

Katedra Teorii i Metodyki Sportów Indywidualnych,  
Katedra Antropologii  
Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie  
Chair of Theory and Methodology of Individual Sports,  
Chair of Anthropology  
Academy of Physical Education, Cracow

KATARZYNA STERKOWICZ – PRZYBYCIEŃ, RYSZARD ŻARÓW

*Methods of body somatotypes estimation and the level  
of adiposity in young man trained fighting sports*

---

**Metody oceny budowy somatycznej a wielkość otluszczenia młodych mężczyzn  
uprawiających sporty walki**

Wysokość i masę ciała uznaje się za podstawowe wskaźniki rozwoju fizycznego człowieka. Relacje wagowo-wzrostowe znalazły ujęcie w formułach matematycznych, które zarówno lekarzom, jak i specjalistom kultury fizycznej mają ułatwić ocenę typu budowy somatycznej, stanu odżywienia, czy też zalecenie zwiększenia aktywności ruchowej, która posiada niewątpliwe znaczenie profilaktyczne dla współczesnego człowieka. Na podstawie wartości wskaźnika Rohrera Drozdowski (1979) klasyfikował sportowców różnych dyscyplin do typu leptosomatycznego, atletycznego i pyknicznego, natomiast wskaźnik masy ciała (BMI) stosuje się w badaniach profilaktycznych przed zagrożeniem otyłością i badanych kwalifikuje się do grup z należną masą ciała, z nadwagą, z otyłością oraz otyłością zagrażającą zdrowiu (WHO 1998).

Pokrewnym zagadnieniem jest ocena stanu otluszczenia, która wymaga jednak znajomości metod wykonywania pomiarów antropometrycznych. Chociaż stosowana jest rzadziej, to pozwala na określenie składu ciała, tj. proporcji tkanki tłuszczowej i tkanki aktywnej w masie ciała. W społecznej świadomości sportowcy wyczynowi uznawani są za okazy zdrowia, które jest konieczne do podejmowania olbrzymich obciążeń treningowych i startowych. Autorzy testu EUROFIT (Adam i wsp. 1988) podkreślali związek niektórych komponentów sprawności motorycznej ze zdrowiem, wymieniając dużą wytrzymałość krążeniowo-oddechową, siłę, wytrzymałość mięśniową, gibkość i wreszcie skład ciała (niski poziom otluszczenia). W wynikach badań zarówno zawodników, jak i osób nie uprawiających sportu można doszukać się różnych wskaźników świadczących o poziomie wymienionych komponentów. Istnieje szereg metod szacowania składu ciała, przy czym za najbardziej przydatne w praktyce sportowej uważa się te pośrednie, nie wymagające specjalistycznego sprzętu, oparte na pomiarach fałdów skórno-tłuszczowych.

Celem pracy jest: 1) charakterystyka sportowców w świetle popularnych wskaźników budowy somatycznej; 2) porównanie różnych metod szacowania procentu tkanki tłuszczowej w masie ciała; 3) poszukiwanie związku między wskaźnikami budowy ciała a procentem tkanki tłuszczowej.

**MATERIAŁ**

Badaniami objęto 142 członków kadry narodowej w sportach walki (judo, karate, zapasy, boks, szermierka, ju-jitsu) w wieku od 16,2 - 36,4 lat. Średni staż zawodniczy wynosił 10,9 lat (S.D. +/-4,9 roku). Do analizy w niniejszej pracy wybrano następujące: wysokość ciała, masę ciała, grubość fałdów

łuszczych (na ramieniu, pod łopatką, na brzuchu, nad talerzem biodrowym, na podudziu i na klatce piersiowej).

## METODA

Dokonano obliczeń wskaźnika budowy ciała Rohrera (RI) oraz Body Mass Index (BMI).

Spośród znanych pośrednich metod szacowania procentu tkanki tłuszczowej wybrano:

1) Równanie Keysa i Brożka (wg Piechaczek 1975):

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

obliczając uprzednio gęstość ciała (D) na podstawie

drugiego równania przewidującego Piechaczka.

2) Równania przewidujące odsetek tkanki tłuszczowej Slaughtera i wsp. (1988):

$$PFDWB1 = ((0,735) * (Tk.tł.triceps + Tk.tł.podudz.)) + 1,0$$

$$PFDWB2 = 1,21 * ((Tk.tł.triceps + Tk.tł. pod łopatką) - (0,008) * (Tk.tł.triceps + Tk.tł. pod łopatką)^2) - 5,5$$

3) Pomiar składu tkankowego ciała metodą impedancji bioelektrycznej (Fatathlet) przy użyciu wagi Tanita (model: TBF 300).

W analizie statystycznej uwzględniono obliczenia wartości przeciętnych i miar zmienności poszczególnych charakterystyk sportowców oraz przeprowadzono analizę wariancji, z uwzględnieniem różnych metod szacowania % tkanki tłuszczowej w masie ciała. Ponadto obliczono korelacje procentowej zawartości tłuszczu i wartości wskaźników budowy ciała. Poziom istotności statystycznej przyjęto przy  $p < 0,05$ .

## WYNIKI

W tabeli 1 przedstawiono charakterystyki grupowe 142 zawodników uprawiających wyczynowo sporty walki.

**Tabela 1. Statystyki niektórych cech zawodników uprawiających wyczynowo sporty walki (N = 142)**

Cecha	Statystyki	$\bar{x}$	Me	SD	Xmin - Xmax
Wiek		23,65	23,00	4,61	16,2 - 36,4
Wysokość ciała		178,45	178,45	7,64	157,5 - 201,6
Masa ciała		80,89	78,00	14,89	52,8 - 160,9
RI		1,42	1,39	0,16	1,04-2,08
BMI		25,26	24,90	3,2	19,4-41,0
PFDWB1		12,07	11,29	4,53	5,41-32,46
PFDWB2		12,80	11,38	6,66	4,19 - 48,74
Fatathlet		9,97	9,70	3,67	3,8-27,8
F% Keysa Brożka		14,66	14,27	3,23	7,32 - 23,81

Różnice między rezultatami oszacowania procentowego udziału tkanki tłuszczowej: F = 24,07; W = 107,337; P < 0,001

Zawodnicy sportów walki na ogół byli młodymi mężczyznami o przeciętnej wysokości, ale większej masie ciała niż osoby nie trenujące (Piechaczek 1996). W świetle wartości średniej wskaźnika Rohrera reprezentowali atletyczny typ budowy somatycznej, a według norm BMI mieli lekką tendencję do nadwagi. Procentowy udział tłuszczu w masie ciała oszacowany według różnych metod był niski i wynosił od 9,97 do 14,66%, natomiast udział tkanki aktywnej był wysoki i mieścił się w przedziale od 85 do 90%.

**Tabela. 2. Charakterystyka budowy ciała sportowców w klasyfikacji podwójnej**

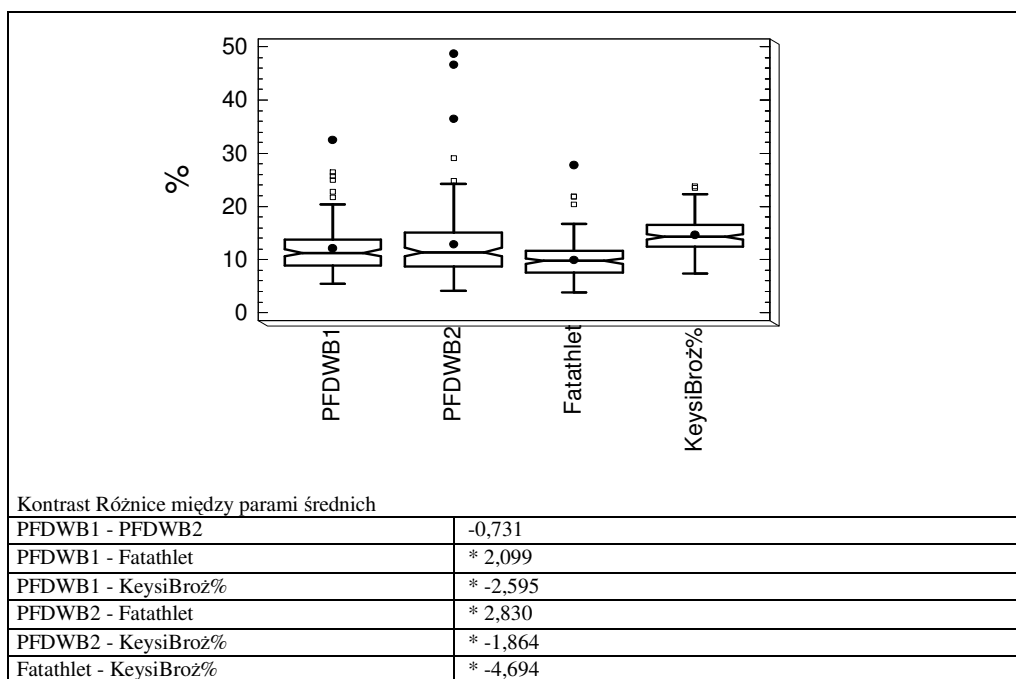
Grupy wg BMI Typy wg RI	Niedowaga	Należna masa ciała	Nadwaga	Otyłość	Otyłość zagrażająca zdrowiu	Ogółem
Leptosomatyczny	2	25	0	0	0	27
	7,41%	92,59%	0,00%	0,00%	0,00%	19,01%
Atletyczny	0	43	22	0	0	65
	0,00%	66,15%	33,85%	0,00%	0,00%	45,77%
Pykniczny	0	3	38	8	1	50
	0,00%	6,00%	76,00%	16,00%	2,00%	35,21%
Razem	2	71	60	8	1	142
	1,41%	50,00%	42,25%	5,63%	0,70%	100,00%

(Uwaga: Typy budowy ciała wg wartości wskaźnika Rohrera: leptosomatyczny – RI < 1,28; atletyczny - RI = 1,29-1,46; pykniczny - RI > 1,47. Grupy wg wartości Body Mass Index: niedowaga – BMI < 20; należna masa ciała – BMI od 20 do 24,9; nadwaga – BMI od 25-29,9; otyłość - BMI od 30 do 40; otyłość zagrażająca zdrowiu – BMI > 40).

Na podstawie liczebności w tab.2 stwierdzono, że omawianą grupę (według wskaźnika Rohrera ) w 46% stanowili badani typu atletycznego, 35,2 – typu pyknicznego i 19%– typu leptosomatycznego. Uwzględniając natomiast normy wskaźnika BMI wykazano, że połowa grupy prezentowała należą masę ciała, znaczny udział miały osoby z nadwagą 42,3%. Frakcja otyłych wynosiła 5,6%, natomiast 1 zawodnik był otyły w stopniu zagrażającym zdrowiu. Z podwójnej klasyfikacji wynika również, że najbardziej liczną podgrupę (43 osoby) stanowili mężczyźni typu atletycznego posiadający jednocześnie należą masę ciała, natomiast drugą z kolei tworzyli osobnicy typu pyknicznego z nadwagą (38 osób).

Występowała pewna rozbieżność oceny wynikająca ze sposobu klasyfikacji badanych sportowców, np. 34% osób sklasyfikowanych w typie atletycznym miało nadwagę według wskaźnika BMI, ale tylko 6% osób typu pyknicznego zakwalifikowano w kategorii należnej masy ciała.

Na ryc. 1 zilustrowano rezultaty oszacowania procentu tkanki tłuszczowej w masie ciała sportowców oraz efekty porównania wartości przeciętnych. Średnie arytmetyczne zostały zaznaczone punktami wewnątrz „skrzynek z wąsami”. Zwracają uwagę indywidualne wartości odstające, które są znacznie zawyżone w przypadku wskaźnika PFDWB2 i powodują, że średnia jest wyższa od mediany. Pomiar na wadze „Tanita” daje najniższe oszacowania, których rozkład jest podobny jak w przypadku wskaźników PFDWB.



\* Różnice istotne statystycznie

**Ryc. 1. Odsetek tkanki tłuszczowej w masie ciała sportowców (N = 142)**

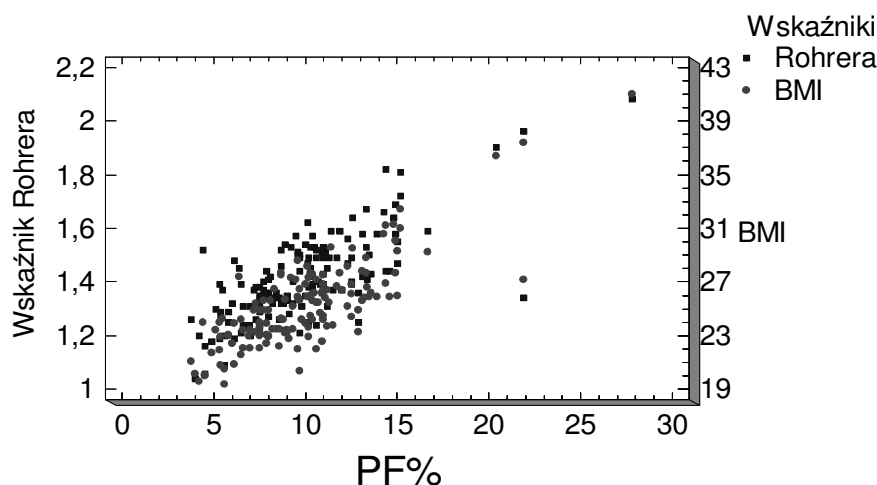
Wyniki pochodzące z metody Keysa i Brożka są natomiast skupione blisko wartości przeciętnej. Średnia i mediana leżą bardzo blisko siebie. Analiza ANOVA weryfikowana testem Kruskala-Wallisa potwierdziła hipotezę o różnicach między średnimi wartościami procentowymi tłuszczu w zależności od zastosowanej metody jego oszacowania.

Testem porównań wielokrotnych wykazano różnice istotne statystycznie między poszczególnymi metodami szacowania otłuszczenia ciała.

Najwyższą wartość oszacowań procentu tkanki tłuszczowej w masie ciała uzyskano według wzoru uwzględniającego gęstość ciała (Brożek i wsp. za Piechaczek 1975), natomiast najniższą na urządzeniu elektronicznym Tanita, w którym do przeliczeń wykorzystuje się zjawisko impedancji elektrycznej. Zauważyć należy, że średnie wartości procentowe PFDWB obliczone na podstawie grubości fałdów skórno-tłuszczowych i równań przewidujących Slaughter'a i wsp. (1988) tworzą grupę jednorodną, a porównanie lokalizacji median na grafiku potwierdza tę obserwację.

Analizując związki występujące między zmiennymi stwierdzono, że wskaźniki budowy somatycznej Rohrera i BMI silnie korelowały z procentem tłuszczu mierzonym na wadze „Tanita” (odpowiednio  $r = 0,74$ ;  $p < 0,001$  i  $r = 0,81$ ;  $p < 0,001$ ), oraz umiarkowanie z pozostałymi miarami procentu tłuszczu (odpowiednio  $r = 0,39-0,57$  i  $r = 0,50-0,68$ ;  $p < 0,001$ ).

Diagram korelacyjny dwóch wskaźników budowy somatycznej i PF% uzyskanym na wadze „Tanita” zilustrowano na ryc. 2.



Ryc. 2. Diagram korelacyjny wskaźników budowy somatycznej i PF% uzyskanym na wadze „Tanita”

### OMÓWIENIE WYNIKÓW

W sportach walki stosuje się zarówno wskaźniki wagowo-wzrostowe do oceny budowy somatycznej, jak i metody szacowania zawartości tkanki tłuszczowej w ogólnej masie ciała. Badania (wg Carter i Heath 1990) dotyczące czołowych zawodników wskazują, że wartości wskaźnika BMI i wskaźnika Rohrera wynosily u judoków odpowiednio 22,01-31,54 i 1,34-1,68; zapaśników 21,8-28,95 i 1,38-1,65; bokserów 20,84-25,68 i 1,26-1,41; szermierzy 22,21-23,54 i 1,25-1,32. Wartości wskaźników wagowo-wzrostowych zawodników polskich mieszczą się w zakresie zmienności zagranicznych sportowców. Wyniki badań własnych wykazały, że w sportach walki występowały wszystkie typy somatyczne określone na podstawie wartości wskaźnika Rohrera i w klasyfikacji budowy ciała obserwuje się ponadto zbieżność według BMI. Badani zawodnicy charakteryzowali się niższym odsetkiem tkanki tłuszczowej niż osoby nie uprawiające żadnego sportu (Piechaczek 1996), z wyjątkiem szacowania na podstawie równań Keysa i Brożka, gdzie ta różnica wyniosła tylko 1%. Stwierdzono istotność różnic pomiędzy wynikami poszczególnych metod, co potwierdza rezultaty badań De Lorenzo i wsp. (2000), którzy wykazali rozbieżności w wartościach procentu tłuszczu otrzymanych z pomiarów antropometrycznych, impedancji bioelektrycznej i analizy rentgenogramów.

### WNIOSKI

1. W ocenie budowy ciała na podstawie klasyfikacji według wartości wskaźnika Rohrera stwierdzono występowanie wszystkich typów somatycznych. Zarówno RI jak i BMI najsilniej korelowały z otłuszczeniem szacowanym metodą bioimpedancji elektrycznej.
2. Metody oceny składu tkankowego ciała nie mogą być stosowane wymiennie, gdyż uzyskane za ich pomocą wyniki różnią się istotnie statystycznie.
3. Do obserwacji zmian poziomu otłuszczenia ciała podczas rozwoju sportowca powinna być stosowana ta sama metoda.

### PIŚMIENNICTWO

1. Adam C. i wsp. EUROFIT. European Test of Physical Fitness. Council of Europe. Committee for the Development of Sport. Rome, 1988.
2. Carter J.E.L., Heath B.H. Somatotyping - development and applications. Cambridge Studies in Biological Anthropology, 1990, Cambridge University Press, Cambridge - New York - Port Chester-Melbourne-Sydney.
3. De Lorenzo A. i wsp. Body composition measurement in highly trained male athletes. A comparison of three methods. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2000, 40, 2, 178-183.

4. Drozdowski Z. Antropologia sportowa. PWN, Warszawa-Poznań. 1979.
5. Piechaczek H. Oznaczanie całkowitego tłuszczu ciała metodą densytometryczną i antropometryczną. Materiały i Prace Antropologiczne. 1975, 89, 3-48.
6. Piechaczek H. i wsp. Zmiany w budowie ciała młodzieży akademickiej Politechniki Warszawskiej w okresie 35 lat. Wychowanie Fizyczne i Sport. 1996, 3, 3-14.
7. Slaughter M.H. i wsp. Skinfold Equations for Estimation of Body Fatness in Children and Youth. Human Biology. 1988, 60, 5, 709-723.
8. World Health Organization. Prevention management of the global epidemic of obesity: Report of the WHO consultation on obesity. World Health Organization. Geneva, 1998.

#### STRESZCZENIE

Celem pracy było porównanie różnych metod szacowania procentu tkanki tłuszczowej w masie ciała zawodników kadry narodowej Polski w sportach walki (N=142), charakterystyka sportowców w świetle popularnych wskaźników budowy somatycznej oraz poszukiwanie związku między wskaźnikami budowy ciała a procentem tkanki tłuszczowej. Spośród znanych pośrednich metod szacowania procentu tkanki tłuszczowej wybrano: równanie Keysa i Brożka, równania przewidujące odsetek tkanki tłuszczowej Slaughtera i wsp. oraz pomiar składu tkankowego ciała metodą impedancji bioelektrycznej (BIA). Na podstawie klasyfikacji wg wartości wskaźnika Rohrera (RI) stwierdzono występowanie wszystkich typów somatycznych. Zarówno RI jak i BMI najsilniej korelowały z otluszczeniem szacowanym metodą BIA. Średni procentowy udział tłuszczu w masie ciała oszacowany według różnych metod był niski i wynosił od 9,9% do 14,7%. Testem porównań wielokrotnych wykazano różnice istotne statystycznie między poszczególnymi metodami szacowania otluszczenia ciała.

#### SUMMARY

The aim of the research was to compare different methods of body fat percentage estimation in Polish national elite of fighting sports (N=142), somatotypes characteristics using popular indices and relationship between somatotypes and percent of fat. Keys and Brożek equation, Slaughter et al. estimation equation, and results of bioimpedance analysis (BIA) were chosen from many indirect methods. All types of body build were found using Rohrer index (RI). The highest correlations were found between body fat estimated by BIA and RI, BMI. Mean level of percent of fat in body weight estimated by different methods was low, i.e. between 9,9% and 14,7%. Significant differences between results of fat estimation from used methods were found by multiple comparison tests.