

Теплий В.В.

## ОЦІНКА ВПЛИВУ ЛІПОСАКЦІЇ ТА АБДОМІНОПЛАСТИКИ ТУЛУБА НА КІЛЬКІСТЬ ПІДШКІРНОЇ ТА ВІСЦЕРАЛЬНОЇ ЖИРОВОЇ ТКАНИНИ МЕТОДОМ ТРЬОХВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м.Київ

**Резюме.** З метою вивчення можливості використання трьохвимірної реконструкції для визначення впливу хірургічних методів корекції косметичних дефектів тулуба на кількість жирової тканини останнього обстежено 15 пацієнток віком 24-64 роки з ІМТ до операції  $29,82 \pm 1,876$  кг/м<sup>2</sup>. Абдомінопластика (АП) з укріпленням м'язово-апоневротичного шару та ліпосакцією (ЛС) тулуба виконана 8 пацієнтам, циркулярна ЛС тулуба – 7. Загальний об'єм видаленої жирової тканини коливався від 1445 до 9280 мл. Трьохвимірна реконструкція тулуба та його жирових відкладень виконана після отримання при МРТ або КТ серії поперечних зрізів. Через 6 місяців після оперативного втручання об'єм тулуба в середньому зменшився на  $20,5 \pm 1,90\%$ , загальний об'єм його жирової тканини – на  $37,6 \pm 2,85\%$ , переважно ( $47,2 \pm 3,55\%$ ) за рахунок підшкірної клітковини. Видалення останньої стимулювало метаболічні зміни в організмі, наслідком яких було зменшення на  $12,7 \pm 1,09\%$  кількості вісцерального жиру, сильніше виражене воно було у пацієнтів, які перенесли АП з укріпленням м'язово-апоневротичного шару ( $p=0,00018$ ).

**Ключові слова:** Абдомінопластика, ліпосакція, трьохвимірна реконструкція, жирові відкладення, вісцеральний жир, підшкірний жир.

В останні роки зроблено немало спроб оцінити вплив різних хірургічних втручань, а також консервативних методів лікування ожиріння на кількість жирової тканини тулуба. З цією метою використовують антропометричні дослідження [1], біоімпедансометрію [1, 2, 3], гідростатичну денситометрію [1], ультразвукове дослідження [3, 4], двоенергетичну рентгенівську абсорбціометрію [1], комп'ютерну томографію (КТ) [5, 7] та магнітно-резонансну томографію (МРТ) [5, 6]. Кожен з вказаних методів має свої переваги та недоліки. Останні два з перелічених методів дозволяють візуалізувати як підшкірну так і вісцеральну жирову тканину, розрахувати їх об'єм. Для цього звичайно визначають площу жирової тканини на одному чи декількох поперечних зрізах тулуба [7]. Для прискорення дослідження більшість авторів розрахунок проводять по одному зрізу на фіксованому рівні тулуба [8]. Такий спосіб оцінки кількості жирової тканини не можна вважати точним. Отримані результати виражають у квадратних сантиметрах. Тому застосування методики, яка б дала можливість визначити об'єм підшкірної та вісцеральної жирової тканини тулуба, можна вважати доцільним.

**Мета дослідження:** вивчити можливість ви-

користання трьохвимірної реконструкції для визначення впливу хірургічних методів корекції косметичних дефектів тулуба на кількість його жирової тканини.

**Матеріали та методи дослідження.** Дослідження об'єму жирової тканини тулуба до та 6 місяців після оперативного втручання проведено у 15 пацієнток віком від 24 до 64 років. В обстеженій групі середній індекс маси тіла (ІМТ) до операції становив  $29,82 \pm 1,876$  кг/м<sup>2</sup>, у 11 пацієнток він перевищував  $24,9$  кг/м<sup>2</sup>. Абдомінопластика (АП) з укріпленням м'язово-апоневротичного шару (МАШ) та ліпосакцією (ЛС) тулуба виконана 8 пацієнтам, циркулярна ЛС тулуба – 7. Кількість видаленої жирової тканини визначали, помножуючи об'єм аспірату на ліпокрит. З висіченого шкірно-жирового клаптя видаляли шкіру і об'єм жирової тканини визначали у мірних ємностях. Загальний об'єм видаленої жирової тканини коливався від 1445 до 9280 мл, ( $Me=3613,5$ ;  $Q1=2184$ ,  $Q3=5110$  мл). Десяти пацієнткам виконана МРТ. Дослідження проводилось при затримці дихання пацієнток. Поперечні зображення отримували поза фазою та в фазу ( $TE1 = 2,3$  мс,  $TE2 = 4,6$  мс) на 1,5 Т МР-сканері ("Siemens" MAGNETOM Avanto, Tim [76x18], SQ-engine, Німеччина). Товщина



зрізів 5 мм, одночасно використовували 2 колушки, поле зору 450 мм (Body Matrix). Час повтору – 286 мс, flip – 800. Десяти жінкам виконана КТ (апарат "Siemens", Німеччина). При обох методах дослідження виконували серію поперечних зрізів від рівня верхнього краю печінки до тазового дна. Всі зображення переносили в персональний комп'ютер.

Трьохвимірною реконструкцією жирових відкладень тулуба проведена за допомогою програми Mimics 14.01 for Intel x86 Platform V14.0.1.2 (фірма Materialise, Бельгія). За допомогою кольорових масок на поперечних зрізах (рис. 1) виконували сегментацію загальної жирової тканини тулуба (рис. 2), окремо вісцерального (рис. 3) та підшкірного (рис. 4) жиру.

В дослідженнях, проведених J.C. Seidell et al. [5] та R. Ross et al. [6], було показано, що яскравість жирової тканини різниться в різних зображеннях. Тому візуально перевіряли зріз за зрізом. Виявлені помилки сегментації, зумовлені варіабельністю інтенсивності сигналу, корегували вручну за допомогою існуючих в програмі інструментів. При визначенні граничних значень градації сірого кольору під час сегментації орієнтувались на кращу верифікацію вісцеральної жирової тканини, оскільки помилки сегментації підшкірного жиру легше виправляти вручну. Маски в подальшому були використані для побудови трьохвимірних моделей тулуба (рис. 5), його загальної жирової тканини (рис. 6), а також окремо підшкірного та вісцерального жиру (рис. 7 та 8). Програма в автоматичному режимі розраховувала об'єми кожної з трьохвимірних моделей.

Порівнювали відповідні об'єми до та через 6 місяців після оперативних втручань.

Статистичну обробку результатів проводили за допомогою програми Statistica 6.0. Перевірку нормальності вибірки проводили шляхом оцінки гістограм і W тесту Shapiro-Wilk. Для вибірок з нормальним розподілом результати наводили як середня  $\pm$  помилка середньої величини ( $M \pm m$ ). Для несиметричних варіаційних рядів розраховували медіану ( $Me$ ), нижній ( $Q1$ ) і верхній ( $Q3$ ) кватилі. Зв'язок між змінними визначали за допомогою коефіцієнту кореляції Pearson. Достовірність різниці двох незалежних вибірок з нормальним розподілом і однаковою дисперсією оцінювали шляхом двобічного двовибіркового t-критерію Стьюдента ( $t$ ). Статистичні гіпотези вважали достовірними при критичному рівні значущості  $p < 0,05$ .

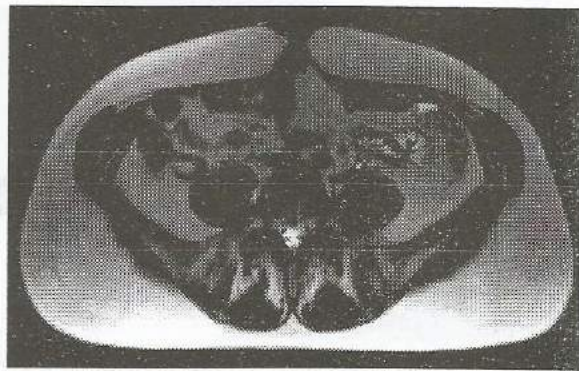


Рис. 1. МРТ - поперечний зріз тулуба на рівні пупка

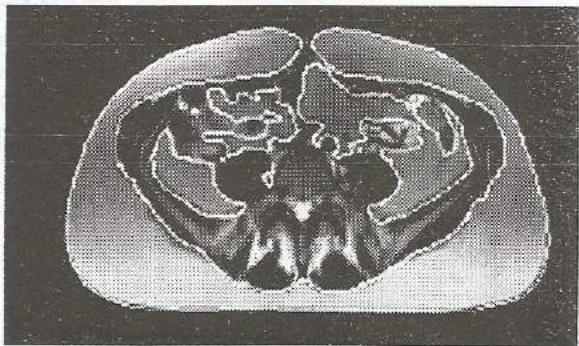


Рис. 2. Сегментація загальної жирової тканини тулуба

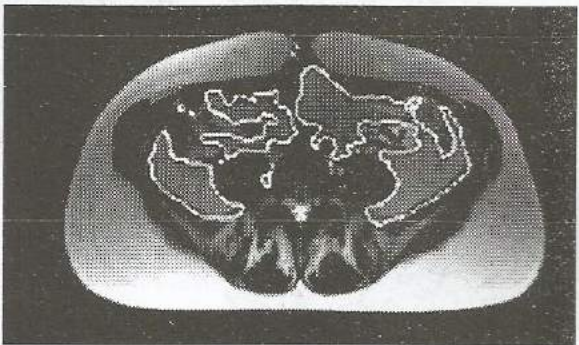


Рис. 3. Сегментація вісцеральної жирової тканини

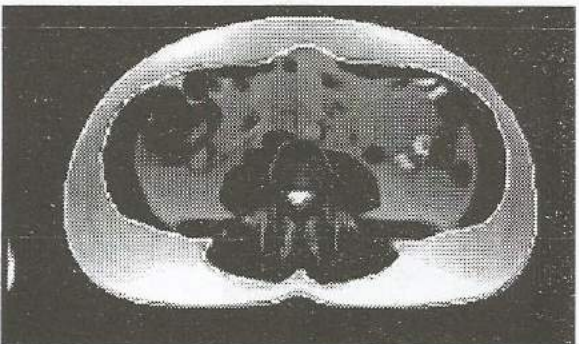


Рис. 4. Сегментація підшкірної жирової тканини



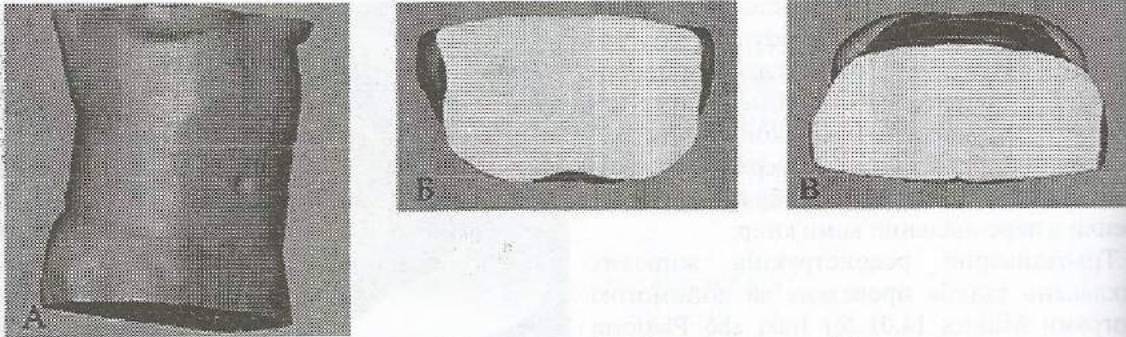


Рис. 5. Трьохвимірна модель тулуба. А) коса проекція; Б) вигляд зверху; В) вигляд знизу

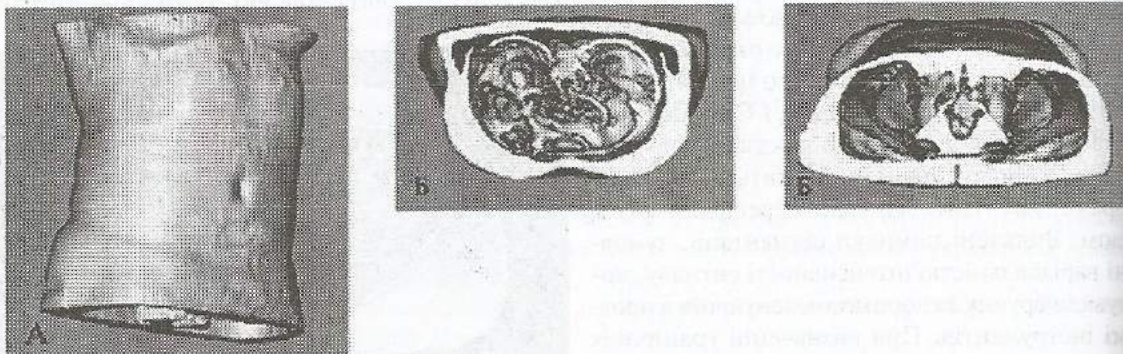


Рис. 6. Трьохвимірна модель загальної жирової тканини тулуба. А) коса проекція; Б) вигляд зверху; В) вигляд знизу

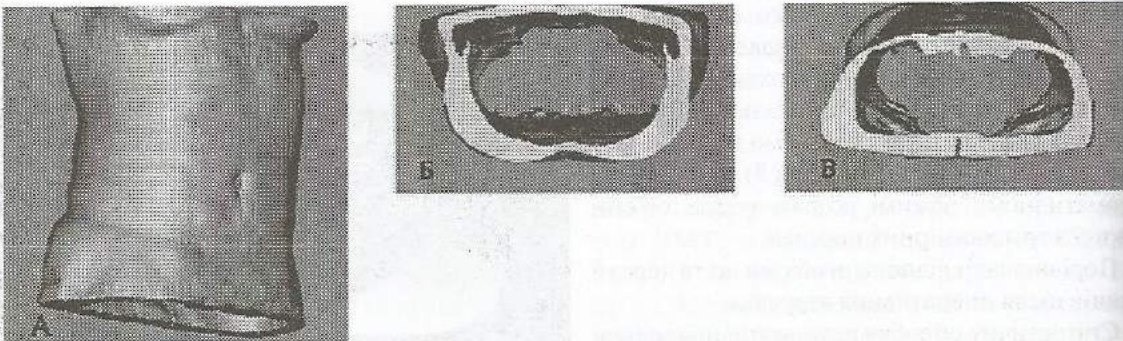


Рис. 7. Трьохвимірна модель підшкірної жирової тканини тулуба. А) коса проекція; Б) вигляд зверху; В) вигляд знизу

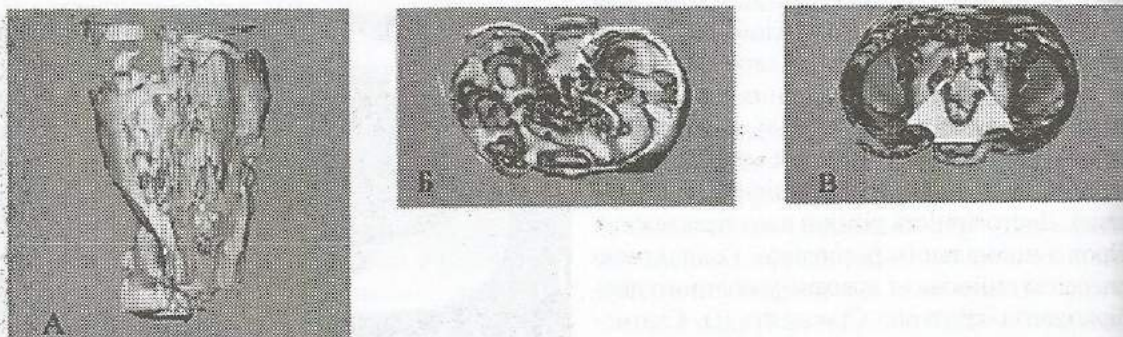


Рис. 7. Трьохвимірна модель підшкірної жирової тканини тулуба. А) коса проекція; Б) вигляд зверху; В) вигляд знизу



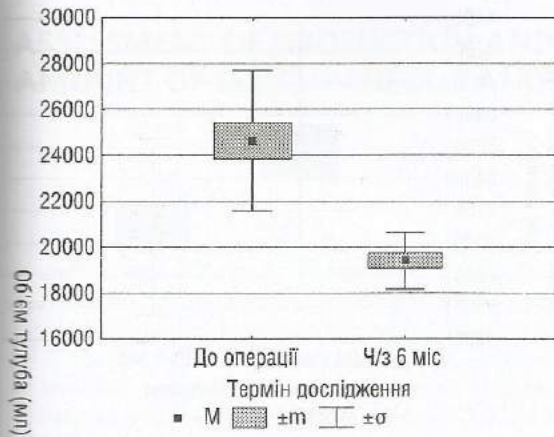


Рис. 9. Зміна загального об'єму тулуба



Рис. 10. Динаміка загального об'єму жирової тканини тулуба

**Результати.**

До хірургічного лікування середній об'єм тулуба становив  $24642,4 \pm 790,26$  мл і знаходився у сильному прямому зв'язку з ІМТ ( $r=0,86$ ,  $p=0,00005$ ). Загальний об'єм жирової тканини тулуба був  $12890,0 \pm 798,86$  мл. В середньому  $71,9 \pm 0,88\%$  його приходилося на підшкірний жир. Об'єм останнього складав  $9327,0 \pm 666,62$  мл. Середній об'єм вісцеральної жирової тканини дорівнював  $3563,0 \pm 170,65$  мл.

Через 6 місяців після оперативного втручання зареєстровано суттєве зменшення всіх досліджених об'ємів. Об'єм тулуба в середньому зменшився на  $20,5 \pm 1,90\%$  (рис. 9), загальний об'єм жирової тканини тулуба – на  $37,6 \pm 2,85\%$  (рис. 10) переважно ( $47,2 \pm 3,55\%$ ) за рахунок підшкірної жирової тканини (рис. 11).

Проте на  $12,7 \pm 1,09\%$  відмічено також зменшення кількості вісцерального жиру (рис. 12).

При чому сильніше виражене воно було у пацієнтів, які перенесли АП з укріпленням МАШ ( $p=0,00018$ ). Знайдена сильна кореляція між зменшенням загального об'єму жирової тканини тулуба та об'ємом видаленого під час операції жиру ( $r=0,94$ ,  $p<0,0001$ ), а також зменшенням ІМТ ( $r=0,84$ ,  $p<0,0001$ ). Не виявлено статистично достовірної різниці між відсотком втрати підшкірної жирової тканини у пацієнток, яким виконана тільки ЛС, порівняно з групою, якій проведена ЛС в комбінації з АП ( $p=0,98$ ).

Таким чином, проведені дослідження демонструють, що хірургічне видалення підшкірної жирової тканини тулуба в шестимісячний термін приводить до зменшення як об'єму тулу-

ба, так і загального об'єму його жирової тканини. На наш погляд, цікавим є те, що одночасно зменшувався об'єм вісцерального жиру, хоча і в меншому ступені, ніж підшкірного. Пояснень цього феномену декілька. В першу чергу, позитивний вплив видалення зайвої жирової тканини на метаболізм. Відомо, що підшкірна жирова тканина підтримує хронічний запальний стан шляхом гіперпродукції прозапальних цитокінів та лептину. Ослаблення синтезу вказаного адипокіну внаслідок видалення певної маси адипоцитів може розривати порочне коло між гіперлептинемією та лептинорезистентністю. Зменшення кількості адипоцитів веде до зниження концентрації тригліцеридів в сироватці крові і відповідно їх гальмівної дії на транспорт лептину через гематоенцефалічний бар'єр. По друге, суттєвий мотиваційний вплив ранніх результатів операції на пацієнток допомагає більшості з них змінити спосіб життя – підвищити рухову активність, а також зменшити калораж дієти. Вважаємо, що на кількість вісцерального жиру можуть впливати об'єм черевної порожнини та обумовлений ним тиск в ній. Вірогідно внутрішньочеревний тиск може впливати на ліполіз або відкладення вісцерального жиру, а у добре мотивованих пацієнтів також виконувати функцію своєрідного бандажа, який зменшує розміри шлунка, що сприяє скорішому насиченню.

Трьохвимірною реконструкцією дає можливість більш точно оцінити кількість та розподіл жирової тканини тулуба, ніж визначення площі вісцерального та підшкірного жиру на одному зрізі на рівні пупка [9, 7]. На відміну від





Рис. 11. Динаміка об'єму підшкірної жирової тканини



Рис. 12. Динаміка об'єму вісцеральної жирової тканини

методики, описаної S. Ohshima et al. [7], застосований у дослідженні метод цифрової обробки знімків дозволяє отримати більш наглядні трьохвимірні моделі. Їх візуальна оцінка полегшує виявлення і усунення помилок сегментації, покращує наочність результатів. Проте, на відміну від вище згаданої методики, корекція масок жирової тканини потребує значної ручної праці, а відповідно і часу. Доцільно було б продовжити вдосконалення програмного забезпечення для повної автоматизації цього процесу.

**Висновки**

1. Методика трьохвимірної реконструкції зображень, отриманих при МРТ та КТ, з

успіхом може бути використана при оцінці загальної кількості жирової тканини тулуба і окремо підшкірного та вісцерального жиру як з метою вивчення факторів, що впливають на розвиток метаболічного синдрому, так і оцінки результатів хірургічних втручань.

2. Хірургічне видалення підшкірного жиру приводить до зменшення об'єму тулуба переважно за рахунок зменшення кількості підшкірної жирової тканини.
3. Видалення підшкірної жирової тканини стимулює метаболічні зміни в організмі, наслідком яких є зменшення кількості вісцерального жиру.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛИПОСАКЦИИ И АБДОМИНОПЛАСТИКИ ТУЛОВИЩА НА КОЛИЧЕСТВО ПОДКОЖНОЙ И ВИСЦЕРАЛЬНОЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ МЕТОДОМ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Теплый В.В.

**Резюме** С целью изучения возможности использования трехмерной реконструкции для определения влияния хирургических методов коррекции косметических дефектов туловища на количество его жировой ткани обследовано 15 пациенток в возрасте 24-64 года с ИМТ до операции  $29,82 \pm 1,876$  кг/м<sup>2</sup>. Абдоминопластика (АП) с укреплением мышечно-апоневротического слоя и липосакцией (ЛС) туловища произведена 8 пациенткам, циркулярная ЛС туловища - 7. Общій об'єм удаленной жировой ткани колебался от 1445 до 9280 мл. Трехмерная реконструкция туловища и его жировых отложений выполнена после получения при МРТ или КТ серии поперечных срезов. Через 6 месяцев после оперативного вмешательства об'єм туловища в среднем уменьшился на  $20,5 \pm 1,90\%$ , общій об'єм его жировой ткани - на  $37,6 \pm 2,85\%$ , преимущественно ( $47,2 \pm 3,55\%$ ) за счет подкожной клетчатки. Удаление последней стимулировало метаболіческие изменения в организме, следствием которых было уменьшение на  $12,7 \pm 1,09\%$  количества висцерального жира, сильнее выражено оно было у пациенток, которые перенесли АП с укреплением мышечно-апоневротического слоя ( $p=0,00018$ ).

**Ключевые слова:** Абдоминопластика, липосакция, трехмерная реконструкция, жировые отложения, висцеральный жир, подкожный жир.



## ASSESSMENT OF LIPOSUCTION AND ABDOMINOPLASTY INFLUENCE ON THE AMOUNT OF SUBCUTANEOUS AND VISCERAL FAT TISSUE BY 3D MODELING

*Теплий В.В.*

**Abstract.** *The investigation has been undertaken with the objective to assess the possibility to evaluate the influence of surgical methods of trunk cosmetic defects correction on the amount of fat tissue with the help of 3D reconstruction. Fifteen female patients aged 24-64 y with BMI before surgery  $29.82 \pm 1.876$  kg/m<sup>2</sup>. Abdominoplasty (AP) with muscle reconstruction and liposuction has been performed to 8 patients, circular body liposuction - to 7. The general volume of removed fat tissue was 1445 to 9280 ml. 3D reconstruction of the body and its fat accumulations was performed from transverse MRI and CT slices of the trunk. In 6 month period after surgery the average volume of the trunk decreased on  $20.5 \pm 1.90\%$ , volume of fat tissue - on  $37.6 \pm 2.85\%$ , mainly ( $47.2 \pm 3.55\%$ ) due to subcutaneous fat. The elimination of latter stimulated metabolic changes in the organism that resulted in decrease of visceral fat on  $12,7 \pm 1,09\%$ . This was more evident after AP with muscle plication than following LS ( $p=0,00018$ ).*

**Key words:** *Abdominoplasty, liposuction, 3D reconstruction, fat deposits, visceral fat, subcutaneous fat.*

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мартиросов Э.Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э.Г. Мартиросов, Д.В. Николаев, С.Г. Руднев - Москва: Наука, 2006. - 247 с.
2. Katabami T. Measurement techniques of body fat volume, body fat percentage, fat distribution and intracellular lipid content / T. Katabami, Y. Tanaka // *Nippon Rinsho*. 2009. - Vol. 67, №2. - P.307-312
3. Shojaei M.H. Sonographic Prediction of Body Fat Volume (Subcutaneous and Visceral Fat) in Cardiovascular Patients / M. H. Shojaei, S. Shirani, M. R. Eshraghian, M. Soleymanzadeh // *The Journal of Tehran University Heart Center*. - 2010. - Vol.2. - P.83-86.
4. Liu K.H. Sonographic measurement of mesenteric fat thickness is a good correlate with cardiovascular risk factors: comparison with subcutaneous and preperitoneal fat thickness, magnetic resonance imaging and anthropometric indexes International/ K.H. Liu Y.L., Chan, W.B. Chan, W.L. Kong, M.O. Kong, J.C.N. Chan // *Journal of Obesity*. - 2003. - Vol.27. - P. 1267-1273.
5. Seidell J.C. Imaging techniques for measuring adipose-tissue distribution - a comparison between computed tomography and 1.5-T magnetic resonance/ J.C. Seidell, C.J.G. Bakker, K. Van der Kooy // *Am. J. Clin. Nutr.* - 1990. - Vol.51. - P. 953-957.
6. Ross R. Quantification of adipose tissue by MRI: Relationship with anthropometric variables/ R. Ross, L. L'ger, D. Morris, J. De Guise, R. Guardo // *J. Appl. Physiol.* - 1992. - Vol.72. - P. 787-795.
7. Ohshima S. Development of an automated 3D segmentation program for volume quantification of body fat distribution using CT / S. Ohshima, S. Yamamoto, T. Yamaji, M. Suzuki, M. Mutoh, M. Iwasaki, S. Sasazuki, K. Kotera, S. Tsugane, Y. Muramatsu, N. Moriyama // *Japanese Journal of Radiological Technology*. - 2008. - Vol. 64. - №9. - P.1177-1181.
8. Thomas E.L. Estimation of abdominal fat compartments by bioelectrical impedance: the validity of the ViScan measurement system in comparison with MRI/ E.L. Thomas, A.L. Collins, J. Mc Carthy, J. Fitzpatrick, G. Durighel, A.P. Goldstone, J.D. Bell // *European Journal of Clinical Nutrition*. - 2010. - Vol. 64. - P. 525-533.
9. Kobayashi J. A novel method of measuring intra-abdominal fat volume using helical computed tomography / J. Kobayashi, N. Tadokoro, M. Watanabe, M. Shinomiya // *International Journal of Obesity*. - 2002. - Vol. 26, №3, P.398-402.