

Показники деформації лівого шлуночка у здорових осіб старших вікових груп



А. С. Матящук

ДУ «Національний інститут хірургії та трансплантології імені О. О. Шалімова НАМН України», Київ

Мета роботи — встановити нормативні значення регіонарної та глобальної повздожньої, циркулярної та трансмуральної деформації і швидкості деформації (ШД) у добровольців віком від 45 до 70 років без захворювань серцево-судинної системи за даними трансторакальної ехокардіографії.

Матеріали і методи. Обстежено 50 здорових добровольців (27 жінок і 23 чоловіків) віком від 45 до 70 років (у середньому $53,8 \pm 7,4$ року). Дослідження виконане на ультразвуковому сканері Toshiba Aplio 500. Картування деформації здійснювали методом спекл-трекінг. Визначали регіонарні показники деформації (ПД) кожного сегмента: кінцевосистолічну повздожню (ε_L), циркулярну (ε_C) і трансмуральну (ε_T) деформацію та піковосистолічну швидкість повздожньої (ε'_L), циркулярної (ε'_C) і трансмуральної (ε'_T) деформації. Розраховували глобальні показники ε_L , ε_C , ε_T , ε'_L , ε'_C , ε'_T , а також відношення: $\varepsilon_L/\varepsilon_C$, $\varepsilon_L/\varepsilon_T$, $\varepsilon_C/\varepsilon_T$ та $\varepsilon'_L/\varepsilon'_C$, $\varepsilon'_L/\varepsilon'_T$, $\varepsilon'_C/\varepsilon'_T$.

Результати та обговорення. Глобальна ε_L дорівнювала $(-15,6 \pm 2,3)\%$, ε'_L — $(-0,8 \pm 0,1)\%/c$, ε_C — $(-20,3 \pm 3,9)\%$, ε'_C — $(-1,1 \pm 0,2)\%/c$, ε_T — $(44,7 \pm 8,0)\%$, ε'_T — $(2,4 \pm 0,4)\%/c$. Достовірних відмінностей ПД між чоловіками і жінками не виявлено. Встановлено негативний вплив на ПД надлишкової маси тіла (індекс маси тіла (ІМТ) $25,1$ – $32,9$ kg/m^2 порівняно з ІМТ $20,5$ – $25,0$ kg/m^2), проте кореляційний зв'язок досить слабкий. Під час аналізу регіонарних ПД градієнта значень від основи до верхівки не виявлено. Відношення $\varepsilon_L/\varepsilon_C$, $\varepsilon_L/\varepsilon_T$ та $\varepsilon_C/\varepsilon_T$ становили $0,85 \pm 0,13$, $-0,34 \pm 0,06$ та $-0,41 \pm 0,08$ відповідно. Відношення $\varepsilon'_L/\varepsilon'_C$, $\varepsilon'_L/\varepsilon'_T$ та $\varepsilon'_C/\varepsilon'_T$ дорівнювали $0,82 \pm 0,12$, $-0,33 \pm 0,06$ та $-0,41 \pm 0,07$. Виявлено тісний кореляційний зв'язок фракції викиду й екскурсії мітрального кільця із глобальною деформацією та ШД лівого шлуночка.

Висновки. Показники глобальної та регіонарної деформації міокарда лівого шлуночка у здорових осіб віком від 45 до 70 років не залежать від статі та від локалізації сегментів міокарда, тому немає необхідності їх нормування для кожного окремого сегмента. Наявність надлишкової маси тіла супроводжується слабким негативним впливом на швидкість глобальної повздожньої та трансмуральної деформації.

Ключові слова: ехокардіографія, деформація, швидкість деформації, картування деформації.

У 1998 р. було запропоновано новий метод оцінки скоротливої функції міокарда — картування деформації, який додав до арсеналу фахівців два принципи нових показники — деформацію міокарда та швидкість деформації (ШД) міокарда [5, 6]. Деформація — це зміна розміру фрагмента стінки, нормалізована до вихідного стану:

$$\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0},$$

де ε — деформація, l_0 — початкова довжина, l — довжина під час вимірювання (рис. 1).

ШД — похідна першого порядку деформації за часом:

$$\text{ШД} = \frac{d\varepsilon}{dt}.$$

Звідси ж випливає, що ШД та деформація — це похідні відповідно першого та другого порядку до прискорення сили скорочення, що розвиває фрагмент міокарда, долаючи навантаження, також нормалізованого до вихідного розміру стінки. Оскільки сила скорочення прямо пропорційна цьому прискоренню, то деформацію і ШД на сьогодні можна вважати найточнішими ехокардіографічними показниками скоротливої активності міокарда.

Чутливість і специфічність деформації та ШД у виявленні порушень скоротливої функції міокарда значно перевищують ці характеристики інших методик її оцінки, що застосовуються в трансторакальній ехокардіографії [16]. Доведено

Стаття надійшла до редакції 6 липня 2015 р.

Матящук Андрій Сергійович, мол. наук. співр.
03680, м. Київ, вул. Героїв Севастополя, 30
E-mail: andreymatiashchuk@gmail.com

© А. С. Матящук, 2015

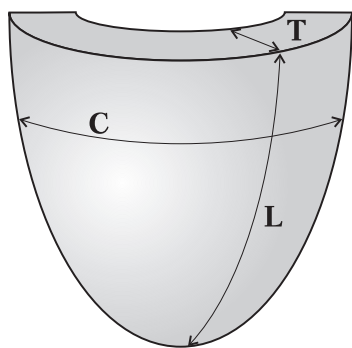


Рис. 1. Види деформації міокарда. L — повздожня, C — циркулярна, T — трансмуральна деформація

зниження показників деформації у хворих, які перенесли інфаркт міокарда (ІМ), їх кореляцію із зоною поширення інфаркту та фракцією викиду (ФВ), можливість за їх значеннями передбачити ремоделювання лівого шлуночка (ЛШ) та клінічні ускладнення, пов'язані з ішемічною хворобою серця (ІХС) [10]; виявлено збільшення цих показників після хірургічної реваскуляризації уражених сегментів міокарда [9]. Встановлений зв'язок їх зміни з порушенням толерантності до глюкози у хворих із нормальним артеріальним тиском [7], та навіть у хворих на гіпертиреоз, і повернення їх значень до норми при досягненні еутиреозу [4].

Суттєве обмеження методу — спричинені відсутністю єдиного загальноприйнятого алгоритму отримання показників у різних виробників медичного обладнання розбіжності нормативних показників деформації [15, 18, 19]. Масштабні дослідження, проведені на великих когортах здорових людей, — HUNT і дослідження Т. Kuznetsova та співавт. — не сприяли вирішенню проблеми, оскільки були виконані на однаковому обладнанні [8, 11].

Мета роботи — встановити нормативні значення регіонарної та глобальної повздожньої, циркулярної та трансмуральної деформації і швидкості деформації у добровольців віком від 45 до 70 років без захворювань серцево-судинної системи за даними трансторакальної ехокардіографії.

Матеріали і методи

У дослідження залучено 50 добровольців (27 жінок і 23 чоловіків) віком від 45 до 70 років (у середньому $53,8 \pm 7,4$ року) з індексом маси тіла (ІМТ) від 20,5 до 32,9 $\text{кг}/\text{м}^2$, без змін на ЕКГ у стані спокою і скарг, характерних для ІХС. Спочатку виконували стандартну трансторакальну ехокардіографію на ультразвуковому сканері Toshiba Aplio 500 за допомогою фазованого датчика PST-30BT із частотою 2,8–4,4 МГц, під час якої визначали ФВ методом Сімпсона, екскурсію мітрально-

го кільця (ЕМК), швидкість базальних сегментів ЛШ, виміряних методом тканинної доплерографії, а також діаметр аорти, легеневого стовбура, лівого передсердя, площу правого передсердя, кінцеводіастолічний діаметр правого шлуночка, товщину стінок ЛШ, градієнт кровоплину на аортальному, мітральному, трикуспідальному клапанах та клапані легеневої артерії. Потім проводили картування деформації методом спекл-трекінг [3]. Для цього записували синхронізовану з ЕКГ кінопетлю із трьох серцевих циклів у стандартних проєкціях — чотирикамерній, п'ятикамерній, двокамерній і трьох парастернальних — по короткій осі на рівні мітрального клапана, папілярних м'язів та верхівки шлуночка. Частота кадрів відеофрагментів становила 40–42 за 1 с, компенсацію дрейфу (drift compensation) до програмного забезпечення не застосовували, оскільки одночасна побудова графіків показників декількох серцевих циклів неможлива. Налаштування сканера, такі як сектор сканування, межове (edge enhancing) та загальне (gain) посилення, підбирали індивідуально для отримання зображення найвищої якості. На збережених відеофрагментах обводили зовнішній і внутрішній контур міокарда ЛШ: у парастернальних позиціях — кінцевосистолічний, в інших — кінцеводіастолічний. Далі за допомогою прикладного програмного забезпечення відбувався автоматичний розподіл зображення ЛШ на сегменти відповідно до проєкції поточного зображення, побудування графіків показників зміщення, швидкості, деформації та ШД і визначення показників регіонарної деформації кожного візуалізованого сегмента: кінцевосистолічної повздожньої деформації (ϵ_l), кінцевосистолічної циркулярної деформації (ϵ_c), кінцевосистолічної трансмуральної деформації (ϵ_r), піковосистолічної швидкості повздожньої деформації (ϵ'_l), піковосистолічної швидкості циркулярної деформації (ϵ'_c) та піковосистолічної швидкості трансмуральної деформації (ϵ'_r). ЛШ розподіляли на 16 сегментів згідно з рекомендаціями Американського співтовариства ехокардіографістів та Європейської асоціації ехокардіографістів [12]. Також автоматично визначали тривалість серцевого циклу, час відкриття аортального клапана, кінцеводіастолічний, систолічний та ударний об'єм і ФВ ЛШ. Графік показників глобальної деформації будувався автоматично, однак, оскільки в кожній проєкції одночасно візуалізується лише 4–6 сегментів, глобальні показники ми розраховували самостійно, за формулами

$$\epsilon_{global} = \frac{\sum_{i=1}^n \epsilon_i}{n} \text{ та } \epsilon'_{global} = \frac{\sum_{i=1}^n \epsilon'_i}{n},$$

де ϵ_{global} — глобальна деформація, ϵ'_{global} — швидкість глобальної деформації, n — кількість оцінених сегментів (тобто як середнє арифметичне показника

всіх оцінених сегментів). Показники глобальної деформації позначали великими літерами у нижньому індексі: ϵ_L , ϵ_C , ϵ_T , ϵ'_L , ϵ'_C , ϵ'_T відповідно.

Результати та обговорення

Гендерних розбіжностей щодо показників деформації не виявлено (табл. 1).

Показники повздожньої глобальної деформації, за даними трансторакальної ехокардіографії (див. табл. 1), були близькими до цих показників в осіб старшої вікової групи, яких залучили в дослідження HUNT, а глобальна повздожня швидкість деформації виявилася дещо нижчою (табл. 2). Наші дані підтверджують рекомендації деяких науковців щодо необхідності зважати на тип обладнання, на якому проводять дослідження [2].

Показники циркулярної та трансмуральної деформації в осіб із надлишковою масою тіла виявилися нижчими порівняно з цими показниками в осіб з нормальною масою тіла, проте кореляційний зв'язок був досить слабкий і недостовірний; впливу на повздожню деформацію не виявлено (табл. 3). Водночас вплив надлишкової маси тіла на швидкість повздожньої і трансмуральної деформації виявився достовірним ($p < 0,05$), проте також слабким.

Результати визначення показників регіонарної деформації міокарда ЛШ в практично здорових осіб наведено в табл. 4. Повздожня деформація коливалася в межах $-12,7 \dots -18,0\%$ без чіткого зв'язку з рівнем та стінкою сегмента. Циркулярна і трансмуральна деформації становили $-16,8 \dots -22,7\%$ і $37,7 \dots 50,2\%$ відповідно. ϵ_c та ϵ_t дещо

Т а б л и ц я 1
Показники глобальної деформації міокарда ЛШ у 50 здорових добровольців різної статі віком від 45 до 70 років

| Показник | Чоловіки (n = 23) | Жінки (n = 27) | Разом (n = 50) | p |
|---------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------|
| $\epsilon_L, \%$ | $-15,8 \pm 3,0$ | $-15,5 \pm 1,8$ | $-15,6 \pm 2,3$ | 0,40 |
| $\epsilon'_L, \%/c$ | $-0,8 \pm 0,2$ | $-0,8 \pm 0,1$ | $-0,8 \pm 0,1$ | 0,35 |
| $\epsilon_C, \%$ | $-21,8 \pm 5,3$ | $-19,2 \pm 2,3$ | $-20,3 \pm 3,9$ | 0,11 |
| $\epsilon'_C, \%/c$ | $-1,2 \pm 0,3$ | $-1,0 \pm 0,1$ | $-1,1 \pm 0,2$ | 0,13 |
| $\epsilon_T, \%$ | $44,2 \pm 7,3$ | $45,0 \pm 8,9$ | $44,7 \pm 8,0$ | 0,41 |
| $\epsilon'_T, \%/c$ | $2,4 \pm 0,3$ | $-2,4 \pm 0,4$ | $2,4 \pm 0,4$ | 0,38 |

зменшувалися від базальних сегментів до верхівки, однак ця залежність виявилася недостовірною ($p > 0,05$). ϵ_t була майже однаковою на всіх рівнях. Отже, ми не виявили чіткого градієнта деформації від базальних сегментів до апікальних, що відповідає даним досліджень HUNT, JUSTICE і Т. Kuznetsova та співавт. [8, 11, 19]. Однак деякі автори все ж рекомендують використовувати окремі нормативні значення для кожного сегмента [15, 18]. На відміну від наших результатів, у літературі є повідомлення про нижчі значення повздожньої деформації базальних сегментів [1, 13, 17].

Швидкість регіонарної деформації в обстежених осіб на всіх рівнях коливалася в майже однаковому діапазоні (табл. 4), отже, градієнта від верхівки до мітрального кільця теж не виявлено, що

Т а б л и ц я 2

Показники глобальної деформації, отримані в дослідженні HUNT [11]

| Вік, роки | Жінки | | Чоловіки | |
|--------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| | $\epsilon_L, \%$ | $\epsilon'_L, \%/c$ | $\epsilon_L, \%$ | $\epsilon'_L, \%/c$ |
| < 40 | $-17,9 \pm 2,1$ | $-1,09 \pm 0,12$ | $-16,8 \pm 2,0$ | $-1,06 \pm 0,13$ |
| 40–60 | $-17,6 \pm 2,1$ | $-1,06 \pm 0,13$ | $-18,8 \pm 2,2$ | $-1,01 \pm 0,12$ |
| > 60 | $-15,9 \pm 2,4$ | $-0,97 \pm 0,14$ | $-15,5 \pm 2,4$ | $-0,97 \pm 0,14$ |
| У середньому | $-17,4 \pm 2,3$ | $-1,05 \pm 0,13$ | $-15,9 \pm 2,3$ | $-1,01 \pm 0,13$ |

Т а б л и ц я 3

Розподіл показників деформації залежно від ІМТ у 50 здорових добровольців різної статі віком від 45 до 70 років

| Показник | $\epsilon_L, \%$ | $\epsilon'_L, \%/c$ | $\epsilon_C, \%$ | $\epsilon'_C, \%/c$ | $\epsilon_T, \%$ | $\epsilon'_T, \%/c$ |
|----------------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| ІМТ < 25 кг/м ² | $-15,4 \pm 3,4$ | $-0,8 \pm 0,2$ | $-21,1 \pm 5,5$ | $-1,1 \pm 0,3$ | $45,8 \pm 6,8$ | $2,5 \pm 0,2$ |
| ІМТ > 25 кг/м ² | $-15,8 \pm 1,8$ | $-0,8 \pm 0,1$ | $-18,0 \pm 2,8$ | $-1,0 \pm 0,2$ | $38,9 \pm 9,3$ | $2,1 \pm 0,4$ |
| Коефіцієнт Пірсона, r | 0,07 | 0,31* | 0,27 | 0,16 | -0,20 | -0,35* |

* $p < 0,05$.

Т а б л и ц я 4

Показники регіонарної деформації міокарда ЛШ у 50 здорових добровольців різної статі віком від 45 до 70 років

| Сегмент | $\epsilon_b, \%$ | $\epsilon'_b, \%/с$ | $\epsilon_c, \%$ | $\epsilon'_c, \%/с$ | $\epsilon_t, \%$ | $\epsilon'_t, \%/с$ | | |
|-------------------------|-------------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|-------------|-----------|
| Базальні | Бічний | -15,9 ± 3,1 | -0,8 ± 0,1 | -20,2 ± 4,6 | -1,1 ± 0,3 | 44,2 ± 13,5 | 2,2 ± 0,6 | |
| | Задній | -16,2 ± 3,8 | -0,9 ± 0,2 | -22,7 ± 6 | -1,1 ± 0,3 | 50,2 ± 12,5 | 2,5 ± 0,6 | |
| | Нижній | -17,1 ± 4,2 | -0,9 ± 0,3 | -21,6 ± 6,1 | -1,1 ± 0,3 | 46,0 ± 14,6 | 2,4 ± 0,7 | |
| | Перегородковий | -14,7 ± 2,8 | -0,8 ± 0,2 | -19,8 ± 5,1 | -1,0 ± 0,3 | 43,6 ± 12,2 | 2,4 ± 0,6 | |
| | Передньо-перегородковий | -14,8 ± 3,4 | -0,8 ± 0,1 | -20,3 ± 5,0 | -1,1 ± 0,3 | 45,5 ± 12,9 | 2,5 ± 0,6 | |
| | Передній | -15,3 ± 3,9 | -0,8 ± 0,2 | -20,2 ± 5,0 | -1,2 ± 0,3 | 39,6 ± 12,6 | 2,3 ± 0,7 | |
| | Усі базальні | -15,7 ± 3,6 | -0,8 ± 0,2 | -20,9 ± 5,3 | -1,1 ± 0,3 | 45,2 ± 13,1 | 2,4 ± 0,6 | |
| | Середні | Бічний | -12,7 ± 9,6 | -0,8 ± 0,2 | -18,9 ± 5,6 | -1,0 ± 0,2 | 40,9 ± 8,5 | 2,5 ± 0,6 |
| | | Задній | -15,6 ± 3,2 | -0,8 ± 0,2 | -21,4 ± 5,5 | -1,1 ± 0,3 | 47,8 ± 11,7 | 2,5 ± 0,7 |
| Нижній | | -16,7 ± 3,8 | -0,8 ± 0,2 | -20,1 ± 5,1 | -1,2 ± 0,4 | 45,0 ± 12,6 | 2,5 ± 0,6 | |
| Перегородковий | | -18,0 ± 2,7 | -0,9 ± 0,2 | -20,2 ± 6,1 | -1,1 ± 0,4 | 43 ± 11,6 | 2,5 ± 0,7 | |
| Передньо-перегородковий | | -15,4 ± 2,8 | -0,8 ± 0,4 | -18,6 ± 6,4 | -1,2 ± 0,4 | 46,6 ± 15,0 | 2,7 ± 0,9 | |
| Передній | | -16,2 ± 3,2 | -0,9 ± 0,2 | -19,2 ± 5,8 | -1,1 ± 0,4 | 44,1 ± 12,9 | 2,8 ± 0,7 | |
| Усі середні | | -15,8 ± 5,1 | -0,8 ± 0,2 | -19,8 ± 5,7 | -1,1 ± 0,3 | 44,7 ± 12,1 | 2,5 ± 0,7 | |
| Апікальні | | Бічний | -14,4 ± 3,3 | -0,8 ± 0,2 | -17,1 ± 3,5 | -0,9 ± 0,2 | 42,5 ± 8,2 | 2,2 ± 0,6 |
| | | Нижній | -16,3 ± 4,4 | -0,8 ± 0,2 | -18,8 ± 3,7 | -1,0 ± 0,2 | 42,8 ± 9,1 | 2,2 ± 0,7 |
| | Перегородковий | -16,3 ± 3,3 | -0,8 ± 0,2 | -17,5 ± 2,7 | -0,9 ± 0,1 | 37,7 ± 9,9 | 2,1 ± 0,6 | |
| | Передній | -15,5 ± 3,1 | -0,8 ± 0,4 | -16,8 ± 3,2 | -1,0 ± 0,3 | 36,3 ± 8,4 | 2,0 ± 0,7 | |
| | Усі апікальні | -15,6 ± 3,6 | -0,8 ± 0,2 | -17,6 ± 0,3 | -1,0 ± 0,2 | 40,0 ± 9,2 | 2,1 ± 0,6 | |

Т а б л и ц я 5

Співвідношення різних видів деформації міокарда ЛШ у 50 здорових добровольців різної статі віком від 45 до 70 років

| ϵ_L/ϵ_C | ϵ_L/ϵ_T | ϵ_C/ϵ_T | ϵ'_L/ϵ'_C | ϵ'_L/ϵ'_T | ϵ'_C/ϵ'_T |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 0,85 ± 0,13 | -0,34 ± 0,06 | -0,41 ± 0,08 | 0,82 ± 0,12 | -0,33 ± 0,06 | -0,41 ± 0,07 |

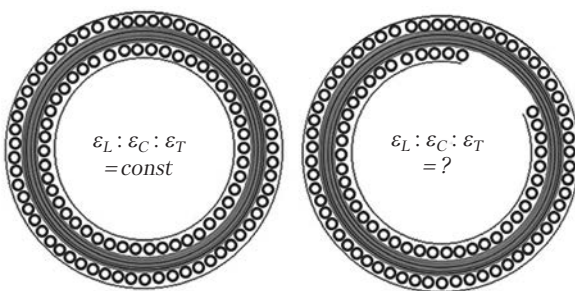


Рис. 2. Співвідношення показників деформації ЛШ у нормі та при субендокардіальному ІМ

відповідає даним HUNT, проте відрізняється від результатів деяких інших досліджень [14, 15].

При субендокардіальному ІМ уражуються в першу чергу повздожні м'язові волокна [20], отже, ϵ_L/ϵ_C має збільшитися, ϵ_L/ϵ_T — теж незначно збільшитися, а ϵ_C/ϵ_T — зменшитися (рис. 2). Таким чином, показники ϵ_L/ϵ_C , ϵ_L/ϵ_T та ϵ_C/ϵ_T можуть виявитися корисними (табл. 5). Співвідношення різних видів деформації відповідають співвідношенням ШД. Мала величина стандартного відхилення дає підстави стверджувати значущість цих показників для діагностики ІХС*.

* На момент публікації ми завершили дослідження. Деякі співвідношення у діагностиці ІХС мали діагностичну точність, вищу за таку у ФВ. Ці дані будуть надруковані в окремій статті.

Під час вивчення зв'язку показників глобальної деформації із ФВ та ЕМК виявлено тісний кореляційний зв'язок ФВ із глобальною повздожньою ($r = -0,89$), циркулярною ($r = -0,81$) та трансмуральною ($r = 0,72$) деформацією ЛШ ($p < 0,001$) і зі швидкістю повздожньої ($r = -0,87$), трансмуральної ($r = 0,76$) та циркулярної ($r = -0,79$) деформації ($p < 0,001$). Також виявлено зв'язок глобальної деформації та ШД з ЕМК: із повздожньою, трансмуральною і циркулярною деформацією коефіцієнт Пірсона становив $-0,84$; $0,59$ та $-0,70$ ($p < 0,001$), а зі швидкістю повздожньої, трансмуральної та цир-

кулярної деформації відповідно $-0,87$; $-0,73$ та $-0,76$ ($p < 0,001$).

Висновки

Показники глобальної та регіонарної деформації міокарда лівого шлуночка у здорових осіб віком від 45 до 70 років не залежать від статі та від локалізації сегментів міокарда, тому немає необхідності їх нормування для кожного окремого сегмента.

Наявність надлишкової маси тіла супроводжується слабким негативним впливом на швидкість глобальної повздожньої і трансмуральної деформації.

Література

1. Алехин М. Н. Возможности практического использования тканевого доплера. Лекция 1. Тканевой доплер, принципы метода и его особенности. Основные режимы, методика регистрации и анализа // Ультразвуковая и функциональная диагностика. — 2003. — № 3. — С. 115—132.
2. Алехин М. Н. Ультразвуковые методы оценки деформации миокарда и их клиническое значение. — М.: Видар-М, 2012. — 54 с.
3. Костилов М. В., Матяшук А. С. Показники деформації та їх використання в ультразвуковій діагностиці порушень скоротувальної функції міокарда // Серце і судини. — 2012. — № 4 (40). — С. 93—104.
4. Abdulrahman R. M., Delgado V., Ng A. C. et al. Abnormal cardiac contractility in long-term exogenous subclinical hyperthyroid patients as demonstrated by two-dimensional echocardiography speckle tracking imaging // Eur. J. Endocrinol. — 2010. — Vol. 163, N3. — P. 435—441.
5. Andreas Heimdal. Doppler based ultrasound imaging methods for noninvasive assessment of tissue viability // NTNU. — 1999.
6. Asbjørn Støylen. Strain rate Imaging of the left ventricle by ultrasound. Feasibility, clinical validation and physiological aspects // NTNU. — 2001.
7. Ceyhan K., Kadi H., Koç F. et al. Longitudinal left ventricular function in normotensive prediabetics: a tissue Doppler and strain/strain rate echocardiography study // J. Am. Soc. Echocardiogr. — 2012. — Vol. 25, N3. — P. 349—356.
8. Dalen H., Thorstensen A., Aase S. A. et al. Segmental and global longitudinal strain and strain rate based on echocardiography of 1266 healthy individuals: the HUNT study in Norway // Eur. J. Echocardiogr. — 2010. — Vol. 11, N2. — P. 176—183.
9. Durmaz T., Bayram H., Bayram N. et al. Effect of coronary artery bypass surgery on left ventricular function as assessed by strain and strain rate imaging // Perfusion. — 2013.
10. Hoit B. D. Strain and strain rate echocardiography and coronary artery disease // Circ. Cardiovasc. Imaging. — 2011. — Vol. 4, N2. — P. 179—190.
11. Kuznetsova T., Herbots L., Richart T. et al. Left ventricular strain and strain rate in a general population // Eur. Heart J. — 2008. — Vol. 29, N16. — P. 2014—2023.
12. Lang R. M., Bierig M., Devereux R. B. et al. Chamber Quantification Writing Group; American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee; European Association of Echocardiography. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology // J. Am. Soc. Echocardiogr. — 2005. — Vol. 18, N12. — P. 1440—1463.
13. Leitman M., Lysyansky P., Sidenko S. et al. Two-dimensional strain — a novel software for real-time quantitative echocardiographic assessment of myocardial function // J. Am. Soc. Echocardiogr. — 2004. — Vol. 17. — P. 1021—1029.
14. Manovel A., Dawson D., Smith B. et al. Assessment of left ventricular function by different speckle-tracking software // Eur. J. Echocardiogr. — 2010. — Vol. 11. — P. 417—421.
15. Marwick T. H., Leano R. L., Brown J. et al. Myocardial strain measurement with 2-dimensional speckle-tracking echocardiography: definition of normal range // JACC Cardiovasc. Imaging. — 2009. — Vol. 2, N1. — P. 80—84.
16. Mele D., Pasanisi G., Heimdal A. Improved recognition of dysfunctioning myocardial segments by longitudinal strain rate versus velocity in patients with myocardial infarction // J. Am. Soc. Echocardiogr. — 2004. — Vol. 17, N4. — P. 313—321.
17. Mondillo S., Galderisi M., Mele D. et al. Speckle-Tracking Echocardiography. A new technique for assessing myocardial function // J. Ultrasound. Med. — 2011. — Vol. 30. — P. 71—83.
18. Sun J. P., Popović Z. B., Greenberg N. L. et al. Noninvasive quantification of regional myocardial function using Doppler-derived velocity, displacement, strain rate, and strain in healthy volunteers: effects of aging // J. Am. Soc. Echocardiogr. — 2004. — Vol. 17, N2. — P. 132—138.
19. Takigiku K., Takeuchi M., Izumi C. et al. Normal Range of Left Ventricular 2-Dimensional Strain // Circ. J. — 2012. — Vol. 76, N11. — P. 2623—2632.
20. Zhang Y., Chan A. K., Yu C. M. et al. Strain rate imaging differentiates transmural from non-transmural myocardial infarction a validation study using delayed-enhancement magnetic resonance imaging // J. Am. Coll. Cardiol. — 2005. — Vol. 46, N5. — P. 864—871.

Показатели деформации левого желудочка у здоровых лиц старших возрастных групп

А. С. Матящук

ГУ «Национальный институт хирургии и трансплантологии имени А. А. Шалимова НАМН Украины», Киев

Цель работы — определить нормативные значения регионарной и глобальной продольной, циркулярной и трансмуральной деформации и скорости деформации (СД) у добровольцев в возрасте от 45 до 70 лет без заболеваний сердечно-сосудистой системы по данным трансторакальной эхокардиографии.

Материалы и методы. Обследованы 50 здоровых добровольцев (27 женщин и 23 мужчины) в возрасте от 45 до 70 лет (в среднем $53,8 \pm 7,4$ года). Исследование выполнено на ультразвуковом сканнере Toshiba Aplio 500. Картирование деформации проводили путем определения СД. Определяли регионарные показатели деформации (ПД) каждого сегмента: конечно-диастолическую продольную (ε_l), циркулярную (ε_c) и трансмуральную (ε_t) деформацию и пиковосистолическую скорость продольной (ε'_l), циркулярной (ε'_c) и трансмуральной (ε'_t) деформации. Рассчитывали глобальные показатели ε_L , ε_C , ε_T , ε'_L , ε'_C , ε'_T , а также их соотношения $\varepsilon_L/\varepsilon_C$, $\varepsilon_L/\varepsilon_T$, $\varepsilon_C/\varepsilon_T$ и $\varepsilon'_L/\varepsilon'_C$, $\varepsilon'_L/\varepsilon'_T$, $\varepsilon'_C/\varepsilon'_T$.

Результаты и обсуждение. Глобальная ε_L равнялась $(-15,6 \pm 2,3)\%$, ε'_L — $(-0,8 \pm 0,1)\%/с$, ε_C — $(-20,3 \pm 3,9)\%$, ε'_C — $(-1,1 \pm 0,2)\%/с$, ε_T — $(44,7 \pm 8,0)\%$, ε'_T — $(2,4 \pm 0,4)\%/с$. Достоверных отличий ПД между мужчинами и женщинами не выявлено. Определено негативное влияние на ПД избыточной массы тела (индекс массы тела (ИМТ) $25,1 - 32,9$ кг/м² по сравнению с ИМТ $20,5 - 25,0$ кг/м²), однако корреляционная связь была достаточно слабой. При анализе регионарных ПД градиент значений от основы до верхушки не выявлен. Отношения $\varepsilon_L/\varepsilon_C$, $\varepsilon_L/\varepsilon_T$ и $\varepsilon_C/\varepsilon_T$ составляли $0,85 \pm 0,13$, $-0,34 \pm 0,06$ и $-0,41 \pm 0,08$ соответственно. Отношения $\varepsilon'_L/\varepsilon'_C$, $\varepsilon'_L/\varepsilon'_T$ и $\varepsilon'_C/\varepsilon'_T$ равнялись $0,82 \pm 0,12$, $-0,33 \pm 0,06$ и $-0,41 \pm 0,07$. Определена корреляционная связь фракции выброса и экскурсии митрального кольца с глобальной деформацией и СД левого желудочка.

Выводы. Показатели глобальной и регионарной деформации миокарда левого желудочка у лиц без заболеваний сердечно-сосудистой системы в возрасте от 45 до 70 лет не зависят от пола и от локализации сегментов миокарда, что исключает необходимость их нормирования для каждого отдельного сегмента. Наличие избыточной массы тела сопровождалось слабым негативным влиянием на глобальную продольную и трансмуральную СД.

Ключевые слова: эхокардиография, деформация, скорость деформации, картирование деформации.

Indicators of left ventricle strain in healthy people of older age groups

A. S. Matiashchuk

SI «O. O. Shalimov National Institute of Surgery and Transplantation of NAMS of Ukraine», Kyiv

The aim — to identify normal values of regional and global longitudinal, circumferential and transmural strain and strain rate (SR) in healthy volunteers aged 45 to 70 years without diseases of cardiovascular system according to transthoracic echocardiography.

Materials and methods. The study included 50 healthy volunteers (27 women and 23 men) aged 45 to 70 years (average of 53.8 ± 7.4 years). The study was performed with an ultrasonic scanner Toshiba Aplio 500. Mapping the strain was carried out by determining the SR. Regional strain parameters (SP) of each segment were determined: end-diastolic longitudinal (ε_l), circular (ε_c) and transmural (ε_t) strain and peak systolic speed of longitudinal (ε'_l), circular (ε'_c) and transmural (ε'_t) strain. Global indicators of ε_L , ε_C , ε_T , ε'_L , ε'_C , ε'_T , as well as their correlations $\varepsilon_L/\varepsilon_C$, $\varepsilon_L/\varepsilon_T$, $\varepsilon_C/\varepsilon_T$ and $\varepsilon'_L/\varepsilon'_C$, $\varepsilon'_L/\varepsilon'_T$, $\varepsilon'_C/\varepsilon'_T$ were calculated.

Results and discussion. Global ε_L equaled $(-15.6 \pm 2.3)\%$, ε'_L — $(-0.8 \pm 0.1)\%/s$, ε_C — $(-20.3 \pm 3.9)\%$, ε'_C — $(-1.1 \pm 0.2)\%/s$, ε_T — $(44.7 \pm 8.0)\%$, ε'_T — $(2.4 \pm 0.4)\%/s$. No significant difference in SP between men and women were identified. Negative impact of overweight (body mass index (BMI) $25.1 - 32.9$ kg/m², compared with a BMI of $20.5 - 25.0$ kg/m²) on SP was defined, but the correlation was quite weak. The gradient of values from the base to the top was not revealed in analyzing the regional SP. Correlations of $\varepsilon_L/\varepsilon_C$, $\varepsilon_L/\varepsilon_T$ and $\varepsilon_C/\varepsilon_T$ equalled 0.85 ± 0.13 , -0.34 ± 0.06 and -0.41 ± 0.08 , respectively. Correlations of $\varepsilon'_L/\varepsilon'_C$, $\varepsilon'_L/\varepsilon'_T$ and $\varepsilon'_C/\varepsilon'_T$ equalled 0.82 ± 0.12 , -0.33 ± 0.06 and -0.41 ± 0.07 . Correlation of ejection fraction and excursions of mitral annulus with global strain and SR of the left ventricle were determined.

Conclusions. The indicators of global and regional strain of the left ventricle myocardium in patients without cardiovascular diseases at the age of 45 to 70 years do not depend on sex and localization of myocardial segments, which eliminates the need in their valuation for each segment. The presence of excess body weight was accompanied by a weak negative influence on global longitudinal and transmural SR.

Key words: echocardiography, strain, strain rate, strain mapping.