

Occlusion Myocardial Infarction: A Paradigm Ready for Clinical Application

Attila Frigy^{1,2}

¹George Emil Palade University of Medicine, Pharmacy, Science and Technology of Târgu Mureș, Department of Internal Medicine 4,

²Mures County Clinical Hospital, Cardiology Clinic, Târgu Mures

Abstract • The paradigm of Occlusion Myocardial Infarction (OMI) has recently been introduced into clinical practice with the aim of improving the identification and treatment of patients with acute coronary syndromes. The current diagnostic approach to myocardial infarction, which is primarily based on the presence or absence of ST-segment elevation, is subject to significant limitations, often resulting in patients with occluded coronary arteries not receiving timely and appropriate therapy. For instance, in cases of non-ST-elevation myocardial infarction (NSTEMI), nearly one-third of patients are found to have complete or near-complete coronary occlusion on angiography. The OMI paradigm encompasses both classic (true) ST-elevation myocardial infarction cases and a subset of patients initially diagnosed with NSTEMI, in whom a specific ECG pattern indicative of coronary occlusion can be identified. This article provides a concise overview of the rationale behind the OMI concept and illustrates its practical application through representative ECG examples.

Keywords • acute coronary syndrome, coronary occlusion, ST-elevation

DOI: 10.2478/orvtudert-2024-0004

Bulletin of Medical Sciences 2024, 97(1): 43–52

Introduction

In routine cardiology practice, the primary objective in ACS cases is to restore patency to an occluded or nearly occluded ($\geq 90\%$ non-collateralized stenosis) coronary artery. This preserves myocardial viability and prevents irreversible necrosis. The preferred method is reperfusion therapy, with percutaneous coronary intervention (PCI) representing the most effective approach. Accurate identification of severe ischemia and acute occlusion is essential for prompt and effective reperfusion, as emergency PCI offers no clear benefit in other scenarios [1, 2].

Corresponding author

Dr. Attila Frigy
Gh. Marinescu str. 1
540103 Târgu Mureș, Romania
E-mail: attila.frigy@umfst.ro

The Twilight of the ST-Elevation Paradigm: Arguments and Evidence

Significant troponin elevation and extensive segmental wall motion abnormalities on echocardiography are strong indicators of severe ischemic myocardial injury due to coronary occlusion. However, current guidelines base reperfusion strategies primarily on ECG abnormalities. In the presence of ST-elevation (STEMI), coronary occlusion is presumed, and primary PCI is recommended as soon as possible—ideally within two hours—or thrombolysis if PCI is unavailable within this time frame. Conversely, in the absence of ST-elevation (NSTEMI), acute coronary occlusion is generally not presumed, and immediate PCI is reserved for rare, so-called very high-risk cases (about 6% of NSTEMI presentations) [1, 2].

This second principle of the ST-elevation framework has faced criticism since the 1990s. Substantial evidence now indicates that the paradigm frequently fails in both directions. First, many acute coronary occlusions do not

Table 1. Definition of Significant ST-Elevation in STEMI

	Male <40 years	Male ≥40 years	Female
Any lead (excluding V2, V3)	≥1 mm	≥1 mm	≥1 mm
Leads V2, V3	≥2.5 mm	≥2 mm	≥1.5 mm

produce ST-elevation meeting the universal definition of myocardial infarction (**Table 1** [3]); the ECG may instead show only QRS or T-wave changes—or even appear temporarily normal. Possible reasons include the timing of ECG recording (e.g., during spontaneous thrombolysis), small or “hidden” infarct areas, or globally low QRS amplitude. Approximately 25–30% of patients with occlusion lack guideline-defined ST-elevation, with this phenomenon occurring in roughly 50% of circumflex artery occlusions. Moreover, in NSTEMI patients, angiography reveals complete occlusion in about 30–35% of cases. Prognosis in these patients is worse if timely PCI is missed, and—when intervention is performed—outcomes are similar to those of STEMI patients treated with reperfusion. Overall, around 55% of patients with coronary occlusion are not identified by classic ST-elevation criteria [4, 5, 6].

From a different perspective, ST-elevation can appear in various non-ischemic settings—such as bundle branch block, ventricular hypertrophy, pre-excitation, early repolarization, chronic left ventricular aneurysm, or pericarditis. Furthermore, in approximately 20% of patients with true STEMI caused by coronary occlusion, angiography no longer reveals an occlusion due to spontaneous or pharmacologically facilitated thrombolysis (via antiplatelet or anticoagulant therapy) [7, 8].

The OMI Paradigm

Given these limitations, a consortium of experienced electrocardiographers has proposed moving beyond the ST-elevation paradigm, introducing the concepts of Occlusion Myocardial Infarction (OMI) and Non-Occlusion Myocardial Infarction (NOMI) into daily practice. The aim is to identify patients who would benefit from reperfusion based not solely on ST-elevation, but on a broader set of criteria. The working group’s definition of OMI includes:

- (1) acute coronary lesion with absent or severely reduced flow (TIMI 0–1),

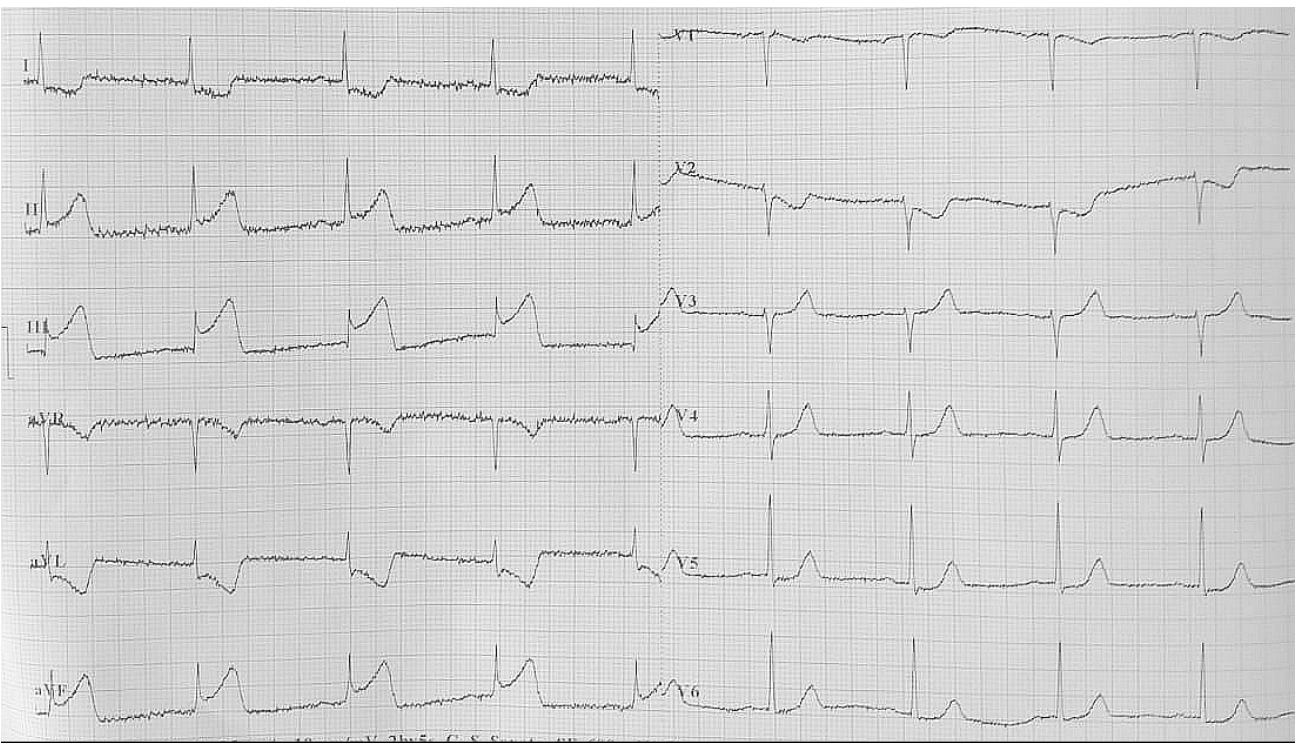


Figure 1. Occlusive myocardial infarction (OMI): typical ST elevation in inferior leads (inferior STEMI), according to the universal definition of infarction

Table 2. Key Clinical and Electrocardiographic Findings Suggesting OMI [8]

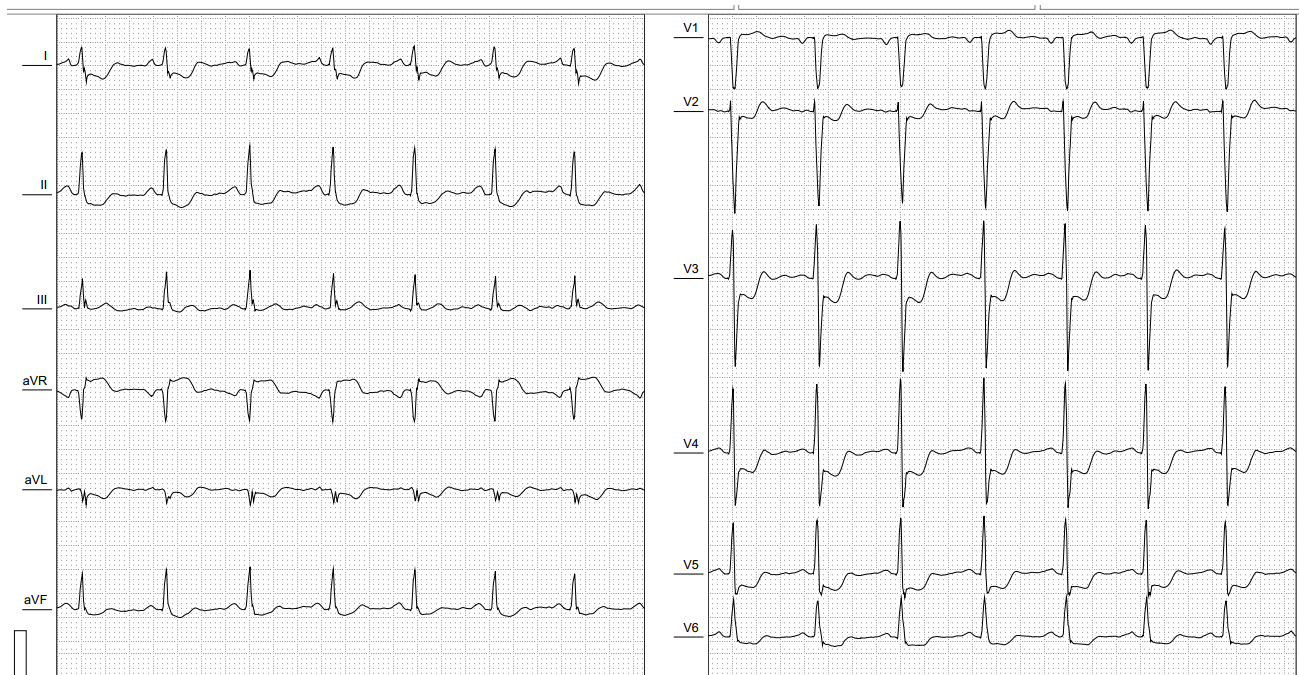
Category	Findings
Clinical	- ACS with refractory ischemia, hemodynamic or electrical instability (requires immediate angiography regardless of ECG changes). - New segmental wall motion abnormality (including point-of-care ultrasound).
Typical ST-elevation	- ST-segment elevation meeting the universal definition of myocardial infarction (see Figure 1).
Atypical ST-elevation	- ST-elevation in aVR with diffuse ST-depression: left main occlusion (Figure 2). - South African flag pattern (ST-segment elevation in V2 and aVL with inferior reciprocal ST-depression): first diagonal artery occlusion. - Aslanger pattern (inferior ST-segment elevation only in III, reciprocal ST-depression in I and aVL, ST in V1 > V2, ST-depression in V4–V6): inferior OMI with multivessel disease. - Low-amplitude ST-elevation in inferior leads, with ST-depression in aVL as a diagnostic clue.
ST-elevation with wide QRS (left bundle branch block, pacing)	- Meets Smith-modified Sgarbossa criteria: concordant ST-elevation in any lead; concordant ST-depression in V1–V3; or discordant ST-elevation/S-wave >25%.
Absence of ST-elevation	- Ischemic ST-depression in V1–V4 (isolated posterior wall OMI). - Hyperacute T-waves (early OMI phase). - Wellens syndrome (reperfusion T-wave inversion in V2–V4): sub-occlusion of the left anterior descending artery (Figure 3). - de Winter T-waves (upsloping ST-depression transitioning to hyperacute T-waves): sub-occlusion of anterior descending artery (Figure 4). - Acute new right bundle branch block with left anterior fascicular block: left main stem occlusion.

(2) acute coronary lesion with normal flow (TIMI 2–3) but with a markedly elevated troponin peak (e.g., $\geq 100\times$ the upper limit of normal range, consistent with spontaneous or drug-assisted reperfusion), or

(3) in the absence of angiography, markedly elevated troponin together with new wall motion abnormality on echocardiography [9, 10, 11].

The most important findings suggestive of OMI—primarily ECG-based—are summarized in **Table 2** [8]. When these criteria are met, urgent invasive coronary angiography and PCI are essential for clinical improvement and better outcomes.

The clinical value of the OMI concept is supported by multiple studies. Prognosis in NSTEMI-classified patients

**Figure 2.** OMI: atypical ST elevation; ST elevation in aVR with diffuse ST depression – left main occlusion

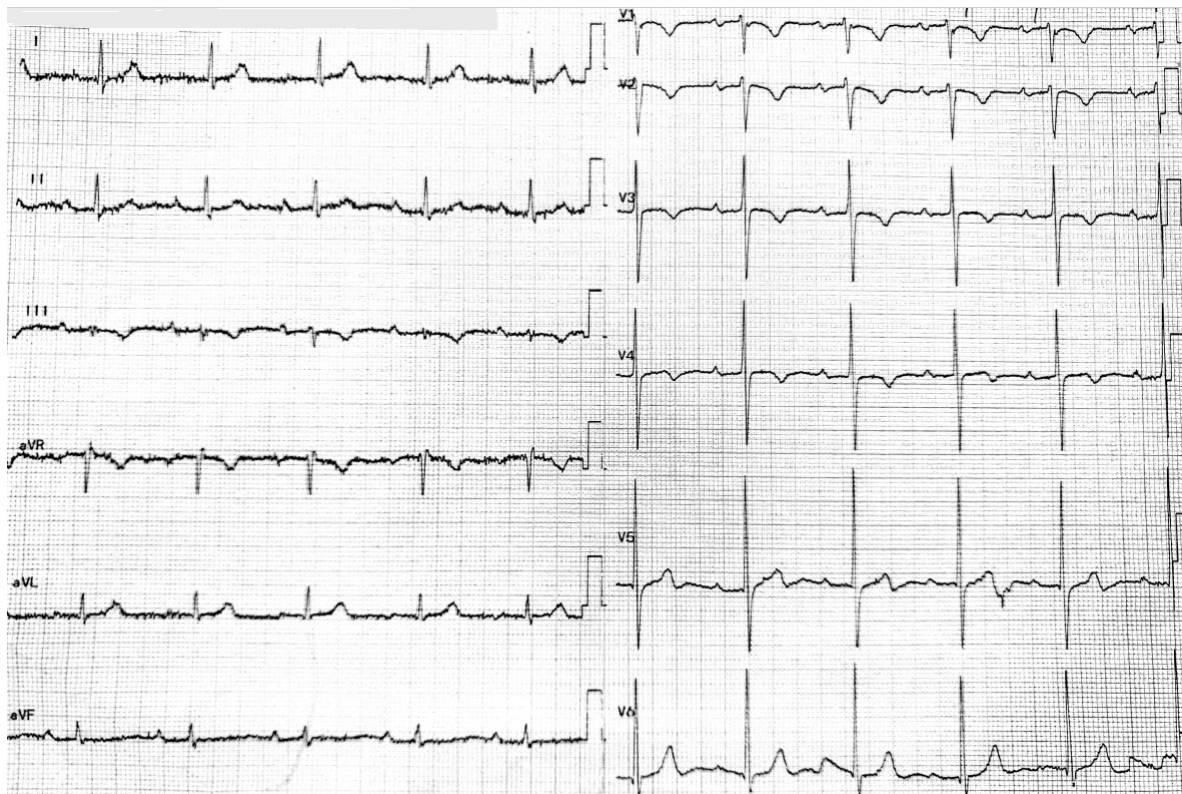


Figure 3. OMI: absence of ST elevation; Wellens syndrome (terminal T-wave inversion in leads V2–V5) – subocclusion of the anterior descending branch

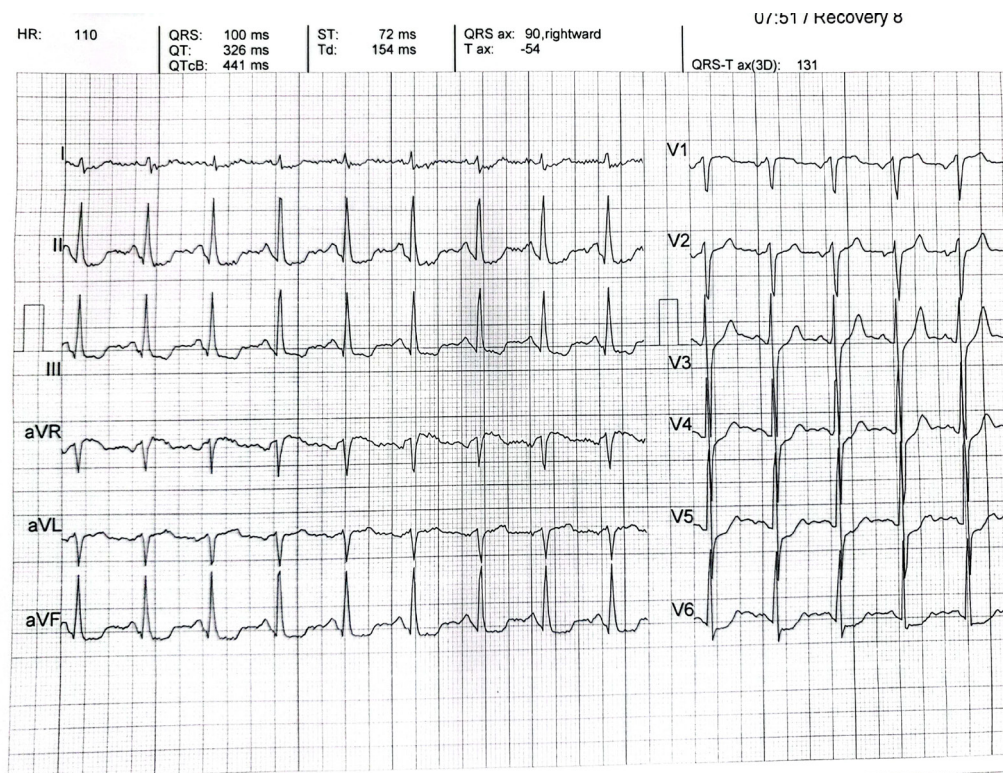


Figure 4. OMI: absence of ST elevation; de Winter T waves (ST depression that transitions directly into the T wave in leads V3–V4) – subocclusion of the anterior descending branch

with OMI who do not undergo timely revascularization is worse than in those without occlusion [12]. Conversely, early revascularization in selected NSTEMI patients with OMI characteristics—identified through clinical, ECG, and echocardiographic findings—significantly improves endpoint outcomes, including mortality and recurrence of ischemic events [13, 14].

Conclusions

Most ACS cases involve thrombotic coronary occlusion or sub-occlusion, for which the earliest and most effective treatment is primary PCI. The OMI paradigm shifts diagnostic thinking away from exclusive reliance on ST-elevation, instead integrating a range of clinical, imaging, laboratory, and especially ECG criteria. Mastery of these diagnostic features is essential in daily practice. Moreover, the use of artificial intelligence in ECG interpretation holds promise for more precise recognition of patterns suggestive of OMI [15].

References

1. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2023;44(38):3720-3826. doi:10.1093/eurheartj/ehad191
2. Acute coronary syndromes. London: National Institute for Health and Care Excellence (NICE); November 18, 2020.
3. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, et al. Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction (2018). *J Am Coll Cardiol*. 2018;72(18):2231-2264. doi:10.1016/j.jacc.2018.08.1038
4. Abbas AE, Boura JA, Brewington SD, Dixon SR, O'Neill WW, Grines CL. Acute angiographic analysis of non-ST-segment elevation acute myocardial infarction. *Am J Cardiol*. 2004;94(7):907-909. doi:10.1016/j.amjcard.2004.06.026
5. Aslanger EK, Yıldırım Türk Ö, Şimşek B, et al. Diagnostic accuracy of electrocardiogram for acute coronary occlusion resulting in myocardial infarction (DIFOCULT Study). *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2020;30:100603. Published 2020 Jul 30. doi:10.1016/j.ijcha.2020.100603
6. McLaren JTT, El-Baba M, Sivashanmugathas V, Meyers HP, Smith SW, Chartier LB. Missing occlusions: Quality gaps for ED patients with occlusion MI. *Am J Emerg Med*. 2023;73:47-54. doi:10.1016/j.ajem.2023.08.022
7. de Alencar Neto JN, Scheffer MK, Correia BP, Franchini KG, Felicioni SP, De Marchi MFN. Systematic review and meta-analysis of diagnostic test accuracy of ST-segment elevation for acute coronary occlusion. *Int J Cardiol*. 2024;402:131889. doi:10.1016/j.ijcard.2024.131889
8. McLaren J, de Alencar JN, Aslanger EK, Meyers HP, Smith SW. From ST-Segment Elevation MI to Occlusion MI: The new paradigm shift in acute myocardial infarction. *JACC Adv*. 2024;3(11):101314. doi:10.1016/j.jacadv.2024.101314
9. The OMI Manifesto. <https://hqmeded-ecg.blogspot.com/2018/04/the-omi-manifesto.html>
10. Meyers HP, Smith SW. Prospective, real-world evidence showing the gap between ST elevation myocardial infarction (STEMI) and occlusion MI (OMI). *Int J Cardiol*. 2019;293:48-49. doi:10.1016/j.ijcard.2019.07.043
11. Meyers HP, Bracey A, Lee D, et al. Accuracy of OMI ECG findings versus STEMI criteria for diagnosis of acute coronary occlusion myocardial infarction. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2021;33:100767. doi:10.1016/j.ijcha.2021.100767
12. Hung CS, Chen YH, Huang CC, et al. Prevalence and outcome of patients with non-ST segment elevation myocardial infarction with occluded „culprit” artery - a systemic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2018;22(1):34. doi:10.1186/s13054-018-1944-x
13. Tziakas D, Chalikias G, Al-Lamee R, Kaski JC. Total coronary occlusion in non ST elevation myocardial infarction: Time to change our practice? *Int J Cardiol*. 2021;329:1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2020.12.082>
14. Vetrovec GW. Increasing clarity for an early invasive strategy in NSTEMI. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2020;95(2):194-195. doi:10.1002/ccd.28746
15. Herman R, Meyers HP, Smith SW, et al. International evaluation of an artificial intelligence-powered electrocardiogram model detecting acute coronary occlusion myocardial infarction. *Eur Heart J Digit Health*. 2023;5(2):123-133. doi:10.1093/ehjdh/ztd074

Okklúziós myocardialis infarktus: egy klinikai alkalmazásra kész paradigma

Frigy Attila^{1,2}

¹Marosvásárhelyi George Emil Palade Orvosi, Gyógyszerészeti, Tudomány és Technológiai Egyetem, 4-es Belgyógyászati Tanszék, ²Maros Megyei Klinikai Kórház, Kardiológiai Klinika, Marosvásárhely

Összefoglaló • Az OMI (okklúziós myocardialis infarktus, Occlusion Myocardial Infarction) paradigmája nemrég került be a klinikai gyakorlatba, azzal a szándékkal, hogy az akut koszorúér szindrómás betegek azonosítása és kezelése hatékonyabb legyen. A jelenleg is az ST-eleváció meglétére vagy hiányára alapozó infarktus-diagnosztika számos csapdát rejt magába, így, az elzáródott koszorúérrel rendelkező betegek egy része nem részesül megfelelő kezelésben. Például, nem ST-elevációs myocardialis infarktus (NSTEMI) esetén a betegek közel egyharmadánál a koronarográfián teljes vagy majdnem teljes elzáródás látható. Az OMI diagnózisa magába foglalja a klasszikus (valódi) ST-elevációs eseteket, illetve az eredetileg NSTEMI-nek címkézett eseteket, akiknél azonban azonosítható egy jellegzetes, elzáródásra diagnosztikus EKG-mintázat. A cikk rövid áttekintést nyújt az OMI paradigma hátteréről, néhány jellegzetes EKG-görbével illusztrálva annak gyakorlati alkalmazását.

Kulcsszavak • akut coronaria szindróma, koszorúér elzáródás, ST-eleváció

DOI: 10.2478/orvtudert-2024-0004

Orvostudományi Értesítő 2024, 97(1): 43–52

Bevezető

A mindennapi kardiológiai gyakorlatban akut coronaria szindróma (ACSz) esetén az elsődleges cél az elzáródott vagy majdnem elzáródott (= “near occlusion”, szubelzáródás, $\geq 90\%$ -os nem kollateralizált sztenózis) koszorúér megnyitása, és ezáltal, a hozzá tartozó szívizom életképességének megőrzése, a myocardialis nekrosis kivédése. Ez a reperfüziós kezelés, melynek leghatékonyabb módja a koszorúér intervenció, katéterterápiás megnyitása (primer perkután coronaria intervenció, primer PCI). A súlyos ischaemia, az akut elzáródás fennálltának pontos diagnózisa elsődleges egy hasznos és időbeni reperfüziós terápiához, ugyanis a sürgősségi PCI elvégzése egyéb esetekben nem hoz egyértelmű hasznot [1. 2].

Az ST-eleváció paradigma alkonya: érvek és adatok

A troponinszint kifejezett emelkedése jól jelzi a coronaria elzáródás okozta súlyos ischaemiás szívizomkárosodást, akárcsak az echokardiográfián megfigyelt kiterjedt szegmentális falmozgászavar. Ugyanakkor, az érvényben levő ajánlások az EKG-elváltozásokra alapozzák a kezelési stratégiát, a reperfüziós kezelés elvégzésének indikációját. ST-eleváció esetén (STEMI = ST-elevációs myocardialis infarktus) automatikusan feltételezhető a coronaria elzáródás, és ennek megfelelően a primer PCI minél korábban történő elvégzése javasolt, 2 órán belül, illetve thrombolysis, ha a PCI nem elérhető ezen időablakon belül). Az ST-eleváció paradigma másik része, hogy ST-eleváció

hiányában (NSTEMI = nem ST-elevációs myocardialis infarktus) az akut coronaria elzáródás mint diagnózis nem kerül automatikusan szóba, és csak ritkán, úgynevezett nagyon magas rizikójú esetekben (az NSTEMI esetek kb. 6%-a) ajánlott az azonnali PCI [1, 2].

Az ST-eleváció alapelv ezen második része már a 90-es évek óta több kritikát kapott. Ma már számos bizonyíték áll rendelkezésre arra vonatkozóan, hogy az ST-eleváció paradigma, mindkét irányban, gyakran nem fedi a valóságot. Egyrészt, számos akut coronaria elzáródás nem jár az univerzális infarktus definíciónak megfelelő (1. táblázat [3]) ST-elevációval, illetve, van, hogy csak a QRS vagy a T-hullám elváltozásai lépnek fel, vagy átmenetileg az EKG akár teljesen normális is lehet. Ennek számos oka van: a regisztráció időpillanata (pl. spontán thrombolysis alatt), a kis vagy "elrejtett" érintett myocardialis terület, a globálisan alacsony QRS amplitúdó. Az okklúziós betegek kb. 25-30%-nem mutat az EKG-n az ajánlások kritériumainak megfelelő ST-elevációt, és ez leginkább az A. circumflexa elzáródásaira (kb. 50%-ban) érvényes. Ugyanakkor, az NSTEMI betegek esetén kb. 30-35%-ban teljes elzáródást mutat az angiográfia. Ezen utóbbi betegek prognózisa rosszabb az elmaradó vagy kései coronaria-intervenció miatt, illetve, intervenció esetén, megegyezik a reperfúziós kezelésben részesült STEMI betegekével. Elmondható tehát, hogy a coronaria okklúziós betegek kb. 55%-a nem kerül diagnózisra a klasszikus ST-elevációs kritériumok alapján [4, 5, 6].

A másik irányból megközelítve a kérdést, számos szituációban lép fel ST-eleváció minden akut ischaemiás háttér nélkül, pl. szárblokk, hipertrófia, kamrai preexcitáció, korai repolarizáció, krónikus bal-kamrai aneurizma, pericarditis esetén. Egy másik fontos adat, hogy a valódi, coronaria elzáródás okozta STEMI-vel jelentkező betegek kb. 20%-ában az angiográfián már nincs coronaria okklúzió a spontán, illetve gyógyszeres (antiaggregáns és antikoaguláns kezelés) thrombolysis miatt [7, 8].

Az OMI paradigma érkezése

A fentiekből kiindulva, egy több, ismert elektrokardiográfiából álló munkacsoport megfogalmazta az ST-eleváció paradigma meghaladásának szükségességét, és az okklúziós és nem okklúziós myocardialis infarktus (OMI és

1. táblázat. A szignifikáns ST-eleváció definíciója STEMI-ben

	<40 éves férfi	≥40 éves férfi	Nő
Bármely elvezetés (kivéve V2,3)	≥1 mm	≥1 mm	≥1 mm
V2, 3 elvezetés	≥2,5 mm	≥2 mm	≥1,5 mm

NOMI) koncepció bevezetését a mindennapi gyakorlatba. Ennek lényege, hogy ne (csak) az ST-eleváció alapján azonosítsuk a reperfúzióból hasznot merítő coronaria okklúziós betegeket. A munkacsoport által megállapított OMI definíció a következő: (1) akut coronaria lézió hiányzó vagy csökkent áramlással (TIMI 0-1-es flow), (2) akut coronaria lézió normál áramlással (TIMI 2-3-as flow), de nagyon magas (pl. a felső normálérték százszoros) troponin csúcserkével (spontán/gyógyszer által facilitált reperfúzió esete), illetve (3) angiográfia nélkül, nagyon magas troponin csúcserkével és új falmozgászavar az echokardiográfián [9, 10,11] .

Az OMI-ra utaló legfontosabb, elsősorban EKG leletek a 2. táblázatban [8] vannak feltüntetve. Ezen kritériumok megléte esetén fontos az azonnali invazív koronarográfia, illetve a katéteres coronaria-intervenció a klinikai javulás, a jobb prognózis érdekében.

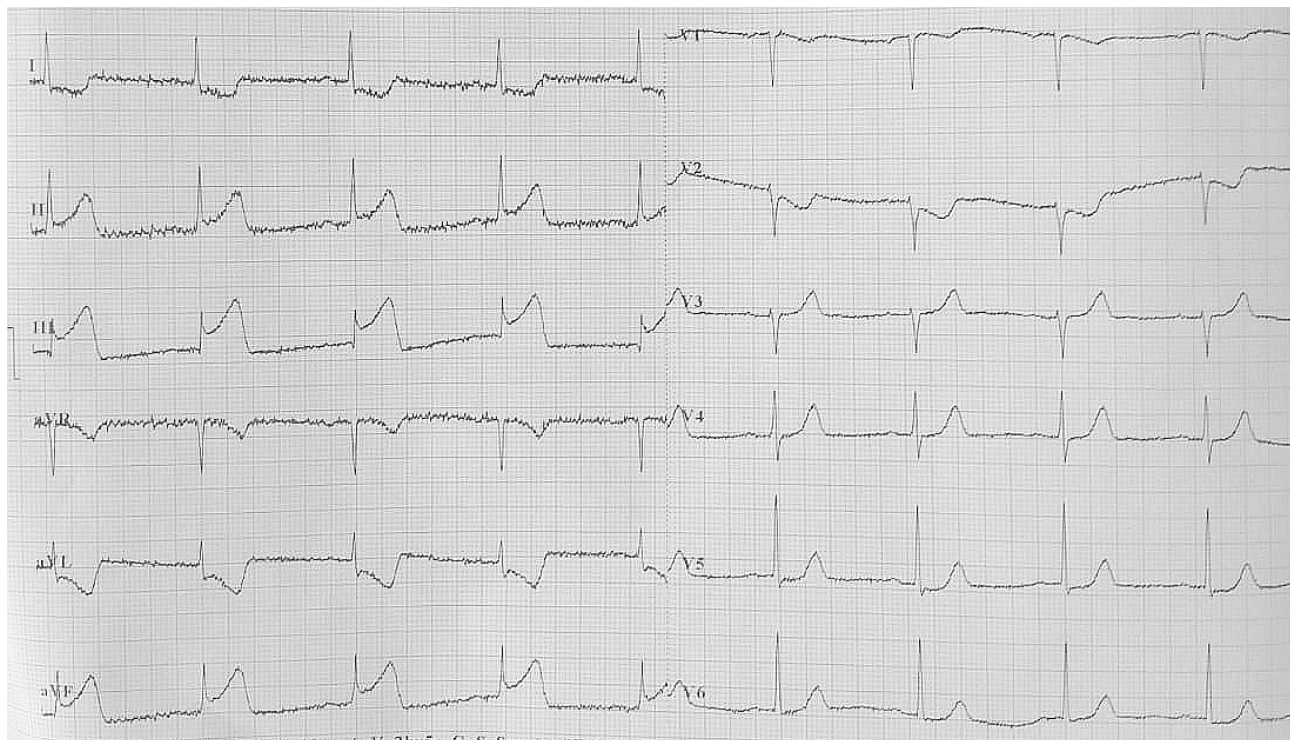
Az OMI koncepció gyakorlati hasznát számos tanulmány bizonyítja. Egyfelől, az időben nem revaszkularizált OMI-s, NSTEMI-nek nyilvánított betegek prognózisa rosszabb mint az okklúzió nélküli NSTEMI-s betegeké [12]. Másfelől, a korán elvégzett revaszkularizáció szelektált, OMI-ra utaló (klinikai, EKG, echokardiográfiás) jellemzőket mutató NSTEMI-s betegeknél egyértelműen javítja a különböző klinikai végpontokat (mortalitás, ischaemiás események ismétlődése) [13, 14].

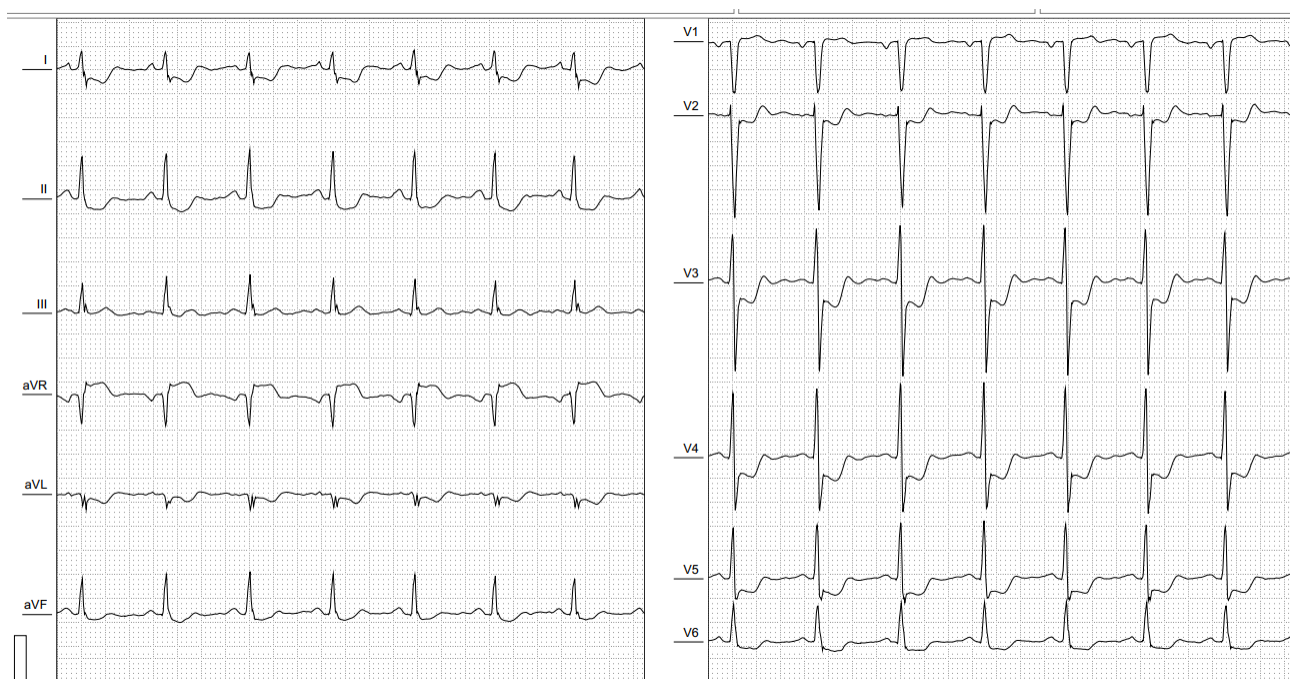
Következtetések

Az ACSz esetek túlnyomó részének lényege a trombotikus coronaria okklúzió vagy szubokklúzió, melynek mielőbbi és leghatékonyabb kezelése a primer PCI. Az okklúzió-centrikus gondolkodás eredménye az OMI paradigma, melynek lényege az ST-eleváció diagnosztikus kizárólagosságának meghaladása. Az OMI diagnózis számos klinikai, imagisztikai, laboratóriumi, de

2. táblázat. Az OMI-ra utaló legfontosabb, klinikai és elektrokardiográfiás leletek [8]

Klinikum	- ACSz refrakter ischaemiával, hemodinamikai vagy elektromos instabilitással; ilyenkor azonnali angiográfia javasolt, függetlenül az EKG-elváltozásoktól - új szegmentális falmozgászavar (akár point-of-care ultrahangon is)
Típusos ST-eleváció	- az univerzális infarktusz definíció szerinti ST-eleváció – 1. ábra
Atípusos ST-eleváció	- ST-eleváció az aVR-ben, diffúz ST-depresszióval: bal főtörzs elzáródás – 2. ábra - dél-afrikai zászló mintázat (ST-eleváció a V2 és aVL nem összefüggő elvezetésekben, inferior reciprok ST-depresszió): az első diagonális artéria elzáródása - Aslanger-mintázat (inferior ST-eleváció csak a III-ban, reciprok ST-depresszióval az I és aVL-ben, az ST-szegmentum magassága a V1-ben > mint V2-ben, ST-depresszió a V4-V6-ban): inferior OMI, többér-betegséggel társulva - alacsony amplitúdójú ST-eleváció az inferior elvezetésekben; ilyenkor az aVL-ben megjelenő ST-depresszió diagnosztikus
ST-eleváció és széles QRS (balszár-blokk, pacing)	- a Smith által módosított Sgarbossa-kritériumok teljesülése (konkordáns ST-eleváció bármely elvezetésben vagy konkordáns ST-depresszió a V1-V3-ban, vagy diszkordáns ST-elváltozás/S-hullám >25%)
ST-eleváció hiánya	- ischaemiás ST-depresszió a V1-4-ben (izolált hátsó fali OMI) - hiperakut T-hullámok (az OMI kezdeti periódusa) - Wellens-szindróma (reperfúziós T-hullám inverzió, a V2-4-es elvezetésekben): az első leszálló ág szubokklúziója – 3. ábra - de Winter T-hullámok (ST-depresszió, amely hiperakut T-hullámba megy át): az első leszálló ág szubokklúziója – 4. ábra - jobbszár-blokk és bal első fasciculáris blokk akut megjelenése: - bal főtörzs elzáródás

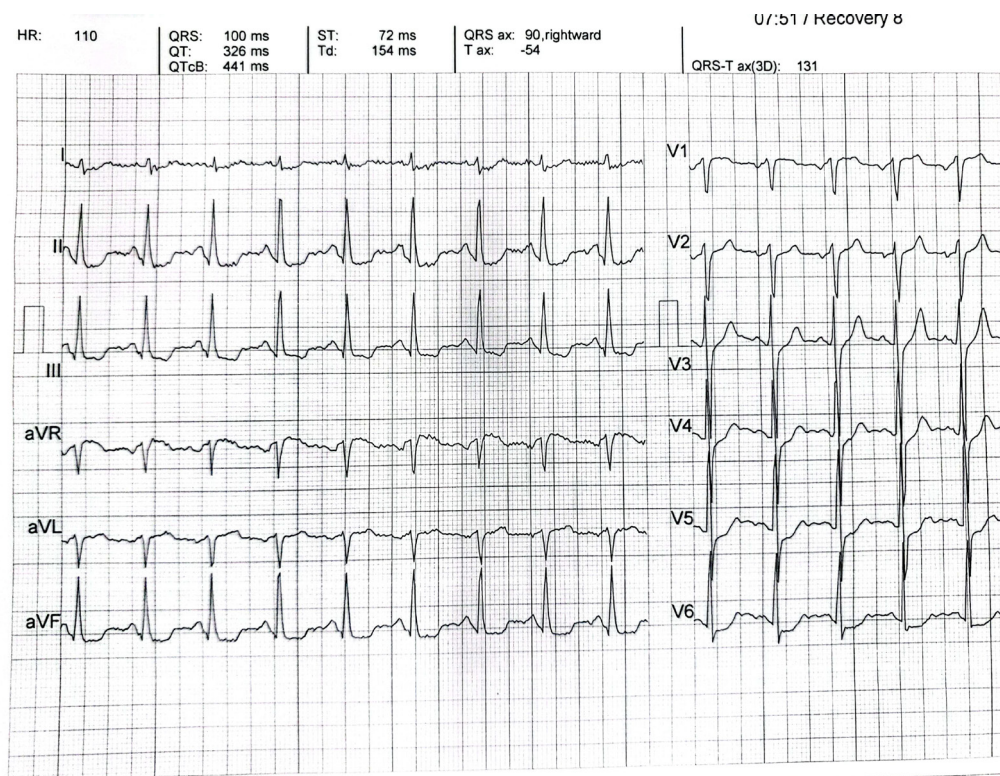
**1. ábra.** OMI: típusos, az univerzális infarktusz definíció szerinti ST-eleváció az alsó fali elvezetésekben (inferior STEMI)



2. ábra. OMI: atípusos ST-eleváció; ST-eleváció az aVR-ben, diffúz ST-depresszióval: bal főtürs okklúzió



3. ábra. OMI: az ST-eleváció hiánya; Wellens-szindróma (terminális T-hullám inverzió, a V2-5 elvezetésekben): az elülső leszálló ág szubokklúziója



4. ábra. OMI: az ST-eleváció hiánya; de Winter T-hullámok (ST-depresszió, mely közvetlenül a T-hullámba megy át, V3-4 elvezetések): az elülső leszálló ág szubokklúziója

elsősorban EKG kritériumon alapszik, melyek ismerete kötelező a mindennapi praxisban. Fontos megjegyezni ugyanakkor a mesterséges intelligencia potenciális jelentőségét az EKG-elemzésben, felhasználását az OMI-ra utaló mintázatok pontosabb azonosításában [15].

Irodalom

(lásd az angol nyelvű cikk végén)