

당뇨병환자에서 말초혈관질환 검사법

정승민, 문준성

영남대학교 의과대학 영남대학교병원 내분비내과

Assessment and Diagnosis of Peripheral Artery Disease in Patients with Diabetes

Seung Min Chung, Jun Sung Moon

Division of Endocrinology and Metabolism, Department of Internal Medicine, Yeungnam University Medical Center, Yeungnam University College of Medicine, Daegu, Korea

Abstract

Peripheral artery disease (PAD) is a chronic circulatory condition that occurs when the arteries that supply blood to the legs and feet are narrowed or blocked, leading to reduced blood flow to these areas. PAD is a common complication of type 2 diabetes, affecting up to 1 in 3 individuals with the condition. Assessment of PAD in individuals with diabetes typically involves a physical exam, ankle-brachial index (ABI) measurement, and imaging tests such as Doppler ultrasound or angiography. The ABI is a non-invasive measure that compares the blood pressure in the ankles and arms, with a lower ABI indicating a higher risk of PAD. Management of PAD in type 2 diabetes involves a multifaceted approach, including lifestyle modifications, medication, and revascularization procedures. Lifestyle changes such as smoking cessation and regular exercise can improve PAD symptoms and reduce the risk of disease progression. Medications such as antiplatelet agents, statins, and blood pressure-lowering drugs help to manage PAD and its associated risk factors. Revascularization procedures such as angioplasty or bypass surgery may be necessary in severe cases of PAD to restore blood flow to the affected limbs. In addition, these procedures should be considered in the feet of patients with diabetes if there is evidence of ischemia.

Corresponding author: Jun Sung Moon

Division of Endocrinology and Metabolism, Department of Internal Medicine, Yeungnam University Medical Center, Yeungnam University College of Medicine, 170 Hyeonchung-ro, Nam-gu, Daegu 42415, Korea, E-mail: mjs7912@yu.ac.kr

Received: Apr. 29, 2023; Accepted: May 26, 2023

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © 2023 Korean Diabetes Association

Early detection and management of PAD in type 2 diabetes are critical to preventing complications such as non-healing wounds, infections, and amputations. Individuals with type 2 diabetes should undergo regular screening for PAD and work with their healthcare providers to develop a personalized treatment plan.

Keywords: Diabetes mellitus; Diabetic angiopathies; Peripheral arterial disease

서론

말초동맥질환은 당뇨병의 주요 대혈관합병증 중 하나이다. 미국 국민건강영양조사(1999~2000)에 따르면 40세 이상 성인에서 말초혈관질환 발생률은 4.3%이고, 흑인 인종, 흡연자, 당뇨병, 고지혈증, 혹은 신기능 저하가 있는 경우 말초혈관질환 발생위험이 1.5~4.5배 증가하는 것으로 보고되었다[1]. 말초혈관질환은 조기에 진단하고 치료할수록 파행, 보행장애, 하지 절단 위험을 감소시킬 수 있으므로 선별검사의 역할이 매우 중요하다. 이에 미국혈관외과학회, 미국족부의학회, 유럽당뇨병연맹에서는 50세 이상의 당뇨병환자, 말초동맥질환 위험인자(심뇌혈관 질환, 고지혈증, 고혈압, 흡연, 5년 이상의 당뇨병 유병기간)를 동반할 때 나이에 관계없이 족부궤양 혹은 괴사가 있는 경우 혈관 평가를 매년 시행할 것을 권고하고 있다[2,3].

본론

1. 병력청취, 신체검사

말초혈관질환의 진단을 위해서는 우선 주의 깊은 병력청취, 시진 및 촉진을 해야 한다. 말초혈관질환에 대한 초기 선별검사에는 하지 피로감, 파행, 휴식 시 완화되는 통증에 대한 병력청취와 피부의 온도, 색깔(붉고 창백함), 후방경골동맥(posterior tibial artery)과 족배동맥(dorsalis pedis artery)의 맥박, 모세관 재충전 시간 등에 대한 신체검사를 포함해야 한다. 말초혈관질환을 시사하는 증상과 징후가 있으

면 추가적인 비침습적 검사를 시행하도록 권고한다.

2. 동맥압검사

1) 발목상완지수와 발가락상완지수

발목상완지수(ankle brachial index, ABI)는 말초혈관질환을 진단할 수 있는 간편하고 저렴한 검사이다[4]. 미국당뇨병학회에서는 당뇨병환자에서 말초혈관질환의 증상이나 징후를 보이는 경우 ABI를 필수적으로 측정하도록 하고 있다[5]. 사지의 혈압은 최소 20분 누운 자세로 휴식을 취한 후 10~12 cm 직경의 커프(cuff)를 상완과 발목에 감고 도플러로 수축기혈압을 측정한다. 발목 혈압은 후방경골동맥과 족배동맥의 수축기혈압 중 높은 것으로 정의한다. 측정한 발목 혈압은 양측 상완의 수축기혈압 중 더 높은 수치로 보정을 한다[6]. 계산식은 아래와 같다.

$$\text{우측 ABI} = \frac{\text{우측 후방경골동맥과 족배동맥 중 높은 수축기혈압(mm Hg)}}{\text{양측 상완동맥 중 높은 수축기혈압(mm Hg)}}$$

$$\text{좌측 ABI} = \frac{\text{좌측 후방경골동맥과 족배동맥 중 높은 수축기혈압(mm Hg)}}{\text{양측 상완동맥 중 높은 수축기혈압(mm Hg)}}$$

ABI는 경제적이고 높은 재현성과 특이성을 장점으로 말초혈관질환의 진단에 유용하다. 보통 발목의 혈압은 상완 혈압과 비슷하거나 약간 높아 정상 ABI는 1.00~1.40이다[7]. ABI 0.91~0.99는 경계치, 0.90 이하는 비정상이다. ABI가 0.71~0.90이면 경도, 0.41~0.80이면 중등도, 0.40 이하이면 심각한 말초혈관질환 혹은 치명적인 허혈을 의미한다. 혈관 석회화로 혈관 압축이 되지 않을 때 ABI가 실제보다 높게 나

을 수 있어 결과 해석에 주의가 필요할 수 있다. ABI가 1.40을 초과할 경우 혈관 중막 석회화로 인한 비압축성 혈관을 시사하며 발가락상완지수(toe brachial index, TBI)를 추가로 측정하여야 한다. 발가락 혈압은 2 cm 커프를 발가락에 감고 광혈류량 측정기를 발가락 끝에 부착하여 측정하며 계산식은 아래와 같다.

$$TBI = \frac{\text{발가락동맥 수축기혈압(mm Hg)}}{\text{상완동맥 수축기혈압(mm Hg)}}$$

TBI가 0.75 미만이면 허혈이 있음을 시사한다. TBI는 발등동맥이나 족지동맥이 석회화가 잘 생기지 않아 ABI보다 정확도에 영향을 잘 받지 않는다고 알려져 있으나, 족부 X-ray 결과를 확인하여 해석에 참고한다. 더불어 발가락 수축기혈압이 30 mm Hg 미만일 시 말초혈관질환이 있음을 시사하고 당뇨병발궤양의 호전이 어려울 것임을 시사해 경피혈관중재술을 의뢰해야 한다.

2) 분절압 측정법(segmental limb pressure)

하지 혈관의 협착 부위를 찾기 위해 하지 여러 부위에 커프를 감고 각각의 압력을 측정하는 검사법이다. 보통 근위 대퇴부(high thigh), 무릎 상방(above knee), 무릎 직하방(below knee), 발목관절 직상방(ankle)의 4부위에 커프를 위치시키고 발등동맥이나 후방경골동맥 중 맥박이 뚜렷한 부위에 도플러를 적용하거나 족지에 광혈류량 측정기를 이용하여 압력을 측정한다. 측정한 수축기혈압을 상완 수축기혈압과 비교할 수 있고, 각 분절 사이의 압력을 비교할 수도 있다. 근위부에 적용된 커프에서의 압력은 정상적으로 상완 혈압보다 35~46 mm Hg 높다. 차례대로 무릎 직상방에 수축기혈압은 근위부보다 5~13 mm Hg 낮고, 무릎 직하방은 평균 12 mm Hg, 발목관절 직상방은 10~11 mm Hg 이전 부위보다 낮다. 근위부에서 측정한 압력을 상지에서 측정한 혈압과 비교한 high thigh-brachial index는 1.3~1.5 정도이다. 일반적으로 인접한 커프 사이가 15~30 mm Hg 이상 차이가 나면 커프 중간에 협착 병변을 의심할 수 있다. 이 검사도 마찬가지로 석회화가 심한 혈관일 경우 혈류량이 제대로 반영되

지 않아 위음성 및 과대평가될 수 있는 단점이 있다.

3) 맥박용적기록

커프를 이용한 혈류량 측정법으로 심장 박동에 따른 하지 부피 변화의 파형을 측정하는 것이 맥박용적기록(pulse volume recording, PVR)이다. 측정하고자 하는 부위에 커프를 감고, 10~65 mm Hg의 압력으로 커프를 팽창시켜 커프를 피부에 밀착시킨다. 심장 박동에 따라 변화하는 검사 부위의 부피 변화는 커프 내의 공기압을 변화시키고 이를 압력변환기에 의해 전기적 신호로 바꾸어 기록한다. 정상적인 PVR 파형은 수축기 동안 급격히 상승하여 높은 파고를 보이고, 최고점은 좁고, 뚜렷한 dicrotic notch를 보인 후 하강 파형을 보인다. 심한 병변이 있는 경우에는 최고점은 낮아지고, 지연 및 둥글게 되며, dicrotic notch는 사라지게 된다.

3. 도플러초음파

초음파를 이용한 도플러파형(Doppler waveform)과 PVR은 석회화된 혈관의 폐색을 감지하는 데 유용한 검사법이다. 정상 도플러파형은 3상이다(triphasic: 좌심실 수축에 의한 전방 혈류 - 이완기 초기 말초 저항에 의한 후방 혈류 - 이완기 말기 대동맥판 폐쇄에 의한 짧은 전방 혈류). 말초동맥질환이 생기면 이완기 후방 혈류에 대한 높은 저항성과 확장기 전반에 걸친 전방 혈류에 대한 낮은 저항성으로 2상 파형(biphasic)으로 바뀌고, 동맥폐쇄가 심화되면 수축기 전방 혈류 높이가 낮아지며 파형은 단상(monophasic)으로 변한다[8]. PVR은 공기압 혈류량 측정법을 이용하여 심장 박동에 따른 말초동맥 맥박용적 변화를 전기적 신호로 전환하고 파형을 측정하는 것이다. 정상에서는 수축기에 날카로운 상승, 좁은 첨부, 하강 파형 시 뚜렷한 dicrotic notch를 보인 후 하강 파형을 보인다. 말초동맥질환이 심해질수록 파형의 최고점은 둔화되고 dicrotic notch도 소실된다[9].

도플러초음파는 높은 접근성, 저렴한 비용, 방사선 노출 혹은 조영제 사용이 없다는 장점이 있다. 반면 비만한 환자나 장내 가스가 있는 경우 대동맥-장골동맥(aortoiliac) 부위에

대한 검사 정확도가 떨어지고, 다발성 협착증에는 민감도가 낮다는 한계가 있다[10].

4. 경피산소측정법

경피산소측정법(regional transcutaneous oximetry, tcPO₂)은 국소 조직 관류에 관한 추가 정보를 제공할 수 있으며, 이 값은 하지 궤양 또는 절단 부위의 치유 가능성을 평가하는 데 사용된다. 백금 산소 전극을 평가하고자 하는 부위에 장착하고 43~45°C로 열을 가함으로써 검사 부위에 있는 혈관을 확장시켜 최대한의 산소를 피부로 방출하게 한다. 족부에서 정상 경피산소 분압은 60 mm Hg이고[11], 40 mm Hg 이하일 시 심각한 허혈(critical ischemia)의 위험이 증가한다[12]. 경피산소 분압이 20 mm Hg 이하인 환자는 심각한 허혈 상태이며 상처 치유를 위해 혈관중재술이 필요할 가능성이 높다[13]. 국소 부종, 교감신경 항진에 따른 혈관수축, 염증 상태에서는 검사의 정확도가 떨어진다는 단점이 있다.

5. 영상학적 검사

1) 비침습적 혈관조영술

컴퓨터단층촬영(computed tomography, CT) 혈관조영술은 혈관 협착 병변의 위치와 중증도를 높은 민감도와 특이도로 평가할 수 있다[14]. 대동맥-장골동맥 및 대퇴슬와(femoropopliteal) 분절의 폐색성 질환의 평가에 가장 적합하고 수술이나 경피혈관확장술 등을 고려할 때 유용하다. 검사 소요시간이 5분 이내로 짧고 자기공명(magnetic resonance, MR) 혈관조영술에 비해 스텐트 내 재협착 시각화에 유용하다[10]. 반면 혈관 석회화가 있는 경우 artifact가 발생하여 협착증을 과대평가할 수 있고[15], 요오드 조영제 사용 및 방사선에 노출된다는 한계가 있다. 당뇨병신장질환 환자에서는 CT 혈관조영술보다는 도플러초음파나 MR 혈관조영술을 하는 것이 권장된다.

MR 혈관조영술은 CT 혈관조영술과 유사한 민감도와 특이

도로 무릎 아래 혈관계를 영상화하는 데 유용하다[16]. 혈관 석회화가 있는 경우 CT 혈관조영술에 비해 협착 또는 폐색 정도에 대한 관찰자 일치도가 높고[17], 가돌리늄(gadolinium) 조영 또는 비조영 접근이 가능하며 방사선 노출이 없다는 장점이 있다. 반면 스텐트 내 재협착 확인이 어렵고 가돌리늄 기반 조영제 주입 후 신성 전신 섬유화증 발생 위험이 있으므로 주의를 요한다[10].

2) 침습적 혈관조영술

디지털감산혈관조영술(digital subtraction angiography, DSA)은 말초혈관질환의 영상 평가에 표준 진단 방법이다. CT 또는 MR 영상과 DSA 영상을 융합하여 경피혈관확장술 중 혈관 구조 파악과 시술 부위 결정에 도움이 된다. 하지만 침습적인 검사라는 한계가 있고 접근 부위 혈종, 혈관 박리 및 혈전색전증 등의 합병증이 발생할 수 있어 득과 실을 고려해 시행하여야 한다[18].

결론

당뇨병에서 말초혈관질환의 조기 발견 및 관리는 치유되지 않는 상처, 감염 및 절단과 같은 합병증을 예방하는 데 중요하다. 진료 현장에서 2형당뇨병 환자는 매년 말초혈관질환에 대한 병력청취와 신체검사를 시행해야 하고 말초혈관질환을 시사하는 증상과 징후가 있다면 추가적인 비침습적 검사를 고려해야 한다. 당뇨병 및 신장장애가 동반될 경우 혈관 석회화 유무에 따라 검사 결과 해석에 주의가 필요할 수 있다. 만약 하지 동맥에 폐색성 질환으로 진단된다면 적절한 약물치료 혹은 경피혈관중재술 또는 수술을 고려해야 한다. 특히 당뇨병발궤양으로 인한 괴사가 진행하는 경우에는 절단 범위가 커지지 않게 즉각적인 검사와 치료를 시행해야 한다.

REFERENCES

1. Selvin E, Erlinger TP. Prevalence of and risk factors for peripheral arterial disease in the United States: results from

- the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2000. *Circulation* 2004;110:738-43.
2. Hingorani A, LaMuraglia GM, Henke P, Meissner MH, Loretz L, Zinszer KM, et al. The management of diabetic foot: a clinical practice guideline by the Society for Vascular Surgery in collaboration with the American Podiatric Medical Association and the Society for Vascular Medicine. *J Vasc Surg* 2016;63(2 Suppl):3S-21S.
3. IDF Clinical practice recommendations on the diabetic foot- 2017. Available from: <https://www.idf.org/about-diabetes/54-our-activities/222-idf-clinical-practice-recommendations-on-the-diabetic-foot.html>
4. Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzner NR, Bakal CW, Creager MA, Halperin JL, et al. ACC/AHA 2005 Practice Guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease): endorsed by the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; National Heart, Lung, and Blood Institute; Society for Vascular Nursing; TransAtlantic Inter-Society Consensus; and Vascular Disease Foundation. *Circulation* 2006; 113:e463-654.
5. ElSayed NA, Aleppo G, Aroda VR, Bannuru RR, Brown FM, Bruemmer D, et al. 12. Retinopathy, neuropathy, and foot care: Standards of Care in Diabetes-2023. *Diabetes Care* 2023;46(Suppl 1):S203-15.
6. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FG; TASC II Working Group. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Vasc Surg* 2007;45 Suppl S:S5-67.
7. Korean Diabetes Association. *Diabetes*. 5th ed. Seoul: Panmun Education; 2018. 614 p.
8. Kim ES, Sharma AM, Scissons R, Dawson D, Eberhardt RT, Gerhard-Herman M, et al. Interpretation of peripheral arterial and venous Doppler waveforms: a consensus statement from the Society for Vascular Medicine and Society for Vascular Ultrasound. *Vasc Med* 2020;25:484-506.
9. Benitez E, Sumpio BE. Pulse volume recording for peripheral vascular disease diagnosis in diabetes patients. *J Vasc Diagn* 2015;3:33-9.
10. Pollak AW, Norton PT, Kramer CM. Multimodality imaging of lower extremity peripheral arterial disease: current role and future directions. *Circ Cardiovasc Imaging* 2012; 5:797-807.
11. Byrne P, Provan JL, Ameli FM, Jones DP. The use of transcutaneous oxygen tension measurements in the diagnosis of peripheral vascular insufficiency. *Ann Surg* 1984;200: 159-65.
12. Bowers BL, Valentine RJ, Myers SI, Chervu A, Clagett GP. The natural history of patients with claudication with toe pressures of 40 mm Hg or less. *J Vasc Surg* 1993;18:506-11.
13. Arsenault KA, McDonald J, Devereaux PJ, Thorlund K, Tittley JG, Whitlock RP. The use of transcutaneous oximetry to predict complications of chronic wound healing: a systematic review and meta-analysis. *Wound Repair Regen* 2011;19:657-63.
14. Rubin GD, Schmidt AJ, Logan LJ, Sofilos MC. Multi-detector row CT angiography of lower extremity arterial inflow and runoff: initial experience. *Radiology* 2001;221: 146-58.
15. Kock MC, Dijkshoorn ML, Pattynama PM, Myriam Hun-

- ink MG. Multi-detector row computed tomography angiography of peripheral arterial disease. *Eur Radiol* 2007; 17:3208-22.
16. Chung J. Advanced vascular imaging for lower extremity peripheral artery disease. Available from: https://www.up-todate.com/contents/advanced-vascular-imaging-for-lower-extremity-peripheral-artery-disease?search=digital%20subtraction%20angiography&source=search_result&selectedTitle=2~85&usage_type=default&display_rank=2# (updated 2022 May 6).
17. Ouwendijk R, Kock MC, Visser K, Pattynama PM, de Haan MW, Hunink MG. Interobserver agreement for the interpretation of contrast-enhanced 3D MR angiography and MDCT angiography in peripheral arterial disease. *AJR Am J Roentgenol* 2005;185:1261-7.
18. Young N, Chi KK, Ajaka J, McKay L, O'Neill D, Wong KP. Complications with outpatient angiography and interventional procedures. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2002;25:123-6.