

[https://doi.org/10.63181/ujcvs.2025.33\(3\).37-41](https://doi.org/10.63181/ujcvs.2025.33(3).37-41)
УДК 616-005.4:616.132.2-007.272]-089.166

Шпак С. С.¹, лікар-кардіолог інтервенційний відділення реперфузійної кардіології з рентгеноопераційною, <https://orcid.org/0000-0003-1522-9265>;

Сало С. В.¹, канд. мед. наук, завідувач відділення реперфузійної кардіології з рентгеноопераційною, <https://orcid.org/0000-0001-5456-1418>;

Шумаков В. О.², д-р мед. наук, проф., науковий керівник відділу інфаркту міокарда та кардіореабілітації, <https://orcid.org/0000-0001-5130-8759>;

Кирилюк А. О.³, лікар кардіолог відділення реперфузійної кардіології, <https://orcid.org/0000-0003-0411-9087>;

¹ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України», м. Київ, Україна

²ДУ «Національний науковий центр «Інститут кардіології, клінічної та регенеративної медицини імені академіка М. Д. Стражеска НАМН України», м. Київ, Україна

³Комунальне некомерційне підприємство «Міська клінічна лікарня №10» Одеської міської ради, м. Одеса, Україна

Детермінанти реваскуляризаційного успіху STEMI пацієнтів

Резюме

Актуальність. Безпосередні ангіографічні результати черезшкірного коронарного втручання (ЧКВ) при STEMI є важливим критерієм оцінки успішності втручання та прогнозу пацієнтів. Кардіогенний шок як ускладнення інфаркту міокарда досі потребує подальших досліджень для розробки більш комплексного менеджменту, адже смертність за даними літератури вже багато років залишається на рівні 40–50 %. Розуміння впливу застосування певних інтервенційних методик (предилатація, тромбаспірація, постдилатація) на успішність ЧКВ відіграє ключову роль у прагненні досягнути вищої градації кровотоку за шкалою Thrombolysis in Myocardial Infarction (TIMI).

Мета. Навести статистично значущі кореляції клінічних та інтраопераційних первинних даних, які впливають на результат реваскуляризації при ЧКВ. Сформулювати уявлення лікарів про те, як коморбідна патологія, методики інтервенційного втручання або стан гемодинаміки можуть вплинути на градацію кровотоку TIMI після стентування інфарктної артерії.

Матеріали та методи. Наведено дані за період 2022–2024 років, які включають 164 пацієнти з інфарктом міокарда з елевацією сегмента ST, яким проведено механічну реперфузію міокарда шляхом стентування. В усіх випадках була імплантована одна стент-система з лікувальним покриттям трансартеріальним артеріальним доступом. Проведено спостережне аналітичне ретроспективне дослідження. Одногруповий аналіз первинних вхідних даних, ангіографічних особливостей та безпосередніх результатів реваскуляризації здійснено відповідними статистичними методами з виявленням найбільш клінічно значущих кореляцій.

Результати. Наведені дані відображають ступінь взаємозв'язку клінічних параметрів із результатом реваскуляризації. Серед виявлених кореляцій найбільш значущими були наступні: пацієнти старшої вікової групи мали вищу ймовірність багатосудинного ураження коронарних артерій (БУКА); при цукровому діабеті (ЦД) частіше спостерігається триваліший період гострої ішемії та частіше виникає кардіогенний шок (КШ). Чим довше триває час гострої ішемії, тим вища ймовірність розвитку КШ.

Висновки. Чим довший період гострої ішемії міокарда, тим нижчий показник TIMI після стентування ІЗА. Пацієнти з ішемією понад 12 годин частіше мали субоклюзію як морфологію ураження артерії. Пацієнти з ГКС на фоні цукрового діабету пізніше звертаються за медичною допомогою та частіше мають кардіогенний шок. Тромбаспірація та предилатація мають негативний вплив на кровотік TIMI при ЧКВ на ІЗА.

Ключові слова: кардіогенний шок, час реваскуляризації, тривалість ішемії, інфаркт міокарда, no-reflow.

Вступ. Інтервенційне втручання при гострому тромбозі коронарної артерії є основним реперфузійним заходом у лікуванні STEMI. Черезшкірне втручання дає змогу забезпечити відновлення природно-

го току крові, використовуючи при цьому мініінвазивний артеріальний доступ. Важливо, щоб процедура реваскуляризації відповідала певним критеріям успішного ЧКВ, таким як досягнення кровотоку TIMI 2/3 в ІЗА, залишковий стеноз не більше 20 %, відсутність дистальних емболій, гемодинамічно значимих дисекцій або інтраопераційного тромбозу. Однак отримання оптимального ангіографічного резуль-

тату залежить не лише від майстерності оператора, а й від певних демографічних, клінічних та гемодинамічних чинників. Саме такі важливі взаємозв'язки, які здатні впливати на ефективність стентування, наведені в результатах дослідження.

Мета. Навести найбільш вагомі фактори, що впливають на безпосередній ангіографічний результат ЧКВ на фоні ГКС з елевацією сегмента ST. Продемонструвати методики базової кореляції та багатофакторного регресійного аналізу демографічних, клінічних та ангіографічних даних у досліджуваній когорті пацієнтів. Описати найбільш вагомі взаємозв'язки в групі пацієнтів зі STEMI.

Матеріали та методи. Нами було проаналізовано 164 пацієнти з гострим коронарним синдромом з елевацією сегмента ST, які були госпіталізовані у період 2022–2024 років. Усім пацієнтам проведено механічну реперфузію міокарда шляхом стентування – одна стент-система з лікувальним покриттям через трансрадіальний доступ. Дослідження було спостережним, аналітичним та ретроспективним. Проведено як одноступінчастий аналіз, так і розподіл пацієнтів на чотири групи залежно від досягнення кровотоку TIMI після стентування ІЗА (таблиця 1). Виокремлено залежні та незалежні змінні у первинних даних пацієнтів. До залежних віднесено градацію кровотоку TIMI, до незалежних – демографічні (вік, стать, індекс маси тіла), клінічні (наявність кардіогенного шоку, час від появи симптомів до реперфузії, артеріальна гіпертензія, цукровий діабет, куріння) та інтервенційні методики (предилатація, тромбаспірація, постдилатація). Для аналізу лінійних взаємозв'язків використано коефіцієнт кореляції Пірсона, для оцінки статистичної значущості – р-значення. Також застосовано метод pairwise deletion [1] для обробки пропущених значень, що зумовлено складністю збору анамнезу у пацієнтів у стані сополу чи коми при кардіогенному шоці, з метою максимального використання доступної інформації при обробці первинних даних.

Результати та їх обговорення. До найбільш значимих безпосередніх результатів ЧКВ при інфаркті належить ступінь відновлення кровотоку в ІЗА. У цьому дослідженні критеріями «успішного» ЧКВ було визнано досягнення TIMI 2/3 та MBG 2/3 після стентування. Нижчі бальні значення розглядалися як феномен невідновленого кровотоку або no-reflow. Середній час тривалості гострої ішемії становив 13,24 години, стандартне відхилення – 9 годин, міжквартильний діапазон (IQR) – 14 годин.

Отримані дані можуть сформувати уявлення лікаря про очікувані результати реперфузійних заходів та продемонструвати взаємозв'язок клінічних параметрів із безпосередніми результатами ревазуляризації за шкалою TIMI. Таким чином, до факторів, що впливають на відновлення кровотоку в ІЗА, належать: період тривалості гострої ішемії, тромбаспірація, предилатація. Змінні, які впливають на роз-

Таблиця 1

Розподілення груп пацієнтів в залежності від досягнення градації TIMI після стентування ІЗА та часу гострої ішемії

Кровотік TIMI	Мінімальний час тривалості ішемії (год.)	Медіана тривалості періоду ішемії (год.)	Кількість пацієнтів (n) (%)
TIMI 0	1	18	37
TIMI 1	4	13.5	7
TIMI 2	1	9	24
TIMI 3	1	9	96

Примітки: *відсоток від загальної кількості пацієнтів

виток кардіогенного шоку, – це тривалість ішемії та цукровий діабет. У свою чергу субоклюзія, як морфологія ураження, сприяє пролонгації ішемії. Цукровий діабет також пов'язаний із пізнішим надходженням пацієнтів після початку інфаркту.

Далі наведені основні значимі взаємозв'язки.

1. Пацієнти з довшим періодом ішемії мають нижчі показники TIMI (<3), як безпосередній результат ЧКВ (таблиця 1).

Коефіцієнт кореляції: -0.412, що є статистично значимою негативною кореляцією. Це означає, що чим пізніше відбувається ревазуляризація (стентування) STEMI пацієнта, тим нижче вірогідність досягнути оптимального коронарного кровотоку, визначеного як TIMI 3, MBG 3. Питання доцільності ревазуляризації в підгострій стадії інфаркту симптомним пацієнтам досі залишається актуальним та невизначеним [2]. У це дослідження увійшли пацієнти, як з коротким періодом гострої ішемії, так і більше ніж 24 години (таблиця 2).

Таблиця 2

Розподіл тривалості ішемії в загальній групі пацієнтів (n=164)

Період тривалості гострої ішемії міокарда (години)	Відсоток від загальної кількості пацієнтів
< 2 год	1,27 %
2–6 год	31,65 %
6–12 год	21,52 %
12–24 год	30,38 %
> 24 год	15,9 %

Переважає більшість пацієнтів мали період гострої ішемії до 24 годин. Тривалість ішемії понад цей показник спостерігалася лише у 15,9 % пацієнтів, які перебували в стані кардіогенного шоку або мали персистуючий больовий синдром. Аналіз кореляції між досягненням TIMI після стентування та тривалістю ішемії виявив майже лінійну залежність (рисунок 1).

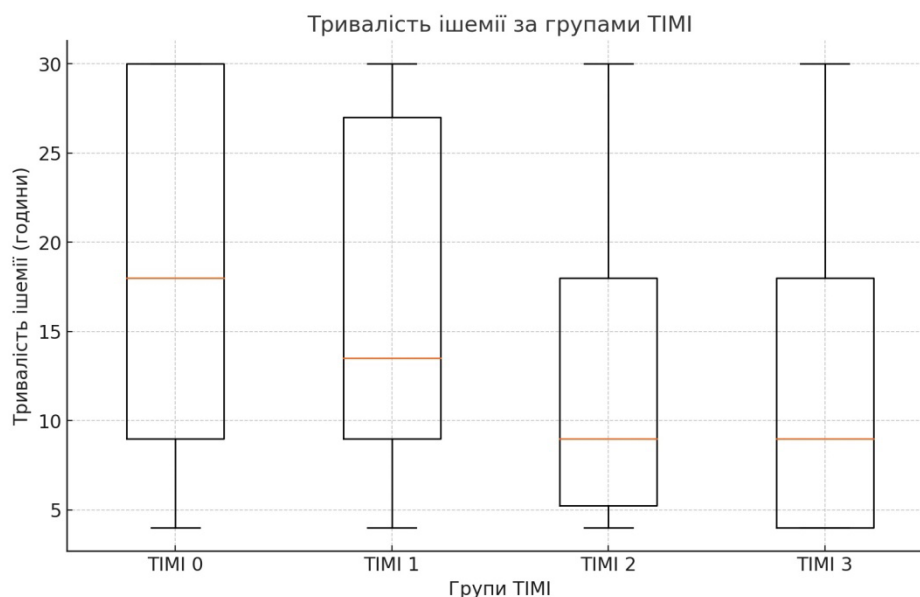


Рисунок 1. Залежність кровотоку TIMI від тривалості ішемії

Наведена діаграма (рисунок 1) ілюструє порівняльну статистику тривалості ішемії для чотирьох груп пацієнтів, розділених за шкалою TIMI (0, 1, 2, 3) після стентування ІЗА. Міжквартильний діапазон (IQR) показує, що групи TIMI 2 та TIMI 3 мають однаковий і невеликий IQR (6 годин), що свідчить про більш стабільний і рівномірний час від початку гострої ішемії до втручання. Навпаки, групи TIMI 0 та TIMI 1 характеризуються значно більшим IQR (21 година), що вказує на велику варіабельність тривалості ішемії до втручання. Статистична значущість впливу тривалості ішемії на результат TIMI підтверджена тестом Краскела-Уолліса [3] ($N = 20,84$, $p = 0,00011$), який вказує на значущі відмінності між групами. Попарний аналіз медіан (тест Манна-Уїтні) виявив значущі відмінності між групами TIMI 0 і TIMI 2 ($p = 0,0027$), а також TIMI 0 і TIMI 3 ($p = 0,000011$), що свідчить про значно коротший час ішемії в групах із кращими результатами кровотоку. Водночас між групами TIMI 0 і TIMI 1 значущих відмінностей не виявлено ($p = 0,506$).

2. Чим довше триває період гострої ішемії, тим вище ризик кардіогенного шоку.

Коефіцієнт кореляції становить 0,223, що свідчить про слабку позитивну кореляцію. p -value дорівнює 0,005.

У наведеній когорті STEMI пацієнтів частота розвитку кардіогенного шоку (КШ) стадії С за класифікацією SCAI становила 23,75%. З одного боку, кардіогенний шок ускладнює відновлення кровотоку ІЗА, оскільки у цих пацієнтів спостерігаються нижчі градації TIMI (коефіцієнт кореляції: -0,382, слабка негативна кореляція, p -value < 0,0005), перш за все через гемодинамічні порушення. З іншого боку, тривалість інфаркту призводить до набряку міокарда, що спричинює кардіогенний шок та ускладнює досягнення

TIMI 3 через екстравазальну компресію дистальних відділів судин — виникає порочне коло або, навпаки, vice versa.

Медіана часу реперфузійного пошкодження (no-reflow) з розвитком кардіогенного шоку в досліджуваній когорті становила 18 годин. Максимальний поріг тривалості ішемії у пацієнтів із КШ, яким проводили ЧКВ за життєвими показами, склав 48 годин. Відомо, що первинне ЧКВ при STEMI має абсолютні переваги у перші 24 години від початку інфаркту [4]. Якщо час ішемії більший, ЧКВ рутинно не застосовується. Ця теза базується на двох європейських дослідженнях 2006 [5] та 2009 [6] років, які виключали зі свого дизайну пацієнтів із кардіогенним шоком, персистуючим больовим синдромом, багатосудинним та стовбуровим ураженням коронарних артерій.

Відповідно, виникає припущення, що саме в таких виключених випадках користь ЧКВ може переважувати ризики. Рекомендації 2025 року [4] вже підтверджують це, вказуючи, що незалежно від тривалості ішемії при КШ ЧКВ має проводитися.

3. Пацієнти з цукровим діабетом (ЦД) частіше мали довшу тривалість ішемії.

Коефіцієнт кореляції: 0,245; слабка позитивна кореляція; p -value: 0,004. Більшість досліджуваних мали цукровий діабет (ЦД) – 74,82 %, причому жінки – частіше (коефіцієнт кореляції: 0,279; слабка позитивна кореляція; p -value: 0,001). У цьому контексті наше спостереження суперечить нещодавньому дослідженню [7], яке включало 1008 здорових суб'єктів та виявило більшу поширеність ЦД серед чоловіків (23,5 % проти 13,5 % у жінок). Це з урахуванням того, що жінок у нашій когорті було значно менше, ніж чоловіків (29,38 % проти 70,62 %).

Зниження інсуліну призводить до зменшення синтезу інсуліноподібного фактора росту I та по-

дальшого зниження продукції білків, необхідних для нейротрофізму [8]. Через це пацієнти можуть тривалий час відчувати відносно слабкий біль або взагалі його не мати та звертатися вже з клінічною картиною набряку легень. Ця група пацієнтів також мала гірші показники TIMI після ЧКВ (коефіцієнт кореляції: -0,292; слабка негативна кореляція; p-value: 0,001) та вищу частоту розвитку кардіогенного шоку (коефіцієнт кореляції: 0,167; слабка позитивна кореляція; p-value: 0,049).

Складно визначити провідну причину – тривалість ішемії чи наявність ЦД – у патогенезі прогресування серцевої недостатності. Проте поєднання цих станів є групою високого ризику по-reflow. Пацієнти з діабетом частіше мають мікросудинну дисфункцію, що додатково перешкоджає повному відновленню кровотоку.

4. Більш вікові пацієнти мають більшу ймовірність багатосудинного ураження.

Більш старші пацієнти мали вищу ймовірність багатосудинного ураження (коефіцієнт кореляції: 0,190; слабка позитивна кореляція; p-value: 0,018). Це цілком очікувана закономірність, оскільки старіння є відомим фактором ризику розвитку серцево-судинних захворювань [9].

5. Тромбоаспірація асоціювалась з гіршими показниками TIMI.

Коефіцієнт кореляції: -0,176. Слабка негативна кореляція. p-value: 0,027.

Відомо, що рутинне застосування тромбоаспірації не рекомендоване [10]. У даній роботі її використовували лише у 17,95 % випадків, переважно за наявності масивного тромбозу, з метою уникнення предилатації на першому етапі реканалізації. Частково спостереження щодо гіршого показника TIMI можна пояснити тяжчим початковим станом цих пацієнтів. Крім того, тромбоаспірацію частіше застосовували у хворих із надлишковою масою тіла (коефіцієнт кореляції: 0,235; p-value: 0,029).

6. Пацієнти з тривалим періодом ішемії частіше мали субоклюзію.

Коефіцієнт кореляції: 0,231. Слабка позитивна кореляція. p-value: 0,004.

Більшість пацієнтів як субстрат ураження в інфаркт-залежній артерії мали саме субоклюзію (66,04 %). Це супроводжувалося довшим періодом ішемії, можливо, саме тому медіана часу госпіталізації у досліджуваній когорті становила не менше ніж 9 годин. Таким чином, збереження навіть мінімального кровотоку по ІЗА може зумовлювати менш виражений больовий синдром або інтермітуючу стенокардію, що й пояснює, чому пацієнти затягують звернення за допомогою. Однак навіть за такої анатомії ураження (субоклюзія) зберігається ризик по-reflow.

7. Ангіографічний рівень ураження артерії корелює зі ступенем її стенозування.

Таким чином, ми виявили, що чим дистальніше ураження, тим частіше воно супроводжується оклюзією (коефіцієнт кореляції: 0,197; слабка позитивна кореляція; p-value: 0,014), і навпаки – чим проксимальніше ураження, тим частіше це субоклюзія (коефіцієнт кореляції: -0,202; слабка негативна кореляція; p-value: 0,010). Анатомічно дистальні відділи за законами дихотомії мають менший діаметр, а дистальний кровотік супроводжується меншим гемодинамічним напруженням зсуву [11], що зменшує ймовірність розчинення сформованого тромбу в цих ділянках. Протилежна кореляція для проксимального рівня пояснюється зворотними механізмами – більшим напруженням зсуву та більшим потоком крові, який з високою ймовірністю може розчинити свіжий тромб.

8. При предилатації гірші показники TIMI.

Коефіцієнт кореляції: -0,215. Слабка негативна кореляція. p-value: 0,007.

Методика прекодиціонування супроводжувалась гіршим відновленням TIMI після стентування. Пошкоджений детрит нестабільної бляшки, пристінкові тромботичні нашарування та травма ендотелію є ймовірними причинами дистальної емболізації з неможливістю адекватної мікроциркуляції після імплантації стент-системи та розвитком по-reflow [12].

Висновки. Оптимізація часу реперфузійних заходів (рання госпіталізація), належна терапія цукрового діабету та пряме стентування можуть суттєво покращити ангіографічні результати ЧКВ. Таким чином, серед перелічених кореляцій найбільш вагомими практичної точки зору наступні:

1. Чим довше триває період гострої ішемії міокарда, тим вище ризик TIMI 0/1 після стентування (по-reflow феномен).
2. У пацієнтів із тривалою гострою ішемією вищий ризик кардіогенного шоку.
3. Пацієнти з цукровим діабетом пізніше звертаються за медичною допомогою при гострому інфаркті.
4. Чим старші пацієнти, тим вищий ризик багатосудинного ураження.
5. Тромбоаспірація асоціюється з гіршими результатами кровотоку TIMI, незважаючи на подальше стентування.
6. При субоклюзії ІЗА пацієнти пізніше звертаються за медичною допомогою.
7. Анатомічний рівень ураження ІЗА корелює зі ступенем її стенозування.
8. Застосування методики прекодиціонування погіршує кровотік TIMI після стентування гострої оклюзії коронарної артерії.

Конфлікту інтересів немає.

Список використаних джерел

References

1. Nielson JL, Cooper SR. Statistical Guidelines for Handling Missing Data in Traumatic Brain Injury Clinical Research. *J Neurotrauma*. 2021 Aug 23;38(18):2530–2537. <https://doi.org/10.1089/neu.2019.6702>
2. Gerbaud E, Elbaz M, Lattuca B. New insights into cardiogenic shock and coronary revascularization after acute myocardial infarction. *Arch Cardiovasc Dis*. 2020 Apr;113(4):276–284. <https://doi.org/10.1016/j.acvd.2019.12.005>
3. Rayner JCW, Livingston G. The Kruskal–Wallis tests are Cochran–Mantel–Haenszel mean score tests. *METRON*. 2020;78:353–360. <https://doi.org/10.1007/s40300-020-00192-4>
4. Rao SV, O'Donoghue ML. Guideline for the Management of Patients With Acute Coronary Syndromes. *Circulation*. 2025 Apr 1;151(13):e771–e862. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001309>
5. Hochman JS, Lamas GA. Coronary Intervention for Persistent Occlusion after Myocardial Infarction. *N Engl J Med*. 2006;355:2395–2407. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa066139>
6. Menon V, Pearte CA, Buller CE. Lack of benefit from percutaneous intervention of persistently occluded infarct arteries after the acute phase of myocardial infarction is time independent: insights from Occluded Artery Trial. *Eur Heart J*. 2009 Jan;30(2):183–91. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehn486>
7. Berumen J, Orozco L. Sex differences in the influence of type 2 diabetes (T2D)-related genes, parental history of T2D, and obesity on T2D development: a case–control study. *Biol Sex Differ*. 2023;14:39. <https://doi.org/10.1186/s13293-023-00521-y>
8. American Diabetes Association Professional Practice Committee. Retinopathy, Neuropathy, and Foot Care: Standards of Care in Diabetes—2025. *Diabetes Care*. 2025 Jan 1;48(Suppl 1):S252–S265. <https://doi.org/10.2337/dc25-S012>
9. Hu C, Zhang X. Cellular Senescence in Cardiovascular Diseases: A Systematic Review. *Aging Dis*. 2022 Feb 1;13(1):103–128. <https://doi.org/10.14336/AD.2021.0927>
10. Collet JP, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *Eur Heart J*. 2021;42(14):1289–1367. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa575>
11. Zhou M, Yu Y. Wall shear stress and its role in atherosclerosis. *Front Cardiovasc Med*. 2023 Apr 3;10:1083547. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1083547>
12. Pelliccia F, Niccoli G. Pathophysiology and Treatment of the No-Reflow Phenomenon in ST-Segment Elevation Myocardial Infarction: Focus on Low-Dose Fibrinolysis during Primary Percutaneous Intervention. *Rev Cardiovasc Med*. 2023 Dec 25;24(12):365. <https://doi.org/10.31083/j.rcm2412365>

Determinants of Revascularization Success in STEMI Patients

Serhii S. Shpak¹, Sergii V. Salo¹, Valentyn O. Shumakov², Anastasia Kiriluk³¹National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine²SI «National Scientific Center «The M.D. Strazhesko Institute of Cardiology, Clinical and Regenerative Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine³Municipal Non-Profit Enterprise «City Clinical Hospital No. 10» of the Odesa City Council

Abstract

Background. Immediate angiographic outcomes after stenting of the infarct-related artery in STEMI patients are important predictors of long-term outcomes such as survival, risk of severe heart failure, or left ventricular aneurysm formation. These outcomes can be assessed using the Thrombolysis in Myocardial Infarction (TIMI) flow grade. The lower the score, the higher the associated mortality rate. Understanding the factors that may influence the outcome of revascularization is crucial.

Aim. To demonstrate the determinants influencing the success of PCI.

Materials and Methods. Between 2022 and 2024, the study included 160 STEMI patients who underwent PCI. Specific correlation tests were applied for statistical analysis.

Results. Time to hospital admission emerged as one of the most critical determinants of successful PCI. Among all identified correlations, the most significant were the following: elderly patients had a higher likelihood of multivessel coronary artery disease; patients with diabetes mellitus were more likely to experience prolonged acute ischemia and had a higher incidence of cardiogenic shock.

Conclusions. Patients with prolonged acute ischemia more often present with subocclusion rather than total occlusion. Diabetic patients tend to seek medical care later, often presenting with myocardial infarction complications, and are more likely to develop cardiogenic shock. Thromboaspiration and predilatation are associated with impaired TIMI flow in PCI of the infarct-related artery.

Keywords: cardiogenic shock, revascularization time, ischemia duration, myocardial infarction, no-reflow

Стаття надійшла в редакцію / Received: 15.07.2025

Після доопрацювання / Revised: 01.08.2025

Прийнято до друку / Accepted: 12.08.2025