

# Nowa klasyfikacja elektrokardiograficzna zawału serca z załamkiem Q oparta na korelacjach zaobserwowanych w badaniach metodą rezonansu magnetycznego

Antoni Bayés de Luna

Institut Catalá de Ciéncies Cardiovasculars, Hospital de Sant Pau, Barcelona, Hiszpania

Przedrukowano z: *Cardiology Journal* 2007; 14: 417–419

Na podstawie badań anatomopatologicznych przeprowadzonych w 1940 roku przez Myersa [1–3] ustalono przedstawioną poniżej lokalizację zawału serca (MI, *myocardial infarct*) w zależności od obecności załamka Q w danych odprowadzeniach elektrokardiograficznych: załamek Q w odprowadzeniach V1–V2 — przegrodowy zawał serca, w V3–V4 — zawał przedniej ściany serca, w V5–V6 — zawał dolnej części bocznej ściany serca (tzw. zawał niski boczny), I–aVL — zawał górnej części bocznej ściany serca (tzw. zawał wysoki boczny), w II, III, aVF — zawał ściany dolnej. W latach 60. XX wieku Perloff [4] wprowadził koncepcję zawału serca dotyczącego wyłącznie ściany tylnej w celu wyjaśnienia przyczyn występowania morfologii RS w odprowadzeniach V1–V2. Koncepcję tę zaakceptowano przy założeniu, że zostanie przedstawione proste wyjaśnienie opisujące powstawanie określonej powyżej morfologii zespołu QRS. Ówczesnie uważano, że w przypadku martwicy dotyczącej podstawnej części dolnej ściany serca część ta wygina się do góry i należy uważać ją za „rzeczywistą” ścianę tylną. Zawał tej ściany serca skutkuje powstaniem elektrokardiograficznego wektora martwicy skierowanego bezpośrednio do przodu, co wyjaśnia wysoki załamek R w odprowadzeniach V1–V2 jako odbicie lustrzane załamka Q rejestrowanego w od-

prowadzeniach znad tylnej ściany mięśnia sercowego. Dlatego wydaje się słuszne, że zawał wspomnianej „rzeczywistej” ściany tylnej serca powoduje powstanie elektrokardiograficznego wektora martwicy skierowanego bezpośrednio do przodu objawiającego się jako konfiguracja RS w odprowadzeniach V1–V2. W przypadku zawału dotyczącego tylko środkowej i wierzchołkowej części ściany serca przypartej do przepony, rzeczywistej ściany tylnej, załamek Q zidentyfikowano w odprowadzeniach II, III i aVF. Zawał, który dotyczy ściany dolnej oraz tylnej w badaniu elektrokardiograficznym, koreluje z wykładnikami zawału dolno-tylnego (załamek Q w odprowadzeniach II, III, aVF + RS w odprowadzeniach V1–V2).

Już w 1956 roku Dunn i wsp. [5] udokumentowali na podstawie korelacji anatomopatologicznych, że obecność załamka R w odprowadzeniu V1 powinna być tłumaczona raczej jako zawał ściany bocznej niż tylnej. Nowoczesne techniki obrazowania, takie jak badania izotopowe [6] oraz rezonans magnetyczny [7], są źródłem danych, które udowadniają, że wysoki załamek R w odprowadzeniu V1 jest odzwierciedleniem zawału ściany bocznej, a nie tylnej. Niemniej jednak we wszystkich podręcznikach, zaleceniach oraz wytycznych stwierdza się, że zawał ściany tylnej charakteryzuje się wysokim załamkiem R w odprowadzeniu V1. Eksperci zajmujący się elektrokardiografią nie kwestionują teorii Perloffa, głoszącej, że lokalizacja zawału w tylnej ścianie serca powoduje powstanie skierowanego do przodu (na przekroju w płaszczyźnie strzałkowej) wektora martwicy, który skutkuje obecnością wysokiego załamka R w odprowadzeniu V1.

Adres do korespondencji: Antoni Bayés de Luna, MD  
Institut Catalá de Ciéncies Cardiovasculars  
Hospital Sant Pau, S. Antoni M. Claret 167  
08025 Barcelona, Spain  
e-mail: [abayes@csic-iccc.org](mailto:abayes@csic-iccc.org)

Meksykańska Szkoła Elektrokardiograficzna definiuje zapis EKG z widocznym patologicznym załamkiem Q w odprowadzeniu aVL, a z czasem w I jako zawał wysoki boczny, z kolei obecność patologicznego załamka Q w odprowadzeniach V5–V6 jako zawał niski boczny [8–10].

Przez lata istniały naukowe wątpliwości na temat wiarygodności ustalonych korelacji anatomiczno-elektrokardiograficznych dotyczących lokalizacji zawału serca. Do przyczyn tych wątpliwości należy zaliczyć potencjalny wpływ sposobu ułożenia elektrod, który mógł zmieniać morfologię zapisu elektrokardiograficznego i powodować wystąpienie fałszywie dodatnich lub fałszywie ujemnych załamków R lub Q. Nie istniały jasne i przekonujące dowody anatomiczne, które potwierdziłyby fakt, że podstawna część dolnej ściany serca (tzw. przeponowa) rzeczywiście kieruje się w górę, stając się rzeczywistą ścianą tylną.

Rezonans magnetyczny z zastosowaniem wzmocnienia kontrastowego (CE-CMR, *contrast enhanced cardiac magnetic resonance*) jest nowoczesną i wiarygodną metodą używaną w identyfikacji i lokalizacji martwicy mięśnia sercowego. Autor niniejszej pracy przeanalizował korelacje między rezultatami elektrokardiograficznymi oraz wynikami badań z zastosowaniem metod rezonansu magnetycznego w grupie pacjentów z zawałem serca z załamkiem Q [11, 12]. Odkryto, że w ponad 2/3 wszystkich analizowanych przypadków nie udało się zidentyfikować ściany tylnej miokardium, a podstawna część dolnej ściany serca leżała na przeponie jako kontynuacja pozostałej części tej ściany. Autor badania wraz z zespołem prześledził przypadki chorych, u których rozpoznano, na podstawie obecności wzmocnienia w segmencie 4 i 10 zgodnie z klasyfikacją stworzoną przez grupę roboczą AHA (*AHA Writing Group on Myocardial Segmentation and Registration for Cardiac Imaging*), wyłącznie lub w przeważającym stopniu zawał ściany tylnej serca [13]. Zaobserwowano, że u tych osób, inaczej niż się spodziewano, morfologia zespołu QRS w odprowadzeniu V1 przybrała konfigurację rS zamiast oczekiwanego RS. Obrazy serca w projekcji horyzontalnej uzyskane za pomocą CE-CMR pozwoliły na wyjaśnienie powyższych rozbieżności, ponieważ potwierdziły, że mięsień sercowy jest zorientowany skośnie, zarówno w kierunku tylnoprzodnym, jak i w kierunku prawolewym. W przeciwieństwie do powyższych obserwacji patologicznych, którzy uprzednio badali wycięty mięsień sercowy, uważali, że jest on położony skośnie wyłącznie w kierunku tylnoprzodnym [14]. Dlatego też w przypadku zawału dotyczącego podstawnej części dolnej ściany serca,

poprzednio uznawanego za zawał ściany tylnej, elektrokardiograficzny wektor martwicy jest skierowany w kierunku odprowadzenia V3 i nie powoduje zmian w zakresie morfologii załamka R w odprowadzeniu V1, ponieważ jest maskowany przez RS prawidłowo obserwowaną w odprowadzeniu V3.

Ponadto należy zdać sobie sprawę z tego, że przez wiele lat popełniano błąd nie tylko na płaszczyźnie anatomicznej, ale również elektrofizjologicznej. Durrer i wsp. [15] udowodnili, że strefa serca utożsamiana z lokalizacją ściany tylnej (obecnie określana mianem segmentu 4 lub podstawnego segmentu dolnej ściany mięśnia sercowego) ulega procesowi depolaryzacji 40 ms później w porównaniu z czasem rozpoczęcia tego procesu w przypadku prawidłowego zespołu QRS. Dlatego też martwica wspomnianej strefy nie może generować załamka Q (lub załamka R jako lustrzane odbicie w odprowadzeniach V1–V2). Jednak w tym przypadku można zaobserwować zniekształcenie dotyczące końcowej części zespołu QRS i/lub redukcję woltażu załamków [16].

Dlatego też nie ma wątpliwości, że martwica segmentu 4, określanego poprzednio jako ściana tylna mięśnia sercowego, nie może powodować powstania załamka R w odprowadzeniu V1, ponieważ:






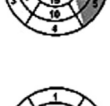
- jest to strefa o opóźnionym procesie depolaryzacji, co nie może skutkować pojawieniem się załamka Q;
- generalnie ściana tylna serca nie istnieje i, jak to potwierdzono w 2/3 badanych przypadków, stanowi ona jedną całość z pozostałą częścią dolnej ściany mięśnia sercowego, co przyczynia się do tego, że elektrokardiograficzny wektor martwicy generowany w tych przypadkach jest na ogół skierowany w dół i powoduje powstanie załamka Q w odprowadzeniach II, III oraz aVF, jednak nie przyczynia się do wytworzenia wysokiego załamka R w odprowadzeniu V1;
- nawet w przypadkach, gdy mięsień sercowy jest położony w skrajnie horyzontalnej pozycji i duża część dolnej ściany staje się autentyczną ścianą tylną, serce utrzymuje swoje skośne położenie w klatce piersiowej, więc nie tylko podstawna, ale również środkowa część dolnej ściany serca będzie objęta martwicą. W tych przypadkach, jeżeli powstanie elektrokardiograficzny wektor martwicy zdolny do generowania załamka Q, będzie on skierowany w kierunku odprowadzenia V3, a nie w kierunku odprowadzenia V1. Dlatego też faktem tym również nie można wytłumaczyć obecności wysokiego załamka R w odprowadzeniu V1.

W przeciwieństwie do tego, w przypadku zawału bocznej ściany obejmującego również część podstawną, szczególnie segment 5 oraz 11 według klasyfikacji Cerqueira [13], elektrokardiograficzny wektor martwicy będzie skierowany w kierunku osi odprowadzenia V1, czym można wytłumaczyć obecność zespołu RS w tym odprowadzeniu. Autor niniejszej pracy zaobserwował [11, 12], że morfologia RS w odprowadzeniu V1 jest bardzo specyficzna (100%), jednak nie dość czuła dla zawału dotyczącego bocznej ściany serca. Powszechnie wiadomo, że taki zawał charakteryzuje się prawie zupełnie normalnym obrazem elektrokardiograficznym lub też zespołem qr lub r w odprowadzeniach I, aVL oraz V5–V6. W swoich wcześniejszych doniesieniach [11, 12] autor niniejszej pracy dowiódł także, że zawał spowodowany zamknięciem pierwszej gałęzi diagonalnej czasami powoduje powstanie niskonapięciowego zespołu QS w odprowadzeniu aVL oraz sporadycznie zespołu „qr” w odprowadzeniu I, przy jednoczesnym braku patologicznego załamka Q w odprowadzeniu V6. Opisana powyżej morfologia pobudzeń nie koreluje z tak zwanym zawałem bocznym wysokim, jak to proponowano w obowiązujących przez lata wytycznych elektrokardiograficznych, lecz jest wynikiem zawału środkowej ściany przedniej. Lokalizację tę tłumaczy się faktem, że strefa objęta niedokrwieniem w przypadku tak zwanego zawału bocznego wysokiego jest zapopatrywana w krew z tętnicy okalającej. Dlatego też zamknięcie tętnicy diagonalnej nie może skutkować powstaniem martwicy dotyczącej tej strefy. Z kolei zawał obejmujący wysoką podstawną część bocznej ściany serca, podobnie jak w przypadku zawału części serca uważanej poprzednio za tylną ścianę, dotyczy strefy opóźnionej depolaryzacji i nie powoduje powstania patologicznego załamka Q.

Nowa klasyfikacja zawałów z załamkiem Q przedstawiona na rycinie 1 powstała na podstawie porównania o wysokim stopniu zgodności (88%) pomiędzy charakterystyką morfologii pobudzeń obserwowanych w badaniu elektrokardiograficznym a wynikami obrazowania serca za pomocą metod CE-CMR oraz konsensusu uzyskanego przez ekspertów z tej dziedziny [17].

Zidentyfikowano 4 wzory zmian w zakresie morfologii elektrokardiogramu pacjentów z zawałem serca z załamkiem Q, które dobrze korelują z 4 strefami martwicy w przednio-przegrodowym obszarze mięśnia sercowego:

- zawał przegrodowy (subokluzja tętnicy zstępującej przedniej dotycząca również gałęzi przegrodowych), załamek Q w odprowadzeniach V1–V2;

Lokalizacja zawału	Zmiany w EKG	Obszar objęty zawałem (na podstawie CMR)
Przegrodowy	Załamek Q w odprowadzeniach V1–V2	
Środkowo-przedni	Załamek Q (qs lub qr) w odprowadzeniach aVL, a czasami I i/lub w V2–V3	
Koniuszkowo-przedni	Załamek Q w odprowadzeniach od V1–V2 do V3–V6	
Rozległy przedni	Załamek Q w odprowadzeniach od V1–V2 do V4–V6, aVL, a czasami w odprowadzeniu I	
Boczny	Morfologia RS w odprowadzeniach V1–V2 i/lub załamek Q w odprowadzeniach I, aVL, V6 i/lub zredukowany załamek R w V6	
Dolny	Załamek Q w odprowadzeniach II, III, aVF	

**Rycina 1.** Wzory zmian w zakresie morfologii elektrokardiogramu w przebiegu zawału serca z załamkiem Q lub ekwiwalentem załamka Q. Na rycinie zaprezentowano także nazewnictwo poszczególnych obszarów serca objętych zawałem oraz odpowiadający im zasięg martwicy potwierdzony w badaniu metodą rezonansu magnetycznego. Przedrukowano za zgodą z [17]

- zawał koniuszkowo-przedni (okluzja dystalnej części tętnicy zstępującej przedniej), załamek Q widoczny w odprowadzeniach przedsercowych od V1–V2 do V3–V6;
- zawał rozległy przedni (okluzja proksymalnej części tętnicy zstępującej przedniej), załamek Q widoczny w odprowadzeniach przedsercowych od V1–V2 do V4–V6, w odprowadzeniu aVL oraz czasami w odprowadzeniu I;
- zawał środkowo-przedni (okluzja pierwszej tętnicy diagonalnej), załamek QS w odprowadzeniu aVL oraz czasami załamek Q w odprowadzeniu I, bez patologicznego załamka Q w odprowadzeniach V5–V6; czasami mały załamek „q” w odprowadzeniach V2–V3.

W zakresie martwicy w podstawno-dolnej strefie serca wyróżniono 3 wzory zmian elektrokardiograficznych w przebiegu zawału z załamkiem Q:

- zawał dolny (okluzja prawej tętnicy wieńcowej, czasami okluzja dystalnej części tętnicy okalającej), załamek Q w odprowadzeniach II, III, aVF;
- zawał boczny (okluzja tętnicy okalającej lub jej gałęzi brzegu tępego), RS w odprowadzeniu V1–V2 i/lub załamek q (qr, r) w odprowadzeniach I, aVL, V5, V6;
- zawał dolno-boczny (okluzja prawej tętnicy wieńcowej lub dominującej tętnicy okalającej) z cechami elektrokardiograficznymi zarówno zawału ściany dolnej, jak i ściany bocznej.

Nie ma wątpliwości, że medycyna potrzebuje nowych rozwiązań (w tym przypadku jest to obrazowanie serca za pomocą rezonansu magnetycznego), aby można było zweryfikować utarte koncepcje. Zmiany w terminologii dotyczącej lokalizacji zawału serca w badaniu elektrokardiograficznym będą wymagać czasu, aby zostały zaakceptowane przez współczesną medycynę kliniczną. Znaczenie kliniczne dokonanych zmian w terminologii jest obecnie tematem wielu badań naukowych i wymaga dalszych studiów z zastosowaniem metod elektrokardiografii klinicznej, rezonansu magnetycznego serca oraz angiografii naczyń wieńcowych, podobnie jak w przypadku wstępnych badań dotyczących nowej terminologii ryzyka występowania incydentów sercowych u pacjentów po zawale serca.

### Piśmiennictwo

1. Myers G., Howard A.K., Stofer B.E. Correlation of electrocardiographic and pathologic findings in posterior infarction. *Am. Heart J.* 1948; 38: 547.
2. Myers G.B., Howard A., Klein M., Stofer E. Correlation of electrocardiographic and pathologic findings in anteroseptal infarction. *Am. Heart J.* 1948; 36: 535.
3. Myers G.B., Howard A., Klein M., Stofer B.E. Correlation of electrocardiographic and pathologic findings in lateral infarction. *Am. Heart J.* 1948; 37: 374.
4. Perloff J. The recognition of strictly posterior myocardial infarction by conventional scalar electrocardiography. *Circulation* 1964; 30: 706.
5. Dunn W., Edwards J., Pruitt R. The electrocardiogram in infarction of the lateral wall of the left ventricle. A clinicopathological study. *Circulation* 1956; 14: 540.
6. Moon J.C., De Arenaza D.P., Elkington A.G., Taneja A.K., John A.S., Wang D., The pathologic basis of Q-wave and non-Q-wave myocardial infarction: A cardiovascular magnetic resonance study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004; 44: 554.
7. Hoshino Y., Hasegawa A., Nakano A. i wsp. Electrocardiographic abnormalities of pure posterior myocardial infarction. *Internal Medicine* 2004; 9: 883–885.
8. Friedman H.H. Diagnostic electrocardiography and vectorcardiography. McGraw-Hill (Tx) 1985: 253.
9. Fisch Ch. Electrocardiography. W: Braunwald's textbook on heart disease. Wyd. 5. W.B. Saunders, Philadelphia 1997.
10. Bayes de Luna A. Textbook of clinical electrocardiography. Futura Publishing, Armonk 1998.
11. Cino J.M., Pujadas S., Carreras F. i wsp. Utility of contrast-enhanced cardiovascular magnetic resonance (CE-CMR) to assess how likely is an infarct to produce a typical ECG pattern. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2006; 8: 335.
12. Bayes de Luna A., Cino J.M., Pujadas S. i wsp. Concordance of electrocardiographic patterns and healed myocardial infarction location detected by cardiovascular magnetic resonance. *Am. J. Cardiol.* 2006; 97: 443.
13. Cerqueira M.D., Weissman N.J., Disizian V. Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart. A statement for healthcare professionals from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association. *Circulation* 2002; 105: 539.
14. Anderson R.H., Razavi R., Taylor A.M. Cardiac anatomy revisited. *J. Anat.* 2004; 205: 159–177.
15. Durrer D., Van Dam R., Freud G., Jame M., Meijler F., Arzbaecher R. Total excitation of the isolated human heart. *Circulation* 1970; 41: 899.
16. Das M.K., Khan B., Jacob S., Kumar A., Mahenthiran J. Significance of a fragmented QRS complex versus a Q wave in patients with coronary artery disease. *Circulation* 2006; 113: 2495.
17. Bayés de Luna A., Wagner G., Birnbaum Y. i wsp. A new terminology for the left ventricular walls and for the location of myocardial infarcts that present Q wave based on the standard of cardiac magnetic resonance imaging. A statement for healthcare professionals from a committee appointed by the International Society for Holter and Non Invasive Electrocardiography. *Circulation* 2006; 114: 1755.