

# Комп'ютерна томографія, ультразвукове сканування та біоімпедансометрія як методи дослідження абдомінальної жирової тканини у жінок з метаболічним синдромом

Н.Ю. Вороненко<sup>1</sup>, І.М. Дикан<sup>2</sup>, О.І. Мухомор<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика, м. Київ

<sup>2</sup>Державна установа «Інститут променевої діагностики і ядерної медицини НАМН України», м. Київ

<sup>3</sup> Центр ультразвукової діагностики та інтервенційної сонографії Клінічної лікарні «Феофанія», м. Київ

Стаття присвячена вивченню топографо-анатомічних особливостей абдомінальної жирової тканини у жінок репродуктивного віку з метаболічним синдромом (МС). Установлено, що точність вимірювання підшкірного абдомінального жиру (ПАЖ) методами ультразвукового дослідження (УЗД) і комп'ютерної томографії (КТ) нижча у групі жінок з більш високим індексом маси тіла (ІМТ). Вимірювання інтраабдомінального жиру (ІАЖ) методами УЗД і КТ майже не має відмінностей у точності залежно від показника ІМТ у жінок з МС. Результати визначення відсотку вісцеральної жирової тканини методом біоелектричного імпедансу мають більш сильний кореляційний взаємозв'язок з результатами вимірювання ІАЖ за допомогою КТ-сканування, ніж метод ультразвукового сканування. Установлено порогову величину площі ІАЖ у жінок репродуктивного віку з МС, що підвищує ризик розвитку гормнозалежних гіперпроліферативних процесів майже в два рази.

**Ключові слова:** метаболічний синдром, жирова тканина, ультразвукове дослідження, комп'ютерна томографія, біоімпедансометрія.

Підвищене накопичення жиру навколо живота, або абдомінальне ожиріння, чинить вагомий вплив на розвиток метаболічних порушень в організмі, призводячи до ендокринного жіночого безпліддя та ускладнених вагітності [1, 9, 11, 13, 22, 24]. Жирова тканина абдомінальної зони відіграє важливу роль у генезі та прогресуванні інсулінорезистентності та у пов'язаних з нею метаболічних розладах, нейрогормональних порушеннях, підвищенні активності симпатичної нервової системи. Вимірювання окружності талії (ОТ) використовують для виявлення осіб з абдомінальним ожирінням [14, 29], проте даний показник не може диференціювати накопичення інтраабдомінального жиру (ІАЖ) та підшкірного абдомінального жиру (ПАЖ) [11, 14, 28]. Надійне і точне вимірювання ІАЖ та ПАЖ важливо не тільки як інструмент для прогнозування ризику розвитку серцево-судинних і метаболічних захворювань, але важливо також для оцінювання впливу цих жирових відсіків на жіночу репродуктивну функцію.

Накопичення ІАЖ пов'язано з резистентністю до інсуліну у жінок з синдромом полікістозних яєчників (СПКЯ) і метаболічним синдромом (МС) [1, 20], сприяючи ановуляції внаслідок гіперінсулінемії [25]. Жінки з ановуляторними циклами при СПКЯ, у яких відновились овуляції в результаті програми модифікації способу життя, втрачають більше ІАЖ, ніж ПАЖ, у порівнянні з

жінками, у яких не відновились овуляторні цикли [16]. Збільшення кількості ІАЖ на ранніх термінах вагітності пов'язано з резистентністю до інсуліну і підвищенням діастолічного артеріального тиску [8], що може бути предиктором порушення толерантності до глюкози на пізніх термінах вагітності [21]. Ураховуючи наявність всесвітньої епідемії ожиріння і його наслідків на жіночу фертильність [1, 19, 22], не викликає сумнівів необхідність подальших досліджень з вивчення впливу змін кількості ІАЖ і ПАЖ на жіночу репродуктивну систему.

Ультразвукове сканування абдомінальної зони може бути хорошим інструментом для вимірювання ІАЖ і ПАЖ [6, 10, 26] у зв'язку з відсутністю протипоказань, низькою вартістю та його загальнодоступністю у жіночих консультаціях. Застосування комп'ютерної (КТ) та магнітно-резонансної томографії (МРТ) дозволило вивчити топографію жирової тканини в абдомінальній області і розділити її на вісцеральну (інтраабдомінальну) і підшкірну [7, 12]. Вдалося підтвердити зв'язок між вісцеральною жировою тканиною, інсулінорезистентністю та порушеннями метаболізму [2, 21]. Результати досліджень свідчать, що значне збільшення маси тіла (за даними КТ відповідає площі ІАЖ на рівні L4–L5 хребців 130 см<sup>2</sup>), як правило, поєднується з метаболічними порушеннями [17]. Однак висока вартість і значні променеві ризики з боку репродуктивної системи обмежують широке використання КТ у клінічній практиці. Пацієнтки, які брали участь у нашому дослідженні, мали прояви клінічної і/або біохімічної гіперандрогенії, що обґрунтовувало доцільність призначення їм КТ-сканування органів черевної порожнини не з метою вивчення стану абдомінальної жирової тканини, а для виключення об'ємної патології надниркових залоз, включаючи онкопатологію в групі жінок пізнього репродуктивного віку.

Наразі все більшої популярності набуває неінвазивний інформативний скринінговий метод – імпедансометрія [4, 5]. У наукових дослідженнях виявлено [5], що імпеданс тканин залежить від обсягу екстрацелюлярної рідини в організмі, а величина сектора позаклітинної рідини взаємопов'язана з жировою масою тіла. Деякими авторами було виявлено кореляційний зв'язок між імпедансом тканин і обсягом екстрацелюлярної рідини у осіб з ожирінням: при збільшенні товщини підшкірної жирової клітковини показники імпедансу тканин підвищуються [4]. Автори висловлюють припущення про можливість використання імпедансометрії як неінвазивного методу оцінювання складу організму, його гомеостазу, у тому числі при змінах у метаболічних показниках організму.

Неінвазивний біоелектричний імпеданс-аналіз може слугувати одним із методів визначення відсоткового вмісту як жирової, так і м'язової систем тіла.

Установлена чітка кореляція між ступенем розвитку вісцеральної жирової тканини (ВЖТ) і величиною ОТ: ІАЖ, що має площу 130 см<sup>2</sup> у жінок віком до 40 років, відповідає ОТ 100 см, у віці 40–60 років – 90 см [9]. ВЖТ, на відміну від жирової тканини іншої локалізації, більш іннервована, має більш широкую мережу капілярів і безпосередньо сполучається з порталною системою. Вісцеральні адипоцити мають високу щільність β-адренорецепторів (особливо β<sub>3</sub>-типу), кортикостероїдних та андрогенних рецепторів і відносно низьку – α<sub>2</sub>-адренорецепторів та рецепторів до інсуліну [13, 14]. Ці особливості визначають високу чутливість ВЖТ до ліполітичної дії катехоламінів і низьку – до антиліполітичної дії інсуліну (особливо в постпрандіальний період), забезпечуючи добру сприйнятливості гормональних змін, часто супроводжує абдомінальне ожиріння [15].

Кілька досліджень в різних популяціях підтвердили, що УЗД є надійним інструментом для вимірювання ІАЖ і ПАЖ в порівнянні з золотим стандартом – абдомінальною КТ або МРТ [7, 12, 26, 27]. Однак ці дослідження в основному проводили у групах населення літнього віку, а не у жінок репродуктивного віку. Склад тіла і розподіл абдомінальної жирової тканини змінюються з віком і потенційно впливають на надійність ультразвукової виміральної техніки, тому доречним є проведення порівняння дослідження якості КТ, біоімпедансометрії і УЗД для характеристики ІАЖ.

**Мета дослідження:** вивчення топографо-анатомічних особливостей абдомінальної жирової тканини у жінок репродуктивного віку з метаболічним синдромом.

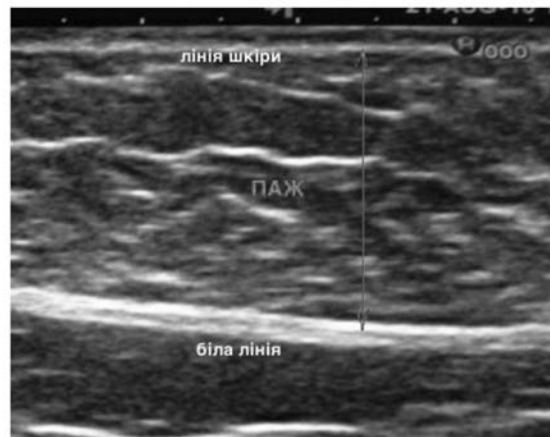
### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проводили на клінічних базах кафедри акушерства, гінекології та перинатології НМАПО імені П.Л. Шупика, відділу ендокринної гінекології ДУ «Інститут педіатрії, акушерства та гінекології НАМН України», ДУ «Інститут променевої діагностики і ядерної медицини НАМН України» і Центру ультразвукової діагностики та інтервенційної сонографії Клінічної лікарні «Феофанія».

Нами було проведено дослідження топографо-анатомічних характеристик абдомінальної жирової тканини у 35 жінок репродуктивного віку з МС. Діагноз МС встановлювали згідно з критеріями IDF, 2005 р. [2, 23], а саме, наявність ожиріння та двох з наступних критеріїв: артеріальної гіпертензії, порушення вуглеводного обміну і дисліпідемії.

У ході загального обстеження визначали антропометричні дані – зріст, масу тіла та обчислювали індекс маси тіла (ІМТ) – співвідношення маси тіла в кілограмах і довжини тіла в метрах, зведеної в квадрат [19,28]. Згідно з класифікацією ВООЗ показники ІМТ від 18,5 до 24,9 кг/м<sup>2</sup> характеризують нормальну масу тіла, від 25 кг/м<sup>2</sup> до 29,9 кг/м<sup>2</sup> свідчать про надмірну масу тіла, а до ожиріння відносять показники ІМТ ≥30 кг/м<sup>2</sup> [2, 13, 29].

Клінічна антропометрія є найбільш доступним методом діагностики МС в практичній діяльності лікаря [2, 19]. Установлено, що у жінок збільшення показника ОТ більше 88 см свідчить про такий обсяг ВЖТ, при якому, як правило, розвиваються метаболічні порушення і значно зростає ризик розвитку цукрового діабету II типу [29]. Однак, з огляду на те, що дане дослідження має на меті поглиблене вивчення анатомо-функціональних особливостей жирової тканини, ми не могли обмежитися тільки антропометричною методикою внаслідок високої похибки її результатів.

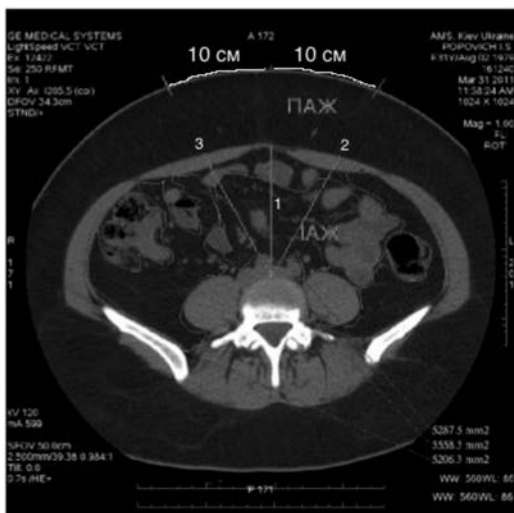


Мал. 1. Приклад вимірювання ІАЖ і ПАЖ за допомогою УЗД (в см)

Для вимірювання лінійних розмірів ІАЖ і ПАЖ застосовували метод УЗД, який проводили на ультразвуковому сканері HI VISION 900 (Hitachi, Japan) із використанням лінійного трансдюсера з частотою 5–10 МГц. УЗД ми виконували із застосуванням методики соноеластографії. Усі вимірювання проводили на рівні ОТ [26]. Для уникнення спотворення результатів усі вимірювання були проведені наприкінці спокійного видиху. Визначення розміру ІАЖ проводили по серединній лінії, а також по серединній лінії справа і зліва (10 см праворуч та ліворуч від середньої лінії відповідно) у поздовжній площині. ІАЖ вимірювали як відстань (в см) від передньої границі поперечного хребця до перитонеальної межі передньої черевної стінки. Лінійний розмір ПАЖ вимірювали по серединній лінії, в поперечній площині на рівні ОТ, як відстань (в см) від лінії шкіри до білої лінії. Знімання проводили при легкому контакті зі шкірою для уникнення стиснення підшкірної жирової тканини. На мал. 1 представлена ілюстрація вимірювань ІАЖ та ПАЖ за допомогою УЗД.

Отримані нами результати представлені в сантиметрах (до 0,1 см) як ПАЖ по серединній лінії, ІАЖ по серединній лінії, ІАЖ по серединній лінії справа та середнє значення ІАЖ (середнє арифметичне між лінійними розмірами за серединною лінією, праворуч і ліворуч). Вимірювання лівого розміру ІАЖ часто ускладнювались через відображення газу в нижній ободовій кишці. Тому ми оцінювали ультразвукові розміри ІАЖ з і без вимірювання лівої поздовжньої площини окремо [10].

Ми також використовували метод біоімпедансного аналізу для визначення вмісту жирової тканини. Метод був запатентований в 1997 році американським дослідни-



Примітка: Лінії 1,2,3 показують локалізацію вимірювання лінійних розмірів ІАЖ по серединній лінії, зліва і справа відповідно

**Мал. 2. Приклад вимірювання лінійних розмірів ІАЖ і ПАЖ за допомогою КТ-сканування**

ком Donald Kottler і належить до точних методик, що за допомогою слабого безпечного електричного імпульсу дозволяє проводити аналіз структури тіла [4]. Електричний імпульс легко проходить через рідинну складову м'язової тканини, але з утрудненням – через жирову тканину, адже жирова тканина не проводить електричний струм. Опір, що створює жирова тканина проходженню сигналу, називають біоелектричним імпедансом. Чим більше опір, тим більше вміст жирової тканини [5]. Згідно з класифікацією, що базується на визначенні вмісту жирової тканини, нормальні показники складають 12–22% для чоловіків та 17–25% – для жінок [WHO]. Показники вище 25% для жінок відносять до надмірної маси жирової тканини [2].

Вимірювання проводили за допомогою вагів Tanita-TBF-543. У цій системі два електроди вмонтовані в платформу точних електронних вагів, де від ступні до ступні через тіло проходить безпечний для людини струм 50 кГц. Вимірювання проводили стоячи, босоніж, при цьому фіксували параметри росту і віку. Точність вимірювання вмісту жиру становить 0,1%. [4].

Площу ВЖТ визначали також за допомогою КТ, що відкрило нам широкі можливості у вивченні абдомінальної жирової тканини та діагностики стану органів черевної порожнини при МС. Відомо, що найбільш точно вивчити топографію, виміряти кількість, диференціювати жирову тканину від оточуючих тканин, а також розділити її на ІАЖ і ПАЖ можна за допомогою КТ [12].

КТ виконували на мультизрізовому комп'ютерному томографі GE LightSpeed VCT 64 CT (GE Healthcare, UK). Для дослідження ми застосовували один КТ-зріз на рівні пупка (що відповідає поперековим хребцям L4–L5) з подальшим обчисленням площі ПАЖ та ІАЖ (см<sup>2</sup>) [16].

Для порівняння ефективності методів УЗД і КТ, лінійний розмір ІАЖ вимірювали на найбільш краніальному субзрізі КТ як відстань в см від передньої межі поперекового хребця до перитонеальної межі передньої черевної стінки по серединній лінії і 10 см вліво і праворуч від серединної лінії відповідно. Дані представлені в сантиметрах (до 0,1 см) як ПАЖ по серединній лінії, ІАЖ по серединній лінії, ІАЖ по серединній лінії справа та середнє значення ІАЖ (середнє арифметичне між лінійними



Примітка: Показано локалізацію вимірювання площі ІАЖ

**Мал. 3. Приклад вимірювання площі ІАЖ за допомогою КТ-сканування**

розмірами за серединною лінією, праворуч і ліворуч). Лінійне вимірювання розміру ПАЖ за допомогою КТ було неможливе через спотворення ПАЖ пупком по серединній лінії КТ. На мал. 2, 3 проілюстровано зазначені вимірювання. Хоча вимірювання лінійних розмірів ІАЖ за допомогою КТ-сканування поступається визначенню площі, визначення відстані було необхідно для порівняння методів УЗД і КТ в одних одиницях вимірювання для обох методів.

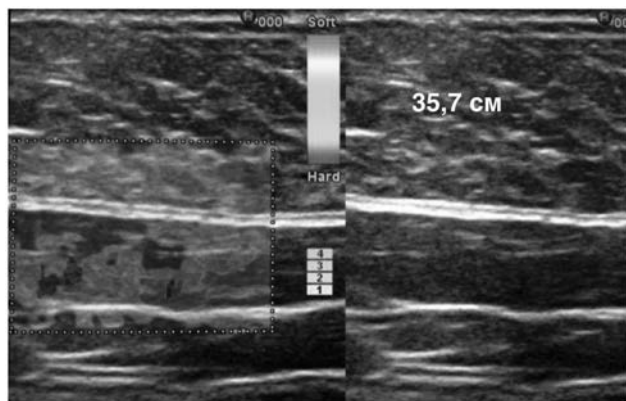
Отримані цифрові дані обробляли з використанням ліцензійних статистичних програм Excel Microsoft Office 2003 і Stata 12 із застосуванням методів варіаційної статистики. Аналіз порівняльності розподілів якісних ознак в групах проводили з використанням критерію  $\chi$ -квадрат. Порівняння кількісних параметрів базувалося на попередньому оцінюванні нормальності розподілу даних за критерієм Шапіро–Уїлкі. Для порівняння показників з нормальним характером розподілу використовували t-критерій Стьюдента. При відхиленні вихідних характеристик від параметрів нормального розподілу використовували непараметричні критерії Манна–Уїтні для парного порівняння та Краскелла–Уолліса при одночасному порівнянні більше двох груп. Статистичну значущість відмінностей оцінювали на рівні не нижче 95% (ризик помилки  $p < 0,05$ ). Оцінювання характеру зв'язку між показниками проводили за допомогою рангових коефіцієнтів кореляції Кенделла. Для прогностичного оцінювання ризику розвитку клінічної патології та визначення порогових рівнів показників застосовували ROC-аналіз з оцінюванням чутливості, специфічності та прогностичної ефективності порогових значень.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Антропометричні характеристики 35 пацієнок з МС і гіпертрофією жирової тканини (середній ІМТ  $36,2 \pm 3,7$  кг/м<sup>2</sup>) представлені в табл. 1. Ми встановили, що у жінок з МС за даними УЗД (мал. 4, 5) товщина ПАЖ становить  $5,4 \pm 1,5$  см, товщина ІАЖ за серединною лінією –  $7,5 \pm 1,5$  см, товщина ІАЖ за серединною лінією справа –  $8,0 \pm 1,9$  см, а середнє значення товщини ІАЖ –  $7,8 \pm 1,7$  см.

Згідно з сучасними правилами біоетики, ми не виконували КТ-досліджень у здорових пацієнок, а для





Мал. 4. Приклад визначення лінійного розміру ПАЖ за допомогою УЗД у пацієнтки репродуктивного віку з МС (товщина ПАЖ – 35,7 см). Соноеластографія жиру передньої черевної стінки і чепця



Мал. 5. Приклад визначення лінійного розміру ІАЖ за допомогою УЗД у пацієнтки репродуктивного віку з МС (товщина ІАЖ – 12,5 см)

порівняння застосовували дані клінічної бази Державної установи «Інститут променевої діагностики і ядерної медицини НАМН України». Для дослідження відбирали дані пацієнток репродуктивного віку з ІМТ < 25 кг/м<sup>2</sup>, яким проводили дослідження органів черевної порожнини за різними показаннями. Визначення площі і лінійних розмірів ІАЖ та ПАЖ обчислювали на КТ-зрізах на рівні L4–L5 (мал. 6).

У ході дослідження ми встановили (мал. 7), що за даними КТ у жінок з ожирінням площа ІАЖ становить 147,9±32,1 см<sup>2</sup>, товщина ІАЖ за серединною лінією – 8,1±1,7 см, товщина ІАЖ за серединною лінією справа – 8,8±2,0 см, а середнє значення товщини ІАЖ – 8,5±1,8 см.

При виконанні біоелектричного імпедансного зважування за допомогою вагів Tanita-TBF-543 ми визначили, що у жінок з МС вісцеральна жирова тканина становить 31,1±2,2% маси тіла. Ми вибрали середнє значення ІМТ (36,2 кг/м<sup>2</sup>) для розподілу двох груп за ІМТ для виконання подальшого субаналізу. Кореляція вимірювань ІАЖ між УЗД і КТ на початку дослідження були співставні у пацієнток з ІМТ ≥36,2 кг/м<sup>2</sup> (r=0,734, p<0,05) порівняно з жінками з ІМТ <36,5 кг/м<sup>2</sup> (r=0,742, p<0,05). Кореляція

вимірювань ПАЖ між УЗД і КТ виявилась менш точною (r=0,237) у жінок з ІМТ ≥36,5 кг/м<sup>2</sup> в порівнянні з пацієнтками з ІМТ <36,5 кг/м<sup>2</sup> (r=0,594).

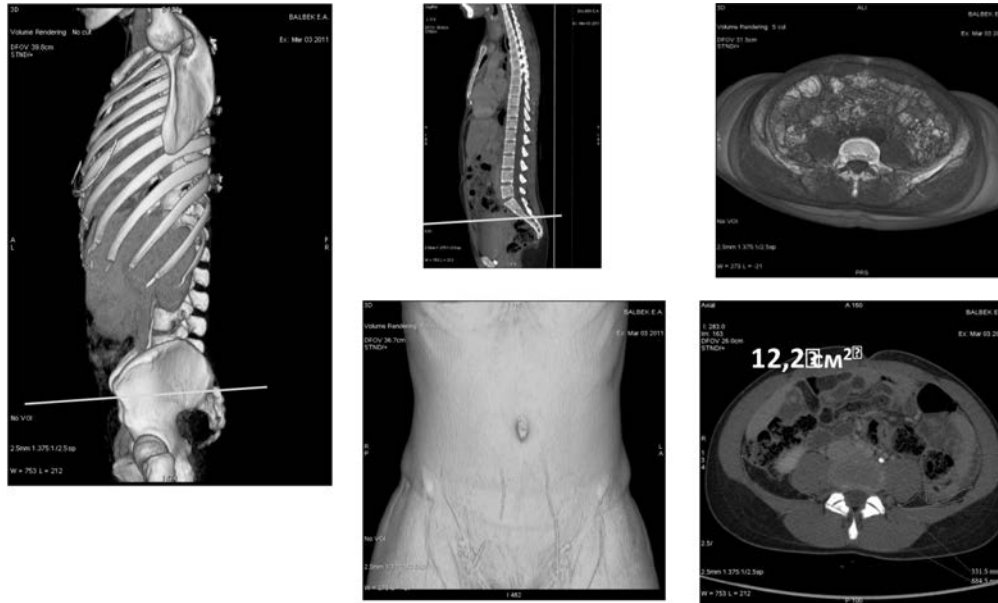
У ході дослідження було встановлено (див. табл. 1), що у жінок з ІМТ <36,5 кг/м<sup>2</sup> показники основних антропометричних характеристик виявились статистично значущо нижчими, ніж у пацієнток з ІМТ ≥36,2 кг/м<sup>2</sup>. А саме, величина ОТ (98,4±3,5 см проти 115,6±8,9 см, p<0,001), товщина ПАЖ за даними УЗД (4,3±0,8 см проти 6,8±0,9 см, p<0,001), товщина ІАЖ на рівні серединної лінії за даними УЗД (6,5±1,0 см проти 8,9±0,9 см, p<0,001), товщина ІАЖ на рівні серединної лінії справа за даними УЗД (6,8±1,0 см проти 9,6±1,5 см, p<0,001), а також середнє значення величини ІАЖ за даними УЗД (6,7±1,1 см проти 9,3±1,2 см, p<0,001) виявились суттєво більш низькими в групі жінок з МС та ІМТ <36,5 кг/м<sup>2</sup>.

Результати вимірювання ВЖТ (див. табл. 1) у жінок з МС та ІМТ вище і нижче 36,2 кг/м<sup>2</sup> показали, що величини досліджуваних параметрів ІАЖ суттєво більш високі за умов збільшення маси тіла більше 36,2 кг/м<sup>2</sup>. Так, згідно з даними КТ-сканування, площа ІАЖ за результатами КТ сканування у жінок з ІМТ ≥36,2 кг/м<sup>2</sup> визначи-

Таблиця 1

Антропометричні дані у жінок з МС, М±S

Показники	Загалом	ІМТ < 36,2 кг/м <sup>2</sup>	ІМТ ≥36,2 кг/м <sup>2</sup>	p
ІМТ (кг/м <sup>2</sup> )	36,2±3,7	33,6±1,0	39,7±2,9	<0,001
ОТ (см)	105,8±10,7	98,4±3,5	115,6±8,9	<0,001
<i>УЗД</i>				
ПАЖ (см)	5,4±1,5	4,3±0,8	6,8±0,9	<0,001
ІАЖ (см) серединна лінія	7,5±1,5	6,5±1,0	8,9±0,9	<0,001
ІАЖ (см) серединна лінія справа	8,0±1,9	6,8±1,0	9,6±1,5	<0,001
ІАЖ (см) середнє значення	7,8±1,7	6,7±1,1	9,3±1,2	<0,001
<i>КТ</i>				
ІАЖ КТсканування (см <sup>2</sup> )	147,9±32,1	129,5±17,4	170,6±24,3	<0,001
ІАЖ (см) серединна лінія	8,1±1,7	7,0±1,1	9,7±1,0	<0,001
ІАЖ (см) серединна лінія справа	8,8±2,0	7,5±1,4	10,6±0,9	<0,001
ІАЖ (см) середнє значення	8,5±1,8	7,3±1,2	10,2±0,9	<0,001
<i>Біоімпедансометрія</i>				
ВЖТ (%)	31,1±2,2	29,5±1,2	33,1±1,4	<0,001



Мал. 6. Приклад визначення площі ІАЖ за допомогою КТ-сканування у пацієнтки з низькою масою тіла репродуктивного віку без МС (площа ІАЖ – 12,2 см<sup>2</sup>)

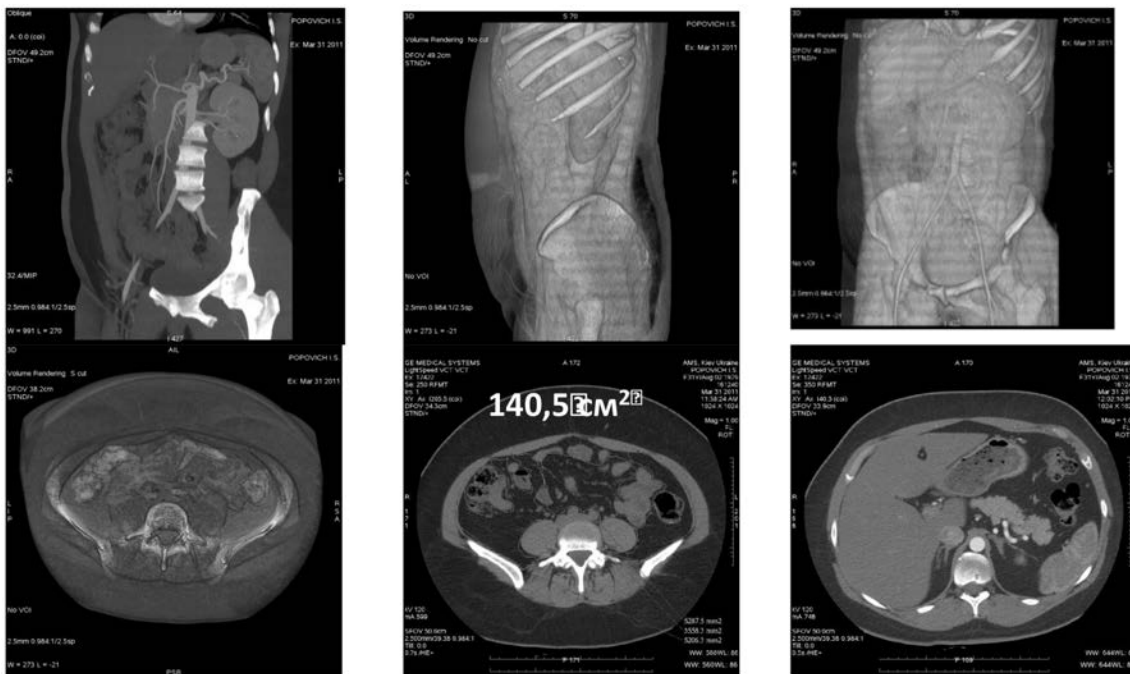
лась  $129,5 \pm 17,4$  см<sup>2</sup>, а у пацієнок з  $IMT \geq 36,2$  кг/м<sup>2</sup> –  $170,6 \pm 24,3$  см<sup>2</sup> ( $p < 0,001$ ). Згідно з результатами КТ, товщина ІАЖ на рівні середньої лінії була суттєво більшою у жінок з  $IMT \geq 36,2$  кг/м<sup>2</sup> ( $7,0 \pm 1,1$  см проти  $9,7 \pm 1,0$  см,  $p < 0,001$ ), товщина ІАЖ на рівні середньої лінії справа за даними КТ також виявилась статистично значущо більшою за умов  $IMT \geq 36,2$  кг/м<sup>2</sup> ( $7,5 \pm 1,4$  см проти  $10,6 \pm 0,9$  см,  $p < 0,001$ ), а також середнє значення величини ІАЖ за даними КТ ( $7,3 \pm 1,2$  см проти  $10,2 \pm 0,9$  см,  $p < 0,001$ ) виявилися суттєво більш низькими в групі жінок з МС та  $IMT < 36,5$  кг/м<sup>2</sup>.

Результати визначення відсотка ВЖТ за даними біоелектричного імпедансного аналізу (див. табл. 1) показали,

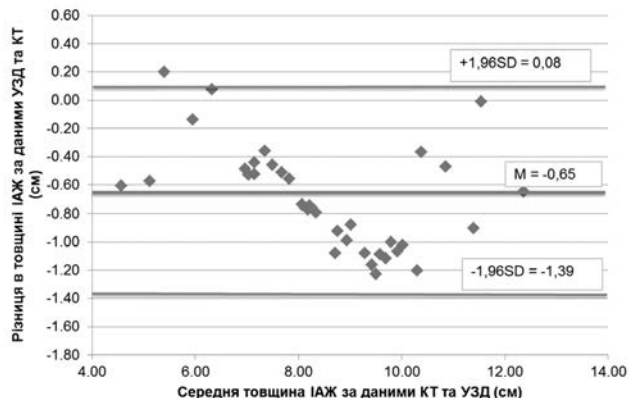
що в групі пацієнок з МС та  $IMT < 36,5$  кг/м<sup>2</sup> значення показника ВЖТ виявилось суттєво меншим, ніж у жінок з МС та  $IMT \geq 36,2$  кг/м<sup>2</sup> ( $29,5 \pm 1,2\%$  у порівнянні з  $33,1 \pm 1,4\%$  відповідно,  $p < 0,001$ ). Іншими словами, ми встановили, що у жінок з ожирінням на тлі МС величина такого антропометричного показника, як ІМТ, суттєво впливає на всі параметри центрального ожиріння: розміри ОТ, ПАЖ, ІАЖ та відсоток ВЖТ.

Порівняння вимірювання ІАЖ за допомогою УЗД і КТ на початку дослідження показали різницю у  $0,65$  см НАС-1,1 (95% довірчий інтервал:  $-1,39$  до  $0,08$ ) (мал. 8).

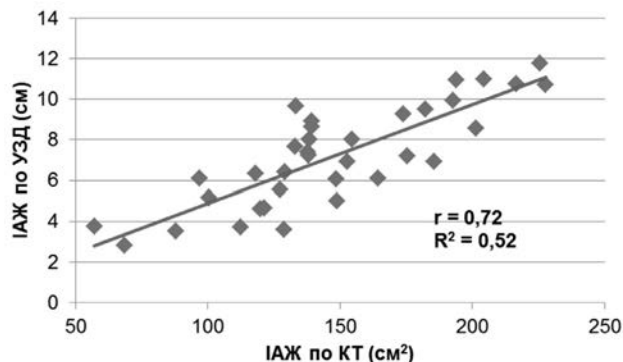
Дані табл. 2 свідчать, що вимірювання лінійного розміру ПАЖ за даними УЗД добре корелювало з



Мал. 7. Приклад визначення площі ІАЖ за допомогою КТ-сканування у пацієнтки репродуктивного віку з ожирінням та МС (площа ІАЖ – 140,5 см<sup>2</sup>)



Мал. 8. Товщина ІАЖ (см) за даними УЗД і КТ на осі X, а також різниця у вимірюванні ІАЖ методами КТ і УЗД (см) на осі Y



Мал. 9. Взаємозв'язок вимірювання ІАЖ за даними УЗД і КТ-сканування

вимірюванням площі ПАЖ за даними КТ ( $r=0,593$ ,  $p<0,001$ ). Ми також визначили суттєвий прямий кореляційний взаємозв'язок між усіма досліджуваними лінійними розмірами товщини ІАЖ за даними УЗД та площею ІАЖ за результатами КТ-сканування (діапазон від  $r=0,724$  до  $r=0,762$ ,  $p<0,001$ ). У ході дослідження встановлено також, що визначення всіх лінійних розмірів ІАЖ за даними КТ має суттєвий прямий кореляційний зв'язок з площею ІАЖ за даними КТ-сканування (діапазон від  $r=0,735$  до  $r=0,718$ ,  $p<0,001$ ). Найбільш вираженим виявився кореляційний зв'язок між відсотком ВЖТ згідно з результатами біоімпедансометрії та площею ІАЖ за даними КТ ( $r=0,862$ ,  $p<0,0001$ ). Графічно найбільш вагомі визначені залежності представлені на мал. 9, 10.

Враховуючи те, що у пацієток з МС спостерігається наявність центрального абдоминального ожиріння (див. табл. 1), а також з огляду на високий рівень гіперпроліферативних процесів у даного контингенту жінок, [3], ми визначили пороговий рівень площі ІАЖ для визначення ризику розвитку зазначених захворювань (мал. 11).

Так, базуючись на отриманих порогових значеннях окремих показників, ми провели оцінювання відносного ризику розвитку гіперпроліферативних процесів для відповідних діапазонів показників – вище і нижче порогових значень (див. мал. 11). Отримані результати свідчать про те, що статистично значуще підвищення ймовірності розвитку гіперпроліферативних процесів може бути зумовлено збільшенням площі ІАЖ  $>138 \text{ cm}^2$  (чутливість –

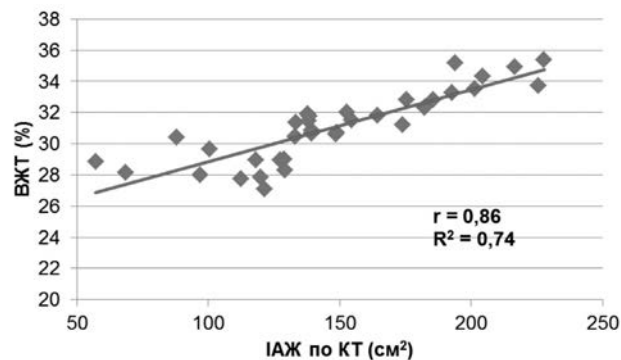
88,0%, специфічність – 80,0%, точність – 85,5%), причому, відносний ризик розвитку даної патології становить 1,8 (95% довірчий інтервал 1,1–3,0,  $p=0,01$ ).

Отже, найважливішим результатом даного дослідження є те, що у жінок з ожирінням і МС, вимірювання ІАЖ за даними УЗ-сканування є точним методом і порівняним з вимірюванням ІАЖ за допомогою КТ. Враховуючи негативний вплив накопичення ІАЖ на жіночу репродуктивну функцію, вимірювання ІАЖ за допомогою УЗД може бути цінним інструментом в репродуктивних дослідженнях.

Виявлена в нашому дослідженні кореляція між вимірюванням ІАЖ ультразвуковим методом і за допомогою КТ порівнянна з результатами попередніх досліджень в різних популяціях пацієнтів і різних групах за ІМТ і віком [7, 10, 12, 26]. Відповідно до результатів попередніх досліджень, ми також показали, що зв'язок між вимірюванням ПАЖ за допомогою УЗД і КТ є більш слабким, ніж вимірювання ІАЖ цими двома методами (всі  $r \leq 0,54$  проти всіх  $r > 0,71$ ). Дослідження висцерального жиру у пацієнтів з різним рівнем ІМТ (ІМТ  $\geq 36,2 \text{ kg/m}^2$  у порівнянні з ІМТ  $< 36,2 \text{ kg/m}^2$ ) показало, що кореляція вимірювання ПАЖ методами ультразвуку і КТ було менш точним у групі з більш високим ІМТ, а взаємозв'язок УЗД і КТ для визначення ІАЖ майже не мав відмінностей у точності залежно від показника ІМТ.

Слід зазначити недоліки цього дослідження. Розподіл абдоминальної жирової тканини на ІАЖ і ПАЖ досліджували на одному зрізі КТ черевної порожнини на рівні L4–L5, у той час як кінцевий результат вимірювання залежить від індивідуального розташування ІАЖ і ПАЖ, що найбільш точно може бути виміряне за допомогою КТ або МРТ усєї черевної порожнини [18, 27]. Для виконання майбутніх досліджень можна використовувати кілька зрізів КТ черевної порожнини або МРТ для розрахунку всього обсягу ІАЖ та ПАЖ. У дослідженні, опублікованому після того, як дана робота була розпочата [17], встановлено, що у жінок репродуктивного віку вимірювання площі ІАЖ за одиничним зрізом КТ на рівні L2–L3 показує кращу кореляцію з вимірюванням висцерального жиру в усій черевній порожнині за допомогою КТ ( $r=0,95$ ), ніж одиничний КТ-зріз на рівні L4–L5 ( $p=0,89$ ).

Було визначено, що вимірювання лінійного розміру ІАЖ по серединній лінії зліва за даними УЗД часто є складним для виконання внаслідок накопичення газу в низхідній ободовій кишці. Наше дослідження свідчить, що вимірювання лінійного розміру ІАЖ зліва може бути



Мал. 10. Взаємозв'язок вимірювання відсотку ВЖТ за результатами біоімпедансометрії та площі ІАЖ за даними КТ-сканування

Кореляційні взаємозв'язки вимірювання ПАЖ, ІАЖ та ВЖТ (%) за даними різних методів дослідження

Показники		n=35		
		r(X,Y)	R <sup>2</sup>	p
ПАЖ за даними КТ (см <sup>2</sup> )				
ПАЖ середина лінія у см (дані УЗД)		0,593	0,352	< 0,001
ІАЖ за даними КТ (см <sup>2</sup> )				
Дані УЗД (см)	ІАЖ середина лінія (у см)	0,724	0,524	< 0,001
	ІАЖ середина лінія справа (у см)	0,759	0,576	< 0,001
	ІАЖ середнє значення (у см)	0,762	0,581	< 0,001
ІАЖ за даними КТ (см <sup>2</sup> )				
Дані КТ у (см)	ІАЖ середина лінія (у см)	0,735	0,540	< 0,001
	ІАЖ середина лінія справа (у см)	0,690	0,476	< 0,001
	ІАЖ середнє значення (у см)	0,718	0,515	< 0,001
ІАЖ за даними КТ (см <sup>2</sup> )				
ВЖТ за даними біоімпедансометрії у %		0,862	0,743	< 0,0001

Примітка: r (X,Y) – коефіцієнт кореляції, R<sup>2</sup> – сила впливу окремого антропометричного чи гормонального показника, p – вірогідність похибки коефіцієнта кореляції.



Мал. 11. Співвідношення порогових і фактичних значень площі ІАЖ у формуванні гормонзалежних гіперпроліферативних захворювань при МС

опущене, оскільки медіальне і середнє значення між медіальним і правим лінійними розмірами ІАЖ показують сильний статистично значущий кореляційний зв'язок з вимірюванням за допомогою КТ-сканування (табл. 2).

Наразі проводяться дослідження щільності жиру методом КТ в одиницях Хаунсфілда та методом соноеластографії з обчисленням модуля Юнга. Характер кореляційного зв'язку між вимірюванням щільності жирової тканини зазначеними методами буде представлений нами у подальших публікаціях.

Підсумовуючи зазначене вище, у жінок репродуктивного віку з ожирінням і МС, існує суттєва кореляція між вимірами ІАЖ методами УЗД і КТ. Враховуючи безпечність і загальнодоступність УЗД за допомогою транс-

абдомінального датчика у поліклініках і жіночих консультаціях, застосування УЗД можна вважати обґрунтованим і доступним інструментом для подальших досліджень ролі ІАЖ у жіночій фертильності.

З огляду на те, що найбільш сильний прямий статистично значущий кореляційний зв'язок виявлено між визначенням площі ІАЖ за допомогою КТ-сканування та визначенням відсотку ВЖТ методом біоелектричного імпедансу (див. табл. 2, мал. 10), біоімпедансне зважування на вагах Tanita-TBF-543 можна вважати не тільки безпечним і неінвазивним, але і найбільш точним методом, який можна рекомендувати як пріоритетний для діагностики центрального ожиріння у жінок репродуктивного віку з МС.

**ВИСНОВКИ**

1. Точність вимірювання підшкірного абдомінального жиру методами ультразвукового сканування і комп'ютерної томографії (КТ) нижча у групі жінок з більш високим індексом маси тіла (ІМТ). Вимірювання інтраабдомінального жиру методами УЗД і КТ майже не має відмінностей у точності залежно від показника ІМТ у жінок з метаболічним синдромом.

2. Результати визначення відсотку вісцеральної жирової тканини методом біоелектричного імпедансу мають більш сильний кореляційний взаємозв'язок з результатами вимірювання інтраабдомінального жиру за допомогою КТ-сканування, ніж метод ультразвукового сканування.

3. У жінок репродуктивного віку з метаболічним синдромом збільшення площі інтраабдомінального жиру більше 138 см<sup>2</sup> підвищує ймовірність розвитку гормонзалежних гіперпроліферативних процесів майже в два рази (p=0,01).

**Компьютерная томография, ультразвуковое сканирование и биоимпедансометрия как методы исследования абдоминальной жировой ткани у женщин с метаболическим синдромом**  
**Н.Ю. Вороненко, И.Н. Дыкан, А.И. Мухомор**

Статья посвящена изучению топографо-анатомических особенностей абдоминальной жировой ткани у женщин репро-



дуктивного возраста с метаболическим синдромом (МС). Установлено, что точность измерения подкожного абдоминального жира (ПАЖ) методами ультразвукового исследования (УЗИ) и компьютерной томографии (КТ) ниже в группе женщин с более высоким индексом массы тела (ИМТ). Измерение интраабдоминального жира (ИАЖ) методами УЗИ и КТ почти не имеет различий в точности в зависимости от показателя ИМТ у женщин с МС. Результаты определения процента висцеральной жировой ткани методом биоэлектрического импеданса имеют более сильную корреляционную взаимосвязь с результатами измерения ИАЖ с помощью КТ-сканирования, чем метод ультразвукового сканирования. Установлена пороговая величина площади ИАЖ у женщин репродуктивного возраста с МС, которая повышает риск развития гормонзависимых гиперпролиферативных процессов почти в два раза.

**Ключевые слова:** метаболический синдром, жировая ткань, ультразвуковое исследование, компьютерная томография, биоимпедансометрия.

**Computer tomography, ultrasound and bioimpedance as methods of abdominal adipose tissue measurement in women with metabolic syndrome**  
**N. Voronenko, I. Dykan, A. Mukhomor**

This article is devoted to the study of topographic and anatomic features of abdominal adipose tissue in women of reproductive age with metabolic syndrome (MS). It is established that the accuracy of subcutaneous abdominal fat (SAF) measurement by ultrasonography (US) and computed tomography (CT) is lower in the group of women with a higher body mass index (BMI). Measurement of intra-abdominal fat (IAF) by US and CT has almost no difference in accuracy according to BMI in women with MS. The results of determining the percentage of visceral fat by bioelectric impedance have more strong correlation with the results of measuring IAF by CT scan, than US. It is established the threshold area of IAF in women of reproductive age with metabolic syndrome, which increases the risk of hormone-dependent hyperproliferative processes nearly in two times.

**Key words:** metabolic syndrome, adipose tissue, ultrasound, computer tomography, bioimpedance.

**Сведения об авторах**

**Вороненко Наталия Юрьевна** – Национальная медицинская академия последилового образования имени П.Л. Шупика, 04112, г. Киев, ул. Дорогожицкая, 9. E-mail: clinicnv@ukr.net

**Дыкан Ирина Николаевна** – Государственное учреждение «Институт лучевой диагностики и ядерной медицины НАМН Украины», 04050, г. Киев, ул. Платона Майбороды, 32

**Мухомор Александр Иванович** – Центр ультразвуковой диагностики и интервенционной сонографии Клинической больницы «Феофания», 03187, г. Киев, ул. Академика Заболотного, 21. E-mail: uzd@feofaniya.org

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ**

1. Беляков Н.А., Сеидова Г.Б., Чубриева С.Ю. и др. Метаболический синдром у женщин (патофизиология и клиника). – СПб.: Издательский дом СПбМАПО. 2005. – 440 с.
2. Бессесен Д.Г., Кушнер Р. Избыточный вес и ожирение. – М.: Бином. – 2004.
3. Вороненко Н.Ю. Влияние дисфункции жировой ткани на развитие гиперпластических процессов эндометрия / Медицина сьогодні і завтра. – 2013. – № 1 (68). – С. 140–153.
4. Мартиросов Э.Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э.Г. Мартиросов, Д.В. Николаев, С.Г. Руднев. – М.: Наука, 2006. – 248 с.
5. Николаев Д.В. Биоимпедансный анализ состава тела человека / Д.В. Николаев, А.В. Смирнов, И.Г. Бобринская, С.Г. Руднев. – М.: Наука, 2009. – 392 с.
6. Armellini F, Zamboni M, Rigo L, Bergamo-Andreis IA, Robbi R, De Marchi M, Bosello O. Sonography detection of small intra-abdominal fat variations. *Int J Obes* 1991;15: 847–852.
7. Armellini F, Zamboni M, Robbi R, Todesco T, Rigo L, Bergamo-Andreis IA, Bosello O. Total and intra-abdominal fat measurements by ultrasound and computerized tomography. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1993;17: 209–214.
8. Bartha JL, Marin-Segura P, Gonzalez-Gonzalez NL, Wagner F, Aguilar-Diosdado M, Hervias-Vivancos B. Ultrasound evaluation of visceral fat and metabolic risk factors during early pregnancy. *Obesity (Silver Spring)* 2007;15:2233–2239.
9. Brisson D, Perron P, Guay SP, Gaudet D, Bouchard L. The 'hypertriglyceridemic waist' phenotype and glucose intolerance in pregnancy. *CMAJ* 2010;182:E722–E725.
10. De Lucia Rolfe E, Sleight A, Finucane FM, Brage, Stolk RP, Cooper C, Sharp SJ, Wareham NJ, Ong KK. Ultrasound measurements of visceral and subcutaneous abdominal thickness to predict abdominal adiposity among older men and women. *Obesity (Silver Spring)* 2010;18:625–631.
11. Despres JP. Is visceral obesity the cause of the metabolic syndrome? *Ann Med* 2006;38:52–63.
12. Gradmark AM, Rydh A, Renstrom F, De Lucia-Rolfe E, Sleight A, Nordstrom P, Brage S, Franks PW. Computed tomography-based validation of abdominal adiposity measurements from ultrasonography, dual-energy X-ray absorptiometry and anthropometry. *Br J Nutr* 2010;104: 582–588.
13. Haslam DW, James WP. Obesity. *Lancet* 2005;366:1197–1209. Janssen I, Katzmarzyk PT, Ross R. Body mass index, waist circumference, and health risk: evidence in support of current National Institutes of Health guidelines. *Arch Intern Med* 2002;162:2074–2079.
14. Jensen MD. Role of body fat distribution and the metabolic complications of obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 2008;93:S57–S63.
15. Kuchenbecker WK, Groen H, van Asselt SJ, Bolster JH, Zwerver J, Slart RH, vd Jagt EJ, Muller Kobold AC, Wolfenbuttel BH, Land JA et al. In women with polycystic ovary syndrome and obesity, loss of intra-abdominal fat is associated with resumption of ovulation. *Hum Reprod* 2011;26:2505–2512.
16. Kuchenbecker WK, Groen H, Zijlstra TM, Bolster JH, Slart RH, van der Jagt EJ, Kobold AC, Wolfenbuttel BH, Land JA, Hoek A. The subcutaneous abdominal fat and not the intraabdominal fat compartment is associated with anovulation in women with obesity and infertility. *J Clin Endocrinol Metab* 2010;95:2107–2112.
17. Kuk JL, Church TS, Blair SN, Ross R. Measurement site and the association between visceral and abdominal subcutaneous adipose tissue with metabolic risk in women. *Obesity (Silver Spring)* 2010;18:1336–1340.
18. Lee S, Janssen I, Ross R. Interindividual variation in abdominal subcutaneous and visceral adipose tissue: influence of measurement site. *J Appl Physiol* 2004;97:948–954.
19. Lohman TG, Roche AF. Anthropometric standardization reference manual. abrid. edn, 1991. Human Kinetics Books, Champaign, IL.
20. Lord J, Thomas R, Fox B, Acharya U, Wilkin T. The central issue? Visceral fat mass is a good marker of insulin resistance and metabolic disturbance in women with polycystic ovary syndrome. *BJOG* 2006;113:1203–1209.
21. Martin AM, Berger H, Nisenbaum R, Lausman AY, MacGarvie S, Crerar C, Ray JG. Abdominal visceral adiposity in the first trimester predicts glucose intolerance in later pregnancy. *Diabetes Care* 2009;32:1308–1310.
22. McCarthy EA, Strauss BJ, Walker SP, Permezel M. Determination of maternal body composition in pregnancy and its relevance to perinatal outcomes. *Obstet Gynecol Surv* 2004;59:731–742.
23. National Heart, Lung and Blood Institute/National Institutes of Diabetes and Digestive and Kidney diseases. Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults—The Evidence Report. National Institutes of Health. *Obes Res* 1998;6 Suppl 2:S1S–209S.
24. Nelson SM, Fleming R. Obesity and reproduction: impact and interventions. *Curr Opin Obstet Gynecol* 2007;19:384–389.
25. Pasquali R, Gambineri A, Pagotto U. The impact of obesity on reproduction in women with polycystic ovary syndrome. *BJOG* 2006;113:1148–1159.
26. Stolk RP, Wink O, Zelissen PM, Meijer R, van Gils AP, Grobbee DE. Validity and reproducibility of ultrasonography for the measurement of intra-abdominal adipose tissue. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001;25:1346–1351.
27. Thomas EL, Bell JD. Influence of under-sampling on magnetic resonance imaging measurements of intra-abdominal adipose tissue. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003;27:211–218.
28. Weiss R. Fat distribution and storage: how much, where, and how?. *Eur J Endocrinol* 2007;157 Suppl 1:S39–S45.
29. Zhang C, Rexrode KM, van Dam RM, Li Ty, Hu FB. Abdominal obesity and the risk of all-cause, cardiovascular, and cancer mortality: sixteen years of follow-up in US women. *Circulation* 2008;117:1658–1667.

Статья поступила в редакцию 10.09.2013