

자율신경검사를 위한 지침

경상대학교 의학전문대학원 신경과학교실, ^a계명대학교 의과대학 신경과학교실, ^b제주대학교 의학전문대학원 신경과학교실, ^c고려대학교 의과대학 신경과학교실, ^d전남대학교 의학전문대학원 신경과학교실, ^e충남대학교 의과대학 신경과학교실, ^f건국대학교 의과대학 신경과학교실, ^g순천향대학교 의과대학 신경과학교실

박기종 · 이 형^a · 김현아^a · 강사윤^b · 김병조^c · 남태승^d · 손은희^e · 오지영^f · 이태경^g

Guidelines for Autonomic Function Test

Ki-Jong Park, MD, Hyung Lee, MD^a, Hyun Ah Kim, MD^a, Sa-Yoon Kang, MD^b, Byung Jo Kim, MD^c,
Tai-Seung Nam, MD^d, Eun Hee Sohn, MD^e, Jeeyoung Oh, MD^f, Tae-Kyeong Lee, MD^g

Department of Neurology, Gyeongsang National University School of Medicine, Jinju; ^a*Department of Neurology, Keimyung University School of Medicine, Daegu;* ^b*Department of Neurology, Jeju National University College of Medicine, Jeju;* ^c*Department of Neurology, Korea University College of Medicine, Seoul;* ^d*Department of Neurology, Chonnam National University School of Medicine, Gwangju;* ^e*Department of Neurology, Chungnam National University School of Medicine, Daejeon;* ^f*Department of Neurology, Konkuk University College of Medicine, Seoul;* ^g*Department of Neurology, Soonchunhyang University College of Medicine, Bucheon, Korea*

ABSTRACT

Standardized methods for evaluating of autonomic function are essential for comparing the autonomic response because those are easily affected by various factors. We described the guidelines of the autonomic function test used in common. Autonomic function tests are divided by their evaluating systems which are sudomotor system, cardiovagal system, and cardiovascular adrenergic system. Sympathetic skin response could be easily possible method with EMG machine.

(J Pain Auton Disord 2013;2:55-65)

KEYWORDS

Autonomic function test, Guideline, Sudomotor, Cardiovagal, Adrenergic

서 론

자율신경검사는 주위 환경이나 환자의 상태에 많은 영향을 받기 때문에 검사시간이나 주위환경에 많은 영향을 받는다. 그리고 검사방법들도 약간씩 차이가 나기 때문에 일관되고 통일된 검사방법들이 필요하다. 본 논문에서는 한국의 여러 기관들에서 시행하는 자율신경 검사방법들에 대한 최소한의 지침을 제시하고 통일된 방법들을 제시함으로써

검사에 대한 서로간의 신뢰성을 높이고자 하였다. 다양한 자율신경 검사방법들이 있지만 본 논문에서는 정량적담분 비축삭반사검사(quantitative sudomotor axon reflex test, QSART), 심호흡심박동검사(heart rate difference to deep breathing, HRdb), 발살바수기(Valsalva maneuver), 기립경사검사(head-up tilt test)에 대한 방법들을 제시하였다. 그리고 근전도 기기로 쉽게 시행할 수 있는 피부교감반응검사(skin sympathetic skin response, SSR)에 대한 방법도 제시하였다. 여기서 인용된 대부분의

Received: November 12, 2013 / Revised: November 30, 2013 / Accepted: November 30, 2013

Address for correspondence: Hyung Lee, MD, PhD

Department of Neurology, Keimyung University School of Medicine, 56 Dalseong-ro, Jung-gu, Daegu 700-712, Korea
Tel: +82-53-250-7475, Fax: +82-53-250-7840, E-mail: hlee@dsmc.or.kr

검사들은 메이요 클리닉에서 사용하는 방법들을 주로 참고 하였다.

본 론

1. 자율신경검사의 적응증^{1,2}

일반적으로 자율신경검사는 다음과 같은 경우에 시행할 수 있다.

- 1) 진행성 자율신경병증
- 2) 기립불내성(orthostatic intolerance): 실신, 기립빈맥증후군, 기립저혈압
- 3) 원위부 소섬유신경병증
- 4) 교감신경매개성 동통
- 5) 자율신경부전의 경과 관찰
- 6) 치료에 대한 반응 평가
- 7) 말초신경병증자율신경과 연관된 증상이 있는 경우
- 8) 다한증, 무한증, 소한증

2. 자율신경검사를 위한 사전준비^{2,3}

- 1) 환경의 변화나 약물 등 다양한 요인들이 자율신경검사에 영향을 줄 수 있기 때문에 검사 전 환자에 대한 준비와 검사실 환경이 중요하다.
- 2) 검사 전 48시간 이내에는 급성 질병이 없어야 한다.
- 3) 항히스타민제를 포함한 항콜린성약물과 기침, 감기약은 최소한 검사 48시간 전에 중단하도록 한다.
- 4) 반감기가 짧으면서 혈관에 작용하는 약물들(알파-, 베타-작용제와 길항제)은 24시간 전에 중단하도록 한다.
- 5) 마약류를 포함한 소염진통제들은 검사 당일 오전에만 중단하도록 한다.
- 6) 환자가 fludrocortisone을 복용하는 경우는 계속 사용할 수 있다.
- 7) 검사 전 24시간 동안은 과격한 운동을 삼가도록 한다.
- 8) 커피나 담배는 검사 3-4시간 전부터 금하도록 한다.
- 9) 밤 사이에 금식을 하거나 적어도 검사 3시간 전에는 금식하도록 한다.
 - 오전 검사 시에는 자정 이후 금식

- 오후에 검사 시에는 가벼운 아침 후 점심은 금식
- 10) 검사 당일에는 스타킹과 코르셋을 포함한 압박성 의류는 착용하지 않도록 한다.
 - 11) 추적검사는 이전검사와 비슷한 시간대에 시행하는 것이 좋다.

3. 자율신경검사 순서와 수행시간¹

- 1) 일반적인 자율신경검사는 다음 네 가지 검사를 순서대로 시행한다.
- 2) 자율신경검사 항목
 - (1) 정량적담분비축삭반사검사(quantitative sudomotor axon reflex test)
 - ① 콜린성 교감신경을 평가한다.
 - ② 기준값을 얻고 나서 10분 동안 기록한다.
 - (2) 심호흡심박동검사(heart rate difference to deep breathing)
 - ① 부교감신경을 평가하는 검사로 2회 시행한다.
 - ② 1분간 기준값 기록 → 첫 번째 검사시행 → 2분 휴식 → 1분간 기준값 기록 → 두 번째 검사 시행 → 1분 휴식의 순서로 시행한다.
 - (3) 발살바수기(Valsalva maneuver)
 - ① 아드레날린성 교감신경 및 부교감신경 평가 검사로 2-3회 시행한다.
 - ② 1분 기준값 기록 → 첫 번째 발살바수기 시행 → 3분 휴식 → 두 번째 발살바수기 시행 → (만일 flat-top 반응이 있으면 상체를 20°와 40°로 각각 올린 상태에서 시행할 수 있다) → 2분 후에 검사 종료
 - (4) 기립경사검사(head-up tilt test)
 - ① 아드레날린성 교감신경 및 압박사를 평가하는 검사이다.
 - ② 5분 동안 누운 상태에서 기준값을 기록한다(만일 기립경사검사만 시행한다면 10-20분 정도 안정을 취하면서 기준값을 기록) → 5분(기립저혈압 검사의 경우) 혹은 10분(기립빈맥증후군 검사의 경우)동안 기립경사검사를 시행 → 누운 상태에서 3분 기록한 후에 검사 종료

4. 정량적땀분비축삭반사검사(quantitative sudomotor axon reflex test, QSART)

1) 검사준비물

- QSART의 원리를 이용하여 상업화한 QSWEAT® 장비로 시행한다.

2) 검사의 원리와 목적^{2,3}

- (1) 정량적땀분비축삭반사검사는 땀분비축삭반사에 의한 땀분비량을 측정하여 신경절이후(postganglionic) 교감 신경 콜린성기능을 정량적으로 평가하는 검사다.
- (2) 교감신경 병변의 위치와 분포를 평가하고 자율신경기능이상에서 교감신경 축삭의 동적인 특성을 파악할 수 있다.
- (3) 이 검사는 자율신경계질환, 말초신경병, 소섬유신경병, 통증질환 등의 진단에 유용하다.
- (4) 땀샘 자극에는 아세틸콜린과 같은 콜린성약제를 이용한 이온이동법(iontophoresis)을 사용한다.
 - ① 이온이동법에 의해 피부로 유입된 아세틸콜린은 외분비땀샘(eccrine sweat gland)의 무스카린 수용체에 결합해 직접적으로 땀 분비를 야기한다.
 - ② 아세틸콜린이 신경절이후땀분비신경의 니코틴수용체에 결합해 역방향(antidromically) C-섬유 전도를 유발하고 흥분이 분지점에 도달하면 다른 C-섬유의 정방향(orthodromically) 전도를 일으켜 땀샘을 자극한다.
 - ③ 이와 같은 축삭반사에 의해 C-섬유 분지를 흥분시켜 자극 부위 주변의 땀샘을 간접적으로 자극하여 땀분비를 일으킨다.
 - ④ 땀분비는 아세틸콜린에스테라아제 작용으로 아세틸콜린이 가수 분해되면 종료된다.

3) 사전준비²

- (1) 아세틸콜린 준비
 - ① 검사에 이용되는 아세틸콜린은 용액 혹은 겔 형태로 준비할 수 있다.
 - ② 제형에 따른 검사 결과는 차이가 없지만 비교적 빠

르고 쉽게 제조할 수 있는 용액 형태로 많이 이용한다.

- ③ 아세틸콜린을 무균수에 희석하여 10% 비율로 제조한다. 아세틸콜린용액은 상온에서 28일, 4°C 이하에서는 84일까지 안정적으로 보관이 가능하지만 사용하지 않을 때는 4°C 상태로 보관하는 것을 권장한다.
- (2) 검사 전 유의사항
 - ① 검사 당일에는 몸에 붙지 않는 헐렁한 복장을 착용하고 검사 시작 전에 화장실을 다녀오도록 한다.
 - ② 검사는 준비 시간을 포함하여 대략 20-25분 정도 소요되며 검사 중 자극 부위에 화끈거리는 느낌을 경험할 수 있음을 주지시킨다.
- (3) 검사 시 주의약물
 - ① 삼환계 항우울제(amitriptyline, nortriptyline, desipramine, imipramine, trazodone 등)는 검사 5일 전부터 중단하도록 하는 것이 좋다.
 - ② SSRI계 항우울제(sertaline, fluoxetine, citalopram, paroxetine, fluvoxamine, bupropion, escitalopram), SNRI계 항우울제(venlafaxine, duloxetine)는 검사 2일 전부터 중단하도록 한다.
 - ③ 항히스타민제(diphenhydramine, hydroxyzine, atarax 등)는 검사 2일 전부터 중단하도록 한다.
 - ④ 최근 개발된 Allegra, Claritin 같은 항히스타민제는 복용을 유지해도 좋다.
- (4) 검사 장비: Q-sweat 장비
 - ① Mayo Clinic에서 개발한 QSART 장비를 상용화하여 WR Medical Electronic에서 제조 및 판매 중이다.
 - ② 이론적 배경: 유발된 땀을 건조한 공기로 증발, 배출시켜 상대적인 습도의 증가를 측정하는 것이다. 즉 건조제를 통과해 얻어진 건조한 공기의 습도와 피부에서 전해진 습한 공기의 습도 차이를 이용하여 땀분비 양을 계산한다.
 - ③ 검사 기구는 4-Channel-Q-Sweat Main Unit, Iontostimulator, Dessicant cylinder, Measurement capsule로 구성되어 있다.

4) 검사 방법^{2,3}

(1) 검사 준비

- ① 피검자는 베개를 베고 편안하게 누운 자세에서 시행한다.
- ② 피검자가 편안한 온기를 느낄 수 있도록 실내 온도는 23°C 를 유지하고 검사실 내의 습도는 50% 정도로 일정하게 유지하는 것이 좋다.
- ③ 피검자가 추위를 느끼면 편안해 질 때까지 난방기구를 이용한다.
- ④ 검사 시작 15-20분 전에 검사장비의 전원을 미리 켜고 준비한다.

(2) 피부 준비

- ① 아세톤으로 피부의 기름기를 제거한다.
- ② 알코올로 여분의 아세톤을 제거한다.
- ③ 알코올이 땀분비 반응을 억제할 수 있으므로 충분한 양의 물로 닦아낸다.
- ④ 마른 수건으로 피부의 습기를 제거한다.
- ⑤ 적정 피부 온도는 32°C로 유지한다.

(3) 측정캡슐 부착

- ① 기록부위: 아래팔 내측, 다리 근위부, 다리 원위부, 발 근위부에서 기록한다.
- ② 주로 왼쪽에서 시행하며, 좌측에 신경조직검사를 시행하였거나 우측에만 증상이 있는 경우에는 우측에서 시행한다(Table 1).

5) 검사 순서²

(1) 피검자에게 요청할 사항

- ① 좌측의 바지를 무릎 위까지 올리도록 한다.
- ② 양말을 벗도록 한다.

- ③ 천장을 보고 눕도록 한다.
- (2) 피부를 닦아 준비하고, 4개의 측정캡슐을 기록부위에 부착한다.
- (3) 양극선을 측정캡슐에 연결한다.
- (4) 마크를 누르고 1분 동안 기준값을 기록한다.
- (5) 기준값(baseline recording)을 기록하는 동안에 캡슐의 바깥방에 10% 아세틸콜린을 주입한다.
- (6) 기준값을 보면서 각 측정캡슐에서 아세틸콜린이 새는 부위가 없는지 확인하고 기준값이 평편해질 때까지 기다린다.
- (7) 4개의 기준값이 비슷하여야 하며(< 100 nanoL/m, 각 측정캡슐 간 차이는 15% 이내여야 한다.
- (8) 마크를 누른 후 2 mA로 5분 동안 자극하고 마크를 다시 누른다.
- (9) 추가로 5분 동안 기록하고 마크를 누른다.
- (10) 정지 버튼을 눌러 검사를 종료하고 화면을 저장한다.
- (11) 검사 장비를 제거하고 피부를 닦아준다.
- (12) 각 검사 부위에서 잠복기와 땀분비량을 얻는다.

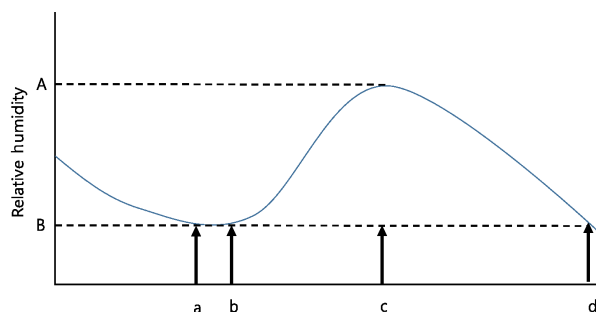


Figure 1. Indices of QSART. a: onset of stimulation, b: onset of iontophoresis, c: end of stimulation, d: return to baseline, A: maximal humidity, B: baseline of humidity.

Table 1. Recording area of sweat and supplying nerves

Sites		Nerve distribution
Medial forearm	75% of the distance from the ulnar epicondyle to the pisiform bone	ulnar nerve
Proximal lateral leg	5 cms. distal to the fibular head.	peroneal nerve
Distal medial leg	5 cms. proximal to the medial malleolus	saphenous nerve
Proximal foot site	over the extensor digitorum brevis muscle	sural nerve

EXCEPTIONS, In the presence of a defibrillator or pacemaker, the ulnar site is to be eliminated.

6) 판독

- (1) QSART 측정 지표: 잠복기와 땀분비량(Fig. 1)
- (2) 판독
 - ① 정상 반응: 신경절이후 교감신경 땀분비신경축삭의 기능이 정상임을 의미한다
 - ② 무반응: 아세틸콜린 이온이동 5분 후에도 발한 활성이 없는 경우
 - ③ 감소반응: 나이와 성별에 따른 정상 발한량의 5%ile 이하인 경우

7) 주의할 점⁴

- (1) 액체가 새는 경우

즉각적인 조치가 필요하며 캡슐에 연결된 관을 관찰하고 필요시 관을 즉시 분리해서 교체한다.
- (2) 자극 부위에 통증을 호소하는 경우

양극 전류 자극기 상태를 확인하고 전류의 강도가 적절한지 점검한다.
- (3) 이상이 있지만 정상처럼 보이는 경우
 - ① 피하지방이 많거나 피부에 기름기가 많은 피검자에서 발생할 수 있다.
 - ② 주로 여성의 아래팔 부위 검사에서 나타난다.
 - ③ 아세톤과 알코올을 이용해서 피부의 기름기를 충분히 제거해 주는 것이 필요하지만, 사포나 돌로 피부를 벗겨내는 것은 좋지 않다.
- (4) 정상에서 파형이 관찰되지 않는 경우
 - ① 아세틸콜린 용액의 누수나 측정 캡슐의 부적절한 부착에 기인해서 발생하는 경우가 많다.
 - ② 캡슐은 습기가 없는 건조한 상태로 이용해야 하며 체모가 없는 평편한 부위에 잘 고정해야 한다.
 - ③ 캡슐을 고정하는 동안 피검자가 몸을 움직이지 않도록 설명하고 협조를 구한다.
 - ④ 아세틸콜린 용액은 초기 기준 값이 안정된 후에 주입하는 것이 좋고, 주입하는 동안 용액이 새는지 모니터를 주시하는 것이 필요하다.
- (5) 불충분한 전류 자극
 - ① 낮은 전압, 높은 피부 저항, 또는 연결선의 문제로 발생할 수 있다.

- ② 측정 캡슐과 전류 자극기간에 선 연결에 문제가 없는지, 또는 잘못된 위치에 연결되었는지 확인한다. 접지전극의 연결선을 확인하고 접지전극이 잘 부착되어 있는지, 그리고 접지전극의 상태를 확인한다.
- ③ 자극기의 전지 상태를 점검한다.
- ④ 측정 캡슐 부착 부위의 피부가 적절히 준비되었는지 점검한다.

5. 심호흡심박동반응(Heart rate response to deep breathing)

1) 검사 준비물

- (1) 심전도 전극 3개
- (2) 호흡 띠 1개
- (3) 호흡유도기 1개

2) 검사의 원리 및 목적²

- 원리: 호흡에 의해 발생하는 동성원리(흡기시 심박동 증가 및 호기시 감소)를 이용한다.
- 목적: 심장에 대한 부교감신경계의 이상 유무를 확인한다.

3) 사전 준비¹: 피검자의 사전 준비

- (1) 피검자는 침상에 편안하게 누운 상태에서 검사할 수 있게 한다.
- (2) 심전도 전극의 부착
 - ① 피부 위치 확인 후 알코올솜으로 닦아주고 다 마르면 심전도 전극을 부착한다.
 - ② 심전도 기록전극의 위치는 심호흡 시 운동에 의한 잡파가 가장 적은 곳으로 정한다.
- (3) 심전도 전극 부착
 - ① 기록 전극
 - 방법 A: 양측 interscapular areas (견갑골 끝의 내측)
 - 방법 B: 양측 infraclavicular areas
 - ② 참고 전극
 - Left midaxillary line just above the apex of the rib cage

(4) 호흡 띠 부착

- ① 호흡 띠로 흉곽을 감되, 너무 조이지 않도록 한다.
- ② 피검자의 사전교육: 피검자의 자세가 준비되면 다음과 같은 사전 교육을 시행한다
 - 가. 이 검사는 숨을 들이쉬고 내쉴 때의 심박동의 변화 양상을 보기 위한 검사입니다.
 - 나. 이번 검사는 8번 동안 연속해서 심호흡을 하시면 됩니다.
 - 다. 호흡은 천천히 부드럽게 깊게 숨을 들이쉬시고 이어서 내쉬면 됩니다
 - 라. 다만, 배로 호흡하지 않고 반드시 가슴이 최대한 부풀리게 흉식 호흡을 해주십시오(즉 입은 막고 코로 숨을 쉬어야 합니다).
 - 마. 눈 앞에 있는 초록색 막대가 올라가는 동안 깊게 숨을 들이 쉬시고 막대가 내려가는 동안에는 숨을 천천히 끝까지 내쉬어 주십시오.

4) 검사순서

- (1) 1분간 기준값을 기록한다.
- (2) 분당 6번의 호흡속도(들숨 5초, 날숨 5초)로 8회의 규칙적인 호흡을 시킨다(5초당 오르내리는 막대를 이용할 수도 있고, 스톱워치를 이용하거나 들숨과 날숨을 셀 때를 검사자가 직접 알려줄 수도 있음)
- (3) 1차 검사 시행 후 2분간 휴식한다.
- (4) 1차 검사와 동일한 방법으로 2차 검사를 시행한다.

5) 판독⁵

- (1) 판독방법
 - ① 심박동의 차이: 8회의 값 중에서 들숨과 날숨 시의

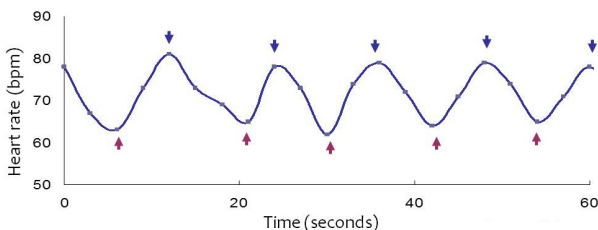


Figure 2. Heart rate difference to deep breathing. Arrow means start of inspiration or expiration.

심박동 차이가 가장 큰 5개의 값을 평균하여 들숨과 날숨 시 심박동의 차이를 정상치와 비교한다.

- ② R-R 주기의 차이 확인
- ③ IE:I비율(E:I ratio) 혹은 E-I차이(E-I difference) 확인 (Fig. 2)

6) 결과에 영향을 미치는 요인⁴

- (1) 자세: 앉거나 서 있을 때보다 누워서 검사했을 때 최대 반응을 얻을 수 있다.
- (2) 나이: 나이가 증가할수록 반응은 감소한다.
- (3) 호흡횟수: 분당 5-6회의 호흡에서 최대의 반응을 얻을 수 있다.
- (4) 호흡의 깊이: 대략 1.2 Liters 이상의 호흡 깊이로 일정한 반응을 얻을 수 있기 때문에 표준화된 일회 호흡량을 사용한다.
- (5) 성별차이: 성별 차이는 보고되지 않았다.
- (6) 검사 전 휴식시간: 5분 휴식과 25분 휴식 후의 연구에서 반응의 차이는 없다.
- (7) 교감신경계 활성화의 영향: 심호흡 시 심 박동의 변화는 스트레스에 의해 억제되고, 베타-차단제에 의해 증가한다. 심호흡 시 심박동의 변화는 심한 빈맥, 심부전, 무의식 상태에서 장애가 발생한다.
- (8) 검사시간: 동일인에서 아침과 오후에 검사했을 때 차이는 없다.
- (9) 저탄산혈증: 지속적인 과호흡에 의한 저탄산혈증은 심호흡 시 심박동의 변화를 감소시킨다.
- (10) 진통제나 다른 약물이 결과에 영향을 미칠 수 있다.
- (11) 비만: 비만 환자에서 변화의 정도가 감소한다.

6. 발살바수기(Valsalva maneuver)

1) 검사 준비물

- (1) 심전도전극 3
- (2) 띠 1개
- (3) 압력측정기 1개
- (4) 마우스피스에 있는 발살바기구 1개
- (5) 비침습적 혈압측정기

2) 검사의 의의²

심혈관의 아드레날린계(교감신경)와 심장의 미주신경계(부교감신경) 기능을 동시에 평가할 수 있다.

3) 사전준비

- (1) 비침습적혈압측정기(Finapres/Finometer®, Colin®)가 정확하게 기록되고 있는지 확인한다.
- (2) 심박동기록이 정확하게 되고 있는지 확인한다.
- (3) 피검자 준비를 마치면 피검자를 교육한다.
- (4) 환자를 기립테이블에 눕힌다.
- (5) 이후에는 다음과 같은 과정으로 사전에 이야기한다.
 - ① 이 검사는 일정한 저항을 가지고 입으로 불면서 혈압과 심박동의 반응을 검사하는 방법입니다.
 - ② 먼저 깊게 숨을 한번 들이 쉬세요.
 - ③ 그리고 튜브를 부는데, 여기 압력이 40 mmHg가 되도록 15초 동안 불니다.
 - ④ 제가 “시작” 하면 부시고, “그만” 하면 멈추세요.
 - ⑤ 멈추고 난 뒤에는 정상적으로 숨을 쉬면서 편안하게 누워 계세요.

4) 검사순서^{2,6,7}

- (1) 1 분 동안 기준값을 기록한다.
- (2) 마우스피스 끝을 손이 닿지 않게 벗긴다.
- (3) 마우스피스를 발살바기구의 줄에 부착한다.
- (4) 40 mmHg (50을 넘지 않고 최소 30 mmHg 이상)로 15초 동안 유지할 수 있게 마우스피스를 분다(검사자는 시작과 끝을 기록).
- (5) 부는 것을 멈추고 1분 동안 기록한다.
- (6) 3분간 휴식을 취하도록 한다.
- (7) 두 번 비슷한 심박동과 혈압 변화가 나올 때까지 반복한다.
- (8) 발살바수기 직후 최대 심박수와 최소 심박수의 비율을 구한다.

5) 판독

- (1) 부교감신경계 평가: 발살바비(후기 2상에서의 최대 심

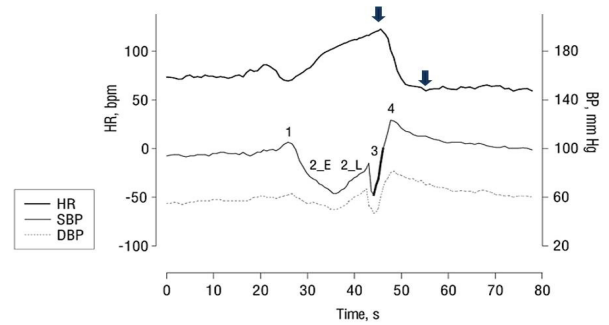


Figure 3. Valsalva maneuver. 1: phase 1, 2_E: early phase 2, 2_L: late phase 2, 3: phase 3, 4: phase 4.

박수/4상에서의 최소심박수)

- (2) 교감신경계 평가(심혈관계 아드레날린성 평가)

① 후기 2상과 4상 있는지 확인

② 3상 이후에 혈압이 기준선까지 회복되는 데 걸리는 시간을 비교(혈압회복시간) (Fig. 3)

6) 검사과정의 주의점⁷

- (1) 환자가 수기 사이에 조용하고 편안하게 쉬는 것이 중요하다. 대화와 웃음, 특히 부는 것을 중단할 때 기침이 나지 않도록 해야 한다.
- (2) 심박수 반응이 근육간섭(interference)에 의해 사라지는 경우: 심전도 전극이 잘 붙어 있는지 확인해야 하고 필요하다면 붙인 위치를 변경한다. 만약 문제가 계속 발생하는 경우, 검사자가 환자의 마우스피스를 잡고 있도록 한다.
- (3) Flat-top response를 보이는 환자의 경우: 심장박동수 비율뿐 아니라 심장혈압반응의 특정 시기를 증폭시키기 위해 기립경사테이블을 20도 정도 일으켜(즉 머리를 20도 정도 올리고) 수기를 반복적으로 시행한다.
- (4) 전실신 혹은 실신이 발생했을 때: 검사자는 즉시 검사를 멈추고 기립경사테이블을 눕힌다.
- (5) 40 mmHg의 압력으로 불지 못하는 환자의 경우: 최소 30 mmHg의 압력으로 불도록 시도한다.
- (6) 명확한 wave가 나오지 않을 때: 마우스피스를 20초 동안 불기를 시켜볼 수 있다.

7. 기립경사검사(head-up tilt test)

1) 준비물

- (1) 비침습적박동간혈압감시기(non-invasive beat-to-beat blood pressure monitoring, Finometer®, Finapres®)
- (2) 수동식 수은/전자 혈압계
- (3) 기립경사테이블
- (4) 심전도감시기

2) 검사의 의의

- (1) 기립경사검사는 테이블에 누워서 수동적으로 섰을 때 혈압과 심전도의 변화를 측정하는 검사다.
- (2) 기립못견딤증, 실신 등을 평가하기 위해 이용한다.
- (3) 박동간혈압감시기가 없을 때는 수동혈압기를 사용할 수 있다.

3) 적응증⁸

- (1) 반복적인 실신
- (2) 반복적인 전실신 증상
- (3) 잘 설명되지 않는 어지럼 또는 반복적인 넘어짐
- (4) 일차성 또는 이차성 자율신경기능부전

4) 금기

- (1) 통증으로 인해 오랫동안 서있을 수 없을 때
- (2) 관상동맥, 경동맥, 뇌혈관, 좌심실의 유출통로 등의 심한 협착, 대동맥협착, 승모판협착
- (3) 최근 6개월 이내의 심근경색 또는 뇌졸중, 일과성허혈 발작

5) 사전교육

- (1) 5분 동안 조용한 상태에서 누운 채로 당신의 혈압을 측정할 것입니다. 그리고 난 뒤에 5분 동안 테이블을 세워서 혈압을 기록할 것입니다. (기립빈맥증후군은 10분 동안)
- (2) 기립 시에 지속적으로 혈압과 심박동을 기록하는데, 혹시 어지럽거나 다른 불편감이 있으면 침대를 다시

눕힐 수 있게 이야기해 주세요.

- (3) (Norepinephrine 측정 시) 보다 정확한 검사를 위해서 누워 있을 때와 기립 후 5분 뒤에 각각 한 번씩 혈액을 채취할 것입니다.

실신의 평가를 위해서는 더 오랜 기간 동안의 기립 시간과 약물유발검사를 동시에 시행할 수 있으나 본 검사지침에서는 실신평가검사는 생략하였음.

6) 검사순서²

검사는 박동간혈압감시기를 통한 기립경사검사로 진행하며, 박동간혈압감시기가 없는 경우에는 수동 혈압기로 측정할 수 있다.

- (1) 기립경사검사는 자율신경 검사의 마지막 순서로 시행한다.
- (2) 기준값은 천정을 보고 누운 상태에서 다른 자율신경 검사를 함께 시행하는 경우에는 5분, 기립경사검사만 시행하는 경우에는 10-20분 동안 지속적으로 기록한다.
- (3) 기립 시 혈압을 측정할 때 상지를 심장과 같은 높이로 유지하기 위해 기립장치에 팔걸이를 설치한다, 최근의 실시간혈압감시기는 팔의 높이에 따른 보정장치가 있어 팔의 높이를 유지하지 않아도 된다.
- (4) 환자는 발을 어깨너비만큼 벌려 테이블의 발판에 올려놓는다.
- (5) 비침습적 박동간혈압감시기를 장착한 팔은 손등을 위로 하고 팔걸이에 편안하게 놓는다. 만약 외전이 동맥 파형을 낮춘다면 심장보다 1-2인치 낮게 팔을 유지하는 것이 필요할 수도 있다.
- (6) 안전띠는 환자의 상부 허벅지와 무릎 주변으로 고정한다.
- (7) 기준값은 5분 동안 테이블을 높혀 놓고 측정해야 한다. 박동간혈압감시기와 함께 누운 상태에서 수동혈압기로 1분째와 4분째에 혈압을 측정한다. 두 번의 수동 혈압측정은 6-8 mmHg 이내의 차이가 나와야 하고 가능하다면 박동간혈압감시기는 수동 혈압측정치와 10 mmHg 이내의 차이가 나와야 한다.
- (8) 한 번의 부드러운 연속 동작으로 환자를 70°까지 기립시킨다(기립경사 각도는 60-80° 사이에서는 비슷한 결

- 과를 보인다).
- (9) 혈압은 1분, 3분, 5분에 측정한다. 만약 환자가 증상을 호소하는 경우, 기립 시에 혈압 저하가 20/10 mmHg 이상이거나 혈압이 과도하게 상승하는 경우 혈압을 더 자주 측정한다.
 - (10) 5분(혹은 10분)후에 테이블을 제자리로 눕힌다.
 - (11) 환자가 30초 이상 쉰 후에 누운 상태에서 혈압을 반복적으로 측정한다. 안정적으로 혈압이 측정되면(표준 3분) 모든 전극과 고정장치를 분리하고 환자를 테이블에서 일어나도록 도와준다.
 - (12) 수동 혈압기로 측정
 - ① 처음 바로 누운 상태에서 측정
 - ② 4분 뒤에 측정
 - ③ 기립 후 1, 3, 5분에 측정

- ④ 다시 테이블을 눕히고 나서 1분 뒤에 측정
- ⑤ 환자의 상태에 따라 필요하다면 30초 간격으로 측정(기립 시에 혈압 저하가 20/10 mmHg 이상이거나 혈압이 과도하게 상승하는 경우)

7) 판독²

- (1) 기립저혈압: 기립 시 3분 이내에 수축기 혈압 20 mmHg 혹은 이완기 혈압 10 mmHg 이상 감소하는 경우(일차 자율신경부전의 진단 시에는 수축기 혈압 30 mmHg 혹은 이완기 혈압 15 mmHg 이상 감소)
- (2) 기립빈맥증후군: 기립 후 10분 이내에 혈압의 감소는 없으면서 심장박동이 30회/분 이상 증가하는 경우(16세 이하 소아에서는 40회/분 이상 증가) (Fig. 4)

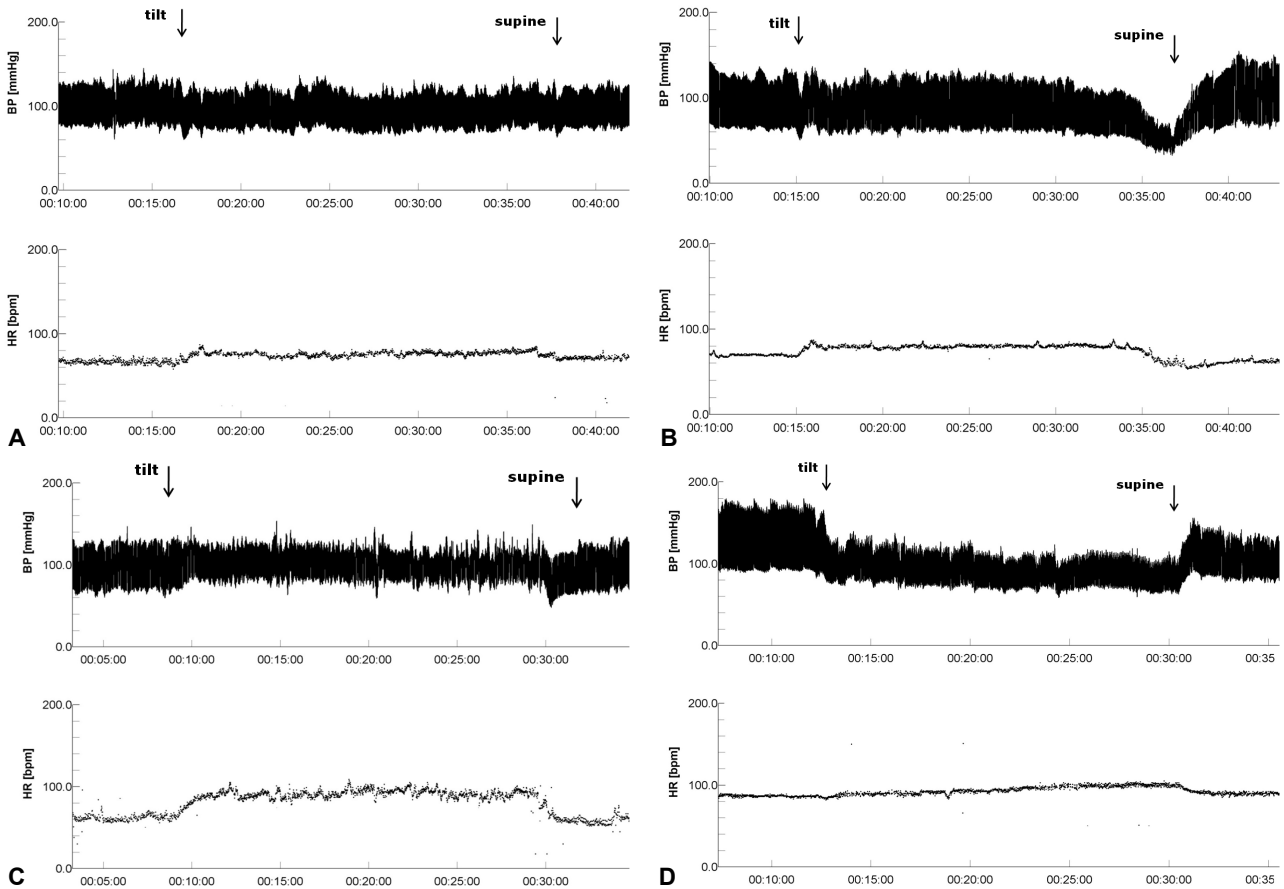


Figure 4. Responses to Head-up tilt testing. (A) Normal response. (B) Neurally mediated syncope. (C) Postural tachycardia syndrome. (D) Orthostatic hypotension.

8) 유의할 점

- (1) 검사 중에는 비침습적 박동간혈압감시기 기록이 정확하게 되고 있는지 확인한다.
- (2) 심박동 기록이 정확하게 되고 있는지 확인한다.
- (3) 모든 검사자는 혈압뿐만 아니라 심전도도 주의 깊게 모니터링해야 한다.
- (4) 크게 혈압이 떨어진 모든 환자들은 전실신이나 실신이 있거나 심각하게 심전도가 변하는 경우를 제외하고는 최소한 1분 이상 기립자세를 유지해야 한다. 만약 증상이 없거나 약간의 증상만 동반하고 혈압이 크게 떨어진다면(80/60 mmHg 이하) 회복과정이나 지속적인 하락을 관찰하기 위해 5분 동안 기립자세를 유지하는 것이 바람직하다.
- (5) 기립경사검사는 실신이나 무박동(asystole) 등 위험한 상태가 발생했을 때 재빨리 앙와위로 되돌려야 하며 이 때, 생체징후를 안정되게 유지할 수 있어야 한다.
- (6) 박동간혈압감시기와 수동혈압기로 측정한 혈압은 비슷한 정도여야 한다. 신경성 기립저혈압환자가 일어 서면 심박출량이 감소하기 때문에 동맥성 파형이 감소한다. 혈관수축이 강력하면 수동 혈압은 상대적으로 정상이지만 유사하게 동맥성 파형이 감소된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 손을 따뜻하게 유지해 말초혈관을 이완시킨다. 이를 위해 가열패드를 사용할 수 있다.

8. 교감피부반응검사(sympathetic skin response, SSR)

1) 준비물

- (1) 전극(신경전도검사에 사용하는 전극)
- (2) 근전도 기계

2) 검사의 의의

전기 자극, 시끄러운 소리 등 각성을 유발하는 자극을 주어 미세한 땀 분비를 유발하고 이에 따른 피부 전위의 변화를 측정하여 교감신경 땀분비반응을 측정한다.

3) 사전준비

- (1) 전극(electrode)
 - ① 상지
 - 가) 활동전극: 두 번째 지간에서 2-3 cm 윗쪽의 손바닥
 - 나) 참고전극: 세 번째 손가락 끝마디 뼈 혹은 활동전극과 비슷한 위치의 손
 - ② 하지
 - 가) 활동전극: 첫 번째 지간에서 3-4 cm 윗쪽의 발바닥
 - 나) 참고전극: 두 번째 발가락 끝마디 뼈 혹은 활동전극과 비슷한 위치의 발등
- (2) 접지전극: 자극기보다 근위부의 상지에 위치
- (3) 근전도 기계설정
 - ① Gain: 100-500 uV
 - ② Sweep speed: 0.5-1 sec
 - ③ Filter: low frequency 0.1-0.5 Hz, high frequency 500-1,000 Hz
 - ④ Stimulation duration: 0.1-0.2 ms

4) 검사 방법^{5,9,10,11}

- (1) 피부 표면을 깨끗이 닦고 전극용 젤을 바른 뒤 기록전극을 손바닥 혹은 발바닥에 부착하고 기준 전극은 각각 손등과 발등에 부착한다.
- (2) 피부 온도는 32-36°C 정도를 유지하도록 한다.
- (3) 자극
 - ① 전기자극
 - 가) 상지는 팔꿈치 혹은 손목에서 피검자가 눈을 깜빡거리거나 움츠림이 있을 정도의 충분한 강도(10-30 mA)로 정중신경을 자극한다.
 - 나) 하지는 발목에서 후경골신경을 상지와 비슷한 강도로 자극한다.
 - ② 자기자극(magnetic stimulation)
 - 두부나 경부에 자기장 자극을 가한다.
 - ③ 기타자극
 - 갑작스런 소리, 숨참기 등의 자극을 위의 자극과 동시에 시행하면 반응이 훨씬 커진다.

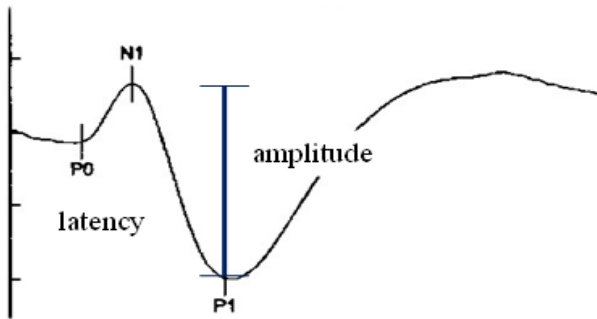


Figure 5. Sympathetic skin response. Latency: initial time to P0, Amplitude: N1-P1.

- ④ 규칙적으로 자극을 주게 되면 환자가 습관화되어 자극에 대한 각성효과가 떨어지므로 환자가 깨어 있는 상태에서 불규칙하게 약 1분 간격(최소 30초 이상)으로 불규칙적인 자극을 4회 반복한다.

5) 측정 방법

- (1) 잠복기는 처음 상승하는 시점으로 하고 진폭은 최고 점과 최저점의 차이로 한다.
- (2) 4회 측정값의 평균을 구한다.

6) 판독⁹

잠복기와 진폭의 정상범위를 적용하는 것은 논란이 있으며 주로 반응이 전혀 없을 때만 이상이 있는 것으로 판단한다 (Fig. 5).

7) 주의사항¹¹

- (1) 기침을 시키거나 커다란 소리를 갑자기 들려주는 것도 자극이 되나 피부에 전기 자극을 주는 것이 가장

큰 반응을 얻을 수 있다.

- (2) 비교적 잠시는 일정하게 측정되지만 진폭은 검사 때마다 변화하므로 이를 비정상의 지표로 삼기 곤란하다.
- (3) 반복 자극에도 SSR이 전혀 유발되지 않으면 비정상적으로 진단할 수 있다.
- (4) SSR은 검사 방법이 간단하지만 국소 피부 상태에 따라 결과가 달라지므로 티눈이나 굳은 살이 있는 부위는 피해야 하며 연령이 증가하면서 정상인에서도 유발되지 않을 수 있으므로 해석에 주의해야 한다.

REFERENCES

1. Assessment: Clinical autonomic testing report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 1996;46:873-880.
2. Low PA, Benarroch EE. *Clinical autonomic disorders*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2008;130-163.
3. Low PA. Testing the autonomic nervous system. *Sem Neurol* 2003;23:407-421.
4. Novak P. Quantitative autonomic testing. *Journal of visualized experiments. J Vis Exp* 2011;19:53.
5. Ravits JM. AAEM minimonograph #48: autonomic nervous system testing. *Muscle Nerve* 1997;20:919-937.
6. Nishimura RA, Tajik AJ. The Valsalva maneuver and response revisited. *Mayo Clin Proc* 1986;61:211-217.
7. Singer W, OpferGehrking TL, McPhee BR, Hilz MJ, Low PA. Influence of posture on the Valsalva manoeuvre. *Clin Sci (Lond)* 2001;100:433-440.
8. Lamarre-Cliche M, Cusson J. The fainting patient: value of the head-upright tilt-table test in adult patients with orthostatic intolerance. *CMAJ* 2001;164:372-376.
9. Vetrugno R, Liguori R, Cortelli P, Montagna P. Sympathetic skin response: basic mechanisms and clinical applications. *Clin Auton Res* 2003;13:256-270.
10. Gutrecht JA. Sympathetic skin response. *J Clin Neurophysiol* 1994;11:519-524.
11. Levin KH, Luders H. *Comprehensive clinical neurophysiology*. Philadelphia: W.B. Saunders 2000.