

답차운동검사시 보이는 Pseudonormalization의 허혈성 심질환에 대한 진단적 의의

국립의료원 내과

이무용 · 최락경 · 김인수 · 이창원 · 장덕환 · 이홍순 · 유수웅

단국대학교 의과대학 내과학교실

이 학 중

= Abstract =

Diagnostic Significance of Pseudonormalization during Treadmill Exercise Test in Ischemic Heart Disease

Moo Yong Rhee, M.D., Rak Kyeong Choi, M.D., In Soo Kim, M.D.,
Chang Won Lee, M.D., Duk Whan Jang, M.D.,
Hong Soon Lee, M.D., Soo Woong Yoo, M.D.

Department of Internal Medicine, National Medical Center, Seoul, Korea

Hak Choong Lee, M.D.

Department of Internal Medicine, Dankook University, College of Medicine, Chunan, Korea

Background : The interpretation of electrocardiographic change in treadmill exercise test is difficult when the test is performed in patients with abnormal resting electrocardiography. In patients with primary negative T wave, normalization of primary negative T wave(pseudonormalization) is not uncommon finding during treadmill exercise test. The mechanism of pseudonormalization is uncertain and the interpretation is difficult. Thus this study was performed to evaluate the diagnostic significance of pseudonormalization during treadmill exercise test.

Methods : 200 cases who showed primary negative T wave at rest were included in this study. The results were classified as positive, borderline positive, borderline negative, negative, non-diagnostic and pseudonormalization.

Results : Pseudonormalization during treadmill exercise test was observed in 78(39%) of the 200 cases who had primary negative T wave at rest. Coronary angiography and left ventriculography were performed in 13(mean age 56 ± 7 year, male vs. female 1 : 2.25) of 78 cases who showed pseudonormalization during exercise. They had no history of acute myocardial infarction and no abnormalities such as abnormal Q wave, left ventricular hypertrophy, bundle branch block, right ventricular hypertrophy and QRS widening above 0.1ms in resting electrocardiography. There were significant stenosis in only 3 cases : 2 cases in left anterior descending coronary artery and 1 case in right coronary artery.

Conclusion : In treadmill exercise tests, pseudonormalization appears as non-specific finding

for the diagnosis of ischemic heart disease because it is observed in either patients with or without coronary artery stenosis.

KEY WORDS : Pseudonormalization of T wave · Treadmill exercise test.

서 론

안정시 심전도상 이상소견을 보인 환자들에게 실시한 답차운동검사시 나타나는 변화는 해석하기에 따라 검사결과가 달라질 수 있다. 특히 관동맥질환의 진단을 위하여 답차운동검사가 필요한 환자들중에서 자주 볼 수 있는 운동전 심전도상 이상소견은 원발성 T파의 이상이 있는 경우이다. 이러한 이상 소견이 나타나는 한 가지 경우는 허혈성 심질환이 있는 경우와 다른 한 가지 경우는 불확실한 병인의 흉통을 가진 환자에서 자주보는 기능성의 재분극 이상이다^{1, 2)}. 이러한 T파의 이상이 있는 환자들에서 답차운동검사시, 안정시 역위되어 있던 T파가 운동검사중 정상화(Pseudonormalization)되는 소견을 자주 볼 수 있으며 이의 기전은 불확실하며 해석은 어려운 것으로 되어 있다. Master등³⁾은 하향 T파가 정상화되고 적어도 1.5mm 이상의 범위를 가지게되면 심근허혈을 의미한다고 하였으며 다른 연구들⁴⁻⁹⁾도 T파의 정상화에 대한 기전으로 심근허혈을 제시하였다. 그러나 이러한 변화가 정상인과 관상동맥질환이 있는 환자들 모두에서 나타남을 관찰한 연구들¹⁰⁻¹⁴⁾은 이 pseudonormalization이 비특이소견으로 운동검사전 이러한 심실 재분극의 이상이 답차운동검사의 결과에 영향을 미치지 않음을 보고하였다. 이 pseudonormalization의 임상적인 의의는 불명확하다. 이에 저자들은 답차운동검사시 나타나는 pseudonormalization의 의의를 검토하여 보았다.

연구대상 및 방법

1. 대 상

운동검사전 심전도상에서 원발성 하향 T파의 소견을 보인 200예를 대상으로 후향적으로 검토하였다. 이차성 T파 이상이 있었던 경우는 대상에서 제외하였다.

2. 답차운동검사

답차운동검사는 Modified Bruce protocol에 의해서

실시하였으며 12-lead ECG와 혈압을 운동전, 운동중 그리고 운동후 3분간격으로 기록하였다. 운동중 연령에 따른 예측된 최고심박수에 도달하거나, 심한 흉통, 호흡곤란, 피로감등의 자각증상을 호소하거나 부정맥, 저혈압이 발생하거나 ST 분절의 변화가 2mm 이상 있을시 운동검사를 중지하였다.

답차운동검사결과는 운동중 1mm 이상의 ST 분절의 하강이나 상승이 있는 경우 Positive ; 운동중 1mm 미만의 ST 분절의 하강 및 운동후 ST 분절의 변화가 있는 경우 Borderline positive ; 운동중 ST 분절의 변화가 없고 운동후 ST 분절의 하강이 있는 경우 Borderline negative ; 운동중 운동량과 맥박수가 충분하고 운동 전 후에 변화가 없는 경우 Negative ; 운동중 운동량이나 맥박수가 충분치 못한 경우 Non-diagnostic ; 운동부하전에 원발성 하향 T파가 있었고 운동부하후 정상적인 T파로 변화되는 경우를 Pseudonormalization으로 분류하였다.

3. 관동맥 조영술

관동맥조영술과 좌심실조영술이 Judkins 방법으로 시행되었다. 좌심실조영은 우전사위 30°와 좌전사위 60°에서 좌심실벽의 운동을 관찰하였다. 좌우측 관동맥은 기본 우전사위 30°와 좌전사위 60°를 포함 여러 각도에서 영상이 얻어졌으며 관동맥협착의 정도는 관동맥 내경이 50%이상의 고정협착이 있는 경우 의미있는 것으로 하였다.

결 과

답차운동검사에서 pseudonormalization을 보인 78예 중 관동맥조영술이 실시된 13예(Table 1)의 평균연령은 56±7세였으며 남녀비는 1 : 2.25이었다. 운동검사시 digoxin이나 베타차단제를 투여받고 있는 예는 없었으며 4예에서는 칼슘길항제를, 5예에서는 nitrate를, 1예에서는 칼슘길항제와 nitrate를 동시에 투여받고 있었으며 3예에서는 심장에 대한 약물은 투여받지 않고 있었다. 답차운동검사후 관동맥조영술이

Table 1. Electrocardiographic, angiographic and clinical data in 13 patients

No	Age/Sex	Resting ECG Negative T	Exercise ECG Pseudonormalization	Coronary angiography	Left ventriculogram	Days*	2D-echo		Medication
							Wall motion	EF†	
1	68/F	V1-6 I aVL	V2-5	Normal	Normal	6	—	—	Nitrate
2	44/F	V2-6 I aVL	V3-6 I aVL	LAD 90%	Normal	1	Normal	57	CA ‡
3	64/F	V2-5	V3-5	Normal	Normal	2	—	—	CA
4	61/F	V1-4	V1-4	Normal	Normal	1	LV hypop**	49	Nitrate
5	57/F	V2-5 I aVL	I aVL	Normal	Normal	5	—	—	CA
6	56/F	V2-4	V2-4	Normal	Normal	4	Normal	64	Nitrate
7	57/F	V1-5	V2-5	Normal	Normal	6	Normal	73	None
8	50/F	V2-4	V2-4	Normal	Normal	8	Normal	84	None
9	56/M	V2-6	V2-6	LAD 95%	Normal	2	Normal	65	None
10	52/M	V4-6	V4-6	Normal	Normal	2	Normal	69	CA, nitrate
11	50/F	V1-4	V1-4	Rad 70%	Normal	8	Normal	77	Nitrate
12	48/M	V2-6 I aVL	V2-6	Normal	Normal	6	PA hypo***	59	Nitrate
13	68/M	V2-6 I aVL	V3-5	Normal	Normal	5	Normal	69	CA

*Intervals between treadmill exercise test and coronary angiography(days)

Left ventricular hypokinesis, *Periapical hypokinesis

† Ejection fraction, ‡ Calcium antagonist

실시되기까지의 기간은 평균 4.3 ± 2.5 일 이었다. 이들 13예 모두에서 심근경색증의 기왕력이 없었으며 LDH/CPK는 정상범위이었으며 운동검사전 심전도상 비정상 Q파, 좌심실비대, 우심실비대, 각차단, 그리고 0.1초 이상의 QRS 폭을 볼 수 없었다. 심초음파검사가 실시된 10예중 2예에서 좌심실벽운동의 이상소견을 보였으나 좌심실 박출계수는 모두 정상이었다. 이들 13예(Table 1)중 3예에서만 관동맥의 의의있는 협착을 보이고(Fig. 1), 10예는 정상소견이었다(Fig. 2). V3-6, I, aVL에서 그리고 V2-6에서 pseudonormalization을 보이던 2예의 환자들에서는 좌전하행지에서, V1-4에서 pseudonormalization을 보인 1예에서는 우관상동맥에서 의의있는 협착을 보였다. 관동맥조영

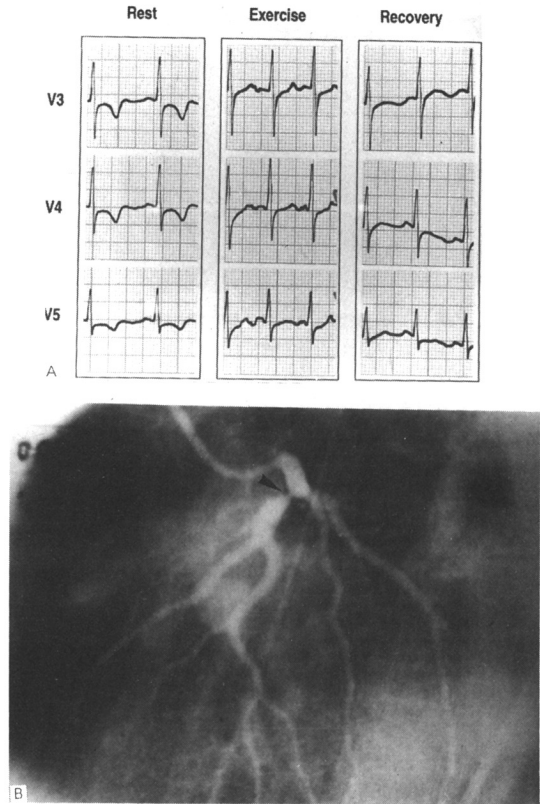


Fig. 1. Patient 9 who shows primary negative T wave in leads V2-6 when resting. Pseudonormalization is observed during and after exercise in leads V2-6(A). There is significant stenosis of left anterior descending coronary artery(B : arrow).

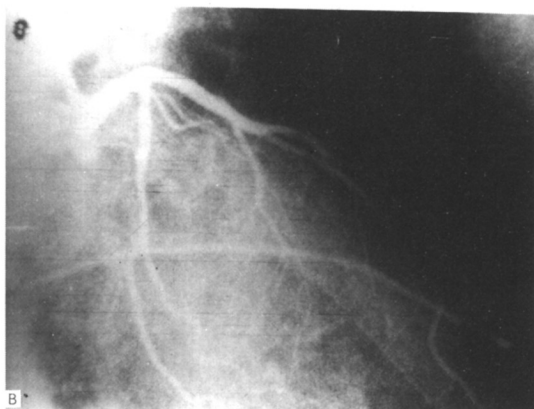
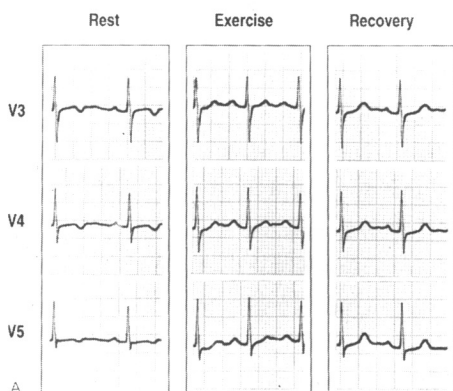


Fig. 2. Patient 3 who shows primary negative T wave in leads V2-5 when resting. Pseudonormalization is observed during and after exercise in leads V3-5(A). Coronary arteriography shows no significant stenosis in both right and left coronary arteries(B).

전에 시행된 좌심실조영에서 심초음파검사상 이상소견을 보인 2예를 포함한 모두에서 좌심실벽의 운동에 이상소견은 없었다.

고 안

원발성 T파의 이상은 허혈성 심질환에서 뿐만 아니라 심질환이 없는 환자에서 기능성 재분극의 이상에 의해서도 나타날 수 있는 것으로 알려져 있는데^{1,2)} 정확한 빈도는 알려져 있지 않다. Taggart등¹⁾은 항공기 승무원들에게 시행한 1394예의 심전도중 3.1%에서 ST 분절 및 T파의 이상이 나타났으며 이들은 전체 심전도이상의 40%를 차지함을 보고하였다.

여러 연구에서 이러한 원발성 하향 T파를 가진

환자들을 대상으로 답차운동검사를 시행하였을 때 이러한 하향 T파의 정상화가 일어나는 것을 관찰하고 이러한 소견이 허혈성심질환에서 심근허혈에 의해서 나타난다고 하였으나 다른 연구들에서 관동맥협착이 없는 환자에서도 이러한 pseudonormalization이 나타나는 것을 관찰하여, 이는 허혈성심질환의 특이소견은 아니라고 하였다. 이 pseudonormalization의 빈도는 알려져 있지 않은데 저자들의 연구에서 안정시 하향 T파를 보인 200예중 39%인 78예(평균연령 54.7 ± 12.5, 남녀비 1 : 1.72)에서 pseudonormalization을 볼 수 있었다.

Linhart와 Turnoff등¹²⁾은 pseudonormalization을 보인 38명의 환자들중 24명(63%)에서 관동맥질환이 없는 것을 보고하였다. 운동부하 Thallium-201 심근 관류영상술을 시행한 Fraiss¹¹⁾등은 pseudonormalization을 보이며 비정상 Q파가 없는 군 모두에서 가역성관류결손이 나타나지 않았으며, 비정상 Q파와 pseudonormalization이 있는 군과, 그리고 비정상 Q파가 있으나 pseudonormalization이 없는 군에서 각각 70%와 72%의 가역성 관류결손이 나타남을 관찰하여, pseudonormalization은 운동 검사시 나타나는 심근허혈을 진단하는데 있어서 비특이적인 소견으로 보고하였다. 또한 Zeppilli등¹³⁾은 고도로 훈련된 젊은 육상선수들에서 운동시 isoproterenol을 주입하였을 때 pseudonormalization이 나타남을 증명하였다. 저자들의 연구에서도 pseudonormalization을 보이며 안정시 심전도상 비정상 Q파나 이차성 ST-T파 이상이 없었으며 심근경색증의 과거력이 없던 13예중 3예(23%)에서만 의미있는 관동맥협착을 보였으며 10예에서 관동맥조영술상 정상소견을 보여, pseudonormalization은 관동맥질환에 관계없이 나타날 수 있으며 허혈성심질환을 진단하는데 비특이적인 소견으로 사료된다.

반면에 과거 관동맥질환을 가진 환자들을 대상으로 한 연구에서 pseudonormalization은 관동맥질환에 대한 높은 특이성을 가지고 있음을 보고하였다. Noble등⁴⁾은 관동맥질환이 있는 환자들에게 운동검사중 isoproterenol을 주입하였을 때 T파가 정상화되는 것을 관찰하여 이것은 허혈에 의해서 일어난다고 하였고 또한 Parodi등⁸⁾도 일시적인 허혈에 의해서 일어난다고 하였다. 그러나 Marin등⁵⁾과 Margonato등⁶⁾은 심근경색증이 있었고 운동검사시 pseudonormalization을

보인 환자들을 대상으로 하여서 각각 45%, 50%에서만 가역성관류결손을 보아 관동맥질환을 가지고 있거나 가능성이 높은 환자들에서 운동검사시 나타나는 pseudonormalization은 일시적인 허혈에 의해서만 일어나는 것이 아니라고 하였다. 저자들은 연구에서 관동맥협착이 있었던 3예에서 Thallium-201 심근 관류영상술을 시행하지 않아 이러한 가역성 관류결손의 존재를 확인할 수 없었으나 관동맥질환이 있는 환자에서도 운동검사시 이러한 pseudonormalization이 나타날 수 있음을 볼 수 있었다.

이러한 pseudonormalization이 나타나는 기전으로 Aravindakshan등¹⁰⁾은 답차운동검사시 T파의 폭이나 극성이 변화하는 7가지 기전을 가정하였으며 그 중 4가지는 심근허혈의 발생과는 관계가 없는 것이었다. 특히 그들은 sympathetic stimulation을 제시하였으며 정상인들에서 운동중 isoproterenol을 주입하였을때 나타나는 T파의 변화를 설명할 수 있을것 같다. 또한 Marin등은 pseudonormalization이 반드시 심근허혈과 관계있는 것이 아니고 다양한 전기생리적 기전에서 발생한다고 하였고 Ogawa등¹⁵⁾은 과거 심근경색증이 있었던 환자들에서 좌심실벽의 운동이상에 의하여 나타남을 제시하였다.

이와같이 운동검사시 나타나는 pseudonormalization은 관동맥협착과는 관계없는 비특이소견으로 pseudonormalization만으로는 허혈성 심질환에 대한 진단적인 의의가 없는 것으로 사료된다.

요 약

연구배경 :

안정시 심전도상 이상소견을 보인 환자들에게 실시한 답차운동검사시 나타나는 변화는 해석하기에 따라 검사결과가 달라질 수 있다. 원발성 T파의 이상이 있는 환자들에서 답차운동검사시 하향 T파가 정상화(pseudonormalization)되는 소견을 자주 볼 수 있으며 이의 기전은 불확실하며 해석은 어려운 것으로 되어 있다. 이에 저자들은 답차운동검사시 나타나는 pseudonormalization의 허혈성 심질환에 대한 진단적 의의를 검토하여 보았다.

방 법 :

운동검사전 심전도상에서 원발성 하향 T파를 보인 200예를 대상으로 후향적으로 검토하였다. 답차운동

검사는 Modified Bruce protocol에 의해서 실시되었으며, 결과는 positive, borderline positive, borderline negative, negative, non-diagnostic 그리고 pseudonormalization으로 분류하였다. 관동맥 조영술과 좌심실 조영술이 시행되었다.

결 과 :

안정시 하향 T파를 보인 200예중 78예(39%)에서 답차운동검사상 pseudonormalization을 보였으며, 이들 중 13예(평균연령 56 ± 7 세, 남녀비 1 : 2.25)에서 관동맥조영술이 실시되었다. 이들 13예 모두에서 심근경색증의 기왕력이 없었으며 운동검사전 심전도상에서 비정상 Q파, 좌심실비대, 각차단, 우심실비대, 그리고 0.1초 이상의 QRS 폭을 볼 수 없었다. 이들중 3예(23%)에서 관상동맥에 의의있는 협착을 보였으며 2예는 좌전하행지에서 1예는 우관상동맥에서 의의있는 협착을 보였다.

결 론 :

Pseudonormalization이 관동맥협착이 없는 환자들과 협착이 있는 환자 모두에서 나타나는 것으로 보아 운동검사시 나타나는 pseudonormalization은 관동맥협착과는 관계없는 비특이소견으로 pseudonormalization만으로는 진단적인 의의가 없는 것으로 사료된다.

References

- 1) Taggart P, Carruthers M, Joseph S, Kelly HB, Marcomichelakis J, Noble D, O'Nelli G, Somerville W : *Electrocardiographic changes resembling myocardial ischaemia in asymptomatic men with normal coronary arteriograms*. Br Heart J 41 : 214, 1979
- 2) Wagner GS : *Marriott's Practical Electrocardiography*, 9th Ed. p130, Baltimore, Williams & Wilkins, 1994
- 3) Master AM : *The Master two-step test*. Am Heart J 75 : 809, 1968
- 4) Noble RJ, Rothbaum DA, Knoebel SB, McHenry PL, Anderson GJ : *Normalization of abnormal T wave in ischemia*. Arch Intern Med 136 : 391, 1976
- 5) Marin JJ, Heng MK, Serrin R, Udhoji VN : *Significance of T wave normalization in the electrocardiogram during exercise stress test*. Am Heart J 114 : 1342, 1987
- 6) Margonato A, Ballarotto C, Bonetti F, Cappelletti A, Seiammarella M, Cianflone D, Chierchia SL : *Assessment of residual tissue viability by exercise testing in*

- recent myocardial infarction : comparison of the electrocardiogram and myocardial perfusion scintigraphy. J Am Coll Cardiol* 19 : 948, 1992
- 7) Dunn RF, Bailey IK, Uren R, Kelly DT : *Exercise-induced ST-segment elevation. Correlation of thallium-201 myocardial perfusion scanning and coronary arteriography. Circulation* 61 : 989, 1980
 - 8) Parodi O, Uthurralt N, Severi S, Bencivelli W, Michelassi C, L'Abbate A, Maseri A : *Transient reduction of regional myocardial perfusion during angina at rest with ST-segment depression or normalization of negative T waves. Circulation* 63 : 1238, 1981
 - 9) 임세중 · 심원홍 · 양주영 · 조승연 · 김성순 · 이웅구 : 답차운동부하 검사에서 나타난 위정상화와 관동맥조영술 소견의 비교관찰. 대한내과학회잡지 39 : 1, 1990
 - 10) Arabindakshan V, Surawicz B, Allen AR : *Electrocardiographic exercise test in patients with abnormal T waves at rest. Am Heart J* 93 : 706, 1977
 - 11) Fraiss MA, Hoeschen RJ : *Exercise-induced T wave normalization is not specific for myocardial ischemia detected by perfusion scintigraphy. Am Heart J* 119 : 1225, 1990
 - 12) Linhart JW, Turnoff HB : *Maximum treadmill exercise test in patients with abnormal control electrocardiograms. Circulation* 49 : 667, 1974
 - 13) Zeppilli P, Pirrami MM, Sassara M, Fenici R : *T wave abnormalities in top-ranking athletics : effects of isoproterenol, atropine and physical exercise. Am Heart J* 100 : 213, 1980
 - 14) Cohn PF, Vokonas PS, Herma MV, Gorlin R : *Post-exercise electrocardiogram in patients with abnormal control electrocardiograms. Circulation* 43 : 648, 1971
 - 15) Ogawa T, Ishii M, Iida K, Ajisaka R, Yamaguchi I, Sugishita Y, Ito I : *Mechanism of stress-induced ST elevation and negative T-wave normalization studied by serial cardiokymogram in patients with a previous myocardial infarction. Am J Cardiol* 65 : 962, 1990