

Dynamika zmian temperatury ciała u kobiet pod wpływem krioterapii ogólnoustrojowej. Doniesienie wstępne

Dynamics of body temperature changes in women due to the whole-body cryotherapy. Preliminary communication

Krzysztof A. Sobiech¹, Anna Skrzek², Agnieszka Dębiec-Bąk², Katarzyna Gruszka¹, Małgorzata Socha¹, Wiesława Jonak¹

Wydział Fizjoterapii, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, al. I.J. Paderewskiego 35, 51-612 Wrocław

¹Katedra Podstaw Fizjoterapii, tel. (71) 3473356, e-mail: katedra.kpf@awf.wroc.pl

²Katedra Fizjoterapii w Dysfunkcjach Narządu Ruchu, tel. (71) 3473076, katedra.fdnr@awf.wroc.pl

Streszczenie

Od 1989 r. prowadzone są w ośrodku wrocławskim badania nad zastosowaniem temperatur kriogenicznych w rehabilitacji i odnowie biologicznej. W obecnej pracy analizowano zmiany zachodzące w różnych obszarach ciała w czasie 10-dniowej kuracji. Grupę badawczą stanowiły kobiety w wieku ok. 55 lat, skierowane na zabiegi krioterapii (kriostymulacji) ogólnoustrojowej. Na podstawie badań antropometrycznych określono dwie grupy badanych; grupę A o normalnej masie ciała oraz grupę B z nadwagą (BMI – *body mass index*) i otyłością (WHR – *waist to hip ratio*). Termowizyjna analiza temperatury poszczególnych obszarów ciała przed i bezpośrednio po zabiegu wykazała zależność pomiędzy składem ciała a zmianami temperatur w kolejnych dniach zabiegowych. Przedstawione wyniki są badaniami wstępnymi i stanowią fragment badań dotyczących dynamiki zmian rozkładu temperatury w zabiegach krioterapeutycznych.

Słowa kluczowe: badania termowizyjne, krioterapia ogólnoustrojowa, skład ciała

Abstract

The cryogenic temperatures are used in the Wrocław centre from 1989. In this work, changes of temperature distribution in various body areas during a 10-day treatment, were analyzed. Women in age of about 55 were exposed to the systemic cryotherapy (cryostimulation). On the basis of anthropometric measurements two sub-groups were defined; group A – with normal body mass and group B comprising of overweight subjects (BMI – *body mass index*) and subjects with obesity (WHR – *waist to hip ratio*). Thermo-visual analysis of chosen body areas before and directly after the treatment revealed correlation between body composition and temperature changes after cryotherapy. Presented results of the preliminary study are the fragment of more extended examination of the dynamics of temperature changes in course of cryotherapeutic treatment.

Key words: thermovision analysis, systemic cryotherapy, body composition

Wstęp

W tym roku obchodzimy 20-lecie rozwoju polskiej krioterapii ogólnoustrojowej jako metody wspomagającej leczenie podstawowe i kinezyterapię w wielu schorzeniach, a także stosowanej w odnowie biologicznej i sporcie [1, 2, 3].

Parametry zabiegu kriostymulacji (czas trwania, temperatura, ilość zabiegów etc.) są różnie podawane przez autorów publikacji naukowych. Dlatego zaproponowanie poprawnej procedury badawczej, określającej optymalne parametry zabiegu krioterapii ogólnoustrojowej, jest ważne zarówno z punktu widzenia leczniczego, jak i ekonomicznego [1, 4].

Ekspozycja na intensywne działanie zimna wywołuje różne reakcje fizjologiczne w organizmie człowieka zdrowego i chorego, które mogą być badane za pomocą analizy termowizyjnej [5, 6, 7]. Dzięki badaniom termowizyjnym można śledzić mapę termiczną ciała pacjenta w odstępie kilku minut, tj. przed i bezpośrednio po krio zabiegu, co umożliwia monitorowanie zachodzących zmian w czasie stosowanej wielodniowej kuracji. Termowizja może być także wykorzystana w diagnostyce różnych chorób, ponieważ zmiany temperatury tkanek zmienionych procesem zapalnym lub nowotworowym odzwierciedlają proces chorobowy [7, 8].

W dostępnym piśmiennictwie z ostatnich lat, pomimo dużej liczby prac dotyczących krioterapii ogólnoustrojowej, odnotowano niewiele danych opisujących dynamikę zmian temperatury na powierzchni ciała po zabiegu krioterapii z równoczesnym odniesieniem do składu ciała badanych kobiet [9, 10]. Badanie składu ciała BC (*body composition*) prowadzone jest wieloma metodami, przy czym w praktyce klinicznej stosuje się metodę impedancji bioelektrycznej BIA (*bioelectrical impedance analysis*) ze względu na jej prostotę, bezinwazyjny charakter i szybkie wykonanie pomiaru [11, 12].

Celem pracy jest analiza rozkładu temperatur w wybranych obszarach ciała oraz dynamika zmian pod wpływem krioterapii ogólnoustrojowej stosowanej przez 10 dni u kobiet w wieku około 55 lat. Uwzględniono dane antropometryczne dotyczące składu ciała, aby ocenić wpływ wskaźników biometrycznych na zmiany temperatury.

Materiał i metody

Badaniami objęto 18 kobiet w wieku 55 lat ($55,6 \pm 5,2$), zakwalifikowanych na podstawie badania lekarskiego do zabiegu kriostymulacji

ogólnoustrojowej. Osoby badane nie były poddane zabiegom krioterapeutycznym przez co najmniej 6 miesięcy przed wykonaniem badania. Zabiegi kriostymulacji ogólnoustrojowej wykonano w Ośrodku Profilaktyki i Rehabilitacji NZOZ „Creator”, na AWF we Wrocławiu. Badania przeprowadzono w Pracowni Naukowej Wydziału Fizjoterapii AWF we Wrocławiu.

Zabiegi przeprowadzono w cyklu 10-dniowym. Badane przebywały w przedsionku komory w temperaturze -60 °C przez około 30 sekund, a następnie przez 3 minuty w komorze właściwej, w temperaturze od -100 °C do -140 °C.

Przed i bezpośrednio po 1., 5. i 10. zabiegu rejestrowano rozkład temperatury na powierzchni ciała kamerą termowizyjną ThermoVision A20M, współpracującą z komputerem osobistym, wyposażonym w program Therma CAM Researcher 2.8. Termogramy rejestrowano w pozycji stojącej, w ujęciu z przodu i od tyłu, w odległości 2 metrów od kamery. Analizę termogramów obrazujących mapę termiczną 12 wybranych obszarów ciała przedstawiono na rys. 1. Przed przystąpieniem do wykonania termogramów badani pozostawali bez odzieży wierzchniej (w białej bieliznie), w celu wyrównania temperatury ciała. Przy kolejnych rejestracjach termogramy wykonywane były w takich samych warunkach [1, 2].

W badanej grupie kobiet mierzono wysokość i masę ciała, obwody tułowia (pasa i bioder) oraz obliczono wartości wskaźników biometrycznych: względną masę ciała BMI [masa ciała (kg) / wysokość ciała (m²)] i dystrybucję tkanki tłuszczowej WHR [obwód pasa (cm) / obwód bioder (cm)] [11]. Odtuszczenie gynoidalne wykazywano przy WHR < 0,85, a odtuszczenie androidalne przy WHR ≥ 0,85. Całkowitą zawartość tkanki tłuszczowej w organizmie wyrażoną w kilogramach (BF kg) i procentach masy ciała (BF %) określono metodą bioimpedancji (BIA), za pomocą aparatu STA/ BIA RJL – Kern 101/S, Italy.

Zebrane wyniki poddano analizie statystycznej, obliczając średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe. W celu określenia istotności różnic średnich zastosowano test t- studenta odpowiednio dla grup za-

leźnych i niezależnych. Przyjęto za istotne statystycznie wartości testu na poziomie $p < 0,05$.

Wyniki

Na podstawie badań antropometrycznych podzielono grupę badawczą na dwie podgrupy: A i B. Dane antropometryczne i wybrane cechy składu ciała przedstawiono w tabeli 1.

Na podstawie uzyskanych danych wykazano, że grupy A i B różnią się istotnie między sobą pod względem wskaźnika WHR, wartości BF (wyrażonej w kg i %) oraz beztłuszczowej masy ciała FFM (fat free mass), (wyrażonej w %). Nie stwierdzono istotnych różnic w wartości wskaźników BMI oraz FFM (kg). Ponadto nie wykazano istotnych różnic wieku obu grup badanych kobiet. Na podstawie klasyfikacji otyłości według WHO (pomiaru WHR i BMI) grupę A można ocenić jako mieszczącą się w normie, zaś grupę B jako obciążoną nadwagą na granicy z otyłością. W porównywanych grupach obserwowano statystycznie istotne różnice w średnich temperaturach w analizowanych obszarach ciała. W tabeli 2 pokazano, że różnica temperatur na powierzchni ciała badanych przed i bezpośrednio po zabiegu była istotna statystycznie w obszarach ciała oznaczonych jako 3, 4, 5 i 6 oraz 10, 11 i 12 (na kończynach dolnych).

W tabeli 3 przedstawiono różnice temperatur w badanych grupach po piątym dniu zabiegów, wykazując istotność zmian na poziomie $p \leq 0,05$ we wszystkich obszarach ciała (obszary od 1 do 12).

W tabeli 4 zilustrowano kolejny etap badań, dotyczący pomiaru średniej temperatury przed i bezpośrednio po 10 zabiegu. Zróżnicowanie istotne statystycznie obserwowano u badanych w czterech obszarach ciała (obszary 5, 6, 11 i 12), czyli na kończynach dolnych. W badaniach w 1., 5. i 10. dniu stwierdzono różne zmiany temperatury w zależności od obszaru ciała. Największy spadek temperatury w kolejnych trzech badaniach po zabiegach kriostymulacji zanotowano odpowiednio w obrębie następujących obszarów: obszar

Tabela 1 Dane antropometryczne i wybrane cechy składu ciała

Analizowana cecha	GRUPA		Istotność statystyczna
	A / n = 9/	B / n = 9/	
Wiek /lata/	54,2 ± 4,6	57,0 ± 6,0	
WHR	0,74 ± 0,12	0,93 ± 0,16	$p \leq 0,05$
BMI kg/m ²	23,8 ± 4,2	28,2 ± 4,6	NS
BF/kg/	16,8 ± 2,7	26,8 ± 4,6	$p \leq 0,05$
/%/	28,8 ± 4,6	38,9 ± 5,7	$p \leq 0,05$
FFM/kg/	41,5 ± 5,6	42,1 ± 5,8	NS
/%/	71,2 ± 6,8	61,1 ± 6,2	$p \leq 0,05$

WHR – waist to hip ratio – stosunek obwodu talii do obwodu bioder; BMI – body mass index – wskaźnik masy ciała; BF – Body fat - całkowita zawartość tkanki tłuszczowej; FFM – fat free mass – beztłuszczowa masa ciała; NS – nieistotne statystycznie;

Tabela 2 Różnica średniej temperatury przed zabiegiem i bezpośrednio po zabiegu w badanych regionach ciała w pierwszym dniu zabiegu

Grupa	Regiony ciała											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	1,4 ± 0,2	1,8 ± 0,4	3,8 ± 0,6	4,2 ± 0,6	5,4 ± 0,8	6,0 ± 1,2	1,4 ± 0,3	1,7 ± 0,4	3,2 ± 0,6	3,9 ± 0,7	5,5 ± 0,8	6,2 ± 1,0
B	1,3 ± 0,2	1,6 ± 0,3	2,9 ± 0,5	3,4 ± 0,5	3,9 ± 0,6	4,6 ± 0,8	1,2 ± 0,3	1,6 ± 0,3	2,8 ± 0,5	3,0 ± 0,5	4,6 ± 0,6	5,0 ± 0,9
Analiza statystyczna	NS	NS	*	*	*	*	NS	NS	NS	*	*	*

* $p \leq 0,05$

Tabela 3 Różnica średniej temperatury przed zabiegiem i bezpośrednio po zabiegu w badanych regionach ciała w piątym dniu zabiegu

Grupa	Regiony ciała											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	4,2 ± 0,7	5,1 ± 1,0	7,2 ± 1,4	8,6 ± 1,7	10,3 ± 2,6	10,8 ± 2,9	3,8 ± 0,7	3,9 ± 0,7	6,2 ± 1,1	6,8 ± 1,3	11,2 ± 3,0	11,4 ± 2,8
B	3,2 ± 0,5	3,8 ± 0,8	4,2 ± 0,9	5,5 ± 1,3	5,8 ± 1,2	6,2 ± 1,6	2,2 ± 0,5	2,4 ± 0,6	4,6 ± 0,8	4,8 ± 1,0	5,7 ± 1,4	6,0 ± 1,5
Analiza statystyczna	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

* $p \leq 0,05$

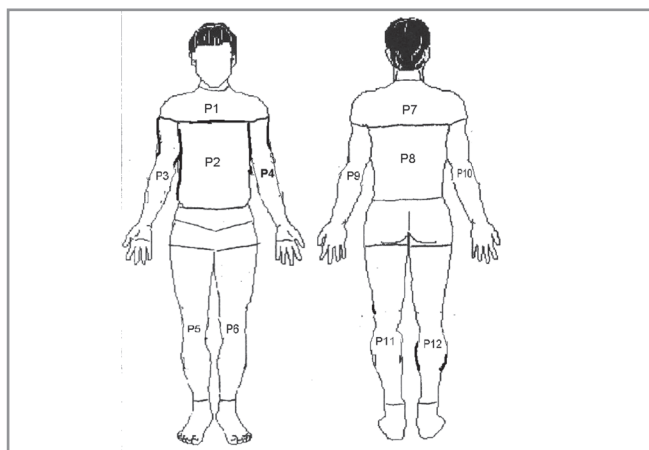
Tabela 4 Różnica średniej temperatury przed zabiegiem i bezpośrednio po zabiegu w badanych regionach ciała po dziesiątym dniu zabiegu

Grupa	Regiony ciała											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	2,9 ± 0,4	3,8 ± 0,6	4,9 ± 0,8	6,2 ± 1,2	7,6 ± 1,5	8,1 ± 1,5	3,1 ± 0,5	3,3 ± 0,5	5,2 ± 0,8	5,6 ± 0,9	8,2 ± 1,6	8,9 ± 1,5
B	3,2 ± 0,5	3,9 ± 0,6	4,2 ± 0,7	5,2 ± 1,0	5,6 ± 1,1	6,4 ± 1,02	2,7 ± 0,4	2,9 ± 0,4	4,8 ± 0,7	5,0 ± 1,0	6,2 ± 1,2	6,8 ± 1,4
Analiza statystyczna	NS	NS	NS	NS	*	*	NS	NS	NS	NS	*	*

* $p \leq 0,05$, NS – nieistotne statystycznie

Tabela 5 Analiza statystyczna różnicy średniej temperatury przed zabiegiem i bezpośrednio po zabiegu w wybranych regionach ciała w 1., 5. i 10. dniu zabiegu

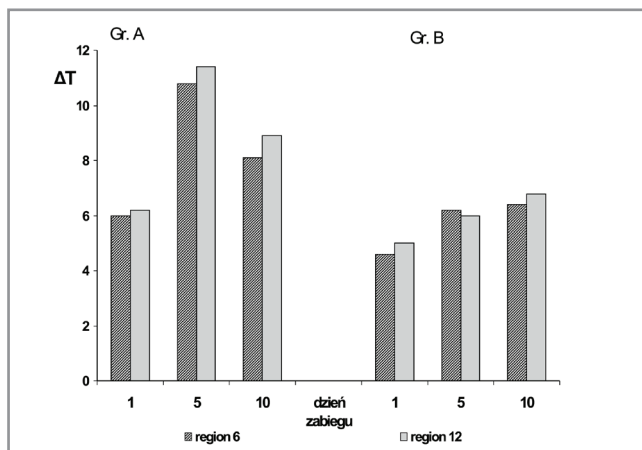
Grupa	Regiony ciała							
	3	4	5	6	9	10	11	12
A dzień								
1 i 5	*	*	*	*	*	*	*	*
1 i 10	*	*	*	*	*	*	*	*
5 i 10	*	*	*	*	*	*	*	*
B dzień								
1 i 5	NS	*	*	*	*	*	*	NS
1 i 10	NS	*	*	*	*	*	*	*
5 i 10	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS



Rys. 1 Mapa termiczna – badane obszary. Oznaczenia na termogramie w widoku z przodu (po lewej) i od tyłu (po prawej)

6 > obszar 5 > obszar 4 oraz obszar 12 > obszar 11 > obszar 10. W pozostałych obszarach ciała różnice te były mniejsze. Porównując różnice temperatur w poszczególnych obszarach ciała w kolejnych badaniach, wykazano największą różnicę odpowiednio 5. dnia, najmniejszą zaś po 1. dniu.

Analizując różnice średnich temperatur w wybranych obszarach ciała (tabela 5) u kobiet grupy A wykazano, że nastąpił istotny statystycznie wzrost różnicy temperatur w 5. dniu zabiegów w porównaniu z 1. dniem oraz następnie spadek 10. dnia kuracji. Dotyczyło to



Rys. 2 Różnica średniej temperatury przed i bezpośrednio po zabiegu w 6. i 12. obszarze ciała w 1., 5., 10. dniu kriostymulacji ogólnoustrojowej

następujących obszarów: 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12.

U kobiet grupy B nie stwierdzono różnic w wysokości temperatur pomiędzy badaniami 5. i 10. dnia kuracji. Porównując dane uzyskane 1 i 5 dnia po zabiegu, odnotowano istotne statystycznie różnice w 4, 5, 6, 9, 10, 11 obszarze ciała, a pomiędzy 1. i 10. dniem po zabiegu odpowiednio w obszarach: 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12.

Jak wynika z rys. 2, w grupie A stwierdzono najwyższą wartość ΔT zmian temperaturowych 5. dnia kuracji, istotną statystycznie w porównaniu z 1. i 10. dniem zabiegu w wybranych obszarach ciała:

6 i 12. W grupie B natomiast wykazano różnice statystycznie istotne pomiędzy 1. i 5. oraz 1. i 10. dniem (dla obszaru 6) i pomiędzy 1. i 10. dniem dla obszaru 12. Najwyższą wartość ΔT stwierdzono 10. dnia po zabiegu.

Dyskusja

Rozkład temperatury na powierzchni skóry zależy od właściwości osobniczych organizmu, w tym od zawartości tkanki tłuszczowej i mięśniowej decydującej o składzie ciała [5, 8]. Zastosowana w pracy metoda impedancji bioelektrycznej BIA (*bioelectrical impedance analysis*) pozwala mierzyć zawartość uwodnionej tkanki beztłuszczowej FFM (*fat free mass*), która składa się w 60-74% z wody oraz tłuszczu BF (*body fat*) 5-10%. Jak wiadomo, tkanka tłuszczowa odgrywa ważną rolę, chroniąc narządy wewnętrzne, a także pomagając w regulacji ciepłoty ciała [12].

Największe zmiany temperatur obserwowano w obrębie kończyn dolnych, co opisywano już w innych pracach [1, 2, 3]. Kończyny mają stosunkowo dużą powierzchnię zewnętrzną w stosunku do objętości, stąd wynika ich większa łatwość tracenia ciepła.

W niektórych publikacjach zwracano uwagę na związki pomiędzy zmianami temperatur ciała pod wpływem kriostymulacji a tkanką tłuszczową [2, 4, 7]. Tkanka tłuszczowa jest gorszym przewodnikiem ciepła w porównaniu z mięśniami i skórą. Dlatego skóra nad miejscami bogatymi w tkankę tłuszczową ma niższą temperaturę. Może to uzasadniać wyniki badań własnych, gdzie w grupie kobiet mających nadwagę wykazano mniejszą reakcję na skrajnie niskie temperatury.

Z przeprowadzonych badań (tabela 5 oraz rys. 2) wynika, że różnice temperatur po zabiegach w obu grupach przedstawiają się odmiennie. W grupie A, bez stwierdzonej nadwagi, wykazano największe zmiany temperatury przed i bezpośrednio po zabiegu w piątym dniu we wszystkich badanych obszarach ciała. Można zatem sądzić, że różnice wynikające ze składu ciała badanych mają wpływ na zmiany temperatury w procesie kriostymulacji. W grupie A można mówić o istotnym wpływie skrajnie niskich temperatur na organizm już po 5. zabiegu, a następnie o procesie adaptacji do kriogenicznego bodźca. Natomiast w grupie B takiego zjawiska nie zaobserwowano. Badana grupa kobiet charakteryzowała się w miarę podobnym składem ciała, co miało wpływ na powtarzalność pomiarów termowizyjnych [9].

Wnioski

- Kriogeniczny efekt ochłodzenia organizmu zależy od obszaru ciała.
- Analiza termowizyjna wykazuje różnice temperatury powierzchni ochłodzonego ciała pomiędzy 1., 5. i 10. dniem zabiegu. Największe różnice w grupie A obserwowano 5. dnia kuracji, natomiast w grupie B dopiero w 10. dniu.
- W grupie 55-letnich kobiet o $WHR < 0,85$ (otłuszczenie gynoidealne typu „gruszka”) obserwowano większe ochłodzenie obszarów ciała w czasie 10-dniowej kuracji w porównaniu z kobietami o $WHR > 0,92$ (otłuszczenie androidalne typu „jabłko”). ■

Literatura

1. A. Skrzek, J. Anwajler, K. Dudek i in.: *Zmienność temperatury ciała pod wpływem krioterapii ogólnoustrojowej u pacjentów z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa w badaniach termowizyjnych*, Fizjoterapia Polska, vol. 7, 2007 s. 308-319.
2. A. Skrzek, J. Anwajler, K. Dudek i in.: *Analiza czynników wpływających na zmienność temperatury ciała w badaniach termograficznych*, Fizjoterapia, vol.15, 2007, s. 23-33
3. A. Skrzek, J. Anwajler, K. Dudek i in.: *Rozkład temperatury na powierzchni ciała po kriostymulacji ogólnoustrojowej w badaniach termowizyjnych*. Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 13, 2007, s. 141-146.
4. M. Rajewski, J. Łazowski, A. Pisula: *Rozkład temperatury ciała w zabiegach krioterapii ogólnoustrojowej*, Fizjoterapia, vol. 9, 2001, s. 20-25.
5. J. Bauer, A. Skrzek: *Physiological principles of cryotherapy*, [w:] *Acta Biomedical Engineering, Whole Body Cryotherapy*, H. Podbielska, W. Stręk, G.J. Muller (red.), vol. 1, 2006, s. 21-26.
6. J. Bauer, P. Hurnik, J. Zdziarski i in.: *Zastosowanie termowizji w ocenie skutków krioterapii*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio – Optica et Informatica Medica, vol. 3, 1997, s.133-141.
7. I. Hołowacz, H. Podbielska, P. Hurnik i in.: *Komputerowa akwizycja i obróbka obrazów termowizyjnych w ocenie skutków oddziaływania niskich temperatur*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio – Optica et Informatica Medica, vol. 6, 2000, s. 35-46.
8. A. Sieroń, G. Cieślak (red.): *Krioterapia – leczenie zimnem*, a - medica press, Bielsko-Biała 2007.
9. M. Chudecka, A. Lubkowska, A. Klimek i in.: *Wpływ zabiegów krioterapii ogólnoustrojowej na rozkład i dynamikę zmian temperatury wybranych części ciała*, Acta Bio – Optica et Informatica Medica, vol. 14, 2008, s. 129-132.
10. P. Zalewski, K. Buszko, J.J. Klawe i in.: *Krótkoczasowa analiza termowizyjna skutków krioterapii ogólnoustrojowej u osób zdrowych*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 14, 2008, s. 272-277.
11. M. Socha: *Correlations between selected fatness indices and total body fat estimated by means of the impedance method*, Anthropological Review, vol. 62, 1999, s. 25-34.
12. M. Bolanowski, B. Zadrożna-Śliwka, K. Zatońska: *Badanie składu ciała – metody i możliwości zastosowania w zaburzeniach hormonalnych*, Endokrynologia, Otyłość i Zaburzenia Przemian Materii, vol.1, 2005, s. 20-25.

otrzymano / received: 09.09.2009 r.
zaakceptowano / accepted: 03.11.2009 r.