

## **Błach Wiesław<sup>1</sup>, Pujszo Ryszard<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Katedra Metodyki Dyscyplin Sportowych, Akademia Wychowania Fizycznego, Wrocław

<sup>2</sup> Studium Wychowania Fizycznego i Sportu, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz

Corresponding author: Błach Wiesław  
54-130 Wrocław ul. Bulwar Ikara 12/38  
e-mail: blaw62@wp.pl

### **WYDOLNOŚĆ OGÓLNA I RESTYTUCJA STUDENTEK O ZWIĘKSZONYM INDEKSIE MASY**

### **THE STUDENTS' GENERAL EFFICIENCY AND RESTITUTION ABOUT ENLARGED INDEX OF MASS**

#### **Streszczenie**

Celem badań jest znalezienie zależności między zwiększonym indeksem masy (BMI) u kobiet, a ich wydolnością fizyczną oraz zdolnością restytucji po wysiłku fizycznym.

Badaniom poddano losowo wybraną grupę studentek ( $n = 25$ ) I roku Akademii Bydgoskiej ćwiczących jedynie na obowiązkowych zajęciach wychowania fizycznego. Przeprowadzono dwa testy na ergometrze wiosłarskim typu Concept II.

Wyniki badań wskazały na wyraźną korelację między wzrostem wskaźnika BMI, a spadkiem wydolności fizycznej oraz między wzrostem wskaźnika BMI, a obniżającą się zdolnością restytucji. W badaniach wystąpił również wynik nieoczekiwany (wykres 3) sugerujący możliwość skokowej zmiany wskaźnika restytucji 1 minutowej przy nieznacznej zmianie wskaźnika BMI.

1. Szybki spadek wydolności fizycznej związany ze wzrostem wskaźnika BMI należy uwzględnić planując zajęcia dydaktyczne na uczelniach, zajęcia rehabilitacyjne w specjalistycznych ośrodkach oraz zajęcia usprawniające w różnych grupach dyspenseryjnych.
2. Niepełną bądź bardzo małą restytucję należy uwzględnić planując przerwy pomiędzy wysiłkami fizycznymi we wszystkich zespołach z osobami o zwiększonym wskaźniku BMI.
3. Skokowa zmiana wskaźnika restytucji 1 minutowej wymaga dalszych badań w wybranym przedziale BMI. od 27 do 28.

**Słowa kluczowe:** wydolność, restytucja, Body Mass Index (BMI)

### **Abstract**

The aim of this research is to find the dependence between the increased index of mass (BMI) at women and their physical efficiency as well as the ability of restitution after a physical effort.

The research was carried out on a randomly chosen group of female students (n = 25) of the first year of the Academy of Bydgoszcz who attend only obligatory lessons of physical education. Two tests on the rowing ergometr – Concept II were made.

The results of the research indicated a clear correlation between the increase of BMI index and the fall of physical efficiency as well as between the increase of BMI index and the dropping ability of restitution. The research also showed an unexpected result (graph 3) suggesting the possibility of stepwise change of change of 1 – minute restitution index with insignificant change of BMI index.

1. Rapid fall of physical efficiency connected with the increase of BMI index should be taken into account while planning didactic lessons at universities, rehabilitation lessons at specialist centers as well as lessons aiming at enlarging fitness level in different corrective gymnastics groups.
2. Incomplete or very small restitution should be taken into consideration while planning pauses among physical efforts in all groups including people with increased BMI index.
3. The stepwise change of the 1 – minute restitution index requires further research in the chosen BMI range. (27 – 28)

**Search word:** efficiency, restitution, Body Mass Index (BMI)

## **Wstęp**

Pod pojęciem zwiększony indeks masy kryją się może mniej eleganckie ale za to lepiej znane pojęcia nadwaga i otyłość, które oznaczają nadmierną ilość tkanki tłuszczowej w organizmie ludzkim. Z klinicznego punktu widzenia jest to taka ilość, która negatywnie wpływa na zdrowie człowieka [1,2]. I właśnie dlatego nadwaga i otyłość stanowią problem zarówno medyczny, społeczny jak i ekonomiczny.

Ze względu społeczno ekonomicznego otyłość można zdefiniować jako przykład szczególnego przypadku kondycji człowieka, natomiast jej przyczynę jako efekt konfliktu między wewnętrznym a zewnętrznym środowiskiem ustroju [3]. Problem nadwagi i otyłości pojawił się w latach 70-tych ubiegłego wieku jako przejaw technicyzacji życia z jednej strony i jako odpowiedź na coraz lepsze warunki bytowe z drugiej. Szczególnie widoczny stał się on w Stanach Zjednoczonych, a następnie poprzez Europę lat 80-tych dotknął również Polski lat 90-tych [3].

Aktualnie przyjmuje się, że nadwaga to 28 – 30% tkanki tłuszczowej u kobiet, natomiast otyłość to powyżej 35%, przy czym do 40% jest to otyłość umiarkowana, a powyżej wysoka. Liczby te u mężczyzn wynoszą odpowiednio 20 – 22% (nadwaga), powyżej 25% (otyłość). Należy jednak pamiętać, że pewna ilość tkanki tłuszczowej jest człowiekowi niezbędna do prawidłowego funkcjonowania i wynosi ona 14% u kobiet i 11% u mężczyzn [1,2]. W związku z tym iż badania nad otyłością wykazały jej istotny związek ze średnią długością życia zjawisko to przy silnym poparciu jakim było lobby firm ubezpieczeniowych w Stanach Zjednoczonych starano się wszechstronnie opisać, skatalogować i znaleźć środki zaradcze. Wieloletnie badania wykazały, że:

25% nadwagi to średnie skrócenie życia o 4 lata

45% nadwagi to średnie skrócenie życia o 7 lat

65% nadwagi to średnie skrócenie życia o 15 lat [7].

Innego rodzaju badania udokumentowały wzajemną korelację między nadwagą i otyłością, a chorobami głównie układu krążenia i serca.

Obserwując nadmierną ilość tkanki tłuszczowej np. przy pomocy komputerowej analizy zdjęć Rtg. zauważono nierównomierną jej dystrybucję w organizmie człowieka [4]. Występowały wyraźnie dwie tendencje tworzenia złogów:

- a) trudno usuwalne (biodrowe, pośladkowe, brzuszne)
- b) łatwo usuwalne (międzymięśniowa rezerwa energetyczna)

Ze względu na rozmieszczenie złogów trudno usuwalnych wyodrębniono cztery typy otyłości:

1. ogólny nadmiar tłuszczu
2. podskórny nadmiar tłuszczu w obrębie brzuszny
3. nadmiar brzuszno otrzewny
4. nadmiar gynoidalny (głównie kończyny dolne)

Badania kliniczne wykazały, że szczególnym zagrożeniem jest nadmiar typu 2 i 3, którego skutkiem są choroby układu krążenia i serca, cukrzyca, miażdżyca, wzrost ciśnienia i inne [5]. Aby zjawisko nadwagi i otyłości umiejętnie skatalogować wprowadzono wskaźniki opisujące i różnicujące. W chwili obecnej mamy dwie grupy tych wskaźników:

1. otłuszczenia ogólnego – BMI, Algorytm Crooka, pomiar impedancji, pomiar sumy fałdów
2. dystrybucji tłuszczu – WHR., WTR, TER i inne

Analiza porównawcza powyższych wskaźników wykazała, że najbardziej informacyjną miarą otłuszczenia ogólnego jest wskaźnik BMI (Body Mass Index) przy czym jest on dokładniejszy w przypadku kobiet niż mężczyzn i powinien być stosowany do pomiaru ludzi nie trenujących gdyż w innym przypadku rozwój tkanki mięśniowej zafałszowuje wyniki. ( 7 ) Przy pomocy tego wskaźnika przyjęto że normą dla kobiet jest BMI równe 21 – 23, 25 – 30 to nadwaga, natomiast otyłość zaczyna się od BMI>30 [2]. Posługując się tym wskaźnikiem badacze amerykańscy wykazali korelację pomiędzy wzrostem BMI, a chorobami krążenia i serca. Tak więc wzrost BMI do:

- 28 powoduje o 210% wzrost w/w chorób
- 30 powoduje o 360% wzrost w/w chorób
- 33 powoduje o 480% wzrost w/w chorób [4].

Oprócz badań czysto medycznych przeprowadzano badania społeczne, które wykazały pokoleniowy wzrost tego zjawiska. W latach 70-tych i 80-tych problem otyłości umiarkowanej dotyczył 25 - 30% społeczeństwa, natomiast zaawansowanej 6 - 8%. W latach 90-tych otyłość zaawansowana dotyczyła już 13% kobiet i 26% mężczyzn. Równocześnie wykazano, że w latach 70-tych i 80-tych otyłość i nadwaga występowały częściej u osób wykształconych i o wysokim statusie materialnym. Natomiast w latach 90-tych nastąpiło dokładne odwrócenie tej zależności. Jednocześnie nastąpił wyraźny rozdźwięk pomiędzy

szczupłym wzorcem zalecanym przez medycynę i lansowanym w mediach, a otyłym osobnikiem w rzeczywistości [3].

Problem nadwagi i otyłości dotyczy nie tylko dorosłych ale również dzieci. Badania przeprowadzone w Polsce w latach 1978 i 1988 wykazały, że otluszczenie dzieci wzrastało wraz z wykształceniem rodziców oraz zmniejszało się wraz ze wzrostem liczby dzieci w rodzinie. W latach 90-tych podobnie jak u dorosłych tendencje te zostały odwrócone [6].

Badania prowadzone nad wydolnością ogólną studentek I roku Akademii Bydgoskiej w roku 2002 pokazały, że problem nadwagi i otyłości nie ominął również tej grupy społecznej chociaż w nieco mniejszym wymiarze. Ilość studentek o zwiększonym wskaźniku BMI wynosiła niespełna 11%.

Przekładając to na liczby bezwzględne otrzymuje się około 165 osób na I roku, czyli 8 do 9 grup. Ze względu na to, że badania sygnalizowały obniżoną wydolność ogólną postanowiono przeprowadzić dokładniejsze pomiary tego zjawiska oraz zdolność do odpoczynku po określonym wysiłku [8].

Z literatury wiadomo, że zarówno nadwaga jak i otyłość wywołują niekorzystne zmiany w funkcjonowaniu organizmu. Zmniejsza się objętość minutowa serca i objętość krwi w przeliczeniu na kg masy, wzrasta lepkość krwi a przez to wzrasta ciśnienie tętnicze co z kolei powoduje zwiększenie pracy serca. Dochodzi do tego również niewydolność oddechowa zarówno podczas wysiłku jak i bezpośrednio po nim [1,2].

Badaniom poddano 25 losowo wybranych studentek o widocznie zwiększonym BMI. Studentki poddano testowi wydolności ogólnej  $PWC_{170}$ , a następnie po całkowitym odpoczynku testowi zmęczeniuowemu, który służył do wyznaczenia wskaźnika restytucji metodą względnego spadku tętna. Oba testy przeprowadzono na ergometrze wiosłarskim typu Concept II. [10].

### **Material i metody badań**

W badaniach przeprowadzonych na przełomie kwietnia i maja 2003r wzięło udział 25 losowo wybranych studentek spośród ok. 160 o widocznie podniesionym wskaźniku BMI objętych obowiązkowym wychowaniem fizycznym na I roku. Próby przeprowadzano w godzinach rannych (9 – 12) w pomieszczeniu zamkniętym, wentylowanym o temperaturze  $\pm 20^{\circ}\text{C}$ . Osoby badane były w dobrej dyspozycji psychicznej i niezakłóconym stanie fizjologicznym. Badanie składało się z dwóch testów przedzielonych przerwą zapewniającą pełen wypoczynek (ok. 45 min.). Przed pierwszym testem dokonywano pomiaru spoczynkowego

tętna i ciśnienia w celu ustalenia parametrów wyjściowych. Ponownie dokonywano tychże pomiarów przed testem drugim by sprawdzić czy wróciły one do stanu wyjściowego.

**Test I** – Próbę PWC<sub>170</sub> przeprowadzono na ergometrze wioślarskim Concept II wykonując dwa 5 minutowe submaksymalne wysiłki o wzrastającej mocy. Poprzedzone one były 5 minutową rozgrzewką przy zachowaniu 5 minutowej przerwy. W czasie wysiłku następował pomiar tętna przy użyciu Polar Sport Testera. Wartość PWC<sub>170</sub> znajdowano na podstawie zależności między mocą wysiłku, a pomiarem tętna przez interpolację do wartości 170 uderzeń/minutę [1,2].

**Test II** – osoba badana wykonywała wysiłek fizyczny przez 5 minut tak zaprogramowany by osiągnęła częstość skurczów serca na poziomie ok. 160/minutę. Następnie przez kolejne 3 minuty próby częstość ta była utrzymywana na tym samym poziomie  $\pm 4$  uderzenia – stan równowagi funkcjonalnej. Odnotowywano tętno wysiłkowe w czterech stanach:

T<sub>1</sub> – przed rozpoczęciem próby

T<sub>2</sub> – wynik średni z ostatniej minuty pracy

T<sub>3</sub> – wynik po 1 minucie odpoczynku

T<sub>4</sub> – wynik po 5 minutach odpoczynku

Wskaźnik restytucji powysiłkowej WSR<sub>1</sub> – po 1 minucie i WSR<sub>5</sub> – po 5 minutach obliczano ze wzorów:

$$WSR_1 = \left( \frac{T_2 - T_3}{T_2 - T_1} \right) \cdot 100\%$$

$$WSR_5 = \left( \frac{T_2 - T_4}{T_2 - T_1} \right) \cdot 100\%$$

Wyniki opracowano podstawowymi metodami statystycznymi z użyciem programu Statistica.

Dane antropometryczne grupy przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Dane antropometryczne badanej grupy kobiet.

Liczność grupy	Wiek (lata)	Zakres (lata)	Wzrost (m)	Zakres (m)	Waga (kg)	Zakres (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Zakres (kg/m <sup>2</sup> )
n=25	20,3±0,9	20-24	1,67±0,06	1,54-	71,84±9,9	57,5-	25,6±2,5	23,1-

1,77	100,5	33,6
------	-------	------

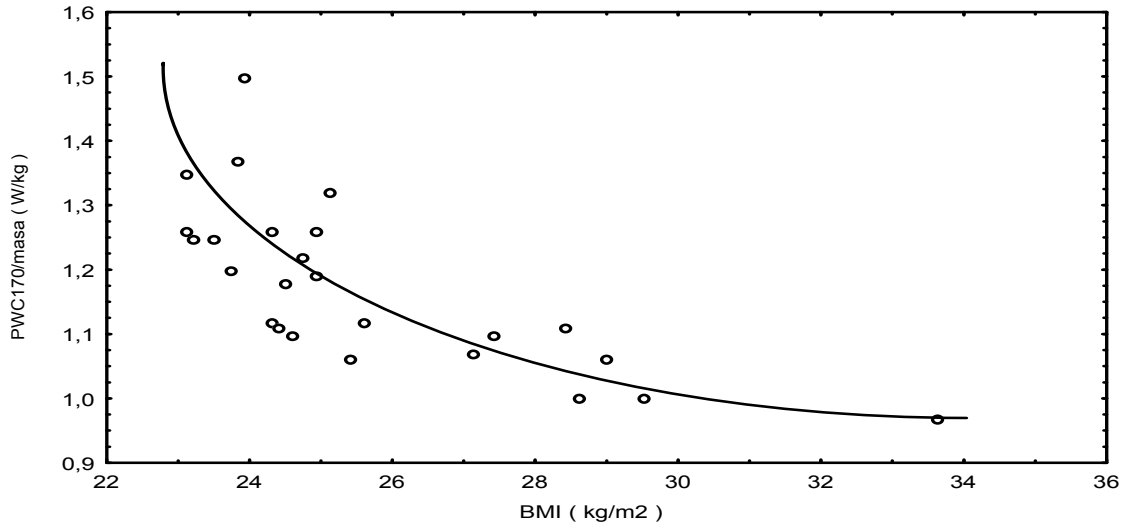
## Wyniki

Średnie wyniki wydolności i restytucji powysiłkowej przedstawiono w tabeli 2.

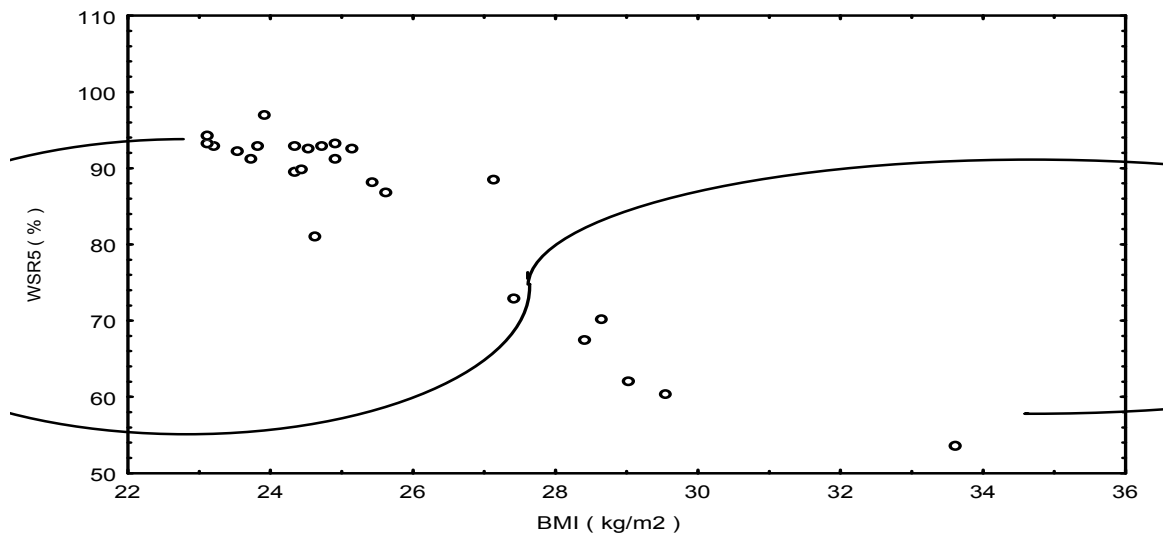
Tabela 2. Średnie wartości wskaźników wydolności i restytucji powysiłkowej badanej grupy kobiet.

Liczność grupy	PWC <sub>170</sub> (W)	Zakres (W)	PWC <sub>170</sub> /masa (W/kg)	Zakres (W/kg)	WSR <sub>1</sub> (%)	Zakres (%)	WSR <sub>5</sub> (%)	Zakres (%)
n=25	83,9±9,4	61-102	1,17±0,13	0,97-1,5	59,4±4,6	29,4-71	84,9±12,5	53,8-97

Wyniki w Tab. 2 wykazują jna nieznacznie przekroczony wskaźnika BMI (25,6) przy jednoczesnym znacznie obniżonym wskaźniku wydolności ogólnej w przeliczeniu na masę (PWC<sub>170</sub>/masa = 1,17). Wynik ten można jedynie oszacować jako odpowiadający w przybliżeniu  $Vo_{2max} = 33 - 35$  ml O<sub>2</sub>/kg/min [9]. Uwiarygodnienie tego szacowania wymaga jednak badań bezpośrednich. Potrzebna jest więc dalsza analiza wykresowa która pokaże określoną tendencję. Średni poziom restytucji powysiłkowej (około 85%) może być jedynie pewną wskazówką dydaktyczną gdyż prezentowany zakres również sugeruje analizę wykresową. Wzajemną zależność wskaźnika BMI i pozostałych wskaźników fizjologicznych przedstawiają wykresy na Ryc.1- 3.



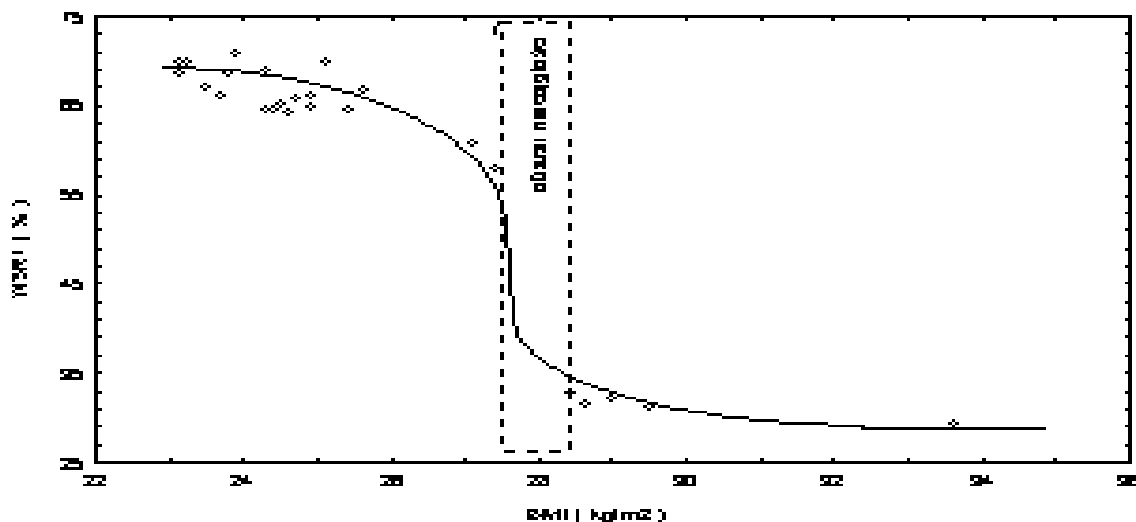
Ryc.1. Zmiana wydolności ogólnej jako funkcja indeksu masy (BMI) w badanej grupie kobiet  
 Współczynnik korelacji  $PWC_{170}/\text{masa} \times \text{BMI} = 0,660$ . Uwidoczniona jest wyraźna tendencja spadkowa..



Wykres 2. Zależność restytucji 5 – minutowej ( $WSR_5$ ) jako funkcja indeksu masy (BMI) w badanej grupie kobiet

Współczynnik korelacji  $WSR_5 \times \text{BMI} = 0,512$ . Uwidoczniona wyraźna tendencja spadkowa.





Wykres 3. Zależność restytucji 1 – minutowej (WSR<sub>1</sub>) jako funkcja indeksu masy (BMI) w badanej grupie kobiet.

Uwidoczniona jest wyraźna tendencja spadkowa. Wykres sugeruje zmianę skokową wskaźnika WSR<sub>1</sub>.

Nie obliczano współczynnika korelacji gdyż wykres ten nie odpowiada żadnym standardowym w programie Statistica. W zaznaczonym obszarze nieciągłości możliwe są różne rozwiązania których interpretacja przedstawiona będzie w dyskusji.

### Dyskusja i wnioski

Średni wskaźnik BMI równy  $25,6 \pm 2,5$  wskazuje jedynie na nieznaczne przekroczenie krytycznego progu. Zastanawiająca jest bardzo mała liczba przypadków wskaźnika BMI przedziału 27,5 – 28,5. Jednak wydolność ogólna w przeliczeniu na masę równa  $1,17 \pm 0,13$  jest już znacznie niższa od średniej studentek z indeksem masy poniżej 23, która wynosi  $1,46 \pm 0,25$  [8].

Średni wskaźnik 5-cio minutowej restytucji powysiłkowej wynoszący  $84,9 \pm 12,5\%$  jest dobrą wskazówką dydaktyczną mówiącą w jakim momencie student jest całkowicie lub prawie całkowicie wypoczęty.

Wykres na Ryc.1 uwidacznia wyraźny negatywny wpływ zwiększającego się indeksu masy na i tak już obniżoną wydolność ogólną.

Wykres na Ryc.2 przedstawia wyraźny negatywny wpływ zwiększającego się indeksu masy na zdolność wypoczywania wyrażaną przez wskaźnik restytucji 5-cio minutowej. Na krzywej

regresji pojawia się słabo zaznaczone przegięcie, które sugeruje jednak, że skokowa zmiana uwidoczniła na wykresie 3 jest dość prawdopodobna.

Podsumowując można stwierdzić negatywny wpływ nadwagi i otyłości zarówno na wydolność ogólną jak i zdolność do wypoczywania. Należy to wziąć pod uwagę w procesie dydaktycznym zarówno przy podawaniu obciążeń w trakcie zajęć, jak i też przy planowaniu czasu wypoczynku tak by był on wystarczający dla osób z nadwagą, które w ilości 11% (2 osoby) istnieją średnio w każdej grupie. Być może wskazane byłoby utworzenie osobnych grup fakultatywnych

Wykres na Ryc.3 jest rozwiązaniem nieoczekiwanym, niesygnalizowanym w żadnej literaturze. Może posiadać on dwie interpretacje ze względu na obszar pewnej nieciągłości zawierający się w przedziale 27,5 do 28,5 wskaźnika BMI. W przedziale tym może następować łagodna zmiana wskaźnika restytucji  $WSR_1$  bądź też sugerowana przez punkty skokowa zmiana. Gdyby potwierdziła się skokowa zmiana wskaźnika BMI w tym przedziale uzyskano by fizjologiczny wyróżnik nadwagi i otyłości, który aktualnie jest przyjęty na poziomie BMI = 30. Wymaga to jednak dalszych badań ze szczególnym uwzględnieniem wskaźnika BMI z przedziału 27,5 – 28,5.

## References

- [1]. Kozłowski S., Nazar K. – *”Wprowadzenie do fizjologii klinicznej”* – PZWL W-wa. 1995
- [2]. Jaskólski A. – *”Podstawy fizjologii wysiłku fizycznego”* – AWF Wrocław 2002
- [3]. Rudzik J. – *”Wybrane społeczno ekonomiczne i zdrowotne aspekty nadwagi”* – Medycyna, dydaktyka, wychowanie AM W-wa 3-4/1999
- [4]. Wayt Gibbss W. – *”Obrastanie w tłuszcz”* – Świat Nauki 10/1996
- [5]. Chrzanowska M. – *”Dystrybucja tkanki tłuszczowej w ciele człowieka, a zagrożenia zdrowotne”* – Kultura Fizyczna 5-6/1997
- [6]. Krzemień A. – *”Zróżnicowanie otluszczenia dzieci i młodzieży pochodzących z różnych środowisk społeczno ekonomicznych w latach 1978 i 1988”* – Wychowanie Fizyczne i Sport 4/1997
- [7]. Bergman P. – *”Interkorelacje różnych miar otluszczenia ogólnego i dystrybucji tłuszczu u dorosłych mężczyzn i kobiet”* – Wychowanie Fizyczne i Sport 3/1998
- [8]. Pujszo R. – *”Wydolność fizyczna studentek I roku Akademii Bydgoskiej – rok akademicki 2002/2003”* – badania własne, publikacja w druku

- [9]. Klusiewicz A. – *”Metody pośrednie wyznaczania maksymalnego poboru tlenu na ergometrze wioślarskim Concept II”* – Wioślarz 2/2002 oraz dane niepublikowane wykorzystane w powyższym artykule.
- [10]. Klusiewicz A i wsp. – *”The usefulness of PWC in assessing ergometer”* – Biology of Sport 1997