



УДК 612.13-055.613.25

Дослідження впливу вмісту жиру в організмі, виміряного різними методами, на показники центральної гемодинаміки

О. С. КОСТЕНЧАК-СВИСТАК, А. Р. КЛИМУК, О. С. ПАЛАМАРЧУК,
М. І. НЕМЕШ, О. П. КЕНТЕШ, В. П. ФЕКЕТА

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород, Україна
 E-mail: olha.kostenchak@uzhnu.edu.ua

Ожиріння є глобальною проблемою суспільства. Кількість людей з ожирінням зростає щодня як в економічно розвинених країнах, так і в країнах, що розвиваються. Надлишковий вміст жиру є незалежним фактором ризику розвитку серцево-судинних захворювань. Так, добре відомо, що метаболічні порушення, які виникають у людей з ожирінням, призводять до виникнення ішемічної хвороби серця (ІХС) [1]. Ожиріння викликає порушення нормальної гемодинаміки, яка з часом призводить до патологічного ремоделювання серця [2]. Проте в науковому просторі є багато контроверсійних робіт стосовно впливу ожиріння на здоров'я людей, де ожиріння в більшості випадків визначали за індексом маси тіла (ІМТ). До прикладу, хворі на гіпертонічну хворобу та ІХС з визначеною надлишковою масою тіла мали меншу смертність порівняно з групою з нормальною масою [3]. В іншому дослідженні також йшлося про загальну смертність як від ССЗ, так і від некардіоваскулярних захворювань, яка була вищою у групі з найменшим показником ІМТ [4]. Тоді як інше велике дослідження вказувало на значно підвищений ризик ішемічної хвороби серця та інсульту у групах з ІМТ > 25, порівняно з групою з нормальною масою [5].

Мета дослідження – дослідити вплив жиру на показники центральної гемодинаміки у здорових жінок у двох моделях. Перша модель – групування за ІМТ, друга модель – групування за відсотковим вмістом жиру в організмі. Дослідити відмінність між середніми показниками гемодинаміки у відповідних групах.

Матеріали й методи дослідження. У дослідженні взяли участь 174 жінки, яким було виміряно відсотковий вміст жиру (ВВЖ, %) та ІМТ ($\text{кг}/\text{м}^2$). До подальшого обстеження було відібрано 151 жінку, які входили в групи з нормальною масою тіла, надлишковою масою тіла чи ожирінням, віком 26–53 років. Критеріями виключення були гострі та хронічні захворювання, період менопаузи, лактації чи вагітності. Усі жінки після ознайомлення з методами обстеження погодилися брати участь у дослідженні. Процедури, використані в цьому дослідженні, відповідають принципам Гельсінської декларації.

Вимірювання показників складу тіла (загального відсоткового вмісту жиру в організмі, вісцерального жиру) та визначення індексу маси тіла, проводили за допомогою вагів-аналізаторів Tanita BC-601 (Японія), що базуються на біоімпедансному методі. Залежно від одержаних даних, жінок поділили на групи. У першій моделі (ІМТ) це були відповідно такі групи:

normal weight ($N = <18.5$), overweight ($OW = 25–29.9$) та obesity ($O > 30$). У другій моделі (ВВЖ, %) це були групи жінок: з нормальним вмістом жиру (H – від 21 до 36 % залежно від віку), надлишковим вмістом жиру (НВЖ – від 33 до 42 % залежно від віку) та ожирінням (ОЖ – від 39 до 42 % залежно від віку).

Вимірювання параметрів центральної гемодинаміки відбувалося з використанням грудної реографії на реографічному комплексі РеоКом (ХАІ-Медіка). Потенційні електроди встановлювали на шию та грудну клітку, токові – навколо голови та вище гомілково-ступневого суглоба, до яких підключали кабель виносного блоку RVG1. Наприкінці дослідження записувалася відстань між електродами на шиї та на грудній клітці, а також окружність шиї та грудної клітки, для індивідуальної корекції даних кожної обстежуваної. У наше дослідження ввійшли такі показники: ударний об'єм крові (УО, мл), ударний індекс (УІ, $\text{мл}/\text{м}^2$), хвилинний об'єм крові (ХОК, л/хв), серцевий індекс (СІ, $\text{л}/\text{хв}\cdot\text{м}^2$), загальний периферичний опір судин (ЗПО, $\text{дин}\cdot\text{с}/\text{см}^5$), питомий периферичний опір (ППО, $\text{дин}\cdot\text{с}\cdot\text{м}^2/\text{см}^5$), індекс скоротливості (ІС, безрозм.), робота лівого шлуночка (РЛШ, $\text{кг}\cdot\text{м}$), індекс роботи лівого шлуночка (ІРЛШ, $\text{кг}\cdot\text{м}/\text{м}^2$), потужність лівого шлуночка (ПЛШ, ват).

Жінки були повідомлені, що перед обстеженням не можна вживати жодних стимулюючих речовин, перед дослідженням кожна жінка відпочивала протягом 15 хв у положенні лежачи. Вимірювання проводили в умовах відносного спокою.

Статистичну обробку даних виконували за допомогою дисперсійного аналізу ANOVA та з використанням перевірки гіпотези про рівність двох середніх за допомогою t -критерію Стьюдента, користуючись програмою STATISTICA 10.0 (StatSoftInc, USA).

Результати дослідження та їх обговорення. Для виявлення впливу вмісту загального жиру в організмі на показники гемодинаміки ми застосували дисперсійний аналіз ANOVA ($F=4,895$; $p=0,000$). Відповідно цей аналіз був проведений для виявлення впливу ІМТ на ті ж самі показники гемодинаміки ($F=4,843$; $p=0,000$). Обидві моделі виявилися статистично достовірними. Статистично достовірно у моделі з відсотковим вмістом жиру в організмі відрізнялися такі показники: УО, ХОК, ЗПО, РЛШ, ІРЛШ, ПЛШ (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив відсоткового вмісту жиру на показники центральної гемодинаміки

Змінна	Multiple R	Multiple R^2	Adjusted R_a^2	F	p
УО	0,385553	0,148651	0,131277	8,55572	0,000376
УІ	0,155411	0,024152	0,004237	1,21276	0,301798
ХОК	0,446113	0,199017	0,182670	12,17481	0,000019
СІ	0,203709	0,041497	0,021936	2,12139	0,125336
ЗПО	0,436296	0,190354	0,173831	11,52029	0,000032
ППП	0,150396	0,022619	0,002672	1,13397	0,325937
ІС	0,148003	0,021905	0,001944	1,09738	0,337811
РЛШ	0,470529	0,221398	0,205508	13,93330	0,000005
ІРЛШ	0,284272	0,080811	0,062052	4,30785	0,016101
ПЛШ	0,486822	0,236996	0,221424	15,21984	0,000002

Примітки: R^2 – коефіцієнт детермінації; R_a^2 – скорегований коефіцієнт детермінації; F – критерій Фішера; p – рівень значущості.

У моделі з ІМТ статистично достовірно відрізнялися більше показники гемодинаміки: УО, УІ, ХОК, СІ, ЗПО, ППП, РЛШ, ІРЛШ, ПЛШ (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив ІМТ на показники центральної гемодинаміки

Змінна	Multiple R	Multiple R^2	Adjusted R_a^2	F	p
УО	0,459093	0,210766	0,194151	12,68496	0,000013
УІ	0,314584	0,098963	0,079994	5,21704	0,007084
ХОК	0,530316	0,281235	0,266103	18,58560	0,000000
СІ	0,350328	0,122730	0,104261	6,64524	0,001990
ЗПО	0,528445	0,279254	0,264080	18,40394	0,000000
ППП	0,291764	0,085126	0,065866	4,41972	0,014610
ІС	0,147169	0,021659	0,001062	1,05156	0,353423
РЛШ	0,541242	0,292943	0,278058	19,67992	0,000000
ІРЛШ	0,398414	0,158734	0,141023	8,96252	0,000272
ПЛШ	0,520061	0,270464	0,255105	17,60985	0,000000

Примітки: R^2 – коефіцієнт детермінації; R_a^2 – скорегований коефіцієнт детермінації; F – критерій Фішера; p – рівень значущості.

Для виявлення різниці у показниках між групами ми застосували статистичний аналіз post-hoc для нерівномірних вибірок. УО відрізнявся між групами з нормальним вмістом жиру (Н) та ожирінням (ОЖ), між надлишковим вмістом жиру (НВЖ) та групою з ОЖ. Найвищі показники УО були у групі з ОЖ ($79,635 \pm 3,501$), найнижчі показники у групі з Н ($58,537 \pm 3,726$). У групі з надлишковим вмістом жиру показник УО становив ($66,782 \pm 3,857$). ЗПО статистично достовірно відрізнявся між групами НВЖ та Н, та між Н і ОЖ. Найвищі показники ($1837,402 \pm 70,225$) були у групі з Н, найнижчі у групі з ОЖ ($1315,486 \pm 65,965$). Найвищі показники РЛШ ($6,575 \pm 0,281$) та ПЛШ ($3,613 \pm 0,172$) були у групі з ожирінням. ПЛШ, так як і РЛШ статистично достовірно відрізнялися між групами ОЖ та НВЖ, ОЖ та Н (табл. 3).

Таблиця 3

Відмінність між параметрами по групах ВВЖ

№ з/п	Відмінність між параметрами ЗПО по групах ВВЖ				Відмінність між параметрами УО по групах ВВЖ			
	Жир %	{1} 1580,2	{2} 1837,4	{3} 1350,5	Жир%	{1} 66,782	{2} 58,537	{3} 80,295
1	НВЖ		0,042058	0,078248	НВЖ		0,298328	0,042433
2	Н	0,042058		0,000120	Н	0,298328		0,000365
3	ОЖ	0,078248	0,000120		ОЖ	0,042433	0,000365	
№ з/п	Відмінність між параметрами РЛШ по групах ВВЖ				Відмінність між параметрами ПЛШ по групах ВВЖ			
	Жир %	{1} 5,0054	{2} 4,2603	{3} 6,5000	Жир%	{1} 2,6186	{2} 2,2330	{3} 3,6097
1	НВЖ		0,217664	0,003158	НВЖ		0,326836	0,001171
2	Н	0,217664		0,000108	Н	0,326836		0,000107
3	ОЖ	0,003158	0,000108		ОЖ	0,001171	0,000107	

Накопичення жиру пов'язане зі збільшенням серцевим викидом крові та ХОК. Ожиріння приводить до зменшення ЗПО, яке сприяє збільшенню ударного об'єму крові. [6,7]. Підвищення показників серцевого викиду пояснюється збільшенням УО та пов'язане із посиленою роботою лівого шлуночка [8].

При виявленні міжгрупової різниці у моделі з ІМТ, показники РЛШ та ПЛШ статистично достовірно відрізнялися між собою у всіх групах: нормальний індекс маси тіла (N), надлишкова вага (OW) та ожиріння (O).

Найвищі показники РЛШ та ПЛШ були також, як і у моделі з відсотковим вмістом жиру, у групі ожиріння ($6,575 \pm 0,278$) та ($3,614 \pm 0,172$) відповідно. ЗПО також статистично достовірно відрізнявся у всіх трьох групах. Показник УО відрізнявся між групами з N і O, між N і OW (табл. 4).

Таблиця 4

Відмінність між параметрами по групах ІМТ

№ з/п	Відмінність між параметрами ЗПО по групах ІМТ				Відмінність між параметрами УО по групах ІМТ			
	ІМТ	{1} 1932,5	{2} 1315,5	{3} 1566,2	ІМТ	{1} 52,435	{2} 79,635	{3} 71,322
1	n		0,000106	0,003985	n		0,000143	0,005765
2	o	0,000106		0,019764	o	0,000143		0,210751
3	ow	0,003985	0,019764		ow	0,005765	0,210751	
№ з/п	Відмінність між параметрами РЛШ по групах ІМТ				Відмінність між параметрами ПЛШ по групах ІМТ			
	ІМТ	{1} 3,8435	{2} 6,5750	{3} 5,2685	ІМТ	{1} 2,0152	{2} 3,6135	{3} 2,8168
1	n		0,000106	0,010174	n		0,000106	0,022032
2	o	0,000106		0,003672	o	0,000106		0,004371
3	ow	0,010174	0,003672		ow	0,022032	0,004371	

Ми продовжили аналіз порівняння показників центральної гемодинаміки між відповідними групами по ІМТ та ВВЖ. До уваги брали ті показники, які були спільні в обох моделях та мали статистично достовірну відмінність. Проте при порівнянні груп з нормальним вмістом жиру за ІМТ та за відсотковим вмістом жиру (ВВЖ), груп з надлишковим вмістом жиру за ІМТ та за ВВЖ, груп з ожирінням за ІМТ та ВВЖ, статистично достовірну різницю не виявлено (табл. 5).

Таблиця 5

Порівняння середніх величин показників центральної гемодинаміки між відповідними групами вмісту жиру

Змінна	Mean N	Mean H	p	Mean ОЖ	Mean O	p	Mean НВЖ	Mean OW	p
УО	52,435	58,537	0,162875	79,635	80,295	0,904157	66,782	71,322	0,362824
ХОЖ	3,388	3,721	0,154997	5,355	5,298	0,865210	4,340	4,513	0,553708
ЗПО	1932,478	1837,400	0,380540	1315,486	1350,538	0,702387	1580,179	1566,220	0,879583
РЛШ	3,843	4,260	0,151434	6,575	6,500	0,875657	5,005	5,269	0,481850
ІРЛШ	2,440	2,686	0,146301	3,386	3,373	0,955216	2,897	3,058	0,432520
ПЛШ	2,015	2,233	0,191311	3,614	3,610	0,990296	2,619	2,817	0,338129

Як можна бачити на графіках (рис. 1, 2), найбільша різниця між гемодинамічними показниками була в групах з нормальним вмістом жиру за ІМТ та за ВВЖ.

Надмірне накопичення жиру в організмі призводить до порушення діяльності та морфології серця, що в свою чергу викликає ризик ССЗ та смертності від них [9]. З іншого боку, у метааналізі Flegal et al. [10], йдеться про те, що надмірна маса тіла пов'язана із меншим ризиком смертності, а ожиріння 1-го ступеня – з тенденцією до кращого виживання. Це дослідження демонструє, що оптимальна виживаність (статистично менша смертність на 6 %) була у групі із надмірною масою тіла (ІМТ = 25–30 кг/м²). У нашій роботі ми визначили, що показники центральної гемодинаміки відрізнялися у всіх трьох групах за ІМТ, тоді як у моделі за ВВЖ більшість показників відрізнялася між групами ожиріння та НВЖ і Н, не від-

різнялися показники між Н та НВЖ. З огляду на це можна припустити, що, використовуючи оцінку ожиріння за біоімпедансним методом, можна уникнути хибно-позитивних результатів.

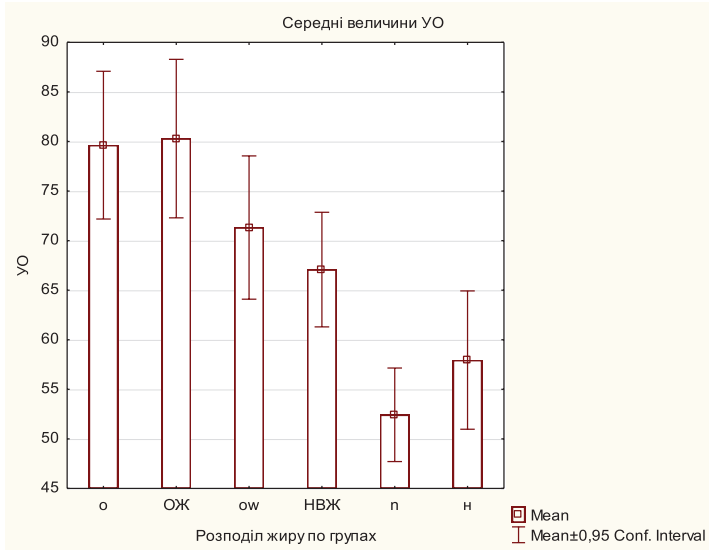


Рис. 1. Середні показники ударного об'єму крові (мл), розподілені по групах залежно від вмісту жиру: O, OW, N (ожиріння, надмірна маса тіла, норма за ІМТ); OЖ, НВЖ, Н (ожиріння, надлишковий вміст жиру, норма визначені біоімпедансним методом); Mean – середнє ± 0.95-довірчий інтервал

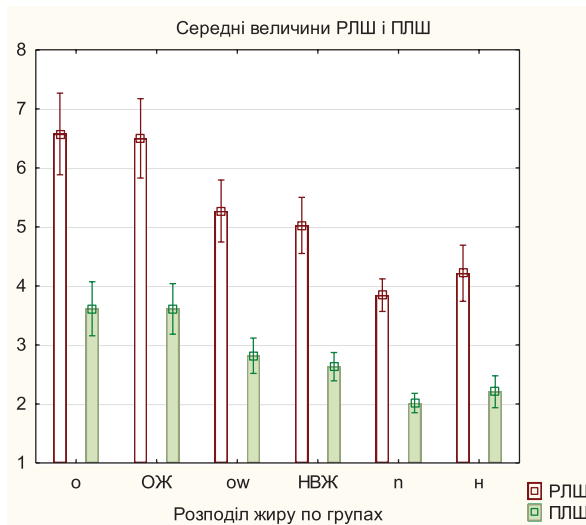


Рис. 2. Середні показники РЛШ (робота лівого шлуночка (кг м) та ПЛШ (ват), розподілені по групах залежно від вмісту жиру:

O, OW, N (ожиріння, надмірна маса тіла, норма за ІМТ); OЖ, НВЖ, Н (ожиріння, надлишковий вміст жиру, норма, визначені біоімпедансним методом); Mean – середнє ± 0.95-довірчий інтервал

У деяких роботах розглядається ІМТ як сума жирових і безжирових груп. Використовуючи такий підхід, науковці припускають, що ІМТ є сильнішим предиктором смертності від ССЗ, ніж ці два компоненти окремо. Тому ІМТ є хорошим індексом кардіо-метаболічного ризику, група не є до-

статньо хорошим показником ожиріння [11,12]. Дані, отримані у нашому дослідженні, вказують на те, що різниця у середніх величинах між відповідними групами за вмістом жиру не є статистично достовірною, тому для поділу на групи і прогнозу ризику можна використовувати обидва методи визначення ожиріння.

Висновки. При порівнянні показників центральної гемодинаміки у двох моделях – за ІМТ та за ВВЖ, виявлено, що модель за ІМТ має вплив на більшу кількість показників, аніж модель за ВВЖ. У моделі за ІМТ переважна більшість показників відрізнялася у всіх трьох групах (N, OW, O), тоді як у моделі за ВВЖ статистично достовірно відрізнялися між собою групи з ожирінням та надлишковим вмістом жиру, ожирінням та нормальним вмістом жиру. Середні показники у групах між надлишковим вмістом жиру та нормою не відрізнялися. Тому можна припустити, що, використання ІМТ для прогнозу ризику розвитку ССЗ може призводити до хибно позитивних результатів. Використовуючи біоімпедансний метод вимірювання вмісту жиру, можна уникнути «парадоксу ожиріння», який саме стосувався кращих результатів прогнозу ССЗ у групі з надлишковим вмістом жиру. Проте для статистичного вимірювання показників центральної гемодинаміки та поділу за групами залежно від вмісту жиру обидва методи є рівноцінними.

ПОСИЛАННЯ

1. *Jokinen E.* Obesity and cardiovascular disease. *Minerva Pediatr.* 2015;67(1):25–32.
2. *Marinou K, Tousoulis D, Antonopoulos AS, Stefanadi E, Stefanadis C.* Obesity and cardiovascular disease: from pathophysiology to risk stratification. *Int J Cardiol.* 2010;138(1):3–8.
3. *Uretsky S, Messerli FH, Bangalore S, Champion A, Cooper-Dehoff Rh. M, Zhou Q et al.* Obesity paradox in patients with hypertension and coronary artery disease. *Am J Med.* 2007;120:863–70.
4. *Tuomilehto J.* Body mass index and prognosis in elderly hypertensive patients: a report from the European Working Party on High Blood Pressure in the Elderly. *Am J Med.* 1991;90:34S–41S.
5. *Lu Y, Hajifathalian K, Ezzati M, Woodward M, Rimm EB, Danaei G.* Metabolic mediators of the effects of body-mass index, overweight, and obesity on coronary heart disease and stroke: A pooled analysis of 97 prospective cohorts with 1.8 million participants. *Lancet.* 2014;383:970–83.
6. *Alexander JK, Dennis EW, Smith WG, Amad KH, Duncan WC, Austin RC.* Blood volume, cardiac output and distribution of systemic blood flow in extreme obesity. *Cardiovasc Res Center Bull.* 1962;1:39–44.
7. *De Divitiis O, Fazio S, Petitto M, Maddalena G, Contaldo F, Mancini M.* Obesity and cardiac function. *Circulation.* 1981;64:477–82.
8. *Alexander JK.* Obesity and cardiac performance. *Am I Cardiol.* 1964;14:860–5.
9. *Alpert MA, Omran J, Mehra A, Ardhanari S.* Impact of Obesity and Weight Loss on Cardiac Performance and Morphology in Adults. *Progress in Cardiovascular Diseases.* 2014;56(4):391–400.
10. *Flegal KM, Kit BK, Orpana H, Graubard BI.* Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories: a systematic review and meta-analysis. *JAMA.* 2013;309(1):71–82.
11. *Wells JC.* Commentary: the paradox of body mass index in obesity assessment: not a good index of adiposity, but not a bad index of cardio-metabolic risk. *Int J Epidemiol.* 2014;43(3):672–4.
12. *Ortega FB, Sui X, Lavie CJ, Blair SN.* Body Mass Index, the Most Widely Used But Also Widely Criticized Index: Would a Criterion Standard Measure of Total Body Fat Be a Better Predictor of Cardiovascular Disease Mortality? *Mayo Clin Proc.* 2016;91:443–55.

RESEARCH ARTICLE

Study of the effect of body fat content, measured by different methods, on the indicators of central hemodynamics

O.Y. KOSTENCHAK-SVYSTAK, A.R. KLYMUK, M.I. NEMESH, O.P. KENTESH,
O.S. PALAMARCHUK, V.P. FEKETA

State institution of higher education "Uzhhorod national university", Uzhhorod, Ukraine

E-mail: olha.kostenchak@uzhnu.edu.ua

OBJECTIVES Investigate whether the effect of body fat on central hemodynamics is different in the body mass index (BMI) and fat distribution model using a bioimpedance method.

BACKGROUND Central hemodynamic indicators are independent predictors of the risk of cardiovascular disease (CVD) development and progression. Obesity is a well-known risk factor for metabolic disorders and one of the first triggers of the mechanism of atherosclerosis. Excess weight leads to maladaptive modification of myocardium. However, another scientific works point on positive effect of overweight on prognosis and risk of development of CVD, so called "paradox of obesity". For example, patients with hypertension and coronary heart disease (CHD) who were overweight had a lower mortality rate than the normal weight group. Another study also reported overall mortality from both CVD and noncardiovascular disease, which was higher in the group with the lowest BMI. Whereas another large study indicated a significantly increased risk of coronary heart disease and stroke in groups with a BMI > 25 compared with the normal weight group. In our study, we wanted to investigate whether the influence of body fat distribution, measured by various methods, on hemodynamic parameters differs.

METHODS The survey was attended by 174 women who had their body composition indicators measured using a TANITA BC-601 weight analyzer and a BMI calculation. A total of 151 healthy women, aged 26–53 years, were selected for the survey (exclusion criteria were acute and chronic diseases, menopause, lactation or pregnancy) who were investigated for the parameters of central hemodynamics using the ReoCom (KhAI-Medica) rheographic complex. We made two models for statistical analysis. In the first model we divided women on groups depending on their BMI. In the second model we used bioimpedance method for grouping (depending on total fat content in percent, according to their age). Statistical analysis were processed using ANOVA analysis of variance and using the hypothesis of equality of the two means using Student's t-test in the program STATISTICA 10.0 (StatSoftInc, USA).

RESULTS Dispersion analysis showed that in the BMI fat grouping model, fat had an effect on more parameters of central hemodynamics than in the total fat% grouping model. In the first model fat had statistically significantly effect on the following parameters: stroke volume, total blood volume, total peripheral vascular resistance, left ventricle work, index of left ventricle work, left ventricle capacity. In the BMI model, most indicators differed statistically significantly in all three groups (obesity, overweight and normal fat content), whereas in the other model, the hemodynamic indicators had a significant difference between the obese and normal fat groups. However, the mean of parameters of central hemodynamics in the respective groups were not significantly different in the two models.

CONCLUSIONS The data obtained may indicate better use of a bioimpedance method for measuring body fat content compared to BMI measurement, for possible avoidance of the "obesity paradox". However, for the statistical division into fat content groups, both methods are equivalent.

Key words: BMI, fat percentage, obesity, central hemodynamics, obesity paradox.