

Детермінованість фракції викиду лівого шлуночка і С-реактивного білка станом ішемізованого міокарда – можливості діджиталізації ЕКГ

В. К. Ташчук^{ID}*^{A-F}, О. В. Маліневська-Білійчук^{ID}^{A,B,C,D}

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

Мета роботи – визначити залежність фракції викиду лівого шлуночка (ФВ ЛШ) та С-реактивного білка (СРБ) від стану ішемізованого міокарда, враховуючи додаткові діагностичні дані, що отримані при диференціації електрокардіографії (ЕКГ).

Матеріали та методи. Обстежили 135 пацієнтів з ішемічною хворобою серця (ІХС), яких поділили на групи порівняння: 48 осіб із ФВ ЛШ <55 % і 87 хворих із ФВ ЛШ ≥55 %. Інфаркт міокарда з елевацією сегмента ST (STEMI) діагностували у 45 із 135 пацієнтів, їх розрізняли залежно від ФВ ЛШ: 17 осіб із ФВ ЛШ <50 % та 28 хворих із ФВ ЛШ ≥50 %. Стабільну стенокардію (СтСт) виявили у 90 із 135 пацієнтів, поділили на групи залежно від ФВ ЛШ: 51 випадок із ФВ ЛШ <60 % і 39 осіб з ФВ ЛШ ≥60 %. Залежно від рівня С-реактивного білка (СРБ) сформовані дві групи хворих на СтСт (n = 46): 18 пацієнтів із рівнем СРБ ≥0,5 мг/дл і 28 осіб із рівнем СРБ <0,5 мг/дл.

Дослідження передбачало клінічний огляд, анкетування, аналіз біомаркерів і даних функціональних методів дослідження (ехокардіографії, коронарорентрокулографії, діджиталізації ЕКГ з оцифруванням її показників на базі медичної програмної платформи «Смарт-ЕКГ»).

Результати. У пацієнтів з ІХС і ФВ ЛШ <55 % зафіксували вищі значення ендотеліну-1 (ЕТ-1) (10,21 (7,69; 11,65) пг/мл, Δ +41,81 %, p = 0,040), дещо вищі рівні СРБ (0,53 (0,35; 0,70) мг/дл, Δ +51,43 %, p = 0,124), нижчі показники відношення максимальних швидкостей (ВМШ) (0,71 ± 0,03, Δ -15,48 %, p = 0,004), проте більшу висоту нахилу сегмента ST (СТН) в зоні ішемії диференційованої ЕКГ (0,65 ± 0,04 мм, Δ +25,00 %, p = 0,022), ніж у пацієнтів із ФВ ЛШ ≥55 %. У групі STEMI з ФВ ЛШ <50 % встановили дещо більші значення СТН у період максимальної елевації сегмента ST диференційованої ЕКГ (2,51 (1,90; 3,16) мм, Δ +30,05 %, p = 0,060) порівняно з групою з ФВ ЛШ ≥50 %. В осіб зі СтСт і ФВ ЛШ <60 % визначили тенденцію до вищих рівнів СРБ (0,50 (0,29; 0,67) мг/дл, Δ +51,52 %, p = 0,076) та ЕТ-1 (9,15 (7,00; 11,18) пг/мл, Δ +28,69 %, p = 0,075) порівняно з групою з ФВ ЛШ ≥60 %. У пацієнтів зі СтСт і рівнем СРБ ≥0,5 мг/дл зареєстрували вищі значення ЕТ-1 (10,83 (9,94; 12,64) пг/мл, Δ +58,10 %, p < 0,001), нижчі значення ВМШ диференційованої ЕКГ у зоні ішемії (0,63 (0,52; 0,74), Δ -41,12 %, p = 0,001), ніж у групі з СРБ <0,5 мг/дл. Негативне спрямування зубця Т і різні види порушень ритму при СтСт спричиняють істотніше зниження показника ВМШ диференційованої ЕКГ.

Висновки. Значення ФВ ЛШ <55 % при ІХС, ФВ ЛШ <50 % при STEMI, ФВ ЛШ <60 % при СтСт, СРБ ≥0,5 мг/дл при СтСт асоціюються з гіршими результатами клінічних, лабораторних та інструментальних методів обстежень, що дають змогу описати стан ішемізованого міокарда. Діджиталізація ЕКГ на базі медичного програмного забезпечення «Смарт-ЕКГ» сприяє розширенню діагностичних можливостей.

Ключові слова:

фракція викиду лівого шлуночка, діджиталізація ЕКГ, С-реактивний білок, інфаркт міокарда з елевацією сегмента ST.

Запорізький медичний журнал.
2023. Т. 25, № 6(141).
С. 487-492

*E-mail:
vtashchuk@ukr.net

Determination of left ventricular ejection fraction and C-reactive protein by the state of ischemic myocardium – capabilities of ECG digitalization

V. K. Tashchuk, O. V. Malinevska-Biliichuk

Aim. To determine the dependence of left ventricular ejection fraction (LVEF) and C-reactive protein (CRP) on the condition of ischemic myocardium considering additional diagnostic data, obtained from differentiated ECG.

Material and methods. To achieve the goal, 135 patients with coronary artery disease (CAD) were examined and divided into comparison groups: 48 patients with LVEF <55 % and 87 patients with LVEF ≥55 %. ST-elevation myocardial infarction (STEMI) was diagnosed in 45 of 135 patients, who were grouped according to LVEF: 17 patients with LVEF <50 % and 28 patients with LVEF ≥50 %. Stable angina (SA) was documented in 90 of 135 patients, who were assigned to groups depending on LVEF: 51 patients with LVEF <60 % and 39 patients with LVEF ≥60 %. Depending on the CRP level, 2 SA groups numbering 46 people were formed: 18 patients with a level of CRP ≥0.5 mg/dL and 28 patients with a level of CRP <0.5 mg/dL. The study included clinical examinations, questionnaire, analysis of biomarkers and data of functional methods of examination (echocardiography, coronary ventriculography, ECG digitalization with the assessment of its parameters based on the "Smart-ECG" medical software platform).

Results. Patients with CAD and LVEF <55 % had higher values of endothelin-1 (ET-1) (10.21 (7.69; 11.65) pg/ml, Δ +41.81 %, p = 0.040), slightly higher levels of CRP (0.53 (0.35; 0.70) mg/dL, Δ +51.43 %, p = 0.124), lower the maximum speed ratio (MSR) (0.71 ± 0.03, Δ -15.48 %, p = 0.004), but a greater height of the ST-slope (STH) in the ischemic zone on the differentiated ECG (0.65 ± 0.04 mm, Δ +25.00 %, p = 0.022), than those in patients with LVEF ≥55 %. In the STEMI group with LVEF <50 %, slightly higher STH values were noted during the period of maximum elevation of the ST segment on the differentiated ECG (2.51 (1.90; 3.16) mm, Δ +30.05 %, p = 0.060) as compared to the group with LVEF ≥50 %. SA patients with LVEF <60 % had a tendency to higher levels of CRP (0.50 (0.29; 0.67) mg/dL, Δ +51.52 %, p = 0.076) and ET-1 (9.15 (7.00; 11.18) pg/ml, Δ +28.69 %, p = 0.075)

Key words:

ventricular ejection fraction, ECG digitalization, C-reactive protein, ST elevation myocardial infarction.

Zaporozhye medical journal,
2023. 25(6), 487-492

in comparison with LVEF $\geq 60\%$ group. Patients with SA and a CRP level ≥ 0.5 mg/dL had higher ET-1 values (10.83 (9.94; 12.64) pg/ml, $\Delta +58.10\%$, $p < 0.001$), lower values of MSR on the differentiated ECG in the ischemic zone (0.63 (0.52; 0.74), $\Delta -41.12\%$, $p = 0.001$) as compared to those in the CRP < 0.5 mg/dL group. The negative direction of the T wave and various types of rhythm disturbances in SA patients led to more significant decrease in MSR indicator of the differentiated ECG.

Conclusions. Values of LVEF $< 55\%$ in CAD, LVEF $< 50\%$ in STEMI, LVEF $< 60\%$ in SA, CRP ≥ 0.5 mg/dL in SA are associated with worse indicators of clinical, laboratory and instrumental methods of examination that allow to describe the condition of ischemic myocardium, and the ECG digitalization based on the medical software "Smart-ECG" allows to expand the diagnostic capabilities.

Серцево-судинні захворювання (ССЗ) – основна причина смертності та захворюваності в усьому світі [1]. Тому важливим є оцінювання базових параметрів функціонального стану міокарда для визначення прогнозу захворювання та можливого впливу на модифіковані фактори ризику. Один із ключових параметрів – фракція викиду лівого шлуночка (ФВ ЛШ).

У дослідженні Y. Liu et al. оцінювали взаємозв'язок між ФВ ЛШ і смертністю, а також несприятливими серцево-судинними та цереброваскулярними подіями (МАССЕ) у пацієнтів з ішемічною хворобою серця (ІХС) [2]. Автори встановили, що особам із ФВ ЛШ $< 55\%$ притаманна більш ніж у 3,5 рази вища смертність, ніж пацієнтам із ФВ ЛШ $\geq 55\%$ [2]. Крім того, визначили позитивну кореляцію ФВ ЛШ $< 55\%$ із підвищеним ризиком МАССЕ [2]. Зважаючи на несприятливий прогноз для осіб із ФВ ЛШ, що нижча за 55% , наше дослідження також передбачало поділ пацієнтів з ІХС на групи з ФВ ЛШ $< 55\%$ та $\geq 55\%$ для отримання додаткових діагностичних маркерів стану міокарда, включаючи показники диференційованої електрокардіографії (ЕКГ).

У роботі M. H. Kim et al. вивчали вплив приймання блокаторів кальцієвих каналів (БКК) порівняно з прийманням бета-блокаторів при гострому інфаркті міокарда на прогноз захворювання. Дослідники встановили чітку залежність від ФВ ЛШ [3]. Частота однорічної серцевої смерті та МАССЕ істотно вища в пацієнтів, які отримували БКК у групі з ФВ ЛШ $< 50\%$, проте це не стосувалося групи осіб із ФВ ЛШ $\geq 50\%$. [3]. У дослідженні Z. Lei et al., що спрямоване на визначення зв'язку ФВ ЛШ після інфаркту міокарда з елевацією сегмента ST (STEMI) із наступним прогнозом, пацієнтів поділили на дві групи залежно від ФВ ЛШ (ФВ ЛШ $< 50\%$ і ФВ ЛШ $\geq 50\%$). Автори визначили кореляцію нижчої ФВ ЛШ із гіршим прогнозом [1]. У нашому дослідженні також вважали за доцільне поділити пацієнтів із нозологією STEMI на дві групи (із ФВ ЛШ $< 50\%$ і ФВ ЛШ $\geq 50\%$), оскільки, за результатами інших авторів, ці групи значущо відрізняються [1,3].

У дослідженні N. Lamblin et al. вивчали вплив систолічної дисфункції ЛШ на вторинну медичну профілактику та клінічний результат у пацієнтів зі стабільною стенокардією (СтСт) [4]. Обстежили 4184 пацієнтів із середньою ФВ ЛШ $57,5 \pm 10,8\%$ поділили на групи залежно від ФВ ЛШ. Більшість пацієнтів мали ФВ ЛШ $\geq 60\%$ – $55,2\%$ випадків, ФВ ЛШ від 59% до 46% – у $29,4\%$ осіб, ФВ ЛШ від 45% до 36% – у $10,5\%$, ФВ ЛШ $\leq 35\%$ – у $4,9\%$ учасників дослідження [4]. Автори зафіксували значно частішу серцево-судинну смерть у пацієнтів із найнижчою ФВ ЛШ порівняно з еталонною групою (з ФВ ЛШ $\geq 60\%$) [4]. В учасників нашого дослідження з діагнозом СтСт встановили таке саме, як і в роботі N. Lamblin et al., середнє значення ФВ ЛШ – $57,62 \pm 0,55\%$. Поділ пацієнтів зі СтСт залежно від ФВ ЛШ передбачав групи з

ФВ ЛШ $\geq 60\%$ і $< 60\%$ (оскільки обстежили значно менше пацієнтів, осіб із ФВ ЛШ $< 60\%$ об'єднали в одну групу).

Останнім часом чимало уваги приділяють вивченню змін С-реактивного білка (СРБ) у пацієнтів із ССЗ, оскільки показано його участь у патофізіології атеросклерозу та ІХС [5]. СРБ – білок гострої фази, а ССЗ належать до запальних станів [6]. Велика кількість клінічних даних свідчить, що визначення СРБ має прогностичну цінність, а також є фактором ризику та біомаркером ССЗ [7]. У нашому дослідженні поділ на групи порівняння залежно від значення СРБ стосувався тільки пацієнтів зі СтСт (показники пацієнтів зі СтСт і СРБ $\geq 0,5$ мг/дл зіставляли з параметрами групи осіб зі СтСт і рівнем СРБ $< 0,5$ мг/дл).

Мета роботи

Визначити залежність ФВ ЛШ і С-реактивного білка (СРБ) від стану ішемізованого міокарда, враховуючи додаткові діагностичні дані, що отримані при диференціації ЕКГ.

Матеріали і методи дослідження

Пацієнтів обстежили на базі ОКНП «Чернівецький клінічний кардіологічний центр». Перед проведенням клініко-діагностичних процедур всі учасники дали письмову інформовану згоду на залучення до наукового дослідження та використання особистих даних, відповідно до законодавчих норм і враховуючи положення Гельсінської декларації (1975, 1983 рр.).

Обстежили 135 пацієнтів з ІХС, яких поділили на групи: 48 осіб із ФВ ЛШ $< 55\%$ і 87 хворих із ФВ ЛШ $\geq 55\%$. STEMI діагностували у 45 із 135 пацієнтів, їх розрізняли залежно від ФВ ЛШ: 17 осіб із ФВ ЛШ $< 50\%$ та 28 хворих із ФВ ЛШ $\geq 50\%$. СтСт виявили у 90 із 135 пацієнтів, поділили на групи залежно від ФВ ЛШ: 51 випадок із ФВ ЛШ $< 60\%$ і 39 осіб із ФВ ЛШ $\geq 60\%$. Залежно від рівня СРБ сформовані дві групи хворих на СтСт ($n = 46$): 18 пацієнтів із рівнем СРБ $\geq 0,5$ мг/дл і 28 осіб із рівнем СРБ $< 0,5$ мг/дл.

Критерії залучення в дослідження – верифіковані діагнози ІХС, STEMI та СтСт. Критерії виключення – тяжкі декомпенсовані патології, вроджені та набуті вади серця, онкологічні захворювання, годування грудьми та вагітність.

Для оцінювання якості життя пацієнтів здійснили анкетування, використавши систему опитування EQ-5D-5L з візуальною аналоговою шкалою EQ-VAS. В учасників дослідження вимірювали частоту серцевих скорочень (ЧСС), аналізували рівні СРБ, ET-1, дані ехокардіографії (ЕхоКГ), коронарорентрикулографії (КВГ), показники диференційованої ЕКГ, застосовуючи власну медичну програмну платформу «Смарт-ЕКГ» (свідоцтво реєстрації авторського права від 05.09.2017

№ 73687). Для визначення змін діджиталізованої ЕКГ здійснювали її запис, використовуючи 12-канальний електрокардіограф «Юкард-200». Аналіз ЕКГ на базі програмно-діагностичного комплексу «Смарт-ЕКГ» передбачав побудову першої похідної зубця Т з обрахунком показника відношення максимальних швидкостей (ВМШ), що описує максимальну швидкість на другому коліні зубця Т до максимальної швидкості на першому коліні зубця Т при диференціації ЕКГ, а також опис феноменів фази реполяризації при ішемії міокарда з кількісним оцінюванням нахилу сегмента ST («ST slope»), обрахунком висоти нахилу сегмента ST (STH, мм).

Статистично результати дослідження опрацювали, застосовували електронні таблиці Microsoft Office Excel 2016. Враховуючи закон розподілу кількісних ознак (оцінювання здійснили, застосовували критерій Шапіро–Вілкі, використали параметричні та непараметричні методи порівняння: при нормальному розподілі застосовували метод Стюдента (дані наведено як середнє значення (M) та похибка (m)), при розподілі, що відрізняється від нормального, – критерій Манна–Вітні (U) (дані наведено як медіана (Me) та інтерквартильний розмах (IQR)). Для порівняння відносних показників застосовували критерій χ^2 та критерій Фішера. Критичний рівень статистичної значущості – при p менше ніж 0,05, тенденцію визначали, коли p становив менше за 0,1.

Результати

Зауважимо, що дані порівнювали лише в межах однієї нозології: дані осіб з ІХС і ФВ ЛШ <55 % порівнювали тільки з параметрами пацієнтів з ІХС і ФВ ЛШ ≥ 55 %; осіб зі STEMI і ФВ ЛШ <50 % – лише з показниками пацієнтів зі STEMI і ФВ ЛШ ≥ 50 %; хворих на СтСт із ФВ ЛШ <60 % – тільки з параметрами осіб зі СтСт і ФВ ЛШ ≥ 60 %. Поділ на групи залежно від значення СРБ стосувався лише осіб з діагнозом СтСт (порівнювали групу пацієнтів зі СтСт і СРБ $\geq 0,5$ мг/дл тільки з групою хворих на СтСт із СРБ <0,5 мг/дл).

Середній вік пацієнтів з ІХС і ФВ ЛШ <55 % становив $61,73 \pm 1,54$ року, а у хворих на ІХС із ФВ ЛШ ≥ 55 % – $55,91 \pm 1,31$ року ($p = 0,007$).

У пацієнтів з ІХС і ФВ ЛШ <55 % частіше діагностували цукровий діабет (ЦД) – 10 (20,83 %) проти 7 (8,05 %) випадків у групі ІХС і ФВ ЛШ ≥ 55 % ($p = 0,032$). Крім того, встановили тенденцію до частішого виникнення повторного інфаркту міокарда (ІМ) в осіб із ФВ ЛШ <55 % порівняно з пацієнтами із ФВ ЛШ ≥ 55 %: 6 (12,5 %) проти 4 (4,60 %) випадків ($p = 0,093$).

Згідно з результатами, що одержали за візуальною аналоговою шкалою EQ-VAS, встановили нижчу якість життя у пацієнтів з ІХС і ФВ ЛШ <55 % порівняно з особами з ФВ ЛШ ≥ 55 % – $\Delta -18,41$ % ($55,00 \pm 2,88$ % проти $67,41 \pm 1,88$ %, $p < 0,001$).

За значенням ЧСС встановили приріст Δ на 9,90 % у групі пацієнтів з ІХС і ФВ ЛШ <55 % порівняно з групою осіб із ФВ ЛШ ≥ 55 % ($79,06 \pm 2,37$ уд./хв проти $71,94 \pm 1,41$ уд./хв, $p = 0,012$).

Рівень ЕТ-1 і СРБ визначили у 46 учасників дослідження з ІХС і різною ФВ ЛШ (у групі ФВ ЛШ <55 % – 12 випадків, ФВ ЛШ ≥ 55 % – 34 пацієнти). У групі з ФВ ЛШ

<55 % встановили вищі значення ЕТ-1, ніж у групі ФВ ЛШ ≥ 55 %; у процентному співвідношенні приріст становив $\Delta +41,81$ % ($10,21$ (7,69; 11,65) проти $7,20$ (6,40; 9,89) пг/мл, $p = 0,040$). Дещо вищі показники за рівнем СРБ зафіксували в пацієнтів із ФВ ЛШ <55 % порівняно з хворими з ФВ ЛШ ≥ 55 % – $\Delta +51,43$ % ($0,53$ (0,35; 0,70) мг/дл проти $0,35$ (0,27; 0,53) мг/дл, $p = 0,124$).

За даними ЕхоКГ, у пацієнтів з ІХС і ФВ ЛШ <55 % спостерігали приріст Δ за показниками лівого передсердя (ЛП) – на $8,74$ % ($4,73 \pm 0,06$ см проти $4,35 \pm 0,05$ см), кінцевого систолічного розміру (КСР) – на $18,34$ % ($4,13 \pm 0,09$ см проти $3,49 \pm 0,05$ см) та кінцевого діастолічного розміру (КДР) – на $8,20$ % ($5,54 \pm 0,09$ см проти $5,12 \pm 0,06$ см) порівняно з хворими із ФВ ЛШ ≥ 55 % (у всіх випадках $p < 0,001$).

Встановили нижчі показники ВМШ у групі з ІХС і ФВ ЛШ <55 % порівняно з групою з ФВ ЛШ ≥ 55 % – $\Delta -15,48$ % ($0,71 \pm 0,03$ проти $0,84 \pm 0,03$, $p = 0,004$), проте виявили вищі значення STH у пацієнтів із групи з ФВ ЛШ <55 % порівняно з хворими з ФВ ЛШ ≥ 55 % – приріст $\Delta +25,00$ % ($0,65 \pm 0,04$ мм проти $0,52 \pm 0,03$ мм, $p = 0,022$).

Результати КВГ оцінювали у 31 пацієнта з ІХС і ФВ ЛШ <55 % і 22 хворих із ФВ ЛШ ≥ 55 %. В осіб з ІХС і ФВ ЛШ <55 % частіше визначали ураження передньої міжшлуночкової гілки лівої коронарної артерії (ПМШГ ЛКА): 23 (74,19 %) випадки проти 9 (40,91 %) із ФВ ЛШ ≥ 55 % ($p = 0,012$).

Середній вік пацієнтів зі STEMI і ФВ ЛШ <50 % становив $61,76 \pm 2,05$ року, а в осіб зі STEMI і ФВ ЛШ ≥ 50 % – $60,86 \pm 2,08$ року ($p = 0,772$).

У пацієнтів зі STEMI і ФВ ЛШ <50 % визначили тенденцію до частішого виникнення повторного ІМ порівняно з хворими зі STEMI і ФВ ЛШ ≥ 50 %: 4 (23,53 %) проти 1 (3,57 %) випадку ($p = 0,055$).

Вищі значення ЧСС при STEMI характерні для групи із ФВ ЛШ <50 % порівняно з групою з ФВ ЛШ ≥ 50 %, у процентному співвідношенні – $\Delta +13,51$ % ($84,00$ (76,00; 92,00) уд./хв проти $74,00$ (66,50; 84,00) уд./хв, $p = 0,083$).

Проаналізувавши дані ЕхоКГ, встановили приріст Δ у групі STEMI з ФВ ЛШ <50 % порівняно з групою з ФВ ЛШ ≥ 50 % за значеннями КСР ($\Delta +22,22$ %; $4,40$ (3,90; 4,50) см проти $3,60$ (3,20; 3,90) см, $p < 0,001$) та КДР ($\Delta +14,00$ %; $5,70$ (5,20; 5,80) см проти $5,00$ (4,75; 5,45) см, $p = 0,008$).

Згідно з результатами диференційованої ЕКГ, фіксували дещо більші значення STH при максимальній елевачії сегмента ST в осіб зі STEMI і ФВ ЛШ <50 % порівняно з групою із ФВ ЛШ ≥ 50 % – приріст $\Delta +30,05$ % ($2,51$ (1,90; 3,16) мм проти $1,93$ (1,49; 2,36) мм, $p = 0,060$).

Оцінили результати КВГ у 16 пацієнтів зі STEMI і ФВ ЛШ <50 % та 24 хворих із ФВ ЛШ ≥ 50 %. За даними КВГ, визначили дещо частіше ураження ПМШГ ЛКА у групі зі STEMI і ФВ ЛШ <50 % порівняно з особами із ФВ ЛШ ≥ 50 % (13 (81,25 %) проти 14 (58,33 %) випадків, $p = 0,091$).

Середній вік пацієнтів зі СтСт і ФВ ЛШ <60 % дорівнював $58,84 \pm 1,73$ року, а в осіб зі СтСт і ФВ ЛШ ≥ 60 % – $53,13 \pm 1,98$ року ($p = 0,033$).

Нижчу якість життя, за даними візуальної аналогової шкали EQ-VAS, зареєстрували в групі зі СтСт і ФВ ЛШ <60 % порівняно з групою з ФВ ЛШ ≥ 60 %; у

співвідношенні змін – $\Delta -4,93\%$ ($72,16 \pm 1,30\%$ проти $75,90 \pm 1,40\%$, $p = 0,053$).

Рівень СРБ та ЕТ-1 аналізували у 29 пацієнтів зі СтСт і ФВ ЛШ $<60\%$ та 17 хворих із ФВ ЛШ $\geq 60\%$. У групі зі СтСт і ФВ ЛШ $<60\%$ порівняно з групою з ФВ ЛШ $\geq 60\%$ встановили тенденцію до вищих значень СРБ (у процентному співвідношенні – $\Delta +51,52\%$; $0,50$ ($0,29$; $0,67$) мг/дл проти $0,33$ ($0,26$; $0,49$) мг/дл, $p = 0,076$) та ЕТ-1 ($\Delta +28,69\%$; $9,15$ ($7,00$; $11,18$) пг/мл проти $7,11$ ($6,71$; $9,05$) пг/мл, $p = 0,075$).

Проаналізувавши результати ЕхоКГ у групі зі СтСт і ФВ ЛШ $<60\%$ порівняно з групою з ФВ ЛШ $\geq 60\%$, встановили приріст Δ за значеннями ЛП на $8,81\%$ ($4,57 \pm 0,07$ см проти $4,20 \pm 0,08$ см, $p = 0,001$), КСР – на $16,52\%$ ($3,88 \pm 0,07$ см проти $3,33 \pm 0,06$ см, $p < 0,001$), КДР – на $7,57\%$ ($5,40 \pm 0,08$ см проти $5,02 \pm 0,08$ см, $p = 0,001$); а також тенденцію до вищих значень товщини ЗС ЛШ – на $4,27\%$ ($1,22 \pm 0,01$ см проти $1,17 \pm 0,02$ см, $p = 0,076$).

Дані КВГ оцінювали у 8 пацієнтів зі СтСт і ФВ ЛШ $<60\%$ і 5 осіб із ФВ ЛШ $\geq 60\%$. У пацієнтів зі СтСт і ФВ ЛШ $<60\%$ визначили тенденцію до частішого дво- та трисудинного ураження КА порівняно з особами з ФВ ЛШ $\geq 60\%$ (4 ($50,0\%$) проти 0 ($0,0\%$) випадків, $p = 0,098$).

Середній вік пацієнтів зі СтСт і рівнем СРБ $\geq 0,5$ мг/дл становив $61,00$ ($47,00$; $70,00$) року, а хворих на СтСт із рівнем СРБ $<0,5$ мг/дл – $60,50$ ($50,00$; $67,25$) року ($p = 0,928$).

В обстежених зі СтСт і рівнем СРБ $\geq 0,5$ мг/дл частіше виявляли різні види порушень ритму порівняно з групою зі СтСт і рівнем СРБ $<0,5$ мг/дл: 8 ($44,44\%$) випадків проти 5 ($17,86\%$), $p = 0,042$.

Зафіксували тенденцію до вищих значень ЧСС у групі зі СтСт і рівнем СРБ $\geq 0,5$ мг/дл порівняно з групою з рівнем СРБ $<0,5$ мг/дл; у відсотковому співвідношенні – $\Delta +9,85\%$ ($72,50$ ($65,00$; $83,50$) уд./хв проти $66,00$ ($57,50$; $76,00$) уд./хв, $p = 0,055$).

У групі зі СтСт і рівнем СРБ $\geq 0,5$ мг/дл визначили приріст Δ за показником ЕТ-1, що становив $\Delta +58,10\%$, порівняно з групою з рівнем СРБ $<0,5$ мг/дл ($10,83$ ($9,94$; $12,64$) пг/мл проти $6,85$ ($6,26$; $7,63$) пг/мл, $p < 0,001$).

За даними ЕхоКГ встановили приріст Δ у групі зі СтСт і рівнем СРБ $\geq 0,5$ мг/дл за значенням КСР – на $6,49\%$ порівняно з групою хворих із рівнем СРБ $<0,5$ мг/дл ($3,94$ ($3,62$; $4,30$) см проти $3,70$ ($3,33$; $3,87$) см, $p = 0,041$), а також визначили тенденцію до вищих значень КДР ($\Delta +6,29\%$; $5,58$ ($5,21$; $6,05$) см проти $5,25$ ($5,00$; $5,56$) см, $p = 0,083$). Нижчі показники зафіксували за значенням ФВ ЛШ ($\Delta -8,33\%$; $55,00$ ($53,25$; $57,75$) % проти $60,00$ ($55,50$; $63,00$) %, $p = 0,012$).

Значення ВМШ диференційованої ЕКГ вірогідно нижче в пацієнтів групи зі СтСт і рівнем СРБ $\geq 0,5$ мг/дл порівняно з параметрами хворих із СРБ $<0,5$ мг/дл. У відсотковому співвідношенні – $\Delta -41,12\%$ ($0,63$ ($0,52$; $0,74$) проти $1,07$ ($0,96$; $1,19$), $p = 0,001$). З огляду на істотну різницю груп за показником ВМШ, описали також зміни цього параметра залежно від спрямування зубця Т, щоб розширити розуміння причин цих відмінностей. При негативному спрямуванні зубця Т встановили нижчі значення ВМШ у зоні ішемії порівняно з пацієнтами з позитивним спрямуванням зубця Т. У процентному співвідношенні – $\Delta -43,24\%$ ($0,63$ ($0,50$; $0,72$) проти $1,11$ ($1,03$; $1,23$), $p < 0,001$). Негативне спрямування зубця Т

зумовлювало також вірогідно вищі рівні СРБ; приріст Δ – на $103,70\%$ ($0,55$ ($0,50$; $0,69$) мг/дл проти $0,27$ ($0,24$; $0,31$) мг/дл, $p < 0,001$). Зауважимо, що наявність різних видів порушень ритму в осіб із негативним спрямуванням зубця Т спричиняє істотніше зниження показника ВМШ у зоні ішемії порівняно з особами без порушень ритму в анамнезі та з негативним спрямуванням зубця Т, але різниця не достовірна ($0,61$ ($0,45$; $0,74$) проти $0,63$ ($0,54$; $0,73$), $p = 0,535$).

КВГ проаналізували в 4 пацієнтів зі СтСт і рівнем СРБ $\geq 0,5$ мг/дл та 6 хворих зі СтСт і рівнем СРБ $<0,5$ мг/дл. У першій когорті встановлена тенденція до частішого (порівняно з другою) дво- та трисудинного пошкодження КА (3 ($75,00\%$) проти 1 ($16,67\%$), $p = 0,114$).

Обговорення

Пацієнти з ІХС і ФВ ЛШ $<55\%$ та зі СтСт і ФВ ЛШ $<60\%$ вірогідно старші порівняно з хворими на ІХС із ФВ ЛШ $\geq 55\%$ та на СтСт із ФВ ЛШ $\geq 60\%$. Тому вік можна вважати маркерним показником нижчої ФВ ЛШ.

За даними візуальної аналогової шкали EQ-VAS, яка є доступним та широко використовуваним інструментом оцінювання якості життя [8], встановили нижчі показники для групи з ФВ ЛШ $<55\%$ при ІХС і ФВ ЛШ $<60\%$ при СтСт порівняно з хворими на ІХС із ФВ ЛШ $\geq 55\%$ та на СтСт із ФВ ЛШ $\geq 60\%$ відповідно.

Результати дослідження L. Savic et al. підтверджують, що наявність принаймні однієї некардіальної фонової патології в пацієнтів після STEMI більш характерна для осіб зі зниженою ФВ ЛШ. Пацієнти зі зниженою та збереженою ФВ ЛШ після STEMI, якщо в них було хоча б одне некардіальне захворювання, мали вищу 8-річну смертність порівняно з групою осіб без некардіальних фонових патологій [9]. У нашому дослідженні встановили: у пацієнтів з ІХС і ФВ ЛШ $<55\%$ порівняно з особами з ФВ ЛШ $\geq 55\%$ частіше діагностували фоніві захворювання (здебільшого – ЦД і повторний ІМ); у пацієнтів зі STEMI і ФВ ЛШ $<50\%$ порівняно з обстеженими зі STEMI і ФВ ЛШ $\geq 50\%$ частіше виникав повторний ІМ; особам із СтСт і рівнем СРБ $\geq 0,5$ мг/дл порівняно з хворими на СтСт і СРБ $<0,5$ мг/дл притаманна наявність різних видів порушень ритму. Тому збільшення випадків цієї коморбідності при нижчій ФВ ЛШ і вищих значеннях СРБ зумовлює негативний прогноз.

У нашому дослідженні встановили, що вищі значення ЧСС притаманні для пацієнтів з ІХС і ФВ ЛШ $<55\%$, при STEMI з ФВ ЛШ $<50\%$ та при СтСт і рівнем СРБ $\geq 0,5$ мг/дл порівняно з хворими на ІХС із ФВ ЛШ $\geq 55\%$, на STEMI з ФВ ЛШ $\geq 50\%$ і на СтСт і СРБ $<0,5$ мг/дл відповідно. Це спричиняє підвищений серцево-судинний ризик. Майже в усіх епідеміологічних дослідженнях, що були спрямовані на вивчення зв'язку між ЧСС і загальною, серцево-судинною захворюваністю та смертністю, повідомляли: більші значення ЧСС пов'язані з вищим ризиком смертності від усіх причин і серцево-судинних подій [10]. У дослідженні Ch. Perret-Guillaume et al. показано, що збільшення ЧСС на 10 уд./хв пов'язане зі збільшенням ризику кардіальної смерті принаймні на 20% ; це збільшення подібне до того, яке визначають при підвищенні систолічного артеріального тиску на 10 мм рт. ст. [10].

У дослідженні P. Ridker et al. спостерігали за рівнями СРБ у 27 939 пацієнтів протягом 8 років. Встановили, що ймовірність ССЗ зростала з підвищенням показників СРБ [7]. У дослідженні J. Danesh et al., в котре залучено 6000 пацієнтів, визначили підвищений ризик гострих ССЗ в осіб із вищим СРБ [11].

ЕТ-1 визначили як потужний вазоконстриктор, що відіграє важливу роль у патогенезі багатьох ССЗ, включаючи артеріальну гіпертензію, серцеву недостатність та ІХС. У роботі J. Chen et al. встановили кореляцію ІХС і високих рівнів ЕТ-1 [12]. У дослідженні T. Tsutamoto et al. встановлено вплив ЕТ-1 на ремоделювання ЛШ після ІМ, підтверджено підвищення його рівня в плазмі в постінфарктний період [13].

Згідно з результатами нашого дослідження, рівні СРБ та ЕТ-1 значно вищі в пацієнтів із ФВ ЛШ <55 % при ІХС і з ФВ ЛШ <60 % при СтСт порівняно з обстеженими з ФВ ЛШ ≥55 % та ІХС, ФВ ЛШ ≥60 % і СтСт відповідно. Це підтверджує більшу вираженість запалення при ішемії при нижчій ФВ ЛШ.

У пацієнтів із ФВ ЛШ <55 % при ІХС і ФВ ЛШ <60 % при СтСт порівняно з хворими на ІХС із ФВ ЛШ ≥55 % і на СтСт із ФВ ЛШ ≥60 % відповідно зафіксували вірогідно вищі значення за показником ЛП. Це спричиняє виникнення негативних кардіальних подій, оскільки ремоделювання порожнини ЛП належить до несприятливих електрофізіологічних, клітинних і структурних змін у тканині міокарда у відповідь на перевантаження тиском та об'ємом [14].

Ішемія характеризується змінами електричних властивостей серця [15], що призводять до патологічних процесів фази реполяризації зі змінами амплітуди, структури та полярності хвилі Т [16]. В умовах ішемії показник ВМШ диференційованої ЕКГ зазнає трансформації в бік зниження, оскільки порушення електрогенезу передбачає симетризацію зубця Т [17]. У нашій роботі виявили кореляцію нижчого значення ВМШ із нижчими значеннями ФВ ЛШ і вищими рівнями СРБ. Це підтверджує істотніше ішемічне ураження та тяжчі порушення фази реполяризації в пацієнтів із ІХС і ФВ ЛШ <55 % порівняно з хворими на ІХС із ФВ ЛШ ≥55 %, а також при СтСт із рівнем СРБ ≥0,5 мг/дл порівняно з обстеженими з СтСт і СРБ <0,5 мг/дл. Зауважимо, що негативне спрямування зубця Т і наявність різних видів порушень ритму в пацієнтів зі СтСт також спричиняють істотніше зниження ВМШ, що вказує на глибші ішемічні зміни.

Сегмент ST зазнає змін при ішемічному ураженні міокарда, зокрема відбувається зсув вище або нижче за ізолінію [18]. Використавши можливості діджиталізації ЕКГ, визначили вираженіші зміни показника STH у пацієнтів із ФВ ЛШ <55 % при ІХС, а також вищі значення STH у період максимальної елевації сегмента ST у пацієнтів зі STEMI і ФВ ЛШ <50 %. Це відбиває істотніший електричний дисонанс ураженої зони міокарда та глибші ішемічні зміни у цих хворих.

У роботі Z. V. Chen et al. показано: зниження ФВ ЛШ <55 % більш характерне для пацієнтів з ІМ з ураженням ПМШГ ЛКА порівняно з групою осіб з ІМ і пошкодженнями коронарного русла, що не пов'язані з ПМШГ ЛКА [19]. Встановили, що при ІМ, який пов'язаний з ураженням ПМШГ ЛКА, відбувається значне порушення мікроциркуляції, виникає тяжка ішемія з більшою площею некрозу;

це посилює систолічну дисфункцію ЛШ [19]. Висновки, які зробили у нашому дослідженні, підтверджують ці результати: у групі пацієнтів із ФВ ЛШ <55 % при ІХС і з ФВ ЛШ <50 % при STEMI (порівняно з хворими на ІХС із ФВ ЛШ ≥55 % та на STEMI з ФВ ЛШ ≥50 % відповідно) також достовірно частіше пошкодження зазначала ПМШГ ЛКА. Більш гемодинамічно значущі ураження КА визначили в пацієнтів зі СтСт і ФВ ЛШ <60 % та з рівнем СРБ ≥0,5 мг/дл порівняно з хворими на СтСт із ФВ ЛШ ≥60 % та СРБ <0,5 мг/дл. Це дає підстави визначити цих пацієнтів до групи підвищеного ризику та несприятливого кардіоваскулярного прогнозу.

Висновки

1. У пацієнтів із ІХС і ФВ ЛШ <55 % частіше фіксували фонову захворюваність, передусім ЦД і повторний ІМ. Порівняно з хворими з ФВ ЛШ ≥55 %, ці пацієнти мали нижчу якість життя за шкалою EQ-VAS; їм характерна вища ЧСС, за даними клінічного огляду; тенденція до вищих рівнів СРБ; вищі показники ЛП, КСР, КДР, за результатами ЕхоКГ; нижчі показники ВМШ, проте вищі STH диференційованої ЕКГ; частіше ураження ПМШГ ЛКА, за результатами КВГ.

2. У пацієнтів зі STEMI і ФВ ЛШ <50 % частіше діагностували повторний ІМ; реєстрували вищі показники ЧСС, за клінічними даними; вищі значення КСР і КДР, за результатами ЕхоКГ; дещо більші значення STH у період максимальної елевації сегмента ST диференційованої ЕКГ; частіше ураження ПМШГ ЛКА, за даними аналізу КВГ, порівняно з хворими із ФВ ЛШ ≥50 %.

3. У хворих на СтСт із ФВ ЛШ <60 % за даними шкали EQ-VAS встановили нижчу якість життя; виявили тенденцію до вищих рівнів СРБ та ЕТ-1; вищі значення ЛП, КСР, КДР, ЗСЛШ, за даними ЕхоКГ; частіше дво- та трисудинне пошкодження КА, за даними КВГ, порівняно з пацієнтами з ФВ ЛШ ≥60 %.

4. У пацієнтів зі СтСт і рівнем СРБ ≥0,5 мг/дл частіше фіксували виникнення різних видів порушень ритму; вищу ЧСС, за даними клінічного обстеження; вищі рівні ЕТ-1; вищі значення КСР, КДР, проте нижчу ФВ ЛШ, за результатами ЕхоКГ; нижчі показники ВМШ диференційованої ЕКГ. Крім того, для цих хворих характерна тенденція до частішого розвитку дво- та трисудинних уражень КА, за даними КВГ, порівняно з особами з рівнем СРБ <0,5 мг/дл. Негативне спрямування зубця Т, а також наявність різних видів порушень ритму в пацієнтів зі СтСт спричиняють істотніше зниження ВМШ.

5. Значення ФВ ЛШ <55 % при ІХС, ФВ ЛШ <50 % при STEMI, ФВ ЛШ <60 % при СтСт, СРБ ≥0,5 мг/дл при СтСт асоціюються з гіршими показниками клінічних, лабораторних та інструментальних методів обстежень, що дають змогу описати стан ішемізованого міокарда. Діджиталізація ЕКГ на базі медичного програмного забезпечення «Смарт-ЕКГ» дає змогу розширити діагностичні можливості.

Перспективи подальших досліджень. Встановити взаємозв'язок між ФВ ЛШ і зміною клініко-лабораторних показників, включаючи дані диференційованої ЕКГ, у пацієнтів зі STEMI.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of interest: authors have no conflict of interest to declare.

Надійшла до редакції / Received: 03.10.2023

Після доопрацювання / Revised: 16.10.2023

Схвалено до друку / Accepted: 25.10.2023

Відомості про авторів:

Ташчук В. К., д-р мед. наук, професор, зав. каф. внутрішньої медицини, фізичної реабілітації та спортивної медицини, Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна.

ORCID ID: 0000-0002-7988-5256

Маліневська-Білійчук О. В., аспірант каф. внутрішньої медицини, фізичної реабілітації та спортивної медицини, Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна.

ORCID ID: 0000-0001-7635-396X

Information about the authors:

Tashchuk V. K., MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Internal Medicine, Physical Rehabilitation and Sport Medicine, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

Malinevska-Biliichuk O. V., MD, Postgraduate student, Department of Internal Medicine, Physical Rehabilitation and Sport Medicine, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

References

- Lei, Z., Li, B., Li, B., & Peng, W. (2022). Predictors and prognostic impact of left ventricular ejection fraction trajectories in patients with ST-segment elevation myocardial infarction. *Aging clinical and experimental research*, 34(6), 1429-1438. <https://doi.org/10.1007/s40520-022-02087-y>
- Liu, Y., Song, J., Wang, W., Zhang, K., Qi, Y., Yang, J., Wen, J., Meng, X., Gao, J., Shao, C., & Tang, Y. D. (2022). Association of ejection fraction with mortality and cardiovascular events in patients with coronary artery disease. *ESC heart failure*, 9(5), 3461-3468. <https://doi.org/10.1002/ehf2.14063>
- Kim, M. H., Yuan, S. L., Lee, K. M., Jin, X., Song, Z. Y., Cho, Y. R., Lee, M. S., Kim, J. H., Jeong, M. H., & Investigators for KAMIR (2023). Clinical Outcomes of Calcium-Channel Blocker vs Beta-Blocker: From the Korean Acute Myocardial Infarction Registry. *JACC. Asia*, 3(3), 446-454. <https://doi.org/10.1016/j.jacasi.2023.02.006>
- Lamblin, N., Meurice, T., Tricot, O., Lemesle, G., Deneve, M., de Groote, P., & Bauters, C. (2017). Effect of left ventricular systolic dysfunction on secondary medical prevention and clinical outcome in stable coronary artery disease patients. *Archives of cardiovascular diseases*, 110(1), 35-41. <https://doi.org/10.1016/j.acvd.2016.04.003>
- Barton, M., & Yanagisawa, M. (2019). Endothelin: 30 Years From Discovery to Therapy. *Hypertension*, 74(6), 1232-1265. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.119.12105>
- Fu, Y., Wu, Y., & Liu, E. (2020). C-reactive protein and cardiovascular disease: From animal studies to the clinic (Review). *Experimental and therapeutic medicine*, 20(2), 1211-1219. <https://doi.org/10.3892/etm.2020.8840>
- Ridker, P. M. (2007). C-reactive protein and the prediction of cardiovascular events among those at intermediate risk: moving an inflammatory hypothesis toward consensus. *Journal of the American College of Cardiology*, 49(21), 2129-2138. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2007.02.052>
- Tito, K., Gebremariam, G. T., Beyene, K., Sander, B., & Gebretekle, G. B. (2022). Health-related quality of life and treatment satisfaction of patients with cardiovascular disease in Ethiopia. *Frontiers in public health*, 10, 972378. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.972378>
- Savic, L., Mrdovic, I., Asanin, M., Stankovic, S., Lasica, R., Matic, D., Simic, D., & Krizanac, G. (2023). Prognostic Impact of Non-Cardiac Comorbidities on Long-Term Prognosis in Patients with Reduced and Preserved Ejection Fraction following Acute Myocardial Infarction. *Journal of personalized medicine*, 13(7), 1110. <https://doi.org/10.3390/jpm13071110>
- Perret-Guillaume, C., Joly, L., & Benetos, A. (2009). Heart rate as a risk factor for cardiovascular disease. *Progress in cardiovascular diseases*, 52(1), 6-10. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2009.05.003>
- Danesh, J., Wheeler, J. G., Hirschfield, G. M., Eda, S., Eiriksdottir, G., Rumley, A., Lowe, G. D., Pepys, M. B., & Gudnason, V. (2004). C-reactive protein and other circulating markers of inflammation in the prediction of coronary heart disease. *The New England journal of medicine*, 350(14), 1387-1397. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa032804>
- Chen, J., Chen, M. H., Guo, Y. L., Zhu, C. G., Xu, R. X., Dong, Q., & Li, J. J. (2015). Plasma big endothelin-1 level and the severity of new-onset stable coronary artery disease. *Journal of atherosclerosis and thrombosis*, 22(2), 126-135. <https://doi.org/10.5551/jat.26401>
- Tsutamoto, T., Wada, A., Hayashi, M., Tsutsui, T., Maeda, K., Ohnishi, M., Fujii, M., Matsumoto, T., Yamamoto, T., Takayama, T., Ishii, C., & Kinoshita, M. (2003). Relationship between transcardiac gradient of endothelin-1 and left ventricular remodelling in patients with first anterior myocardial infarction. *European heart journal*, 24(4), 346-355. [https://doi.org/10.1016/s0195-668x\(02\)00420-7](https://doi.org/10.1016/s0195-668x(02)00420-7)
- Rossi, A., Carluccio, E., Cameli, M., Inciardi, R. M., Mandoli, G. E., D'Agostino, A., Biagioli, P., Maffei, C., Pugliese, N. R., Pastore, M. C., Mengoni, A., Pedrinelli, R., Henein, M., & Dini, F. L. (2021). Left atrial structural and mechanical remodelling in heart failure with reduced ejection fraction. *ESC heart failure*, 8(6), 4751-4759. <https://doi.org/10.1002/ehf2.13654>
- Ke, H. Y., Chin, L. H., Tsai, C. S., Lin, F. Z., Chen, Y. H., Chang, Y. L., Huang, S. M., Chen, Y. C., & Lin, C. Y. (2020). Cardiac calcium dysregulation in mice with chronic kidney disease. *Journal of cellular and molecular medicine*, 24(6), 3669-3677. <https://doi.org/10.1111/jcmm.15066>
- Kenny, B. J., & Brown, K. N. (2022). ECG T Wave. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Sattler, S. M., Skibbye, L., Linz, D., Lubberding, A. F., Tfelt-Hansen, J., & Jespersen, T. (2019). Ventricular Arrhythmias in First Acute Myocardial Infarction: Epidemiology, Mechanisms, and Interventions in Large Animal Models. *Frontiers in cardiovascular medicine*, 6, 158. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2019.00158>
- de Blik, E. C. (2018). ST elevation: Differential diagnosis and caveats. A comprehensive review to help distinguish ST elevation myocardial infarction from nonischemic etiologies of ST elevation. *Turkish journal of emergency medicine*, 18(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.tjem.2018.01.008>
- Chen, Z. W., Yu, Z. Q., Yang, H. B., Chen, Y. H., Qian, J. Y., Shu, X. H., & Ge, J. B. (2016). Rapid predictors for the occurrence of reduced left ventricular ejection fraction between LAD and non-LAD related ST-elevation myocardial infarction. *BMC cardiovascular disorders*, 16, 3. <https://doi.org/10.1186/s12872-015-0178-y>