



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

© Copyright

Poniższe materiały dydaktyczne wolno kopiować, rozprowadzać i przedstawiać tylko w celach niekomercyjnych, z podaniem nazwisk autorów. Zabrania się sprzedaży lub czerpania innych korzyści materialnych z całości lub części materiałów w jakiejkolwiek postaci oraz umieszczania materiałów na serwerach, w bazach danych i innych zbiorach informacji, poza tymi służącymi do użytku osobistego. Materiały są przeznaczone w szczególności dla studentów i innych osób zainteresowanych przedstawioną tematyką.



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Zastrzeżenie

Przedstawione poniżej treści stanowią jedynie hasłowy, ogólny przegląd zagadnień, bez szczegółowego i wyczerpującego ich omówienia.

Wszelkie działania praktyczne w omawianym zakresie (np. trening fizyczny, leczenie, poradnictwo itp.) muszą być oparte na szczegółowej wiedzy, doświadczeniu i uprawnieniach osoby podejmującej takie działania.

Ponadto, uwzględniając postęp wiedzy, zamieszczone treści mogą ulec zmianie lub dezaktualizacji.



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu



Skład ciała w świetle metod BIA i DXA

Krzysztof Kusy, Jacek Zieliński

Zakład Lekkiej Atletyki i Przygotowania Motorycznego
AWF Poznań

<http://www.la.awf.poznan.pl/index.php/2013-11-04-11-18-46/poradniki>



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Skład ciała

Geny
Wiek
Płeć
Grupa etniczna
Choroba

Trening

Żywienie



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Plan



1. Poziomy analizy składu ciała
2. Komponenty – woda, tłuszcz, mięśnie
3. Metody pomiarowe - porównanie
4. Metody BIA i DXA – zasada, procedura
5. Przykłady analiz składu ciała metodą DXA



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Poziomy analizy składu ciała

Atomowy

N, Na, K, Cl,
P, Ca, Mg, S

Wodór

Węgiel

Tlen

Molekularny

Minerały
Węglowodany

Białko

Lipidy

Woda

Komórkowy

Ciała
pozakomórkowe

Płyny
pozakomórkowe

Adipocyty
Komórki

Tkanki Narządy

Inne tkanki

Trzewia

Kości

Mięśnie
szkieletowe

Tkanka
tłuszczowa

Całe ciało

Głowa

Tułów

Kończyny

Według: Wang i wsp. 1992, Am J Clin Nutr 56(1), 19-28

Skład ciała w praktyce



Obszary ciała:

- głowa, kończyny, tułów
- gynoidalny, androidalny
- trzewny



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Wiek



Woda a masa ciała

Osoby starsze: ok. 50%

Kobiety: 45-60%

Mężczyźni: 55-65%

6-12 miesięcy życia: 60%

Noworodki: 75-80%

Wewnątrzkomórkowa: 2/3
Pozakomórkowa: 1/3

Według: Kusy, Zieliński (red.) Diagnostyka w sporcie. AWF Poznań 2017, s. 19



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Woda a wydolność



Wioślarze

**Największa wydolność tlenowa (VO_2max)
i beztlenowa (średnia moc) –
zawodnicy o najwyższym poziomie
uwodnienia: 63–65%**

Durkalec-Michalski i wsp. J Sports Med Phys Fitness 2019, 59(9):1526-35

**Utrata wody (kilka %) = pogorszenie wydolności
Skrajna utrata (20%) = zgon**

Armstrong i wsp. Med Sci Sport Exerc. 1985, 17(4):456–61; Gleeson i wsp. News Sport Nutr. 1996, 2:1–6; 10; Noakes TD, Waterlogged: The serious problem of overhydration in endurance sports. Champaign IL (USA): Human Kinetics.

Lipidy – tłuszcz – tkanka tłuszczowa



Rola tkanki tłuszczowej (białej)

Magazyn energii

Termoizolacja

Ochrona mechaniczna

Metabolizm glukozy i lipidów

Odpowiedź immunologiczna

Kontrola ciśnienia tętniczego

Procesy zakrzepowe

Angiogeneza

Wpływ na płodność

Regulacja uczucia łaknienia

Działanie endokrynne

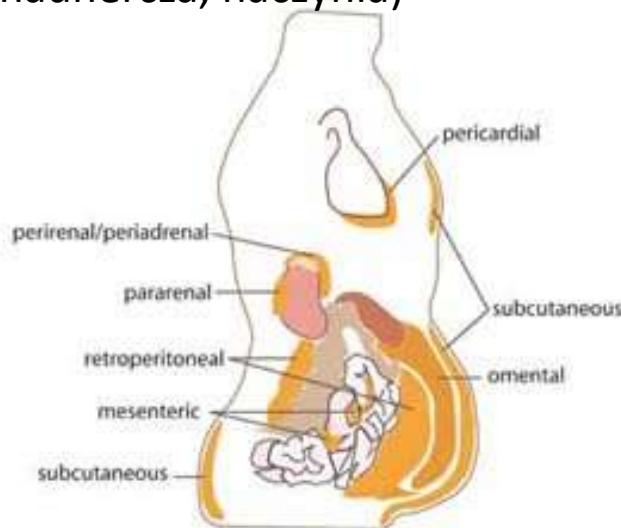
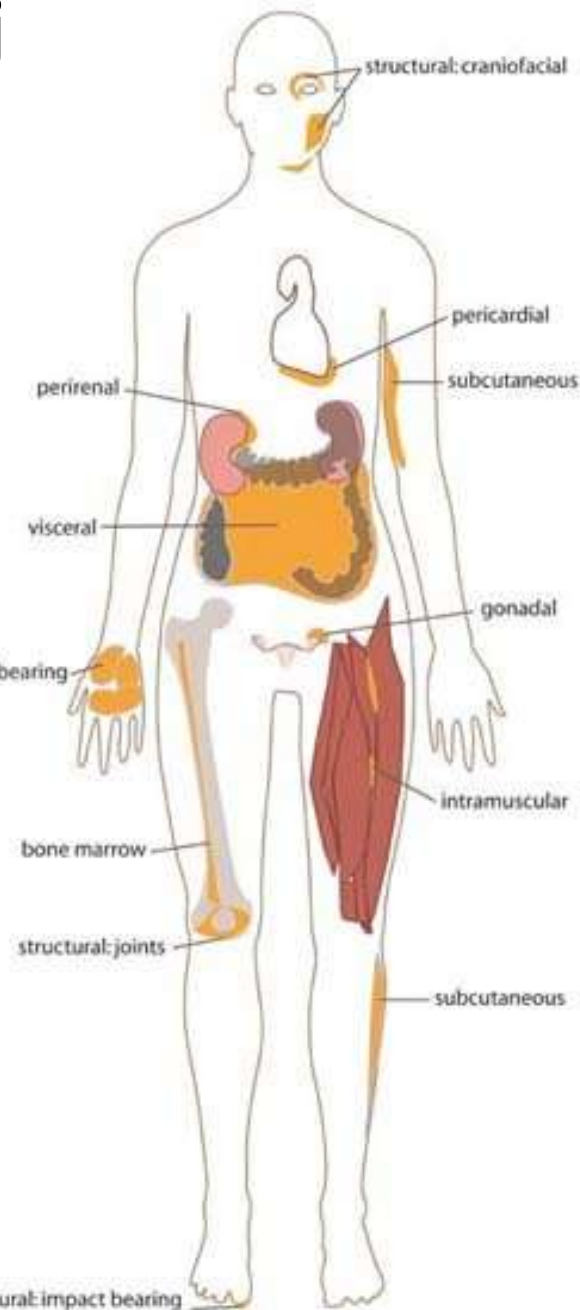


Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

95% tłuszczu znajduje się w tkance tłuszczowej w postaci triglicerydów. Niewiele w wątrobie i mięśniach; ok. 0.1% lipidów jest we krwi.

Rozmieszczenie białej tkanki tłuszczowej

- **podskórna** (brzuch, pośladki-uda, gruczoły piersiowe, twarz, dłonie, stopy)
- **trzewna** (wewnątrz- i pozaotrzewnowa, sieciowa, krezkowa)
- **wewnątrznarządowa** (wątroba, mięśnie, szpik)
- **okołonarządowa** (serce, nerki, nadnercza, naczynia)



Cook A, Cowan C. Adipose. 2009 Mar 31. In: StemBook [Internet]. Cambridge (MA): Harvard Stem Cell Institute; 2008-. Figure 1, White adipose distribution in the body. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK27053/figure/adipose.F1/doc/103824/stembook.1.40.1>

Normy otłuszczenia

	Kobiety	Mężczyźni
Tłuszcz podstawowy	10–13%	2–5%
Sportowcy wyczynowi	14–20%	6–13%
Aktywni fizycznie	21–24%	14–17%
Przeciętnie	25–31%	18–24%
Otyłość	$\geq 32\%$	$\geq 25\%$

Wartości wyrażone w procentach masy ciała

Źródło: American Council on Exercise (2003) ACE Personal Trainer Manual, 3rd Ed., Ch. 6, Pg. 188, Table 6.14

Sportowcy - przykłady

Otłuszczenie	Kobiety	Mężczyźni
Sprint, skoki długie ^{*,**}	18.0%	10.4%
Biegi przełajowe [#]	21.9%	14.9%
Sporty siłowe [*]	23.0%	12.2%
Wioślarze [†]	--	11–13%
Przekrój sportów [*]	18–28%	10–17%

Wartości wyrażone w procentach masy ciała

* Santos i wsp. 2014, PLOS ONE 9(15): e9784

** Trinschek i wsp. 2020, Int J Environ Res Public Health 17: 6226

Roelofs i wsp. 2015, J Strength Cond Res 29(2): 290–296

† Durkalec i wsp. 2019, J Sports Med. Phys Fitness 59(9): 1526-35



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Zbędny balast?

Sprint

-1% FM $\approx$ -0.1 s

Abe i wsp. 2011, Med Sport 15 (4): 227-229

Wioślarstwo

-1 kg FM $\approx$ +0.06 l/min VO_2max

*Durkalec-Michalski, Nowaczyk, Podgórski, Kusy, Osiński, Jeszka
J Sports Med Phys Fitness 2019,59(9):1526-35*



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Wiek

Masa mięśniowa

Starość: 27%

Dorośłość: 45%

Dorastanie: 36%

Odstawienie od piersi: 18%

Noworodki: 21% (masy ciała)

Lee i wsp. Can J Appl Physiol 2001, 26(1):102-121



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Tkanka mięśniowa - rola

- ruch, lokomocja, opór
- postawa, równowaga
- magazynowanie energii
 - homeostaza glukozy
 - termoregulacja



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Masa mięśniowa

Sportowcy

(jiu-jitsu, rugby, piłkarze, siatkarki)

40–48% masy ciała

Źródła: Andreato i wsp. *Rev Bras Med Esporte* 2010, 18, 46–50; Delaney i wsp. *Int J Sports Physiol Perform* 2016, 11:261–266; González-Mendoza i wsp. *J Sports Med* 2019, 1:4387636; Martín-Matillas i wsp. *J. Sports Sci.* 2014, 32:137–148; Milanese, i wsp. *J Sports Sci* 2015, 33:1219–1228; Proctor i wsp. *J Appl Physiol* 1997, 82:1411–1415; Trinshek i wsp. *Int J Environ Res Pub Health* 2020, 17:6226

Masa ciała szczupłego (LBM)

LBM	Kobiety	Mężczyźni
Sprint, skoki długie*	80.9%	82.4%
Biegi przełajowe#	62.5%	75.5%
Sporty siłowe*	70.2%	81.3%

Wartości wyrażone w procentach masy ciała

* Santos i wsp. 2014, PLOS ONE 9(15): e9784

Roelofs i wsp. 2015, J Strength Cond Res 29(2): 290–296



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Czysty zysk?

Wioślarstwo

+1 kg FFM $\approx$ +0.16 l/min VO_2max

*Durkalec-Michalski i wsp. J Sports
Med Phys Fitness 2019,59(9):1526-35*

Biegi długie

+5% LBM $\approx$ +18% VO_2max

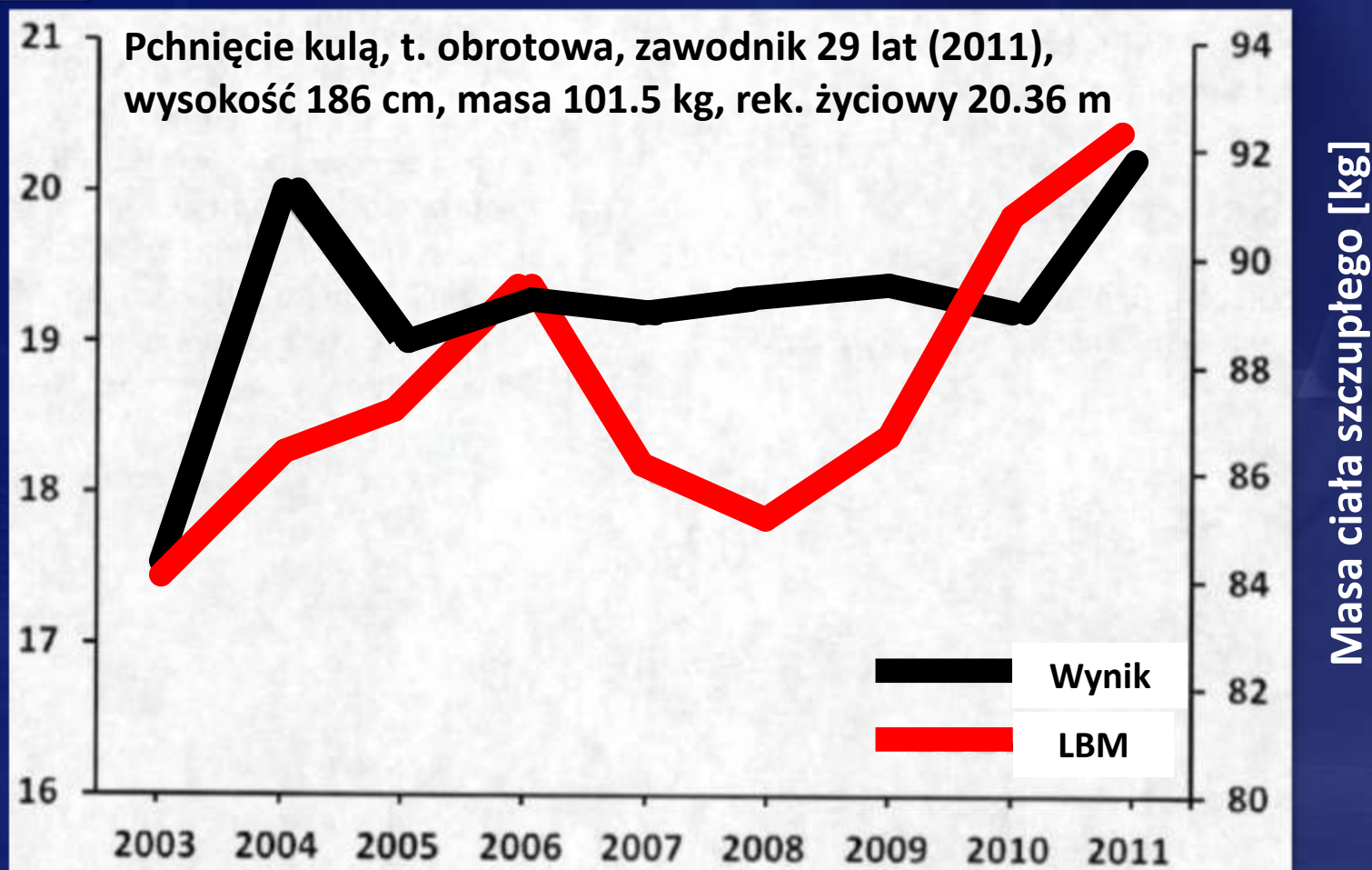
Venkata i wsp. J Exerc Physiol online 2004, 7(1): 34-39



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Masa ciała szczupłego (LBM)

Wynik [m]



Lata



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Zmienność komponentów

Minnesota Experiment

Odżywienie

Norma

Głodówka

Tkanka aktywna

Tłuszcz

Płyn śródmiąższowy

Erytrocyty

Osocze

Minerały kości

Tygodnie

0

12

24

36

57

82

Według: Heymsfield i wsp. 2005, Human body composition. 2nd Ed. Human Kinetics, s. 10

Porównanie metod szacowania masy mięśniowej

Metoda	Trafność	Rzetelność	Użyteczność	Obszar	Koszt	Ryzyko
DXA	4*	5	4	S, C [#]	4	małe
CT	4	5	4	S, C	5	duże
MRI	4	5	4	S, C	5	średnie
HFEA	3	4	3	S	3	małe
TBK-TBN	2	4	1	C	5	brak
3-MH	2	2	1	C	4	brak
Kreatynina	2	2	1	C	3	brak
BIA	?	4	4	S, C	1	małe
Antropometria	?	3	4	S, C	1	brak

* Skala: 1- najmniejsze, 5 - największe; # S – segmenty ciała, C – całe ciało

Metody: DXA – absorpcjometria promieniowania rtg o dwóch energiach; CT – tomografia komputerowa; MRI – rezonans magnetyczny; HFEA - pochłanianie energii elektromagnetycznej o wysokiej częstotliwości; TBK-TBN – stosunek potas/azot w organizmie, ocena całkowitej masy mięśniowej; 3-MH – 3-metylohistydyna, ocena masy mięśniowej; BIA – analiza bioimpedancji (Źródło: Heymsfield i wsp. 2005, *Human body composition. 2nd Ed. Human Kinetics*, s. 218)



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Antropometria

- Absolutne wymiary ciała
- Proporcje budowy ciała
- Typ budowy ciała (typologie: Sheldona, Kretschmera, Wankego)
- Fałdy skórno-tłuszczowe, szacowanie zawartości komponentów ciała



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

BMI = masa / wysokość²

L.A.J. Quetelet - 1871

< 16 – wygłodzenie

16 - 17 – wychudzenie

17 – 18.5 – niedowaga

18.5 - 25 – norma

25 - 30 – nadwaga

30 - 35 – I stopień otyłości

35 - 40 – II stopień otyłości

≥ 40 – III stopień otyłości

http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html



BMI = 30.16 BMI = 30.16



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Normy BMI nie dotyczą

Sportowców
Dzieci
Kobiet w ciąży
Osób o zniekształconej
sylwetce

Metoda BIA

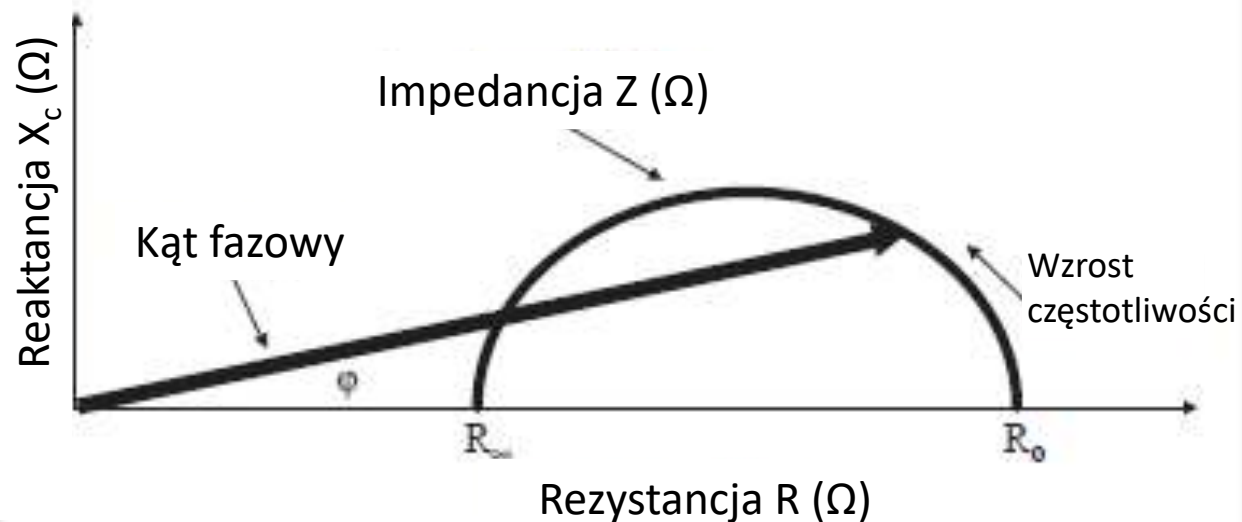
Analiza bioimpedancji

(ang. Bioimpedance Analysis)

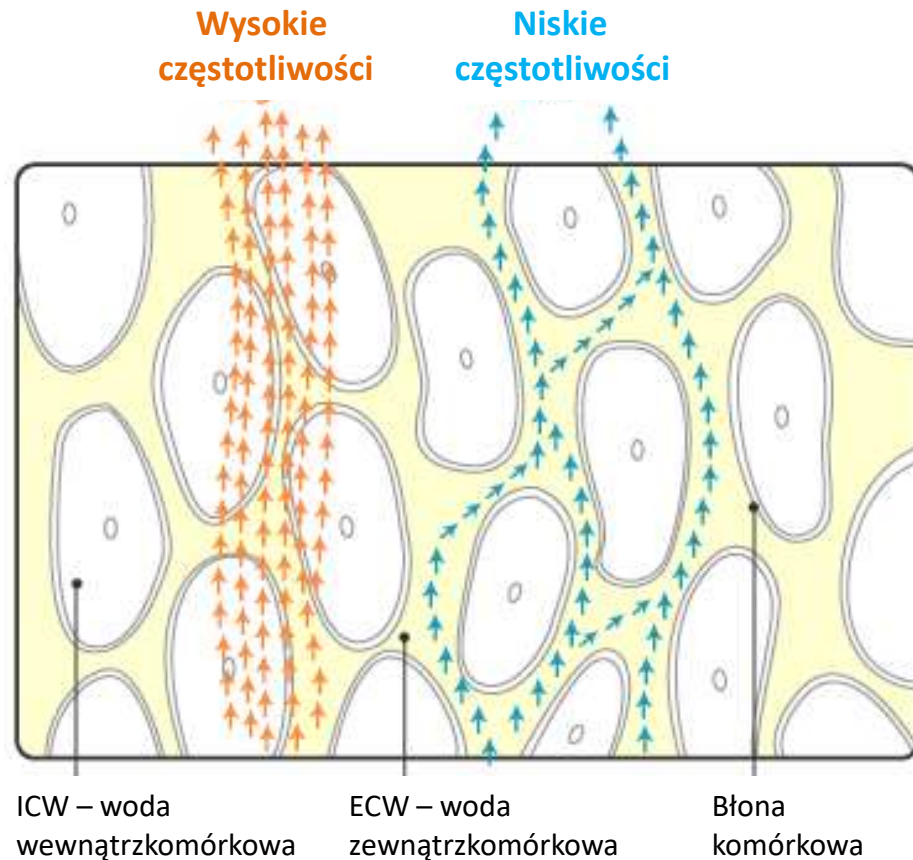
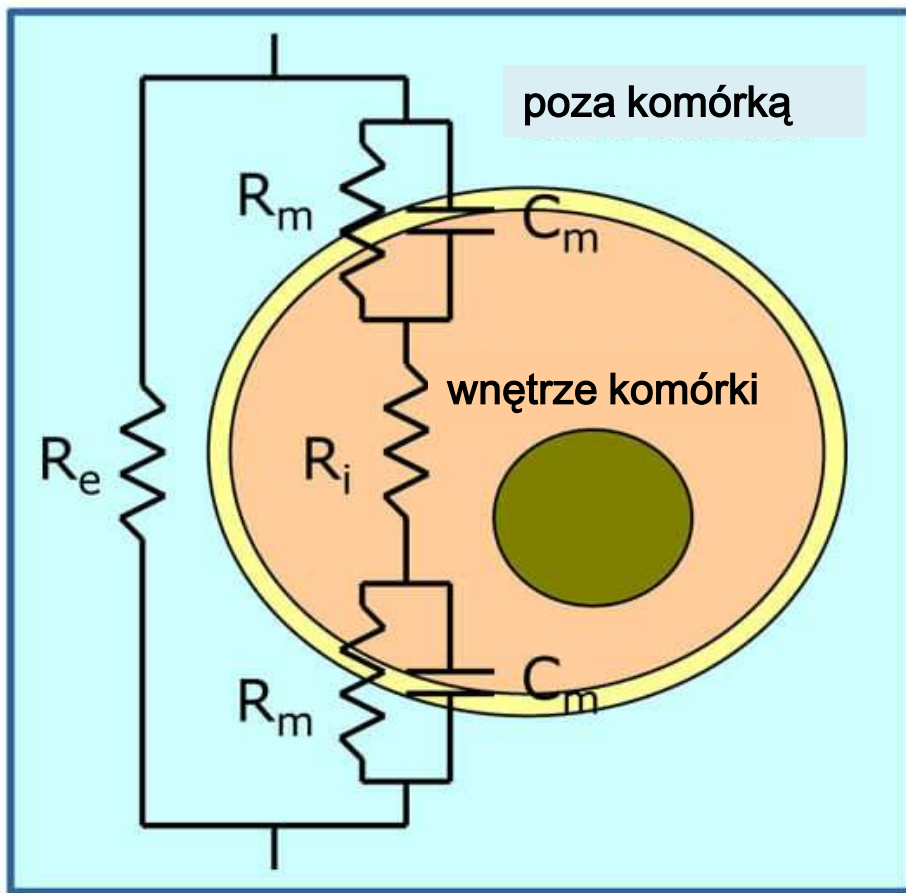
Prąd zmienny 0.8–1 mA

SF-BIA: 50 kHz

MF-BIA 0–500 kHz



Metoda BIA





Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Urządzenia BIA

LABATHLETICS^{AW}
Laboratorium Analizy Ruchu Człowieka
Zakład Lekkiej Atletyki
i Przygotowania Motorycznego
Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu



www.idiag.ch



www.exercisebiology.com



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

BIA:

szacowane wielkości



ECW woda zewnątrzkomórkowa

Pomiar

TBW woda całkowita

ICW woda wewnątrzkomórkowa

BCM masa komórkowa

Wzory

$TBW + BCM + \text{minerały kości} = FFM$ masa
beztłuszczowa

$FFM - \text{masa ciała} = FM$ masa tłuszczu



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

TANITA
Building Your Health

Body Composition Analyzer

MC-980

Date: 2018-10-02 10:03

ID	W0006					
Nazwa	M.J.			Wzrost	178,0 cm	
Wiek	33	Mężczyzna	Typ	Normalny	PT	0,0 kg

Szczegółowe wyniki

MC-980	Wynik	Pożądane	Docelowe
Masa ciała	72,5 kg	58,6-79,2 kg	69,6 kg, 2,7 kg
Tłuszcz	17,2 %	8,0-20,0 %	14 %, 3,2 %
Masa tłuszczu	12,5 kg	5,2-15,0 kg	8,8 kg, 2,7 kg
FFM	60,0 kg		
Masa mięśni	57,0 kg	53,7-68,0	
BIA	22,9	18,5-25,0	
Metabolic Age	26,0		



BMR VFR TBW



Analiza segmentowa

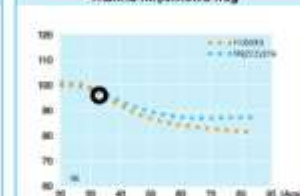


Balans

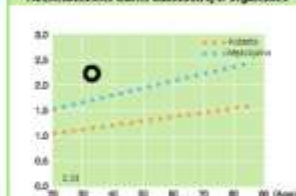
Rozmieszczenie masy mięśniowej



Tłuszcz mięśniowa nóg

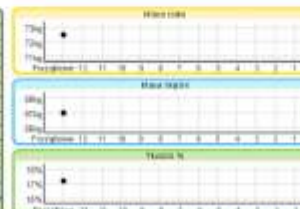


Rozmieszczenie tkanki tłuszczowej w organizmie



Historia pomiarów

	Masa ciała	Masa mięśni	Tłuszcz %
Obecny	72,5	57,0	17,2
Pozycjon	72,5	57,0	17,2



Reakcja Oporność							kg
	TKHz	50Hz	100Hz	250Hz	500Hz	1MHz	Frezency
H-L	117,8	98,4	86,7	58,7	512,0	520,0	6,0
RL	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	482,5	6,0
L	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
L	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
RL	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	83,8	70,0	45,0	481,0	481,0	6,0
LH	101,3	8					



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Główne przeciwwskazania do BIA

- Wszczepiony defibrylator, rozrusznik serca, stent, metalowe szwy w sercu, sztuczne serce/płuco, inne stymulatory itp.
- Epilepsja, niedowład połowiczy, zmniejszony przepływ tkankowy (np. po rozległych urazach, oparzeniach, w przebiegu wstrząsu)
- Cięża
- Jednoczesne korzystanie z urządzeń typu EKG, EMG, EEG lub innych urządzeń elektrycznych



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Standaryzacja pomiaru BIA



- Oczyszczenie skóry, stan skóry
- Umieszczenie elektrod
- Pozycja ciała
- Posiłek, napoje
- Pomiar wysokości i masy ciała
- Wysięk fizyczny, zmęczenie
- Alkohol, leki
- Korzystanie z toalety
- Kąpiel, pływanie, sauna
- Cykl menstruacyjny
- Telefon, metalowe przedmioty, biżuteria
- Pora dnia, warunki zewnętrzne



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Czynniki zakłócające pomiar BIA



- Amputowane kończyny, edema, dystrofia, pachydermia (nieprawidłowy rozkład segmentów ciała, zgrubienie skóry), faza cyklu menstruacyjnego (najlepiej nie wykonywać badania w tygodniu poprzedzającym menstruację), i inne
- Obwodowe obrzęki limfatyczne
- Dializa wcześniej niż 0.5 godz.
- Metalowe protezy, endoprotezy, implanty



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Metoda DXA

Absorpcjometria
promieniowania
rentgenowskiego o
dwóch energiach
(ang. *Dual-energy X-ray
Absorptiometry*)

Tłuszcz
(Fat)

Tłuszcz
(Fat)

Ciało szczupłe
(Lean)

Masa
beztłuszczowa
(Fat free mass)

Tkanki
(Tissue)

BMC

BMC



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Wielkości pomiarowe

- **Gęstość mineralna kości** (BMD - *bone mineral density*)
- **Zawartość mineralna kości** (BMC - *bone mineral content*)
- **Masa tłuszczu**
- **Masa i objętość tłuszczu visceralnego** (trzewnego)
- **Masa beztłuszczowa**
- **Masa ciała szczupłego** (LBM, bez tłuszczu i minerałów kostnych)
- **Masa tkanek** (mięśnie, narządy wewnętrzne i tłuszcz, bez kości)
- **Możliwość wyliczenia masy mięśni szkieletowych**
- **Wskaźnik względnego umięśnienia** (RSMI - *relative skeletal muscle index*)
- **Pomiar oddzielnie dla poszczególnych części ciała** (głowa, tułów, żebra, kręgosłup, miednica, kończyny górne i dolne), lewej i prawej strony (symetria) oraz obszaru gynoidalnego (żeńskiego) i androidalnego (męskiego)



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu



Masa mięśniowa

$$\text{MM} = (1.13 \times \text{ALST}) - (0.02 \times \text{wiek}) + (0.61 \times \text{płeć}) + 0.97$$

MM - masa mięśniowa,

ALST (*appendicular lean soft tissue*) - suma masy tkanek miękkich kończyn górnych oraz kończyn dolnych uzyskana metodą DXA

Kim J., Wang Z., Heymsfield S., Baumgartner R., Gallagher D., 2002, *Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method*. American Journal of Clinical Nutrition, 76, 378–83.



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Wskaźnik względnego umięśnienia (RSMI)



$$\text{RSMI} = \text{ALST [kg]} / \text{wys. ciała}^2 [\text{m}^2]$$

ALST (*appendicular lean soft tissue*) - suma masy tkanek miękkich kończyn górnych i dolnych

Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, Garry PJ, Lindeman RD (1998) *Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico*. Am J Epidemiol 147(8):755-763



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Urządzenie

LAB THLETICS^{AW}
Laboratorium Analizy Ruchu Człowieka
Zakład Lekkiej Atletyki
i Przygotowania Motorycznego
Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu

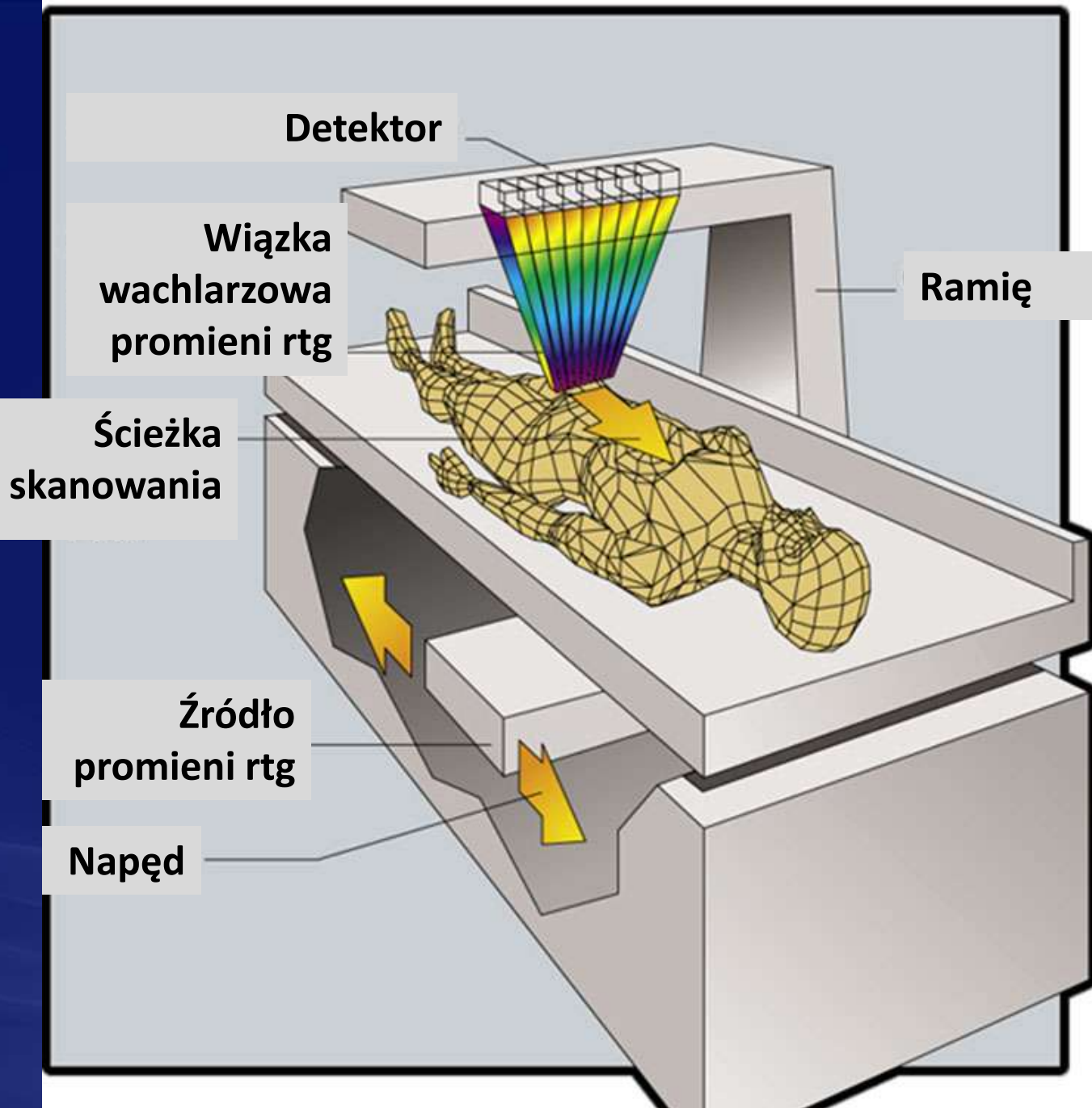


Źródło: Laboratorium Analizy Ruchu Człowieka, Zakład Lekkiej Atletyki i Przygotowania
Motorycznego, AWF Poznań



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Zasada działania





Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Dawka promieniowania

- Ok. 0.001 mSv = 3 godz. przebywania w otwartym terenie.
- $< 1/10$ dawki przy standardowym zdjęciu rtg klatki piersiowej.
- Poniżej codziennej dawki naturalnego promieniowania otoczenia.
- Dłuższy lot samolotem = 30-krotnie większa dawka (ok. 0.03 mSv).
- Ryzyko nowotworu - zanedbywalnie małe.



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Przeciwwskazania

- Cięża.
- Badanie RTG kontrastowe układu pokarmowego w ostatnich 2 tyg.
- Zdjęcie z użyciem izotopu lub kontrastu radioaktywnego (np. tomografia komputerowa) w ostatnim tygodniu badany.



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Przygotowanie

- Rano
- Ok. 12 godz. po posiłku.
- 24 godz. przed badaniem - nie zażywać suplementów wapnia.
- Dzień wcześniej oraz bezpośrednio przed badaniem – nie wykonywać długich i/lub intensywnych wysiłków fizycznych.
- W lekkim, wygodnym stroju, bez obuwia i metalowych przedmiotów.



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Pozycjonowanie

LABATHLETICS
Laboratorium Analizy Ruchu Człowieka
Zakład Lekkiej Atletyki
i Przygotowania Motorycznego
Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu



Fot. Mateusz Jankowiak.



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Badanie

Ramię aparatu
przesuwa się. Nie
wolno się
poruszać,
rozmawiać, kaszleć
ani intensywnie
oddychać.



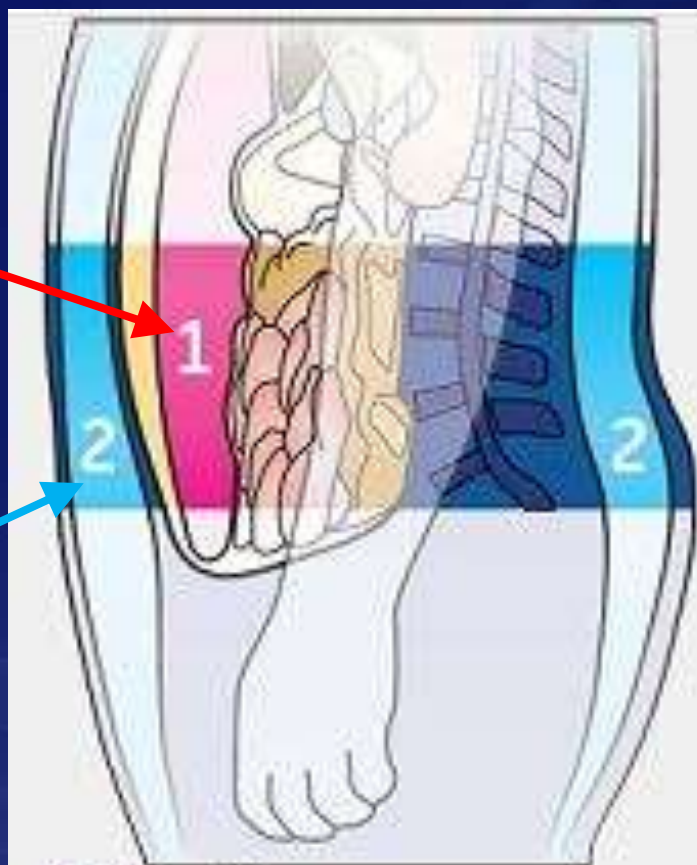
	Sprinter	Średnio- dystansowiec	Długo- dystansowiec	Chodziarz	Miotacz	Kobieta nietrenująca
Wys. ciała [cm]	188	184	186	194	194	163,3
Masa ciała [kg]	90,5	65,8	82,3	77,0	113,4	46,3
BMI [kg/m ²]	25,2	19,3	23,4	20,4	30,1	17,3
FM [%]	10,3	16,0	16,8	14,0	23,0	34
RSMI [kg/m ²]	10,71	7,41	8,93	7,74	11,08	4,67



Tkanka tłuszczowa wisceralna (trzewna; VAT – *visceral adipose tissue*)

trzewna

podskórna



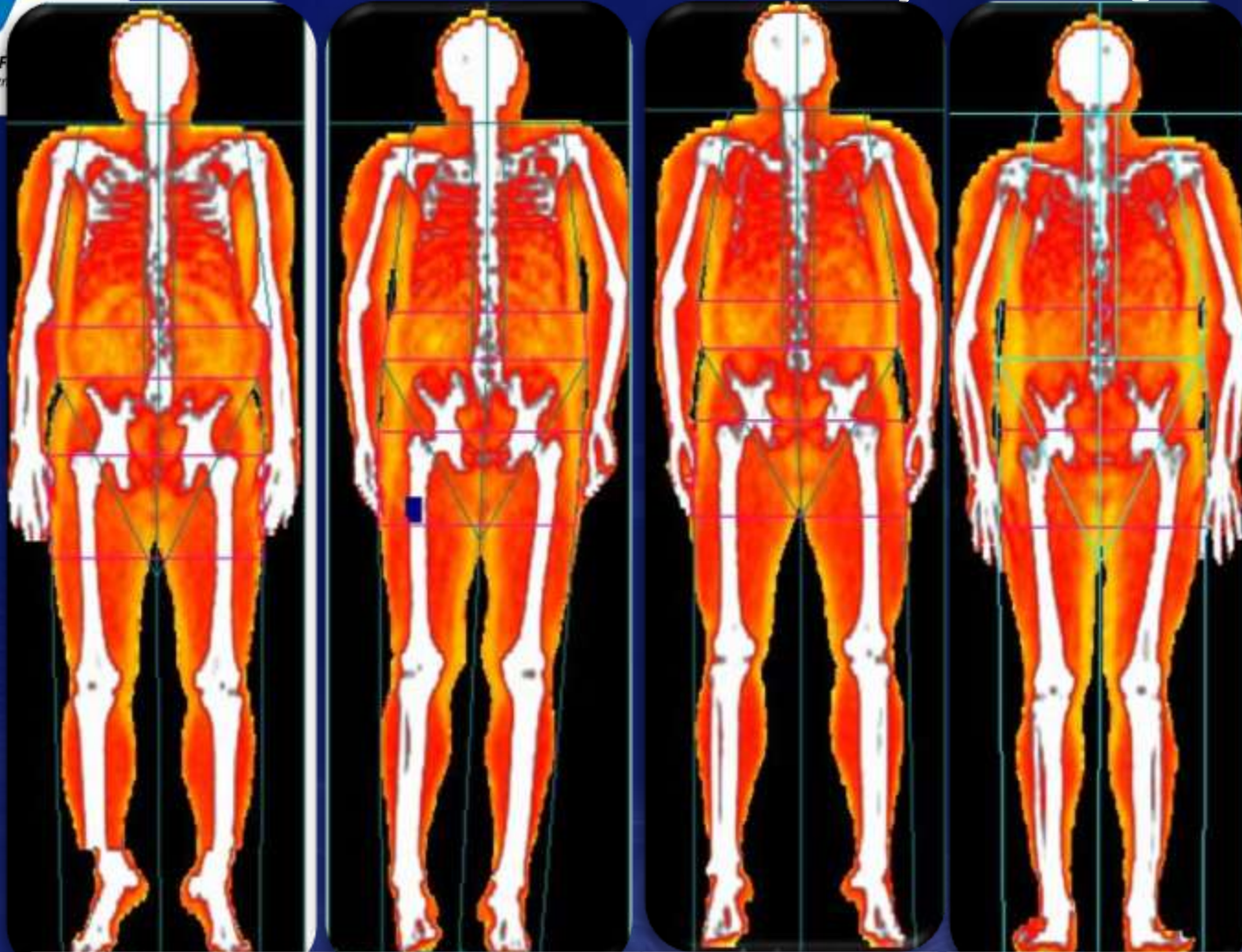
Adipose Tissue
1 Visceral
2 Subcutaneous

Źródło: Laboratorium Analizy
Ruchu Człowieka, Zakład Lekkiej
Atletyki i Przygotowania
Motorycznego, AWF Poznań



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Tłuszcz wisceralny - mężczyźni



FAT = 37%
VAT = 3154 g

FAT = 34%
VAT = 2337 g

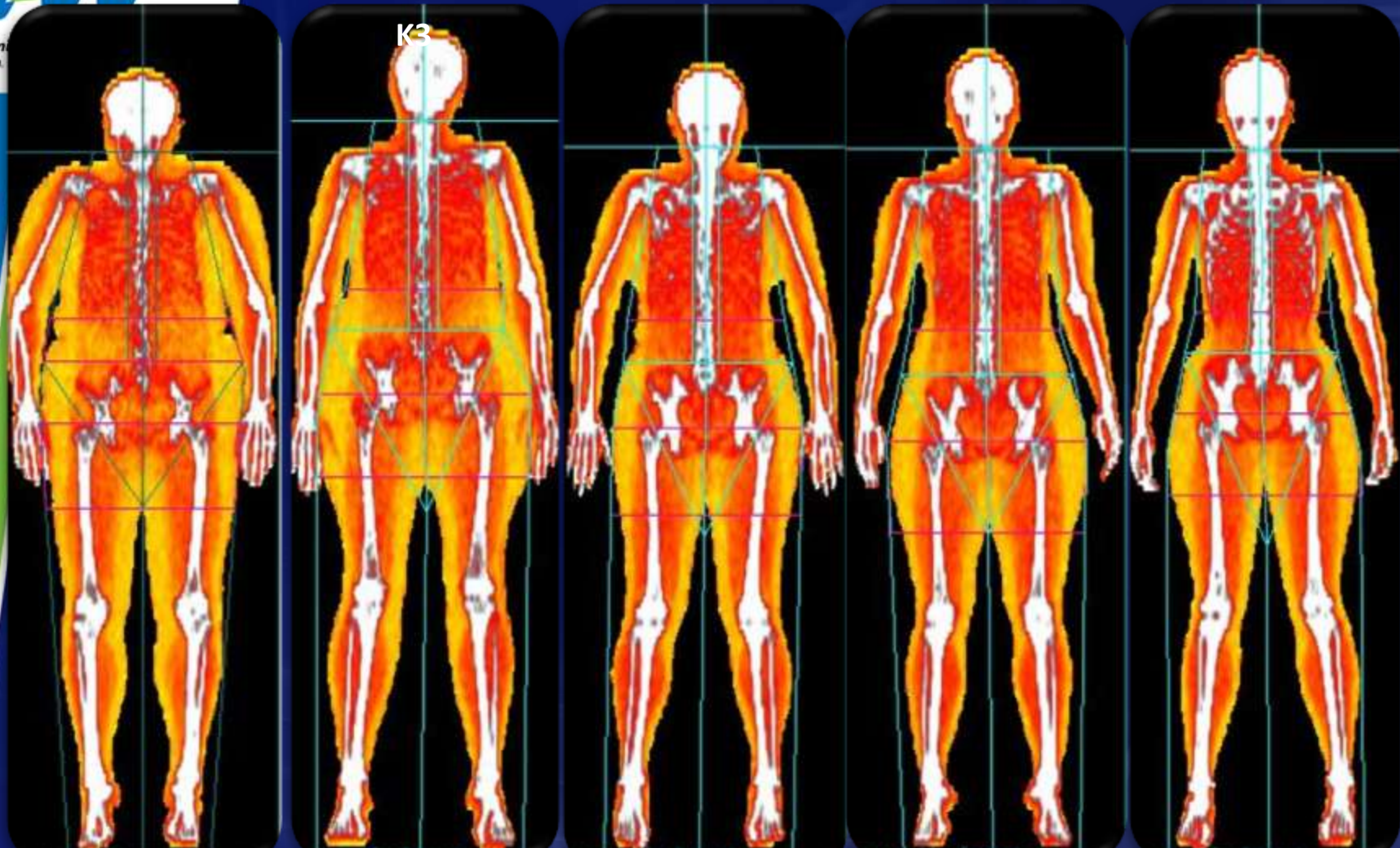
FAT = 31%
VAT = 1867 g

FAT = 35%
VAT = 1285 g

Przykłady wysokiej zawartości VAT



Tłuszcz wisceralny - kobiety



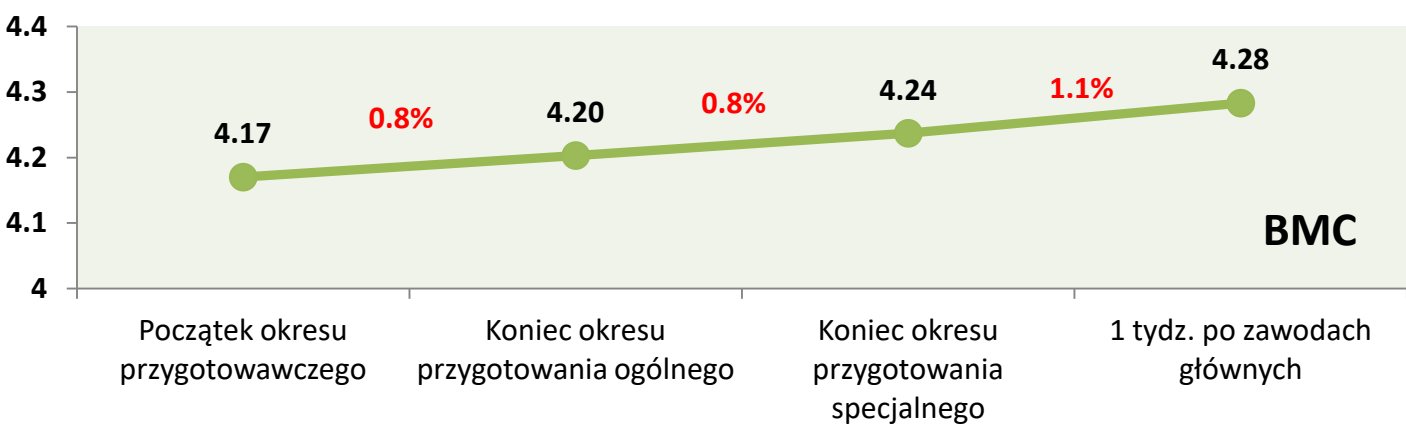
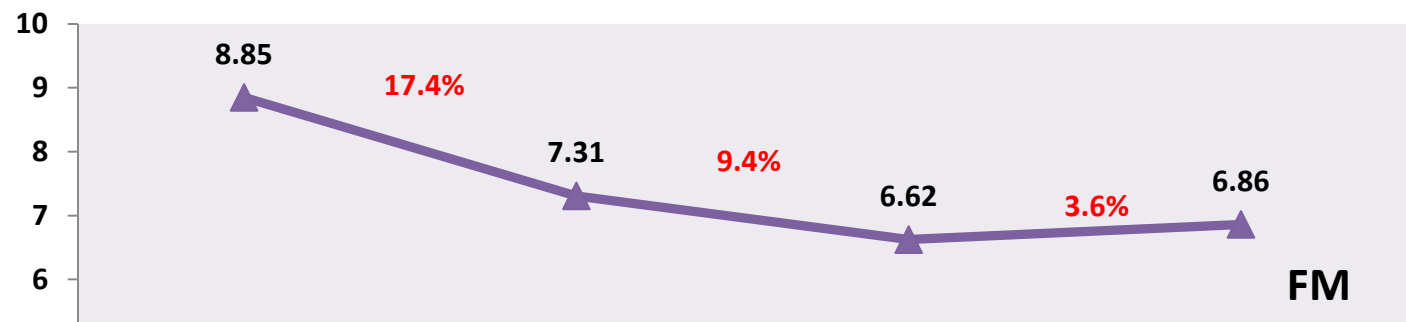
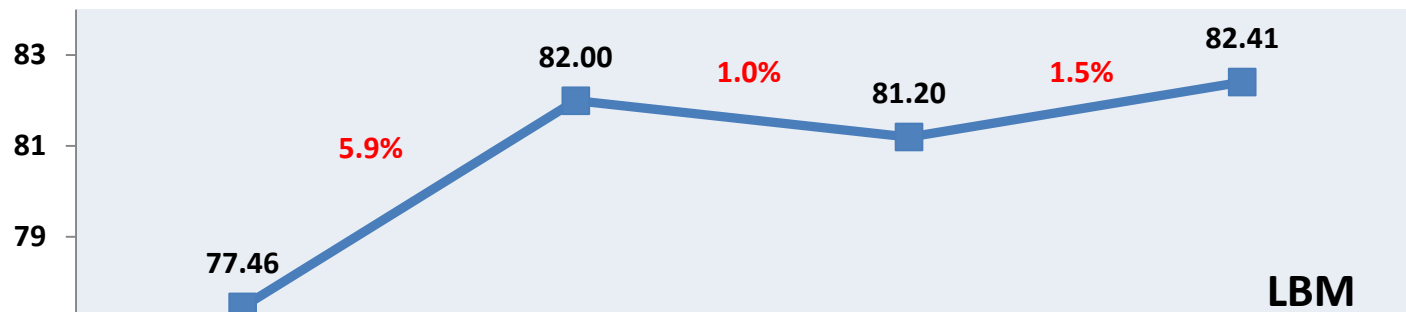
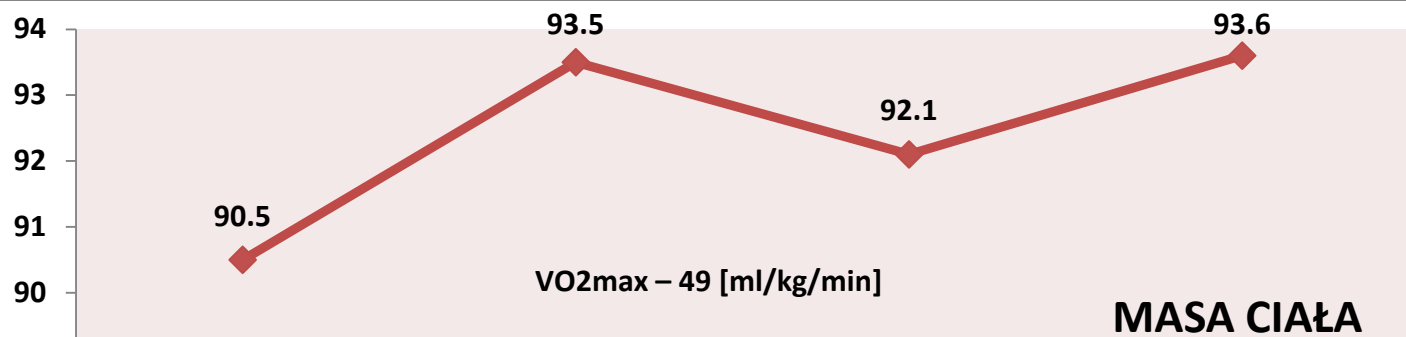
FAT = 50%
VAT = 1368 g

FAT = 44%
VAT = 341 g

FAT = 36%
VAT = 294 g

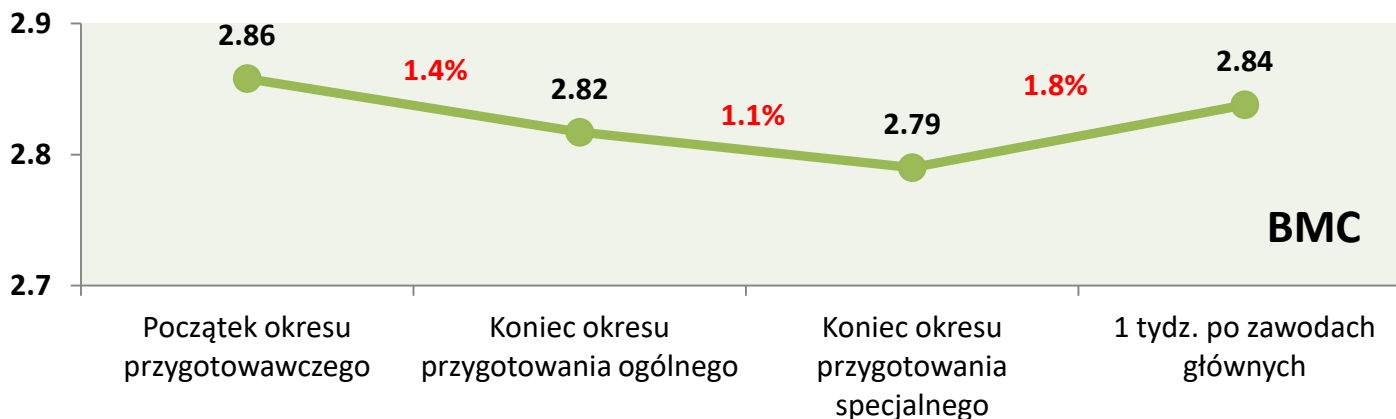
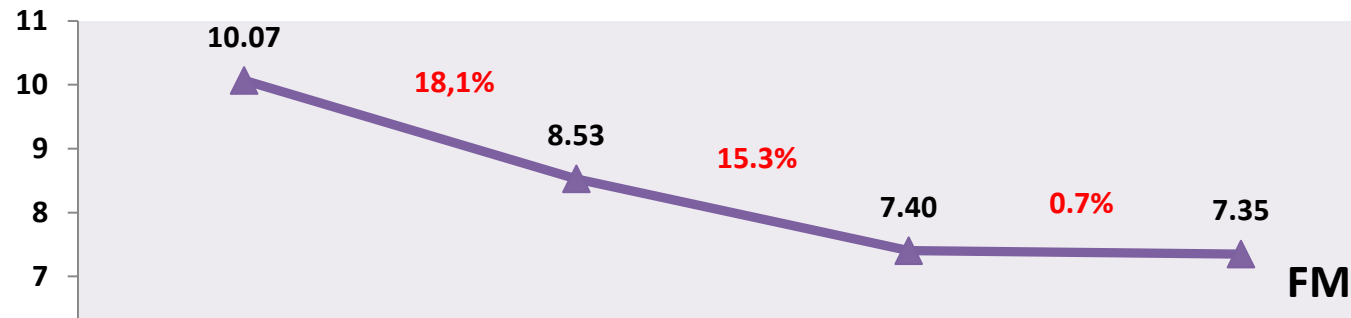
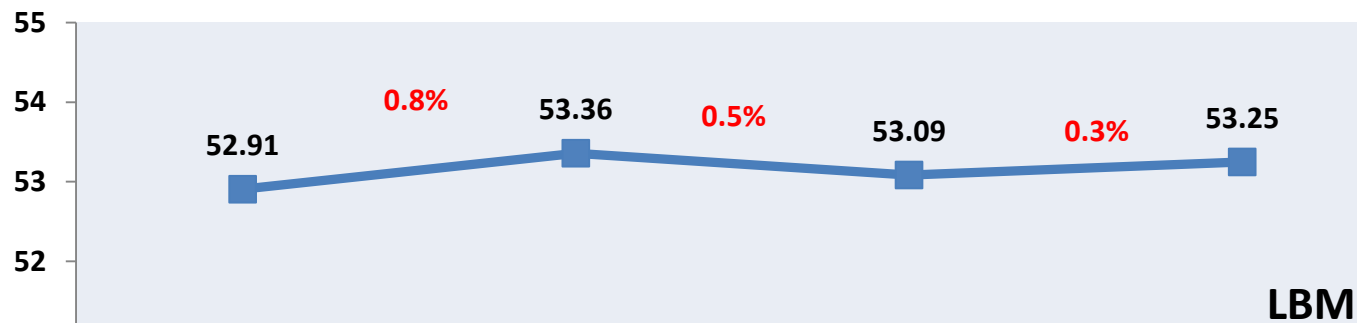
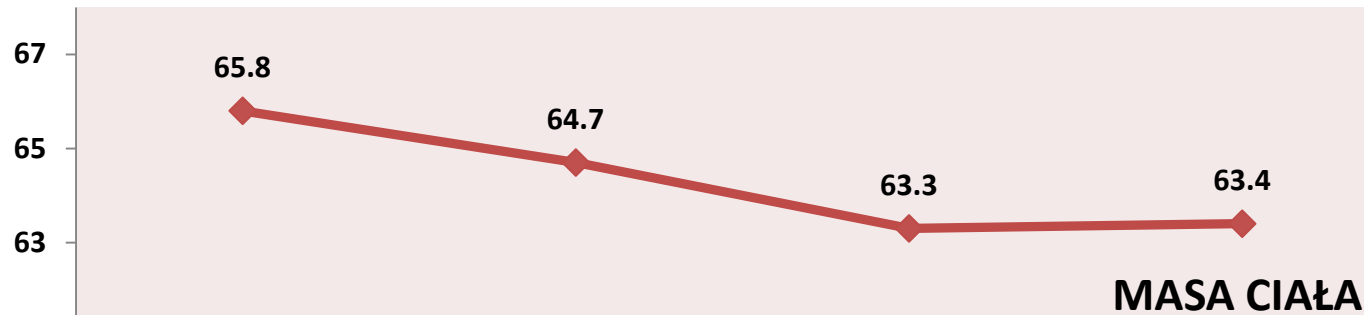
FAT = 37%
VAT = 253 g

FAT = 34%
VAT = 29 g



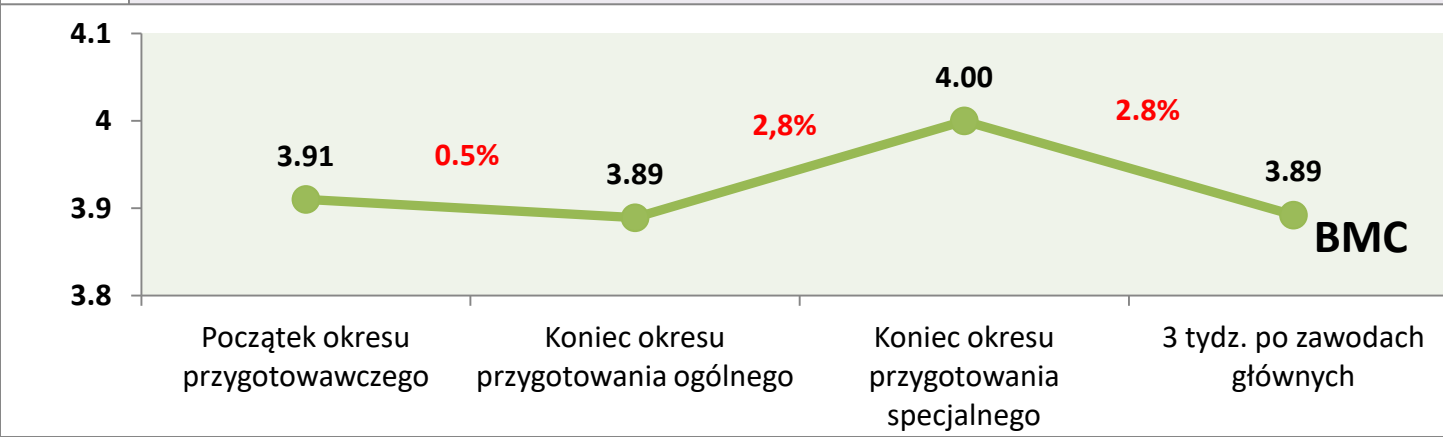
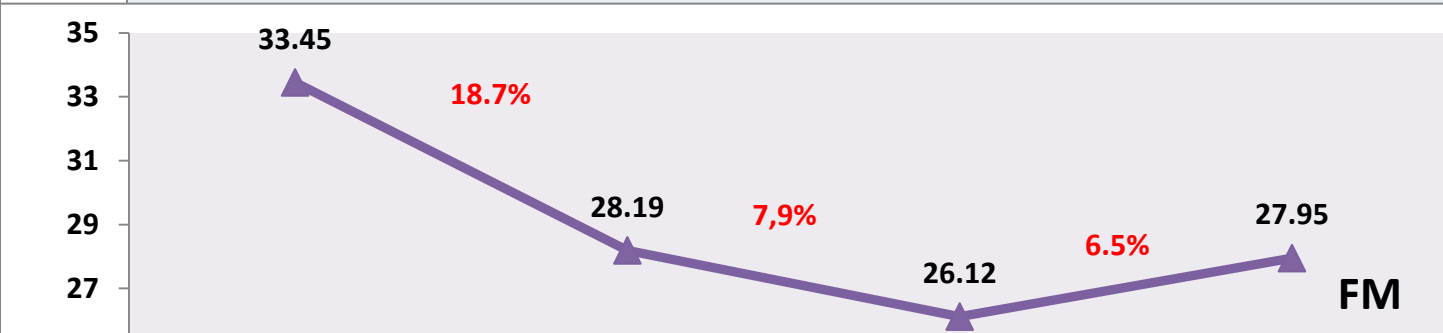
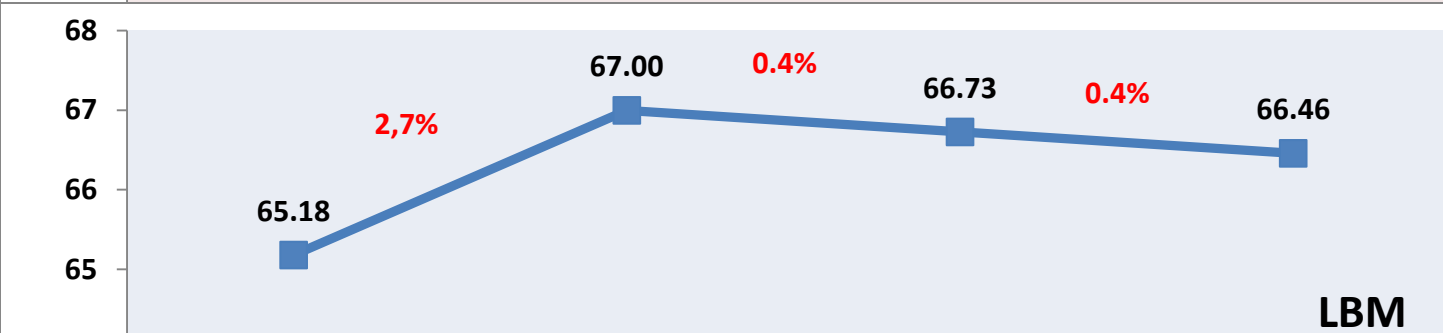
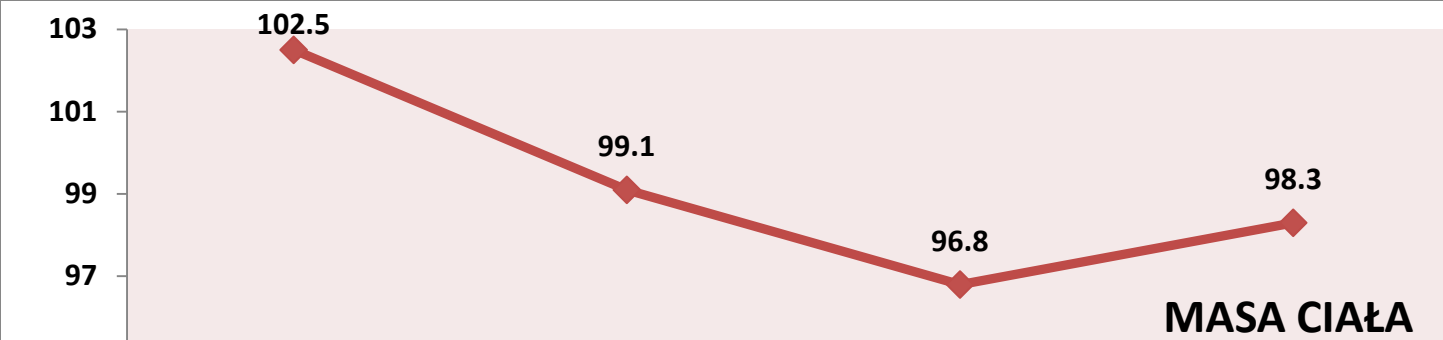
SPRINTER

Źródło: Laboratorium
 Analizy Ruchu
 Człowieka, Zakład
 Lekkiej Atletyki i
 Przygotowania
 Motorycznego, AWF
 Poznań



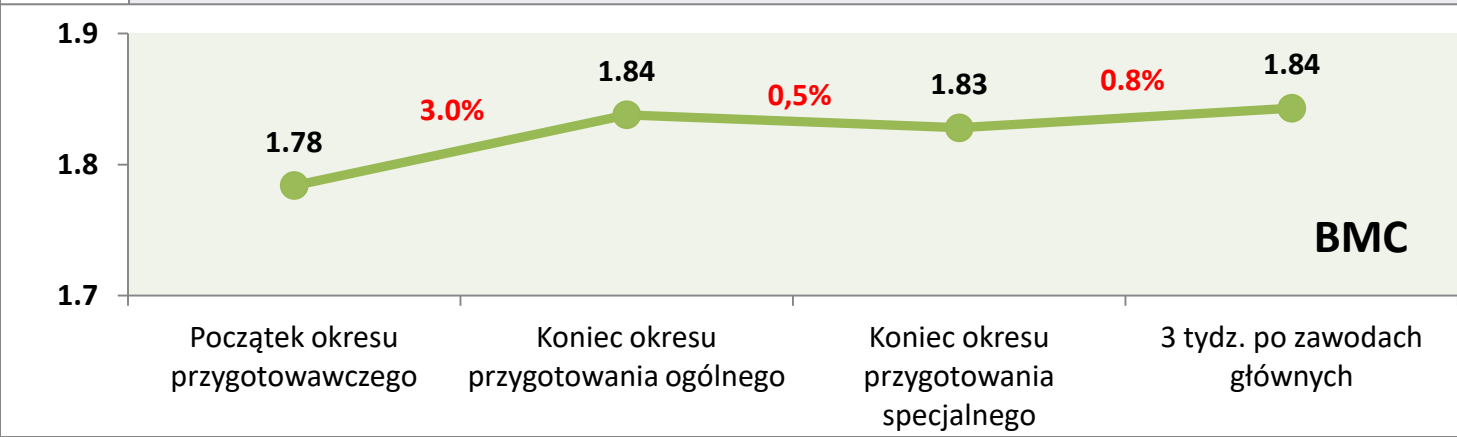
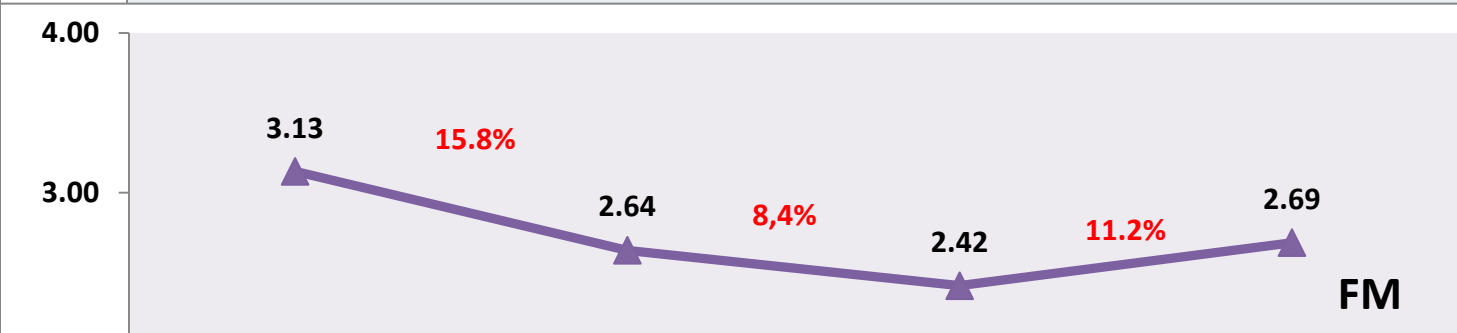
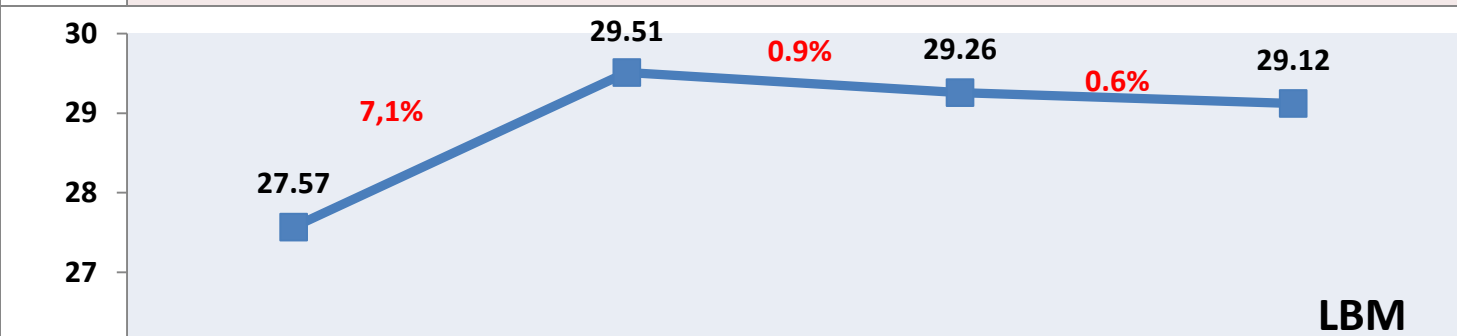
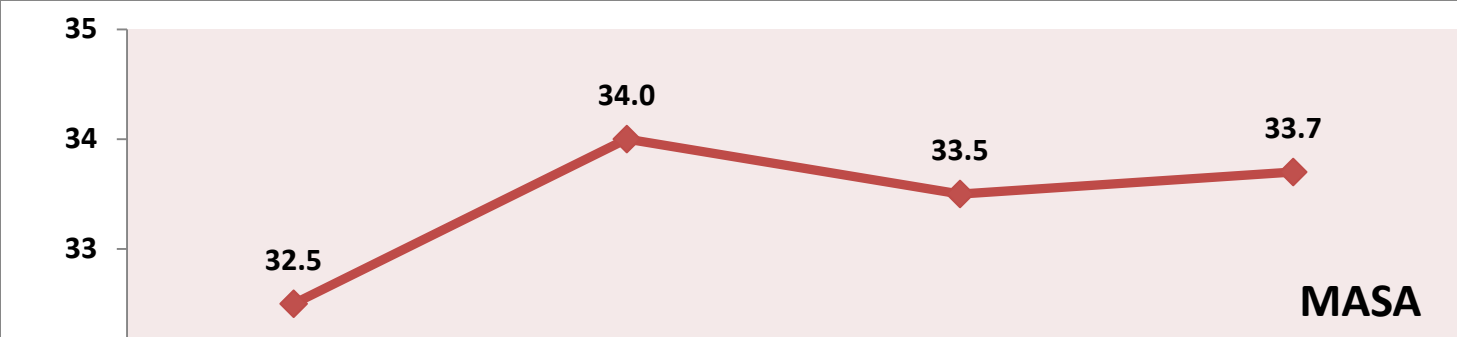
BIEGACZ DŁUGIE DYSTANSE

Źródło: Laboratorium
 Analizy Ruchu
 Człowieka, Zakład
 Lekkiej Atletyki i
 Przygotowania
 Motorycznego, AWF
 Poznań



MIOTACZKA

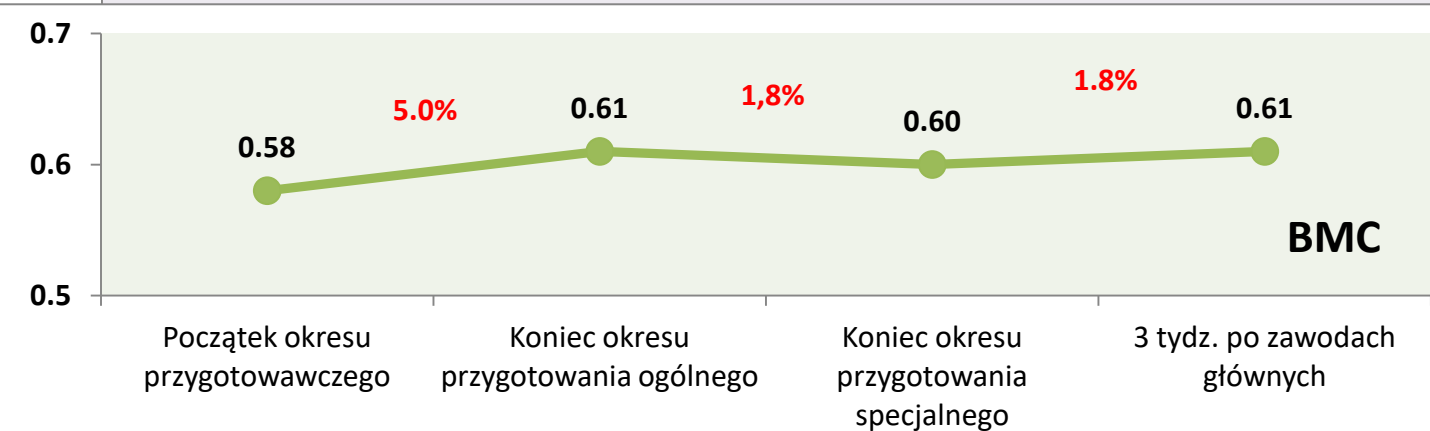
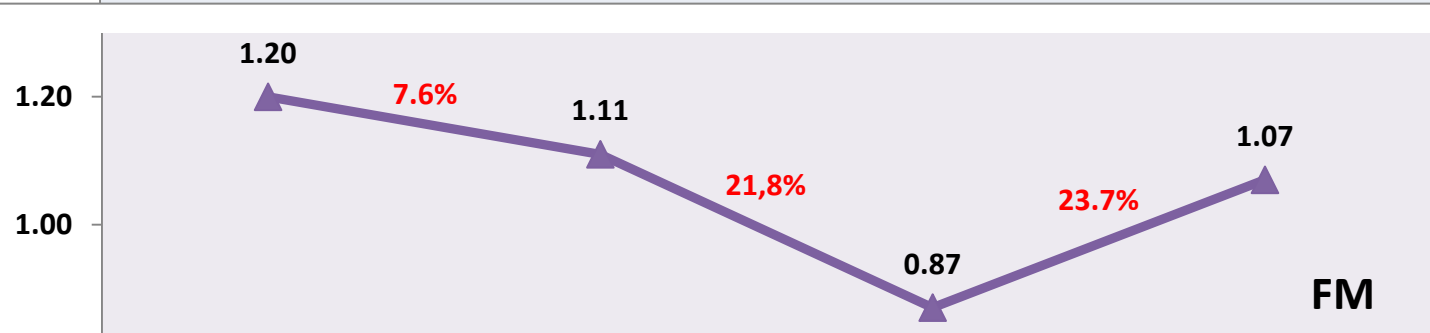
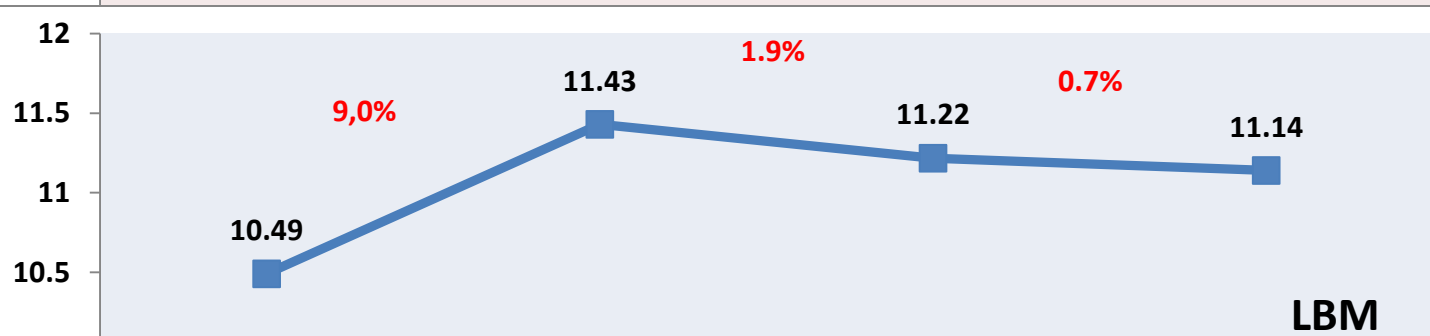
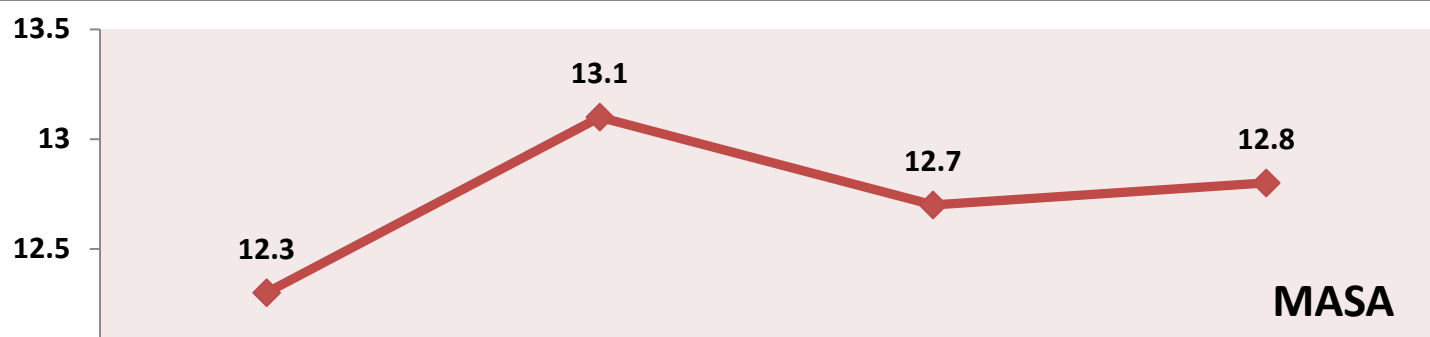
Źródło: Laboratorium
 Analizy Ruchu
 Człowieka, Zakład
 Lekkiej Atletyki i
 Przygotowania
 Motorycznego, AWF
 Poznań



SPRINTER

kończyny dolne

Źródło: Laboratorium
 Analizy Ruchu
 Człowieka, Zakład
 Lekkiej Atletyki i
 Przygotowania
 Motorycznego, AWF
 Poznań



SPRINTER

kończyny górne

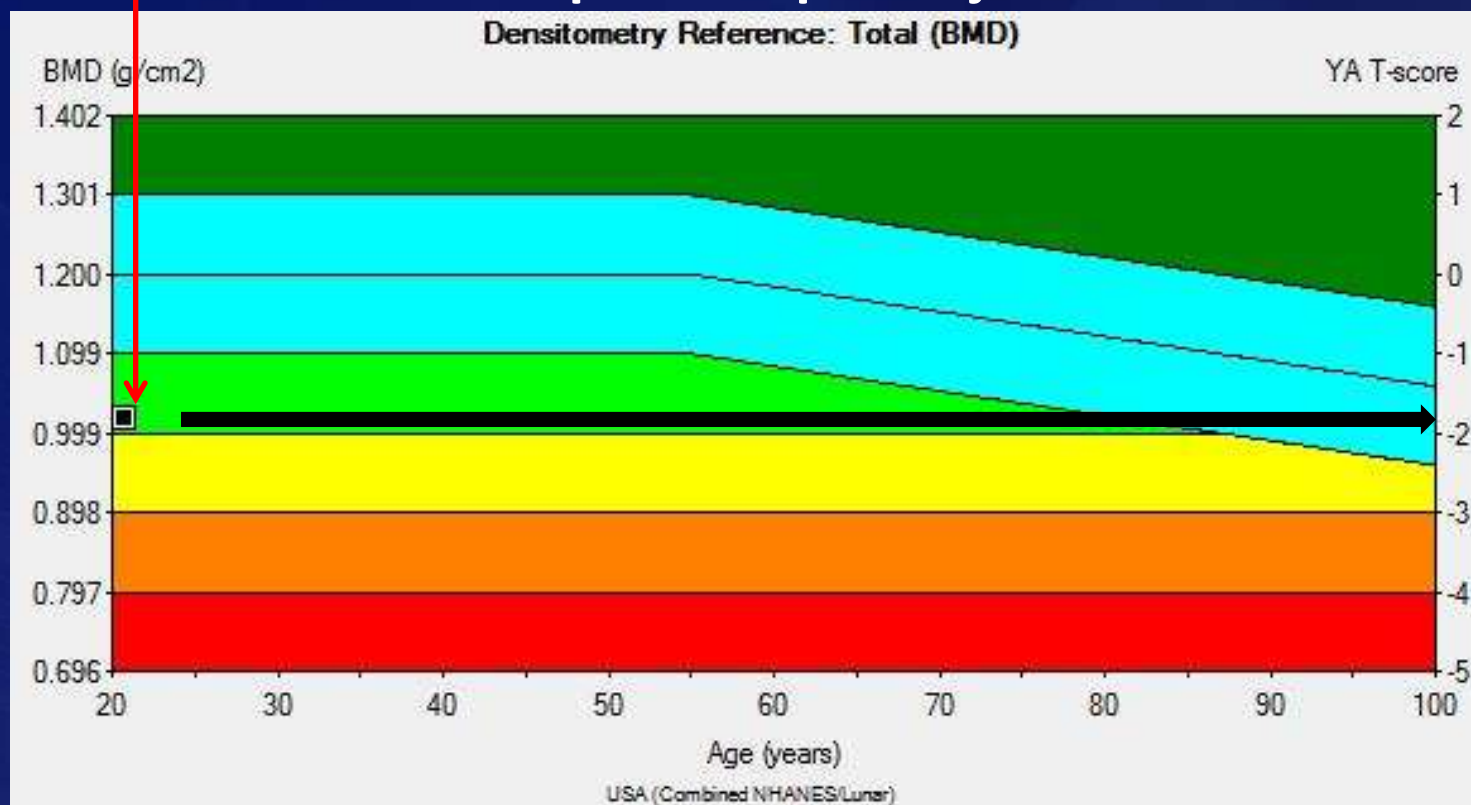
Źródło: Laboratorium
 Analizy Ruchu
 Człowieka, Zakład
 Lekkiej Atletyki i
 Przygotowania
 Motorycznego, AWF
 Poznań

Densytometria

Norma: powyżej -1

Osteopenia: od -1 do -2.5

Osteoporoza : poniżej -2.5



Źródło: Laboratorium Analizy Ruchu Człowieka, Zakład Lekkiej Atletyki i Przygotowania Motorycznego, AWF Poznań



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Asymetria kończyn

Prawa

Lewa

5.827 kg

5.069 kg

0.758 kg

LBM

Sprinter klasy
mistrzowskiej
po kontuzji

15.511 kg

16.810 kg

1.299 kg



Źródło: Laboratorium Analizy Ruchu Człowieka, Zakład Lekkiej Atletyki i Przygotowania Motorycznego, AWF Poznań

Współczynniki korekcyjne dla metody BIA

	Sprinterzy - Kadra Narodowa (n=12)	Triatloniści – Kadra Narodowa (n=12)
FAT (kg) = FAT_{BIA} (kg)	+ 1,8 kg	+3,5 kg
FAT % = FAT_{BIA} (%)	+ 2,28 %	+ 4,9 %
FFM (kg) = FFM_{BIA} (kg)	– 0,94 kg	– 2,7 kg
FFM % = FFM_{BIA} (%)	– 1,34 %	– 4,9 %

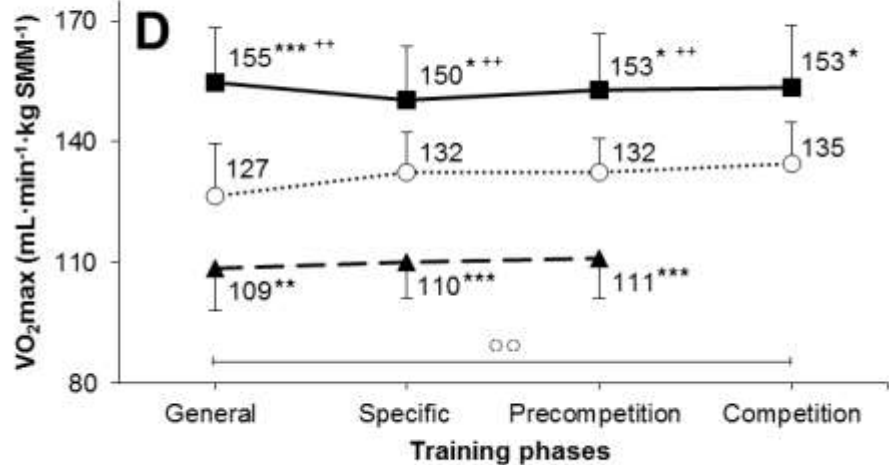
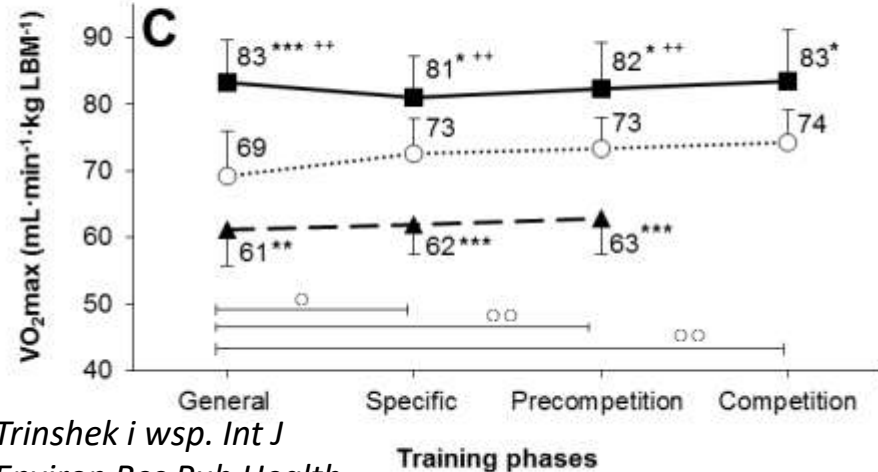
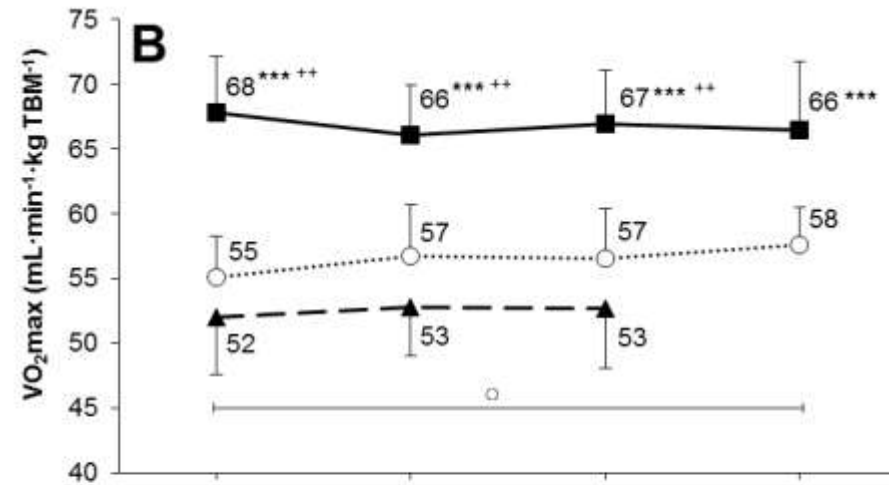
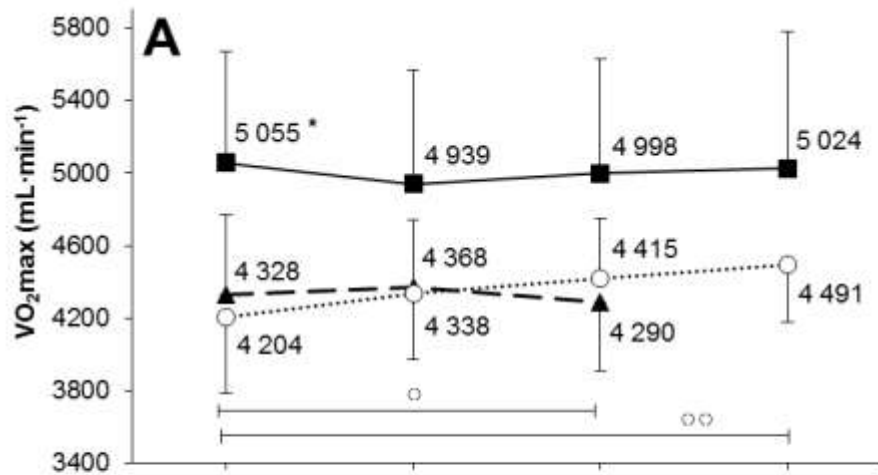
FAT- masa tłuszczu, FFM - beztłuszczowa masa ciała

Do/od wartości zmierzonej metodą BIA należy dodać/odjąć odpowiednią wartość z powyższej tabeli w celu uzyskania trafniejszego wyniku.

Współczynniki uzyskane na podstawie porównania pomiarów metodami DXA (metoda referencyjna) i BIA .

Źródło: *Laboratorium Analizy Ruchu Człowieka, Zakład Lekkiej Atletyki i Przygotowania Motorycznego, AWF Poznań*

Masa mięśniowa a pułap tlenowy



▲ Sprinters ■ Endurance athletes ...○... Controls

Trinshek i wsp. Int J
Environ Res Pub Health
2020, 17:6226

Skróty: LBM – masa ciała szczupłego; SMM – masa mięśni szkieletowych; TBM – całkowita masa ciała; VO₂max – maksymalny pobór tlenu

Masa mięśniowa a pułap tlenowy

<i>Biegi długie, biegi na orientację, triathlon</i>	Kobiety (n=7)	Mężczyźni (n=19)	Różnica	p	η^2
VO_{2max} (ml/min)	3438±473	4808±484	1370 (28%)	< 0,001	0,633
VO_{2max} (ml/min/kg MC)	59±6	67±4	8 (12%)	< 0,001	0,387
VO_{2max} (ml/min/kg LBM)	77±6	81±5	4 (5%)	= 0,08	0,121
VO_{2max} (ml/min/kg MM)	148±14	150±12	2 (1%)	= 0,61	0,011

Skróty: MC - masa ciała; LBM - masa ciała szczupłego; MM - masa mięśniowa

Źródło: Laboratorium Analizy Ruchu Człowieka, Zakład Lekkiej Atletyki i Przygotowania Motorycznego, AWF Poznań



Akademia Wychowania Fizycznego
im. E. Piaseckiego w Poznaniu



Laboratorium Analizy Ruchu Człowieka
Zakład Lekkiej Atletyki
i Przygotowania Motorycznego
Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu

DZIĘKUJEMY

Kontakt

Zakład Lekkiej Atletyki i Przygotowania Motorycznego

ul. Królowej Jadwigi 27/39

61-871 Poznań

Strona internetowa: www.la.awf.poznan.pl

E-mail: la@awf.poznan.pl

Tel.: 61 83 55 270
