The Role of Duplex Sonography in Right Subclavian Double Steal Syndrome

Minho Han¹, Bok Hee Jin², Hyo Suk Nam¹

¹Department of Neurology, Severance Hospital, Yonsei University, Seoul, Korea

²Department of Clinical Laboratory Science, Wonkwang Health Science University, Iksan, Korea

우측 빗장밑이중혈류빼앗김증후군에서 이중초음파검사의 유용성

한민호¹, 진복희², 남효석¹

¹연세대학교 세브란스병원 신경과, ²원광보건대학교 임상병리학과

The occurrence of subclavian steal syndrome is possible in patients with either severe stenosis or occlusion in the left proximal subclavian or brachiocephalic arteries. Limited and insufficient blood flow in the vessel with a lesion induces blood supply from the opposite side via any of the connected vessels, which is called a subclavian steal phenomenon. The duplex sonography is useful for detecting this phenomenon. Some patients who experience this phenomenon complain of vertebrobasilar insufficiency, such as headache or numbness and weakness in the arm, and so on. Subclavian steal syndrome means subclavian steal phenomenon accompanied by these symptoms. We present a patient with focal severe stenosis of the brachiocephalic artery, manifested as blood flow reversal in the vertebral, and a "to-and-fro" waveform pattern in the external carotid, internal carotid, and common carotid arteries.

Key words: Subclavian steal syndrome, Duplex sonography, Vertebrobasilar insufficiency

Corresponding author: Minho Han
Department of Neurology, Severance Hospital,
Yonsei University, 50-1 Yonsei-ro,
Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea
Tel: 82-2-2228-5283
Fax: 82-2-393-0705
E-mail: umsthol18@gmail.com

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 © 2017 The Korean Society for Clinical Laboratory Science. All rights reserved.

Received: July 3, 2017
Revised 1st: August 1, 2017
Revised 2nd: August 2, 2017
Revised 3rd: August 4, 2017
Revised 4th: August 4, 2017
Accepted: August 4, 2017

서론

빗장밑혈류빼앗김증후군(subclavian steal syndrome, 이하 SSS)은 좌측 몸쪽부분 빗장밑동맥(subclavian artery, 이하 SCA) 혹은 팔머리동맥(brachiocephalic artery, 이하 BCA)에 심한 혈관 협착이나 폐색이 원인이 되어 발생한다. 상대적으로 BCA에 비해 좌측 몸쪽부분 SCA에서 흔히 발생한다. 병변을 가지는 혈관은 팔의 말초부위로 혈류를 원활히 공급하지 못하고, 병변이 없는 팔보다 약 20 mmHg 정도 혈압이 낮아지게 된다. 혈류공급 장애로 인한 양팔의 혈압 차는 베르누이의 원리에 의해 혈압이 높은 쪽 척추동맥(vertebral artery, 이하 VA)의 혈류

가 뇌바닥동맥(basilar artery, 이하 BA)으로 온전히 유입되지 못하고, 혈압이 낮은 쪽 VA를 경유하여 팔의 먼쪽 부분으로 일부 혈류가 역류하는 빗장밑혈류빼앗김현상(subclavian steal phenomenon)이 발생하게 된다[1]. 이러한 현상은 모든 환자에게 증상을 유발시키지는 않지만, 일부 환자에게 척추뇌바닥혈류부전(vertebro-basilar insufficiency) 혹은 허혈성 말초동맥질환(ischemic peripheral arterial disease) 증상을 호소하게 한다. SSS는 빗장밑혈류빼앗김현상과 더불어 신경학적 증상이 반드시 동반될 경우로 정의할 수 있다. 증상을 호소하는 SSS 환자는 수술이나 시술에 의한 혈류 방향의 교정이 증상 개선에 도움이 되는 것으로 알려져 있다. 최근 그물망(stent)을 이용한 혈관

중재적 시술이 증상 개선을 위한 치료로 많이 이용되고 있다[2]. 좌측 또는 우측 SSS 환자는 목동맥(carotid artery, 이하 CA) 이 이중초음파검사(duplex sonography)에서 VA의 혈류가 역류하는 것을 관찰할 수 있다. 이러한 현상은 대부분 VA에 국한되어 관찰되지만, 이와 더불어 바깥목동맥(external carotid artery, 이하 ECA)과 전방순환계를 담당하는 온목동맥(common carotid artery, 이하 CCA) 및 속목동맥(internal carotid artery, 이하 ICA)에서 이중초음파검사를 이용한 혈류빠앗김현상이 관찰되는 경우는 매우 드물다[3]. 기존 국내의 증례보고는 SSS환자에서 국소적으로 VA에서만 역행성 혈류양상을 관찰하였고, 증상을 개선하기 위한 다양한 치료를 실시한 후 증상이 호전됨을 확인하여 이중초음파 검사와 각 치료법의 유용성에 대해 보고하였다[1]. 본 증례는 국외에서 보고된 바는 있지만, 국내에서는 아직 보고되지 않은 우측 빗장밑이중혈류빠앗김증후군(right subclavian double steal syndrome)에 대해 보고하고자 한다. 이 연구는 연세의료원 세브란스병원 연구심의위원회의 승인을 받은 후 시행되었다(IRB No: 4-2017-0538).

증 례

2010년 4월에 실시한 종합검진에서 이상 소견이 없었고, 특이적으로 내과적 과거력이 없었던 65세 남자가 평소 가끔 찌르는 양상의 가슴통증이 있었으나 곧 사라져 추가적인 정밀검사나 치료 없이 지내던 중 2011년 1월말 오후 8시경에 택시를 타고 귀가하다가 구음장애(dysarthria)와 우측 팔과 다리에 위약감이 발생하여 응급실로 내원하였다. 응급실에서 예진을 통해 뇌경색이 의심되어 신경과에 관련된 검사를 하던 중 혈압이 떨어지고 생리식염수 투여에도 반응이 없었으며, 중심정맥압

(central venous pressure)이 15 cmH₂O로 측정되었다. 심전도의 II, III, aVF 유도에서도 비정상 Q파와 심장표지자(cardiac biomarker)의 상승 소견이 보였고, 새벽 5시경 ST분절 상승 소견이 관찰되어 관상동맥조영술이 시행되었으며, 오른심장동맥(right coronary artery, RCA), 왼앞내림가지(left anterior descending artery, LAD), 왼회돌이가지(left circumflex artery, LCX) 모두에서 심장동맥질환이 관찰되어 경피적 경혈관심장동맥확장술(percutaneous transluminal coronary angioplasty, PTCA)을 통해 그물망(stent)을 삽입하는 시술을 시행하였다. 또한 뇌혈관조영술을 통해 우측 중간대뇌동맥(middle cerebral artery, 이하 MCA)에서 뇌경색이 관찰되었다(Figure 1). 6개월 경과 후 뇌경색 추적조사로 외래에서 시행된 경두개도플러초음파검사(transcranial Doppler, 이하 TCD, TC8080, Viasys healthcare, Pennsylvania, USA)에서 좌측 MCA와 앞대뇌동맥(anterior cerebral artery, 이하 ACA) 각각 96 cm/s, -102 cm/s 로 약간 증가된 혈류속도가 관찰되었고, 우측 VA의 SSS에서 특징적으로 관찰되는 전후유동(to and fro flow)이 관찰되었다(Table 1). 이중초음파검사(duplex sonography, IU22, Philips, Washington, USA)에서 종단면(longitudinal view)으로부터 경동맥의 혈류속도와 혈관의 내경 및 내중막 복합체 두께(intima-media thickness, IMT)가 측정되었고, 횡단면(transverse view)에서 직경 1.4 mm 이상의 죽상판(atheromatous plaque)의 개수와 형태를 확인하였다[4]. 양쪽 CCA, ECA, ICA에서 죽상동맥경화증이 발견되었지만, 심한 협착은 없었고, TCD와 마찬가지로 우측 VA에서 SSS의 특징적인 혈류패턴이 관찰되었다. 또한 우측 CCA와 ICA 및 ECA 모두에서 전후유동이 관찰되었다(Figure 2, 3). 심장동맥 시술이 시행되고 1년 경과 후 입원하여 우측 BCA와 SA에 그물망을 이용한 피부경유혈

Figure 1. Magnetic resonance angiogram (MRA) in right subclavian-carotid double steal syndrome. MRA reveals severe stenosis in brachiocephalic artery.

Table 1. TCD findings in a patient with right subclavian double steal syndrome

	MFV (cm/s)	PI
Right side (Rt)		
Rt. MCA pro	77	0.63
Rt. MCA dis	71	0.61
Rt. ACA		
Rt. PCA	-25	0.87
Rt. Opth	14	0.58
Rt. Siphon	-35	0.71
Rt. VA	-9	1.90
Left side (Lt)		
Lt. MCA pro	96	1.00
Lt. MCA dis	32	0.63
Lt. ACA	-102	1.10
Lt. PCA	-48	0.80
Lt. Opth	22	1.30
Lt. Siphon	40	0.86
Lt. VA	-41	1.40
BA pro	-59	1.30
BA dis	-55	1.10

Abbreviation: MFV, mean flow velocity; PI, pulsatility index; MCA, middle cerebral artery; ACA, anterior cerebral artery; PCA, posterior cerebral artery; Opth, ophthalmic artery; Siphon, distal internal carotid artery; VA, vertebral artery; BA, basilar artery; pro, proximal; dis, distal.

관경유혈관성형술(percutaneous transluminal angioplasty)을 시행하였고, 시술로 인한 후유증 없이 성공적으로 치료한 후 퇴원하였다(Figure 4).

고 찰

본 증례는 아직까지 국내에서 보고된 바가 없는 빗장밀이중 혈류빼앗김증후군에 대한 이중초음파검사 소견이다. SSS의 원인이 되는 죽상동맥경화성 말초혈관질환은 좌측 몸쪽부분 SCA에서 빈번하게 발생하고, 상대적으로 드물게 우측 BCA가 원인이 되어 증상을 유도한다. 이러한 발생률의 차이는 대동맥활(aortic arch)로부터 분지되는 좌측 SCA의 분지각도가 BCA보다 급변하는 각도를 가지고 있어 보다 많은 와류를 일으키고, 따라서 죽상동맥경화의 잠재성을 증가시키는 것으로 생각된다[5]. 이중초음파검사서 관찰되는 특징적인 전후유동 혈류양상은 심장이 수축하는 시기에 반대쪽 VA의 혈류 일부가 온전히 BA로 유입되지 못하고 병변이 있는 VA로 역행하는 혈류가 발생하여 나타난다. 이는 SSS 진단의 중요한 단서이며, 병변이 있는 부위의 VA에서만 국한되어 나타난다[6]. 현재까지 다양한 SSS와 관련된 증례들이 보고되고 있고, 이들은 SSS에서 전형적으로

Figure 2. Duplex sonography in right subclavian-carotid double steal syndrome. (A) Right common carotid artery, (B) Right internal carotid artery, (C) Right external carotid artery, (D) Right vertebral artery.

Figure 3. Duplex sonography in left carotid arteries. (A) Left common carotid artery, (B) Left internal carotid artery, (C) Left external carotid artery, (D) Left vertebral artery.

Figure 4. Percutaneous transluminal angioplasty with stent (PTA). (A) Before PTA, (B) After PTA.

VA에서만 국한되어 나타나는 역행성 혈류양상을 발견하고, 각 환자 특성에 맞게 다양한 치료방법 중 적절한 치료법을 가지고 치료하여, 증상 및 혈류양상의 개선을 확인함으로써 특정 치료법과 이중초음파검사의 유용성을 알리는데 초점을 두고 있다 [1,7-10]. Filis 등은 2008년 본 증례와 유사한 증례를 보고하였고, 이를 “Right subclavian double steal syndrome” 이라고

명명하였다[3]. 본 증례는 우측 BCA의 심한 협착이 원인이 된다. 상대적으로 드물게 발생하는 일종의 우측 SSS에 포함되며, CA에서도 혈류빼앗김현상의 관찰은 아직 국내에 보고된 바 없고, 국외에서도 보기 어려운 증례이다. 대부분 혈류빼앗김현상이 후방순환계를 담당하는 VA에서만 관찰되는 것과는 달리 전방순환계에 해당하는 CA에서도 전후유동 혈류양상이 관찰되

었기 때문에 기존에 보고된 증례들과는 다르게 매우 드문 경우이고, 이 현상은 더욱 척추뇌바닥혈류부전을 악화시킬 것으로 예상된다.

혈류파형은 심장 수축말기에 대동맥판막(aortic valve)과 폐동맥판막(pulmonary valve)이 동시에 닫히면서 혈류파형에서 패임이 관찰된다. 이를 중박맥박패임(dicrotic notch)이라 부르며, 중박맥박패임 전은 수축기 혈류를 의미하고, 중박맥박패임 직후부터는 이완기 혈류를 의미한다. 대부분 SSS 의심환자에서 중간 수축기 부분의 혈류가 바닥선을 향하여 약간 내려와 있는 패임이 관찰되고, 이러한 환자를 대상으로 반응성충혈검사(reactive hyperemia test)를 시행한다[11]. 반응성충혈검사란 외부에서 다양한 방법으로 압력을 주어 특정 혈관의 혈류를 차단하고, 일정시간이 지난 후 차단한 혈류를 개통시켜 해당 혈관에 일시적으로 과잉 혈류공급을 유도하는 검사이며, 아직 SSS 진단을 위한 표준화된 프로토콜이 마련되어 있지 않다. 본 뇌혈류초음파검사사실에서는 병변 부위의 위팔에 혈압계밴드를 감고, 수축기혈압보다 약 20 mmHg 더 높은 압력으로 혈류를 차단시킨다. 약 3분이 지난 시점에서 급히 공기를 배출시켜 혈류를 개통함으로써 혈류파형에서 역행하는 혈류양상이 일시적으로 더욱 두드러지는지를 관찰한다. 이 검사를 통해 SSS 환자의 경우에는 반응성충혈검사 전에 측정한 혈류파형에 비해 반응성충혈검사 직후 혈류파형의 수축기 또는 수축기와 이완기 혈류 모두에서 더욱 심각한 혈류의 역행을 관찰할 수 있고, 심지어 파형이 모두 뒤집어지기도 한다. SSS 의심환자에서 반응성충혈검사는 진단의 정확성을 높이는 매우 유용한 검사이다. 본 증례는 우측 VA에서 혈류파형이 모두가 뒤집힌 상태로 관찰되어 추가적으로 반응성충혈검사를 시행하지 않고 SSS를 진단하였다. 몇 가지 부족한 점으로는 SSS에서 주된 소견으로 양팔에서 약 20 mmHg의 혈압 차가 발생하지만, 추가적인 혈압 측정을 하지 못하였고[5,8], 시술 후 추적검사를 통해 역행성 혈류양상이 정상적인 혈류로 회복되었는지 확인하는 것이 중요하다. 그러나 개인적인 이유로 내원하지 않아 추가적인 정보를 얻지 못하였다. 또한, TCD 검사에서 경동맥의 혈류정보를 측정하지 못하였고, 이중초음파검사사에서 이중혈류빼앗김현상을 확인하였다. TCD 검사에서 턱밑창(submandibular window)으로부터 경동맥의 혈류정보를 일상적으로 측정하는 검사실의 경우에는 TCD 검사만으로도 진단할 수 있을 것으로 생각된다.

이중초음파검사는 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)이나 전산화단층촬영술(computed tomography, CT)과 같은 영상촬영에서는 측정할 수 없는 다양한 혈류역학적 정보를 비침습적으로 얻을 수 있기 때문에 다른 영상장비와 더

불어 상호보완적으로 사용되고 있으며, 질병의 진단 및 예후를 파악하는데 유용하다. 특히, 이중초음파검사사에서 관찰되는 특징적인 전후유동 혈류양상은 무증상이거나 증상이 미미하여 미처 SSS를 의심하기 어렵고, 허혈성 뇌졸중 평가 시 CA와 대뇌동맥고리(cerebral arterial circle)에 지나치게 집중한 나머지 영상촬영에서 간과할 우려가 있는 SCA의 협착 유무 및 SSS 진단에 큰 도움이 된다. 이와 더불어 SSS를 겪고 있는 환자에서 전형적인 SSS와 빗장밑이중혈류빼앗김증후군을 감별하여 환자의 진단 및 예후에 더욱 정확히 파악하는데 유용하게 이용될 수 있다.

요 약

빗장밑혈류빼앗김증후군은 좌측 몸쪽부분 빗장밑동맥 혹은 팔머리동맥에 심한 혈관 협착이나 폐색이 원인이 되어 발생한다. 병변이 있는 부위에서는 제한적이며, 불충분한 혈류가 발생하여 반대쪽으로부터 연결혈관을 통해 일부 혈액이 유입될 수 있다. 이러한 현상을 빗장밑혈류빼앗김현상이라고 한다. 이중초음파검사는 빗장밑혈류빼앗김현상을 측정하는데 유용하다. 빗장밑혈류빼앗김현상을 보이는 일부 환자에서는 척추뇌바닥혈류부전 혹은 허혈성 말초동맥질환 증상을 호소한다. 빗장밑혈류빼앗김증후군은 빗장밑혈류빼앗김현상과 더불어 신경학적 증상이 반드시 동반될 경우로 정의할 수 있다. 저자는 팔머리동맥의 심한 협착을 보이는 환자에서 척추동맥과 더불어 바깥목동맥과 전방순환계를 담당하는 온목동맥 및 속목동맥에서 이중초음파검사를 이용한 혈류빼앗김현상이 관찰된 증례를 보고하고자 한다.

Acknowledgements: None

Funding: None

Conflict of interest: None

REFERENCES

1. Kim BJ, Cho YP, Sohn HY, Lee EJ, Park SM, Kang DW, et al. Subclavian steal syndrome treated by axilloaxillary bypass surgery : the role of duplex sonography. J Korean Neurol Assoc. 2009;27(3):260-263.
2. Labropoulos N, Nandivada P, Bekelis K. Prevalence and impact of the subclavian steal syndrome. Annals of surgery. 2010; 252(1):166-170.
3. Filis K, Toufektzian L, Sigala F, Kardoulas D, Kotzadimitriou A, Lagoudianakis E, et al. Right subclavian double steal syndrome: a case report. J Med Case Rep. 2008;2:392.
4. Choe YH. Principles of carotid sonography and sonographic

- anatomy. Korean Journal of Stroke. 2001;3(1): 31-39.
5. Pollard H, Rigby S, Moritz G, Lau C. Subclavian steal syndrome: a review. *Australas Chiropr Osteopathy*. 1998;7(1):20-28.
6. Kliewer MA, Hertzberg BS, Kim DH, Bowie JD, Courneya DL, Carroll BA. Vertebral artery Doppler waveform changes indicating subclavian steal physiology. *AJR Am J Roentgenol*. 2000;174(3):815-819.
7. Jung MS, Hong SI, Kim HS, Lee JH, Kim HJ, Ryu BY, et al. Subclavian steal syndrome. *J Korean Surg Soc*. 2009;76(3): 203-206.
8. Kim WB, Oh MK, Lee SH, Roh J, Kim HG, Kim JY, et al. A case of successful correction of subclavian steal syndrome by percutaneous transluminal angioplasty with stenting who found incidentally significant interarm blood pressure difference. *Korean J Fam Med*. 2009;30(12):979-984.
9. Sakamoto S, Kiura Y, Okazaki T, Ichinose N, Kurisu K. Endovascular stenting under cardiac and cerebral protection for subclavian steal after coronary artery bypass grafting due to right subclavian artery origin stenosis. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg*. 2015;17(1):27-31.
10. Kim MS, Paik NY, Choi SH, Kim WS, Kim SM, Jeon P, et al. Coronary-subclavian steal syndrome in a patient with takayasu arteritis. *Korean J Med*. 2016;91(1):37-41.
11. Branchereau A, Magnan PE, Espinoza H, Bartoli JM. Subclavian artery stenosis: hemodynamic aspects and surgical outcome. *J Cardiovasc Surg*. 1991;32(5):604-12.