



손 은 희

충남대학교병원 신경과

## Tilt table test

Eun Hee Sohn

Department of Neurology, Chungnam University Hospital, Daejeon, Korea

Tilt table test (TTT) is widely used for evaluation of orthostatic intolerance (OI) and syncope. Orthostatic intolerance and syncope could be caused by orthostatic hypotension (OH), neurally mediated syncope (NMS), postural tachycardia syndrome (POTS), and psychogenic pseudosyncope (PPS). Gradually decreased blood pressure with or without heart rate change is the typical finding of OH whereas abrupt change of blood pressure with or without heart rate change is the feature of NMS during TTT. Head up tilt could cause increased heart rate without blood pressure change in POTS. In PPS, heart rate and blood pressure increase before the event during TTT. TTT is non-invasive and useful test to differentiate the causes of OI and syncope.

**Key Words:** Tilt table test, Orthostatic intolerance, Syncope

### 서 론

기립 시 혈압이 변하거나 뇌혈류량이 감소함으로써 증상을 느끼고 누우면 증상이 완화되는 것을 기립불내증(orthostatic intolerance)이라고 하며, 이는 다양한 원인에 의해 발생할 수 있다. 기립불내증의 증상은 기립 시 어지럼, 가벼운 두통, 발한, 무력감, 인지기능저하, 양하지 통증 등이 있으며, 실신발작도 기립불내증의 한 증상으로 나타날 수 있다.<sup>1</sup>

일시적 의식소실(transient loss of consciousness)은 수 초 또는 수분의 짧은 시간 동안 의식이 소실되었다가 자발적으로 회복되는 증상을 말하며, 일시적 의식소실을 유발할 수 있는 질환으로는 실신, 뇌전증, 정신적 원인에 의한 의식소실이 있다.<sup>2</sup>

실신은 일시적 뇌혈류량의 감소로 인해 발생하며, 신경매개실신(neurally mediated syncope, NMS), 기립저혈압(orthostatic hypotension, OH)에 의한 실신, 심장질환에 의한 실신으로 나누어 볼 수 있다.

기립경사검사(tilt table test)는 인체의 자세 변동에 의해 발생하는 증상들의 원인 감별을 위해 사용하는 검사법으로 기립대(tilt table)에 누워 있는 환자를 수동으로 기립

시킨 후 혈압과 심박수, 뇌혈류량 등의 변화를 관찰하여 기립불내증과 실신의 원인 감별에 이용한다. 기립경사검사의 기본 원리와 각 질환에서 기립경사검사 결과에 대해 기술하고자 한다.

### 본 론

#### 1. 정상 기립 반사와 정상 기립경사검사 결과

인체의 혈액은 누워 있을 때는 흉곽 내에 가장 많이 있지만 일어서면 중력에 의해 많은 양이 양 하지 또는 내장 혈관에 모인다. 누운 자세에서 기립할 때는 500-1000 ml의 혈액이 하지로 모이면서 혈압이 감소하고 이와 함께 심박수가 일시적으로 증가한다. 정상 상태에서는 이 때 발생하는 혈압의 감소 정도를 목동맥팽대(carotid sinus)와 대동맥에 있는 압력수용기(baroreceptor)가 감지하여 말초혈관 수축을 촉진하고 호르몬을 분비하여 혈압을 유지하며, 미주신경반사(vagal reflex)를 통해 심박수를 감소시켜 이후 혈압이 과도하게 상승하지 않고 일정하게 유지되도록 한다.<sup>2</sup> 기립대로 사람을 기립시키면 능동적으로 일어서는 방법과 달리 하지 근육의 수축에 의한 영향을 배제할 수 있어 혈압유지 반사 경로만의 기능을 파악할 수

있다.

정상인에서는 기립경사검사 시 심박수가 1분에 10회 이상 30회 미만으로 증가할 수 있다. 또한 혈압은 약간 증가하거나 감소할 수 있으며 변화의 폭이 수축기혈압 <20 mmHg, 이완기혈압 <10 mmHg이면 정상반응이다.<sup>3</sup>

## 2. 기립경사검사 방법

기립경사검사는 외부 자극이 적은 조용한 방에서 10분 이상 누운 상태에서 휴식을 취한 후 시행한다. 기립 직후와 실신 시에는 혈압과 심박수가 빠르게 변하기 때문에 혈압과 심박수를 연속적으로 측정하는 것이 좋으며, 이를 위해서 손가락에서 연속적으로 혈압과 심박수를 측정하는 특수장비가 개발되어 있다.<sup>4</sup> 손가락에서 연속적으로 측정하는 경우는 손가락의 혈액순환 정도에 따라 혈압이 달라질 수 있으므로 기립경사검사 시에는 이와 함께 팔에서 혈압계를 이용하여 1분 간격으로 혈압과 심박수를 측정하여 비교한다. 연속측정기가 없는 경우 혈압계만을 이용하여 검사할 수도 있다.<sup>5</sup> 혈압, 심박수와 함께 심전도를 같이 검사하여 실신 시 서맥(bradycardia) 또는 심장무수축(asystole)이 있는지 확인한다. 기립경사 각도는 중력의 영향을 충분히 반영하면서 피검자가 안전하게 느낄 수 있는 60~80°로 한다. 검사시간은 일반적으로 40분 이상 기립 시키는 것을

원칙으로 하며, 20분 동안 기립 시킨 후 증상이 유발되지 않으면 니트로글리세린, 이소프로테레놀과 같은 약물을 투여하는 유발검사를 하기도 한다. 그러나 약물로 유발하면 정상인에서도 비정상검사결과가 나올 수 있고 검사의 특이도가 떨어져 일반적으로 권고하지는 않는다.<sup>6,7</sup> 전형적인 기립저혈압을 확인하기 위해서는 최소 5분, 실신을 확인하기 위해서는 40분 이상 기립시켜야 한다. 기립경사검사를 하면서 실신 또는 기립불내증 증상이 있는 경우 이 기간의 뇌혈류량을 측정하기 위해서 뇌파, 뇌혈류초음파를 같이 검사하기도 한다.<sup>2,8</sup>

## 3. 기립경사검사의 적응증

기립경사검사는 기립불내증과 실신의 감별진단에 사용하며, 유럽심장학회에서는 병력과 심전도검사로 진단되지 않은 실신환자의 감별진단을 위해 기립경사검사를 시행하도록 추천하고 있다.<sup>9</sup> 기립불내증을 유발하는 원인은 실신을 유발하는 질환과 중복되어 나타날 수 있다. NMS와 OH, 체위성빈맥증후군(postural tachycardia syndrome, POTS)은 기립불내증과 실신의 주요 원인이며, 각각의 정의와 특징에 대해 표 1에 정의하였다.<sup>9</sup> 또한 심인성실신(psychogenic pseudosyncope, PPS)도 주요한 실신의 감별진단 중 하나이다.<sup>2</sup>

**Table 1.** Syndromes of orthostatic intolerance which may cause syncope

Classification	Test for diagnosis	Time from standing to symptoms	Pathophysiology	Most frequent associated conditions
Initial OH	Beat-to-beat SBP on active standing	0-30s	Mismatch between CO and SVR	Young, asthenic subjects, old age, drug induced, CSS
Classical OH	Active standing or tilt table	30s-3 min	Impaired increase in SVR in autonomic failure resulting in pooling of blood/or severe volume depletion over-riding reflex adjustments	Old age, drug induced
Delayed OH	Active standing or tilt table	3-30 min	Progressive fall in venous return: low CO, diminished vasoconstriction capacity, no reflex bradycardia	Old age, autonomic failure, drug induced, co-morbidities
Delayed OH + reflex syncope	Tilt table	3-45 min	Progressive fall in venous return followed by vagal reaction (active reflex including reflex bradycardia and vasodilation)	Old age, autonomic failure, drug induced, co-morbidities
Reflex syncope triggered by standing	Tilt table	3-45 min	Initial normal adaptation reflex followed by rapid fall in venous return and vasovagal reaction (active reflex including reflex bradycardia and vasodilation)	Young healthy, female dominance
POTS	Tilt table	variable	UncertainL severe deconditioning, inadequate venous return or excessive blood venous pooling advocated	Young female

CO, cardiac output; CSS, carotid sinus syndrome; OH, orthostatic hypotension; POTS, postural tachycardia syndrome; SBP, systolic blood pressure; SVR, systemic vascular resistance; VVS, vasovagal syncope.

### 3.1. 신경매개실신(neurally mediated syncope, NMS)

NMS는 창백, 오심, 발한, 복통 등의 특징적 전구증상이 있고 난 후 의식이 소실되는 것이 특징이다. 대개 통증이나 공포와 같은 자극에 의해 유발되며 실신 발작 당시 미주신경반사의 과다 활성화로 인해 심박출량(cardiac output)이 감소하여 발생한다.

NMS의 기립경사검사는 실신발작 전 혈압이 갑자기 감소하며 심박수는 감소하거나 변화 없을 수도 있다. NMS가 의심되는 환자에서 20분 정도 기립 시 증상이 발생하지 않으면 니트로글리세린 등의 약물을 투여하여 유발시키기도 한다.

### 3.2. 기립저혈압(orthostatic hypotension, OH)

미주신경반사의 활성화에 의해 갑작스런 혈압 변화가 발생하는 NMS와 달리 OH는 말초혈관 반사의 부전으로 발생하므로 혈압 변화가 서서히 진행되는 것이 특징이다.<sup>2</sup> OH는 기립 시 말초혈관수축부전으로 정맥혈이 하지에 머물러 발생하는 것으로 생각되고 있다. 기립 후 서서히 혈압은 감소하지만 심박수에 변화가 없을 때는 신경성기립저혈압(neurogenic OH)이라 하고, 서서히 혈압이 감소하면서 심박수가 증가하면 비신경성기립저혈압(non-neurogenic OH)이라 한다. 비신경성기립저혈압은 혈압 감소에 대한 보상으로 심박수를 조절하는 신경의 기능은 보존되어 심박수가 증가하는 것으로, 비교적 흔하고 노인에서 특히 약물에 의해 잘 유발된다. 신경성기립저혈압은 드물며, 파킨슨병과 같은 신경계퇴행성질환이나 자가면역질환과 연관된 자율신경병에서 나타난다.<sup>10</sup>

기립경사검사 결과 수축기혈압이 20 mmHg 이상 감소하거나 이완기혈압이 10 mmHg 이상 감소할 때 OH라고 진단하며, 기립경사검사서 OH가 있어도 증상이 발생하지 않을 수 있다. 전형적기립저혈압은 기립 3분 이내에 수축기혈압 20 mmHg 이상 또는 이완기혈압 10 mmHg 이상 감소가 지속될 때 진단할 수 있다.<sup>1</sup>

초기기립저혈압(initial OH)은 갑자기 빠르게 일어섰을 때 심박출량과 말초혈관수축의 부조화 때문에 발생한다. 초기기립저혈압은 전형적기립저혈압과 달리 기립 시 일시적으로 혈압이 감소했다가 수초 이내에 다시 정상화된다. 초기기립저혈압은 젊고 키 큰 마른 사람에서 흔하며,<sup>11</sup> 말초혈관수축을 억제하는 약물을 복용 시에도 잘 관찰된다.<sup>12</sup>

지연성기립저혈압(delayed OH)은 기립 3분 후 OH가 발생하여 지속될 때 진단하며, 기립경사검사서 지연성기립저혈압이 있으면 추후 OH와 자율신경기능 이상이 발

생할 가능성이 더 높아 향후 자율신경기능 이상의 예측인자로 추측된다.<sup>13</sup>

### 3.3. 체위성빈맥증후군(postural tachycardia syndrome, POTS)

POTS는 기립 후 10분 이내에 혈압의 변동은 없이 심박수가 성인에서 30 beats/min 이상, 소아에서 40 beats/min 이상 지속적으로 증가할 때 진단한다.<sup>1,14</sup> POTS의 증상은 기립불내증이 대표적이며, 실신이 동반될 수 있다. POTS의 발생기전은 다양한 것으로 생각되고 있으며, 상기도감염이 선행한 후 자가면역반응으로 나타나는 경우도 있다.

### 3.4. 심인성실신(psychogenic pseudosyncope, PPS)

PPS는 증상이 있는 동안 뇌혈류량의 변화가 없음을 확인하기 위해 뇌파검사를 같이 시행하는 경우가 많다. 기립경사검사결과는 증상 발생 전과 의식이 소실된 동안 심박수와 혈압이 상승하면서 뇌혈류량에는 변화가 없는 것이 특징이다.<sup>2</sup> 임상소견으로 PPS를 NMS와 비교한 연구에서 의식소실이 있는 동안 PPS는 97%의 환자가 눈을 감은 반면 NMS는 7%의 환자가 눈을 감아, 눈을 감는 것이 PPS를 더 시사하는 소견임을 보고하였다.<sup>8</sup> 그 외에도 갑자기 고개를 떨구거나 몸의 힘이 전체적으로 빠지는 것은 PPS에 더 많았고, 격동움직임(jerky movement)은 NMS에서 더 흔했다. 또한 PPS가 있는 환자에서 검사 동안 증상이 있고 검사 결과에 특이소견이 없다는 것을 환자에게 보여줌으로써 환자가 더 쉽게 진단을 받아들일 수 있었다.<sup>8</sup>

## 4. 기립경사검사의 진단유용성

기립경사검사는 비침습적 검사로 안전하며, 기립대에 특별한 장비 없이도 시행할 수 있어 경제적인 검사이다. 실신 환자에서 기립경사검사의 진단민감도는 보고에 따라 40~80%로 높지 않다.<sup>15</sup> 약물로 실신을 유발하는 유발검사는 정상에서도 비정상 검사결과를 보일 수 있어 결과 판독에 주의를 요한다. 그러나 위음성도 30%에서 보고되므로 실신 환자에서 기립경사검사 결과가 정상이어도 병력에서 NMS가 의심된다면 이를 배제해서는 안 된다.<sup>16</sup> 또한 기립경사검사의 재현성도 50-85%로 다양하게 보고하고 있어,<sup>17,18</sup> 한번의 검사로 환자 상태를 추측하는 것에 제한이 많다.<sup>19</sup> 따라서 한 번의 검사보다는 여러 번 같은 검사결과를 보일 때 진단에 이용하는 것이 더 좋다.

## 결론

기립 시 어지럼, 두통, 의식소실과 같은 증상이 나타나는 기립불내증과 실신은 다양한 원인에 의해 발생할 수 있다. 심장의 기질적 원인이 배제된 경우에는 자율신경이상이나 약물에 의한 기립저혈압, 신경매개성실신, 체위성빈맥증후군, 심인성 원인 등을 생각해 볼 수 있다. 기립경사검사는 기립 후 혈압과 심박수의 변화 정도, 혈압과 심박수의 변화와 증상과의 시간관계를 파악하여 각 질환을 감별할 수 있게 한다. 따라서 체위변경에 따른 증상이나 실신을 호소하는 환자에서 기립경사검사는 자세한 병력청취와 함께 감별진단에 유용한 정보를 제공할 것이다.

## References

- Freeman R, Wieling W, Axelrod FB, Benditt DG, Benarroch E, Biaggioni I, et al. Consensus statement on the definition of orthostatic hypotension, neurally mediated syncope and the postural tachycardia syndrome. *Clinical autonomic research: official journal of the Clinical Autonomic Research Society*. 2011;21(2):69-72.
- Saal DP, Thijs RD, van Dijk JG. Tilt table testing in neurology and clinical neurophysiology. *Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*. 2016;127(2):1022-30.
- Novak P. Cerebral Blood Flow, Heart Rate, and Blood Pressure Patterns during the Tilt Test in Common Orthostatic Syndromes. *Neuroscience journal*. 2016;2016:6127340.
- Imholz BP, Wieling W, van Montfrans GA, Wesseling KH. Fifteen years experience with finger arterial pressure monitoring: assessment of the technology. *Cardiovascular research*. 1998;38(3):605-16.
- disorders KSoPaA. Guidelines for autonomic function test. 2014.
- Kapoor WN, Smith MA, Miller NL. Upright tilt testing in evaluating syncope: a comprehensive literature review. *The American journal of medicine*. 1994;97(1):78-88.
- Petersen ME, Williams TR, Gordon C, Chamberlain-Webber R, Sutton R. The normal response to prolonged passive head up tilt testing. *Heart (British Cardiac Society)*. 2000;84(5):509-14.
- van Dijk JG, Thijs RD, van Zwet E, Tannemaat MR, van Niekerk J, Benditt DG, et al. The semiology of tilt-induced reflex syncope in relation to electroencephalographic changes. *Brain : a journal of neurology*. 2014;137(Pt 2):576-85.
- Moya A, Sutton R, Ammirati F, Blanc JJ, Brignole M, Dahm JB, et al. Guidelines for the diagnosis and management of syncope (version 2009). *European heart journal*. 2009;30(21):2631-71.
- Metzler M, Duerr S, Granata R, Krismer F, Robertson D, Wenning GK. Neurogenic orthostatic hypotension: pathophysiology, evaluation, and management. *Journal of neurology*. 2013;260(9):2212-9.
- Wieling W, Ganzeboom KS, Saul JP. Reflex syncope in children and adolescents. *Heart (British Cardiac Society)*. 2004;90(9):1094-100.
- Wieling W, Krediet CT, van Dijk N, Linzer M, Tschakovsky ME. Initial orthostatic hypotension: review of a forgotten condition. *Clinical science (London, England : 1979)*. 2007;112(3):157-65.
- Gibbons CH, Freeman R. Clinical implications of delayed orthostatic hypotension: A 10-year follow-up study. *Neurology*. 2015;85(16):1362-7.
- Raj SR. Postural tachycardia syndrome (POTS). *Circulation*. 2013;127(23):2336-42.
- Low PA. Clinical autonomic disorders: Evaluation and management. Lippincott-Raven. 1997.
- Teodorovich N, Swissa M. Tilt table test today - state of the art. *World journal of cardiology*. 2016;8(3):277-82.
- Petkar S, Fitzpatrick A. Tilt-table testing: transient loss of consciousness discriminator or epiphenomenon? *Europace: European pacing, arrhythmias, and cardiac electrophysiology: journal of the working groups on cardiac pacing, arrhythmias, and cardiac cellular electrophysiology of the European Society of Cardiology*. 2008;10(6):747-50.
- Parry SW, Kenny RA. Tilt table testing in the diagnosis of unexplained syncope. *QJM: monthly journal of the Association of Physicians*. 1999;92(11):623-9.
- Brignole M, Alboni P, Benditt D, Bergfeldt L, Blanc JJ, Bloch Thomsen PE, et al. Guidelines on management (diagnosis and treatment) of syncope. *European heart journal*. 2001;22(15):1256-306.