ST segment

곽충환

경상대학교 의과대학 내과학교실

Choong Hwan Kwak, MD, PhD

Division of Cardiology, Gyeongsang National University
Changwon Hospital, Changwon, Republic of Korea

Received: February 3, 2017

Accepted: April 5, 2017

Correspondence: Choong Hwan Kwak, MD, PhD
Division of Cardiology, Gyeongsang National
University Changwon Hospital, 11, Samjeongja-
ro, Seongsan-gu, Changwon-si, Gyeongsangnam-
do 51472, Republic of Korea
Tel: 82-55-214-3720, Fax 82-55-214-1031
E-mail: cwakch@naver.com

Copyright © 2017 The Official Journal of Korean Heart
Rhythm Society Editorial Board & MMK Co., Ltd.

ABSTRACT

The ST segment corresponds to the plateau phase of ventricular repolarization, i.e., phase 2 of the action potential. Heightened awareness of the characteristic patterns of ST segment changes is vital to quickly identifying life-threatening disorders. The differential diagnosis of ST segment elevation includes four major processes: ST segment elevation myocardial infarction (STEMI); early repolarization; pericarditis; and ST elevation secondary to an abnormality of the QRS complex (left bundle branch block, left ventricular hypertrophy, or preexcitation). Other processes that may be associated with ST elevation include hyperkalemia, pulmonary embolism, and Brugada syndrome. Two particular patterns of ST segment depression reflect STEMI rather than non-ST-segment elevation acute coronary syndrome: ST segment depression that is reciprocal to a subtle and sometimes overlooked ST-segment elevation, and ST segment depression that is maximal in leads V₁-V₃, suggesting true posterior infarction. The clinical setting and specific electrocardiographic criteria often allow identification of the cause.

Key Words: ■ ST segment Elevation ■ ST segment Depression ■ Acute Coronary Syndrome

서론

ST 분절이란 QRS파의 끝나는 점에서 T파의 시작점 사이의 간격을 나타내는 부분이며, 정상적으로 편평한 직선으로 나타난다. 일반적으로 QRS파의 끝나는 점을 J point 혹은 ST junction이라 한다. 이 간격은 심장 활동전위의 2기인 고원기에 해당하며, 탈분극이 끝나는 점과 재분극의 시작점이 겹치는 관계로 극성 변화가 없는 시기여서 심전도에서

등전위선(isoelectric line)의 형태로 나타난다. ST 분절의 변화 정도는 J point에서 측정된 분절의 높이를 TP 혹은 PR 분절을 기준선으로 한 등전위선에서 얼마나 상승 또는 하강하였는지를 측정하여 표시한다.¹ 대부분의 경우 J point에서 측정하나 몇몇 연구에서는 J point에서 40에서 80 ms 지난 지점에서 측정하는 것을 선호하는데, 이 지점이 모든 심근섬유가 동일한 막전위에 있어서 ST 분절이 등전위에 있다는 이유이다.^{2,3} 또한 기준선을 TP 분절로 할 것인가, PR

분절로 할 것인가에 대한 이견도 있지만 대부분의 경우 TP 분절을 기준선으로 사용하고 있다. 그러나 심박동수가 빠른 경우에는 PR 분절을 기준선으로 ST 분절 변화를 측정하는 것이 더 편리한 것으로 알려져 있다. 이러한 ST 분절의 상승이나 하강과 같은 변화를 감지하여 임상 증상에 부합하는 진단을 내림으로써 급성 관동맥 증후군과 같은 치명적 심장 사건이 발생하였을 때 신속히 대처하는 데 큰 도움을 줄 수 있다.

ST 분절 상승 시의 감별진단

ST 분절이 상승한 경우에는 ST 분절 상승 급성심근경색(ST segment elevation myocardial infarction, STEMI), 조기 재분극, 심외막염, QRS파 이상에 동반된 2차성 변화 등의 4 가지 가능성에 대해 분석하는 과정이 필요하다.

응급 관동맥재관류술이 필요한 STEMI 환자로 진단할 경우 ST 분절 상승이 V_2 , V_3 유도를 제외한 모든 표준 유도에서 1 mm 이상, V_2 , V_3 유도에서 40세 미만의 남성은 2.5 mm, 40세 이상 남성은 2 mm, 여성은 1.5 mm 이상, 후흉부 유도인 V_7 - V_9 에서 0.5 mm 이상을 cut-points로 제시하고 있다.^{4,5} 그렇지만 ST 분절 상승이 이정도 이상이라도 STEMI가 아닌 경우는 임상에서 자주 볼 수 있는데, 흉통을 동반한 ST 분절 상승 환자를 분석한 한 연구에서는 단지 15%의 환자만이 STEMI로 진단되었다.⁶ STEMI에서는 ST 분절 상승이 T파와 합쳐지며 dome 형태의 convex한 모양이 전형적이지만 전벽 심근경색의 초기 단계에서는 40% 정도에서 concave한 모양을 나타내기도 한다. 따라서 전벽 STEMI의 진단에 있어 nonconcave한 모양의 ST 분절 상승은 특이도는 높으나 민감도는 높지 않다.^{3,7} STEMI 환자에서 보일 수 있는 다른 4 가지 특징적인 소견도 찾아보면 ST 분절 상승과 동반된 넓거나 역전된 T파, Q파, 반대편 유도에서 나타나는 ST 분절 하강 및 QRS 파의 높이보다 높은 ST 분절 혹은 T파 등이다. 반대편 유도에서 나타나는 ST 분절 하강은 모든 하벽 STEMI와 70%의 전벽 STEMI에서 보일 수 있으며, QRS 파의 높이보다 높은 ST 분절 혹은 T파가 보이는 경우는 경색이 발생한 부위가 전기적으로 중성화되어 QRS파가 줄어들고 ST-T 분절이 커지게 되는 것으로 보인다.³ R파가 작거나 없으며 크고 둥근 ST 분절을 보이는 경우를 흔히 비석 모양이라고 하는데, 이 tombstoning은 전벽 심근경색에서

자주 나타나며, 광범위한 심근의 손상을 시사한다. 이러한 tombstoning 모양이 없는 STEMI보다 예후가 나쁜 것으로 알려져 있다.⁸

ST 분절 상승의 정상 변이로 알려진 조기 재분극의 경우는 J point에서 측정한 ST 분절 상승이 1 mm 혹은 그 이상으로 측정되며, 40세 미만에서 흔히 관찰되어 중년까지 남아있는 경우도 적지 않게 볼 수 있다. 이는 두 가지 유형으로 나타나는데, 첫 번째 유형은 전 흉부 유도인 V_1 - V_3 에 ST 분절 상승이 1 mm 혹은 그 이상 보이며 45세 미만의 남성에서 60-90%, 45세 이상 남성에서 20-40%, 모든 여성에서 10% 정도 발견되기 때문에 정상 남성 유형이라고도 불린다. 두 번째 유형은 측벽 유도(V_4 - V_6 , I, aVL)나 하벽 유도에서 나타나 30-40세에서 15%, 40-65세에서 5-10% 정도 발견되고, 남성에서 2-4배 많이 나타나며, 25세 미만의 운동선수에서 약 30-40% 정도로 자주 나타나는 것으로 알려져 있다. 심외막염에서 보이는 ST 분절 상승과 매우 유사하나 ST 상승이 일정 유도에 국한되어 있고, 3 mm를 넘지 않으며, J point가 잘 구분되어 보여 notched 또는 slurred J point를 보인다.⁹⁻¹¹ 대부분의 환자들은 예후가 좋은 것으로 알려져 있으나 하벽 유도에서 2 mm 이상의 notched J point가 보이는 경우 돌연사의 위험성도 있는 것으로 알려져 있다.^{9,11}

심외막염의 경우 ST 분절 상승이 위로 concave한 모양을 보이고, 전 유도에 걸쳐 보이는 것이 특징이며, 대부분 4-5 mm 넘지 않는 것으로 알려져 있다.¹² V_1 및 aVR 유도에서 ST 하강을 보일 수도 있다. 일시적인 1 mm 이상의 PR 분절의 하강 소견이 하벽 및 측벽 유도에서 보일 수 있는데, 이는 심방의 심내막하 손상을 시사한다.

좌각차단의 경우 QRS파와 반대 방향으로 ST 분절 상승 소견이 나타날 수 있으며, 전형적으로 위로 concave한 모양을 보이나 가끔은 convex한 모양을 보이기도 한다. 좌심실비대의 경우에도 QRS파와 반대 방향의 ST 분절 상승을 볼 수 있다. 심전도에서 좌각차단이나 좌심실비대가 있는 환자에서 QRS 파와 같은 방향으로 ST 분절 상승이 보이거나 tombstoning 같은 모양을 보이면 STEMI 발생 여부에 대한 확인이 필요하다.^{13,14} 고칼륨혈증, 브루가다 증후군, 중증의 폐색전증 등의 경우에서도 ST 분절 상승 소견을 볼 수 있으나 STEMI와는 대조적으로 하강 곡선의 모양으로 나타난다. 고칼륨혈증에서는 ST 분절에서 민 것으로

Table 1. Differential diagnosis of ST segment elevation

ST segment elevation myocardial infarction (STEMI)
ST segment elevation straight or convex upward, blends with T to form a dome Wide upright T or inverted T
Q waves
ST segment elevation or T wave may approximate or exceed QRS height
Reciprocal ST segment depression
Early repolarization
Notched J point
ST segment elevation ≤ 3 mm
Pericarditis
PR depression >1 mm
ST segment elevation <5 mm
Left ventricular hypertrophy, left bundle branch block, preexcitation
Both ST segment and T wave are directed opposite to QRS
ST segment elevation $<25\%$ of QRS height (and ST-segment elevation <2.5 mm in left ventricular hypertrophy)
ST segment elevation of left bundle branch block may be straight or convex upward
Delta wave, short PR, and pseudo-Q waves are seen in preexcitation
Hyperkalemia
Narrow-based, peaked T wave pulling the ST segment

Table 2. Differential diagnosis of ST segment depression

True posterior STEMI
Maximal ST segment depression in V_1 - V_3
ST segment elevation in V_7 - V_9
ST segment depression reciprocal to subtle ST segment elevation
Subtle ST segment elevation concomitant to a more marked ST segment depression in the reciprocal leads
Hypokalemia
ST segment depression
T wave flattening
Prominent U wave (with the flattened T wave, may mimic a wide and notched upright T wave)
Prolonged QTU interval
Digitalis effect
Similar to hypokalemia, except that ST segment depression is typically sagging, TU wave separation is more distinct, and QT interval is shortened
STEMI, ST segment elevation myocardial infarction

보이는 높은 T파가 특징적이다. 조기홍분증후군에서도 ST 분절 상승이 보일 수 있으나 델타파와 반대 방향으로 상승을 보인다. 그 외 ST 분절 상승 소견을 보이는 경우에는 Takotsubo 심근병증, 심근염 및 심방조동 등이 있다.^{15,16}

ST 분절 하강 시의 감별진단

ST 분절의 하강은 심내막하 손상으로 인한 심근 허혈 시 볼 수 있으며, STEMI나 ST 분절 상승이 분명하지 않은 심근경색에서 반대편 유도에서 볼 수 있다. 특히 임상에서 놓치기 쉬운 후벽 심근경색에서 V₁-V₃에서 ST 분절 하강을 볼 수 있으며, 반대편 유도(V₇-V₉)에서 ST 분절 상승을 보이기도 한다. 저칼륨혈증에서 ST 하강을 보일 수 있으며, 낮은 T파나 U파가 같이 보일 수 있다. 또한 digitalis 효과는 저칼륨혈증의 심전도와 비슷한 소견을 보이거나 밑으로 처진 ST 분절 하강과 짧은 QT 간격을 특징으로 한다. ST 분절의 변화에 대한 진단은 Hanna 등이 기술한 Table 1, Table 2의 기준을 참조하면 감별진단에 도움이 될 것으로 생각된다.¹⁷

결론

ST 분절의 상승이나 하강과 같은 변화는 조기 재분극과 같이 정상변이로서 나타날 수도 있으나 심근경색증, 심근병증 및 폐색전증과 같은 심각한 심혈관질환의 초기 심전도 소견으로도 나타날 수 있다. 그뿐만 아니라 QRS파 이상의 2차성 변화, 조기홍분증후군, 브루가다 증후군, 전해질 이상 및 사용 약제 등에 의해서도 나타날 수 있으므로 이러한 변화를 빠르게 감지하여 임상 증상에 부합하는 적절한 진단을 내림으로써 각각의 경우에 신속히 대처하는 데 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

References

- 1) Rautaharju PM, Surawicz B, Gettes LS, Bailey JJ, Childers R, Deal BJ, Gorgels A, Hancock EW, Josephson M, Kligfield P, Kors JA, Macfarlane P, Mason JW, Mirvis DM, Okin P, Pahlm O, van Herpen G, Wagner GS, Wellens H; American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; American College of Cardiology Foundation; Heart Rhythm Society. AHA/ACCF/HRS recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram: part IV: the ST-segment, T and U waves, and the QT interval: a scientific statement from the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society. Endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology. *J Am Coll Cardiol.* 2009;53:982-991.
- 2) Surawicz B, Knilans TK. Chou's Electrocardiography in Clinical Practice: Adult and Pediatric. 5th ed. Philadelphia, PA: WB Saunders; 2001, pp.194-207.
- 3) Smith SW1, Khalil A, Henry TD, Rosas M, Chang RJ, Heller K, Scharrer E, Ghorashi M, Pearce LA. Electrocardiographic differentiation of early repolarization from subtle anterior ST-segment elevation myocardial infarction. *Ann Emerg Med.* 2012;60:45-56.e2.
- 4) American College of Emergency Physicians; Society for Cardiovascular Angiography and Interventions; O'Gara PT, Kushner FG, Ascheim DD, Casey DE Jr, Chung MK, de Lemos JA, Ettinger SM, Fang JC, Fesmire FM, Franklin BA, Granger CB, Krumholz HM, Linderbaum JA, Morrow DA, Newby LK, Ornato JP, Ou N, Radford MJ, Tamis-Holland JE, Tommaso CL, Tracy CM, Woo YJ, Zhao DX, Anderson JL, Jacobs AK, Halperin JL, Albert NM, Brindis RG, Creager MA, DeMets D, Guyton RA, Hochman JS, Kovacs RJ, Kushner FG, Ohman EM, Stevenson WG, Yancy CW. 2013 ACCF/AHA guideline of the management of ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2013;61:e78-e140.
- 5) Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Simoons ML, Chaitman BR, White HD; Joint ESC/ACCF/AHA/WHF Task Force for the Universal Definition of Myocardial Infarction, Katus HA, Lindahl B, Morrow DA, Clemmensen PM, Johanson P, Hod H, Underwood R, Bax JJ, Bonow RO, Pinto F, Gibbons RJ, Fox KA, Atar D, Newby LK, Galvani M, Hamm CW, Uretsky BF, Steg PG, Wijns W, Bassand JP, Menasché P, Ravkilde J, Ohman EM, Antman EM, Wallentin LC, Armstrong PW, Simoons ML, Januzzi JL, Nieminen MS, Gheorghiade M, Filippatos G, Luepker RV, Fortmann SP, Rosamond WD, Levy D, Wood D, Smith SC, Hu D, Lopez-Sendon JL, Robertson RM, Weaver D, Tendera M, Bove AA, Parkhomenko AN, Vasilieva EJ, Mendis S. Third universal definition of myocardial infarction. *Circulation.* 2012;126:2020-
- 1) Rautaharju PM, Surawicz B, Gettes LS, Bailey JJ, Childers R, Deal BJ, Gorgels A, Hancock EW, Josephson M, Kligfield P, Kors JA, Macfarlane P, Mason JW, Mirvis DM, Okin P, Pahlm O, van Herpen G, Wagner GS, Wellens H; American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; American College of Cardiology Foundation; Heart Rhythm Society. AHA/ACCF/HRS recommendations for

- 2035.
- 6) Brady WJ, Perron AD, Martin ML, Beagle C, Aufderheide TP. Cause of ST-segment abnormality in ED chest pain patients. *Am J Emerg Med.* 2001;19:25-28.
- 7) Smith SW. Upwardly concave ST-segment morphology is common in acute left anterior descending coronary occlusion. *J Emerg Med.* 2006;31:69-77.
- 8) Balci B. Tombstoning ST-elevation myocardial infarction. *Curr Cardiol Rev.* 2009;5:273-278.
- 9) Rollin A, Maury P, Bongard V, Sacher F, Delay M, Duparc A, Mondoly P, Carrié D, Ferrières J, Ruidavets JB. Prevalence, prognosis, and identification of the malignant form of early repolarization pattern in a population-based study. *Am J Cardiol.* 2012;110:1302-1308.
- 10) Tikkanen JT, Anttonen O, Junttila MJ, Aro AL, Kerola T, Rissanen HA, Reunanen A, Huikuri HV. Long-term outcome associated with early repolarization on electrocardiography. *N Engl J Med.* 2009;361:2529-2537.
- 11) Tikkanen JT, Junttila MJ, Anttonen O, Aro AL, Luttinen S, Kerola T, Sager SJ, Rissanen HA, Myerburg RJ, Reunanen A, Huikuri HV. Early repolarization: electrocardiographic phenotypes associated with favorable long-term outcome. *Circulation.* 2011;123:2666-2673.
- 12) Spodick DH. Acute pericarditis: current concepts and practice. *JAMA.* 2003;289:1150-1153.
- 13) Armstrong EJ, Kulkarni AR, Bhavé PD, Hoffmayer KS, Macgregor JS, Stein JC, Kinlay S, Ganz P, McCabe JM. Electrocardiographic criteria for ST-elevation myocardial infarction in patients with left ventricular hypertrophy. *Am J Cardiol.* 2012;110:977-983.
- 14) Smith SW, Dodd KW, Henry TD, Dvorak DM, Pearce LA. Diagnosis of ST-elevation myocardial infarction in the presence of left bundle branch block with the ST-elevation to S-wave ratio in a modified Sgarbossa rule. *Ann Emerg Med.* 2012;60:766-776.
- 15) Bybee KA, Kara T, Prasad A, Lerman A, Barsness GW, Wright RS, Rihal CS. Systematic review: transient left ventricular apical ballooning: a syndrome that mimics ST-segment elevation myocardial infarction. *Ann Intern Med.* 2004;141:858-865.
- 16) Magnani JW, Dec GW. Myocarditis: current trends in diagnosis and treatment. *Circulation.* 2006;113:876-890.
- 17) Hanna EB, Galancy DL. ST-segment elevation: Differential diagnosis, caveats. 2015. *Cleve Clin J Med.* 2015;82:373-384.