

족관절-상완혈압비, 체적 변동 기록법

Ankle Brachial Index and Plethysmography

인제의대 · 김동수

말초동맥 질환은 말초동맥의 죽상동맥경화성 폐쇄에 의해 발생하는 질환으로 전신적인 죽상동맥경화증의 지표로 알려져 있다. 당뇨병과 흡연이 가장 중요한 인자로 알려져 있으며 그 외에 고혈압, 이상지혈증, 비만, 과응고상태(hypercoagulability), 고호모시스테인혈증 등이 있으며 70세 이상의 고령에서 20% 이상 발견된다(표1). 말초혈관 질환은 파행증(claudication)이나 비특이적인 하지 동통에 의해 전반적인 well-being이나 삶의 질이 감소할 뿐 아니라 심혈관 질환의 이환율과 사망률을 높인다.

이처럼 말초동맥 질환은 유병률도 높고(특히 고령자) 예후를 예측하는 독립적인 지표로 중요하다. 하지만 전형적인 하지 파행이나 안정시 허혈성 통증 등 증상이 없거나 하지 통증 양상이 비전형적인 환자 때문에, 증상만으로는 말초동맥 질환을 정확하게 진단하지 못할 수 있어 병을 조기에 인식하기 어려운 경우가 많다. 본 장에서는 말초동맥 질환을 진단하는 데 정확하고, 경제적이며, 흔히 이용되고, 적용하기 쉬우면서 유용한 비관혈적인 진단법으로 ankle brachial index와 plethysmography를 이용한 방법에 대해 기술하고자 한다.

12.1. Ankle brachial index

ABI (ankle brachial index)는 흡연력이나 당뇨병이 있는 50세~69세 환자, 70세 이상, 하지파행이나 운동시 하지통증, 맥박촉지, 동맥잡음청취, 하지 위치 변동에 따른 피부색 변화 등 하지혈관 검사 이상, 관동맥 질환, 경동맥 질환, 신동맥 질환 등의 조건이 동반된 환자에서 말초혈관 질환 합병 가능성을 조기 진단, 평가하기 위해 이용하는 간단하면서도 가장 유용한 검사이다(그림 1).

표 1. 말초동맥 질환의 위험이 있는 환자

- 당뇨병과 한 가지 다른 죽상동맥경화증의 위험인자*를 가진 50세 미만의 환자
- 흡연이나 당뇨병을 가진 50~69세 환자
- 70세 이상의 고령 환자
- 하지 파행이나 운동시 하지통증 혹은 안정시 허혈성 통증
- 하지 맥박 검사 이상
- 죽상동맥경화성 관동맥 질환, 경동맥 질환, 혹은 신동맥 질환을 동반한 경우

*위험인자: 흡연, 이상지혈증, 고혈압, 고호모시스테인 혈증

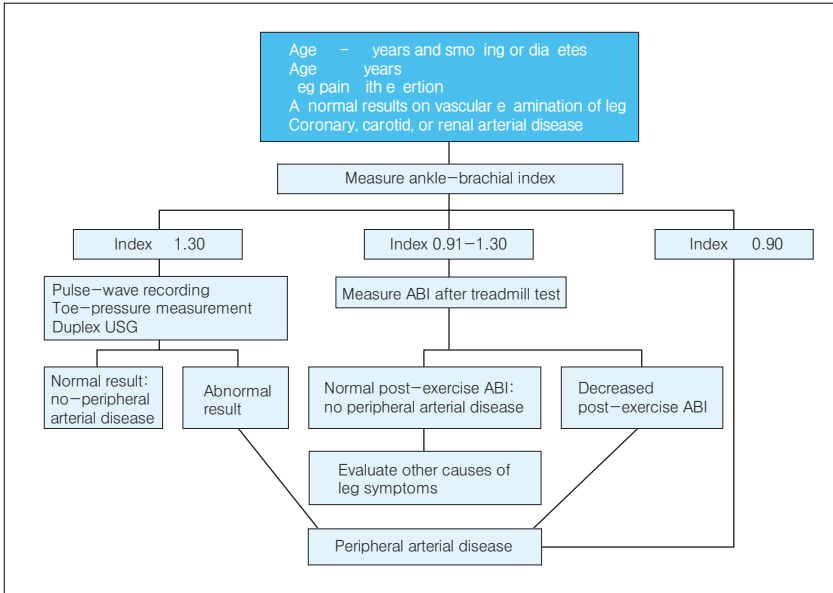


그림 1. 말초혈관 질환이 의심되는 환자에서의 평가.

ABI는 발목동맥(ankle artery)과 상완동맥(brachial artery)의 수축기 혈압 비로 표시된다. 정상적으로 발목에서 말초저항이 더 높아 팔보다 발목의 수축기 혈압이 10~15mmHg 정도 높기 때문에 ABI가 0.90 미만일 때 말초동맥 질환으로 진단되며, 노인에서 죽상동맥경화증 유무를 알 수 있고 심혈관 합병증의 예측 인자 중 하나이다.

12.1. 측정 방법

ABI는 혈압측정기 cuff와 휴대용 연속파형(continuous-wave) 5~10mHz 도플러 탐촉자(Doppler probe)를 이용하여 측정하며(그림 2), 팔이나 발목혈압 측정에 사용되는 cuff의 적절한 크기는 폭이 사지둘레의 약 40% 정도로서 두 곳 모두 같이 사용된다. 환자가 누운 상태에서 5~10분간 안정한 뒤 양쪽 상완동맥(brachial arteries)과 양쪽 족배동맥(dorsalis pedis arteries), 후경골동맥(posterior tibial arteries)에서 cuff와 도플러 탐촉자를 이용하여 수축기 혈압을 측정한다. Cuff는 상지혈압을 측정할 때 팔목 1~2cm 상방에, 발목혈압을 측

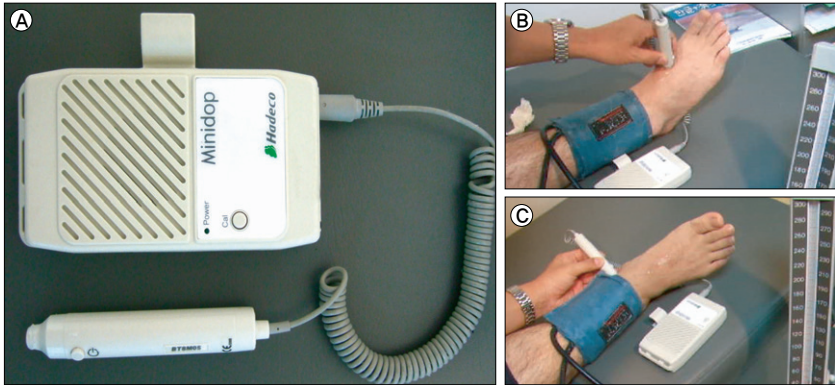


그림 2. A: 휴대용 연속파형 5-10MHz 도플러 탐촉자, B: right dorsalis pedis artery, C: right posterior tibial artery.

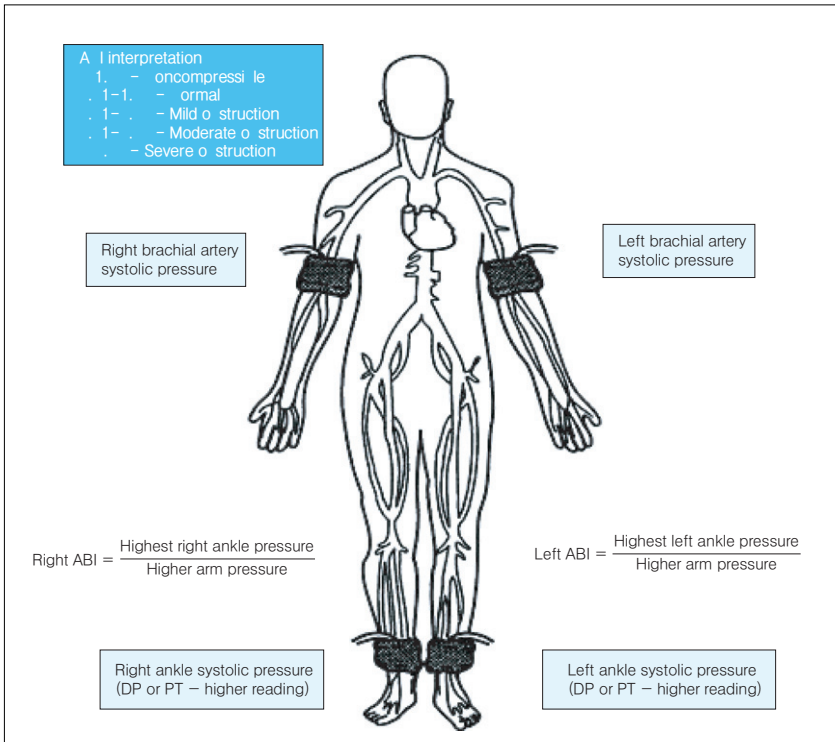


그림 3. Ankle brachial index(ABI)의 측정. PT: posterior tibial artery, DP: dorsalis pedis artery.

정할 때 발목을 직상방에 위치시킨다. 그리고 재현성 있고 정확한 측정을 위해 적어도 상지혈압 수준의 20mmHg 이상까지 공기를 넣고 2mmHg/초로 서서히 공기를 빼면서 도플러 신호음이 처음 들리는 시점에 압력을 측정한다. ABI는 양쪽 상지혈압 중 높은 쪽 혈압을 선택하여 제일 높은 발목 수축기 혈압을 상지 수축기 혈압으로 나눈 값으로 한다(그림 3).

12.1.2. ABI의 임상적 의미

ACC/AHA 지침에 의한 ABI 비를 해석하면 다음과 같다.

- ≥ 1.30 : 압박되지 않는 혈관(noncompressible vessel)
- 1.00~1.29: 정상
- 0.91~0.99: 경계(borderline, equivocal)
- 0.71~0.90: 경증 말초혈관 질환
- 0.41~0.70: 중등도 말초혈관 질환
- 0.00~0.40: 중증 말초혈관 질환

ABI 0.90 미만은 하지동맥 혈관조영술에서 50% 이상의 협착에 대해 95%의 민감도와 100%의 특이도를 갖는 정확한 검사법이다. 혈관의 중막 석회화(medial calcification)나 연령에 따른 혈관벽의 탄력성 소실 때문에 ABI 측정 시에 발목동맥이 잘 압박되지 않으면 발목혈압이 300mmHg 이상으로 상승하여 ABI가 >1.30 으로 위음성으로 나타난다. 이는 당뇨병 환자의 5~10%에서 볼 수 있고 고령이거나 투석을 하고 있는 만성신장 질환자, 장기 스테로이드 복용 환자에서 나타날 수 있다. 경한 말초동맥 질환을 가진 환자에서는 발목동맥압이 감소되지 않으면 ABI가 경계 혹은 정상으로 나타날 수 있는데, 이런 경우 휴식할 때와 단시간 동안 treadmill로 운동을 시킨 후에 재차 측정하여 진단율을 높일 수 있다. 따라서 말초동맥 질환이 의심되는 환자에서 안정시 ABI가 0.91~1.30일 때 운동부하 검사 후에 ABI를 측정하면 하지통증이 말초혈관 질환으로 인한 것인지를 감별하는 데 도움을 줄 수 있다.

12.1.3. An alternative: The toe-brachial index

ABI 측정은 동맥 중막 석회화로 인하여 압박되지 않을 때 말초혈관 질환을 정

확하게 진단하기 힘들다는 한계가 있다. 따라서 ABI가 >1.30 일 때 하지 관류를 평가하기 위해 toe-brachial index를 사용할 수 있는데, 그 이유는 발가락에 있는 작은 동맥은 석회화가 잘 생기지 않기 때문이다. 이 검사는 ABI 측정과 비슷하게 작은 cuff와 도플러 탐촉자를 사용하여 엄지발가락으로부터 수축기 혈압을 측정하는데, 정상 발가락 압력은 상지혈압이나 발목혈압보다 낮아 toe-brachial index가 0.70 미만일때 말초혈관 질환을 진단할 수 있다.

12.1.4. ABI와 심혈관 질환의 상관관계

여러 역학 연구결과에서 ABI는 사지기능 저하뿐만 아니라 심혈관 질환의 이환율과 사망률과도 관련있다고 알려져 있다. Sikkink 등은 ABI <0.90 인 154명 환자를 대상으로 한 코호트 연구에서 휴식시 측정된 ABI가 <0.5 , $0.50\sim 0.69$, $0.70\sim 0.89$ 인 경우에 5년 생존율이 각각 63%, 71%, 91%임을 보고하였고, Resnick 등은 ABI가 <0.90 로 낮을 때뿐 아니라 >1.40 로 높을때도 사망률이 높아 ABI와 사망위험 사이에는 U-형태의 관련성이 있다고 하였다. 그리고 여러 연구에서 ABI가 경계 ($0.91\sim 0.99$)인 경우, 정상 ($1.00\sim 1.29$)일 때보다 하지통증 발생률이나 무증상 동맥경화증(경동맥 내막-중막 두께와 관동맥 칼슘의 증가) 발현율이 의미 있게 높다고 보고하고 있다.

12.1.5. 누구에게 ABI 측정이 필요한가?

ACC/AHA 지침에서는 하지파행이나 운동시 하지통증이 있거나, 피부상처가 잘 낫지 않아 말초혈관 질환이 의심되는 환자, 70세 이상, 흡연하거나 당뇨병이 있는 50~70세 환자가 휴식할 때 ABI 측정을 하여 말초동맥 질환을 조기에 스크리닝하도록 하고 있다. 그리고 미국당뇨병협회에서는 50세 이하의 당뇨병 환자에서 흡연, 고혈압, 이상지혈증, 혹은 10년 이상의 당뇨병 이환 기간 등 말초동맥 질환 위험 인자가 있을 때 스크리닝 목적으로 측정하도록 하였다.

많은 일차 진료의가 ABI의 임상적 유용성을 잘 인식하고 있지만, 실제로 도플러를 이용한 측정법은 숙련되기가 쉽지 않고 검사하는 시간이 오래 걸린다는 단점 때문에 ABI 측정에 제한이 있었다. 하지만 최근 거의 모든 개원가에 구비되어 있는 자동전자혈압계를 이용하여 쉽고 빠르게 상완 및 발목혈압을 측정하여

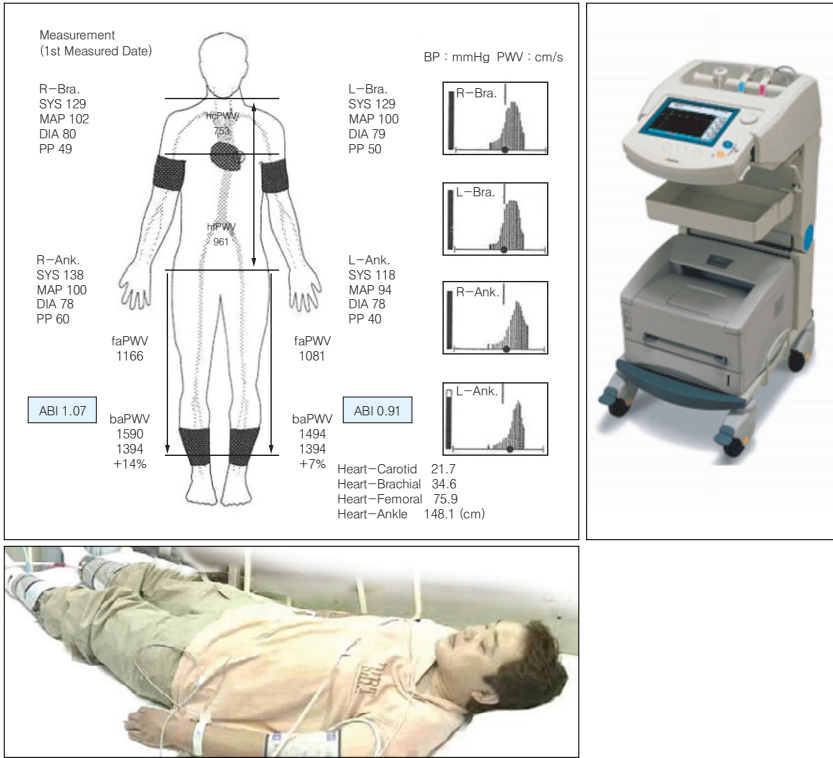


그림 4. ABI를 측정하는 자동측정기(automatic device: VP-2000).

ABI를 계산할 수 있는데, 이 방법의 정확성에 대해서는 현재 많이 보고되고 있어 말초동맥 질환 스크리닝 검사에 유용할 것으로 사료된다. 그리고 맥파 속도 (pulse wave velocity: PWV)와 함께 ABI를 함께 측정하는 자동측정기가 광범위하게 보급되어 ABI 측정에 대해 일차 진료의사의 관심이 커지고 있다(그림 4).

12.2. Plethysmography

Plethysmography(혈량측정기)는 장기나 사지의 크기 변동을 결정하고 기록하는 기구로서, 공기를 주입한 pneumatic cuff의 체적변화를 압력으로 변환하여 파형을 기록한 pneumoplethysmography, 사지 피부에 적외선 감지장치를

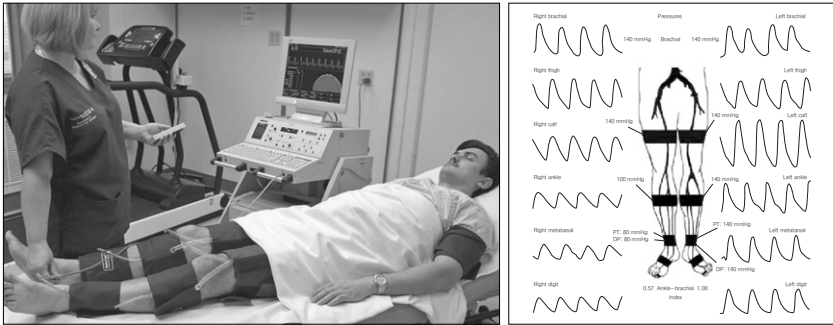


그림 5. Plethysmography.
segmental limb pressures, pulse-volume recordings and the ABI often are obtained in a single examination.

대고 각 심장박동과 함께 발생하는 피부 색깔의 변화를 탐지하는 photoplethysmography (PPG), 측정하려는 사지나 발가락에 수은이나 Indium-Gallium으로 채워진 얇은 고무관을 이용하여 각 심장박동과 함께 변화하는 사지의 체적변화를 전기저항으로 변환시켜 파형으로 표시한 strain gauge plethysmography (SPG)로 3가지 형태가 있다. 그러므로 plethysmography는 하지 각 분절의 동맥압(segmental limb pressure)을 측정해서 폐쇄부위를 알면서 자동으로 ABI를 나타낼 뿐 아니라 pulse volume recording을 통하여 분절내 혈류량에 대한 정보를 한 번의 검사로 얻을 수 있는 장점이 있다(그림 5). 말초동맥 질환은 하지 각 분절의 동맥압 측정과 pulse volume recording의 두 가지 방법을 사용할 경우 진단적 정확성이 97%로 보고된다.

12.2.1. Segmental limb pressure

Pneumoplethysmography와 도플러 기구를 사용하여 기본적으로 상완동맥과 양측 대퇴, 장딴지 상부, 발목부위 및 발등 부위에 공기를 주입한 pneumatic cuff를 각각 감는다(3-cuff 방법은 장딴지 상부 측정을 생략). Cuff에 공기를 넣어 수축기 혈압보다 높게 압박을 가한 후 서서히 풀어서 측정 부위 Cuff의 맥압이 나타나는 점에서 측정한 상부 cuff의 압력이 그 부위의 수축기압이 되는데, 이렇게 각 부위별로 수축기 혈압을 측정하여 말초동맥 폐쇄의 위치와 정도를 밝혀낸다. 인접한 부위에서 20mmHg의 압력차가 있을 때 동맥폐쇄가 있음을 알게 되는데, 장딴지 상부압력이 120mmHg, 발목압력이 100mmHg일 때 distal

superficial femoral artery나 popliteal artery에 병변이 있음을 알 수 있다.

이러한 혈압측정은 표재성 동맥이 없어 청진기나 도플러를 이용할 수 없는 경우에도 혈압을 측정할 수 있는 장점이 있지만, plethysmography가 비교적 고가이기 때문에 개원가에서 사용하기에는 제한이 있다. 그리고 석회화된 동맥이 있는 당뇨병이나 신부전 환자에서는 동맥이 압박되지 않아 ABI가 실제보다 높게 나올 수 있는데, 말초동맥 질환이 의심되는 경우에는 도플러 초음파 검사나 혈관조영성 컴퓨터단층촬영(CT angiogram)으로 폐쇄병변을 확인하는 것이 필요하다.

12.2.2. Pulse volume recording

사지를 통해 흐르는 혈류의 체적변화를 알기 위해 측정 부위의 cuff에 일정량의 공기를 주입하는 pneumoplethysmography를 많이 사용하고 있다. 일반적으로 pneumatic cuff에 측정하기에 가장 적합한 공기량은 압력을 약 65mmHg 정도까지 올린 상태에서 측정 부위의 체적변화를 압력감지기로 측정하여 체적변화를 파형으로 표시한 것이다. 측정 부위의 체적 변화에 따른 압력변화는 공식에 의해 계산되는데 그 부위의 동맥내압의 변화와 유사하게 되며, 그 맥압 파형

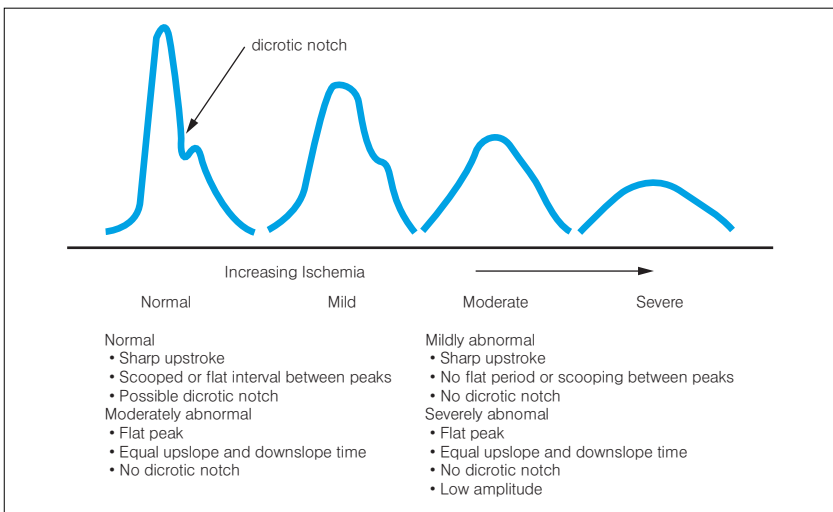


그림 6. Pulse volume recording wave morphology in plethysmography.

표 2. 말초동맥 질환의 비관혈적인 진단 검사의 이점과 한계

진단 검사	이점	한계
Ankle brachial indices (ABIs)	<ul style="list-style-type: none"> 간단하고 신속하며 경제적 	<ul style="list-style-type: none"> Noncompressible vessel로 부정확할 수 있다(당뇨병과 고령자).
Toe-brachial indices	<ul style="list-style-type: none"> 신속하고 경제적 소혈관 동맥 폐쇄시 digital perfusion 측정가능 Noncompressible vessel이 있는 환자에 유용 	<ul style="list-style-type: none"> 정확한 측정을 위해 Small cuff와 숙련된 술기가 필요
Segmental pressure examination	<ul style="list-style-type: none"> 말초동맥혈관진단에 유용 폐쇄병변의 해부학적 위치를 제공 사지생존, 상처치유 및 환자생존을 예측하는 자료제공 가능 치료에 대한 효능 관찰에 유용 	<ul style="list-style-type: none"> Noncompressible vessel로 부정확할 수 있다(당뇨병과 고령자).
Pulse volume recording	<ul style="list-style-type: none"> 말초동맥 질환 진단에 유용 Noncompressible vessel 가진 ABI > 1.3 환자에서 유용 만성사지허혈과 절단위험에서 결과를 예견하는 데 도움 재관류요법 후 사지관류를 관찰하는 데 유용 	<ul style="list-style-type: none"> 관류의 양적이 아닌 질적 측정 좀 더 원위부에서는 정확하지 않다. 말초동맥 질환의 해부학적 병변의 위치를 제공하는 데 다소 부정확하다. 저심장박출량 환자에서 비정상일 수 있다.

과 진폭의 변화를 보고 동맥의 폐쇄 정도를 추정할 수 있다.

정상 pulse volume recording은 정상 동맥파형(rapid systolic upstroke, rapid downstroke, prominent dicrotic notch)과 비슷하고, 동맥의 폐쇄 정도가 심할수록 파형이 악화되어 경사가 평평해지고 맥압폭이 넓어지면서 중복흔(dicrotic notch)이 없어지게 된다(그림 6).

발과 엄지발가락에 cuff를 감고 측정한 pulse volume recording은 소혈관 상태에 대한 정보를 제공한다. 임상적은 소혈관에 대한 평가함으로써 큰혈관에 죽상동맥경화에 의한 병변과 소혈관의 혈관염 병변을 좀 더 정확하게 감별할 수 있고, 발가락상처의 치유가능성을 판단하는 데 도움을 줄 수 있다. Transmetatarsal이나 엄지발가락 부위에서 측정한 pulse volume recording에서 맥압과

형이 발목부위에 비해 꺾이거나 평평하게 되면 소혈관 질환이 있다는 것을 알 수 있다.

ABI, plethysmography를 이용한 각 분절의 동맥압(segmental pressure) 측정 및 pulse volume recording은 명확한 이유 없이 하지통증을 호소하거나 말초혈관 질환이 의심되는 환자에서 유용하고 객관적인 검사이며, 중재적 치료의 평가나 추적검사의 방법으로 이용할 수 있다. 말초동맥 질환을 진단하고 평가하는 이러한 검사방법은 경제적이고 비관혈적이며 재현성이 있고 비교적 측정하기 쉬운데, 각 검사의 장단점은 표 2와 같다. ACC/AHA 지침에서는 무증상의 말초동맥 질환은 ABI 측정을 증상이 있는 말초동맥 질환은 ABI 측정, pulse volume recording과 segmental limb pressure, duplex ultrasound 기능을 평가하기 위한 운동부하 검사 후의 ABI측정 등을 추천하고 있다.

참고문헌

1. Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzner NR, et al. ACC/AHA 2005 guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease(lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): executive summary. J Am Coll Cardiol 2006;47:1239-312.
2. Begelman SM, Jaff MR. Noninvasive diagnostic strategies for peripheral arterial disease. Clev Clin J Med 2006;73:S22-9.
3. Yesenko SL, Whitelaw SM, Gornik HL. Testing in the noninvasive vascular laboratory. Circulation 2007;115:e624-6.
4. White C. Intermittent claudication. N Engl J Med 2007;356:1241-50.
5. Newman AB, Shemanski L, Manolio TA, et al. Ankle-arm index as a predictor of cardiovascular disease and mortality in the cardiovascular health study. Arterioscler Thromb Vasc Biol 1999;19:538-45.