

OPEN ACCESS

DOI: 10.25040/ntsh2023.01.13

Адреса для листування: вул. Харківська 22/1, м. Львів, Україна, 79012

Твіттер: @BeshDmytro

Е-пошта: beshd@hotmail.com

Надійшла до редакції: 20.05.2022

Прийнята до друку: 05.10.2022

Опублікована: 30.06.2023

ORCID IDs

Дмитро Беш:

<https://orcid.org/0000-0002-8982-7578>

Олеся Беш:

<https://orcid.org/0000-0003-3349-1291>

Конфлікт інтересів: автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Особистий внесок авторів:

Створення концепції: Дмитро Беш;

Результати дослідження: Дмитро Беш, Олеся Беш;

Написання: Дмитро Беш, Олеся Беш;

Редагування та затвердження остаточного варіанту: Дмитро Беш.

Дозвіл комісії з питань біоетики: 2 грудня 2019 року №25, дата схвалення, ННЦ «Інститут кардіології ім. М. Д. Стражеско».

Фінансування: Автори не отримали жодної фінансової підтримки свого дослідження.



© Всі автори, 2023

Морфологічні характеристики інтракоронарних тромбів та їх вплив на прогноз пацієнтів молодого та старшого віку з інфарктом міокарда з елевацією сегмента ST

Дмитро Беш, Олеся Беш

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Львів, Україна

У статті наведено особливості морфологічної будови внутрішньокоронарних тромбів та прогнозу гострого інфаркту міокарда з підйомом сегмента ST (IMST) у пацієнтів різних вікових груп.

Методи. Гістологічний аналіз аспірованих інтракоронарних тромбів виконано у 97 пацієнтів з STEMI. Пацієнти були розділені на дві групи: 11 пацієнтів віком до 44 років (молода група) та решта старше 45 років (старша група). Короткостроковий прогноз визначали: розршення сегмента ST, досягнення хорошого коронарного кровотоку, блашу міокарда, показники скорочувальної здатності міокарда, формування зубця QS на ЕКГ. Кінцеві точки дослідження визначили довгостроковий прогноз: поява або посилення симптомів стенокардії, коронарна реваскуляризація (ЧКВ або АКШ), ІМ та смерть.

Результати. Пацієнти похилого віку значно частіше мали в анамнезі ішемічну хворобу серця, а також напади стенокардії або їх еквіваленти у стані спокою за кілька днів до початку IMST і артеріальної гіпертензії. Дисліпідемія значно частіше зустрічалася у молодих пацієнтів. Утворення мікроканалів у тромбах значно частіше спостерігалось у літніх пацієнтів. Досягнення цільової якості мікроциркуляції спостерігалось суттєво частіше у молодих пацієнтів ($p=0,007$). Довгостроковий прогноз був кращим у молодих пацієнтів через меншу поширеність комбінованої кінцевої точки.

Висновки. У пацієнтів похилого віку частіше зустрічалися внутрішньокоронарні тромби з утворенням мікроканалів, що свідчить про більшу тривалість тромботичного процесу. Довгостроковий прогноз після STEMI був значно кращим у молодих пацієнтів.

Ключові слова: інфаркт міокарда, коронарна реперфузія, коронарна оклюзія, тромб, серцево-судинні фактори ризику.

Morphology of intracoronary thrombi and its prognosis in young and older patients after STEMI

Dmytro Besh, Olesia Besh

Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine

The article presents the features of the morphologic structure of intracoronary thrombi and the prognosis of acute ST segment elevation myocardial infarction (STEMI) in patients of different age groups.

Methods: Histological analysis of the aspirated intracoronary clots was performed in 97 patients with STEMI. The patients were divided into two groups: 11 patients aged under 44 (young group) and the remaining older than 45 (older group). The short-term prognosis was determined by: ST-segment resolution, achievement of good coronary flow, myocardial blush, indices of myocardial contractility, and QS wave formation on ECG. The study's endpoints determined the long-term prognosis: The onset or worsening of angina symptoms, coronary revascularization (PCI or CABG), AMI, and death.

Results: Elderly patients were substantially more likely to have a history of coronary artery disease, as well as angina attacks, or their equivalents, at rest a few days before the onset of STEMI and arterial hypertension. Dyslipidemia was significantly more common in young patients. Formation of microchannels within the thrombi was significantly more common among older patients. Achieving the target quality of microcirculation was substantially more frequent among young patients ($p=0.007$). The long-term prognosis was better in young patients due to the lower prevalence of the combined endpoint.

Conclusions: Elderly patients were more likely to have intracoronary thrombi with microchannel formation, indicating a longer duration of the thrombotic process. The long-term prognosis after STEMI was significantly better in young patients.

Keywords: Myocardial infarction, coronary reperfusion, coronary occlusion, blood clot, cardiovascular risk factors.

OPEN ACCESS

DOI: 10.25040/ntsh2023.01.13

For correspondence: Kharkivska str, 22/1, Lviv, Ukraine, 79012

Twitter: @BeshDmytro

E-mail: beshd@hotmail.com

Received: 20 May, 2022

Accepted: 05 Oct, 2022

Published: 30 June, 2023

ORCID IDs

Dmytro Besh:

<https://orcid.org/0000-0002-8982-7578>

Olesia Besh:

<https://orcid.org/0000-0003-3349-1291>

Disclosures: There is no conflict of interest in the article.

Author contributions:

Conceptualization: Dmytro Besh;

Results of study: Dmytro Besh, Olesia Besh;

Writing: Dmytro Besh, Olesia Besh;

Review & editing: Dmytro Besh.

Ethical approval: This study was approved by ethics committee of National Scientific Center "Institute of cardiology n.a. M.D.Strazhesko" #25 from 2 Dec 2019.

Funding: The authors received no financial support for their study.



© All authors, 2023

Вступ

Ішемічна хвороба серця (ІХС) є причиною близько 1,8 мільйонів смертей щорічно в Європі. Це 20% від загальної смертності [1]. Гострий інфаркт міокарда (ГІМ) є основною причиною смерті. Частота ГІМ в Україні у 2017 році становила 1189 на 1 млн населення на рік [2]. Найбільш повний європейський реєстр міститься у Швеції, де рівень захворюваності на гострий інфаркт міокарда зі стійкою елевацією сегмента ST (STEMI) становив 580 на 1 000 000 на рік у 2015 році [3]. В інших європейських країнах рівень захворюваності коливався від 430 до 1440 на 1 млн на рік [3]. Існують різні варіанти ГІМ, а його клінічні, лабораторні та функціональні характеристики описані в медичних виданнях, що значно спрощує алгоритм діагностики. Найвищі показники смертності пацієнтів із ІХС пов'язані з гострим інфарктом міокарда зі стійкою елевацією сегмента ST (STEMI) [3].

Розрив атеросклеротичної бляшки є основною причиною тромбозу коронарної артерії у пацієнтів з STEMI. Основним елементом лікування є своєчасна черезшкірна коронарна реваскуляризація (ЧКВ) інфаркт-зв'язаної коронарної артерії [3]. Водночас у деяких публікаціях показано, що навіть за своєчасного втручання не завжди можлива адекватна реперфузія [4]. Основною причиною цього феномену no-reflow є розвиток дистальної емболізації, що призводить до мікросудинної обструкції, що призводить до збільшення ранніх постінфарктних ускладнень [4]. В останні роки були запропоновані деякі заходи для запобігання дистальної емболізації під час ЧКВ, включаючи механічну аспірацію тромбу [5].

В Україні, як і в усіх країнах Європи, спостерігається постійне зростання захворюваності на ГІМ [1,2]. У пацієнтів похилого віку зміни в коронарних артеріях більш виражені, дифузні, у таких пацієнтів частіше зустрічаються супутні захворювання, що призводить до гіршого прогнозу [6]. Ноапан вивчав наслідки ЧКВ у 27 869 пацієнтів. Вік старше 65 років був надійним незалежним предиктором прогнозу у пацієнтів з ГІМ. [6]. Таким чином, підвищена смертність від STEMI в усіх вікових групах стала приводом для подальшого вивчення структури внутрішньокоронарних тромбів та ефективнос-

ті різних терапевтичних методів у лікуванні пацієнтів різного віку.

Матеріали та методи

У дослідженні використано дані пацієнтів трьох медичних установ: ННЦ «Інститут кардіології ім. М. Д. Стражеско» м. Київ, Клінічна міська комунальна лікарня швидкої медичної допомоги м. Львів та Львівський обласний кардіологічний диспансер. Дослідження включало 100 пацієнтів із STEMI, які пройшли коронарну ангіографію та первинне ЧКВ із використанням ручної аспірації тромбу протягом перших 12 (середнє значення 7,00 [діапазон 4,75-10,00]) годин від появи симптомів. У дослідженні брали участь 22 жінки (22%) віком від 35 до 85 (середній 57,81 ± 10,26) років. Від кожного пацієнта була отримана інформована згода на участь у дослідженні. Дослідження схвалено етичним комітетом ННЦ «Інститут кардіології ім. М. Д. Стражеско» (протокол № 25 від 02.12.2019).

Окклюзія пов'язаної з інфарктом коронарної артерії була виявлена у кожного пацієнта на первинній коронарографії (Рис. 1а). Достатню кількість аспіраційного матеріалу для гістологічного дослідження було отримано у 97 пацієнтів (Рис. 1б). Аспіровані тромби досліджували макроскопічно і розподіляли на три групи: білі, червоні та змішані. У подальшому їх фіксували в нейтральному розчині формаліну, потім заливали смолою і фарбували за стандартним методом гематоксилін-еозину та за методом оранжево-червоно-синього кольору (метод Зербіно-Лукаевича). Останнє дозволяє за кольором оцінити вік фібрину. Якщо колір фібрину червоний або рожевий, його вік менше 24 годин, а синій або фіолетовий колір вказує на те, що вік фібрину більше 24 годин. Тромб класифікували як «старий», якщо частка такого фібрину становила більше 30%.

Тромби класифікували наступним чином:

- Старий або свіжий (вік згустку);
- Наявність або відсутність шаруватої структури;
- Наявність мікроканалу;
- Нейтрофільна інфільтрація по периферії тромбу;
- Наявність еозинофільних лейкоцитів;
- Наявність компонентів атеросклеротичної бляшки (Рисунок 2).

Introduction

Coronary artery disease (CAD) causes about 1.8 million deaths annually in Europe. This is 20% of the overall mortality [1]. Acute myocardial infarction (AMI) is the leading cause of death. The frequency of AMI in Ukraine in 2017 was 1,189 per 1 million population per year [2]. The most comprehensive European registry is found in Sweden, where the incidence rate of acute myocardial infarction with persistent ST-segment elevation (STEMI) was 580 per 1,000,000 per year in 2015 [3]. In other European countries, the incidence rate ranged from 430 to 1,440 per 1 million per year [3]. There are different variants of AMI, and its clinical, laboratory and functional characteristics are described in medical publications, thus greatly simplifying the diagnostic algorithm. The highest mortality rates among patients with CAD are due to acute myocardial infarction with persistent ST-segment elevation (STEMI) [3].

The rupture of an atherosclerotic plaque is the leading cause of coronary artery thrombosis in STEMI patients. The main treatment element is timely percutaneous coronary revascularization (PCI) of the infarct-related coronary artery [3]. At the same time, some publications show that even with timely intervention, adequate reperfusion is not always possible [4]. The main reason for this no-reflow phenomenon is the development of distal embolization, which results in microvascular obstruction, leading to an increase in early post-infarction complications [4]. In recent years, some measures have been proposed to prevent distal embolization during PCI, including mechanical thrombus aspiration [5].

There is a steady increase in the incidence of AMI in Ukraine, just like in all European countries [1,2]. In elderly patients, changes in the coronary arteries are more pronounced, diffuse, and such patients have a higher incidence of comorbidities, which leads to a worse prognosis [6]. Noaman studied the consequences of PCI in 27,869 patients. Age over 65 years was a reliable, independent predictor of prognosis in patients with AMI. [6]. Thus, the increased mortality of STEMI in all age groups was the reason for further study of the structure of intracoronary

thrombi and the effectiveness of different therapeutic methods in treating patients of different ages.

Materials and Methods

The research used patient data from three medical institutions: National Scientific Center "Institute of Cardiology n.a. M. D. Strazhesko," Kyiv, Clinical Municipal Communal Emergency Hospital, Lviv, and Lviv Regional Cardiological Clinic. The study included 100 patients with STEMI who underwent coronary angiography and primary PCI using manual thrombus aspiration within the first 12 (mean 7.00 [range 4.75-10.00]) hours from the onset of symptoms. There were 22 women (22%) in the study ranging in age from 35 to 85 (mean 57.81 ± 10.26) years. Informed consent to participate in the study was obtained from each patient. The study was approved by the National Scientific Center ethics committee "Institute of Cardiology n.a. M. D. Strazhesko" (protocol #25 from 2 Dec 2019).

Occlusion of the infarct-related coronary artery was seen in each patient on initial coronary angiography (Figure 1a). Sufficient aspiration material for histological examination was obtained in 97 patients (Figure 1b). The aspirated thrombi were analyzed macroscopically and divided into three groups: White, red, and mixed. Subsequently, they were fixed in a neutral solution of formalin, then filled with resin and stained by the standard method of hematoxylin-eosin and by the method of orange-red-blue (Zerbino-Lukasevych method). The latter allows estimating the age of fibrin by color. If the color of the fibrin is red or pink, its age is less than 24 hours, and a blue or purple color indicates the age of the fibrin to be greater than 24 hours. The thrombus was classified as "old" when the fraction of such fibrin was more than 30%.

Thrombi were classified as follows:

- Old or fresh (clot age);
- The presence or absence of a layered structure;
- Microchannel presence;
- Neutrophilic infiltration at the thrombus periphery;
- Presence of eosinophilic leukocytes;
- Presence of atherosclerotic plaque components (Figure 2).

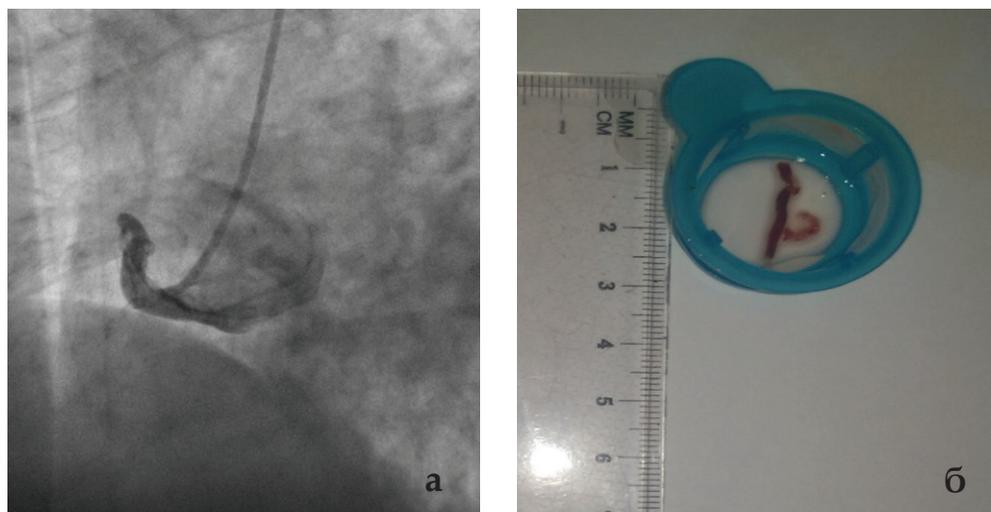


Рисунок 1. Закупорена права коронарна артерія (а) та аспіровані з неї внутрішньокоронарні тромби (б)

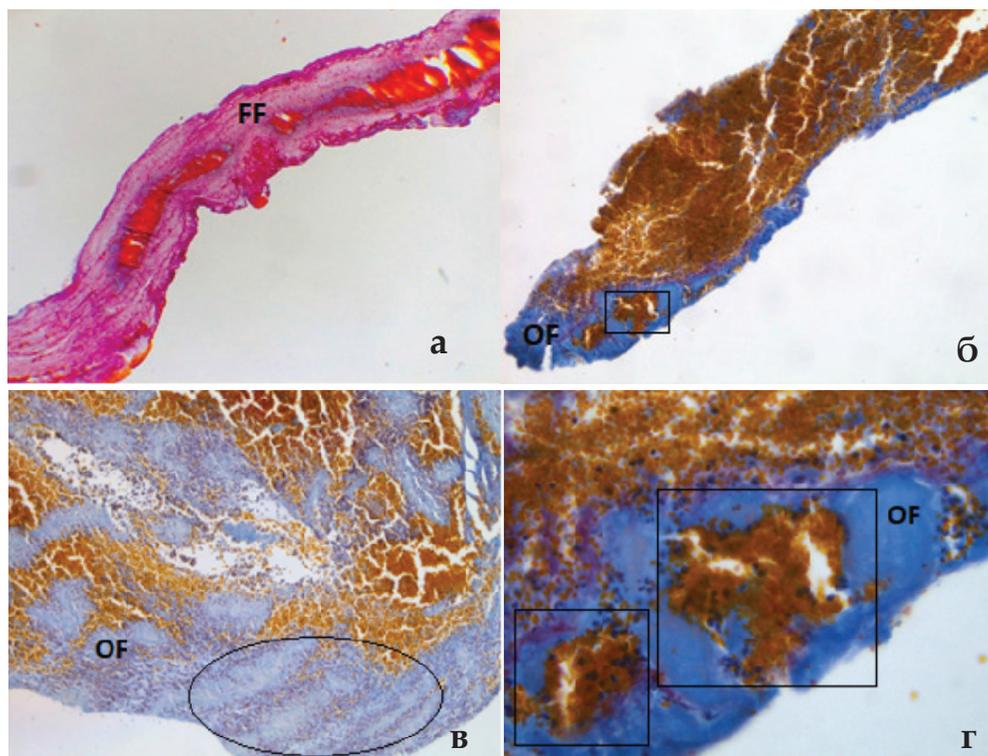


Рисунок 2. Різні групи тромбів: «свіжі» (а) (x40), «старі» (б) (x100), з шаруватою структурою (в) (x200), з мікроканалом (г) (x400). FF- свіжий фібрин, OF – старий фібрин,
○ - шарувата структура, □ - мікроканал

Ми порівняли короткострокові та віддалені наслідки для пацієнтів. Короткостроковий прогноз визначали наступні показники: розршення сегмента ST не менше ніж на 50% через 1 годину після втручання, досягнення тромболізу при перебігу інфаркту міокарда (TIMI) 3 ступеня, почервоніння міокарда

(МКМ) 3, фракція викиду лівого шлуночка (ЛШЛШ), індекс скоротливості міокарда, ознаки постінфарктної аневризми лівого шлуночка та формування хвилі QS при виписці зі стаціонару. Кінцеві точки дослідження визначали довгостроковий прогноз: поява або посилення симптомів стенокардії, коронар-

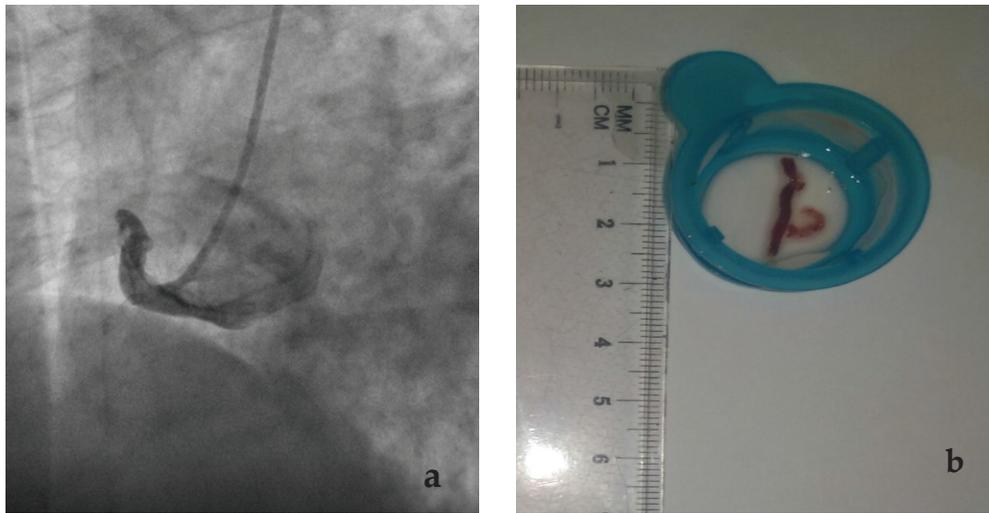


Figure 1. Occluded right coronary artery (a), and intracoronary thrombi aspirated from it (b)

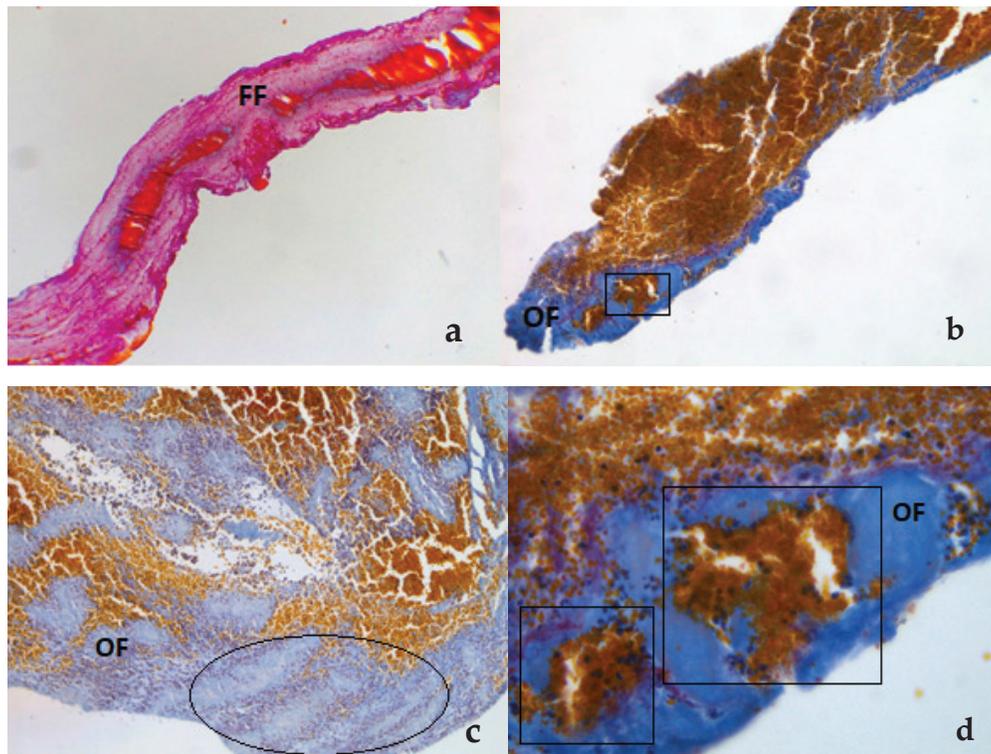


Figure 2. Different thrombi groups: "fresh" (a) (x40), "old" (b) (x100), with layered structure (c) (x200), with microchannel (d) (x400). FF- fresh fibrin, OF – old fibrin, ○ - layered structure, □ - microchannel

We compared the short and long-term consequences for the patients. The following indicators determined the short-term prognosis: ST-segment resolution by at least 50% in one hour after the intervention, achievement of thrombolysis in myocardial infarction (TIMI) grade 3 flow, and myocardial blush (MBG) 3,

ejection fraction of the left ventricle (EFLV), myocardial contractility index, signs of post-infarction aneurysm of the left ventricle, and QS wave formation on discharge from the hospital. The study's endpoints determined the long-term prognosis: The onset or worsening of angina symptoms, coronary revascu-

на реваскуляризація (ЧКВ або АКШ), ГІМ та смерть. Крім того, кожен з елементів порівнювався окремо. Віддалені наслідки визначали через 6, 12 і 24 місяці після первинної.

Ми розділили пацієнтів на дві вікові групи, щоб оцінити вікові відмінності у прогнозі. Ми використовували класифікацію віку, запропоновану ВООЗ, де молодий вік – до 44 років [7]. У наше дослідження включено 11 таких пацієнтів (молодша група), а решта 89 пацієнтів нашого дослідження увійшли до старшої групи.

Результати

Вихідні характеристики. Молода група мала середній вік $39,64 \pm 3,38$, а старша група $60,44 \pm 9,76$ ($p < 0,001$). Клініко-анамнестичні характеристики наведені в табл. 1. Спостерігалась достовірна різниця в частоті ІХС та болю в грудній клітці за

добу до госпіталізації серед осіб молодого віку (1 [9,1 %]) та осіб старшого віку (41 [46,1 %]). ($p = 0,019$). Порівнюючи частоту факторів ризику ішемічної хвороби серця, спостерігалася значно вища частота гіпертензії у літніх пацієнтів (3 молодих пацієнтів [27,3 %] проти 55 літніх пацієнтів [61,8 %]; ($p = 0,029$). Дисліпідемія була значно більш поширеною у молодих людей (7 [63,6 %]) проти людей похилого віку (26 [30,2]) ($p = 0,028$). Інші фактори ризику істотно не відрізнялися між групами (Табл. 1).

Аналіз морфологічної структури тромбів показав, що старі тромби виявлені у 6 (60 %) пацієнтів молодого віку та 54 (62,1 %) пацієнтів похилого віку ($p = 0,899$). Пошарову структуру зафіксовано у 5 (50 %) і 54 (62,1 %) пацієнтів відповідно ($p = 0,459$). Наявність мікроканалів, що вказує на старість тромбів, не виявлено в жодній

Таблиця 1

Клініко-анамнестичні характеристики хворих при зверненні

Індекси	Молоді		Старші		p
	к-ть	%	к-ть	%	
Чоловіки	10	90.9	72	80.9	0.41
ІХС в анамнезі	1	9,1	41	46.1	0.019
Цукровий діабет	3	27.3	20	22.5	0.72
Гіперглікемія при поступленні	7	63.6	37	42	0.174
Артеріальна гіпертензія	3	27.3	55	61.8	0.029
Паління	9	81.8	48	53.9	0.078
Ожиріння	6	54.5	35	39.3	0.333
Дисліпідемія	7	63.6	26	30.2	0.028
Анемія	2	18.2	15	17	0.92
Лейкоцитоз	7	63.6	49	55.1	0.589
Хронічна ниркова недостатність	1	9.1	19	21.3	0.338
Вплив хімічних речовин	7	63.7	30	33.7	0.052
Вплив металів	2	18.2	26	29.2	0.442
Розширення лівого шлуночка	3	27.3	42	47.7	0.199
Кардіогенний шок при поступленні	0	0	12	13.5	0.19
Тромболітична терапія перед через шкірним коронарним втручанням	0	0	8	9	0.3

Таблиця 2

Ангіографічні та інтервенційні особливості пацієнтів при зверненні

Індекси	Молоді		Старші		p
	к-ть	%	к-ть	%	
Винна судина лівої коронарної артерії	4	36.4	37	41.6	0.74
Багатосудинне залучення	5	44.5	35	39.3	0.696
ТІМІ 0 кровотік до втручання	9	81.8	73	82	0.987
МВГ 0 до втручання	10	90.9	78	87.6	0.753
Використання повітряного балона	4	36.4	45	50.6	0.372

larization (PCI or CABG), AMI, and death. In addition, each of the elements was compared separately. Long-term consequences were determined 6, 12, and 24 months after primary.

We divided patients into two age groups to evaluate age-related differences in prognosis. We used the classification of age proposed by the WHO, where the young age is up to 44 [7]. Our study includes 11 such patients (young group), and the remaining 89 patients of our study were included in the elder group.

Results

Initial characteristics. The young group had a mean age of 39.64 ± 3.38 , and the elder group 60.44 ± 9.76 ($p < 0.001$). Clinical and anamnestic characteristics are listed in Table 1. There was a significant difference in the frequency of coronary heart disease and chest

pain a day before hospitalization among young individuals (1 [9.1%]) and in elder ones (41 [46.1%]) ($p = 0.019$). When comparing the frequency of risk factors for CAD, there was a significantly higher incidence of hypertension in elderly patients (3 young patients [27.3%] vs. 55 elder patients [61.8%]; ($p = 0.029$). Dyslipidemia was significantly more common in young people (7 [63.6%]) vs. elderly (26 [30.2]) ($p = 0.028$). Other risk factors did not differ significantly between groups (Table 1).

Analysis of the morphological structure of blood clots showed that old blood clots were found in 6 (60%) young patients and 54 (62.1%) elder patients ($p = 0.899$). The layered structure was recorded in 5 (50%) and 54 (62.1%) patients, respectively ($p = 0.459$). The presence of microchannels, which indicates an old age of blood clots, was not found in any young patient,

Table 1

Clinical and anamnestic characteristics of patients at presentation

Indices	Young		Elder		p
	number	%	number	%	
Males	10	90.9	72	80.9	0.41
CAD in anamnesis	1	9.1	41	46.1	0.019
Diabetes mellitus	3	27.3	20	22.5	0.72
Hyperglycemia on admission	7	63.6	37	42	0.174
Arterial hypertension	3	27.3	55	61.8	0.029
Smoking	9	81.8	48	53.9	0.078
Obesity	6	54.5	35	39.3	0.333
Dyslipidemia	7	63.6	26	30.2	0.028
Anemia	2	18.2	15	17	0.92
Leukocytosis	7	63.6	49	55.1	0.589
Chronic kidney failure	1	9.1	19	21.3	0.338
Exposure to chemical compounds	7	63.7	30	33.7	0.052
Exposure to metals	2	18.2	26	29.2	0.442
Dilation of the left ventricle	3	27.3	42	47.7	0.199
Cardiogenic shock on admission	0	0	12	13.5	0.19
Thrombolytic therapy prior to primary percutaneous coronary intervention	0	0	8	9	0.3

Table 2

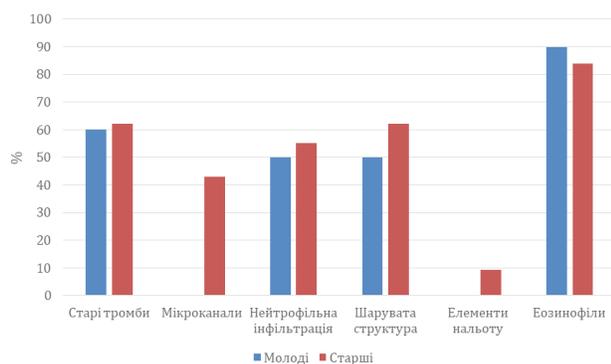
Angiographic and interventional features of patients at presentation

Indices	Young		Elder		P
	number	%	number	%	
Left coronary artery culprit vessel	4	36.4	37	41.6	0.74
Multi-vessel involvement	5	44.5	35	39.3	0.696
TIMI 0 blood flow before intervention	9	81.8	73	82	0.987
MBG 0 before intervention	10	90.9	78	87.6	0.753
Balloon used	4	36.4	45	50.6	0.372

го молодого пацієнта, тоді як серед людей похилого віку їх було 38 (43,7%) випадків ($p = 0,007$). Запальна інфільтрація окружності тромбу була у 5 (50 %) осіб молодого та 48 (55,2 %) осіб похилого віку ($p = 0,756$). Елементи атеросклеротичної бляшки були рідкісними: у молодих не було жодного, а у літніх — 8 [9,2 %], $p = 0,317$). Еозинофіли виявлені у 9 (90%) внутрішньокоронарних тромбів молодих пацієнтів і 83 (83,9%) пацієнтів старшого віку ($p = 0,613$) (Таблиця 3).

Таблиця 3

Морфологічні особливості внутрішньокоронарного тромбу у хворих з STEMI



Після втручання кровотік після втручання оцінювали за частотою TIMI 3 і MBG 3. TIMI 3 було досягнуто в 11 (100%) молодих і 68 (76,4%) осіб старшого віку ($p = 0,07$), а MBG 3 у 11 (100%) і 52 (58,4%) відповідно ($p = 0,007$) (Таблиця 4).

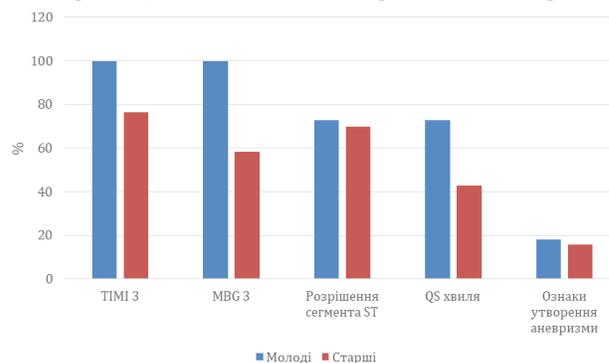
Зниження елевачії сегмента ST принаймні на 50% через годину після втручання відбулося у 8 (72,7%) пацієнтів молодого та 62 (69,7%) пацієнтів старшого віку ($p = 0,834$). Зубець QS на ЕКГ при виписці зі стаціонару спостерігався у 8 (72,7 %) та 38 (42,7) пацієнтів відповідно ($p = 0,059$). Ознаки утворення аневризми ЛШ зареєстровані у 2 (18,2 %) пацієнтів молодого та 14 (15,7 %) пацієнтів старшого віку ($p = 0,834$) (Таблиця 4).

До виписки з лікарні ехокардіографічні дані показали, що EFLV у молодій групі становила в середньому 50,82 % $\pm 6,37$, а в старшій групі 48,03 % $\pm 9,69$ ($p = 0,219$). Загальна скорочу-

вальна здатність становила 1,25 [1,22; 1,44] та 1,38 [1,25; 1,63] відповідно ($p = 0,371$).

Таблиця 4

Результати після втручання у пацієнтів з STEMI різного віку

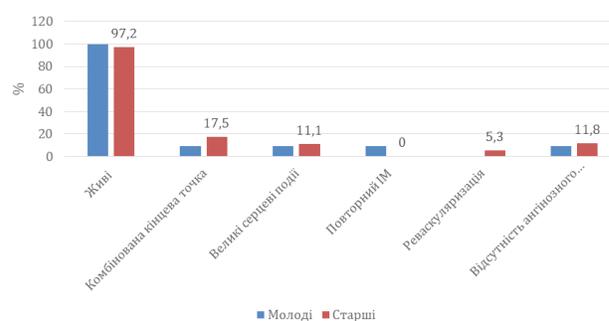


Довгострокове спостереження через 6, 12 і 24 місяці після втручання. Інформацію отримано в 11 (100%) пацієнтів молодого та 81 (91,0%) пацієнтів старшого віку.

Через шість місяців живими були 11 (100%) молодих і 76 (92,7% з тих, з ким контактували) старшого віку ($p = 0,354$). Комбіновані наслідки (смерть, реваскуляризація міокарда, інфаркт міокарда або рецидив болю в грудній клітці), серйозні серцеві події (смерть, реваскуляризація міокарда або інфаркт міокарда) та окремі компоненти кінцевої точки досліджувалися для живих пацієнтів, з якими контактували. Ці результати зведені в таблицю 5. Жоден не був статистично значущим. Висока прихильність до медикаментозного лікування виявлена у 10 (90,9%) пацієнтів молодого та 67 (88,2%) пацієнтів старшого віку, $p = 0,789$.

Таблиця 5

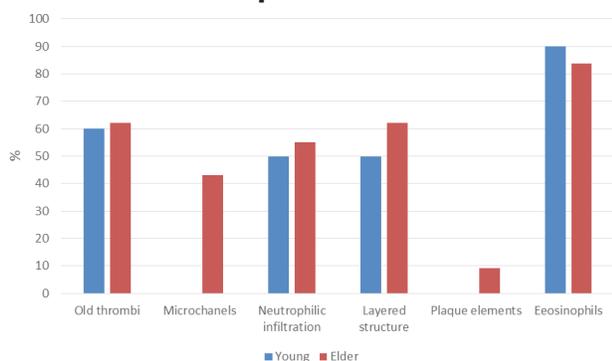
Результати пацієнтів із STEMI різного віку через 6 місяців після втручання



while among the elderly, there were 38 (43.7%) cases ($p = 0.007$). Inflammatory infiltration of the thrombus circumference was present in 5 (50%) young and 48 (55.2%) elder ($p = 0.756$) individuals. Elements of atherosclerotic plaque were rare, with none in young and 8 [9.2%] in older individuals, $p = 0.317$). Eosinophils were found in 9 (90%) intracoronary thrombi of young patients and 83 (83.9%) of older patients ($p = 0.613$) (Table 3).

Table 3

Morphological features of intracoronary thrombus in patients with STEMI



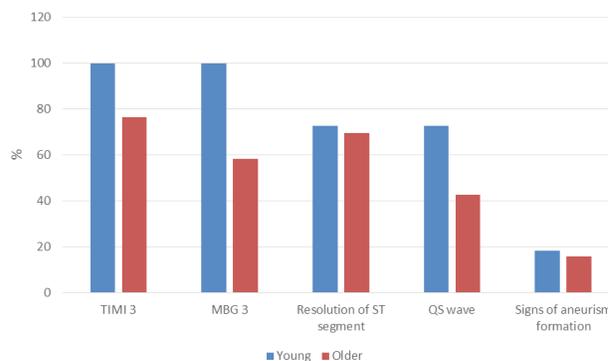
After the intervention, post-intervention blood flow was assessed by the incidence of TIMI 3 and MBG 3. TIMI 3 was achieved in 11 (100%) young and 68 (76.4%) older individuals ($p = 0.07$), and MBG 3 in 11 (100%) and 52 (58.4%), respectively ($p = 0.007$) (Table 4).

Resolution of ST-segment elevation by at least 50% one hour after the intervention occurred in 8 (72.7%) young and 62 (69.7%) older patients ($p = 0.834$). The QS wave on the ECG on discharge from the hospital was observed in 8 (72.7%) and 38 (42.7) patients, respectively ($p = 0.059$). Signs of LV aneurysm formation were recorded in 2 (18.2%) young and 14 (15.7%) older patients ($p = 0.834$) (Table 4).

Prior to hospital discharge, echocardiographic data showed the EFLV in the young group to average $50.82\% \pm 6.37$ and in the older group $48.03\% \pm 9.69$ ($p = 0.219$). Total contractility was $1.25 [1.22; 1.44]$ and $1.38 [1.25; 1.63]$, respectively ($p = 0.371$). Long-term follow-up at 6, 12, and 24 months after the intervention. Information was obtained in 11 (100%) young and 81 (91.0%) older patients.

Table 4

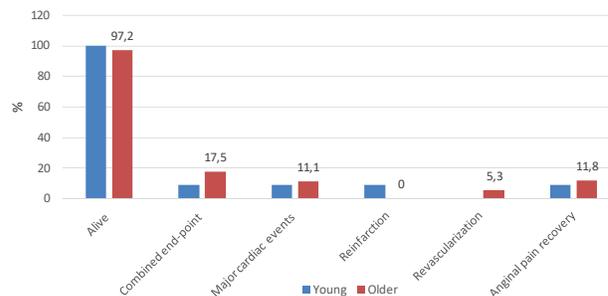
Post-intervention results for patients with STEMI of different ages



At six months, 11 (100%) young and 76 (92.7% of those who were contacted) older were alive ($p = 0.354$). The combined consequences (death, myocardial revascularization, myocardial infarction, or recurrence of chest pain), major cardiac events (death, myocardial revascularization, or myocardial infarction), and individual endpoint components were investigated for living patients who were contacted. These results are tabulated in Table 5. None were statistically significant. High adherence to drug treatment was found in 10 (90.9%) young and 67 (88.2%) older patients, $p = 0.789$.

Table 5

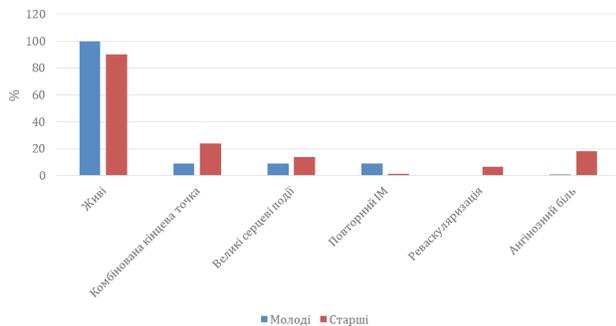
Results of patients with STEMI of different ages at six months after the intervention



At 12 months of follow-up, 11 (100%) young and 74 older (90.2% of those contacted) were alive ($p = 0.279$). The results are tabulated in Table 6. There were no statistically significant differences between the two groups. High adherence to drug treatment was in 10 (90.9%) young and 56 (73.7%) older patients, $p = 0.212$ (Table 6).

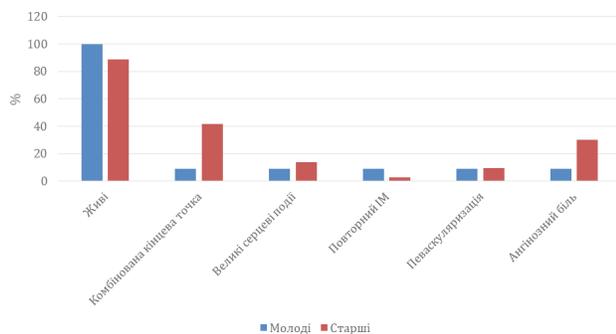
Таблиця 6

Результати пацієнтів із STEMI різного віку через 12 місяців після втручання



Таблиця 7

Результати пацієнтів із STEMI різного віку через 24 місяці після втручання



Через 12 місяців спостереження 11 (100%) молодих і 74 старших (90,2% тих, хто контактував) були живі ($p = 0,279$). Результати наведено в таблиці 6. Статистично значущих відмінностей між двома групами не було. Висока прихильність до медикаментозного лікування була у 10 (90,9%) пацієнтів молодого та 56 (73,7%) пацієнтів старшого віку, $p = 0,212$ (Таблиця 6).

Після 24 місяців спостереження 11 (100%) молодих і 72 старших (88,9% контактованих) залишилися живими, $p = 0,244$. Результати наведено в таблиці 7. Не було статистично значущих відмінностей між двома групами, за винятком комбінованої групи подій ($p = 0,035$). Висока прихильність до медикаментозного лікування була у 9 (81,8%) пацієнтів молодого та 53 (72,6%) пацієнтів старшого віку, $p = 0,517$ (Таблиця 7).

Обговорення

Аналізуючи клінічну картину пацієнтів, які страждають на STEMI, старші пацієнти, як правило, мають більш важкий стан, але різниця не є статистично значущою. Пацієнти старшого віку в нашому дослідженні частіше мали в анамнезі ІХС, а також напади ангінозного болю або їх еквіваленти за кілька днів до клінічних проявів STEMI. Це може бути пов'язано з більшою поширеністю атеросклерозу у літніх людей [8].

Дисліпідемія, фактор ризику інфаркту міокарда, частіше зустрічалася у молодих людей. Це узгоджується з роллю сімейної дисліпідемії у розвитку STEMI [9]. Захворюваність на артеріальну гіпертензію, ще один фактор ризику ІХС, також зростала з віком у когорті нашого дослідження.

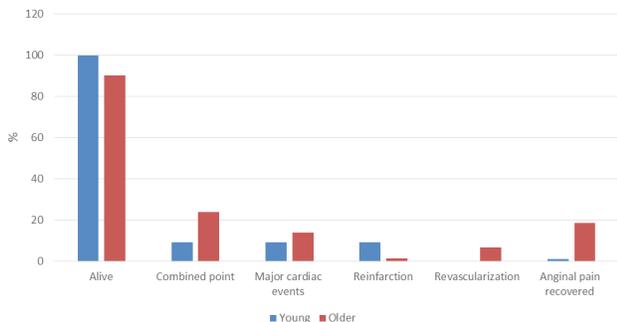
Морфологічні ознаки утворення мікроканалів у внутрішньокоронарному тромбі вказують на його вік. Цей процес починається на п'яту добу після утворення тромбу [10]. Це узгоджується з нашими результатами щодо більшої поширеності ознак дестабілізації атеросклеротичного процесу в коронарних артеріях (ангінозний біль у грудях або його еквіваленти у спокої) за кілька днів до STEMI. Прекодиціонування ішемічного міокарда також може відігравати важливу роль у наслідках ІХС.

Цікавою є розбіжність між ангіографічними критеріями ефективності ЧКВ та ЕхоКГ та ЕКГ. Досягнення оптимального кровотоку через пов'язану з інфарктом коронарну артерію було більш поширеним у молодих пацієнтів порівняно з літніми пацієнтами ($p = 0,07$). Досягнення цільової якості мікроциркуляції (МГК) було значно більш поширеним у молодшій когорті ($p = 0,007$). Однак це не відбилося на роздільній здатності сегмента ST і результатах ехокардіографії.

У висновках: аналізуючи довгостроковий прогноз, можна очікувати кращих результатів у молодих пацієнтів. Два роки спостереження показують значно вищу частоту комбінованих кінцевих точок у літніх пацієнтів, головним чином вищу смертність і рецидив ангінозного болю або еквівалентів.

Table 6

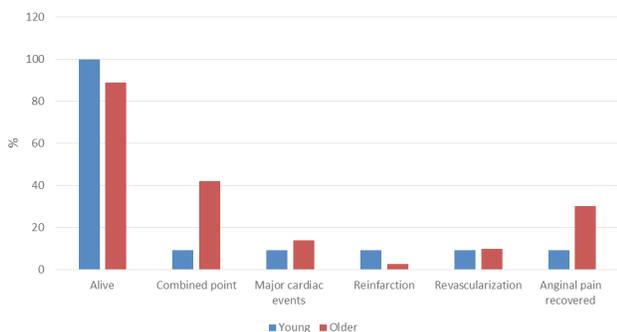
Results of patients with STEMI of different ages at 12 months after the intervention



After 24 months of follow-up, 11 (100%) young and 72 older (88.9% of those contacted) were alive, $p = 0.244$. The results are tabulated in Table 7. There were no statistically significant differences between the two groups except for the combined group of events ($p = 0.035$). High adherence to drug treatment was in 9 (81.8%) young and 53 (72.6%) older patients, $p = 0.517$ (Table 7).

Table 7

Results of patients with STEMI of different ages at 24 months after the intervention



This section may be divided by subheadings. It should provide a concise and precise description of the experimental results, their interpretation, as well as the experimental conclusions that can be drawn.

Discussion

Analyzing the clinical picture of patients who suffer from STEMI, older patients tend to have a more severe condition, but the difference is not statistically significant. Older patients in our study more have a history of CAD, as well

as attacks of anginal pain, or their equivalents, a few days before the clinical manifestation of STEMI. It may be related to the higher prevalence of atherosclerosis in older persons [8].

Dyslipidemia, a risk factor for myocardial infarction, was more common in young people. This is consistent with the role of familial dyslipidemia in the development of STEMI [9]. The incidence of hypertension, another risk factor in CAD, also increased with age in our study cohort.

The morphological evidence of the formation of microchannels within the intracoronary thrombus indicates its age. This process begins on the fifth day after the occurrence of a thrombus [10]. This is consistent with our results regarding the greater prevalence of signs of atherosclerotic process destabilization in coronary arteries (anginal chest pain or its equivalents at rest) a few days before STEMI. Ischemic myocardial preconditioning also may play an important role in the outcome of CAD.

The discrepancy between the angiographic criteria for the effectiveness of PCI versus echocardiographic and ECG criteria is interesting. Achieving optimal blood flow through the infarct-related coronary artery was more common in young vs. older patients ($p = 0.07$). Achieving the target microcirculation (MGB) quality was significantly more common in the younger cohort ($p = 0.007$). However, this was not reflected in ST-segment resolution and echocardiography data results. Authors should discuss the results and how they can be interpreted from the perspective of previous studies and of the working hypotheses. The findings and their implications should be discussed in the broadest context possible. Future research directions may also be highlighted. The last paragraph should include conclusions (2-3 sentences) in the research type of manuscript.

In conclusions: Analyzing the long-term prognosis, better results are expected in young patients. Two years of follow-up show a significantly higher incidence of combined endpoints in older patients, mainly higher mortality and recurrence of anginal pain or equivalents.

Summing up study results, it should be noted that older patients are more likely to have blood clots with signs of microchannel forma-

Підсумовуючи результати дослідження, слід зазначити, що у пацієнтів старшого віку частіше зустрічаються тромби з ознаками утворення мікроканалів, що морфологічно свідчить про більшу тривалість тромботичного процесу. Результати дослідження свідчать про нижчу толерантність до ішемії міокарда у молодих пацієнтів.

Це дослідження обмежене невеликою кількістю пацієнтів молодшої групи.

Подяка

Професор Дмитро Зербіно та професор Максим Соколов брали участь у плануванні та проведенні цього дослідження. Лікар Оксана Бойко провела гістологічне дослідження коронарних тромбів.

Заява про інформовану згоду: інформовану згоду отримано від усіх учасників дослідження.

tion, which is morphologic evidence of a longer duration of the thrombotic process. Study results suggest lower tolerance to myocardial ischemia in young patients.

This study is limited by the small number of patients in the younger group.

Acknowledgments

Professor Dmytro Zerbino and Professor Maksym Sokolov contributed to the planning

and conduct of this study. Doctor Oksana Boiko performed a histological examination of the coronary thrombi.

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

References

1. Townsend N, Wilson L, Bhatnagar P, Wickramasinghe K, Rayner M, Nichols M. Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update 2016. *Eur Heart J*. 2016;37(42):3232-3245. doi:10.1093/eurheartj/ehw334.
2. Sokolov MY. Registry of percutaneous coronary interventions: extensive comparative analysis of 2006 and 2007. From perfusion paradox to mortality decrease. *Heart Vessels*. 2018;3:9-27. doi:10.30978/HV2018-3-9.
3. Ibanez B, James S, Agewall S, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2018;39(2):119-177. doi:10.1093/eurheartj/ehx393.
4. Lim SY. No-Reflow Phenomenon by Intracoronary Thrombus in Acute Myocardial Infarction. *Chonnam Med J*. 2016;52(1):38-44. doi:10.4068/cmj.2016.52.1.38.
5. Frobert O, Lagerqvist B, Olivecrona GK, et al. Thrombus Aspiration during ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *N Engl J Med*. 2013;369 (17):1587-1697. doi:10.1056/NEJMoa1308789.
6. Noaman S, Dinh D, Reid CM, et al. Comparison of Outcomes of Coronary Artery Disease Treated by Percutaneous Coronary Intervention in 3 Different Age Groups (<45, 46-65, and >65 Years). *Am J Cardiol*. 2021;152:19-26. doi:10.1016/j.amjcard.2021.05.002.
7. Dyussenbayev A. Age Periods of Human Life. *Adv Soc Sci Res J*. 2017;4(6):258-263. doi:10.14738/assrj.46.2924.
8. Wong MYZ, Yap J, Huang W, et al. Impact of Age and Sex on Subclinical Coronary Atherosclerosis in a Healthy Asian Population. *JACC Asia*. 2021;1(1):93-102. doi: 10.1016/j.jacasi.2021.05.002.
9. Paquette M, Fantino M, Bernard S, Baass A. Paternal inheritance predicts earlier cardiovascular event onset in patients with familial hypercholesterolemia atherosclerosis. 2021;329:9-13. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2021.06.006.
10. Kramer MC, van der Wal AC, Koch KT, et al. Presence of older thrombus is an independent predictor of long-term mortality in patients with ST-elevation myocardial infarction treated with thrombus aspiration during primary percutaneous coronary intervention. *Circulation*. 2008;118(18):1810-1816. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.108.780734.