

Zmienność somatyczna a sprawność mechanizmów termoregulacyjnych

Stanisław Gołąb, Aleksander Tyka¹

SOMATIC VARIABILITY AND THE EFFICIENCY OF THERMOREGULATING MECHANISMS was examined on the samples of Thais, Poles and Finns. The intergroup differences indicate the connection with the climatic zones. Thermoregulating efficiency seems to correlate with body built.

Każdej formie aktywności fizycznej towarzyszy podwyższenie temperatury wewnętrznej ciała. Wzrost ten, połączony z utratą wodnych i elektrolitowych zasobów organizmu, wpływa na obniżenie zdolności wysiłkowych [KUBICA, WILK, STOKŁOSA i in. 1985, 1986]. Zdolność natomiast do wolniejszego przyrostu temperatury ciała i utrzymywania jej w granicach zapewniających optymalne funkcjonowanie narządów oraz sprawność działania układu enzymatycznego jest przejawem adaptacji ustroju do środowiska.

Sprawność złożonego systemu termoregulacji, a szczególnie eliminacji nadmiaru ciepła z ustroju, zależy od wielu wewnątrzustrojowych procesów fizjologicznych, jak również od intensywności

pracy, temperatury i wilgotności otoczenia oraz właściwości somatycznych i trybu życia.

Poszczególne populacje człowieka, ukształtowane w odmiennych strefach klimatycznych, w swych strukturach somatycznych wykazują charakterystyczne odmienności, na przykład w zakresie wielkości masy i powierzchni ciała, czy proporcji długościowych kończyn, które interpretowane są jako wyraz adaptacji do warunków klimatycznych [ROBERTS 1953, GOŁĄB, KURNIK 1969]. Obserwowane prawidłowości w tym względzie zgodne są ze znanymi regułami ekologicznymi Bergmana, Allena i Thomsona [FALKIEWICZ, BOGUCKI 1981], w których mowa jest o stosunkowo większej powierzchni ciała u gatunków żyjących w klimatach gorących (zwiększenie możliwości utraty ciepła).

Mimo rozwoju wiedzy na temat fizjologicznych mechanizmów reakcji na stres

¹ Praca wykonana w ramach Centralnego Programu Badań Podstawowych 08.16.II.9.0.

cieplny, znaczenie międzypopulacyjnych różnic morfologicznych w tych procesach jest mało poznane. Badania porównawcze sprawności mechanizmów termoregulacyjnych, przeprowadzone przez Wyndhama i wsp. [WYNDHAM, STRYDOM, MORRISON i in. 1964, WYNDHAM, STRYDOM, WARD i in. 1964] wśród przedstawicieli różnych ras zamieszkujących Afrykę Południową nie uwzględniały bliższej analizy zróżnicowania morfologicznego w nawiązaniu do przebiegu procesów termoregulacji. W Polsce problematyka termoregulacji wysiłkowej u człowieka rozwijana jest przez zespół fizjologów z AWF w Krakowie pod kierunkiem prof. R. Kubicy. Wyniki badań [KUBICA i in. 1985], w których autorzy zastosowali własny test oceniający zdolność organizmu do pracy w środowisku gorącym, wskazują, że w populacji polskiej istnieje duże międzyosobnicze zróżnicowanie sprawności wysiłkowych mechanizmów termoregulacyjnych.

Poznanie i doskonalenie funkcji mechanizmów termoregulacyjnych może mieć istotne znaczenie np. przy kwalifikacji pracowników zatrudnianych na „gorących stanowiskach” w przemyśle oraz w sporcie wyczynowym (dobór zawodników do uczestnictwa w zawodach odbywających się w gorących strefach klimatycznych).

W związku z brakiem wystarczających danych o przebiegu termoregulacji wysiłkowej u osobników reprezentujących populacje z różnych stref klimatycznych, podjęto badania, których głównym celem było porównanie sprawności wysiłkowych mechanizmów termoregulacyjnych między „populacją” polską (żyjącą w klimacie umiarkowanym) a tajską – reprezentującą mieszkańców gorącego i wilgotnego klimatu oraz fińską – wywodzącą się z zimnej strefy klimatycznej.

Przeprowadzenie badań porównawczych możliwe było dzięki zorganizowa-

niu w 1987 r. wyprawy naukowej do Tajlandii przy współpracy z Uniwersytetem Mahidol w Bangkoku a następnie utrzymywaniu kontaktów naukowych z fińskim Uniwersytetem w Kuopio. W trakcie wyprawy szczególną uwagę zwrócono na przebieg procesu aklimatyzacji termicznej u członków wyprawy w gorących i wilgotnych warunkach naturalnego otoczenia.

Zadaniem antropologa, wchodzącego w skład ekipy badawczej było określenie:

1) charakterystycznych cech budowy morfologicznej związanych z przynależnością do określonej grupy populacyjnej,

2) powiązań sprawności wysiłkowych mechanizmów termoregulacyjnych z proporcjami ciała, składem i somatotypem.

Materiał i metody badań

Materiał poddany rozważaniom składa się z 4 zasadniczych grup:

1. Polacy – studenci AWF – niebiorący udziału w wyprawie (N=15),
2. Polacy – uczestnicy wyprawy (studenci N=7, pracownicy AWF N=5),
3. Tajowie – studenci WF w Bangkoku (N=51),
4. Finowie – studenci WF w Kuopio (N=19).

Do badań sprawności wysiłkowych mechanizmów termoregulacyjnych spośród Tajów dobrano losowo 13 osobników. Charakterystyka morfologiczna tej grupy nie odbiegała istotnie od charakterystyki pozostałych, nie poddanych próbie termoregulacji, Tajów. Studenci polscy (15), na których wykonano próby, w porównaniu z członkami wyprawy charakteryzowali się większą smukłością ogólnej budowy ciała. W grupie Finów próbę termoregulacji wysiłkowej przeprowadzono wśród wszystkich uczestniczących w badaniach antropologicznych.

W badaniach antropologicznych uwzględniono: cechy długościowe i szerokościowe ciała, obwody, masę ciała i tkankę tłuszczową, pomiary głowy, twarzy oraz cechy opisowe. W grupie Finów nie wykonano pełnego kompletu pomiarów. Badania fizjologiczne przeprowadzone w Krakowie, Bangkoku i Kuopio obejmowały następujące próby na rowerze ergometrycznym.

1. Praca o stopniowo wzrastającej intensywności, aż do odmowy dalszego jej wykonywania. Celem było określenie wielkości indywidualnego i maksymalnego obciążenia oraz maksymalnej częstości skurczów serca w temperaturze 22°C i wilgotności względnej 50%.

2. W dniu następnym – wysiłek ze stałym, względnym obciążeniem wynoszącym 53% maksymalnej mocy, w temp. 30°C i wilgotności 70%. Czas trwania wysiłku zależny był od tempa przyrostu temperatury wewnętrznej ciała. Przerywano go bowiem w chwili, gdy temperatura rektalna osiągała przyrost 1,2°C.

Czas trwania wysiłku, w którym badany osiągał przyrost temperatury wewnętrznej o 1°C lub 1,2°C traktowano jako wskaźnik sprawności wysiłkowych mechanizmów termoregulacyjnych [KUBICA i in. 1985]. W odpowiednich odstępach czasu mierzono również częstość skurczów serca oraz wysiłkowe odwodnienie ustroju. Dokładniejszy opis przeprowadzonych prób wraz z informacją o aparaturze, podany został w raporcie końcowym z badań [KUBICA i in. 1989].

Wyniki

Międzygrupowe zróżnicowanie cech morfologicznych.

W zdecydowanej większości badanych cech Tajowie posiadają mniejsze wymiary

w porównaniu z Polakami i Finami (tabela 1–3, rys. 1).

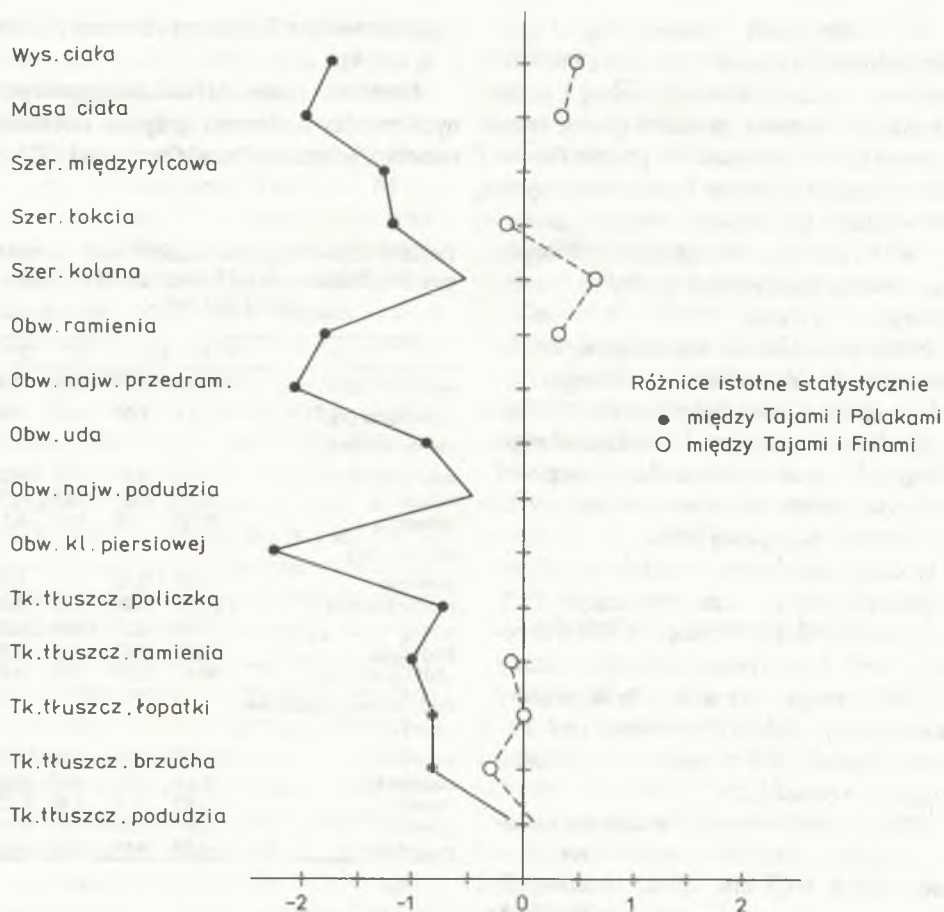
Istotność różnic średnich arytmetycznych między badanymi grupami oceniano testem Cochran–Coxa [OKTABA 1977].

Tabela 1. Charakterystyka liczbową cech morfologicznych Polaków (N = 27, wiek 19–38 lat, średnia wieku 25,3 lat)

Cechy	\bar{x}	E_x	s	V
wysokość ciała (cm)	177,35	1,13	5,86	3,30
masa ciała (kg)	72,13	1,36	7,07	9,80
szerokość (mm)				
międzyrylcowa	57,78	0,47	2,45	4,24
łokcia	70,00	0,66	3,45	4,93
kolana	98,00	0,78	4,03	4,11
obwód (cm)				
ramienia	28,90	0,33	1,71	5,92
przedramienia	27,56	0,26	1,33	4,82
uda	54,93	0,67	3,46	6,30
podudzia	37,08	0,43	2,22	5,99
klatki piersiowej	90,47	0,78	4,04	4,47
fałd skórno-tłuszczowy (mm)				
policzka	11,56	0,40	2,06	17,85
ramienia	11,11	0,59	3,07	27,60
łopatki	12,67	0,76	3,96	31,27
brzucha	12,89	1,50	7,81	60,61
podudzia	7,37	0,56	2,88	39,13

Największe różnice występują w zakresie obwodów klatki piersiowej, przedramienia, ramienia, w masie i wysokości ciała oraz w szerokości kości w nasadzie łokciowej i nadgarstkowej. W dalszej kolejności duże różnice zaznaczają się w grubości tkanki tłuszczowej (na ramieniu, łopatce, brzuchu i policzku) oraz w obwodzie uda. Charakterystyczny jest brak różnic między Tajami a Polakami w szerokości nasady kolanowej, obwodzie największym podudzia i w tkance tłuszczowej na podudziu.

Tajowie charakteryzują się drobniejszą budową ciała, głównie w zakresie elementów umięśnienia, rozwoju układu



Rys. 1. Cechy morfologiczne Tajów (—) i Finów (-----) unormowane na średnie i odchylenia standardowe cech Polaków

kostnego na długość i szerokość oraz otluszczenia, przy stosunkowo masywnych kończynach dolnych. Finowie (określani mniejszym zespołem cech) nie wykazują statystycznie istotnych różnic z Polakami i tym samym ich większe wymiary w stosunku do Tajów są również wyraźnie zaznaczone, z wyjątkiem obwodu i tkanki tłuszczowej podudzia.

Znaczne odmienności uwiaryściły się w ukształtowaniu proporcji ciała Tajów (na podstawie wskaźników ilorazowych –

tabela 4, rys. 2). Tajowie na tle Polaków mają dłuższe kończyny górne w stosunku do dolnych, przy wąskich biodrach. Największe różnice w proporcjach odcinków ciała występują jednakże we wskaźniku szerokościowo – długościowym stopy. Stopa Tajów jest bardzo szeroka w stosunku do długości.

Z uwagi na brak pełnego kompletu pomiarów u Finów, porównania między trzema grupami mogły dotyczyć jedynie wskaźnika smukłości (wysokość ciała³:

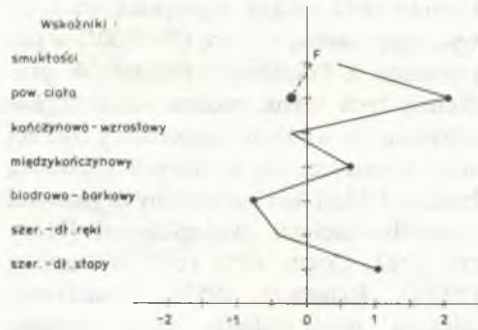
Tabela 2. Charakterystyka liczbową cech morfologicznych Tajów (N=51, wiek 18–23 lata, średnia wieku 20,1 lat).

Cechy	\bar{x}	$E_{\bar{x}}$	s	V
wysokość ciała (cm)	167,11	0,70	5,00	2,99
masa ciała (kg)	58,09	0,72	5,20	8,99
szerokość (mm)				
międzyrylcowa	54,70	0,32	2,30	4,20
łokcia	65,91	0,46	3,30	5,01
kolana	95,94	0,67	4,79	4,99
obwód (cm)				
ramienia	25,81	0,23	1,66	6,45
przedramienia	24,76	0,15	1,13	4,58
uda	51,86	0,48	3,47	6,69
podudzia	36,04	0,32	2,30	6,38
klatki piersiowej	81,15	0,49	3,52	4,34
fałd skórno-tłuszczowy (mm)				
policzka	10,05	0,23	1,66	16,56
ramienia	8,00	0,34	2,44	30,61
łopatki	9,39	0,29	2,13	22,74
brzucha	6,64	0,32	2,32	34,93
podudzia	7,27	0,35	2,51	34,56

Tabela 3. Charakterystyka liczbową cech morfologicznych Finów (N=19, wiek 19–31 lat, średnia wieku 23,1 lat).

Cechy	\bar{x}	$E_{\bar{x}}$	s	V
wysokość ciała (cm)	180,11	1,49	6,51	3,61
masa ciała (kg)	74,53	1,85	8,06	10,82
szerokość (mm)				
łokcia	69,42	0,82	3,56	5,13
kolana	100,58	1,15	5,01	4,98
obwód (cm)				
ramienia	29,43	0,69	3,00	10,19
podudzia	36,82	0,48	2,10	5,71
fałd skórno-tłuszczowy (mm)				
ramienia	10,89	1,19	5,20	47,75
łopatki	12,79	1,60	6,97	54,49
brzucha	10,53	1,29	5,61	53,31
podudzia	7,63	0,96	4,17	54,59

masa ciała) i wskaźnika powierzchni ciała (powierzchnia ciała : masa ciała). Mimo ogólnej tendencji Tajów do większej smukłości w proporcjach wzrostowo – wagowych, różnice w tym zakresie między trzema grupami nie są istotne



Rys. 2. Wskaźniki proporcji ciała Tajów unormowane na średnie i odchylenia standardowe wskaźników Polaków (dla Finów – „F” – tylko wsk. smukłości i powierzchni ciała)

statystycznie. Zdecydowanie najbardziej omawiane grupy różni stosunek powierzchni do masy ciała.

Powierzchnia ciała szacowana była na podstawie formuły Du-Boisa: $Pc = 167,2 \times P \times L$ (P – masa ciała, L – wysokość ciała

Tabela 4. Charakterystyka liczbową wskaźników proporcji ciała.

Wskaźniki	\bar{x}	$E_{\bar{x}}$	s	V
Polacy				
smukłości	42,70	0,25	1,31	3,07
powierzchni ciała	2,63	0,02	0,11	4,25
kończynowo-wzrost.	51,20	0,25	1,32	2,59
międzykończynowy	85,71	0,46	2,40	2,80
biodrowo-barkowy	72,80	0,74	3,86	5,31
szer.-dł. ręki	45,85	0,31	1,60	3,48
szer.-dł. stopy	37,92	0,37	1,91	5,04
Tajowie				
smukłości	43,28	0,18	1,30	3,01
powierzchni ciała	2,86	0,02	0,16	5,74
kończynowo-wzrost.	50,90	0,14	1,00	1,98
międzykończynowy	87,26	0,26	1,89	2,17
biodrowo-barkowy	69,82	0,56	3,96	5,68
szer.-długościowy ręki	45,20	0,26	1,89	4,18
szer.-dł. stopy	39,89	0,24	1,54	3,85
Finowie				
smukłości	42,86	0,41	1,80	4,20
powierzchni ciała	2,61	0,03	0,13	4,99

ciała). W grupie Tajów względna powierzchnia ciała osiąga największą wartość, wykazując istotną różnicę ($P < 0,001$) w porównaniu z Polakami i Finami. W gradiencie tych różnic można odnaleźć nawiązania do średniej temperatury rocznej stref klimatycznych, z których pochodzą badani. Układ taki jest zgodny ze znanymi prawidłowościami ekologicznymi [HARDY 1949, COON 1953 (cyt. WOLANSKI [1970]), ROBERTS 1953]. Stosunkowo większa powierzchnia ciała powinna sprzyjać utracie ciepła.

Zróźnicowanie somatotypologiczne.

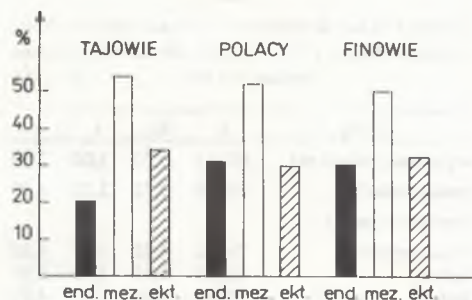
Zmierzając do bardziej kompleksowego a zarazem indywidualnego ujęcia zróźnicowania somatycznego przedstawicieli trzech populacji, określono typ somatyczny każdego badanego. Zastosowano tu metodę typologiczną HEATH i CARTER [1967], umożliwiającą określenie budowy osobników dorosłych bez względu na wiek, płeć i przynależność populacyjną.

Tabela 5. Wielkości poszczególnych składników typologicznych budowy ciała (wg metody Heath i Carter).

Cechy	Polacy		Tajowie		Finowie	
	x	s	x	s	x	s
endomorfia	3,70	0,94	2,45	0,84	3,67	1,66
mezomorfia	4,67	1,08	4,89	1,00	4,53	1,41
ektomorfia	2,68	0,91	3,09	0,97	2,89	1,34

Tajowie wykazują na ogół znaczną jednorodność wewnątrzgrupową w zakresie trzech komponentów (tabela 5). Finowie przejawiają największe zróźnicowanie w obrębie każdego z komponentów. Relacje między udziałem poszczególnych składników typologicznych przedstawia, w ujęciu procentowym, rysunek 3.

We wszystkich trzech grupach dominuje składowa mezomorficzna. U Tajów



Rys. 3. Wielkości składników typologicznych w % skali za dany składnik

najslabiej wykształcona jest endomorfia, a ektomorfia jest nieznacznie większa niż u Polaków i Finów. Jedyna statystycznie znamienna różnica między grupami występuje w wielkości endomorfii – jest ona mniejsza u Tajów. W rezultacie dokonanej analizy, budowę ciała Tajów można określić jako bardziej mezo – ektomorficzną niż u Polaków i Finów.

Zróźnicowanie składu ciała.

Szacowanie komponentów tkankowych ciała przeprowadzono z pomiarów antropometrycznych przez zastosowanie równania regresji dla gęstości ciała (D), opracowanego na materiale polskiej młodzieży akademickiej (wg PIECHACZKA [1975]):

$$D = 1,125180 - 0,000176 \log X_2 - 0,000185 \log X_5$$

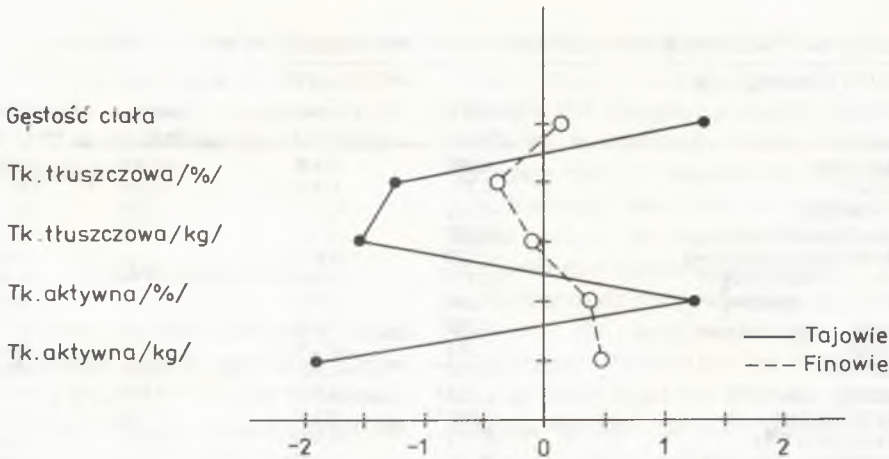
X_2 – fałd skórno-tłuszczowy nad mięśniami trójkątowym ramienia

X_5 – fałd skórno-tłuszczowy na brzuchu

Udział tkanki tłuszczowej (F) obliczono ze wzoru Keysa i Brożka [BROŹEK 1961]:

$$F \% = 100 \left(\frac{4,201}{D} - 3,813 \right)$$

Wyniki analizy przedstawiono w tabeli 6 i na rys. 4. Polacy i Finowie nie wykazują



Rys. 4. Skład ciała Tajów i Finów unormowany na średnie i odchylenia standardowe składu ciała Polaków

istotnych różnic w średnich arytmetycznych składu tkankowego ciała. Na tym tle skład tkankowy Tajów jest zdecydowanie

Tabela 6. Charakterystyka liczbowa składu ciała

	\bar{x}	E_x	s	V
Polacy				
masa ciała (kg)	72,13	1,36	7,07	9,80
gęstość ciała (g/cm ³)	1,056	0,001	0,006	0,578
tkanka tłuszczowa (%)	16,62	0,45	2,32	13,96
tkanka aktywna (%)	83,38	0,45	2,32	2,78
Tajowie				
masa ciała (kg)	58,09	0,72	5,20	8,99
gęstość ciała (g/cm ³)	1,064	0,001	0,009	0,808
tkanka tłuszczowa (%)	13,70	0,31	2,22	16,20
tkanka aktywna (%)	86,29	0,31	2,22	2,57
Finowie				
masa ciała (kg)	74,53	1,85	8,06	10,82
gęstość ciała (g/cm ³)	1,057	0,002	0,010	0,993
tkanka tłuszczowa (%)	15,74	0,88	3,86	24,52
tkanka aktywna (%)	84,26	0,88	3,86	4,58

odmienny – charakteryzują się oni dużą gęstością ciała, małym udziałem tkanki tłuszczowej a dużym – tkanki aktywnej. Powyższe relacje w składzie ciała zgodne są z wcześniej przedstawioną charakterystyką somatotypologiczną.

Powiązania między wynikami termoregulacji a cechami budowy ciała

Ocena czasu pracy przy wzroście temperatury rektalnej o 1°C oraz o 1,2°C wskazuje, że najlepsze wyniki w tym zakresie uzyskali przedstawiciele Tajów, a naj-słabsze – studenci AWF (tabela 7). Różnica statystycznie znamionna wystąpiła tylko między Tajami a studentami AWF.

Tabela 7. Charakterystyka liczbowa wyników termoregulacji

Czas pracy przy wzroście temp. o 1°					
Grupy badanych	N	\bar{x}	E_x	s	V
Studenci AWF	15	28,67	1,94	7,50	26,16
Tajowie	13	39,00	4,21	15,19	38,94
Finowie	19	31,16	2,25	9,82	31,52
Członkowie wyprawy*	12	40,42	3,46	11,99	29,66
Czas pracy przy wzroście temp. o 1,2°					
Grupy badanych	N	\bar{x}	E_x	s	V
Studenci AWF	15	35,53	2,31	8,94	25,14
Tajowie	13	46,50	4,82	18,02	38,76
Finowie	19	37,39	2,60	11,35	30,34
Członkowie wyprawy*	12	50,00	4,04	13,98	27,96

* inne warunki wykonania prób

Tabela 8. Współczynniki korelacji liniowej wyników termoregulacji z cechami morfologicznymi

Termoregulacja a:	Badane grupy			
	Stud.AWF N=15	Tajowie N=13	Finowie N=19	Członkowie wyprawy
wysokość ciała	0,095	0,448	-0,015	0,028
masa ciała	0,333	0,398	0,249	0,162
wsk. smukłości	-0,342	-0,053	-0,222	-0,065
wsk. powierzchni ciała	-0,339	-0,222	-0,278	-0,215
wsk. kończynowo-wzrostowy	-0,250	0,674*	-	0,577*
wsk. międzykończynowy	-0,135	-0,695**	-	-0,541
wsk. biodrowo-barkowy	-0,240	0,153	-	0,415
wsk. ręki	0,060	0,092	-	0,170
wsk. stopy	0,381	-0,128	-	-0,095
gęstość ciała	-0,712**	-0,580*	0,038	-0,054
tkanka tłuszczowa (%)	0,712**	0,581*	-0,389	0,052
tkanka tłuszczowa (kg)	0,691**	0,526	0,066	0,060
tkanka aktywna (%)	-0,712**	-0,580*	0,038	-0,051
tkanka aktywna (kg)	0,157	0,323	0,292	0,207

* istotny przy poziomie 0,05

** istotny przy poziomie 0,01

Dążąc do uchwycenia ewentualnych powiązań wyników termoregulacji wysiłkowej z cechami somatycznymi, obliczono zależność stochastyczną w tabelach 9-półowych między trzema kategoriami termoregulacji (słaba, przeciętna i dobra) a wybranymi cechami somatycznymi. Trzy kategorie termoregulacji wydzielone zostały ze wspólnego dla studentów AWF, Tajów i Finów szeregu rozdzielczego z uwzględnieniem wielkości mediany czasu pracy przy wzroście temperatury o 1°C. Podział na kategorie termoregulacji wśród członków wyprawy dokonany był oddzielnie, z uwagi na inne warunki przeprowadzania prób w tej grupie.

Analiza statystyczna tabel 9-półowych a następnie 6-półowych (z pominięciem kategorii termoregulacji przeciętnej), łącznie dla wszystkich osobników, którzy mieli badaną termoregulację, nie wykazała zależności istotnych. Stąd brak jest podstaw do sądzenia o występowaniu optymalnych zakresów wielkości cech somatycznych, to znaczy takich, które wiązałyby się znacząco z lepszymi wynikami procesów termoregulacji w próbie złożonej ze wszystkich badanych (59 osób).

Kolejnym etapem było obliczenie współczynników korelacji liniowej wyników termoregulacji z wybranymi cechami morfologicznymi, wskaźnikami proporcji ciała i składem ciała (tabela 8), osobno dla 4 grup – studentów AWF, Tajów, Finów i członków wyprawy. Najwięcej istotnych współzależności zaobserwowano w grupie Tajów – dodatnie związki występują tu ze względną długością kończyn dolnych i procentowym udziałem tkanki tłuszczowej, ujemne – ze wskaźnikiem międzykończynowym, gęstością ciała i procentowym udziałem tkanki aktywnej. Wśród Polaków – studentów AWF, wyniki termoregulacji również ujemnie korelują z gęstością ciała i procentowym udziałem tkanki aktywnej, a dodatnio z wielkością odtuszczenia. U członków wyprawy tylko wskaźnik kończynowo – wzrostowy koreluje dodatnio z wynikami termoregulacji. Brak kompletu badań antropometrycznych u Finów utrudnia porównania z tą grupą. Na podkreślenie zasługuje jednak fakt braku istotnych współczynników korelacji między cechami składu ciała a wynikami termoregulacji, podobnie jak dla członków wyprawy.

Wbrew oczekiwaniom, większość wyników nie jest zgodna z układem różnic somatycznych między badanymi „populacjami” w odniesieniu do ich wyników termoregulacji.

Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonych badań przedstawicieli trzech populacji Tajów, Polaków i Finów – żyjących w odmiennych strefach klimatycznych, uzyskano obraz zróżnicowania somatycznego oraz pewne dane na temat kierunku powiązań między sprawnością mechanizmów termoregulacyjnych a cechami budowy ciała. Pamiętać przy tym należy, że osobnicy poddani próbom w warunkach podwyższonej temperatury i wilgotności otoczenia, będąc studentami uczelni wychowania fizycznego, prezentowali ogólnie wyższy poziom możliwości wysiłkowych od przeciętnie występującego w ich macierzystych populacjach.

W stwierdzonych różnicach międzygrupowych można odnaleźć wyraz oczekiwanych stosunków wynikających z biologicznej adaptacji morfologicznej i funkcjonalnej do warunków termicznych zamieszkiwanej strefy klimatycznej. Na podstawie natomiast analizy korelacji liniowej zauważyć można, że zarysowane tendencje powiązań morfo-funkcjonalnych w obrębie każdej z grup wydają się nie znajdować potwierdzenia w relacjach międzypopulacyjnych. Z uwagi jednak na stosunkowo małą liczebność badanych, wyniki uzyskane w świetle korelacji liniowej nie są wystarczające dla pełnej oceny zjawiska. Nasuwa się przypuszczenie, że wśród osobników należących do różnych grup populacyjnych, ale zarazem o znacznym stopniu wytrenowania (studenci wychowania fizycznego), cechy somatycz-

ne, takie jak: mniejsza smukłość ogólnej budowy ciała, bardziej „dorosłe” proporcje kończyn, sprzyjające na ogół lepszym wynikom w próbach pracy fizycznej, stwarzają również warunki do uzyskiwania lepszych wyników w stosowanym teście oceny sprawności wysiłkowych mechanizmów termoregulacyjnych.

Skuteczność indywidualnej przystosowalności do środowiskowego stresu termicznego [WYNDHAM i in. 1964, KUBICA i in. 1989] może być również determinowana, oprócz czynników genetycznych, przez tryb życia: odżywianie, aktywność fizyczną, zwyczaje i zabiegi higieniczne (np. częste korzystanie z sauny przez Finów), a znaczny wpływ tych czynników może zaciemnić interpretacje wynikające ze zróżnicowania morfologicznego.

Piśmiennictwo

- ASTRAND P.O., K. RODAHL, 1970, *Textbook of work physiology*, Mc Graw, Hill, New York.
- BROŻEK J., 1961, *Pomiary składników ciała*, Mat. i Prace Antrop., 29, 149.
- FALKIEWICZ B., J. BOGUCKI, 1981, *Czynniki klimatyczne i ich wpływ na rozwój ontogenetyczny człowieka*, [w:] *Czynniki rozwoju człowieka*, red. N. Wolański, Warszawa, 291.
- GOŁĄB S., G. KURNIK, 1969, *Wybrane proporcje ciała u Egipcjan, Murzynów i Polaków*, Przegl. Antrop., 35, 456.
- HEATH B.H., J.E. CARTER, 1967, *A modified somatotype method*, Amer. J. Phys. Anthrop., 27 57.
- KUBICA R. i wsp., 1985, *Próba porównawczej oceny sprawności mechanizmów termoregulacyjnych podczas długotrwałej pracy fizycznej*, Konferencja nt. Czynniki determinujące zdolność do pracy długotrwałej, Streszczenia, AWF – Kraków.
- KUBICA R. i wsp., 1986, *Problem doskonalenia funkcji mechanizmów termoregulacyjnych*, Z warsztatów badawczych nt.: Fizjologiczna analiza wybranych wysiłkowych mechanizmów adaptacyjnych, AWF – Warszawa, 11.
- KUBICA R. i wsp., 1989, *Sprawność mechanizmów termoregulacyjnych w różnych populacjach*

- i odmiennych warunkach środowiskowych*, Raport końcowy CPBP 08.16.II.9.0.
- OKTABA W., 1977, *Elementy statystyki matematycznej i metodyka doświadczalnictwa*, Warszawa.
- PIECHACZEK H., 1975, *Oznaczanie całkowitego tłuszczu ciała metodami densytometryczną i antropometryczną*, Mat. i Prace Antrop., 89, 3.
- ROBERTS D.F., 1953, *Body weight, race and climate*, Amer. J. Phys. Anthropol., 11, 4.
- WOLAŃSKI N., 1970, *Rozwój biologiczny człowieka*, Warszawa.
- WYNDHAM C.H. i wsp., 1964, *Heat reactions of Caucasians and Bantu in South Africa*, J. Appl. Physiol., 19, 598.
- WYNDHAM C.H. i wsp., 1964, *Physiological reactions to heat of Bushmen and of unacclimatized and Bantu*, J. Appl. Physiol., 19, 885.

Summary

In connection of the lack of the sufficient scientific data, the efficiency of thermoregulation was tested. The tests were carried out on the sample of the individuals representing various climatic zones i.e. Thais, Poles, Finns (students of physical education) in the condition of increased temperature and humidity. The anthropometric data were taken into consideration during researches. Some of the tests were carried out during the expedition to Thailand. The intergroup differences reflect the morphological and functional adaptation to the thermal conditions characteristic for the climatic zone. The connection of the thermoregulation tests' results with the somatic traits within the group indicates that the less slenderness of body and more "adult-like" limbs proportions go together with the higher results in the thermoregulation test.