacjenta kluczowe znaczenie.

Naukowcy są zgodni, iż istnieje pewien okres w przebiegu choroby – zwany oknem terapeutycznym – w trakcie, którego zastosowanie agresywnej terapii może całkowicie zahamować lub znacznie spowolnić postęp choroby. Jest to szczególnie ważne podczas leczenia LMPCH [9]. Udowodniono ponadto, że intensywne leczenie daje znacznie lepsze rezultaty niż postępowanie rutynowe. Skutkuje m.in. zwiększeniem odsetka pacjentów, u których odnotowuje się poprawę kliniczną lub remisję, obniża odczuwalny przez pacjenta poziom bólu, wydłuża okres względnej sprawności. W większości przypadków powoduje spadek wartości wskaźników aktywności choroby [10, 11, 12, 13].

Rozpoznanie początkowej fazy RZS utrudnia fakt, iż obowiązujące obecnie kryteria klasyfikacyjne nie uwzględniają wczesnych postaci tej choroby, a większość metod obrazowych, w tym najpopularniejsza w Polsce klasyczna rentgenodiagnostyka pozwalają wykryć jedynie późne stadia, kiedy choroba jest już bardzo zaawansowana [14]. Zgodnie z aktualnymi standardami wczesna diagnostyka obrazowa opiera się głównie na kryterium, jakim jest występowanie nadżerek. Udowodniono, że metody takie jak rezonans magnetyczny (MR) czy ultrasonografia (USG) znacznie lepiej nadają się do wykrywania zmian reumatycznych na tym etapie niż konwencjonalna radiologia czy tomografia komputerowa (TK). Potwierdzają to zarówno badania prowadzone przez specjalistów polskich, jak i zagranicznych [15, 16, 17, 18].

Duże możliwości dają też badania transiluminacyjne stawów [19]. U podstaw tej metody diagnostycznej leży fakt, iż tkanki zdrowe wykazują inne właściwości optyczne niż struktury zmienione patologicznie, a co za tym idzie, obrazy transiluminacyjne takich tkanek są inne [20, 21, 22, 23, 24]. Mimo wielu zalet, jakie posiada ta metoda, przez długi czas miała ona znaczenie marginalne w diagnostyce z uwagi na pewne trudności w interpretacji zdjęć transiluminacyjnych.

W ostatnich latach jednak zainteresowanie transiluminacją wzrosło ponownie, głównie z powodu potencjalnego jej zastosowania w badaniach przesiewowych oraz do wykrywania wczesnych stadiów chorób reumatycznych. W niektórych badaniach wykazano bardzo wysoką ponad 78% skuteczność rozpoznania wczesnych stadiów schorzeń o podłożu reumatoidalnym [25, 26, 27].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu wieku badanej osoby na obraz transiluminacyjny szpary stawowej. Wielu badaczy podkreśla bowiem fakt, że wiek jest jedną ze zmiennych, które powinny być uwzględnione na etapie stawiania diagnozy [28]. Prezentowane tu wyniki zostały częściowo otrzymane podczas realizacji pracy magisterskiej z zakresu inżynierii biomedycznej [29].

2. Materiał badawczy

Badaniami objęto 18 kobiet, w dwóch przedziałach wiekowych. Grupa pierwsza liczyła 10 osób w wieku 20–30 lat (średnia wieku 22,9). Do grupy drugiej zaliczono 8 ochotniczek w wieku 48–60 lat (średnia wieku 53,4). Żadna z badanych kobiet nie chorowała i nie była leczona wcześniej na reumatoidalne zapalenie stawów. Wywiad uzupełniono o dodatkowe pytania dotyczące: wieku, przypadków chorób reumatycznych w rodzinie, stanu zdrowia, trybu życia, uprawianych sportów oraz dominującej u danej osoby ręki (praworęczność, leworęczność). Wszystkie badane kobiety były praworęczne.

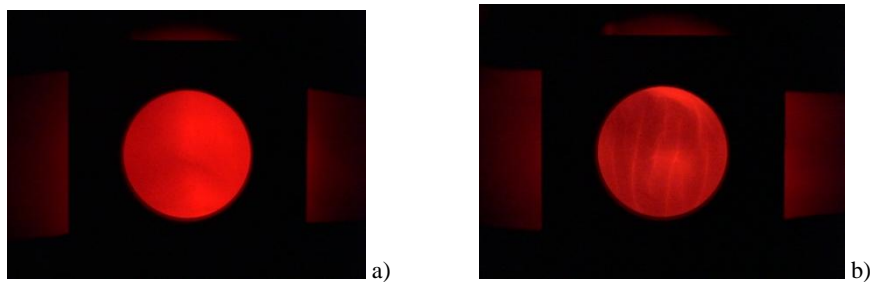
Zarejestrowano zdjęcia transiluminacyjne stawu międzypaliczkowego bliższego palca drugiego (II), trzeciego (III) i czwartego (IV) obu rąk. Fotografije wykonywano z obu stron stawu, odpowiednio grzbietowo-dłoniowej (G_D) i dłoniowo-grzbietowej (D_G).

3. Metoda

Do badań wykorzystano układ pomiarowy, zaprojektowany i skonstruowany w Grupie Bio-Optyki Instytutu Inżynierii Biomedycznej i Pomiarowej Politechniki Wrocławskiej. Układ składał się z trzech elementów umieszczonych na podłużnym statywie. Na jednym końcu statywu umieszczono laser He-Ne o długości fali 632,8 nm, na przeciwnym kamerę CCD. Pomiędzy nimi znajdował się uchwyt na palec. Zdjęcia wykonywano zgodnie ze standardami badań transiluminacyjnych w zaciemnionym pomieszczeniu. Prawidłowość wykonywanych zdjęć transiluminacyjnych była na bieżąco kontrolowana przez osobę przeprowadzającą eksperyment.

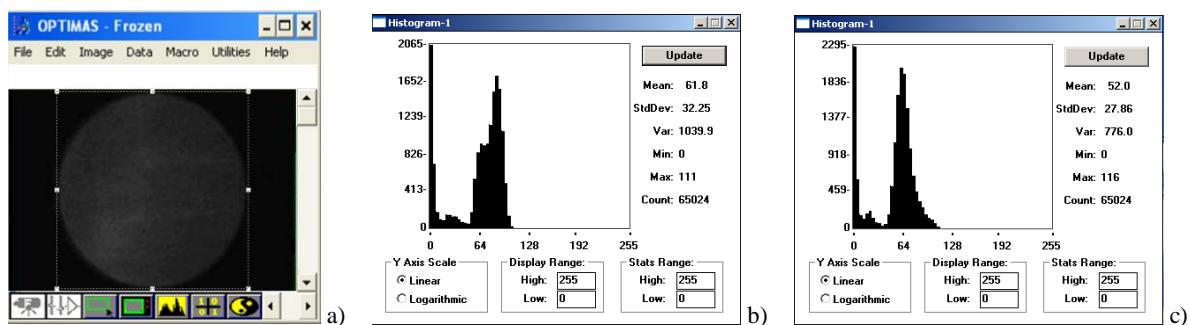
Osoba badana umieszczała w uchwycie kolejno palce II, III, IV prawej i lewej dłoni. Rejestrowano obrazy transiluminacyjne zarówno od strony grzbietowej, jak i dłoniowej stawu międzypaliczkowego bliższego. Wykonane zdjęcia zapisywano w pamięci kamery w formacie JPEG. Następnie kopiowano je na dysk twardy komputera oraz katalogowano. Wszystkie obrazy miały rozmiar 2016×1512 pikseli.

Zarejestrowano po 12 zdjęć transiluminacyjnych stawów każdej osoby, w następstwie czego powstała baza danych zawierająca 216 fotografii – w tym 120 zdjęć stawów płaców kobiet w wieku 20–30 lat oraz 96 kobiet w wieku 48–60 lat. Przykładowe obrazy transiluminacyjne pokazuje rysunek 1.



Rys. 1. Przykładowe zdjęcia transiluminacyjne stawu międzypaliczkowego: strona dłoniowo-grzbietowa (a), strona grzbietowo-dłoniowa (b)

Zarejestrowane obrazy poddano obróbce wstępnej. Z pierwotnego zdjęcia wycinano centralny fragment o wymiarze 730×730 pikseli, a następnie zdjęcia konwertowano do skali szarości. W kolejnym kroku, przeprowadzono analizę wszystkich zdjęć przy pomocy programu Optimas (p. rys. 2).



Rys. 2. Wygląd okna dialogowego programu Optimas (a) oraz przykładowe histogramy zdjęcia transiluminacyjnego stawu palca II kobiety z pierwszej grupy wiekowej: strona dłoniowo-grzbietowa (b), strona grzbietowo-dłoniowa (c)

Dla każdego zdjęcia wykonano histogram poziomów szarości oraz wyznaczano parametry, takie jak średnia wartość stopni szarości i odchylenie standardowe wartości stopni szarości.

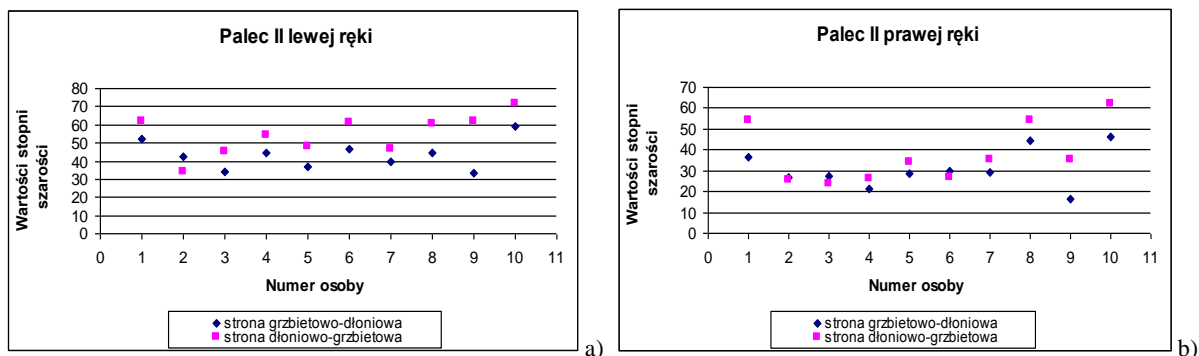
4. Wyniki

Otrzymane wyniki eksperymentalne podzielono na dwa odrębne podzbiory w zależności od wieku wolontariuszek: grupa pierwsza – wyniki kobiet z grupy wiekowej 20–30 lat, grupa druga – wyniki kobiet z grupy wiekowej 48–60 lat. Obliczono średnie wartości stopni szarości oraz ich odchylenia standardowe dla obrazów stawów palców II, III i IV obu dłoni, zarówno zarejestrowanych od strony grzbietowej (G_D), jak dłoniowej (D_G).

4.1 Wyniki badań młodszych kobiet

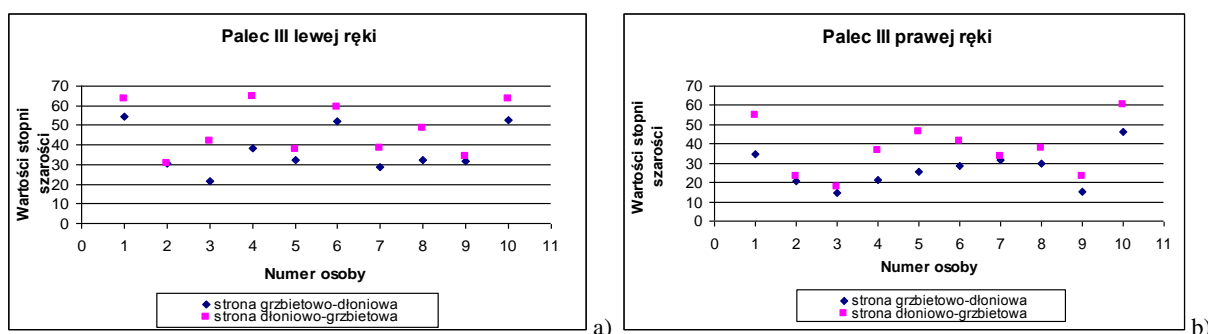
Na poniższych wykresach przedstawiono wartości stopni szarości w zależności od kierunku prześwietlenia (G_D lub D_G) w grupie kobiet w wieku 20–30 lat. Wyniki eksperymentalne dla palca II ręki lewej i prawej pokazuje wykres na rysunku 3. Średnie wartości stopni szarości zdjęć

palca II dłoni lewej wahały się w przedziale 33,3–59,0 dla strony G_D oraz w przedziale 34,1–71,90 dla strony D_G . Dla dłoni prawej wyniki oscylowały odpowiednio w zakresie 16,5–46,3 dla G_D i 23,6–61,9 dla D_G .



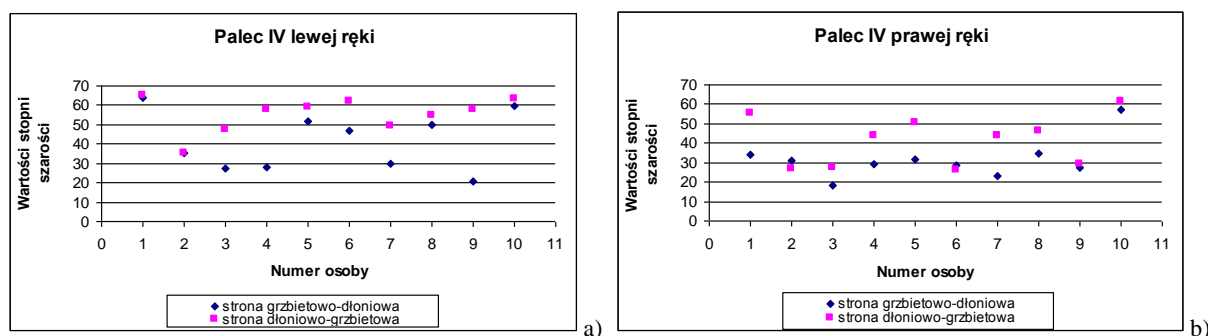
Rys. 3. Porównanie średnich wartości stopni szarości zdjęcia palca II (strony G_D i D_G) dłoni lewej (a) i prawej (b)

Rysunek 4 przedstawia wyniki dla stawów palca III. Rozrzut średnich wartości stopni szarości dla strony grzbietowo-dłoniowej dłoni lewej wynosi odpowiednio 21,7–54,3; natomiast dla strony dłoniowo-grzbietowej 34,0–64,4. W przypadku dłoni prawej wspomniane wartości wahały się w zakresie 14,5–46,2 dla G_D i 17,9–60,0 dla D_G .



Rys. 4. Porównanie wartości stopni szarości palca III dla strony G_D i D_G dłoni lewej (a) i prawej (b)

Rezultaty dla palca IV pokazuje rysunek 5. Średnie wartości stopni szarości lewej dłoni oscyloują w tym przypadku w zakresach 20,6–64 dla strony G_D oraz 35,1–65,2 dla strony D_G . Dla dłoni prawej wyniki wahały się granicach 18,4–57,1 dla G_D i 26,4–61,6 dla D_G .

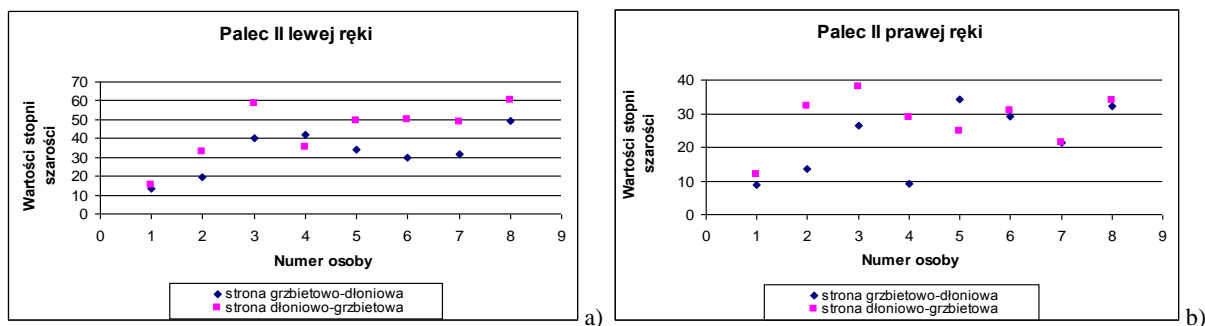


Rys. 5. Porównanie wartości stopni szarości palca IV G_D i D_G dłoni lewej (a) i prawej (b)

Analiza powyższych wykresów pokazuje jednoznacznie, iż średnie wartości stopni szarości w zdjęciach zarejestrowanych od strony dłoniowo-grzbietowej, zarówno dla ręki prawej, jak i lewej, są wyższe. Średnia prezentowanych wyżej wyników dla strony dłoniowo-grzbietowej wynosi $45,8 \pm 0,3$; natomiast dla grzbietowo-dłoniowej $35,2 \pm 0,3$.

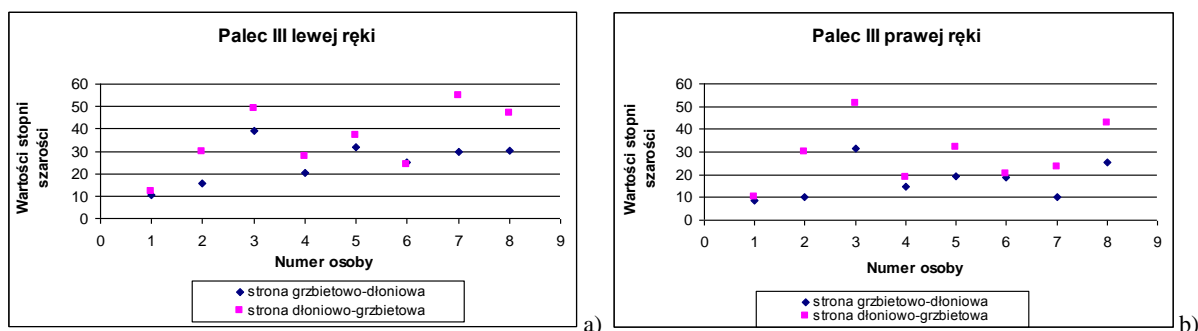
4.2 Wyniki badań w grupie kobiet starszych

Podobną analizę zdjęć transiluminacyjnych przeprowadzono w drugiej grupie wiekowej tj. kobiet w wieku 48–60. Rysunek 6 pokazuje wyniki dla strony dłoniowo-grzbietowej i grzbietowo-dłoniowej palców II ręki. Średnie wartości stopni szarości w przypadku palca II dłoni lewej zmieniały się w zakresie 13,2–49,1 dla strony G_D oraz 15,0–60,4 dla strony D_G . Dla dłoni prawej wyniki wahały się w granicach 8,9–34,3 dla G_D i 11,7–37,8 dla D_G .



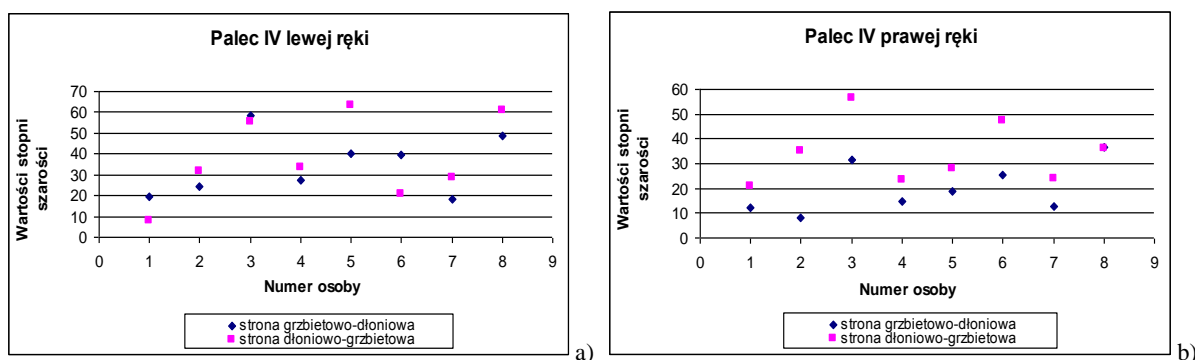
Rys. 6. Porównanie średnich wartości stopni szarości palca II G_D i D_G dłoni lewej (a) i prawej (b)

Natomiast średnie wartości stopni szarości zdjęć stawów III palca lewej dłoni oscylują w tym przypadku w zakresach 10,6–39,2 dla strony G_D oraz 12,1–49,0 dla strony D_G . Dla dłoni prawej wyniki wahały się w granicach 8,8–31,1 dla G_D i 10,1–42,9 dla D_G (p. rys. 7).



Rys. 7. Porównanie wartości stopni szarości palca III G_D i D_G dłoni lewej (a) i prawej (b)

Średnie wartości stopni szarości zdjęć transiluminacyjnych stawów IV palca dla strony grzbietowo-dłoniowej dłoni lewej zmieniają się w przedziale 18,1–48,8 oraz 8,1–63,1 dla strony dłoniowo-grzbietowej. W przypadku dłoni prawej wspomniane wartości wahały się w zakresie 8,1–36,7 dla G_D i 21,0–56,6 dla D_G (p. rys. 8).

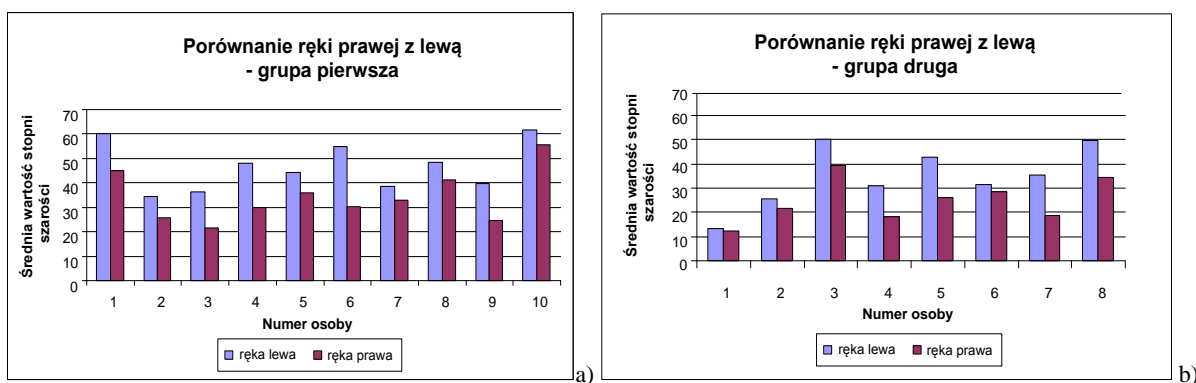


Rys. 8. Porównanie średnich wartości stopni szarości palca IV G_D i D_G dłoni lewej (a) i prawej (b)

W grupie kobiet starszych, podobnie jak u młodszych, średnie wartości stopni szarości dla strony dłoniowo-grzbietowej są wyższe niż wartości uzyskane dla zdjęć strony grzbietowo-dłoniowej, zarówno w dłoni prawej, jak i lewej. Średnia arytmetyczna w przypadku strony dłoniowo-grzbietowej wynosi $34,6 \pm 0,3$ i $26,1 \pm 0,2$ w przypadku strony grzbietowo-dłoniowej.

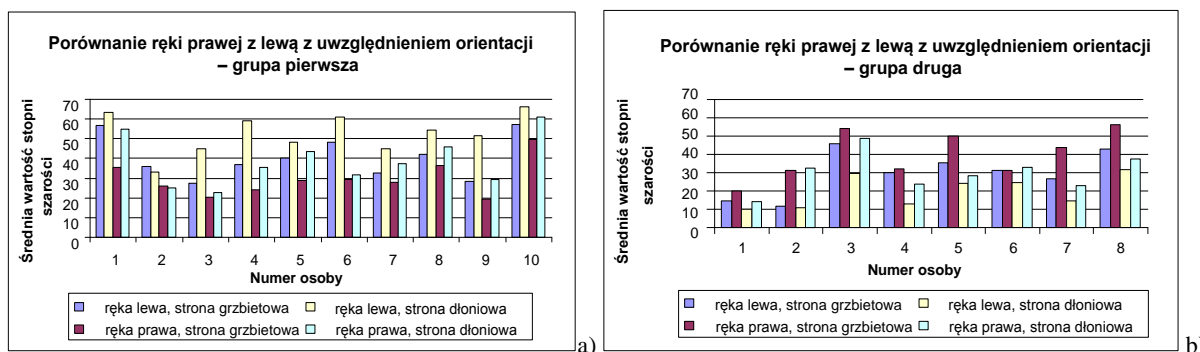
4.3 Porównanie wyników uzyskanych w obu grupach wiekowych

Zestawienie wyników uzyskanych w obu grupach pokazano na rysunku 9. W obu grupach wiekowych wyższe średnie wartości stopni szarości odnotowano na zdjęciach stawów ręki lewej, przy czym w grupie młodszych kobiet wahają się one w zakresie od 35 do 62, a u kobiet starszych w zakresie od 14 do 50. W przypadku zdjęć stawów ręki prawej wspomniane przedziały wynoszą odpowiednio 22–55 (pierwsza grupa) i 12–39 (druga grupa). Warto przypomnieć, że wszystkie badane kobiety były praworęczne.



Rys. 9. Porównanie ręki prawej z lewą dla pierwszej (a) i drugiej (b) grupy wiekowej

W pierwszej grupie badanych średnie wartości stopni szarości zdjęć transiluminacyjnych strony D_G dłoni lewej mieszczą się w przedziale 34–68. Dla zdjęć stawów prawej ręki zawierają się w przedziale 22–61. Dla strony G_D zakresy te wynoszą odpowiednio 28–58 dla ręki lewej oraz 20–50 dla prawej. W przypadku starszych kobiet wartości stopni szarości D_G wahają się w przedziałach 10–32 dłoni lewej oraz 14–49 dla dłoni prawej. W przypadku zdjęć strony G_D wynoszą odpowiednio 12–46 dla ręki lewej oraz 20–56 dla ręki prawej (p. rys. 10).



Rys. 10. Porównanie wyników dla obu dłoni z uwzględnieniem orientacji zdjęcia dla pierwszej (a) i drugiej (b) grupy wiekowej

Uśrednione wartości stopni szarości dla obu orientacji w zależności od dłoni i grupy wiekowej pokazuje tabela 1.

Tabela 1. Wyniki zbiorcze dla obu grup wiekowych w zależności od orientacji i dłoni

Grupa wiekowa	Uśrednione wartości stopni szarości			
	Ręka lewa		Ręka prawa	
lata	D_G	G_D	D_G	G_D
20–30	$52,7 \pm 0,3$	$40,7 \pm 0,3$	$38,8 \pm 0,3$	$29,8 \pm 0,2$
48–60	$38,9 \pm 0,3$	$32,3 \pm 0,2$	$30,2 \pm 0,2$	$19,8 \pm 0,2$

5. Podsumowanie

Celem pracy było zbadanie wpływu wieku badanej osoby na obraz transiluminacyjny szpary stawowej stawów międzypaliczkowych. Analizowano zdjęcia transiluminacyjne stawów międzypaliczkowych bliższych kobiet z dwóch grup wiekowych 20–30 oraz 48–60 lat. Utworzono bazę danych składającą się z 216 zdjęć, w tym 120 zdjęć kobiet w pierwszej grupie wiekowej oraz 96 zdjęć stawów kobiet w drugiej grupie wiekowej. Poczyniono następujące obserwacje:

- średnie wartości stopni szarości zdjęć stawów uzyskane w grupie pierwszej (młodsze wolontariuszki) są znacznie wyższe niż w drugiej (starsze wolontariuszki),
- w obu grupach wyższe wyniki otrzymano dla ręki lewej, przy czym wszystkie badane osoby były praworęczne.

Reasumując, obok stopnia zaawansowania choroby, zasadniczym elementem wpływającym na obraz transiluminacyjny jest wiek badanej osoby. Zdjęcia transiluminacyjne w przypadku osób starszych są znacznie ciemniejsze, co wiąże się z większym rozproszeniem oraz absorpcją światła przez tkanki okalające staw oraz skórę. Trzeba też pamiętać, że z wiekiem zmienia się obwód stawów. Jest to spowodowane naturalnymi procesami starzenia się.

Ważnym czynnikiem, który wpływa na obraz transiluminacyjny jest także starzenie się tkanek skóry. Jednym z pierwszych objawów starzenia się skóry jest zmniejszona zdolność do wiązania wody i zatrzymywania jej w naskórku. Skóra staje się bardziej sucha i szorstka, a co za tym idzie w większym stopniu rozprasza padające promieniowanie.

Zagadnienie wykorzystania zdjęć transiluminacyjnych do wczesnej diagnostyki zmian reumatoidalnych jest więc, jak widać, problemem złożonym. Jak wskazują wyniki niektórych badań, metoda ta może stać się w przyszłości dobrym narzędziem diagnostycznym [23–27]. Metody rozpoznawania obrazów wspomagające procedury diagnostyczne muszą jednakże uwzględniać fakt, że obraz transiluminacyjny stawu zależy od wieku pacjenta, co wykazano w niniejszej pracy.

LITERATURA

- [1] P. Walewski: *Postawmy na stawy*, Polityka, vol. 49, 2006, s. 86–87.
- [2] E. Król-Kończewska: *Nowa dekada*, Przewodnik Lekarza, vol. 4, 2000, s. 114–115.
- [3] A. Filipowicz-Sosnowska: *Leczenie biologiczne w chorobach reumatycznych*, Przewodnik Lekarza, vol. 5, 2004, s. 27–33.
- [4] A. Filipowicz-Sosnowska: *Terapie biologiczne w leczeniu reumatoidalnego zapalenia stawów*, Terapia, vol. 10, 2003, s. 4–10.
- [5] J. Świerkot, M. Madej: *Znaczenie leków biologicznych w terapii reumatoidalnego zapalenia stawów ze szczególnym uwzględnieniem uzyskania remisji choroby. Część II. Tocilizumab, abatacept, rytuksymab – leki o innych mechanizmach działania niż inhibitory TNF- α* , Polski Merkuriusz Lekarski, vol. 30(178), 2011, s. 289–294.
- [6] D.E. Furst, E.C. Kesyton, J. Braun, F.C. Breedveld, G.R. Burmester, F. de Benedetti, T. Dormer, P. Emery, R. Fleischmann, A. Gibofsky, J.R. Kalden, A. Kavanaugh, B. Kirkham, P. Mease, J. Sieper, N.G. Singer, J.S. Smolen, P.L. Van Riel, M.H. Weismann, K. Winthrop: *Updated consensus statement on biological agents for the treatment of rheumatic diseases 2011*, Annals of the Rheumatic Diseases, vol. 71, 2011, s. i2–i45.
- [7] H. Zeidler, S. Merkesdal, J.L. Hülsemann: *Early arthritis and rheumatoid arthritis in Germany*, Clinical and Experimental Rheumatology, vol. 21(31), 2003, s. 106–112.
- [8] J. Szechiński, P. Wiland: *Wczesne reumatoidalne zapalenie stawów*, Górnicki Wydawnictwo Medyczne, Wrocław 2004.
- [9] M. Korpela, L. Laasonen, P. Hannonen, H. Kautiainen, M. Leirisalo-Repo, M. Hakala, L. Paimela, H. Blafield, K. Puolakka, T. Möttönen, FIN-RACo Trial Group: *Retardation of joint damage in patients with early rheumatoid arthritis by initial aggressive treatment with disease – modifying antirheumatic drugs: five-year experience from the FIN-RACO study*, Arthritis and Rheumatism, vol. 50(7), 2004, s. 2072–2081.
- [10] C. Grigor, H. Capell, A. Stirling, A.D. McMahon, P. Lock, R. Vallance, W. Kincaid, D. Porter: *Effect of a treatment strategy of tight control for rheumatoid arthritis (the TICORA study): a single-blind randomised controlled trial*, Lancet, vol. 364(9430), 2004, s. 263–269.
- [11] L.T. van Hulst, M.C. Creemers, J. Franssen, L.C. Li, R. Grol, M.E. Hulscher, P.L. van Riel: *How to improve DAS28 use in daily clinical practice? – a pilot study of a nurse-led intervention*, Rheumatology, vol. 49(4), 2010, s. 741–748.
- [12] Y.P. Goekoop-Ruiterman, J.K. de Vries-Bouwstra, P.J. Kerstens, M.M. Nielen, K. Vos, D. van Schaardenburg, I. Speyer, P.E. Seys, F.C. Breedveld, C.F. Allaart, B.A. Dijkmans: *DAS-driven therapy versus routine care in patients with recent-onset active rheumatoid arthritis*, Annals of the Rheumatic Diseases, vol. 69, 2010, s. 65–69.

- [13] L.G. Schipper, L.T. van Hulst, R. Grol, P.L. van Riel, M.E. Hulscher, J. Fransen: *Meta-analysis of tight control strategies in rheumatoid arthritis: protocolized treatment has additional value with respect to the clinical outcome*, Rheumatology, vol. 49, 2010, s. 2154–2164.
- [14] P. Emery, F.C. Breedveld, M. Dougados, J.R. Kalden, M.H. Schiff, J.S. Smolen: *Early referral recommendation for newly diagnosed rheumatoid arthritis: evidence based development of a clinical guide*, Annals of the Rheumatic Diseases, vol. 61, 2002, s. 290–297.
- [15] A. Ciechomska, R. Andrysiak, M. Serafin-Król, W. Tlustochowicz, M. Zagrodzka, L. Królicki, W. Jakubowski: *Ultrasonography, magnetic resonance imaging and conventional radiography of bone erosions in rheumatoid arthritis – a comparative study*, Reumatologia, vol. 43(5), 2005, s. 301–309.
- [16] E. Boerner, B. Krawczyk, J. Bauer, H. Podbielska: *Zastosowanie komputerowej obróbki obrazów ultrasonograficznych do oceny stawów międzypaliczkowych u chorych na reumatoidalne zapalenie stawów*, Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 12(4), 2006, s. 238–243.
- [17] E. Alasaarela, I. Suramo, O. Tervonen, S. Lähde, R. Taklo, M. Hakala: *Evaluation of humoral head erosions in rheumatoid arthritis: A comparison of ultrasonography, magnetic resonance imaging, computer tomography and plain radiography*, British Journal of Rheumatology, vol. 37, 1998, s. 1152–1156.
- [18] D. Melchiorre, A. Calderazzi, S. Maddali Bongi, S. Cristofani, L. Bazzichi, C. Eligi, M. Maresca, M. Ciompi: *A comparison of ultrasonography and magnetic resonance imaging in the evaluation of temporomandibular point involvement in rheumatoid arthritis and psoriatic arthritis*, Rheumatology, vol. 42, 2003, s. 673–676.
- [19] H. Podbielska, E. Boerner, J. Bauer: *Podstawy transiluminacji*, [w:] *Optyka biomedyczna – wybrane zagadnienia*, Halina Podbielska (red.), Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011.
- [20] V. Prapavat, W. Runge, J. Mans, A. Krause, J. Beuthan, G. Müller: *The development of a finger joint phantom for the optical simulation of early inflammatory rheumatic changes*, Biomedizinische Technik, vol. 42(11), 1997, s. 319–326.
- [21] A. Schwaighofer, V. Tresp, P. Mayer, A. Krause, J. Beuthan, H. Rost, G. Metzger, G. Müller, A. Scheel: *Classification of rheumatoid Joint Inflammation Based on Laser Imaging*, IEEE Trans. on Biomedical Engineering, vol. 50(3), 2003, s. 375–382.
- [22] A.K. Scheel, M. Backhaus, A.D. Klose, B. Moa-Anderson, U. Netz, K. Hermann, J. Beuthan, G. Muller, G. Burmester, A. Hielscher: *First clinical evaluation of sagittal laser optical tomography for detection of synovitis in arthritic finger joints*, Annals of the Rheumatic Diseases, vol. 64, 2005, s. 239–245.
- [23] E. Boerner, J. Bauer, A. Szewczyk, H. Podbielska: *Laser transillumination of interphalangeal joint of women suffering from rheumatoid diseases*, Optica Applicata, vol. 37(1–2), 2007, s. 153–160.
- [24] J. Beuthan, U. Netz, O. Minet, A. Klose, A. Hielscher, A. Scheel, J. Henniger, G. Müller: *Light Scattering Study of Rheumatoid Arthritis*, Quantum Electronics, vol. 32(11), 2002, s. 945–952.
- [25] J. Bauer, E. Boerner, A. Suchwałko, H. Podbielska: *Pattern recognition method for evaluation of laser transillumination images for therapy monitoring in case of finger joints diseases*, Polish Journal of Environmental Studies, vol. 15, 2006, s. 120–122.
- [26] J. Bauer, E. Boerner, H. Podbielska, A. Suchwałko: *Pattern recognition of transillumination images for diagnosis of rheumatoid arthritis*, Proc. SPIE, Medical Imaging, vol. 5959, 2005, s. 15–20.
- [27] E. Boerner, H. Podbielska, J. Bauer, L. Dmochowska, M. Dziewięcka: *Laser transillumination for diagnosis of rheumatoid arthritis*, Proc. SPIE, Lightmetry and Light and Optics in Biomedicine, vol. 6158, 2006, s. 265–268.
- [28] K.D. Deane, C.I. O'Donnell, W. Hueber, D.S. Majka, A.A. Lazar, L.A. Derber, W.R. Gilliland, J.D. Edison, J.M. Norris, W.H. Robinson, V.M. Holers: *The number of elevated cytokines and chemokines in preclinical seropositive rheumatoid arthritis predicts time to diagnosis in an age-dependent manner*, Arthritis and Rheumatism, vol. 62(11), 2010, s. 3161–3172.
- [29] K. Wiącek: *Analiza obrazów transiluminacyjnych stawów międzypaliczkowych bliższych osób zdrowych*, Praca magisterska, Instytut Inżynierii Biomedycznej i Pomiarowej, Wydział Podstawowych Problemów Techniki, Politechnika Wroclawska, Wrocław 2008.

otrzymano / submitted: 02.04.2013r.

wersja poprawiona / revised version: 18.05.2013r.

zaakceptowano / accepted: 26.06.2013r.