

맥파전달속도

Pulse Wave Velocity

가톨릭의대 • 백상홍

우리나라도 고령화 사회로 진입함에 따라 혈관노화와 순환기계 관련질환이 증가하고 있다. 이에 따라 동맥경직도의 관련된 정보의 올바른 이해가 필요하며, 새로운 의료기기의 개발과 발전으로 이를 이용하는 여러가지 검사법과 임상응용에 관한 새로운 지식들이 선을 보이고 있다.

최근 혈관노화와 동맥경화에 의한 혈관경직의 진단과 치료효과 판정에 임상들의 관심이 증가하고 있다. 현재 혈관경직도를 측정하는 검사 중 맥파전도속도(pulse wave velocity: PWV) 측정기가 비교적 널리 보급되어 사용되는 비관혈적 검사법으로, 이에 본 난에서는 국내에서 상용화되어 있는 맥파전달속도 측정기체들을 비교하고 이의 임상응용에 관하여 간단히 기술하기로 한다.

9.1. 동맥경직도

동맥경직도(arterial stiffness)는 동맥의 탄력성 감소에 의한 단단한 정도 즉, 경직도를 의미하는 것이다. 동맥경직도를 결정하는 가장 주요한 인자는 연령으로, 나이가 들어 노화가 유발되면 동맥벽 조직에 변화가 발생하여서 탄성이 감소하고 경직도가 증가하게 된다. 혈압이 증가하여도 동맥경직도가 증가하며, 이외 다른 질병, 특히 만성심부전, 당뇨, 고지혈증 등의 질병이나 흡연, 비만 등에 의해서도 증가한다.

동맥경직도 측정은 임상적으로 많은 유용성을 가지고 있으나, 아직까지는 동맥경직도의 정도가 어떠한 질병을 진단하는 방법이거나 치료의 대상은 아니다. 동맥경직도 증가는 단지 동맥에 동맥경화의 진행 정도를 의미하는 것이다. 그리고 동맥경직도의 완화가 심혈관 질환의 발병 및 사망률을 개선시킨다는 연구결과가 아직 충분하지 않으므로, 동맥경직도가 치료의 대상은 아니다. 그러나 제한된 범위 이내에서는 동맥경직도의 측정은 유용한 surrogate marker가 되고 있다. 첫째, 심혈관 질환의 발생 위험도를 예측할 수 있다. 동맥경직도가 증가한 환자는 향후 심혈관 질환의 발생 고위험군으로, 이들 환자에서는 개선 가능한 심혈관 질환 위험인자를 조절한다(그림1). 둘째로, 심혈관 질환 유발인자를 지닌 환자에서 치료 효과를 판단하는 데 도움이 된다. 고혈압 환자에서 강압제 투여는 혈압강하에 의하여 심혈관 질환의 발생률이나 사망률을 감소시킨다. 그러나 심혈관 질환

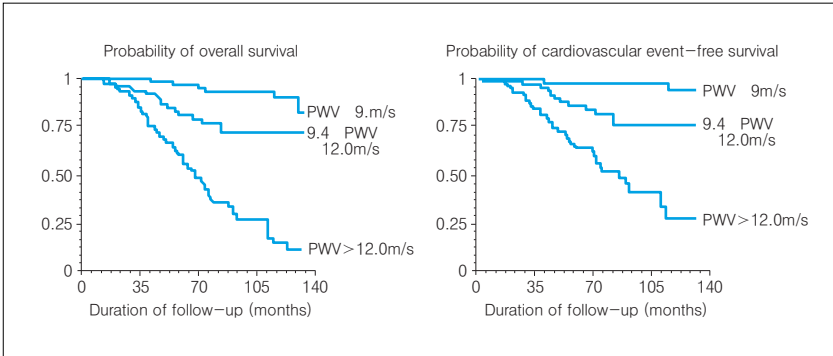


그림 1. 맥파전도속도(Pulse wave velocity) 정도와 전반적인 생존율 및 심혈관 사고발생 제외율과의 관계.

의 발생을 관찰하는 연구는 많은 시간과 비용이 필요하므로, 강압제가 심혈관 질환의 발생을 감소시키는 효과에 대한 임상 연구에서는 동맥경직도를 surrogate marker로 하여 강압제들의 차이를 비교하는 연구에 이용한다. 또한 아직까지 혈압강하제가 동맥경직도를 호전시켜서 심혈관 질환의 발생을 감소시키는지 비교한 임상 연구결과는 없다. 셋째로 심혈관 질환의 발생 또는 사망률이 증가하는 기전을 연구하는 데 가능성 있는 surrogate marker로 사용될 수 있다.

9.2. 맥파전도속도(Pulse wave velocity: PWV)

심혈관계 질환의 예후인자인 혈압에 대한 연구는 수축기 혈압 또는 이완기 혈압이 주로 대상이 되었다. 그러나 혈압은 두 가지 요소로 구성되는데, 안정된 요소인 평균 혈압(mean blood pressure)과 파형 요소인 맥압(pulse pressure)이다. 평균 혈압은 심박출과 혈관 저항으로 구성되며,

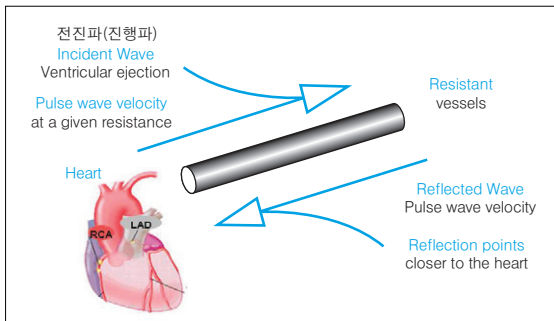


그림2. 맥압(pulse pressure) 구성인자: 맥압은 전진파(incident waves, 진행파)와 반사파(reflected pressure waves)의 총합이다.

수축기 혈압과 이완기 혈압의 차이인 맥압은 좌심실 구축, 혈관 경직(arterial stiffness or pulse wave velocity: PWV), 반사파(wave reflections, or augmentation index: AI)로 구성된다.

좌심실 구축은 두 가지 요소로 설명하는데, 첫 번째 요소는 심실 내압의 증가로, 주로 이완기에 발생한다. 두 번째 요소는 흉부 대동맥의 시점에서 시작하여 혈관 가지까지 주어진 속도로 전달되는 shock wave이다. 맥파전도속도는 비교적 높아서 대개 생리적으로 5~7m/sec로 전달된다. 이와 같이 전달된 맥파는 동맥벽의 말단부위에서 다시 반사되어 심장으로 되돌아온다. 이와 같이 혈압파는 심장에서 발생하는 진행하는 전진파(또는 진행파)와 동맥 말단부위에서 심장으로 되돌아오는 반사파로 구성된다(그림 2).

PWV는 나이에 따라 변화하며, 젊은 사람에서는 동맥이 탄력적이므로 PWV는 비교적 낮으며, 반사 압파는 이완기에 발생하여 관상동맥에 관류를 증가시킨다. 노인에서는 흉부 대동맥이 경직되었고 PWV가 높으므로, 반사 압파가 조기에 돌아와 수축기에 발생하여 관상동맥 관류가 감소하며, 수축기 혈압을 추가하며, 이를 augmentation index (AI)라고 한다. 반사파는 이완기에 소실되고 이완기 decay의 가파른 경사를 유발시켜 결과적으로 이완기 혈압이 감소한다(그림3). 수축기 혈압의 추가적인 증가는 심비대 및 심부전을 유발하며, 이완기 혈압의 감소는 허혈성 심질환을 유발한다.

이와 같이 AI 및 PWV는 심혈관계 위험을 예견할 수 있으며, 이는 맥압과 비

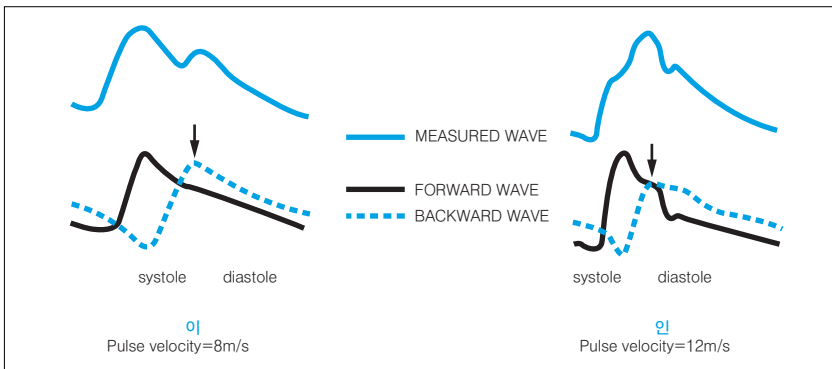


그림 3. 압파(pressure wave)는 전진파(incident waves)와 반사파(reflected pressure waves)로 구성된다.

슷한 예견치를 지닌다. 평균 혈압, 수축기 및 이완기 혈압 및 맥압이 모두 심혈관 위험을 예견할 수 있으나, 맥압은 전통적으로 비교적 낮은 예견치를 지니지만 독립적인 위험인자이다. 평균 혈압은 심장, 신장 및 뇌의 합병증에 영향을 미치는 강한 심혈관 위험인자이다. 반면에 맥압은 평균 혈압 정도의 강력한 위험 예견인은 아니지만, 심근경색증 등의 심장 질환에 대한 독립적인 위험인자이다.

수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥압 등의 심혈관 질환 위험인자의 정도를 나이에 따라 비교하면, 50세 미만의 환자에서는 이완기 혈압이 강력한 위험인자이지만, 50~59세에서는 이완기 혈압과 맥압이 수축기 혈압에 비하여 상대적으로 중요하다. 60세 이상의 고령에서는 맥압이 위험인자로서 예견된다. 이와 같이 연령에 상관없이 이완기 혈압은 중요하며 대개 맥압이나 AI가 영향을 미친다. 그리고 맥압은 정상 혈압 보유자뿐 아니라, 혈압 치료를 받고 있는 경우에 심혈관 위험 인자로 매우 중요하다. 예를 들면 정상 혈압을 지닌 비교적 낮은 심혈관 위험을 지닌 남자를 대상으로 한 연구에서 넓은 맥압은 심혈관 위험인자 특히 관상동맥관 관련 사망률에 독립적인 위험인자이다. 뿐만 아니라 맥압은 성공적으로 치료를 받고 있는 고혈압 환자 중 특히, 당뇨, 만성 신부전 및 다발성의 동맥경화 등이 동반된 환자에서 주요 위험인자로 간주된다. 이와 같이 PWV나 AI는 심혈관 위험에 주요 정보를 제공한다.

특히 2007년 유럽심장학회/유럽고혈압학회에서 제시한 고혈압 치료 지침서에서, 고혈압에 의한 Subclinical organ damage 범주는

- 심전도상 좌심실비대(Sokolow-Lyon ≥ 38 mm; Cornell $\geq 2,440$ mm \times ms) 또는,
- 심초음파검사상 좌심실비대(LVMI: 남 125g/m², 여 110g/m²)
- 경동맥벽 비후(IMT > 0.9mm) 또는 동맥경화반
- 경대퇴동맥 맥파전도속도(Carotid-femoral PWV) > 12m/s
- Ankle/brachial BP index(ABI) < 0.9
- 혈장 creatinine 약간 상승: 남 1.3-1.5mg/dL; 여 1.2-1.4mg/dL,
- Estimated GFR 저하(< 60mL/min/1.73m²) 또는 creatinine clearance 저하 (60mL/min)
- Microalbuminuria 30-300mg/24h 또는 albumin-creatinine ratio: 22 (남); 31 (여) mg/g creatinine

으로 소개하면서, 특히 중심 맥파전도속도(Carotid-femoral PWV)가 12m/s 이상인 경우 주요 장기손상 가능성을 부각하였다.

9.3. 맥파전도속도 측정

동맥경직도를 측정하는 방법은 여러 가지가 있다. 크게 구분하면, 첫째, 경동맥, 대동맥 등의 국소동맥 부위에서 측정하는 방법, 둘째, 경동맥에서 대퇴동맥까지, 경동맥에서 요골동맥까지의 구간에서 구간별 동맥경직도를 측정하는 방법, 셋째, 전신동맥 경직도를 측정하는 방법, 넷째, 동맥파형의 분석 등이 있다.

이들 중 구간에서 동맥경직도를 측정하는 방법인 PWV를 측정하는 방법이 가장 많이 연구되었다. PWV는 심혈관 질환의 발생 및 사망률과 밀접한 연관성을 보이고 있으며, 비침습적인 기계를 이용하면 간편하게 측정할 수 있다. PWV 측정법으로는 tonometry를 이용하여 맥파를 분석하는 방법, 도플러 초음파를 이용하여 혈류파를 분석하는 방법, photoplathysmography를

표 1. PWV 측정방법

<p>Tonometry: Pressure wave detection</p> <p>Good sensitivity and time resolution.</p> <p>Very sensitive to arterial movement.</p> <p>Superficial arteries only.</p>
<p>Doppler Ultrasound: Flow wave detection</p> <p>Widely used.</p> <p>Ability to detect deeper vessels.</p>
<p>Photoplethysmography (PPG): Diameter wave detection</p> <p>High sensitivity and time resolution.</p> <p>Very easy to use.</p> <p>Superficial arteries only.</p>

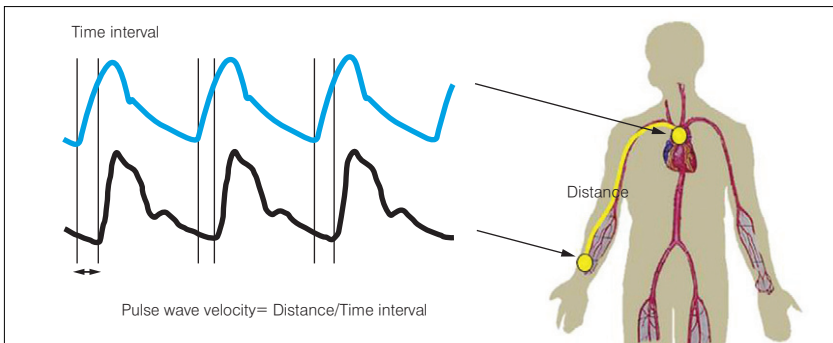


그림 4. 맥파전도속도=두 지점 간의 거리/시간차.

이용하여 동맥직경파를 분석하는 방법 등이다(표1, 그림 4).

심장 수축시 대동맥에 압력파가 발생하며, 이 압력파는 대동맥을 따라서 말초 동맥으로 전달된다. 말초동맥에 도달하는 압력파는 심장에서 말초동맥까지의 거리에 따라서 도달시간에 차이가 있어 이 압력파가 전달되어 온 거리를 도달시간의 차이로 나눈 것으로 표시하는 방법이 PWV이다. 쉽게 표현하면 서울에서 대전까지 자동차로 100km의 거리를 한 시간에 도달하면 시속 100km (100km/hour)이다. 근위부에서 말초부위까지 0.8m의 거리를 맥파가 도달하는데 약 0.25초가 걸렸다고 하면 맥파속도는 3.2m/sec가 된다. 앞에서 기술하였듯이 동맥경화가 진행되면 동맥의 탄성도가 감소하고 경직도가 증가하여 혈류 및 맥파전도속도가 빨라지는 데서 착안한 방법으로 간단하게 측정할 수 있다는 장점이 있다.

비침습적으로 맥파(pulse wave)를 측정하는 방법은 압력파의 기록이 가능한 센서(pressure

참고. PWV에 영향을 미치는 요소들

- 나이
- 혈압
- 성별
- 맥박수
- 염분섭취
- 유전적 요인
- 기타: 호흡, 혈류
- 인종적 요소

sensitive sensor, tonometry sensor, oscillometry sensor)로 맥파의 기록이 용이한 경동맥-대퇴부동맥(carotid-femoral artery), 경동맥-요골동맥(carotid-radial artery), 대퇴부동맥-족부동맥(femoral-tibial artery)의 구간에서 측정하거나 대동맥판막-대퇴부동맥(heart-femoral)에서 측정하기도 한다(그림 5). 초음파를 사용하는 경우에는 쇄골하동맥-복부동맥(suvclavian artery-

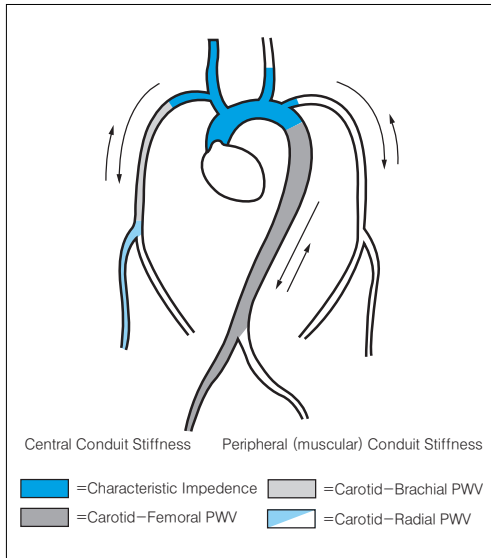


그림 5. 동맥의 국소적 분석.

abdominal artery), 대동맥궁-복부동맥(aortic arch-abdominal aorta), 대퇴부동맥 사이에서 측정한다.

맥파가 전이되는 시간차는 foot-to-foot 방법에 의하여 구해진다. 압력센서를 이용하는 경우 근위부와 원위부에서 기록된 맥파(pulse wave)에서 파형이 수축기에 상승하기 시작하는 지점 간의 시간차를 측정한다. 파형이 수축기에 상승하기 시작하는 지점은 각각의 장비마다 정하는 방법에 차이가 있지만, 일반적으로는 맥파에서 가장 낮은 부위에 그려진 수평접선과 상승하는 파형의 가장 높은 기울기에 그려진 접선이 서로 교차하는 지점 간의 시간차를 구한다(intersecting tangent method).

다른 방법은 기록된 파형을 2차 미분하여 최고값을 보이는 지점 간의 시간차를 구하는 방법도 있다(maximum second derivative method). 초음파를 이용하는 방법은 기록된 파형에서 상승하는 부위와 기저선이 접하는 지점 간의 시간차를 구한다. 맥파가 기록되는 두 지점의 거리는 줄자로 측정하거나 환자의 키에서 공식에 의하여 계산하는 방법 등이 사용되고 있다.

맥파가 전달되는 거리의 측정은 PWV 측정의 문제점으로 지적되고 있다. 맥파가 기록되는 지점이 일직선상에 있지 않으며, 몸의 비만도와 굴곡에 따라서 차이가 있고, 동맥경화가 많이 진행되거나 선천적으로 대동맥의 굴곡이 심한 환자에서 빠른 혈류속도에도 불구하고 맥파가 진행되는 실제 거리가 길어서 PWV가 낮게 측정되기도 한다. 또한 경동맥-대퇴동맥 맥파속도(carotid-femoral PWV)를 측정할 때의 거리는 대동맥궁에서 경동맥까지 맥파가 전파되는 시간에 의한 차이가 발생하므로, 대동맥궁에서 대퇴동맥까지의 거리에서 대동맥궁에서 경동맥까지의 거리를 빼야 한다. 그러나 일부 연구에서는 경동맥-대퇴동맥까지의 거리를 그대로 사용하거나 흉골상절흔에서 대동맥까지의 거리를 사용하여 계산하기도 한다. 일반적으로 맥파속도는 다음의 공식으로 계산한다.

$$\text{PWV (m/sec)} = \text{두 지점 간의 거리} / \text{시간차(그림3)}$$

경동맥-대퇴동맥 맥파속도(carotid-femoral PWV)가 가장 오래된 방법으

로 가장 많은 연구가 되어 왔으나, 경동맥과 대퇴동맥에 센서를 일정한 압력으로 부착하여 깨끗한 파형을 기록하는 것이 어렵다. 따라서 최근에는 혈압 cuff에 부착된 oscillometric sensor로 맥파를 기록하여 PWV를 측정하는 방법이 사용되고 있다(brachial-ankle PWV: baPWV). 그러나 이 방법은 혈압 cuff를 상완(brachial artery)과 족부(tibial artery)에 부착하기 때문에 측정된 맥파속도에 상완동맥(brachial artery), 대동맥(aorta), 대퇴동맥(femoral artery), 그리고 경골동맥(tibial artery)의 4가지 서로 다른 동맥의 특성이 혼합된 맥파속도가 측정되므로 경동맥-대퇴동맥 맥파속도(carotid-femoral PWV)에 비하여 임상적인 의의는 미지수이며, 또한 결과의 판독에 주의가 필요하다.

또한 대동맥과 회장동맥은 탄성동맥(elastic artery)이나 상완동맥, 대퇴동맥, 경골동맥은 근육형 동맥(muscular artery)으로 서로 다른 동맥의 성질에서 측정된 PWV를 그대로 동맥경직도의 생리적 연구에 사용하는 데는 문제점이 있다. 또한 혈압 cuff가 맥파를 기록하기 전에 혈압을 측정하기 때문에 동맥의 탄성도에 영향을 미칠 가능성에 대한 연구가 필요한 상태이다. 그러나 baPWV는 최근 소규모 연구에서 심혈관 질환의 위험 예측에 유용함이 보고되고 있어 일본을 중심으로 많이 이용되고 있다.

9.4. PWV 측정기기

PWV 측정기기로는 우선 국산인 PP-1000(한별메디텍사)과 일본산인 CardioVascular Profiling System(VP-1000/2000; Omron사), Vascular Screening System인 CAVI (Cardio Ankle Vascular Index; Fukuda-Denshi사) 등이 있다. 그림 6은 PP-1000(한별메디텍사)으로 중심 PWV와 말초 PWV 측정이 가능하고, 그림 7의 form PWV/ABI (Omron사)는 모델 VP1000은 ha (heart-carotid) PWV, baPWV 등 말초동맥 PWV, 그리고 ABI를 측정하지만, 모델 VP2000은 추가로 중심동맥 PWV인 carotid-femoral PWV 측정이 가능하며, 그림8은 VaSera VS-1000 (Fukuda-Denshi사)결과치이다. 이들 기기의 특성을 비교한 것이 표 2이다.

표 2. 전자동 맥파전달속도 측정장치의 비교

	form PWV/ABI (Colin사)	VaSera VS-1000 (Fukuda-Denshi사)	PP-1000 (한별메디텍사)
측정 순서와 측정 시간	1. 사지 동시 가압에 의한 혈 압 측정 2. PWV 계측을 위한 맥파 수 집시간: 약 10초간	1. 우측 상하지의 혈압측정 2. 좌측 상하지의 혈압측정 3. PWV 계측을 위한 맥파 수 집시간: 약 5초간	1. 여섯 가지 신호 측정 -ECG, PCG -압력센서를 네 군데 동맥 부위에 straping (Carotid, Radial, Femoral, Dorsalis pedis) 2. PWV 계측을 위한 맥파 수 집시간: 약 10초간
혈압측정법	통상 자동 승압 모드로 승압 중에 맥을 인식하면서 최적의 승압치 (수축기 혈압 + 약 50mmHg)를 측정한다. 맥이 인식되지 않을 경우에는 초기 설정압의 180mmHg+ 15mmHg까지 승압한다. • 하지의 승압 상한을 변경한 경우에도 상지는 상지의 혈압 에 따라 결정 • 발목 커프는 더블 커프 사 용(동맥의 진동과 혈류음 둘 다 인식)	승압의 초기 설정은 하지 200mmHg로 되어 있으며 가 압이 부족하다고 판단되는 경 우에는 자동적으로 승압한다. 상지는 하지혈압 -20mmHg 까지 승압 입력 가능한 승압 상 한 은 100mmHg~300 mmHg • 발목 커프는 싱글 커프(동 맥의 진동에서 혈압측정)	자체 혈압계는 장착되어 있 지 않으므로, 일반 혈압계 이 용하여 혈압측정 후 PWV 측 정 전에 입력
맥파 측정법과 측 정시의 보유압	용 적 맥 파 (초 기 설 정 은 55mmHg±1mmHg로, 확장 기압이 60mmHg 이하의 경 우에는 그에 따라서 자동적으 로 낮춤)	용 적 맥 파 (초 기 설 정 은 50mmHg, 30mmHg의 설정 도 가능하나, 맥파의 notch가 명료하게 나오지 않는 경우가 있음)	입력맥파(Pressure wave) 동맥벽을 따라 전달되는 진 행파와 반사파의 조합을 압 력센서를 이용하여 측정하 며, 커프식이 아니므로 보유 압은 없음
ABI수치 계산 기 준	우완, 좌완의 혈압 중 높은 쪽 ACC/AHA Guidelines for the Management of Patients with peripheral arterial disease (2005년판) 의거	우완, 좌완의 최고혈압치가 10mmHg 이하인 경우: 양완 혈압의 평균치/ 우완, 좌완의 최고혈압치가 10mmHg 이상인 경우: 양완	PWV를 측정하기 전에 일반 혈압계를 이용하여 상완과 발목의 혈압을 측정하여 입 력

표 2. 계속

	form PWV/ABI (Colin사)	VaSera VS-1000 (Fukuda-Denshi사)	PP-1000 (한별메디텍사)
의 혈압 중 높은 쪽			
맥파 전달 시간의 계산	우완맥파의 상승점과 발목 맥파의 상승점의 차 tba 우완에 협착이 있다고 장치가 인식한 경우(혈압의 좌우 수차에서 수축기 혈압 16mmHg 이상, 확장기 혈압 5mmHg 이상 우완이 낮으며, 또한 맥진폭 레벨이 오른쪽에서 작음)에는 자동적으로 좌완으로 기점이 변경	II 음에서 우완의 notch까지의 시간 tb와 우완맥파의 상승점에서 발목 맥파의 상승점까지의 시간 tba의 합	-심전도의 R피크를 검출하여 각 맥파의 시작점에 대한 기준 설정 -측정된 맥파신호에 접선-교점 알고리즘을 적용하여 각 맥파의 시작점 검출 -이렇게 계산된 맥파 시작점간의 시간 차이로부터 맥파의 전이 시간을 계산
맥파 전달 거리의 계산	상완과 족수간의 거리(Lba)를 신장(키)의 1차식으로 계산	대동맥변구부에서 발목까지의 거리(Lha)를 신장 환산식으로 계산. 실측치를 입력하는 것도 가능	측정된 맥파신호에 경동맥-대퇴동맥, 대퇴동맥-족배동맥, 경동맥-요골동맥 간의 거리를 신장 환산식으로 계산(실측치를 입력하는 것도 가능)
계산된 PWV	Brachial-ankle PWV=Lba/tba	Heart-ankle PWV=Lha/(tba+tb)	Carotid-femoral PWV=L(c-f)/T(c-f) Femoral-dorsalis PWV=L(f-d)/T(f-d) Carotid-radial PWV=L(c-r)/T(c-r)
최종적인 혈관경 화지표	Brachial-ankle PWV 치	Heart-ankle PWV를 stiffness parameter β 이론에 근거하여 혈압 보정한 CAVI 치	Carotid-femoral PWV Femoral-dorsalis PWV Carotid-radial PWV
계측치의 신뢰성 을 높이기 위한 고 안	부적절한 맥파 상승점의 조건이 몇 가지 설정되어 있어, 이것을 클리어하여 적정하다고 판단된 맥파에서 나온 선을 사용. 이 1박 마다의 전달 시간의 평균치를 구하여, PWV	맥파 상승점의 적정성을 판단하는 기준은 없고, 모든 맥파에서 나온 선을 사용. 각 심박 마다의 tb, tba와 그들의 데이터에서 계산된 CAVI의 불규칙한 수치 등을 검정하	1박 마다의 전달 시간의 평균치를 구하여 PWV를 산출하며, 각 맥파마다 CV (Coefficient of variation)값을 표현하여 각 필스가 얼마나 regular하게 발생되는지 여부를

표 2. 계속

	form PWV/ABI (Colin사)	VaSera VS-1000 (Fukuda-Denshi사)	PP-1000 (한별메디텍사)
	를 산출한다. 적정하다고 판단된 맥파 상승점이 3박 이상 없으면 PWV는 산출되지 않는다.	여, 선택된 각 항목마다의 평균치를 보고	판단
그 외의 특징	사지혈압 정보, ABI, 맥파 정보에 의한 측정치의 신뢰성, 측정상의 문제점, 재측정시의 시정 포인트가 표시된다.	1박 마다의 모든 계측치를 기록, 불규칙한 수치 검정시 탈락된 수치에는 X표시가 붙어 항목마다의 평균치를 표시하고 있다. (평균치에 선택된 수치가 1개인 경우에는 X, 2개인 경우에는 △, 3개인 경우에는 O, 4개 이상인 경우에는 ○로 표기하여 데이터의 신뢰성을 나타내고 있다.	심전도의 R-peak점을 표시하여 각 파형의 시작점(up-stroke point)을 점선으로 체크하여 준다. 각 맥파마다 CV값을 표현하여 변이도가 적을수록(일정한 간격으로 펄스가 발생될수록) 0에 가까운 값이 나오게 된다. 민감한 압력센서를 사용하므로 센서가 직접 피부에 닿지 않아도 되며, 옷을 입은 상태로도 측정이 가능하다.

9.5. PWV 측정시 주의점

PWV를 측정할 때 측정하는 조건에 따라서 측정값이 차이가 있으므로 일정한 조건에서 측정해야 한다. 특히 한 환자에서 이전에 측정한 값과 비교할 때는 이전에 측정한 환경과 같은 환경에서 측정해야 한다. 즉, 조용한 환경, 검사실의 쾌적한 실내온도, 환자의 안정상태, 검사전 흡연, 커피, 알코올섭취 등을 제한해야 한다. 환자가 부정맥이 있는 경우 또한 신뢰성 있는 검사 결과를 위해서는 측정하는 검사자가 PWV의 원리를 잘 이해해야 한다.

PWV의 원리를 이해하지 못하여 기록된 맥파가 깨끗하지 못하면 맥파 간 시간 차이가 정확히 측정되지 않아 잘못된 값을 구할 수 있다. 그러므로 이 검사를 사용하는 의료진은 항상 표준화된 환경을 구성하고 검사자를 정기적으로 교육해야 한다.

각각의 기기에 다른 특성과 컴퓨터 알고리즘에 차이가 있으므로 아직 호환성은 없다. 그러므로 아직까지 어느 속도 이상을 상승된 위험한 PWV라고 하는지 통일된 기준은 없다. 최근 유럽에서 제시한 12m/sec는 우리나라에서는 사용되지 않는 Complior (Colson, France)를 사용한 연구 결과로 만들어진 기준이다. 그러므로 PWV를 측정하여 평가하는 의료진은 각각의 기기에 따른 특성을 정확히 이해하고 검사를 해야 한다.

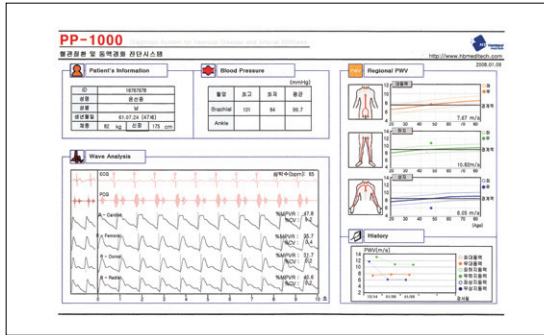


그림6. 혈압맥파검사 해석결과(PP-1000).

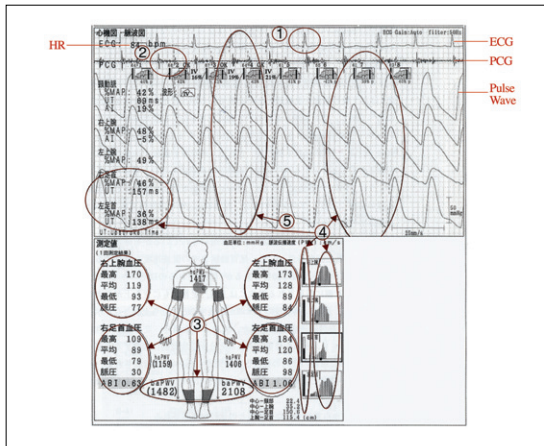


그림7. 혈압맥파검사 해석결과(VP-1000).

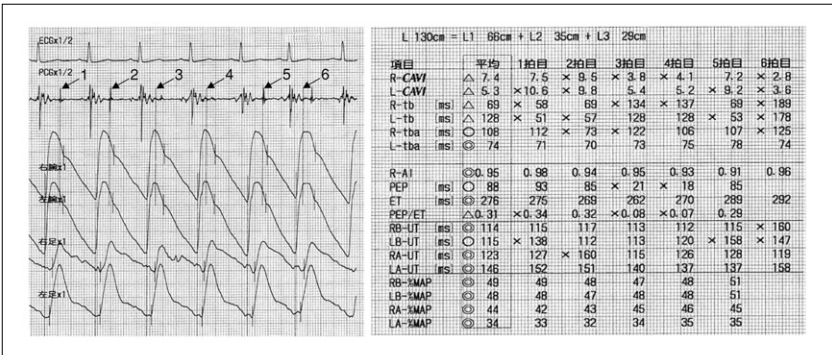


그림 8. 혈압맥파검사 해석결과(CAVI).

요약

1. 동맥경직도는 진단방법이 아니며 치료의 목표가 아니나, 심혈관 질환의 발생과 사망을 예측하는 유용한 지표이다.
2. 동맥경직도의 측정은 여러 가지 방법이 있으며, 맥파속도(Pulse wave velocity: PWV)는 적은 비용으로 간편하게 측정이 가능하고, 가장 많은 임상연구 결과가 있어 현재 가장 추천되는 방법이다.
3. 맥파속도 측정에서 가장 중요한 것은 사용하는 기기의 특성을 잘 이해하고 원리를 잘 이해하여야 정확한 측정이 가능하다. 또한 각각의 기기는 호환성이 없다.
4. 맥파속도 측정은 일정한 환경에서 측정해야 한다.

9.6. 맥파전도속도(PWV) 임상적용 예

혈압 강하제가 혈관벽에 미치는 구조적인 변화에 의하여 혈관 경직도에 영향을 미친다. 직접적인 영향은 주로 중간크기의 근육성 동맥에서 혈관 평활근이 이완된다. 간접적인 기전으로는 근육성 동맥에서 반사파를 약화시켜, 혈관 긴장도를 저하시킨다. 이와 같은 구조적인 변화는 혈관벽의 재구성에 영향을 미친다. 혈압 강하제 중 이뇨제는 PWV에 영향을 미치지 않으나, 베타 차단제, 칼슘 길항제, ACE 억제제, ARB 등은 정도의 차이는 있으나 PWV를 감소시킨다.

결론적으로 고혈압 환자에서 혈압 강하제 투여 후 단순히 혈압 측정을 이용한 치료 효과의 평가 외에, 추가적으로 PWV나 AI 등의 지수를 이용하여 혈관 경직도를 평가하는 것도 임상적 유용성이 있다.

임상 응용을 보면,

증례 1. 78세 남자 환자로 당뇨병, 심근경색증, 만성신부전에 의한 혈액투석 중인 환자이다. 우측 상완혈압은 123/57mmHg이고 하지혈압은 170mmHg 이상이고 ABI도 1.3 이상이다. 그리고 좌우 baPWV는 2,000m/sec 이상이다(그림 9A). 치료 2년 후 추적검사상 하지혈압이 50mmHg 정도 강하한 뒤 ABI는 1.3 미만으로 정상화되고 baPWV도 감소하였다(그림 9B). 이는 적정진료 후 환자의 동맥맥파 감소, 즉 동맥경직도가 감소하고 탄

성이 회복함을 시사한다.

증례 2. 63세 남자 환자로 2년 전부터 간헐적 파행을 주소로 내원하여 시행한 검사상 좌측 ABI는 0.62로 감소하였고, 병변 부위 동맥축착상 맥박을 촉지하기 어려웠다. 시행한 혈관 CT 검사상 좌총장골동맥의 동맥경화성 폐쇄 소견을 관찰하였다. 이는 ABI가 말초동맥의 폐쇄를 진단하는 데 도움이 됨을 시사한다(그림 10).

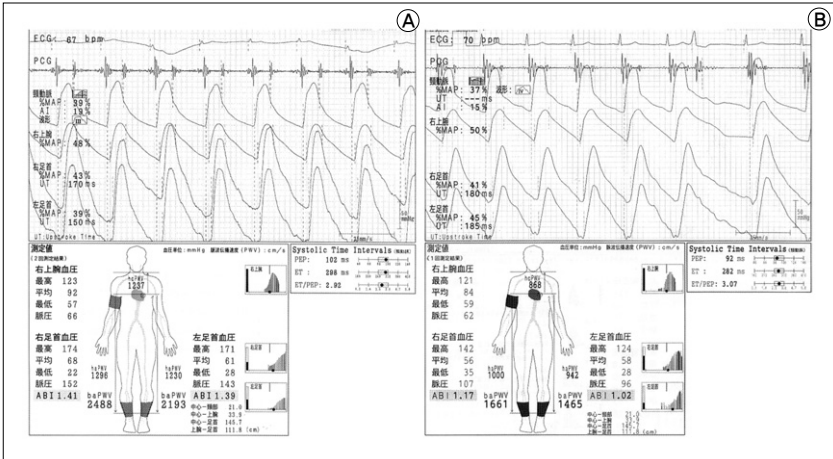


그림 9. 치료전후 PWV변화

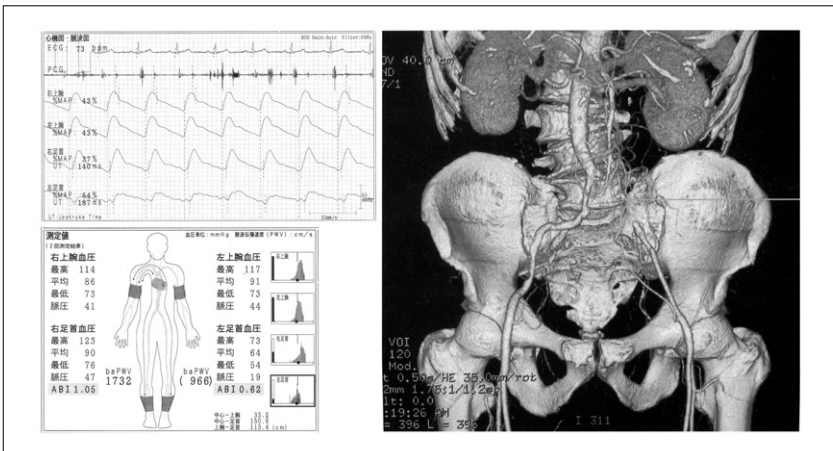


그림 10. ABI와 혈관 CT 검사소견

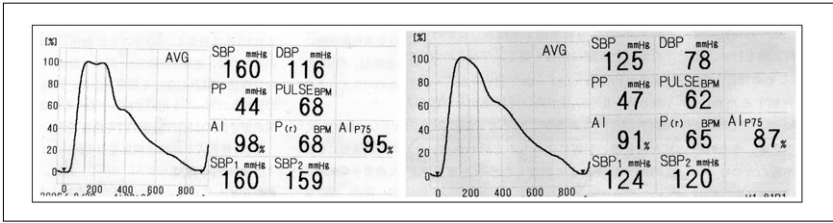


그림 11. 고혈압 환자의 강압제 치료 6개월 전후 AI의 변화

참고로 ABI는 하지와 상지의 혈압비로써 결과치는 아래와 같이 판단한다.

- >1.30: 혈관압축장애(noncompressible)
- 0.91~1.30: 정상
- 0.41~0.90: 경증-중등도의 말초동맥 질환
- 0~0.40: 중증의 말초동맥 질환

증례 3. 59세 여자 환자로 160/116mmHg로 고혈압 진단 후 측정된 augmentation index(AI)는 98%로 높았고, 6개월 간 강압제 투여 후 혈압은 125/78mmHg로 안정되고 AI=91%도 감소함을 관찰할 수 있었다. 이 사실도 고혈압의 적정진료 후 동맥탄성의 회복을 시사한다(그림11).

9.7. 결론

동맥경직도의 정도를 반영하는 PWV는 일정 구간의 동맥벽을 따라가는 맥파의 전도속도로서 기기를 이용하여 비침습적으로 임상에서 비교적 쉽게 측정할 수 있다. 그러나 아직은 검사법의 반복성과 재현성에 해결하여야 할 문제점이 있고, 여기에서 측정된 검사치를 이용하여 질병의 진단이나 치료의 목표수단으로 사용하기에는 제한이 있다. 향후 본 검사법을 이용한 임상 연구들이 활발히 진행되어 결과들이 축적되기를 바란다.