

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН ПОКАЗНИКІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ У ЧОЛОВІКІВ З НАДМІРНОЮ ВАГОЮ ПРИ ПОДАЛЬШОМУ РОЗВИТКУ ОЖИРІННЯ

Немеш М. І., Паламарчук О. С., Кентеш О. П.

Вступ. При великому спектрі антропометричних методів «золотого стандарту» для визначення надмірної ваги та ожиріння немає. Найбільш поширеними в практиці лікаря є визначення об'єму талії, стегон та індексу маси тіла. В деяких випадках недостатньо спиратися тільки на результати антропометричних методів для оцінки стану організму людини. З метою якіснішої оцінки морфо-функціональних особливостей організму їх варто розглядати в поєднанні з лабораторними або діагностичними методами.

Мета. Визначення зв'язку між показниками центральної гемодинаміки та показниками, отриманих біоімпендансним та антропометричним методами з метою прогнозування змін центральної гемодинаміки в чоловіків з надмірною вагою при подальшому розвитку ожиріння.

Матеріали і методи дослідження. Обстежено 49 чоловіків віком від 18–25 років. Показники компонентного складу тіла вимірювалися за допомогою вагів-аналізаторів Tanita BC-601. Додатково визначалися індекс маси тіла, показники об'єму талії та співвідношення об'єму талії до стегон. Показники серцево-судинної системи ми визначали за допомогою реографічного комплексу «РЕОКОМ», методом тетраполярної реографії за Кубічком. Результати дослідження були опрацьовані статистично з використанням кореляційного та мультифакторного регресійного аналізу.

Результати. За результатами мультифакторного регресійного аналізу виявилось, що об'єм талії та вміст вісцерального жиру мали зв'язки з показниками серцевого індексу та індексу роботи лівого шлуночка ($p < 0,05$). Показник об'єму талії та вміст вісцерального жиру мали негативні кореляційні зв'язки із загальним периферичним опором ($r = -0,351$ та $r = -0,34$, $p < 0,01$).

Висновки. За результати мультифакторного та кореляційного аналізу встановлено, що у чоловіків з надмірною масою тіла подальше її збільшення з розвитком ожиріння є фактором ризику щодо змін показників центральної гемодинаміки.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ожиріння; об'єм талії; вісцеральний жир; центральна гемодинаміка

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Немеш Маріанна Іванівна, асистент кафедри фундаментальних медичних дисциплін медичного факультету № 2 Ужгородського національного університету, вул. Університетська, 21, Ужгород, Україна, 8800. e-mail: marianna.nemesh@uzhnu.edu.ua, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-8044-7053>

Паламарчук Ольга Сергіївна, асистент кафедри фундаментальних медичних дисциплін медичного факультету № 2 Ужгородського національного університету, вул. Університетська, 21, Ужгород, Україна, 8800. e-mail: olga.palamarchuk@uzhnu.edu.ua, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-9742-1906>

Кентеш Оксана Павлівна, асистент кафедри фізіології та патофізіології медичного факультету Ужгородського національного університету, пл. Народна, 1, Ужгород, Україна, 8800. e-mail: oksana.kentesh@uzhnu.edu.ua, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-63265178>

ВСТУП

Визначення надмірної ваги та ожиріння проводиться прямими, непрямими та критеріальними методами дослідження. До критеріальних методів відносять комп'ютерну топографію (КТ), двоенергетичне рентгенівське сканування, магнітно-резонансну томографію (МРТ) тощо [1]. Наприклад, КТ є одним з найкращих методів для оцінки вмісту вісцеральної жирової тканини, але враховуючи його вартість не є практичним у щоденній практиці лікаря [2]. Тому найбільш поширеними є непрямі методи

дослідження. Наприклад, розрахунок індексу маси тіла (ІМТ), вимірювання стрічкою об'єму талії чи стегон – швидкі та зручні у використанні антропометричні методи дослідження [1]. ІМТ в більшій мірі використовується для ідентифікації наявності чи відсутності ожиріння, а значення об'єму талії – для центрального ожиріння [3, 4]. Цікавим є факт, що значення ІМТ, що відповідають надмірній вазі/ожирінню, не завжди означають, що людина вже має певні метаболічні порушення. В подальшому при вимірюванні артеріального тиску, рівня глюкози та ліпідів в крові людина

залишалася метаболічно здоровою [5]. На сьогоднішній день виділяють декілька підтипів ожиріння: метаболічно здоровий без ожиріння, метаболічно здоровий з ожирінням, метаболічно нездоровий без ожиріння та метаболічно нездоровий з ожирінням. Як виявилось, підтип метаболічно здоровий з ожирінням з часом має більші ризики появи цукрового діабету та артеріальної гіпертензії в порівнянні з метаболічно здоровими без ожиріння, проте нижчий ризик появи захворювань серцево-судинної системи, що характерно для підтипу метаболічно нездоровий з ожирінням [6]. До того ж, за результатами одного з досліджень відомо, що жінки різних етнічних груп, навіть при нормальному значенні ІМТ можуть мати підвищений вміст жирової тканини [7]. За даними літератури відомо, що для людей з нормальною вагою може бути характерним наявність центрального ожиріння [8]. ІМТ дозволяє оцінити наявність чи відсутність надмірної ваги або ожиріння, проте не є біомаркером для визначення абдомінального типу ожиріння. Варто зауважити, що дані антропометричні методи краще використовувати разом, аніж окремо [9]. Показник об'єму талії є малоінформативним щодо кількісного вмісту і співвідношення підшкірної і вісцеральної жирової тканини. Однак, біоімпендансний метод дозволяє нам оцінити кількісно вміст вісцеральної та підшкірної жирової тканини в організмі людини [10]. Адже розподіл жирової тканини периферично чи центрально в організмі по-різному впливає на стан серцево-судинної системи, тому визначення їх кількісного вмісту окремо відіграє важливе значення щодо прогнозування факторів ризику серцево-судинних захворювань [11].

При великому спектрі методів визначення надмірної ваги та ожиріння, «золотого стандарту» немає. Тому, недостатньо тільки спиратися на результати непрямих методів визначення надмірної ваги та ожиріння для оцінки стану організму людини. Варто їх розглядати в поєднанні з лабораторними або діагностичними методами, з метою якіснішої оцінки морфо-функціональних особливостей організму. Збільшення будь-якого з антропометричних показників слугує фактором ризику появи серцево-судинних захворювань. Наприклад, за даними одного з досліджень у чоловіків з надмірною вагою, ІМТ так само як і ОТ

мали позитивні кореляційні зв'язки з показниками систолічного артеріального тиску та тиску в лівому передсерді [12]. Проте, в іншому науковому дослідженні проводилося порівняння точності антропометричних показників в попередженні серцево-судинних факторів ризику. Виявилось, що індекс співвідношення ОТ/ОС з показником ОТ є кращими предикторами появи серцево-судинних захворювань, на відміну від ІМТ та показника окружності стегон [13]. В іншому дослідженні, яке проводилося серед дітей у віці 9-ти та 17-ти років вивчався зв'язок між антропометричними показниками та еластичною здатністю артерій. Виявилось, що для дітей з підвищеним індексом жирової маси тіла та тулуба у віці 9-ти та 17-ти років було характерним збільшення показника швидкості пульсової хвилі в артеріях, в порівнянні з обстежуваними, в яких індекс жирової маси тіла і тулуба знаходилися в межах вікової норми. В умовах даного дослідження тільки індекс жирової маси тіла і на тулубі слугував предиктором появи змін еластичної здатності артерій. [14]. Ще один приклад дослідження, де вивчали зв'язок між масою правого шлуночка і ожирінням у людей віком від 45 до 84 років. В межах даного дослідження ІМТ був тим антропометричним показником, який використовувався для оцінки надмірної ваги чи ожиріння та їхнього впливу на структуру міокарду. Виявилось, що в групі з надмірною вагою маса правого шлуночка була на 6 % більшою в порівнянні з контрольною групою, в яких ІМТ був в межах норми. А в обстежуваних з ожирінням маса правого шлуночка на 8 % була більшою, ніж в контрольній групі [15]. Як бачимо, в науковій літературі часом з'являються результати досліджень, які до певної міри суперечать один одному. Це говорить про те, що немає найкращого антропометричного показника, збільшення якого відповідало високому ризику появи чи погіршення стану серцево-судинних захворювань в людей різної вікової групи та статі. Адже кожен з показників, як було вище зазначено, має свої лімітуючі рамки у визначенні надмірної ваги чи ожиріння. Тому в нашому дослідженні ми вирішили зупинитися на вивченні зв'язку непрямих методів дослідження надмірної ваги та ожиріння з показниками гемодинаміки саме в людей чоловічої статі молодого віку з надмірною вагою.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Визначення зв'язку між показниками центральної гемодинаміки та показниками, отриманих біоімпедансним та антропометричним методами з метою прогнозування змін центральної гемодинаміки у чоловіків з надмірною вагою при подальшому розвитку ожиріння.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Обстежено 49 чоловіків віком від 18–25 років. Показники компонентного складу тіла вимірювалися за допомогою вагів-аналізаторів Tanita BC-601. По-перше, в дослідженні ми використовували такі показники компонентного складу тіла як індекс маси тіла (ІМТ, $\text{кг}/\text{м}^2$; формула визначення $\text{ІМТ} = m/h^2$), вміст вісцерального жиру (ВВЖ, од.) вміст загального жиру (ВЗЖ, %), вміст загального жиру на тулубі (ВЗЖ_т, %). По-друге, ми проводили вимірювання об'єму талії (ОТ, см) об'єму стегон (ОС, см) та визначали індекс співвідношення талії до стегон (індекс ОТ/ОС) [16]. Показники серцево-судинної системи ми визначали за допомогою реографічного комплексу «РЕОКОМ», методом тетраполярної реографії за Кубічеком. Серед показників центральної гемодинаміки ми використовували:

- середній артеріальний тиск (САТ, мм. рт. ст.), який розраховується за формулою $\text{САТ} = \text{діастолічний тиск} + (\text{систолический тиск} - \text{діастолічний тиск})/3$;
- ударний об'єм (УО, мл);
- хвилинний об'єм крові (ХОК, л/хв), який визначається за формулою $\text{ХОК} = \text{УО} \cdot \text{ЧСС}$;

- серцевий індекс ($\text{СІ}, \text{л}/\text{хв} \cdot \text{м}^2$) = $\text{ХОК}/S$ (площа поверхні тіла в м^2);
- загальний периферичний опір (ЗПО, $\text{дин} \cdot \text{с}/\text{см}^5$) = $(\text{САТ} - P_v) \times 80 / \text{ХОК}$, де P_v – тиск в порожнистих венах;
- питомий периферичний опір (ППО, $\text{дин} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^2/\text{см}^5$) = $(\text{САТ} \times 80) \times S / \text{ХОК}$;
- роботу лівого шлуночка (РЛШ, $\text{кг}/\text{м}$), та індекс роботи лівого шлуночка (ІРЛШ, $\text{кг} \cdot \text{м}/\text{м}^2$) визначалися автоматично приладом «РЕОКОМ» під час виконання грудної реографії [17].

Результати дослідження були опрацьовані статистично з використанням кореляційного та мультифакторного регресійного аналізу в комп'ютерній програмі Minitab 17.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

У вибірці чоловіків середнє значення ІМТ становило $26,15 \pm 3,93 \text{ кг}/\text{м}^2$, ВЗЖ = $17,84 \pm 6,37\%$, ВВЖ = $4,02 \pm 2,78 \text{ од.}$, ВЗЖ_т = $17,5 \pm 7,35\%$, ОТ = $90,5 \pm 11,78 \text{ см}$, ОС = $104,2 \pm 7,96 \text{ см}$, індекс ОТ/ОС = $0,86 \pm 0,069$ (табл. 1). Таким чином, значення ІМТ відповідало надмірній вазі, проте ВЗЖ знаходився в межах допустимої норми, а ВВЖ знаходився в межах верхньої границі норми. Середнє значення ОТ знаходилося на рівні норми, значення індексу ОТ/ОС не перевищувало допустиму норму. В цілому, значення компонентного складу тіла у вибірці чоловіків знаходилось в межах допустимої норми, але значення ВВЖ та ОТ сигналізували про те, що варто почати вже корегувати вагу, адже показники абдомінального жиру знаходяться в пограничній зоні.

Таблиця 1

Значення показників непрямих методів дослідження надмірної ваги та ожиріння у вибірці чоловіків

	Нормативні значення	Середні значення показників у вибірці чоловіків (n = 49) ($M \pm m$)
ІМТ, $\text{кг}/\text{м}^2$	18,5–24,9 $\text{кг}/\text{м}^2$	$26,15 \pm 3,93 \text{ кг}/\text{м}^2$
ВЗЖ, %	8–19 %	$17,84 \pm 6,37 \%$
ВЗЖ _т , %	10–20 %	$17,5 \pm 7,35 \%$,
ВВЖ, од.	1–4 од.	$4,02 \pm 2,78 \text{ од.}$
ОТ, см	$\leq 94 \text{ см}$	$90,5 \pm 11,78 \text{ см}$
ОТ/ОС	$\leq 0,95$	$0,86 \pm 0,069 \text{ см}$

Першим етапом дослідження була побудова регресійних моделей з метою вивчення зв'язку між показниками компонентного складу тіла та центральної гемодинаміки.

Спершу ми досліджували зв'язок між показниками ВВЖ з СІ, ППО та ІРЛШ

(табл. 2). Дана модель виявилася статистично достовірною ($p < 0,006$). Кожен з показників центральної гемодинаміки мав статистично достовірний зв'язок з ВВЖ ($p < 0,05$).

Таблиця 2

Результати мультифакторного регресійного аналізу ВВЖ у чоловіків молодого віку в залежності від СІ, ППО та ІРЛШ

Model summary: S = 2,5; R-sq = 23,66 %, R-sq (pred) = 13,24 %; Regression p < 0,006				
	Coef	SE Coef	T-value	P-value
Constant	35,84	9,80	3,66	0,001
СІ, л/хв·м ²	-10,20	2,85	-3,59	0,001
ППО, дин·с·м ² /см ⁵	-0,00730	0,002	-3,38	0,002
ІРЛШ, кг·м/м ²	4,46	1,26	3,55	0,001

$$\text{ВВЖ} = 35,84 - 10,20 \text{ СІ} - 0,00730 \text{ ППО} + 4,46 \text{ ІРЛШ}$$

Показники СІ, ППО та ІРЛШ – інтегральні показники ХОК, ЗПО і РЛШ відповідно, і дають комплексну оцінку щодо скоротливої функції міокарду та функціонального стану судин. Виявилось, що при збільшенні значення показника ІРЛШ на 1 кг·м/м² ВВЖ збільшується на 4,46 од. Отже, в подальшому, при збільшенні ІРЛШ значення ВВЖ зростає, що свідчить про можливість появи абдомінального ожиріння. Зв'язок

між ІРЛШ та ВВЖ утворює свого роду замкнуте коло, в якому не тільки ІРЛШ впливає на ВВЖ, а й жирова тканина згодом сприятиме збільшенню товщини стінок лівого шлуночка [18].

В наступній моделі ми вивчали зв'язок між показником ВЗЖт з показниками центральної гемодинаміки. Дана регресійна модель також є статистично достовірною ($p < 0,005$) (табл. 3).

Таблиця 3

Результати мультифакторного регресійного аналізу ВЗЖт у чоловіків молодого віку в залежності від СІ, ППО та ІРЛШ

Model summary: S = 6,6; R-sq = 24,33 %, R-sq (pred) = 11,67 %; Regression p < 0,005				
	Coef	SE Coef	T-value	P-value
Constant	96,9	25,8	3,75	0,001
СІ, л/хв·м ²	-26,69	7,5	-3,56	0,001
ППО, дин·с·м ² /см ⁵	-0,018	0,0056	-3,24	0,002
ІРЛШ, кг·м/м ²	12,20	3,31	3,69	0,001

$$\text{ВЗЖт} = 96,9 - 26,69 \text{ СІ} - 0,018 \text{ ППО} + 12,20 \text{ ІРЛШ}$$

ВЗЖт характеризує вміст підшкірної жирової тканини. Відомо, що підшкірна жирова тканина так само як і вісцеральна виробляє ряд гормонів, що опосередковано впливають на стан ендотелію судин та на міокард. Ряд адипокінів підшкірної жирової тканини мають протизапальний характер при ішемічному ураженні міокарду, на відміну від вісцеральної жирової тканини [19]. Але збільшення вмісту підшкірної жирової тканини, а саме, глибоких її шарів, які за

гормональною активністю подібні до вісцеральної жирової тканини, матиме негативний вплив на міокард [20]. Таким чином, у чоловіків із збільшенням ІРЛШ та 1 кг/м² значення ВЗЖт також буде зростати, але на 12,20 %. Це приведе до надмірного вироблення лептину підшкірною жирковою тканиною, і запустить патолофізіологічний процес лептинорезистентності [21].

Надалі ми вивчали зв'язок між індексом співвідношення ОТ/ОС з

показниками СІ, ППО та ІРЛШ. Дана регресійна модель виявилася статистично достовірною ($p < 0,001$). (табл. 4). За

результатами регресійного аналізу при збільшенні ІРЛШ на 1 кг м/м^2 показник індексу ОТ/ОС збільшиться на 0,13.

Таблиця 4

Результати мультифакторного регресійного аналізу індексу ОТ/ОС у чоловіків молодого віку в залежності від СІ, ППО та ІРЛШ

Model summary: S = 0,059; R-sq = 29,90 %, R-sq (pred) = 18,34%; Regression p < 0,001				
	Coef	SE Coef	T-value	P-value
Constant	1,519	0,233	6,51	0,001
СІ л/хв·м ²	-0,2598	0,0678	-3,83	0,001
ППО, дин·с·м ² /см ⁵	-0,00015	0,000051	-2,91	0,006
ІРЛШ, кг·м/м ²	0,13	0,0299	4,34	0,001

Індекс ОТ/ОС= 1,519-0,2598 СІ – 0,00015 ППО + 0,13 ІРЛШ

Регресійна модель, в якій вивчався зв'язок між ОТ та гемодинамічними показниками також виявилася статистично достовірною ($p < 0,001$). При збільшенні ІРЛШ на 1 кг м/м^2 значення ОТ зростатиме на 23,5 см. На нашу думку, використання ОТ є більш доцільним, ніж індексу ОТ/ОС, адже як виявилось, регресійна модель із залежною змінною ОТ так само як й з індексом ОТ/ОС виявилася статистично достовірною і

зв'язок даних антропометричних показників з гемодинамічними є подібним. До того ж, за даними наукових джерел відомо, що ОТ є кращим предиктором появи серцево-судинних захворювань, ніж індекс ОТ/ОС (табл. 5) [22, 23].

Наступна частина дослідження полягає у кореляційному аналізі між показниками компонентного складу тіла та центральної гемодинаміки (табл. 6).

Таблиця 5

Результати мультифакторного регресійного аналізу ОТ у чоловіків молодого віку в залежності від СІ, ППО та ІРЛШ

Model summary: S = 9,84; R-sq = 34,59 %, R-sq (pred) = 23,85 %; Regression p < 0,001				
	Coef	SE Coef	T-value	P-value
Constant	209,8	38,5	5,46	0,000
СІ л/хв·м ²	-46,4	11,2	-4,15	0,001
ППО, дин·с·м ² /см ⁵	-0,02824	0,00848	-3,33	0,002
ІРЛШ, кг·м/м ²	23,50	4,93	4,77	0,001

Таблиця 6

Кореляційний аналіз між антропометричними показниками та центральної гемодинаміки

	ІМТ, кг/м ²	ВЗЖ, %	ВВЖ, од.	ВЗЖт, %	ОТ, см	ОС, см	Індекс ОТ/ОС
САТ, мм.рт.ст	0,158	0,195	0,107	0,152	0,276	0,254	0,235
УО, мл	0,235	0,128	0,180	0,124	0,247	0,324**	0,104
ХОК, л/хв	0,475***	0,405**	0,374***	0,394***	0,481***	0,516***	0,310**
СІ, л/хв·м ²	0,110	0,090	0,059	0,082	0,115	0,176	0,022
ЗПО, дин·с/см ⁵	-0,41***	-0,33**	-0,34**	-0,311**	-0,351**	-0,338***	-0,194
ППО, дин·с·м ² /см ⁵	-0,137	-0,177	-0,113	-0,311	-0,351	-0,387	-0,194
РЛШ, кг/м	0,499***	0,41***	0,378***	0,389***	0,535***	0,543***	0,377***
ІРЛШ, кг·м/м ²	0,216	0,194	0,133	0,174	0,271	0,287	0,183

Примітка: *– відхилення достовірного $p < 0,05$; **– відхилення достовірного $p < 0,01$; ***– відхилення достовірного $p < 0,001$

За результатами кореляційного аналізу виявилося, що показник ОС мав сильніший, позитивний, статистично достовірний зв'язок з ХОК ($r = 0,516$, $p < 0,001$), в порівнянні з ОТ ($r = 0,481$, $p < 0,001$) і показниками вмісту жирової тканини в організмі. Еволюційно склалося, що для чоловіків більш характерним є накопичення жирової тканини центрально, а периферичне накопичення жиру – характерне для жінок [24]. На нашу думку, наявність надмірної ваги у чоловіків молодого віку необхідно оцінювати комплексно – з вимірюванням ОС, а також ОТ. Показники ОТ та ВВЖ мали статистично достовірні, слабкі, негативні кореляційні зв'язки із ЗПО ($r = -0,351$ та $r = -0,34$, $p < 0,01$). Таким чином, збільшення ОТ чи вмісту вісцерального жиру приведе до зниження загального периферичного опору судин. Отримані результати є закономірними, адже, при збільшенні даних антропометричних показників значення ХОК зростатиме, а значення показника судинного опору зменшуватиметься. Таким чином, тривалий час знижений периферичний опір попереджуватиме збільшення артеріального тиску, але з часом тривала вазодилатація приведе до ендотеліальної

дисфункції та надмірне виділення оксиду азоту матиме цитотоксичний ефект на скоротливу здатність міокарду [25]. Варто зауважити, що резистин, вісфатин – гормони, що виробляються вісцеральною жировою тканиною сприятимуть зниженню ендотеліальної функції судин, що є одним з факторів появи артеріальної гіпертензії [26]. Показник РЛШ мав статистично достовірні, позитивні та середньої сили кореляційні зв'язки з ІМТ ($r = 0,499$, $p < 0,001$) ОТ ($r = 0,535$, $p < 0,001$) та ОБ ($r = 0,543$, $p < 0,001$). З показниками ВЗЖ ($r = 0,41$, $p < 0,001$) та ВВЖ ($r = 0,378$, $p < 0,001$) були також позитивні статистично достовірні зв'язки, але дещо слабші. Отримані результати можемо пояснити тим, що ІМТ, так само як і ОТ, є комплексними показниками, які не відмежовують вміст загального та вісцерального жирів.

ВИСНОВКИ

Враховуючи результати мультифакторного та кореляційного аналізу встановлено, що у чоловіків з надмірною масою тіла подальше її збільшення з розвитком ожиріння є фактором ризику щодо змін показників центральної гемодинаміки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Duren D. L., Sherwood R. J., Czerwinski S. A., Lee M., Choh A. C., Siervogel R. M. et al. Body composition methods: comparisons and interpretation. *Journal of Diabetes Science and Technology*. 2008 Nov; 2 (6): 1139–1146. <https://doi.org/10.1177/193229680800200623>
2. Finch P. Intra-abdominal fat: Comparison of computed tomography fat segmentation and bioimpedance spectroscopy. *Malawi Medical Journal*. 2017 Aug; 29 (2): 155–159. <https://doi.org/10.4314/mmj.v29i2.15>
3. World Health Organization (2011). Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation [Internet]. Geneva: World Health Organization; 8–11 December 2008. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44583>
4. Weir C. B., Jan A. BMI classification percentile and cut off points. *Stat Pearls* [Internet]. 2019. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541070/>
5. Blüher M. Metabolically Healthy Obesity. *Endocrine Reviews*. 2020 Jun; 41 (3): 405–420. <https://doi.org/10.1210/endrev/bnaa004>
6. Echouffo-Tcheugui J. B., Short M. I., Xanthakis V., Field P., Sponholtz T. R., Larson M. G., Vasan R. S. Natural History of Obesity Subphenotypes: Dynamic Changes Over Two Decades and Prognosis in the Framingham Heart Study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2019 Mar; 104 (3): 738–752. <https://doi.org/10.1210/jc.2018-01321>. PMID: 30339231; PMCID: PMC6349002.
7. Carpenter C. L., Yan E., Chen S., Hong K., Arechiga A., Kim W. S. et al. Body fat and body-mass index among a multiethnic sample of college-age men and women. *Journal of Obesity* [Internet]. 2013 Apr. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23691288/>, <https://doi.org/10.1155/2013/790654>
8. Wise J. Waist measurement, not BMI, is stronger predictor of death risk, study finds. *British Medical Journal* [Internet]. 2017 Apr; 357: j2033. Available from: <https://www.bmj.com/content/357/bmj.j2033/rr>, <https://doi.org/10.1136/bmj.j2033>

9. Ross R., Neeland I. J., Yamashita S., Shai I., Seidell J., Magni P. et al. Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. *Nature Reviews Endocrinology*. 2020 Feb; 16: 177–189. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0310-7>
10. Amani R. Comparison between bioelectrical impedance analysis and body mass index methods in determination of obesity prevalence in Ahvazi women. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2007; 61: 478–482. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602545>
11. Schlett C. L., Lorbeer R., Arndt C., Auweter S., Machann J., Hetterich H., Linkohr B., Rathmann W., Peters A., Bamberg F. Association between abdominal adiposity and subclinical measures of left-ventricular remodeling in diabetics, prediabetics and normal controls without history of cardiovascular disease as measured by magnetic resonance imaging: results from the KORA-FF4 Study. *Cardiovasc Diabetol*. 2018 Jun 12; 17 (1): 88. doi: 10.1186/s12933-018-0721-0.
12. Shahabi J., Garakyaraghi M., Shafie D., Khaledifar A., Hedayat A., Givi M., Yadegarfar G. The association of anthropometric indices and cardiac function in healthy adults. *ARYA atherosclerosis*. 2019; 15 (1): 9–13. <https://doi.org/10.22122/arya.v15i1.1307>
13. Harald J. S., Heide G., Jens K., Böhler S., Lehnert H., Zeiher A. M., Winfried M. et al. Accuracy of anthropometric indicators of obesity to predict cardiovascular risk. *Journal of clinical endocrinology and metabolism*. 2017 Feb; 92 (2): 589–594. <https://doi.org/10.1210/jc.2006-0254>
14. Dangardt F., Charakida M., Georgiopoulos G., Chiesa S. T., Rapala A., Wade K. H. et al. Association between fat mass through adolescence and arterial stiffness: a population-based study from The Avon Longitudinal Study of Parents and Children. *The Lancet Child & Adolescent Health*. 2019; 3 (7): 474–481. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30105-1](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30105-1)
15. Chahal H., McClelland R. L., Tandri H., Jain A., Turkbey E. B., Hundley W. G. et al. Obesity and right ventricular structure and function: the MESA-Right Ventricle Study. *Chest*. 2012 Feb; 141 (2): 388–395. <https://doi.org/10.1378/chest.11-0172>
16. Gallaghe D., Heymsfield S.B., Heo M., Jebb S. A., Murgatroyd P. R., Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2000 Sep; 72 (3): 694–701. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.3.694>
17. Гундаров И. А., Пушкарь Ю. Т., Константинов Е. Н. О нормативах центральной гемодинамики, определяемых методом тетраполярной грудной реографии. *Терапевтический архив*. 1983; 4: 26–32.
18. Corden B., De Marvao A., Dawes T. J., Shi W., Rueckert D., Cook S. A. Relationship between body composition and left ventricular geometry using three dimensional cardiovascular magnetic resonance. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*. 2016 May; 18 (1): 32–36. <https://doi.org/10.1186/s12968-016-0251-4>
19. Anthony S. R., Guarnieri A. R., Gozdiff A., Helsley R. N., Phillip Owens A., Tranter M. Mechanisms linking adipose tissue inflammation to cardiac hypertrophy and fibrosis. *Clinical Science*. 2019 Nov; 133 (22): 2329–2344. doi:10.1042/CS20190578
20. Luong Q., Kevin Y. L.. The heterogeneity of white adipose tissue. In: Szablewski L editor. *Adipose Tissue* [Internet]. London: Intech Open; 2018. 177. Available from: doi: 10.5772/intechopen.76898. <https://www.intechopen.com/books/adipose-tissue/the-heterogeneity-of-white-adipose-tissue>.
21. Gruzdeva O., Borodkina D., Uchasova E., Dyleva Y., Barbarash O. (2019). Leptin resistance: underlying mechanisms and diagnosis. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity : targets and therapy*. 2019; 12: 191–198. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S182406>
22. Visscher T. L., Seidell J. C., Molarius A., van der Kuip D., Hofman A., Witteman J. C. A comparison of body mass index, waist-hip ratio and waist circumference as predictors of all-cause mortality among the elderly: the Rotterdam study. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 2001 Nov; 25 (11): 1730–1735. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801787>
23. Vazquez G., Duval S., David R. J., Silventoinen Jr. K. Comparison of Body Mass Index, Waist Circumference, and Waist/Hip Ratio in Predicting Incident Diabetes: A Meta-Analysis. *Epidemiologic Reviews*. 2007; 29 (1): 115–128. <https://doi.org/10.1093/epirev/mxm008>
24. Chang E., Varghese M., Singer K. Gender and Sex Differences in Adipose Tissue. *Curr Diab Rep*. 2018 Jul 30; 18 (9): 69. <https://doi.org/10.1007/s11892-018-1031-3>
25. Giannitsi S., Bougiakli M., Bechlioulis A., Naka K. (2019). Endothelial dysfunction and heart failure: A review of the existing bibliography with emphasis on flow mediated dilation. *JRSM cardiovascular disease*. 2019; 8. <https://doi.org/10.1177/204800401984304722>
26. Farb M. G., Gokce N. (2015). Visceral adiposopathy: a vascular perspective. *Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation*. 2015 Feb; 21 (2): 125–136. <https://doi.org/10.1515/hmbci-2014-0047>

REFERENCES

1. Duren DL, Sherwood RJ, Czerwinski SA, Lee M, Choh AC, Siervogel RM, et al. Body composition methods: comparisons and interpretation. *Journal of Diabetes Science and Technology*. 2008 Nov; 2 (6): 1139–1146. <https://doi.org/10.1177/193229680800200623>
2. Finch P. Intra-abdominal fat: Comparison of computed tomography fat segmentation and bioimpedance spectroscopy. *Malawi Medical Journal*. 2017 Aug; 29 (2): 155–159. <https://doi.org/10.4314/mmj.v29i2.15>
3. World Health Organization (2011). Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation [Internet]. Geneva: World Health Organization; 8–11 December 2008. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44583>
4. Weir CB, Jan A. BMI classification percentile and cut off points. *StatPearls* [Internet]. 2019. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541070/>
5. Blüher M. Metabolically Healthy Obesity. *Endocrine Reviews*. 2020 Jun; 41 (3): 405–420. <https://doi.org/10.1210/edrv/bnaa004>
6. Echouffo-Tcheugui JB, Short MI, Xanthakis V, Field P, Sponholtz TR, Larson MG, Vasani RS. Natural History of Obesity Subphenotypes: Dynamic Changes Over Two Decades and Prognosis in the Framingham Heart Study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2019 Mar; 104 (3): 738–752. <https://doi.org/10.1210/jc.2018-01321>. PMID: 30339231; PMCID: PMC6349002.
7. Carpenter CL, Yan E, Chen S, Hong K, Arechiga A, Kim WS, et al. Body fat and body-mass index among a multiethnic sample of college-age men and women. *Journal of Obesity* [Internet]. 2013 Apr. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23691288/>, <https://doi.org/10.1155/2013/790654>
8. Wise J. Waist measurement, not BMI, is stronger predictor of death risk, study finds. *British Medical Journal* [Internet]. 2017 Apr; 357: j2033. Available from: <https://www.bmj.com/content/357/bmj.j2033/rr>, <https://doi.org/10.1136/bmj.j2033>
9. Ross R, Neeland IJ, Yamashita S, Shai I, Seidell J, Magni P, et al. Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. *Nature Reviews Endocrinology*. 2020 Feb; 16: 177–189. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0310-7>
10. Amani R. Comparison between bioelectrical impedance analysis and body mass index methods in determination of obesity prevalence in Ahvazi women. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2007; 61: 478–482. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602545>
11. Schlett CL, Lorbeer R, Arndt C, Auweter S, Machann J, Hetterich H, Linkohr B, Rathmann W, Peters A, Bamberg F. Association between abdominal adiposity and subclinical measures of left-ventricular remodeling in diabetics, prediabetics and normal controls without history of cardiovascular disease as measured by magnetic resonance imaging: results from the KORA-FF4 Study. *Cardiovasc Diabetol*. 2018 Jun 12; 17 (1): 88. <https://doi.org/10.1186/s12933-018-0721-0>
12. Shahabi J, Garakyaraghi M, Shafie D, Khaledifar A, Hedayat A, Givi M, Yadegarfar G. The association of anthropometric indices and cardiac function in healthy adults. *ARYA atherosclerosis*. 2019; 15 (1): 9–13. <https://doi.org/10.22122/arya.v15i1.1307>
13. Harald JS, Heide G, Jens K, Böhler S, Lehnert H, Zeiher AM, Winfried M, et al. Accuracy of anthropometric indicators of obesity to predict cardiovascular risk. *Journal of clinical endocrinology and metabolism*. 2017 Feb; 92 (2): 589–594. <https://doi.org/10.1210/jc.2006-0254>
14. Dangardt, F, Charakida, M, Georgiopoulou, G, Chiesa, ST, Rapala, A, Wade, K H, et al. Association between fat mass through adolescence and arterial stiffness: a population-based study from The Avon Longitudinal Study of Parents and Children. *The Lancet Child & Adolescent Health*. 2019; 3 (7): 474–481. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30105-1](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30105-1)
15. Chahal, H, McClelland, RL, Tandri, H, Jain, A, Turkbey, EB, Hundley, WG, et al. Obesity and right ventricular structure and function: the MESA-Right Ventricle Study. *Chest*. 2012 Feb; 141 (2): 388–395. <https://doi.org/10.1378/chest.11-0172>
16. Gallaghe, D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA., Murgatroyd PR, Sakamoto, Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2000 Sep; 72 (3): 694–701. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.3.694>
17. Гундаров ИА, Пушкарь ЮТ, Константинов ЕН. О нормативах центральной гемодинамики, определяемых методом тетраполярной грудной реографии. *Терапевтический архив*. 1983; 4: 26–32.
18. Corden B, De Marvao A, Dawes TJ, Shi W, Rueckert D, Cook SA. Relationship between body composition and left ventricular geometry using three dimensional cardiovascular magnetic resonance. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*. 2016 May; 18 (1): 32–36. <https://doi.org/10.1186/s12968-016-0251-4>
19. Anthony SR, Guarnieri AR, Gozdiff A, Helsley RN, Phillip Owens A, Tranter M. Mechanisms linking adipose tissue inflammation to cardiac hypertrophy and fibrosis. *Clinical Science*. 2019 Nov; 133 (22): 2329–2344. doi:10.1042/CS20190578

20. Luong Q, Kevin YL. The heterogeneity of white adipose tissue. In: Szablewski L editor. Adipose Tissue [Internet]. London: IntechOpen; 2018. 177. Available from: doi: 10.5772/intechopen.76898. <https://www.intechopen.com/books/adipose-tissue/the-heterogeneity-of-white-adipose-tissue>.
21. Gruzdeva O, Borodkina D, Uchasova E, Dyleva Y, Barbarash O. (2019). Leptin resistance: underlying mechanisms and diagnosis. Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy. 2019; 12: 191–198. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S182406>
22. Visscher TL, Seidell JC, Molarius A, van der Kuip D, Hofman A, Witteman JC. A comparison of body mass index, waist-hip ratio and waist circumference as predictors of all-cause mortality among the elderly: the Rotterdam study. International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders. 2001 Nov; 25 (11): 1730–1735. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801787>
23. Vazquez G, Duval S, David RJ, Silventoinen JrK. Comparison of Body Mass Index, Waist Circumference, and Waist/Hip Ratio in Predicting Incident Diabetes: A Meta-Analysis. Epidemiologic Reviews. 2007; 29 (1): 115–128. <https://doi.org/10.1093/epirev/mxm008>
24. Chang E, Varghese M, Singer K. Gender and Sex Differences in Adipose Tissue. Curr Diab Rep. 2018 Jul 30; 18 (9): 69. <https://doi.org/10.1007/s11892-018-1031-3>
25. Giannitsi S, Bougiakli M, Bechlioulis A, Naka K. (2019). Endothelial dysfunction and heart failure: A review of the existing bibliography with emphasis on flow mediated dilation. JRSM cardiovascular disease. 2019; 8. <https://doi.org/10.1177/204800401984304722>
26. Farb MG, Gokce N. (2015). Visceral adiposopathy: a vascular perspective. Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation. 2015 Feb; 21 (2): 125–136. <https://doi.org/10.1515/hmbci-2014-0047>

PREDICTION OF CHANGES IN CENTRAL HEMODYNAMICS IN OVERWEIGHT MEN WITH FURTHER DEVELOPMENT OF OBESITY

Nemesh M. I., Palamarchuk O. S., Kentesh O. P.

Introduction. There is a wide range of anthropometric methods for determination overweight and obesity. The most popular are body mass index, waist and hip circumference or waist-hip ratio and the measurement of body composition using bioimpedance method. Each of these methods has a lot of pros and cons, but none of them is the «gold standard». Therefore, it is not enough to rely only on the results of indirect methods to assess the state of the human body. They should be taken into account with laboratory or diagnostic methods, to better assess the morpho-functional features of the human body.

The aim. To determine the relationship between central hemodynamic parameters and indices obtained by bioimpedance and anthropometric methods in order to predict changes in central hemodynamics in overweight men with the further development of obesity.

Materials and methods of the research. 49 men aged 18–25 were examined. Body component composition was measured using Tanita BC-601 analyzer scales. Also body mass index and waist, hip circumference were measured. The indices of the cardiovascular system were determined using the rheographic complex «REOKOM», the method of tetrapolar rheography according to Kubicek. The results of the study were statistically processed using correlation and multifactor regression analysis.

Results. According to the results of multifactor regression analysis, it was found that waist circumference and the index of visceral fat were associated with indices of cardiac index and the index of workload of left ventricular and the index of the peripheral vascular resistance ($p < 0.05$). Waist circumference and index of visceral fat had negative correlations with total peripheral resistance ($r = -0,351$ and $r = -0,34$, $p < 0,01$). Moreover, waist circumference and the index of visceral fat have positive correlation with cardiac output and the workload of left ventricle ($r = 0,543$, $p < 0,001$; $r = 0,378$, $p < 0,001$).

Conclusions. Waist circumference and indices of visceral fat and subcutaneous fat in the trunk are the most accurate methods for predicting in future not only abdominal obesity but also an increase in workload of the left ventricle, cardiac output, and decreased vascular resistance.

KEY WORDS: obesity; waist circumference; visceral fat; central hemodynamics

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Nemesh Marianna, assistant of the department of fundamental medical disciplines of the medical faculty № 2, Uzhhorod National University, 21, st. University, Uzhhorod, Ukraine, 88000. e-mail: marianna.nemesh@uzhnu.edu.ua, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-8044-7053>

Palamarchuk Olga, assistant of the department of fundamental medical disciplines of the medical faculty № 2, Uzhhorod National University, 21, st. University, Uzhhorod, Ukraine, 88000. e-mail: olga.palamarchuk@uzhnu.edu.ua, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-9742-1906>

Kentesh Oksana, assistant of the department of physiology and pathophysiology, medical faculty, Uzhhorod National University, 1, Narodna Square, Uzhhorod, Ukraine, 88000. e-mail: oksana.kentesh@uzhnu.edu.ua, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-63265178>

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У МУЖЧИН С ИЗБЫТОЧНЫМ ВЕСОМ И ВОЗМОЖНЫМ РАЗВИТИИ ОЖИРЕНИЯ

Немеш М. И., Паламарчук О. С., Кентеш О. П.

Вступление. При большом спектре косвенных методов для определения избыточного веса и ожирения «золотого стандарта» нет. Наиболее распространенными в практике врача является определение объема талии, бедер и индекса массы тела. Однако, недостаточно только ориентироваться на результаты косвенных методов для оценки состояния организма человека. Стоит их рассматривать в сочетании с лабораторными или диагностическими методами с целью качественной оценки морфо-функциональных особенностей организма.

Цель. Определение связи между показателями центральной гемодинамики и показателями, полученными биоимпедансным и антропометрическим методами с целью прогнозирования изменений центральной гемодинамики у мужчин с избыточным весом при дальнейшем развитии ожирения.

Материалы и методы исследования. Обследовано 49 мужчин в возрасте от 18–25 лет. Показатели компонентного состава тела измерялись с помощью весов-анализаторов Tanita BC-601. Также измерялись индекс массы тела и объем талии, бедер. Показатели сердечно-сосудистой системы мы определяли с помощью реографического комплекса «РЭОКОМ», методом тетраполярной реографии по Кубичеку. Результаты исследования были обработаны статистически с использованием корреляционного и мультифакторного регрессионного анализа.

Результаты. По результатам мультифакторного регрессионного анализа оказалось, что объем талии и содержание висцерального жира имели связи с показателями сердечного индекса и индекса работы левого желудочка ($p < 0,05$). Показатель объема талии и содержание висцерального жира имели негативные корреляционные связи с общим периферическим сопротивлением ($r = -0,351$ и $r = -0,34$, $p < 0,01$).

Выводы. Учитывая результаты мультифакторного и корреляционного анализов дальнейшее увеличение показателей объема талии, содержание висцерального и общего жира на туловище выступают наиболее точными методами для прогнозирования появления в будущем не только абдоминального ожирения, а параллельно с этим увеличения показателей работы сердца, минутного объема крови и снижение общего сосудистого сопротивления.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ожирение; объем талии; висцеральный жир; центральная гемодинамика

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Немеш Марианна Ивановна, ассистент кафедры фундаментальных медицинских дисциплин медицинского факультета № 2 Ужгородского национального университета, ул. Университетская, 21, Ужгород, Украина, 88000. e-mail: marianna.nemesh@uzhnu.edu.ua, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-8044-7053>

Паламарчук Ольга Сергеевна, ассистент кафедры фундаментальных медицинских дисциплин медицинского факультета № 2 Ужгородского национального университета, ул. Университетская, 21, Ужгород, Украина, 88000. e-mail: olga.palamarchuk@uzhnu.edu.ua, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-9742-1906>

Кентеш Оксана Павловна, ассистент кафедры физиологии и патофизиологии медицинского факультета Ужгородского национального университета, пл. Народная, 1, Ужгород, Украина, 88000. e-mail: oksana.kentesh@uzhnu.edu.ua, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-63265178>

Conflicts of interest: author has no conflict of interest to declare.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Конфликт интересов: отсутствует.

*Отримано: 14.01.2021 року
Прийнято до друку: 17.05.2021 року*