

# Porównanie rozkładu temperatury powierzchniowej ciała kobiet i mężczyzn za pomocą termowizji

The comparison of surface body temperature distribution between men and women by means of thermovision

Agnieszka Dębiec-Bąk, Skrzek Anna

Wydział Fizjoterapii, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, al. I.J. Paderewskiego 35, 51-612 Wrocław, tel. +48 71 34 73 046, e-mail: agnieszka.debiec-bak@awf.wroc.pl

## Streszczenie

Utrzymanie stałej temperatury ciała jest warunkowane prawidłowymi funkcjami fizjologicznymi organizmu człowieka. Równowaga cieplna będąca fizyczną wypadkową między ciepłem wytworzonym przez organizm a ciepłem rozproszonym osiągnięta jest poprzez precyzyjną regulację biologiczną. Przekazywanie ciepła z narządów wewnętrznych do tkanek powierzchniowych, w tym do skóry, a także zjawisko odwrotne angażuje do termoregulacji krążenie skórne.

Celem pracy jest analiza zróżnicowania rozkładu temperatury powierzchniowej w różnych obszarach ciała pomiędzy grupą młodych zdrowych kobiet i młodych zdrowych mężczyzn.

Badanie objęło 240 zdrowych studentów Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, obojga płci, w wieku 20–25 lat. Przebadanych zostało 154 kobiet w wieku 19,32–25,92 lat (średnia wieku  $21,58 \pm 1,55$ ) oraz 86 mężczyzn w wieku od 19,38 do 25,34 lat (średnia wieku  $22,22 \pm 1,64$ ). Wykonano rejestrację rozkładu temperatur 29 obszarów ciała kamerą termowizyjną Flir Systems ThermoVision A20M.

Przeprowadzone badania termowizyjne wykazały duże zróżnicowanie temperatury powierzchniowej w zależności od badanego obszaru ciała. W większości analizowanych rejonów ciała stwierdzono niższe temperatury w grupie badanych kobiet niż mężczyzn.

**Słowa kluczowe:** temperatura ciała, badania termowizyjne, obszary ciała, termoregulacja

## Abstract

Maintenance of a constant body temperature is determined by the proper physiological functions of the human organism. The thermal balance, resulting from the heat produced by the organism and the diffusion of the heat,

is achieved by the precise biological regulation. The heat flow from the internal parts of the organism towards the superficial body layers and skin and in the opposite direction, requires the activation of the skin circulation.

The aim of the study was to compare the temperature distribution within various body regions between healthy young men and women.

The examination included 240 young healthy students of the University School of Physical Education in Wrocław, aged 20-25 years, among them 154 women aged 19,32-25,92 years (mean age  $21,58 \pm 1,55$ ), as well as men aged 19,38-25,34 years (mean age  $22,22 \pm 1,64$ ). The temperature distribution in 29 regions was recorded by means of thermovision camera Flir Systems ThermoVision A20M.

Examination revealed that there are significant differences in the temperature, depending on the examined body region. Prevalently, the lower temperatures were noticed in women than in men.

**Key words:** body temperature, thermovision examination, body regions, thermoregulation

## Wprowadzenie

Stymulacja niskimi temperaturami ma na celu uzyskanie pozytywnych efektów fizjologicznych i klinicznych. Intensywność schładzania ciała zależy od temperatury kriostymulacji oraz czasu zabiegu. Utrzymanie wewnętrznej temperatury ciała około  $37^{\circ}\text{C}$  jest warunkowane prawidłowymi funkcjami fizjologicznymi organizmu człowieka. Równowaga cieplna pomiędzy ciepłem wytworzonym przez organizm a ciepłem rozproszonym osiągnięta jest poprzez precyzyjną regulację biologiczną. Uruchomienie termoregulacji jest zjawiskiem odruchowym bezwarunkowym. Przekazywanie ciepła z narządów wewnętrznych do tkanek powierzchniowych, w tym do skóry, a także zjawisko odwrotne angażuje do termoregulacji krążenie skórne [1, 2].

Metodą umożliwiającą analizę i ocenę zmienności rozkładu powierzchniowej temperatury ciała jest badanie termograficzne [3–5]. Badania termowizyjne są przydatne w diagnostyce np. do wykrywania raka piersi, zmian alergicznych, lokalizacji stanów zapalnych, reumatycznych, oparzeniowych, w diagnostyce układu krążenia [6]. Badanie termowizyjne jest bezkontaktowe oraz całkowicie nieszkodliwe dla organizmu człowieka [4, 7].

Celem pracy jest wykazanie zróżnicowania rozkładu temperatury powierzchniowej w różnych obszarach ciała pomiędzy grupą młodych zdrowych kobiet i mężczyzn.

## Materiał i metody badawcze

Grupę badawczą stanowiło 240 studentów obojga płci Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu. Były to osoby zdrowe, w wieku 20–25 lat, które świadomie wyraziły zgodę na uczestnictwo w eksperymencie badawczym oraz zapoznały się z jego procedurą. Do badań zakwalifikowano 154 kobiety w wieku 19,32–25,92 lat (średnia wieku  $21,58 \pm 1,55$ ) oraz 86 mężczyzn w wieku od 19,38 do 25,34 lat (średnia wieku  $22,22 \pm 1,64$ ).

Projekt badawczy uzyskał pozytywną opinię Senackiej Komisji ds. Etyki Badań Naukowych z dnia 28.06.2007 roku. U wszystkich badanych wykonano rejestrację temperatury powierzchniowej ciała kamerą termowizyjną ThermoVision A20M, współpracującą z komputerem osobistym wyposażonym w program Therma CAM Researcher 2.8.

Pomiar minimalnej, maksymalnej i średniej temperatury w określonym rejonie ciała wykonany został w ujęciu od przodu i od tyłu, z odległości 2 metrów od badanego. Przed przystąpieniem do wykonania termogramów badani pozostawali przez około 10 minut bez odzieży wierzchniej (w białym) w celu wyrównania temperatury ciała. Jakościowa i ilościowa analiza obrazów termograficznych została wykonana w 29 obszarach ciała, w ujęciu od przodu i od tyłu, w pozycji stojącej (tabela 1). Termogramy wykonywane były zawsze w godzinach od 16.00 do 17.00, w tym samym pomieszczeniu o stałej temperaturze od  $22^{\circ}\text{C}$  do  $23^{\circ}\text{C}$  i wilgotności 31%.

Charakterystykę statystyczną badanych parametrów przedstawiono za pomocą średniej arytmetycznej, odchylenia standardowego i współczynnika zmienności. W pracy wykorzystano analizę wariancji z powtórzeniami oraz porównania *post-hoc* testem NIR. Oceny zróżnicowania średnich wartości parametrów w grupach płciowych dokonano testem t-Studenta dla prób niezależnych.

We wszystkich zastosowanych testach statystycznych wartości testów i współczynników na poziomie  $p < 0,05$  przyjęto za statystycznie istotne.

## Wyniki badań

Analizując rozkład średnich wartości temperatury w zależności od lokalizacji badanego obszaru ciała, wykazano ich zróżnicowanie. Średnie wartości temperatury w poszczególnych obszarach ciała przedstawia tabela 1. Kształtowały się one w przedziale od  $30,02 \pm 1,09^{\circ}\text{C}$  do  $33,72 \pm 0,73^{\circ}\text{C}$ , a maksymalne różnice dochodziły do  $3,7^{\circ}\text{C}$ .

Najwyższe wartości średniej temperatury odnotowano w obszarze pasa barkowego w ujęciu od przodu P1 ( $33,72^{\circ}\text{C}$ ), korpusu od przodu P2 ( $33,46^{\circ}\text{C}$ ), pasa barkowego w ujęciu od tyłu P10 ( $33,23^{\circ}\text{C}$ ), powłok brzucha P9 ( $32,85^{\circ}\text{C}$ ), ramienia prawego od przodu P3 ( $32,80^{\circ}\text{C}$ ) oraz okolic korpusu w ujęciu od tyłu P11 ( $32,74^{\circ}\text{C}$ ). Były to w większości okolice tułowia, w pobliżu dużych jam ciała (klatka piersiowa, jama brzuszna). Najniższe temperatury zarejestrowano natomiast w obrębie kończyn dolnych.

Natomiast najniższe wartości średniej temperatury zarejestrowano w obszarze stawów kolanowych w ujęciu od przodu (P21 –  $30,02^{\circ}\text{C}$ , P20 –  $30,07^{\circ}\text{C}$ ) oraz obu podudzi od tyłu (P29 –  $30,77^{\circ}\text{C}$ , P28 –  $30,78^{\circ}\text{C}$ ).

Aby ocenić zróżnicowanie średnich wartości temperatur, w zależności od badanego obszaru ciała, przeprowadzono analizę wariancji. Wykazano zróżnicowanie istotne statystycznie ( $F = 592,4$ ,  $p = 0,0000$ ) Porównanie *post-hoc* testem NIR analizowanych obszarów również wykazało istotne statystycznie zróżnicowanie (tabela 2-4).

Brak zróżnicowania temperatur stwierdzono jedynie w obszarach symetrycznych. Były to obszary na tych samych poziomach kończyn górnych i dolnych od przodu i tyłu, od strony prawej i lewej, stawów kolanowych i łokciowych.

Podsumowując analizę zróżnicowania temperatur w zależności od badanego obszaru ciała, można stwierdzić, że najwyższe temperatury występują w obrębie tułowia, niższe w kończynach górnych i najniższe w kończynach dolnych. Średnia temperatura okolic tułowia wynosi  $33,20^{\circ}\text{C}$ , kończyn górnych  $31,96^{\circ}\text{C}$  oraz kończyn dolnych  $30,89^{\circ}\text{C}$  w całej badanej grupie.

Oceniając różnice między wartościami średnich temperatur w 29 rejonach ciała u kobiet i mężczyzn przeprowadzono test t-Studenta dla prób niezależnych (tabela 5). Wykazano statystycznie istotne zróżnicowanie temperatury w 19 rejonach. Różnice średnich wartości temperatury między płciami wahały się od  $0,01$  do  $1,02^{\circ}\text{C}$  (rycina 1). Tylko w dwóch analizowanych rejonach średnia temperatura była wyższa u kobiet. W pozostałych 27 rejonach stwierdzono niższe temperatury. Analiza cech somatycznych wykazała istotne statystycznie zróżnicowanie w zakresie wartości BMI. Wskaźnik ten był wyższy u mężczyzn ( $23,49$ ) niż u kobiet ( $20,92$ ).

## Dyskusja

Termografia zapewnia bezpieczną, bez skutków ubocznych, nieinwazyjną rejestrację zmian temperatury ciała [5, 6, 11, 12]. Istnieją doniesienia o zastosowaniu termografii w diagnostyce układu krążenia, chirurgii, ortopedii, reumatologii, dermatologii, a także w lokalizacji stanów zwyrodnieniowych, zapalnych, nowotworowych oraz w monitorowaniu dynamiki tych zmian [6, 12, 13–15]. Zmiany temperatury powierzchniowej ciała obserwuje się nie tylko w przebiegu procesów chorobowych. Zależą one również od skórno przebiegu i temperatury krwi, temperatury otoczenia, parowania potu, dyfuzji pary wodnej przez skórę, straty ciepła podczas oddychania, rodzaju ubrania, prądów otaczającego powietrza [16–18]. Obrazy termograficzne

**Tabela 1** Rozkład średniej temperatury w analizowanych rejonach ciała

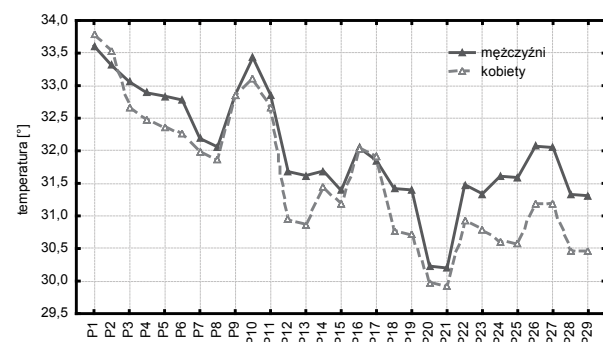
Rejon ciała	Opis rejonu	$\bar{x}$	s	v
P1	pas barkowy przód	33,72	0,73	2,16
P2	korpus przód	33,46	0,83	2,47
P3	ramię prawe przód	32,80	0,85	2,59
P4	ramię lewe przód	32,62	0,87	2,67
P5	staw łokciowy prawy przód	32,54	0,85	2,62
P6	staw łokciowy lewy przód	32,45	0,88	2,71
P7	przedramię prawe przód	32,06	0,89	2,76
P8	przedramię lewe przód	31,94	0,91	2,84
P9	brzuch	32,85	0,95	2,90
P10	pas barkowy tył	33,23	1,15	3,46
P11	korpus tył	32,74	1,10	3,37
P12	ramię prawe tył	31,21	1,06	3,39
P13	ramię lewe tył	31,13	1,03	3,30
P14	staw łokciowy prawy tył	31,53	0,85	2,71
P15	staw łokciowy lewy tył	31,26	0,89	2,85
P16	przedramię prawe tył	32,04	1,02	3,19
P17	przedramię lewe tył	31,89	1,01	3,16
P18	udo prawe przód	31,00	1,02	3,28
P19	udo lewe przód	30,96	1,04	3,35
P20	staw kolanowy prawy przód	30,07	1,08	3,60
P21	staw kolanowy lewy przód	30,02	1,09	3,63
P22	podudzie prawe przód	31,12	1,02	3,27
P23	podudzie lewe przód	31,00	1,04	3,37
P24	udo prawe tył	30,96	1,02	3,29
P25	udo lewe tył	30,93	1,02	3,31
P26	staw kolanowy prawy tył	31,51	0,99	3,13
P27	staw kolanowy lewy tył	31,51	0,97	3,09
P28	podudzie prawe tył	30,78	1,00	3,24
P29	podudzie lewe tył	30,77	1,00	3,24

uzyskane w warunkach homeostazy człowieka z otoczeniem dostarczają cennych informacji o zmienności rozkładu temperatury w warunkach fizjologicznych, czy też zachowania się tego parametru pod wpływem różnych bodźców zewnętrznych [7, 9, 19]. Termografia pozwala na stworzenie szczegółowej mapy termicznej obrazującej rozkład temperatury określonych rejonów ciała [18-20].

Organizm człowieka utrzymuje stałą temperaturę około 37°C niezależnie od zmieniających się warunków środowiska. Stała temperatura wnętrza ciała, określana ciepłotą głęboką, wykazuje jedynie wahania w rytmie okołodobowym średnio od 0,5 do 0,7°C, niezależnie od temperatury otoczenia. Najniższą wartość temperatury notuje się około godziny 6 (36,5°C), a najwyższą do 37°C około godziny 18 [12, 20, 21]. Rdzeń ciepły (tzw. część stałocielna) stanowią: klatka piersiowa, jama brzuszna, narządy wewnętrzne oraz czaszka. Stałocielność dotyczy również krwi. Natomiast zmiennocielne (poikilotermiczne) są skóra (tzw. część osłonowa) oraz kończyny. Temperatura maleje od wnętrza ciała do obwodu [2, 22–25].

**Tabela 2** Zróżnicowanie średnich wartości temperatury powierzchniowej w poszczególnych rejonach ciała (od P1 do P9) testem NIR (grubszym drukiem zaznaczono prawdopodobieństwa  $p < 0,05$ )

Rejon ciała	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
P2	0,0000								
P3	0,0000	0,0000							
P4	0,0000	0,0000	0,0018						
P5	0,0000	0,0000	0,0000	0,1395					
P6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0018	0,1011				
P7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000			
P8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0250		
P9	0,0000	0,0000	0,3659	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
P10	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P11	0,0000	0,0000	0,2766	0,0425	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0464
P12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P13	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P14	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P15	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P16	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6914	0,0650	0,0000
P17	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0022	0,4145	0,0000
P18	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P19	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P20	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P21	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P22	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P23	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P24	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P25	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P26	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P27	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P28	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P29	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000



**Rys. 1** Wykres liniowy rozkładu średnich temperatur w badanych rejonach ciała z uwzględnieniem płci

Odbiór bodźców termicznych odbywa się za pośrednictwem termoreceptorów znajdujących się w skórze i śluzówkach. Termoenteroreceptory zimna i ciepła znajdujące się w podwzgórzcu, pniu mózgu oraz częściowo w rdzeniu kręgowym, zwane również termodetektorami, tworzą

**Tabela 3** Zróżnicowanie średnich wartości temperatury powierzchniowej w poszczególnych rejonach ciała (od P10 do P17) testem NIR ( $p < 0,05$ )

Rejon ciała	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
P11	0,0000							
P12	0,0000	0,0000						
P13	0,0000	0,0000	0,1299					
P14	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000				
P15	0,0000	0,0000	0,3737	0,0162	0,0000			
P16	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
P17	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0078	
P18	0,0000	0,0000	0,0001	0,0214	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P19	0,0000	0,0000	0,0000	0,0036	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P20	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P21	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P22	0,0000	0,0000	0,1074	0,9239	0,0000	0,0125	0,0000	0,0000
P23	0,0000	0,0000	0,0001	0,0210	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P24	0,0000	0,0000	0,0000	0,0029	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P25	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P26	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6806	0,0000	0,0000	0,0000
P27	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6275	0,0000	0,0000	0,0000
P28	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P29	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

**Tabela 4** Zróżnicowanie średnich wartości temperatury powierzchniowej w poszczególnych rejonach ciała (od P18 do P29) testem NIR ( $p < 0,05$ )

Rejon ciała	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28
P19	0,5417										
P20	0,0000	0,0000									
P21	0,0000	0,0000	0,4229								
P22	0,0274	0,0049	0,0000	0,0000							
P23	0,9941	0,5466	0,0000	0,0000	0,0269						
P24	0,4988	0,9472	0,0000	0,0000	0,0040	0,5035					
P25	0,2733	0,6275	0,0000	0,0000	0,0010	0,2766	0,6752				
P26	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000			
P27	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9414		
P28	0,0002	0,0015	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0019	0,0071	0,0000	0,0000	
P29	0,0001	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0008	0,0034	0,0000	0,0000	0,8140

ośrodek termoregulacji. Jeżeli temperatura jest niższa od wyznaczonej przez ośrodek termoregulacji, wówczas uruchamiane są mechanizmy fizyczne i chemiczne przeciwdziałające wychłodzeniu organizmu. Pobudzenie termogenezy wywołuje zwiększenie napięcia tonicznego mięśni szkieletowych z drżeniami i tym samym zmniejsza utratę ciepła. Jeżeli temperatura jest wyższa, to następuje rozszerzenie naczyń krwionośnych skóry oraz zwiększenie wydzielania potu [2, 26]. Zachowanie komfortu termicznego pośrednio uzależnione jest od termoregulacji chemicznej, czyli od stosunku stężenia jonów wapnia oraz sodu w podwzgórze. Wzrost stężenia jonów sodu powoduje uruchomienie w ośrodku termoregulacji mechanizmów hamu-

jących utratę ciepła oraz wspomagających jego produkcję. Wówczas temperatura jest utrzymywana na nowym wyższym poziomie. Natomiast zwiększenie stężenia jonów wapnia w podwzgórze wywołuje przestawienie ciepłoty ciała na niższą [27, 28].

W badaniach własnych zaobserwowano istotne statystycznie zróżnicowanie temperatury w większości badanych okolic. Lokalne różnice temperatury powierzchniowej ciała wynikają z budowy anatomicznej analizowanego obszaru oraz rozmieszczenia termoreceptorów. Obszary ciała słabo unaczynione mają niższą temperaturę [22].

W opisanych tu badaniach najwyższe wartości temperatury zaobserwowano w rejonie tułowia (34°C), jamy brzusznej (33°C) oraz obszarach proksymalnych kończyn górnych (33°C). Niższe wartości temperatury kształtujące się symetrycznie w ujęciu od przodu (32,5°C) oraz tyłu (31,5°C) odnotowano w obszarach stawów łokciowych. Na wyższą temperaturę w obrębie tułowia i jamy brzusznej wpływają narządy wewnętrzne, wytwarzające ciepło będące efektem zachodzących w nich przemian [24]. Najniższą temperaturę w obrazach termograficznych zarejestrowano w obszarach kończyn dolnych. Dotyczyło to obszarów stawów kolanowych symetrycznie w rejestracji od przodu (30°C) oraz tyłu (31,5°C), a także w analogicznych obszarów podudzi (31 i 30,8°C).

W badaniach własnych nie zaobserwowano statystycznie istotnego zróżnicowania temperatury w symetrycznych okolicach stawów łokciowych oraz we wszystkich symetrycznych obszarach kończyn dolnych.

Uzyskane wyniki potwierdzają doniesienia innych badaczy. Podobne wyniki uzyskali Skrzek i wsp. w badaniach rozkładu temperatury powierzchniowej ciała [29]. W grupie osób zdrowych w średnim wieku zakwalifikowanych do badań odnotowano najwyższe wartości temperatury w okolicach pasa barkowego, najniższe zaś w obszarach obu stawów kolanowych. Sobiech i wsp. analizowali zmiany temperatury ciała u kobiet w wieku około 55 lat pod wpływem krioterapii, uzyskując analogiczny wynik [30]. Również Chudecka i wsp. dowodzą, iż poszczególne części ciała mają różną ciepłotę powierzchniową skóry [8]. Zalewski i wsp. także zaobser-

wowali występowanie najwyższej temperatury ciała w rejonie tułowia u prawie 50% badanych, natomiast najniższe wartości w obszarze stawów kolanowych [31].

Analizując w dalszej części pracy zróżnicowanie średnich wartości temperatury w poszczególnych rejonach ciała poszukiwano związków z płcią. Wykazano istotne zróżnicowanie temperatury powierzchniowej ciała pomiędzy grupą kobiet i mężczyzn. Wahania temperatury oscylowały w zakresie od 0,01 do 1°C, wykazując niższe wartości u kobiet w 27 rejonach. Może to wynikać z istotnie wyższych wartości BMI u mężczyzn. Wskaźnik wagowo-wzrostowy w badanej grupie młodych, wysportowanych osób świadczy o większej masie mięśniowej, która poprzez



**Tabela 4** Zróżnicowanie średnich wartości temperatury powierzchniowej w poszczególnych rejonach ciała (od P18 do P29) testem NIR ( $p < 0,05$ )

Cecha	Mężczyźni (N = 86)		Kobiety (N = 154)		Test t-Studenta	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	t	P
BMI	23,49	2,40	20,92	2,30	8,18	0,0000
P1	33,61	0,71	33,78	0,73	-1,71	0,0885
P2	33,31	0,80	33,54	0,83	-2,12	0,0351
P3	33,06	0,78	32,66	0,85	3,56	0,0005
P4	32,89	0,81	32,48	0,87	3,64	0,0003
P5	32,84	0,74	32,37	0,87	4,19	0,0000
P6	32,78	0,78	32,26	0,88	4,54	0,0000
P7	32,19	0,78	31,99	0,93	1,64	0,1024
P8	32,06	0,86	31,87	0,93	1,53	0,1271
P9	32,86	0,87	32,85	1,00	0,07	0,9455
P10	33,43	0,93	33,12	1,24	2,05	0,0419
P11	32,86	0,95	32,67	1,18	1,31	0,1918
P12	31,68	1,01	30,95	1,00	5,41	0,0000
P13	31,62	0,96	30,85	0,97	5,92	0,0000
P14	31,69	0,87	31,44	0,83	2,18	0,0304
P15	31,39	0,92	31,19	0,87	1,69	0,0923
P16	32,05	0,79	32,03	1,13	0,14	0,8863
P17	31,85	0,82	31,91	1,10	-0,41	0,6852
P18	31,42	0,96	30,76	0,97	5,12	0,0000
P19	31,40	0,95	30,72	1,00	5,14	0,0000
P20	30,23	0,96	29,98	1,14	1,71	0,0883
P21	30,20	0,97	29,92	1,14	1,89	0,0603
P22	31,48	0,77	30,92	1,08	4,17	0,0000
P23	31,34	0,79	30,80	1,12	3,91	0,0001
P24	31,61	0,86	30,59	0,91	8,44	0,0000
P25	31,59	0,88	30,57	0,92	8,39	0,0000
P26	32,07	0,77	31,20	0,95	7,25	0,0000
P27	32,05	0,77	31,20	0,94	7,17	0,0000
P28	31,33	0,84	30,47	0,95	6,97	0,0000
P29	31,31	0,83	30,47	0,96	6,82	0,0000

dobrze unaczynienie charakteryzuje się wyższą temperaturą. Zróżnicowanie temperatury powierzchniowej ciała z uwzględnieniem płci analizowano w kilku publikacjach [18, 30]. Wyniki te dotyczyły jednak głównie osób starszych, a badania i przeprowadzono na małej próbie.

## Wnioski

Temperatura powierzchniowa ciała w badanej grupie młodych zdrowych osób wykazuje duże zróżnicowanie w zależności od badanego obszaru.

W większości analizowanych rejonów ciała zarejestrowano niższe temperatury w grupie badanych kobiet w stosunku do mężczyzn. ■

## Literatura

1. S. Kozłowski, K. Nazar: *Wprowadzenie do fizjologii klinicznej*, PZWL, Warszawa 1999.
2. A. Jaskólski: *Podstawy fizjologii wysiłku fizycznego z zarysem fizjologii człowieka*, AWF we Wrocławiu, Wrocław 2002.
3. K. Ammer: *Effects of thermotherapy determined by infrared measurement*, Phys Med, vol. 20, 2004, s. 64-66.
4. E.F.J. Ring: *The historical development of thermometry and thermal imaging in medicine*, J Med Eng Technol, vol. 30(4), 2006, s. 192-198.
5. J. Taradaj: *Wykorzystanie badań termowizyjnych we współczesnej medycynie*, Rehabilitacja w Praktyce, vol. 3, 2007, s. 16-17.
6. B. Więcek, A. Węgrewicz, Z. Pawlik, T. Krajewski: *Termowizja – podstawowe informacje techniczne i przegląd zastosowań medycznych*, Kwart. Ortoped., vol. 3, 1997, s. 18-29.
7. C.L. Herry, M. Frize, R.A. Goubran: *Segmentation and landmark identification in infrared images of the human body*, Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, vol. 1, 2006, s. 957-960.
8. M. Chudecka, A. Lubkowska, A. Klimek, Z. Szyguła: *Wpływ zabiegów krioterapii ogólnoustrojowej na rozkład i dynamikę zmian temperatury wybranych części ciała*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 14, 2008, s. 129-132.
9. A. Dębiec-Bąk, A. Skrzek, A. Jonak: *Zróżnicowanie temperatury powierzchniowej ciała pod wpływem różnych bodźców w badaniach termowizyjnych*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 15, 2009, s. 322-327.
10. K. Kijewski, J. Magnuszewski, R. Żerek: *Przydatność badania termowizyjnego w ocenie skutków kriogenii ogólnoustrojowej*, Kwart. Ortoped., vol. 1, 2001, s. 36-40.
11. J. Bauer, P. Hurnik, J. Zdziarski, W. Mielczarek, A. Skrzek, H. Podbielska, Z. Zagrobelny: *Zastosowanie termowizji w ocenie skutków krioterapii*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 3, 1997, s. 133-140.
12. J. Jakubowska, C. Peszyński-Drews, B. Więcek: *Standaryzacja w badaniach termograficznych w zastosowaniu praktycznym na przykładzie pracowni termograficznej w Centrum Diagnostyki i Terapii Laserowej Politechniki Łódzkiej*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 12, 2006, s. 81-88.
13. A.F. Cramp, C. Glisenan, A.S. Lowe, D.M. Walsh: *The effect of high- and low-frequency transcutaneous electrical nerve stimulation upon cutaneous blood flow and skin temperature in healthy subjects*, Clin Phys, vol. 20(2), 2000, s. 150-157.
14. O. Schuhfried, G. Vacarin, H. Rochowanski, M. Serek, V. Fialka-Moser: *The effect of low-dosed and high-dosed low frequency electromagnetic fields on microcirculation and skin temperature in healthy subjects*, Int J Sport Med, vol. 26(10), 2005, s. 886-890.
15. A. Stepień, J. Pawlus, E. Nowak, J. Kulka, J. Gielżecki, O. Kraft, T. Puto, G. Klauz: *Porównanie technik radioizotopowej i termograficznej w obrazowaniu schorzeń układu kostno-stawowego*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 12, 2006, s. 77-80.
16. M. Krause M: *Termodynamika organizmu człowieka*, Ergonomia, vol. 20(1), 1997, s. 7-13.
17. J. Łaszczyńska, E. Matysiak: *Możliwości wykorzystania termowizji w ocenie skuteczności znieczulenia regionalnego*, Polski Przegląd Medycyny i Psychologii Lotniczej, vol. 3(11), 2005, s. 97-104.

18. A. Skrzek, J. Anwajler, K. Dudek, A. Dębiec-Bąk, U. Pilch: *Analiza czynników wpływających na zmienność temperatury ciała w badaniach termograficznych*, Fizjoterapia, vol. 15(3), 2007, s. 23-33.
19. A. Cholewka, Z. Drzazga, A. Michnik, A. Sieroń, B. Wiśniowska: *Temperature effect of whole body cryotherapy determined by thermography*, Thermology International, vol. 14(2), 2004, s. 57-63.
20. K. Księżpolska-Pietrzak: *Miejsce krioterapii w leczeniu chorób narządu ruchu mechanizmy działania, wskazania i przeciwwskazania*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 2, 1996, s. 157-160.
21. J. Bauer, A. Skrzek: *Fizjologiczne podstawy krioterapii*, Med. Sport., vol. 94, 1999, s. 3-12.
22. L.S. Chesterton, N.F. Foster, L. Ross: *Skin temperature response to cryotherapy*, Arch Phys Med Rehabil, vol. 83, 2002, s. 543-549.
23. F.E. Marino: *Thermoregulation and human performance. Physiological and biological aspects*, Med Sport Sci Basel, vol. 53, 2008, s. 74-88.
24. M. Rajewski, J. Łazowski: *Rozkład i dynamika zmian w wybranych punktach ciała w kriostymulacji ogólnoustrojowej*, Człowiek i Ruch, vol. 1(5), 2002, s. 21-29.
25. A. Sieroń, A. Stanek, G. Cieśla, J. Pasek: *Kriorehabilitacja – rola krioterapii we współczesnej rehabilitacji*, Fizjoterapia, vol. 15(2), 2007, s. 3-8.
26. Z. Śliwiński, Z. Zagrobelny: *Termowizyjna ocena gry naczyniowej u dzieci zdrowych po zastosowaniu kriostymulacji tylko jednej ręki*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 6, 2000, s. 97-103.
27. R. Suszko: *Krioterapia ogólnoustrojowa*, Rehabil. Med., vol. 7(2), 2003, s. 63-71.
28. Z. Zagrobelny: *Lecnicze zastosowanie zimna*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 2, 1996, s. 83-87.
29. A. Skrzek, J. Anwajler, K. Dudek, A. Dębiec-Bąk, U. Pilch: *Zmienność temperatury ciała pod wpływem krioterapii ogólnoustrojowej u pacjentów z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa w badaniach termowizyjnych*, Fizjoter. Pol., vol. 7, 2007, s. 308-319.
30. K. Sobiech, A. Skrzek, A. Dębiec-Bąk, K. Gruszka, M. Socha, W. Jonak: *Dynamika zmian temperatury ciała pod wpływem krioterapii ogólnoustrojowej u kobiet w aspekcie ich składu ciała. Doniesienie wstępne*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 15, 2009, s. 315-318.
31. P. Zalewski, K. Buszko, J. Klawe, M. Tafil-Klawe, A. Lewandowski, K. Słomiński, I. Panowicz: *Krótkoczasowa analiza termowizyjna skutków krioterapii ogólnoustrojowej u osób zdrowych*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 4, 2008, s. 272-277.

otrzymano / received: 15.01.2012

wersja poprawiona / revised version: 20.02.2012

zaakceptowano / accepted: 05.03.2012