ISSN 2005-7881
Journal of Neurosonology 1(Suppl. 1):1-9, 2009

목동맥 Duplex 초음파 검사에서의 허상

고려대학교 의과대학 신경과학교실

서 우 근

Artifacts in Carotid Duplex

Woo-Keun Seo, MD

Department of Neurology, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

목동맥(carotid artery)의 죽상동맥경화성 병터는 뇌졸중의 잘 알려진 위험인자로서 목동맥 협착이 뇌졸중에 미치는 영향을 정확하게 평가할 수는 없지만, 뇌경색 환자의 약 20~34%에서는 뇌경색과 동측의 목동맥의 유의한 협착이 관찰된다.[1,2] 이러한 목동맥의 협착 정도는 내막절제술이나 스텐트 삽입술과 같은 치료의 방법을 결정하는데 있어서도 중요한 위치를 차지하고 있다.[3] 그러므로 다양한 비침습적인 목동맥 검사법은 치료적 결정을 하는데 중요한 정보를 제공하며, 진단뿐 아니라 병변의 진행이나 수술 후 경과관찰에 있어서도 중요한 위치를 차지하고 있다.[4] Duplex 초음파 검사법(Duplex ultrasonography)은 목동맥의 병터를 진단하고, 경과를 관찰하는데 있어서 가장 유용하게 사용되는 검사법 중 하나이다. 하지만 Duplex 초음파 검사법은 검사자의 숙련도에 따라 영향을 받으므로 Doppler의 물리학적 특성과 뇌혈류의 혈역학적 측면을 숙지하고 있어야 더 좋은 정보를 얻어낼 수 있다.[5]

초음파 검사로 얻어지는 단층상은 인체 내 장기의 단면상을 표시하지만, 초음파의 성질에 따라 실제 존재하지 않는 상이 표시되기도 하고, 실제 존재하는 것이 없어지기도 하고, 모양 혹은 크기가 다르게 표현되기도 한다. 이와 같이 초음파 검사 중 실제와 다르게 표시되는 것을 허상(artifact)이라 한다. 그러므로 Duplex 초음파 검사 중 맞닥뜨리는 허상에 대한 이해는 정확한 검사와 적절한 판독을 위해 필수 불가결하다. 여기서는 B-mode 영상과 Doppler 초음파 검사 중 비교적 흔하게 나타나거나, 임상적으로 중요한 허상에 대해 기술하였다.

1. B-mode 영상에서의 허상(Artifacts in B-Mode ultrasound)

목동맥 초음파 검사 중 협착의 정도를 평가하는데 있어서는 혈역학적 검사 지표인 혈류 속도가 가장 중요하게 인식되고 있으나, B-mode 영상은 죽상판의 성상에 대한 다양한 정보를 제공함으로써 뇌졸중의 위험도와 병태생리에 대한 추가적인 정보를 제공하고 있다.[6,7] B-mode 영상에서의 초음파 자체에 의해 발생하는 허상은 분해능의 한계로 발생하는 허상(resolution group), 초음파 선(beam)의 진행 중 발생하는 문제로 발생한 허상(propagation-path group), 감쇠(attenuation)에 의한 허상으로 나눌 수 있다.[8]

1.1. 단면상 두께 허상(section thickness artifact)

초음파의 기계적 특성에 의한 분해능(resolusion)의 저하도 허상에 포함된다. 초음파의 선(Beam)은 축방행과 횡방향에 따라 축분해능(Axial resolution)과 횡분해능(lateral

Address for correspondence: Woo-Keun Seo, MD, PhD
Department of Neurology, Korea University, College of Medicine, 80, Guro-dong, Guro-gu, Seoul 152-703, Korea
Tel: +82-2-2626-3172, Fax: +82-2-2626-1257, E-mail: nukseo@korea.ac.kr

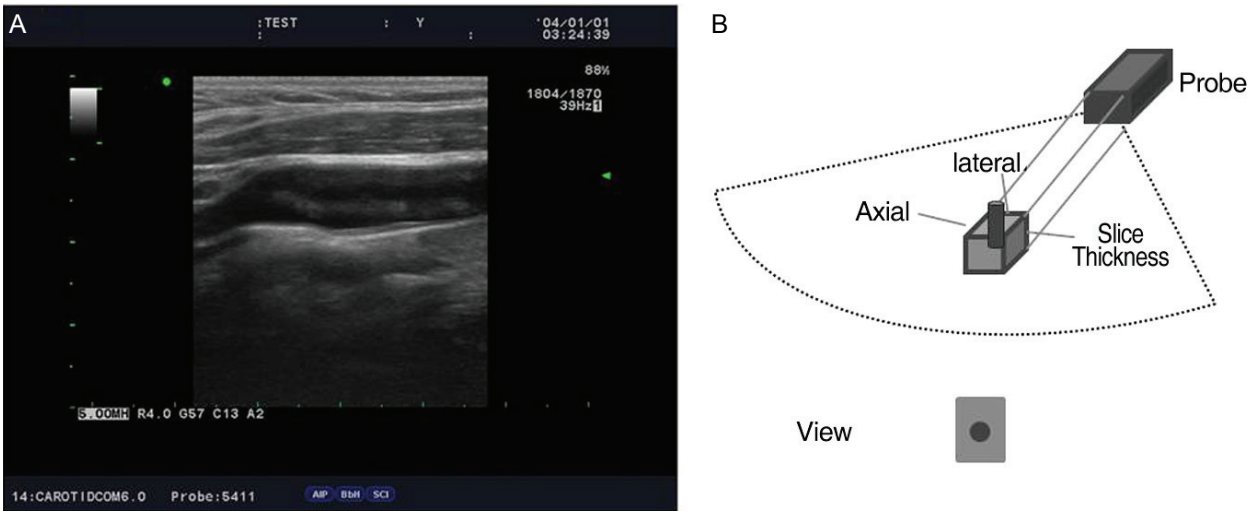


Fig. 1. Section thickness artifacts. (A) B-mode image of common carotid artery shows that gray-colored artifact in the lumen of common carotid artery. (B) The diagram explained the mechanism of section thickness artifacts. Echoes can be acquired from objects that may be partly within the slice and partly outside of it. Because the signals in the ultrasound slice are summed together, echoes can appear within anechoic structures.

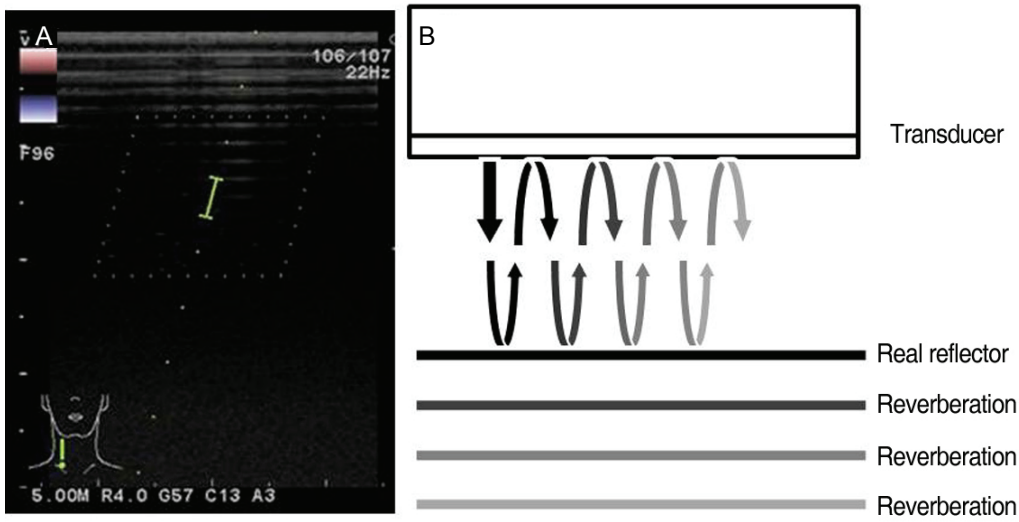


Fig. 2. Reverberation artifacts. (A) Repeated reverberation bands are shown as bright parallel lines at regular intervals. (B) The diagram explained the mechanism of reverberation artifacts. The artifacts are caused by sound beam traveling multiple round-trips between transducer face and highly reflective surfaces resulting in bright parallel lines at regular intervals.

resolution)이 결정된다. 하지만 초음파 선은 입체적이기 때문에 제 3의 방향의 초음파 선이 존재하고 초음파의 주사방향에 직각인 초음파 선의 두께에 해당한다. 동일 거리에 있는 두 물체가 하나의 초음파 선 안에 있다면 초음파는 이를 구별하지 못하고 한 화면에 겹쳐서 구현하게 되어 허상이 나타날 수 있는데 이를 단면상 두께 허상(section thickness artifact)이라 한다(Fig. 1).[8]

1.2. 반향(Reverberation)

초음파가 경계면에 수직으로 발사된 경우 반사되는 초음파의 양은 입사되는 초음파의 파장과 경계면을 이루는 두 매체 사이의 교류저항(impedance)의 차이에 의해 결정된다. 이 차이가 크면 클수록 반사되는 초음파의 양이 많아진다.[9] 변환기(transducer)에서 발사된 초음파가 반사율이 높은 경계면에서 반사될 경우 반사면과 변환기 사이를 초음파가 반복하여 왕복하게 될 수 있는데, 그 결과 변환기와 반사면의 정수배의 거리에 강한 에코(echo)가 반복되어 나타날 수 있고 이를 반향(reverberation)이라 한다.[9]

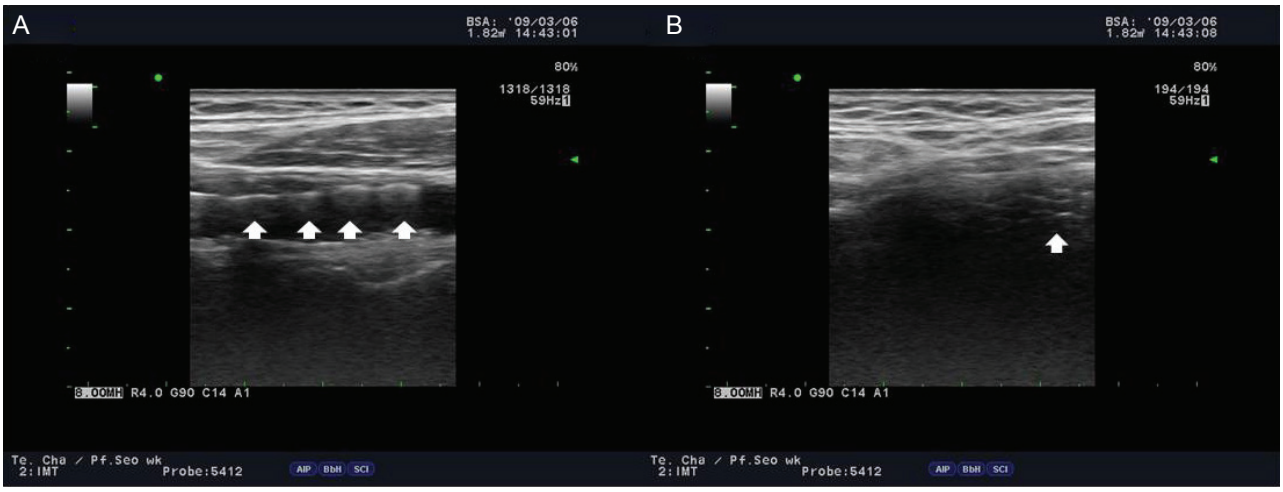


Fig. 3. Artifact caused by carotid artery stent. (A) A line of intense, nearly continuous echoes trailing behind a metallic reflector (stent) was observed (Comet tail artifact). (B) Web-like artifact caused by metallic carotid artery stent was seen.

화면상에서 반향은 일정한 간격을 가진 평행한 선으로 나타나게 된다(Fig. 2).

이런 반향의 일종으로 작은 반사체 뒤로 연속적인 강한 선 모양의 허상이 나타나는 경우가 있다(ring-down artifact). 이런 허상은 다수의 짧은 반향에 의해 발생하며,[9] 주로 미세기포나 콜레스테롤이 침착된 부위에서 관찰할 수 있다.[9] 반면 반사체가 금속 물질이라면 반향과 함께 반사체 자체에 의한 진동에 의해 에코가 증가되어 반사체 뒤쪽으로 혜성 꼬리모양으로 긴 음영이 나타날 수 있는데 이를 혜성꼬리 허상(Comet tail artifact)라 한다. 목동맥 검사 중에 흔하게 관찰 할 수 있는 혜성꼬리 허상으로는 스텐트에 의한 허상이 있다(Fig. 3).

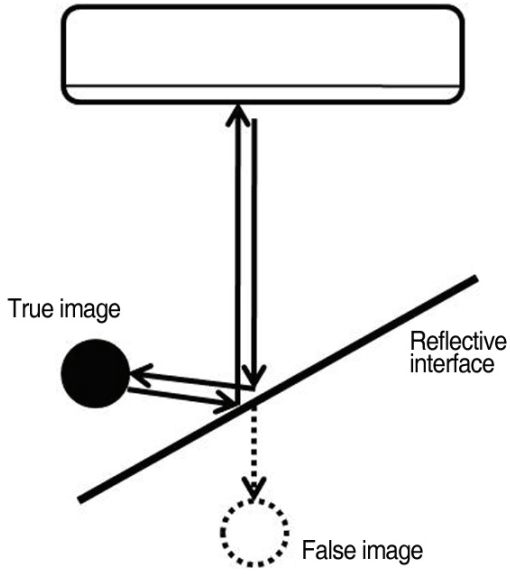


Fig. 4. Generation of mirror image artifacts. The mirror artifacts displays objects on both sides of a stroke reflector, though they are located only on one side of it. The reflector directs some of the echoes to a second reflector before it returns them to the transducer, resulting in a multipath reflection.

1.3. 전파 속도에 의한 허상(Propagation velocity artifact)

초음파 선이 전파속도가 다른 매질을 통과할 때, 전파속도의 차이만큼 실질 장기보다 후방에 상이 그려지는 현상을 전파속도에 의한 허상이라 하며, 생체 내에서는 간 실질과 지방성 종양을 통과 하는 초음파 선의 전파 속도 차이로 인해 종양 후방에 위치한 횡경막의 이미지가 일부 끊어져 후방으로 밀려 그려지는 현상을 볼 수 있다.

1.4. 거울 허상(Mirror-image artifact)

초음파 검사 중 거울 앞에 있는 물체가 거울 반대쪽에 있는 것처럼 보이는 현상으로, 원리적으로는 다중 반사와 같이 발생한다. 반사체 주위에 강한 반사를 보이는 구조물이 존재할 때, 실제 반사체에서 반사되는 초음파가 강한 반사체로 전파된 후 다시 반사되어 변환기로 돌아오므로 반사되는 초음파는 반사체를 사이에 두고 두 개의 구조물로 표현된다(Fig. 4).[9] 이는 주로 흉막 등 강한 반사체 근처에서 관찰된다.

1.5. 음영증강(Enhancement)

음영증강(Enhancement)은 반사체가 비정상적으로 밝게 나타나는 현상을 말한다.[10] 이는 초음파가 감쇠(attenuation)가 거의 없는 매체를 통과한 이후 성질이 다른 매체

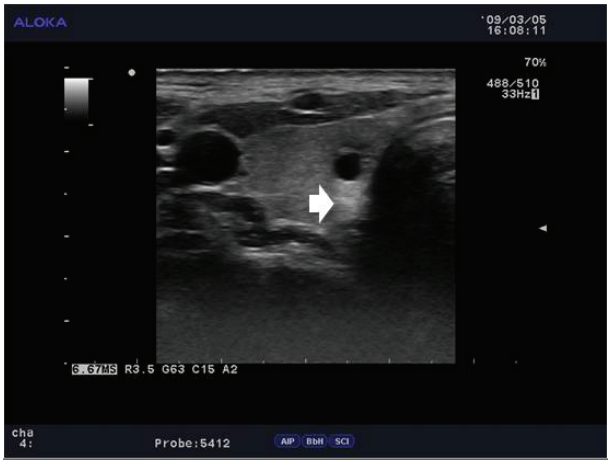


Fig. 5. Enhancement artifact caused by cystic mass on thyroid gland. Enhancement is the increased relative amplitude of echoes caused by an intervening structure of low attenuation. After cystic mass, a band of bright echo signal is observed.

와의 경계면을 지날 때 강한 감쇠와 함께 반사가 일어나게 되어 발생한다(Fig. 5).[10] 음영증강은 낭종성 병변을 진단하는데 도움을 준다.[8]

1.6. 소리그림자(Acoustic shadowing)

초음파가 음향저항치(acoustic impedance)의 차이가 큰 두 조직의 경계면을 통과할 때는 반사파는 크고 투과파는 작게 되어 두 경계면의 뒤쪽으로 소리그림자(acoustic shadowing)가 나타날 수 있다(Fig. 6-A).[10] 소리 그림자와 비슷한 허상으로 굴절(refraction)에 의한 그림자(혹은 가쪽 그림자 lateral shadowing)가 있는데 이는 두 개의 매체 사이의 주변부로 초음파가 비스듬하게 입사될 때 나타난다(Fig. 6-B).[9] 이런 굴절 허상은 석회화에 의한 소리 그림자와 혼동되어 진단에 혼선을 줄 수 있다.[9]

1.7. 측엽에 의한 허상(Side lobe artifact)

초음파 선은 중앙 부분의 강한 주엽(main lobe)과 그 주위의 약한 여러 개의 측엽(side lobe)으로 구성되어 있다. 일반적으로 초음파 영상을 구현하는 음파는 주엽에서 나오지만, 측엽에서 나온 음파도 강한 반사체가 있으면 반사를 하며 이 반사된 초음파 선은 변환기에 수신 될 수 있다. 이 경우 측엽에서 반사된 초음파 선도 주엽에서 반사된 초음파 선으로 받아들여져 주엽 방향에 포함하여 화상에 허상을 형성시킨다. 이렇게 형성된 허상을 측엽에 의한 허상(side lobe artifact)이라 한다. 측엽에 의한 초음파 선은 세기가 약해 평소에는 영상을 형성시키지 못하지만 담낭이나 방광과 같이 주엽에서의 반사 에코가 없고 측엽의 반사가 강할 때 허상을 형성시킬 수 있다.

2. Doppler 허상(Doppler artifacts)

Doppler 초음파 검사는 가까이 다가오는 혈류에서 반사되는 에코의 주파수는 증가하고 멀어지는 에코의 주파수는 감소하는 Doppler 효과에 기초하여 초음파의 주파수의 변화(Doppler shift)를 측정하여 움직이는 대상의 방향과 속도를 측정하는 검사법이다. 이런 과정에서 다양한 허상이 발생할 수 있는데, 이 소고에서는 Doppler 기계의 조작 가능한 변수를 부적절하게 조절해서 나타나는 허상과 검사하고자 하는 대상의 해부학적인 구조에 의한 허상으로 나누어 설명하였다.

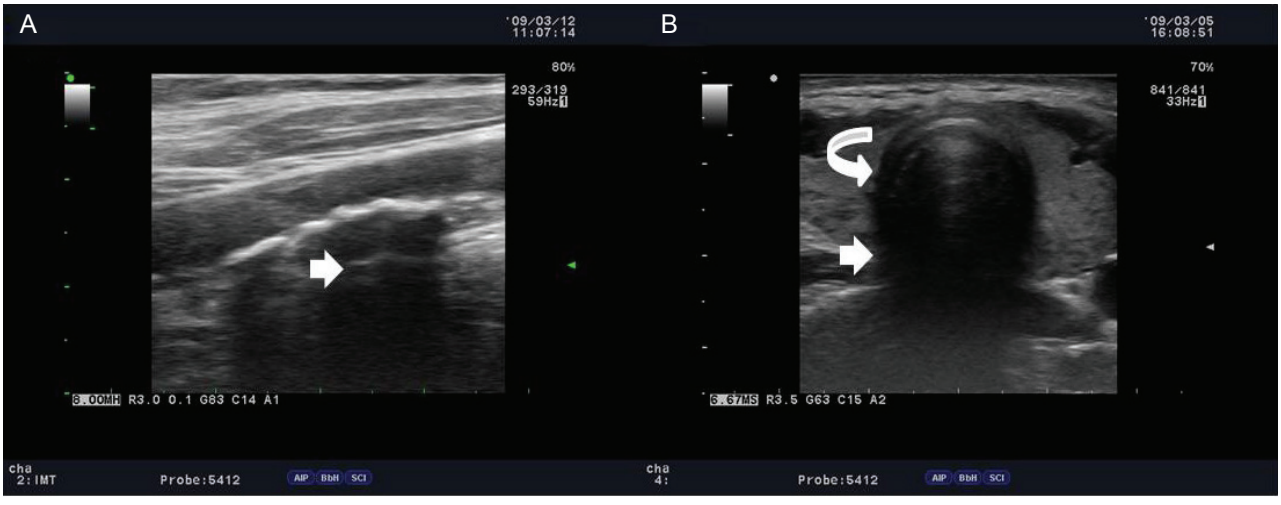


Fig. 6. Acoustic shadowing. (A) Hypoechoic band of acoustic shadowing is observed behind atherosclerotic plaque on common carotid artery. (B) Shadowing from the edge of a curved cartilage (tracheal ring; curved arrow) can occur as a result of refraction.

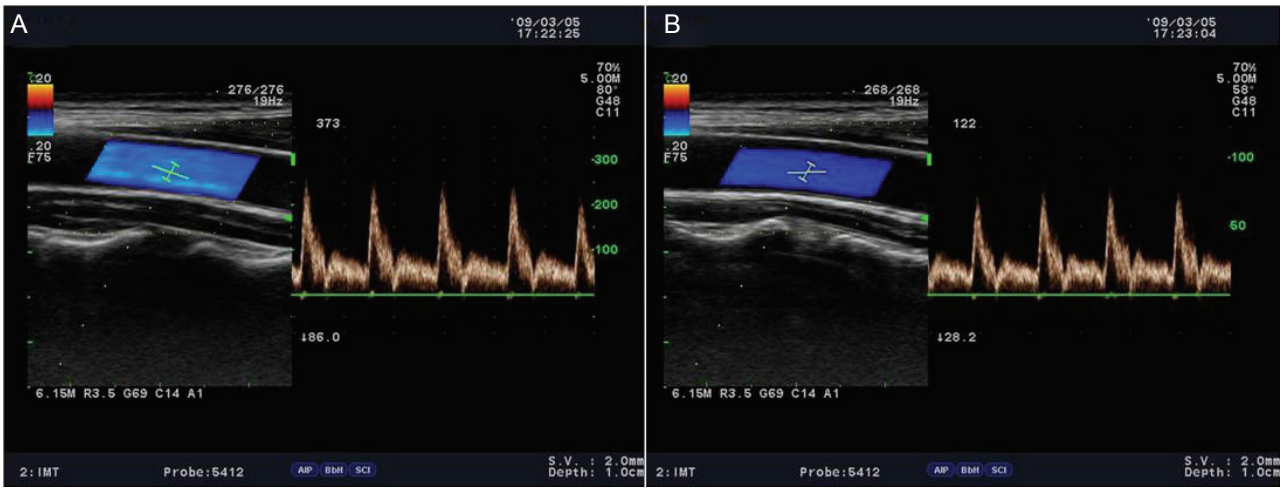


Fig. 7. Effect of Doppler angle on flow velocity. (A) Flow velocity of the common carotid artery exceeded 200 cm/sec at 80° of Doppler angle. (B) The flow velocity was normalized after correction of Doppler angle to 58°.

2.1. 기계의 부적절한 조작에 의한 허상(Artifacts related to inappropriate settings)

Doppler 초음파의 경우 기계의 적절한 조작(setting)이 좋은 영상을 얻기 위해서 반드시 필요하다. Doppler 초음파의 허상에 이런 기계의 부적절한 조작에 의한 경우를 포함시킬 수 있는지에 대해서는 논란이 있을 수 있으나, 허상이 정의를 실제와 다르게 표현되는 것이라고 할 때 기계의 적절하지 못한 조작에 의해 발생한 잘못된 영상도 넓은 의미의 허상에 포함되리라 생각된다. 이런 조작 가능한 부분으로는 증폭(Doppler gain), Doppler 각(Doppler angle) 및 표본부피(Sample volume)등이 있다.

2.1.1. Doppler 증폭(Doppler gain)

Doppler 초음파 검사 중 Doppler 증폭을 너무 낮게 조절하면 실제로는 존재하는 혈류가 보이지 않을 수 있고, 너무 높게 조절하면 색 Doppler나 고출력 Doppler (power Doppler)의 신호가 회색조 영역(Gray-scale area)에서도 관찰될 수 있다.[11] 그러므로 Doppler 검사 중에는 종종 Doppler 증폭을 조절하여 적절한 영상을 얻기 위해 노력해야 한다. 색 Doppler 검사에서의 증폭의 조절은 색-쓰기 우선순위(color-write priority)에 의해 정해진다. 즉 특정 화소(pixel)의 회색조 부위에 역치 이상의 신호가 있으면 이는 회색조로 남게 되지만, 역치 이하의 신호가 있으면 색(color)으로 나타나게 된다. 그러므로 회색조 증폭이 너무 높거나 색-쓰기 우선순위가 낮으면 색 화소는 혈류가 있음에도 불구하고 화면에 표현되지 않을 수 있어 조절이 필요하다. 이런 현상을 막기 위해서는 색 증폭(color gain)을 회색조 부위에 잡음이 나타날 때까지 올린 후 다시 줄여서 잡음이 사라질 정도로 조절하는 것이 적당하다.[12]

2.1.2. Doppler 각(Doppler angle)

Doppler 초음파 검사에서 방출되는 초음파와 혈류의 흐름 사이의 각도가 클수록 오차의 가능성이 높아서 Doppler 각은 항상 60° 이내로 유지해야 한다.[13] Doppler의 각도가 90°인 경우에는 혈류가 관찰되지 않고, 각도가 줄어들수록 혈류 속도는 증가하며 그 정도는 Doppler 각의 cosine 값에 비례한다(Fig. 7).

2.1.3. 표본 부피(Sample volume)

표본 부피(sample volume)는 화면상에서 2차원적인 형태로 표현되지만 사실은 3차원적인 부피를 가지게 되므로 원치 않는 영역의 신호를 포함할 수 있다. 예를 들어 분광 Doppler (spectral Doppler) 검사 중 표본 부피가 크게 되면 정상적인 와류(turbulent flow)와 혈관 벽에 인접한 느린 혈류가 한꺼번에 표현되어 협착 후 와류와 같은 넓은 분광파형을 나타낼 수 있으며(Fig. 8), 표본 부피가 작고 혈관이 많이 움직이는 경우 혈류의 흐름이 끊어지는 것처럼 나타날 수 있다. 분광 Doppler 검사를 위한 이상적인 표본 부피는 혈관의 중심에 위치하면서 전체 혈관 길이의 2/3 정도가 적당하다.[11]

2.2. 해부학적 특성에 의한 허상(Anatomically related artifacts)

2.2.1. Doppler 거울 허상(Doppler Mirror image artifacts)

B-mode 영상에서와 같이 혈관이 강한 반사체의 앞에 있는 경우 반사체의 뒤쪽으로 혈관이 중복되어 나타나는

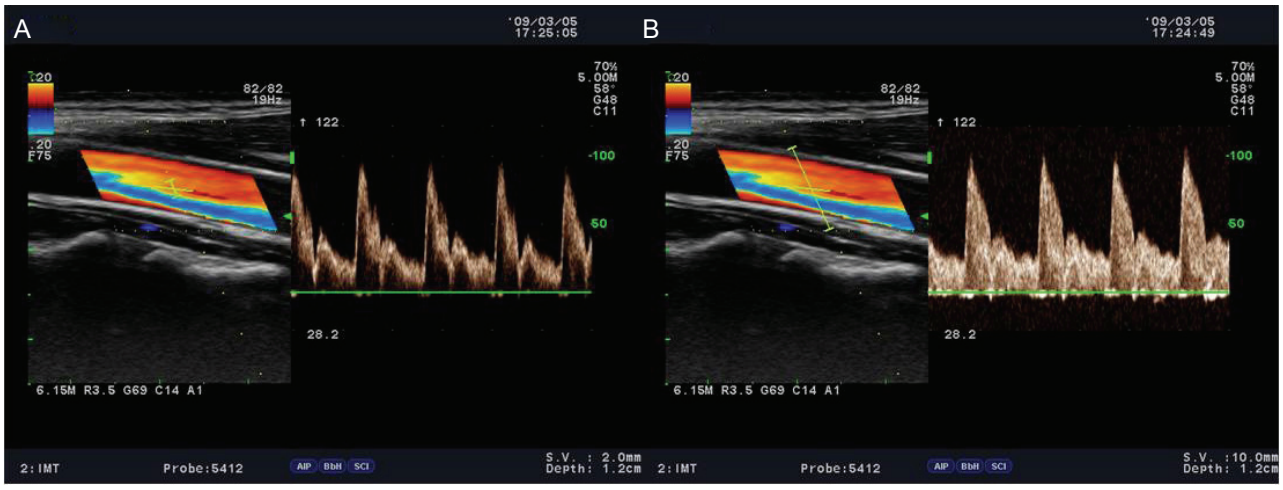


Fig. 8. Impact of sample volume on spectral Doppler wave. Although the sample looks like a flat box on the image, it has a third dimension in and out of the plane of the image. (A) signal was sampled in the midstream of the flow. (B) The spectral wave form showed spectral broadening because the sample was large enough to containing margin and wall of the artery.

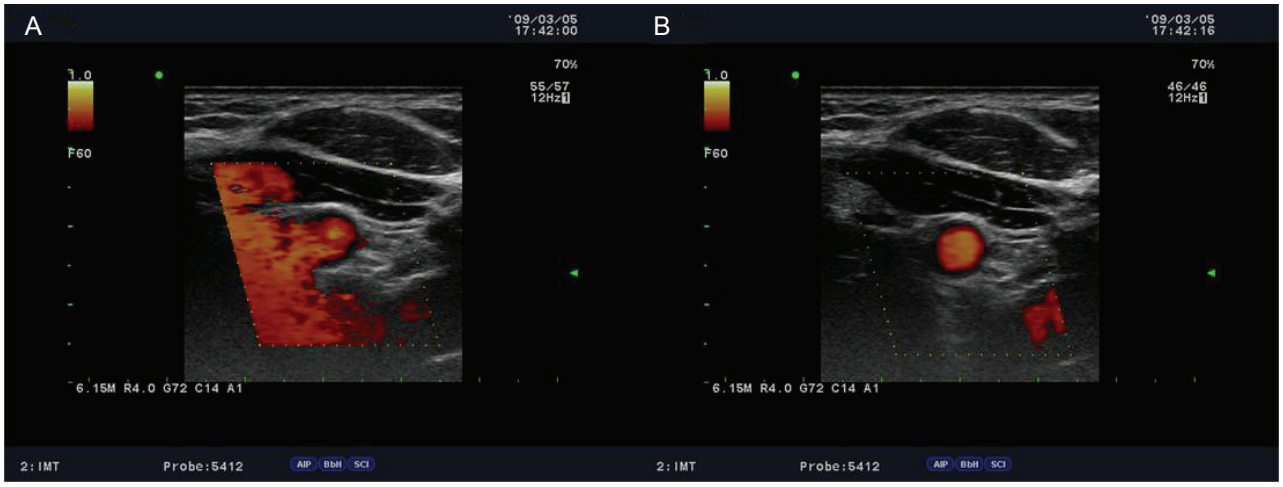


Fig. 9. Flash artifact caused by vocal vibration. (A) Sudden burst of random color that fills the frame, obscuring the gray-scale image (Flash artifact) is observed around the common carotid artery on Power Doppler images. The flash artifact is induced when the patient was requested to sound “Ah”. (B) The artifact disappeared with stopping the sound.

경우가 있는데 이를 거울 허상(mirror image artifact) 이라 한다.[11,14] 색 Doppler 검사에서의 거울 허상은 빗장밑 동맥(subclavian artery)이 가슴막(pleura)을 중심으로 중복되는 현상에서 처음으로 보고되었다.[14] 색 Doppler 검사에서의 거울 허상은 가슴막, 횡경막, 혹은 대동맥 벽 등의 반사체에 의해 잘 발생한다.[11] 목동맥에서는 정상인의 온목 동맥에서 목동맥 유령 현상(carotid ghost)이라는 이름으로 처음 발표되었는데,[15] 이는 온목 동맥의 안쪽 동맥 벽이 반사체로 작용하여 발생한 것으로 생각되었다. 목동맥에 협착 혹은 죽상판이 있는 경우에도 색 Doppler 검사 중 거울 상 허상이 나타날 수 있는데, 이 경우에는 죽상판의 궤양이나 곁순환(collateral flow)으로 오인될 수 있어 판독에 주의가 필요하다.[16,17] 이런 경우 변환기(transducer)의 방향을 앞가쪽(anterolateral)에서 등가쪽(posterolateral)으로 바꾸어서 혈관의 뒤쪽에서 검사하는 것이 허상의 감별에 도움이 된다.[16]

2.2.2. 위신호(Aliasing)

위신호는 혈류 속도가 화면에 표시할 수 있는 범위를 벗어나는 경우 화면에 비정상적으로 표시되는 경우를 말한다.[11] 위신호는 펄스파 Doppler 장비가 정확하게 감지할 수 있는 변위주파수의 한계(pulse repetition frequency)를 초과할 때 발생하는데 이를 ‘Nyquist의 한계’라 한다.[13] 분광 Doppler 검사 중 위신호가 나타나면 속도의 최고점은

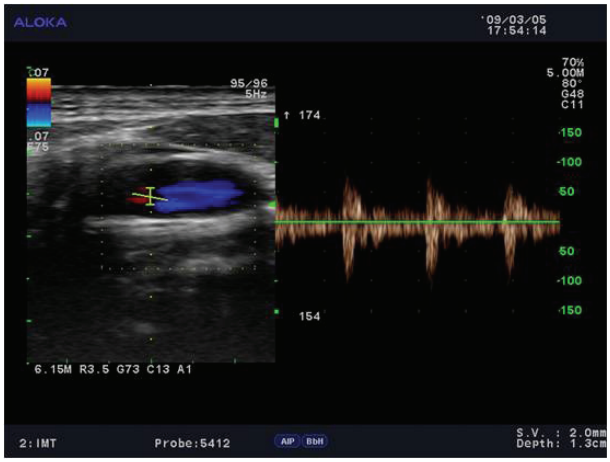


Fig. 10. Directional ambiguity of the flow. The waveform on the spectral Doppler tracing is displayed with nearly equal amplitude above and below the baseline in a mirror image pattern.

표시되는 한계를 넘어 화면의 아래에서 다시 나타나게 된다. 위신호를 줄이기 위해서는 기준선을 밑으로 내리고 표시되는 속도의 범위를 높이는 것이 한 가지 방법이다. 그래도 안 되면 Doppler 주파수를 낮추거나 Doppler angle을 높여 볼 수 있다.[13]

위신호는 색 Doppler 검사에서도 확인할 수 있는데 인접한 색의 변화가 빨강-주황-밝은 파랑-어두운 파랑 순서로 바뀌는 것을 볼 수 있다. 간혹 빨강에서 바로 어두운 파랑으로 변하면서 사이에 검은색의 띠가 있는 경우도 있다.[11]

위신호는 혈류 흐름의 최고 속도를 재기 어렵다는 점에서는 단점이 있으나 가장 빠른 혈류속도 부위를 쉽게 찾을 수 있어 임상적 적용에 도움이 될 수도 있다.[11]

2.2.3. Flash 허상(Flash artifact)

Flash 허상은 갑작스런 무작위적인 색 Doppler 영상이 화면을 채우면서 회색조 영상의 경계가 모호하게 보이게 되는 허상이다(Fig. 9). 이는 주로 반사체의 움직임이나 증폭기의 움직임으로 인해 발생한다.[11] 고출력 Doppler (Power Doppler)는 색 Doppler보다 Flash 허상에 더 민감하다.[11]

2.2.4. Doppler의 모호한 방향성(Directional Ambiguity or intermediate flow direction)

이는 분광 Doppler 검사 중 기준선을 중심으로 위아래에서 비슷한 파형이 나타나는 현상을 말한다(Fig. 10).[11] 이런 현상은 초음파가 혈관에 90°로 입사되기 때문에 생긴다.[12] 모호한 방향성은 양측성 흐름(bidirectional flow)과 구분되어야 하는데, 양측성 흐름의 경우 한 방향으로 혈류가 나타나고 그 이후 반대 방향의 혈류가 나타나는데, 이 순환이 심장 박동 일회 동안에 나타나게 되며, 결코 동시에 양측으로 나타나지 않는다.[11]

2.2.5. 혈관주위 허상(perivascular artifact) 또는 색 잡음(color bruit)

혈관주위 허상 혹은 색 잡음은 조직의 움직임에 의해 발생되는 허상으로서, 와류(turbulent flow)가 있는 혈관 주위 연조직에 다양한 색이 섞인 모자이크 양상의 허상이 관찰되는 것을 말한다.[18] 이 허상은 특징적으로 심박동과 동조하여 주기적인 변화를 보이게 된다.[18] 이런 혈관주위 허상은 혈액투석을 위한 동정맥 샛길(arteriovenous fistula), 혈관의 협착 부위, 동맥류 등 혈관이상이 동반된 부위에서 발생하게 되는데, 이런 병변들은 공통적으로 청진상 잡음(bruit)이 들릴 수 있는 부위다. 즉 혈관의 심한 와류에 의한 연조직의 떨림이 색 Doppler 검사에서 혈관주위 허상으로 나타나게 된다. 그러므로 혈관주위 허상이 동정맥 샛길이 아닌 부위에서 나타나게 되면 그 혈관의 협착에 의한 심한 와류를 시사하는 소견이 될 수 있으므로 자세한 검사가 필요하다.[11,18]

2.2.6. 반짝 허상(Twinkling artifact)

반짝 허상은 정지해 있는 강한 반사체 뒤로 조직의 움직이나 혈류처럼 보이는 Doppler 파형이 나타나는 경우로, 주로 콩팥돌, 방광의 석회화, 쓸개의 콜레스테롤 결정 등에 의해 유발된다.[19] 모든 반사체의 표면에 음파가 부딪히게 되면 어느 정도의 산란(scattering)이 발생하지만 표면이 매끈한 반사체의 경우 표면에서 산란되는 Doppler의 변위의 폭이 좁아서 필터에 의해 배제되지만, 표면이 거친 반사체의 경우 측정되는 신호의 오차가 커지면서 필터의 수준을 벗어나게 되면 허상이 나타난다.[11] 일반적인 허상은 진단에 어려움을 주는 경우가 많으나 반짝 허상은 석회화를 예상하기 어려운 부위에서 석회화를 관찰할 때 유용하게 사용된다.[20] 반짝 허상을 잘 관찰하기 위해서는 색-쓰기 우선순위(color-write priority)를 올리고 회색조 증폭(gray-scale gain)을 줄이는 것이 필요하다.[11] 목동맥 협착 부위의 석회화에 의한 반짝 허상이 나타날 경우 분광 Doppler 검사를 하면 혈류가 아니라 잡음이 나타나며, 심박동과 동조되지 않아 궤양을 동반한 죽상판에서 나타나는 와류와의 감별이 가능하다.[11]

3. 목동맥 Duplex 초음파 검사 중 나타나는 허상의 임상적 유용성

Duplex 초음파 검사는 목동맥을 검사하는 중요한 방법

으로 자리잡아가고 있다. 하지만 초음파 검사법은 초음파 자체의 기술적인 제한이나 검사 중 발생하는 허상으로 인한 한계를 내포하고 있다.[21] 예를 들어, 목동맥 초음파 검사 중 흔하게 나타나는 허상 중 소리 그림자는 혈관 벽이나 내경의 영상을 불분명하게 하며, 거울 허상의 경우 저음역 영역에서 혈관벽의 궤양으로 오인되거나 폐색된 혈관의 곁순환으로 오인하는 등의 혼동을 유발할 수 있다.[21] 하지만 혈관주위 색 허상(perivascular color artifact)나 위신호(Aliasing) 등은 거의 검사 결과에 영향을 주지 않으며,[21] 오히려 적절한 판독이 뒷받침 되면 정확한 검사에 도움을 주는 경우도 있다.[18] 실제로 혈관에 대한 초음파 검사 중, 다른 이상이 없이 혈관주위 허상만 나타나는 경우가 있는데 이런 경우 그 부위의 병변을 시사하는 소견이 될 수도 있다.[18] 동맥 검사 중 B-mode 영상에서 흔히 발견되는 소리 그림자는 일반적으로 혈관의 석회화에 의한 소견으로 받아들여지고 있는데, 목동맥 협착 부위의 석회화에 의한 소리 그림자(acoustic shadowing)는 향후 뇌졸중의 발생을 예측하는데 사용되기도 한다.[22-24] 소리 그림자가 있는 목동맥 병변이 있는 사람은 목동맥 병변이 없는 사람에 비해 남성에서는 2.23배, 여성에서는 4.01배 정도로 향후 뇌졸중의 발생 위험이 높고, 목동맥 병변이 있으나 소리 그림자가 없는 사람에 비해서는 남성에서는 1.99배, 여성에서는 1.92배 높은 뇌졸중의 위험도가 보고되었다.[22] 이런 결과는 소리 그림자가 죽상경화를 시사하는 소견으로 생각되며, 더 나아가 허혈성 뇌졸중을 예측할 수 있는 인자라는 사실을 보여준다.[22] 이와 같이 초음파 검사 중 나타나는 허상은 정확한 진단에 도움이 될 수도 있고, 혼선을 야기할 수도 있는 양면의 칼 같은 소견이다.

4. 결론

Duplex 초음파 검사는 목동맥의 병터를 확인하는 데 유용하게 사용될 수 있는 비침습적인 검사법으로서, 특히 심한 목동맥 병터가 있는 경우 치료의 방침을 결정하는데 필요한 중요한 정보를 제공할 뿐 아니라, 치료의 경과를 추적 관찰하는데 있어서도 용이하게 사용될 수 있어 임상적 적용 범위가 넓어지고 있다. 목동맥 Duplex 검사 중에는 다양한 허상이 발생할 수 있으므로 좀더 정확하고 많은 정보를 얻어내기 위해서는 허상에 대한 폭넓은 이해가 필요하다. 이를 위해서는 초음파의 물리학적인 원리나 뇌혈류의 혈역학적 이해와 함께 검사의 술기 향상을 위한 노력이 동시에 이루어져야 할 것이다.

REFERENCES

1. Bogousslavsky J, Van Melle G, Regli F. The Lausanne stroke registry: Analysis of 1,000 consecutive patients with first stroke. Stroke 1988;19:1083-1092.
2. Petty GW, Brown RD, Jr, Whisnant JP, Sicks JD, O'Fallon WM, Wiebers DO. Ischemic stroke subtypes: A population-based study of incidence and risk factors. Stroke 1999;30:2513-2516.
3. Sila CA, Higashida RT, Clagett GP. Clinical decisions. Management of carotid stenosis. N Engl J Med 2008;358:1617-1621.
4. Romero JM, Ackerman RH, Dault NA, Lev MH. Noninvasive evaluation of carotid artery stenosis: Indications, strategies, and accuracy. Neuroimaging Clin N Am 2005;15:351-365, xi.
5. Tahmasebpour HR, Buckley AR, Cooperberg PL, Fix CH. Sonographic examination of the carotid arteries. Radiographics 2005; 25:1561-1575.
6. Tegeler CH, Ratanakorn D, Kim J. Advances in carotid ultrasound. Seminars in Cerebrovascular Diseases and Stroke 2005;5:74-82.
7. Grant EG, Benson CB, Moneta GL, Alexandrov AV, Baker JD, Bluth EI, et al. Carotid artery stenosis: Gray-scale and Doppler us diagnosis--society of radiologists in ultrasound consensus conference. Radiology 2003;229:340-346.
8. Kremkau FW, Taylor KJ. Artifacts in ultrasound imaging. J Ultrasound Med 1986;5:227-237.
9. Scanlan KA. Sonographic artifacts and their origins. AJR Am J Roentgenol 1991;156:1267-1272.
10. Aldrich JE. Basic physics of ultrasound imaging. Crit Care Med 2007;35:S131-137.
11. Rubens DJ, Bhatt S, Nedelka S, Cullinan J. Doppler artifacts and pitfalls. Radiol Clin North Am 2006;44:805-835.
12. Pozniak MA, Zagzebski JA, Scanlan KA. Spectral and color Doppler artifacts. Radiographics 1992;12:35-44.
13. Taylor KJ, Holland S. Doppler us. Part i. Basic principles, instrumentation, and pitfalls. Radiology 1990;174:297-307.
14. Reading CC, Charboneau JW, Allison JW, Cooperberg PL. Color and spectral Doppler mirror-image artifact of the subclavian artery. Radiology 1990;174:41-42.
15. Middleton WD, Melson GL. The carotid ghost. A color Doppler ultrasound duplication artifact. J Ultrasound Med 1990;9:487-493.
16. Arning C. Mirror image artifacts of color Doppler images causing misinterpretation in carotid artery stenoses. J Ultrasound Med 1998;17:683-686.
17. Stahl JA, Middleton WD. Pseudoulceration of the carotid artery. J Ultrasound Med 1992;11:355-358.
18. Middleton WD, Erickson S, Melson GL. Perivascular color artifact: Pathologic significance and appearance on color Doppler US images. Radiology 1989;171:647-652.
19. Rahmouni A, Bargoin R, Herment A, Bargoin N, Vasile N. Color Doppler twinkling artifact in hyperechoic regions. Radiology 1996;199:269-271.
20. Tchelepi H, Ralls PW. Color comet-tail artifact: Clinical applications. AJR Am J Roentgenol 2009;192:11-18.
21. Arning C, Eckert B. The diagnostic relevance of colour Doppler artefacts in carotid artery examinations. Eur J Radiol 2004;51:246-251.
22. Hunt KJ, Evans GW, Folsom AR, Sharrett AR, Chambless LE, Tegeler CH, et al. Acoustic shadowing on B-mode ultrasound of

the carotid artery predicts ischemic stroke: The atherosclerosis risk in communities (ARIC) study. Stroke 2001;32:1120-1126.
23. Kagawa R, Moritake K, Shima T, Okada Y. Validity of B-mode ultrasonographic findings in patients undergoing carotid endarterectomy in comparison with angiographic and clinicopathologic features. Stroke 1996;27:700-705.
24. Carotid artery plaque composition--relationship to clinical presentation and ultrasound B-mode imaging. European carotid plaque study group. Eur J Vasc Endovasc Surg 1995;10:23-30.
25. Gordon IL. Effects of stenosis on transit-time ultrasound measurements of blood flow. Ultrasound Med Biol 1995;21:623-633.