

ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ ЕКГ В ОПТИМІЗАЦІЇ ДІАГНОСТИКИ ГОСТРОГО ТА ХРОНІЧНОГО КОРОНАРНОГО СИНДРОМІВ

В.К. Ташчук, О.В. Маліневська-Білійчук

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

Ключові слова: хронічний коронарний синдром, інфаркт міокарда з елевацією сегмента ST, електрокардіограма, ішемія, гострий коронарний синдром.

Буковинський медичний вісник. 2023. Т. 27, № 4 (108). С. 93-99.

DOI: 10.24061/2413-0737.27.4.108.2023.17

E-mail: vtashchuk@ukr.net, oleksandravmb@gmail.com

Резюме. Мета роботи – вивчити додаткові діагностичні можливості показників, отриманих за діджиталізації ЕКГ, у пацієнтів з інфарктом міокарда з елевацією сегмента ST (STEMI) та стабільною стенокардією (СтСт).

Матеріал і методи. Обстежили 135 пацієнтів, яких розподілили на групи залежно від діагнозу: 45 осіб зі STEMI та 90 пацієнтів зі СтСт. Відповідно до значення першої похідної зубця T - показника відношення максимальних швидкостей (ВМШ) пацієнтів зі STEMI розподілили на дві групи: група I включала 25 осіб з ВМШ <0,66, група II - 20 пацієнтів з ВМШ ≥0,66. Пацієнтів зі СтСт також розрізняли залежно ВМШ: група А нараховувала 41 особу з ВМШ <0,87 та група Б - 49 пацієнтів з ВМШ ≥0,87. Оцінювали результати ехокардіографії, холтеровського моніторингу ЕКГ, коронарорентрикулографії та оцифрованої ЕКГ на базі медичного програмного забезпечення «Смарт-ЕКГ».

Результати. У групі STEMI відзначили вірогідно нижчі значення ВМШ у зоні ішемії, порівняно з групою пацієнтів зі СтСт ($0,65 \pm 0,02$, $\Delta -25,29\%$, $p < 0,001$), вищі значення STH у зоні ішемії ($0,76 \pm 0,04$ мм, $\Delta +58,33\%$, $p < 0,001$), нижчу фракцію викиду лівого шлуночка (ФВ ЛШ) ($51,96 \pm 1,21\%$, $\Delta -9,82\%$, $p < 0,001$), тривалішу ішемію [$919,00$ ($133,00$; $1310,00$) хв, $\Delta +3729,17\%$, $p < 0,001$], децю нижчі значення стандартного відхилення N-N інтервалів (SDNN) ($88,11 \pm 6,65$ мс, $\Delta -20,88\%$ при $p = 0,094$). В осіб зі СтСт та ВМШ <0,87 виявили децю вищі значення ВМШ у відведенні V2, порівняно з групою СтСт та ВМШ ≥0,87 ($2,51 \pm 0,08$, $\Delta +8,19\%$, $p = 0,058$). Для пацієнтів зі STEMI та ВМШ <0,66 та зі СтСт та ВМШ <0,87, порівняно з групою зі STEMI та ВМШ ≥0,66 та зі СтСт та ВМШ ≥0,87, характерні нижчі значення ФВ ЛШ [відповідно, $52,00$ ($47,75$; $55,00$) %, $\Delta -10,34\%$, $p = 0,071$] та ($56,73 \pm 0,83\%$, $\Delta -3,14\%$, $p = 0,088$).

Висновки. Первинні зміни фази реполяризації, що характерні для пацієнтів зі STEMI та СтСт, спричиняють зміну швидкісних параметрів диференційованої ЕКГ, а саме виражене зниження показника ВМШ (інтенсивніше за STEMI), що вказує на виражений електричний дисбаланс ішемізованого міокарда. Нижчі показники ВМШ зумовлюють гірші клініко-функціональні характеристики міокарда за STEMI та СтСт та асоційовані з негативними прогностичними маркерами за ішемії.

DIGITALIZATION OF ECG IN OPTIMIZATION OF DIAGNOSTICS OF ACUTE AND CHRONIC CORONARY SYNDROMES

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

Key words: chronic coronary syndrome, myocardial infarction with ST segment elevation, electrocardiogram, ischemia, acute coronary syndrome.

Bukovinian Medical Herald.

2023. V. 27, № 4 (108). P. 93-99.

Resume. The aim is to study the additional diagnostic possibilities of indicators obtained by digitalization of ECG in patients with ST-elevation myocardial infarction (STEMI) and stable angina (SA).

Material and methods. 135 patients were examined, who were divided into groups depending on the diagnosis: 45 people with STEMI and 90 patients with SA. According to the value of the first derivative of the T wave - the maximum speed ratio (MSR) indicator, patients with STEMI were divided into two groups: group I included 25 people with MSR <0.66, group II - 20 patients with MSR ≥0.66. Patients with SA were also distinguished depending on MSR: group A included 41 patients with MSR <0.87 and group B - 49 patients with MSR ≥0.87. The results of echocardiography, Holter ECG monitoring, coronary ventriculography and digitalization of ECG based on the «Smart-ECG» medical software were evaluated.

Results. In the STEMI group, significantly lower MSR values of ischemic zone were noted, compared to the group of patients with SA (0.65 ± 0.02 , $\Delta -25.29\%$, $p < 0.001$), higher STH values in ischemic zone (0.76 ± 0.04 mm, $\Delta +58.33\%$, $p < 0.001$), lower

Оригінальні дослідження

left ventricular ejection fraction (LVEF) ($51.96 \pm 1.21\%$, $\Delta -9.82\%$, $p < 0.001$), longer ischemia (919.00 ($133, 00$; 1310.00) min, $\Delta +3729.17\%$, $p < 0.001$), lower standart deviation values of N-N intervals (SDNN) (88.11 ± 6.65 ms, $\Delta -20.88\%$, $p = 0.094$). Individuals with SA and MSR < 0.87 showed slightly higher values of MSR in lead V2, compared to the group of SA and MSR ≥ 0.87 (2.51 ± 0.08 , $\Delta +8.19\%$, $p = 0.058$). In patients with STEMI and MSR < 0.66 and with SA and MSR < 0.87 , compared to the group with STEMI and MSR ≥ 0.66 and with SA and MSR ≥ 0.87 , lower LVEF were detected (respectively (52.00 (47.75 ; 55.00) %, $\Delta -10.34\%$, $p = 0.071$) and ($56.73 \pm 0.83\%$, $\Delta -3.14\%$, $p = 0.088$).

Conclusions. Primary changes in the repolarization phase, which are inherent for patients with STEMI and SA, cause a change in the speed parameters of the differentiated ECG – reducing of MSR (more intense for patients with STEMI), which indicates a pronounced electrical disbalance of the ischemic myocardium. Lower values of MSR result in worse clinical and functional characteristics of the myocardium for STEMI and SA and are associated with negative prognostic markers of ischemia.

Вступ. Ішемічна хвороба серця (ІХС) – патологічний процес, що виникає за обструктивного/необструктивного атеросклерозу вінцевих артерій [1]. Вплив на перебіг захворювання залежить від модифікації способу життя, використання фармакологічного лікування та інвазивних втручань, що сприяє стабілізації чи регресії цієї патології. Тривалий та стабільний період ІХС має назву хронічного коронарного синдрому (ХКС) (до нашого дослідження залучені пацієнти, в яких наявність стабільної стенокардії (СтСт), що є одним із клінічних сценаріїв розвитку ХКС, верифікована даними попередніх обстежень), тоді як за гострого атеротромботичного ускладнення через розрив бляшки виникає гострий коронарний синдром (ГКС). У поняття ГКС прийнято включати пацієнтів зі STEMI (інфарктом міокарда з елевацією сегмента ST), NSTEMI (інфарктом міокарда без елевації сегмента ST) та нестабільною стенокардією [2]. Гострий інфаркт міокарда (ГІМ) виникає при гострому пошкодженні міокарда з клінічними ознаками ішемії міокарда та із зафіксованим підвищенням та/або зниженням рівня високочутливого тропоніну, хоча б одне значення має перевищувати 99-й перцентиль верхньої референтної межі. Також для постановки діагнозу необхідна наявність хоча б одного із нижчезазначених критеріїв: симптоми ішемії міокарда, нові ЕКГ-зміни ішемічного характеру, поява патологічних зубців Q на ЕКГ, візуалізовані ознаки втрати життєдіяльності міокарда або регіонарного скорочення з ознаками ішемічного генезу, внутрішньокоронарний тромб, який ідентифікований на ангіографії чи аутопсії [3].

Електрокардіографія (ЕКГ) є простим, доступним та високоінформативним методом дослідження та невід'ємною частиною обстеження пацієнтів зі STEMI та СтСт. Аналіз зубця Т є важливим при оцінці фази реполяризації шлуночків, а вивчення його швидкісних параметрів на базі медичного програмного забезпечення «Смарт-ЕКГ» значно підвищує інформативність та специфічність ЕКГ. Показник першої похідної зубця Т – відношення максимальних швидкостей (ВМШ), що описує відношення амплітуди другої фази зубця Т до першої фази зубця Т, зазнає трансформації при первинних та вторинних змінах реполяризації, а тому розширення розуміння векторності ВМШ в умовах

ішемії є актуальним.

Мета дослідження – вивчити додаткові діагностичні можливості показників, отриманих за діджиталізації ЕКГ, у пацієнтів зі STEMI та СтСт.

Матеріал і методи. Дослідження виконано на базі Чернівецького клінічного кардіологічного центру та включало 135 пацієнтів, які дали письмову інформовану згоду на участь у науковому дослідженні та використання персональних даних згідно з діючими нормами законодавства, а також відповідно до Гельсінської декларації (1975, 1983 рр.). Учасників роботи розділили залежно від діагнозу на групи зіставлення: 45 осіб зі STEMI та 90 пацієнтів зі СтСт. Наступним етапом був розподіл пацієнтів зі STEMI на групи порівняння залежно від значення першої похідної зубця Т - показника відношення максимальних швидкостей (ВМШ): група I включала 25 осіб із ВМШ $< 0,66$, група II - 20 пацієнтів із ВМШ $\geq 0,66$. Осіб із діагнозом СтСт розрізняли залежно від значення ВМШ: група А нараховувала 41 особу з ВМШ $0,87$ та група Б - 49 пацієнтів із ВМШ $\geq 0,87$.

Критерії залучення у дослідження – верифікований діагноз STEMI, СтСт. Критерії виключення – тяжка ниркова чи печінкова недостатність, цукровий діабет 1-го типу, вагітність та лактація, онкопатології, природжені та набуті вади серця, аутоімунні захворювання.

Аналізували результати ехокардіографії (ЕхоКГ), холтеровського моніторингу електрокардіограми (ХМЕКГ), коронарорентрокулографії (КВГ), оцифрованої стандартної ЕКГ із диференціацією показників зубця Т (швидкісного параметра першої похідної зубця Т – відношення максимальних швидкостей (ВМШ) та обрахунку висоти нахилу сегмента ST (STH) за застосування власної медичної платформи «Смарт-ЕКГ» (свідоцтво про реєстрацію авторського права №73687 за 05.09.2017).

Статистичний аналіз результатів передбачав використанням електронних таблиць Microsoft Excel. Нормальність розподілу даних у групах перевіряли за допомогою критерію Shapiro-Wilk. За нормального розподілу даних для аналізу двох незалежних груп використовували 2-вибірковий t-критерій Student (дані описані у вигляді середнього значення (M) та похибки середнього значення (m). При ненормальному розподілі

– критерій Манна-Уїтні (U) (дані у вигляді медіани (Me) та інтерквартильного розмаху (IQR). Відносні показники порівнювали за використання критерію хі-квадрат (χ^2) або двобічного точного критерію Фішера. Результати представляли у вигляді зміни відсоткового приросту ($\Delta\%$). Статистично значимою різницею вважали значення $p < 0,05$, тенденцію визначали при $p < 0,1$.

Результати дослідження та їх обговорення

Середній вік пацієнтів зі STEMI становив (61,2 \pm 1,49) років, пацієнтів зі СтСт – (56,37 \pm 1,33) років ($p=0,027$).

У групі STEMI, порівняно з групою СтСт, переважала частка пацієнтів із цукровим діабетом (ЦД) 2-го типу та різними видами порушень ритму – відповідно 10 (22,22%) проти 7 (7,78%) випадків при $p=0,018$ та 17 (37,78%) проти 19 (21,11%) випадків при $p=0,039$.

Аналізуючи дані ЕхоКГ, відзначили вищі значення у пацієнтів зі STEMI за значенням кінцевого систолічного розміру (КСР), що у відсотковому співвідношенні становило $\Delta +6,87\%$ (3,89 \pm 0,1 проти 3,64 \pm 0,06 см при $p=0,019$). Встановили нижчі значення фракції викиду лівого шлуночка (ФВ ЛШ) в осіб за STEMI, що становило $\Delta -9,82\%$ (51,96 \pm 1,21 проти 57,62 \pm 0,55 % при $p<0,001$) та меншу товщину задньої стінки лівого шлуночка (ЗС ЛШ), що становило $\Delta -6,67\%$ (1,12 \pm 0,02 проти 1,20 \pm 0,01 см при $p=0,003$).

Аналіз ХМЕКГ проводили у 28 пацієнтів зі STEMI та 20 осіб зі СтСт. У пацієнтів зі STEMI відзначили тривалішу ішемію, порівняно з особами зі СтСт, що у відсотковому співвідношенні становило $\Delta +3729,17\%$ [919,00 (133,00; 1310,00) проти 24,00 (9,00; 35,00) хв при $p<0,001$]. Також встановили вищі значення в групі

STEMI, порівняно з групою СтСт, за значенням QTкор, що становило $\Delta +8,05\%$ (455,50 \pm 5,01 проти 421,58 \pm 6,97 мс при $p<0,001$), зміни протилежного спрямування відзначили за показником варіабельності серцевого ритму (BCP) - SDNN (стандартне відхилення N–N-інтервалів), що становило $\Delta -20,88\%$ (88,11 \pm 6,65 проти 111,51 \pm 11 мс при $p=0,094$).

З метою оцінки змін швидкісних показників диференційованої ЕКГ обстежили 20 практично здорових осіб (ПЗО), що слугували групою контролю. Показник ВМШ у ПЗО складав 1,73 \pm 0,01, а висота нахилу сегмента ST (STH) - 0,44 \pm 0,02 мм. Значення ВМШ у зоні ішемії в пацієнтів зі STEMI знизилось на 62,42%, порівняно з ПЗО (0,65 \pm 0,02 проти 1,73 \pm 0,01 при $p<0,001$), тоді як у осіб зі СтСт ВМШ у зоні ішемії - на 49,71%, порівняно з ПЗО (0,87 \pm 0,03 проти 1,73 \pm 0,01 при $p<0,001$). У групі STEMI відзначили вірогідно нижчі значення ВМШ, порівняно з групою пацієнтів зі СтСт, що становило $\Delta -25,29\%$ ($p<0,001$). У пацієнтів зі STEMI реєстрували підвищення значень STH у зоні ішемії на 72,73%, порівняно з ПЗО (0,76 \pm 0,04 проти 0,44 \pm 0,02 мм при $p<0,001$). Також відзначили вищі значення STH у пацієнтів зі STEMI, порівняно з особами за СтСт, що становило $\Delta +58,33\%$ ($p<0,001$). Варто також проаналізувати зміни сегмента ST у період його максимальної елевації за STEMI (значення STH становило 2,22 \pm 0,15 мм). Встановили вищі значення STH у період максимальної елевації сегмента ST, порівняно з ПЗО, що у відсотковому співвідношенні становило $\Delta +404,55\%$ (2,22 \pm 0,15 проти 0,44 \pm 0,02 мм при $p<0,001$). Цифрові дані представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Показники диференційованої ЕКГ у пацієнтів за ішемії

Показник	STEMI (n=45)	СтСт (n=90)	Δ %	Відмінність між групами, p
ВМШ у зоні ішемії	0,65 \pm 0,02	0,87 \pm 0,03	-25,29	<0,001
STH у зоні ішемії, мм	0,76 \pm 0,04	0,48 \pm 0,03	+58,33	<0,001

Примітки:

STEMI – інфаркт міокарда з елевацією сегмента ST;

СтСт – стабільна стенокардія;

ВМШ – відношення максимальних швидкостей;

STH – висота нахилу сегмента ST.

Дані КВГ оцінювали в 40 пацієнтів зі STEMI та в 13 осіб зі СтСт. Відзначили тенденцію до частішого двосудинного та трисудинного ураження коронарних артерій (КА) у пацієнтів зі STEMI, порівняно з особами зі СтСт (21 (52,5%) проти 4 (30,77%) при $p=0,103$). У групі STEMI частішого ураження зазнавала передня міжшлуночкова гілка лівої коронарної артерії (ПМШГ ЛКА) - 27 (67,5%) проти 5 (38,46%) у пацієнтів II групи ($p=0,049$).

Середній вік осіб зі STEMI з ВМШ <0,66 (групи I) становив 63,50 (59,75; 69,00) років, а пацієнтів зі STEMI з ВМШ \geq 0,66 (групи II) – 60,50 (54,50; 65,75) років ($p=0,361$).

В осіб групи I частіше реєстрували різні види порушень ритму - 15 (60,00%) проти 2 (10,00%) випадків групи II при $p<0,001$.

Встановлена тенденція до нижчих показників ФВ ЛШ у пацієнтів групи I, порівняно з групою II, що у відсотковому співвідношенні становило $\Delta -10,34\%$ [52,00 (47,75; 55,00) проти 58,00 (49,00; 62,00) % при $p=0,071$], тоді як зміни протилежного спрямування характерні для товщини ЗСЛШ, яка була більшою в учасників групи I, що становило $\Delta +10,00\%$ [1,10 (1,10; 1,20) проти 1,00 (0,95; 1,15) см при $p=0,040$].

За діджиталізації ЕКГ, вірогідних відмінностей висоти нахилу сегмента ST (STH) у період максимальної елевації сегмента ST, а також у зоні ішемії за появи негативного зубця T не відзначали [1,93 (1,50; 2,36) проти 1,96 (1,57; 2,60) мм при $p=0,560$ та 0,72 (0,62; 0,83) проти 0,63 (0,49; 0,94) мм при $p=0,767$ відповідно].

Аналізуючи результати ХМЕКГ у 14 осіб групи I та 14 пацієнтів групи II, реєстрували тенденцію до більшої

Оригінальні дослідження

тривалості ішемії в групі I, порівняно з групою II, що становило $\Delta +731,85\%$ [1214,50 (973,00; 1324,50) проти 146,00 (65,00; 1286,50) хв при $p=0,056$] та більшу вираженість елевації сегмента ST, що у відсотковому співвідношенні становило $\Delta +37,92$ [245,50 (183,75; 411,75) проти 178,00 (124,50; 261,50) мкВ при $p=0,056$]. Оцінюючи стандартне відхилення N-N інтервалів (SDNN), фіксували нижчі значення в групі I, порівнюючи з групою II, що становило $\Delta -30,37\%$ [68,20 (49,25; 99,40) проти 97,95 (70,48; 133,25) мс при $p=0,047$].

Дані КВГ оцінювали у 22 осіб групи I та у 18 пацієнтів групи II. Частота двосудинного та трисудинного ураження КА була однаковою в обох групах ($p=0,727$) з невірною тенденцією до частішого ураження стовбура ЛКА в пацієнтів групи I, порівняно з групою II [3 (13,64%) проти 0 (0%) при $p=0,156$].

Середній вік учасників групи A (пацієнти зі СтСт з ВМШ $<0,87$) складав (56,41 \pm 2,08) років, тоді як групи II (осіб зі СтСт з ВМШ $\geq 0,87$) – (56,33 \pm 1,73) років ($p=0,974$).

Частота виникнення різних видів порушень ритму була вищою в пацієнтів групи A, порівняно з особами групи B [13 (31,71%) проти 6 (12,24%) випадків при $p=0,025$].

За аналізу ЕхоКГ, відзначили тенденцію до нижчих рівнів ФВ ЛШ у групі A, у зіставленні з пацієнтами групи B, що у відсотковому співвідношенні становило $\Delta -3,14\%$ (56,73 \pm 0,83 проти 58,57 \pm 0,67 % при $p=0,088$).

За діджиталізації ЕКГ, реєстрували дещо вищі значення ВМШ у відведенні V2 (маркерне відведення діагностики гіпертрофії ЛШ) у пацієнтів групи A, порівняно з групою B, що становило $\Delta +8,19\%$ (2,51 \pm 0,08 проти 2,32 \pm 0,06 при $p=0,058$).

Дані КВГ аналізували в 6 осіб групи A та в 7 пацієнтів групи B і встановили частіше виникнення двосудинних та трисудинних уражень КА групі A - 4 (66,67%) проти 0 (0%) випадків групи B при $p=0,021$ з тенденцією до частішого ураження правої КА (ПКА) у групі A, порівняно з групою B (4 (66,67%) проти 1 (14,29%) при $p=0,082$).

Встановлено, що існує виражене переважання ВМШ при гіпертрофії ЛШ, тоді як мінімальні значення ВМШ притаманні для пацієнтів за ІМ, а проміжною ланкою є особи зі СтСт зі зростанням ВМШ при зменшенні функціонального класу [4]. У дослідженнях, які мали на меті оцінити швидкісні параметри диференційованої ЕКГ, середнє значення ВМШ у пацієнтів зі STEMI дорівнювало 0,66, тому поділ осіб зі STEMI в нашій роботі відповідав даним, отриманим у попередніх дослідженнях [4]. Згідно з даними літератури, показник ВМШ у пацієнтів зі СтСт коливається в межах 1,13-1,38 залежно від функціонального класу [4]. Наше дослідження передбачало поділ пацієнтів зі СтСт по середньому значенні ВМШ, отриманому в нашій роботі - 0,87 \pm 0,03. Зниження ВМШ в учасників нашої роботи зі СтСт було більш інтенсивним, порівняно з межовими значеннями попередніх робіт, яке зумовлене реєстрацією ЕКГ з подальшою диференціацією її показників саме в період вираженого стенокардитичного болю та появою інвертованого зубця Т (у 42 пацієнтів, що становить 46,67% від загальної кількості обстежених), а отже,

інтенсивнішого зниження II фази похідної зубця Т, порівняно з I фазою, і як результат - поява характерних нижчих вихідних значень ВМШ даної когорти пацієнтів.

Робота L. Savic et al. демонструє, що в пацієнтів за STEMI зі зниженою та збереженою ФВ ЛШ наявність хоча б однієї некардіальної фонові патології спричиняє вищу 8-річну смертність, порівняно з особами без некардіальних супутніх захворювань [5]. Наше дослідження вказує на більшу кількість фонові патології в осіб за STEMI, порівняно з пацієнтами зі СтСт, поміж якої пріоритетними були ЦД 2-го типу та різні види порушень ритму. У когорті осіб із ВМШ $<0,66$ за STEMI та ВМШ $<0,87$ за СтСт також частіше реєструвалися різні види порушень ритму, порівняно з пацієнтами з вищими рівнями ВМШ відповідних груп зіставлення. Збільшення випадків вищезазначеної коморбідності за STEMI та частішу появу фонові патології в пацієнтів із нижчими показниками ВМШ за STEMI та СтСт корелює з вищою смертністю.

ЕхоКГ надає інформацію про ФВ ЛШ та регіональні аномалії руху стінок міокарда, що можуть бути пов'язані з інфарктом чи ішемією [6]. Пацієнти з ГКС є гетерогенною популяцією з різними факторами ризику смерті та повторних кардіоваскулярних подій у короткостроковому та довгостроковому періоді спостереження. ФВ ЛШ давно визнана одним із найважливіших предикторів смертності в пацієнтів з ГКС та ІХС загалом. У пацієнтів, госпіталізованих із тяжкою дисфункцією ЛШ, прогноз пов'язаний із клінічною нестабільністю при госпіталізації, тоді як в осіб зі збереженою чи незначно зниженою ФВ ЛШ прогноз пов'язаний із класичними факторами ризику, такими, як артеріальна гіпертензія, дисліпідемія, наявність супутніх захворювань (ЦД, захворювання периферичних судин) [7]. У дослідженні R.N.M. Furtado et al. визначили, що в пацієнтів із ГКС знижена ФВ ЛШ у гострій фазі пов'язана з вищою довгостроковою смертністю, порівняно з пацієнтами з нормальною ФВ ЛШ [8]. Робота M. Emond et al. відображає, що ФВ ЛШ є найсильнішим предиктором довгострокового виживання у пацієнтів зі СтСт. 12-річна виживаність учасників дослідження, що отримували медикаментозне лікування і мали ФВ ЛШ понад 50% становила 73%, в осіб із ФВ ЛШ від 35 до 49% 12-річна виживаність становила 54%, тоді як виживаність дорівнювала лише 21% при ФВ ЛШ менше 35% [9]. У нашому дослідженні нижча ФВ ЛШ була притаманна пацієнтам зі STEMI, порівняно з особами зі СтСт, що відповідно зумовлює гірший кардіоваскулярний прогноз та вищий ризик смертності. Також прослідковується чітка кореляція з першою похідною зубця Т – швидкісним показником ВМШ, оскільки нижча ФВ ЛШ асоціюється з нижчим рівнем ВМШ відповідних груп, а саме у пацієнтів зі STEMI з ВМШ $<0,66$ та зі СтСт з ВМШ $<0,87$.

Нещодавно опублікований метааналіз A.O. Vuoti et al. за участю пацієнтів з ІХС продемонстрував, що зниження параметрів ВСР (зокрема SDNN) пов'язані з підвищеним ризиком загальної смертності, включаючи раптову серцеву смерть, нераптову серцеву смерть і некардіальну смерть [10]. Крім того, знижені значення SDNN

асоціюються з іншими встановленими факторами ризику, такими як зниження ФВ ЛШ [10]. У роботі R. Ablonskytė-Dūdionienė відзначили, що пацієнти з низькими значеннями SDNN мали в 4 рази вищий 5-річний ризик смертності [11]. Вимірювання у пацієнтів зі STEMI та СтСт може надавати важливу прогностичну інформацію, оскільки зниження SDNN пов'язане з підвищеним ризиком смертності від усіх причин, задокументованих у клінічних дослідженнях [12]. У нашій роботі відзначили нижчі значення SDNN у осіб зі STEMI, порівняно з особами зі СтСт, що підтверджує загальноприйнятий концепт гіршого серцево-судинного прогнозу даної когорти пацієнтів. Наше дослідження також демонструє інтенсивніше зниження SDNN у пацієнтів зі STEMI при значеннях ВМШ менше 0,66.

У роботі N. J. Wimmer et al. наголосили на інформативності ХМЕКГ у пацієнтів з ІХС, оскільки даний метод дозволяє оцінити частоту та тривалість епізодів ішемії для стратифікації ризику серцево-судинної смерті у безсимптомних пацієнтів та осіб після ГКС [13]. У дослідженні С.М. Gibson встановили, що будь-яка ішемія пов'язана із значним підвищенням частоти смерті або ІМ протягом 48 годин, а також у осіб з ішемією спостерігалось збільшення ймовірності смерті чи ІМ у 1,44 рази на кожні 30 хвилин ішемії [14]. Наша робота підтверджує вірогідне переважання тривалості ішемії за STEMI, порівняно з пацієнтами зі СтСт, що підтверджує глибші некротичні зміни в міокарді за більшої тривалості ішемії, що зумовлює вищу смертність за STEMI. Також реєстрували більшу тривалість ішемії та більш виражену елевацію сегмента ST в осіб за STEMI з ВМШ < 0,66, що дозволяє віднести цих пацієнтів до групи підвищеного кардіоваскулярного ризику.

Додаткові параметри, що можна отримати за діджиталізації ЕКГ, а саме побудова першої похідної зубця Т з визначенням ВМШ, підвищує чутливість та специфічність методу [15]. ВМШ знижується при первинних змінах фази реполяризації, які виникають переважно за ішемічного пошкодження міокарда, тоді як за вторинних змін фази реполяризації значення ВМШ зростає. За ішемії відбувається інтенсивніше зниження швидкості другої фази похідної зубця Т, ніж швидкості його першої фази. У результаті вищезазначених змін висхідних та низхідних фаз зубця Т спостерігалось значне зниження значення ВМШ. Зниження ВМШ більш суттєве за STEMI, порівняно з пацієнтами зі СтСт, а отже, асоціюється з глибшими змінами ішемізованого міокарда. При оцінці клініко-функціональних змін пацієнтів зі STEMI та СтСт, когорти осіб за нижчих значень ВМШ мала більшу частоту фонових патологій, зокрема різних видів порушень ритму та нижчу ФВ ЛШ, що також підтверджує більш виражені порушення електрогенезу та функціонального стану ішемізованого міокарда при нижчих значеннях ВМШ.

Сегмент ST у нормі розташований на ізолінії, проте за ішемічних змін утворюється дисбаланс потенціалів між здоровою та пошкодженою тканиною міокарда. Відомо, що заряд ураженої ділянки позитивний, тоді як заряд здорової ділянки – негативний [16]. За STEMI вектор електричної сили направлений від здорових до

пошкоджених ділянок міокарда, тому з'являється відповідна елевація сегмента ST над зоною інфаркту і значне підвищення значення STH у період максимального підйому сегмента ST, що підтверджує критичне порушення електричного балансу ішемізованого міокарда. За СтСт може спостерігатися депресія сегмента ST, вираженість та тривалість якої корелює з прогнозом та ступенем пошкодження міокарда. Вищі значення STH притаманні для STEMI, порівняно зі СтСт, що дозволяє асоціювати більш виражені зміни STH з більшим ступенем ішемії та глибшим електричним дисбалансом міокарда.

У дослідженні Z.W. Chen et al. зазначили, що за ІМ з пошкодженням ПМШГ ЛКА, відбувається глибоке порушення мікроциркуляції з тяжкою ішемією та появою великої площі некрозу, що посилює систолічну дисфункцію ЛШ [17]. У нашій роботі теж виявили більш гемодинамічно значимі ураження КА з пошкодженням ПМШГ ЛКА за STEMI, порівняно з особами за СтСт, а також у групах учасників дослідження з нижчими значеннями ВМШ, що асоціюється з вираженим порушенням мікроциркуляції та порушенням функціонування міокарда.

Висновки

1. У пацієнтів зі STEMI частіше діагностували ЦД 2-го типу та різні види порушень ритму; їм притаманні вищі значення КСР, менша товщина ЗС ЛШ та нижча ФВ ЛШ, за даними ЕхоКГ; більша тривалість ішемії, вищий QTкор, проте нижчі значення SDNN, за результатами ХМЕКГ; тенденція до більш гемодинамічно значимих уражень КА з пошкодженням ПМШГ ЛКА, за даними КВГ, порівняно з особами зі СтСт.

2. Особам зі STEMI та показником кількісної ЕКГ - ВМШ < 0,66 характерна частіша поява різних видів порушень ритму; у них виявили нижчу ФВ ЛШ, більшу товщину ЗС ЛШ, за результатами ЕхоКГ; тривалішу ішемію з більш вираженою елевацією сегмента ST, нижчий рівень SDNN, відповідно до даних ХМЕКГ, порівняно з хворими зі STEMI та значенням ВМШ $\geq 0,66$.

3. У пацієнтів зі СтСт та показником кількісної ЕКГ - ВМШ < 0,87 частіше траплялися різні види порушень ритму. Порівняно з особами зі СтСт та ВМШ $\geq 0,87$, ці пацієнти мали нижчу ФВ ЛШ, за даними ЕхоКГ; вищі значення ВМШ у відведенні V2 диференційованої ЕКГ; частіше дво- та трисудинне ураження КА з пошкодженням ПКА, за аналізу КВГ.

4. Первинні зміни фази реполяризації, що характерні для пацієнтів зі STEMI та СтСт, спричиняють зміну швидкісних параметрів диференційованої ЕКГ, а саме виражене зниження показника ВМШ (інтенсивніше за STEMI), що вказує на виражений електричний дисбаланс ішемізованого міокарда. Нижчі показники ВМШ зумовлюють гірші клініко-функціональні характеристики міокарда за STEMI та СтСт та асоційовані з негативними прогностичними маркерами за ішемії.

Перспективи подальших досліджень. Виявити ефективність застосування ранолозину в пацієнтів з інфарктом міокарда з елевацією сегмента ST.

Оригінальні дослідження

Список літератури

1. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, Capodanno D, Barbato E, Funck-Brentano C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2020;41(3):407-77. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz425.
2. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, Barbato E, Berry C, Chieffo A, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2023;44(38):3720-26. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad191.
3. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Chaitman BR, Bax JJ, Morrow DA, et al. Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction. *Circulation*. 2018;138(20):e618-e51. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000617.
4. Ташук ВК, Іванчук ПР, Полянська ОС, Руснак ІТ. Побудова програмного забезпечення для кількісної оцінки електрокардіограми: можливості і дослідження зубця Т. *Клінічна анатомія та оперативна хірургія*. 2015;14(4):10-6.
5. Savic L, Mrdovic I, Asanin M, Stankovic S, Lasica R, Matic D, et al. Prognostic Impact of Non-Cardiac Comorbidities on Long-Term Prognosis in Patients with Reduced and Preserved Ejection Fraction following Acute Myocardial Infarction. *J Pers Med*. 2023;13(7):1110. DOI: 10.3390/jpm13071110.
6. Wee Y, Burns K, Bett N. Medical management of chronic stable angina. *Aust Prescr*. 2015;38(4):131-36. DOI: 10.18773/austprescr.2015.042.
7. Perelshtein Brezinov O, Klempfner R, Zekry SB, Goldenberg I, Kuperstein R. Prognostic value of ejection fraction in patients admitted with acute coronary syndrome: A real world study. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(9):e6226. DOI: 10.1097/MD.0000000000006226.
8. Furtado RHM, Juliasz MG, Chiu FYJ, Bastos LBC, Dalcoquio TF, Lima FG, et al. Long-term mortality after acute coronary syndromes among patients with normal, mildly reduced, or reduced ejection fraction. *ESC Heart Fail*. 2023;10(1):442-52. DOI: 10.1002/ehf2.14201.
9. Emond M, Mock MB, Davis KB, Fisher LD, Holmes DR Jr, Chaitman BR, et al. Long-term survival of medically treated patients in the Coronary Artery Surgery Study (CASS) Registry. *Circulation*. 1994;90(6):2645-57. DOI: 10.1161/01.cir.90.6.2645.
10. Vuoti AO, Tulppo MP, Ukkola OH, Junttila MJ, Huikuri HV, Kiviniemi AM, et al. Prognostic value of heart rate variability in patients with coronary artery disease in the current treatment era. *PLoS ONE*. 2021;16(7):e0254107. DOI: 10.1371/journal.pone.0254107.
11. Ablonskytė-Dūdonienė R, Bakšytė G, Čeponienė I, Kriščiukaitis A, Drėgūnas K, Ereminienė E. Impedance cardiography and heart rate variability for long-term cardiovascular outcome prediction after myocardial infarction. *Medicina*. 2012;48(7):350-58. DOI: 10.3390/medicina48070052.
12. Brinza C, Floria M, Covic A, Burlacu A. Measuring Heart Rate Variability in Patients Admitted with ST-Elevation Myocardial Infarction for the Prediction of Subsequent Cardiovascular Events: A Systematic Review. *Medicina (Kaunas)*. 2021;57(10):1021. DOI: 10.3390/medicina57101021.
13. Wimmer NJ, Scirica BM, Stone PH. The clinical significance of continuous ECG (ambulatory ECG or Holter) monitoring of the ST-segment to evaluate ischemia: a review. *Prog Cardiovasc Dis*. 2013;56(2):195-202. DOI: 10.1016/j.pcad.2013.07.001.
14. Gibson CM, Pride YB, Buros JL, Ciaglo LN, Morrow DA, Scirica BM, et al. Timing and duration of myocardial ischemia on Holter monitoring following percutaneous coronary intervention and their association with clinical outcomes (a PROTECT-TIMI 30 Substudy Analysis). *Am J Cardiol*. 2009;104(1):36-40. DOI: 10.1016/j.amjcard.2009.02.044.
15. Ташук ВК, Маліневська-Білійчук ОВ, Іванчук ПР, Полянська ОС. Інфаркт міокарда з елевацією сегмента ST і клінічне значення диференційованої

електрокардіограми. *Запорізький медичний журнал*. 2023;3:193-97. DOI: 10.14739/2310-1210.2023.3.267269.

16. de Bliet EC. ST elevation: Differential diagnosis and caveats. A comprehensive review to help distinguish ST elevation myocardial infarction from nonischemic etiologies of ST elevation. *Turk J Emerg Med*. 2018;18(1):1-10. DOI: 10.1016/j.tjem.2018.01.008.

17. Chen ZW, Yu ZQ, Yang HB, Chen YH, Qian JY, Shu XH, et al. Rapid predictors for the occurrence of reduced left ventricular ejection fraction between LAD and non-LAD related ST-elevation myocardial infarction. *BMC Cardiovasc Disord*. 2016;16:3. DOI: 10.1186/s12872-015-0178-y.

References

1. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, Capodanno D, Barbato E, Funck-Brentano C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2020;41(3):407-77. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz425.
2. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, Barbato E, Berry C, Chieffo A, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2023;44(38):3720-26. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad191.
3. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Chaitman BR, Bax JJ, Morrow DA, et al. Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction. *Circulation*. 2018;138(20):e618-e51. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000617.
4. Taschuk VK, Ivanchuk PR, Polians'ka OS, Rusnak IT. Pobudova prohramnoho zabezpechennia dlia kil'kisnoi otsinky elektrokardiohramy: mozhlyvosti i doslidzhennia zubtsia T [Construction of software for quantitative evaluation of the electrocardiogram: possibilities and research of the T wave]. *Klinichna anatomia ta operatyvna khirurgiia*. 2015;14(4):10-6. (in Ukrainian).
5. Savic L, Mrdovic I, Asanin M, Stankovic S, Lasica R, Matic D, et al. Prognostic Impact of Non-Cardiac Comorbidities on Long-Term Prognosis in Patients with Reduced and Preserved Ejection Fraction following Acute Myocardial Infarction. *J Pers Med*. 2023;13(7):1110. DOI: 10.3390/jpm13071110.
6. Wee Y, Burns K, Bett N. Medical management of chronic stable angina. *Aust Prescr*. 2015;38(4):131-36. DOI: 10.18773/austprescr.2015.042.
7. Perelshtein Brezinov O, Klempfner R, Zekry SB, Goldenberg I, Kuperstein R. Prognostic value of ejection fraction in patients admitted with acute coronary syndrome: A real world study. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(9):e6226. DOI: 10.1097/MD.0000000000006226.
8. Furtado RHM, Juliasz MG, Chiu FYJ, Bastos LBC, Dalcoquio TF, Lima FG, et al. Long-term mortality after acute coronary syndromes among patients with normal, mildly reduced, or reduced ejection fraction. *ESC Heart Fail*. 2023;10(1):442-52. DOI: 10.1002/ehf2.14201.
9. Emond M, Mock MB, Davis KB, Fisher LD, Holmes DR Jr, Chaitman BR, et al. Long-term survival of medically treated patients in the Coronary Artery Surgery Study (CASS) Registry. *Circulation*. 1994;90(6):2645-57. DOI: 10.1161/01.cir.90.6.2645.
10. Vuoti AO, Tulppo MP, Ukkola OH, Junttila MJ, Huikuri HV, Kiviniemi AM, et al. Prognostic value of heart rate variability in patients with coronary artery disease in the current treatment era. *PLoS One*. 2021;16(7):e0254107. DOI: 10.1371/journal.pone.0254107.
11. Ablonskytė-Dūdonienė R, Bakšytė G, Čeponienė I, Kriščiukaitis A, Drėgūnas K, Ereminienė E. Impedance cardiography and heart rate variability for long-term cardiovascular outcome prediction after myocardial infarction. *Medicina*. 2012;48(7):350-58. DOI: 10.3390/medicina48070052.
12. Brinza C, Floria M, Covic A, Burlacu A. Measuring Heart Rate Variability in Patients Admitted with ST-Elevation Myocardial Infarction for the Prediction of Subsequent

Cardiovascular Events: A Systematic Review. *Medicina* (Kaunas). 2021;57(10):1021 DOI: 10.3390/medicina57101021.

13. Wimmer NJ, Scirica BM, Stone PH. The clinical significance of continuous ECG (ambulatory ECG or Holter) monitoring of the ST-segment to evaluate ischemia: a review. *Prog Cardiovasc Dis.* 2013;56(2):195-202. DOI: 10.1016/j.pcad.2013.07.001.

14. Gibson CM, Pride YB, Buross JL, Ciaglo LN, Morrow DA, Scirica BM, et al. Timing and duration of myocardial ischemia on Holter monitoring following percutaneous coronary intervention and their association with clinical outcomes (a PROTECT-TIMI 30 Substudy Analysis). *Am J Cardiol.* 2009;104(1):36-40. DOI: 10.1016/j.amjcard.2009.02.044.

15. Tashchuk VK, Malinevska-Biliichuk OV, Ivanchuk PR, Polianska OS. Infarkt miokarda z elevatsiieiu sehmenta ST i

klinichne znachennia dyferentsiiivanoi elektrokardiohramy [Myocardial infarction with elevation of the ST segment and the clinical significance of the differentiated electrocardiogram]. *Zaporizkyi medychnyi zhurnal.* 2023;25(3):193-7. (in Ukrainian).

16. de Bliet EC. ST elevation: Differential diagnosis and caveats. A comprehensive review to help distinguish ST elevation myocardial infarction from nonischemic etiologies of ST elevation. *Turk J Emerg Med.* 2018;18(1):1-10. DOI: 10.1016/j.tjem.2018.01.008.

17. Chen ZW, Yu ZQ, Yang HB, Chen YH, Qian JY, Shu XH, et al. Rapid predictors for the occurrence of reduced left ventricular ejection fraction between LAD and non-LAD related ST-elevation myocardial infarction. *BMC Cardiovasc Disord.* 2016;16:3. DOI: 10.1186/s12872-015-0178-y.

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. <https://orcid.org/0000-0002-7988-5256>

Маліневська-Білійчук О.В. – аспірант каф. внутрішньої медицини, фізичної реабілітації та спортивної медицини, Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна. <https://orcid.org/0000-0001-7635-396X>

Information about the authors

Tashchuk V.K. – Doctor of Medicine, Professor, Head of the Department of Internal Medicine, Physical Rehabilitation and Sport medicine, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

Malinevska-Biliichuk O.V. – post-graduate fellow, Department of Internal Medicine, Physical Rehabilitation and Sport Medicine, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

Надійшла до редакції 10.11.23

Рецензент – проф. Глащук Т.О.

© В.К. Ташчук, О.В. Маліневська-Білійчук, 2023