경동맥초음파검사 시 반향허상을 제거할 수 있는 젤 패드의 전파 매질 연구

곽 종 길[1] · 동 경 래[1] · 공 창 기[2,*]

[1]광주보건대학교 방사선과, [2]첨단병원 영상의학과

A Study on the Propagation Medium of the Gel Pad that can Remove the Reverberation Artifact during Carotid Ultrasound

Jong-Gil Kwak[1], Kyung-Rae Dong[1] and Chang-Gi Kong[1,*]

[1]*Department of Radiological Technology, Gwangju Health University, 73, Bungmun-daero, 419 beon-gil, Gwangsan-gu, Gwangju 62271, Republic of Korea*
[2]*Department of Radiology, Cheomdan Hospital, 59, Cheomdanjungang-ro, 170 beon-gil, Gwangsan-gu, Gwangju 62274, Republic of Korea*

Abstract - Water gel pad is excellent in convenience, but it is disposable, so it has the disadvantage that repeated use is prohibited, and it is economical for students to use disposable water gel pads when practicing Carotid ultrasonography at university. In this study, a commercially available agar jelly based on a commercially available disposable gel pad, which is commercially available at a high price, is produced to search the radio wave medium to produce a pad to remove the echoed image when practicing carotid ultrasound at university. The validity was evaluated by comparing with carrageenan in the form of one gel pad. When comparing agar jelly and carrageenan gel pad based on a commercially available ready-made disposable gel pad, agar jelly satisfies all of the quality control compliance criteria, and skin without virtualization due to reverberation artifacts and comet tail artifacts frequently observed in carotid ultrasound. It was found that the structure of the shallow surface close to and was well observed, providing the best quality images. As a result of these results, commercially available inexpensive agar jelly and carrageenan gel pads proposed instead of commercial water gel pads are widely used as a very efficient ultrasonic delivery medium if additional research is expected to establish an accurate basis as an ultrasonic delivery medium that complements a virtual image.

Key words : Water gel pad, Carotid ultrasonography, Reverberation artifact, Comet tail artifact

서 론

뇌졸중은 국내 사망원인 2위를 차지할 만큼 중요한 질환이며 노인 인구의 증가와 함께 향후 그 발생 빈도는 더욱 증가할 전망이다. 뇌졸중은 발병 후 적절한 치료에도 불구하고 신경학적 장애를 남기는 경우가 많아서 예방이 최선의 치료 지침으로 생각된다. 경동맥 질환은 서양인에서 흔한 뇌경색의 원인으로 알려져 왔지만 최근 우리나라에서도 경동맥 질환으로 인한 뇌경색이 증가하는 추세에 있다(Kim 2007). 경동맥 초음파는 비침습적으로 초음파를 이용하여 경동맥

* Corresponding author: Chang-Gi Kong, Tel. +82-62-601-8114, Fax. +82-62-601-8199, E-mail. changgi26@naver.com

의 구조적 이상을 평가하는 검사 기법이다(Chambless *et al*. 1997). 이는 임상적으로 두 가지 측면에서 적용될 수 있다. 하나는 경동맥의 포괄적인 접근으로서(Hunt *et al*. 2001), 죽상동맥경화 정도를 평가하고자 할 때, 쉽게 초음파로 볼 수 있는 경동맥을 전체 동맥의 대표성을 가진 동맥으로 생각하여(Den Ruijter *et al*. 2012), 경동맥 내중막 두께(carotid intima-media thickness) 또는 플라크(plaque)로 개체의 죽상동맥경화 위험도 또는 전임상적 혈관병에 대한 예측을 하고자 하는 것이다(Gerhard-Herman *et al*. 2006). 경동맥초음파검사 중 도플러 검사는 혈류의 속도나 방향 등에 대한 혈류의 기능적 정보를 얻는 데 주로 사용되며, 죽종 및 협착 등 혈관 벽이나 혈관 내강에 대한 형태학적 정보를 제공한다. 특히 무증상의 환자에서 이러한 비침습적 방법으로 매우 유용하여 뇌졸중이나 관상동맥질환의 위험도를 가진 환자를 찾아내는 데 유용한 검사이다. 하지만 초음파검사로 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 초음파검사 중 실제와 다르게 표시되는 허상(artifact)이 생겨서 정확한 검사와 판독을 방해하기도 한다(Seo 2009). 특히 반향(Reverberation) 허상은 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. 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 있다(Scanlan 1991). 이는 화면상에서 반향은 일정한 간격을 가진 평행한 선으로 나타나게 된다(Fig. 1) (Seo 2009). 이런 반향의 일종으로 작은 반사체 뒤로 연속적인 강한 선 모양의 허상이 나타나는 경우가 있다(ring-down artifact). 이런 허상은 다수의 짧은 반향에 의해 발생하며, 주로 미세기포나 콜레스테롤이 침착된 부위에서 관찰할 수 있다. 반면 반사체가 금속 물질이라면 반향과 함께 반사체 자체에 의한 진동에 의해 에코가 증가되어 반사체 뒤쪽으로 혜성꼬리모양으로 긴 음영이 나타날 수 있는데 이를 혜성꼬리 허상(Comet tail artifact)라 한다. 경동맥검사 중에 흔하게 관찰할 수 있는 혜성꼬리 허상으로는 스텐트에 의한 허상이 있다(Seo 2009). 혈관 벽에 강한 에코(echo)가 반복되어 나타나는 반향허상으로 인하여 진단에 방해를 받을 수 있다. 반향허상을 줄이는 방법으로 경동맥 부위에 젤 패드를 대고 검사하는 방법이 있다. 이미 상용화되어 있는 워터 젤 패드(water gel pad)는 고체 형태인 젤 패드로 기존 액체 초음파 젤로는 적용이 어려운 인체의 굴곡진 부위 등에 상관없이 안전하게 신체 표면 어느 부위나 적용할 수 있어 활용성, 응용성, 사용 편리성 등이 뛰어나지만 워터 젤 패드는 일회용이어서 반복사용이 금지된다는 단점이 있다. 학생들이 대학에서 경동맥초음파검사 실습 시 일회용 워터 젤 패드를 사용하기에는 경제적인 부담에 있다. 본 연구는 대학에서 경동맥초음파검사 실습 시 반향허상 제거를 위한 패드를 제작하기 위해 전파 매질을 탐색하고 시중에서 고가로 판매되는 상용화된 기성품인 1회용 젤 패드와 상용화된 한천 젤리, 직접 제작한 젤 패드 형태의 카라기난과 비교하여 타당성을 평가하고자 한다.

대상 및 방법

1. 대상

본 실험에 사용된 재료는 현재 상용화된 젤 패드 중 경동맥처럼 굴곡진 부위에 상관없이 안전하게 신체 표면 어느 부위나 적용할 수 있는 투명 water gel pad (water gel pad,

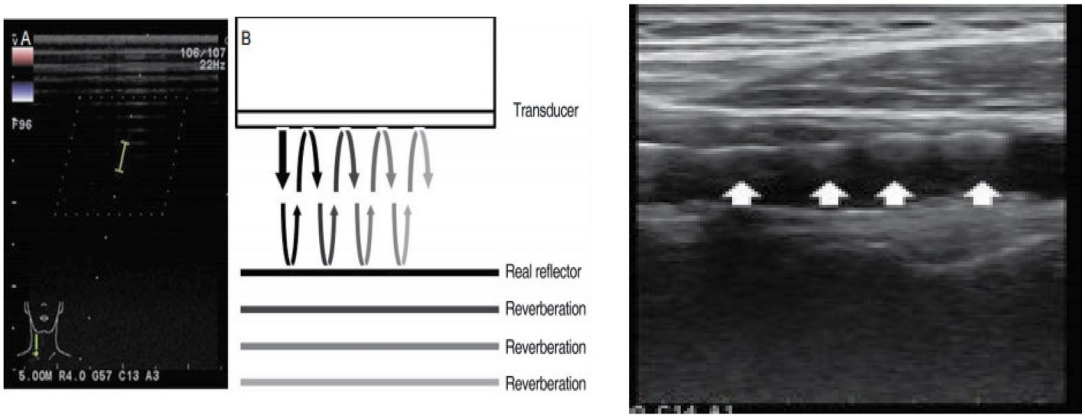


Fig. 1. Reverberation artifacts caused by carotid artery.

(a) Water gel pad (b) Agar gelly (c) Carageenan gel

Fig. 2. Medium candidate material.

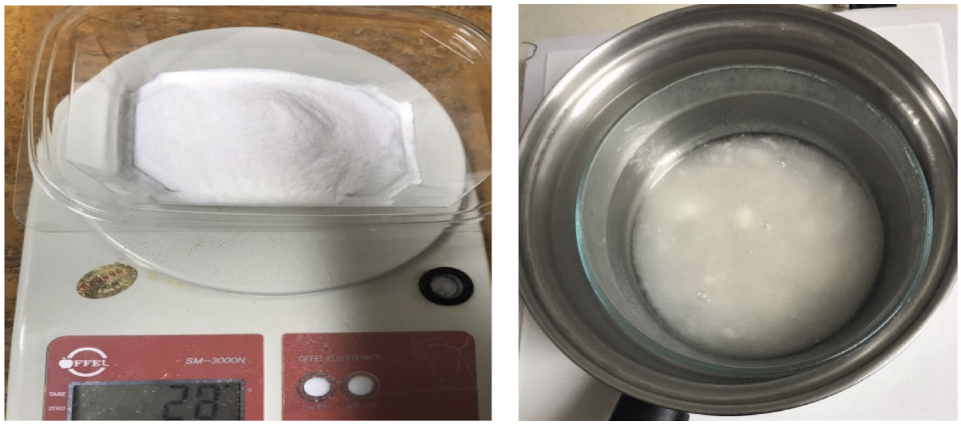


Fig. 3. Carageenan and water mix (1 : 3).

TYPE: CIRCLE/SIZE: 95 m × 95 mm × 7 mm, bluemtech, KOREA)를 기준으로 한천 젤리(우무를 동결 탈수하거나 압착 탈수하여 건조시킨 가루로 만든 젤리)와 한천의 일종이지만 한천에 비해 함수량이 높고 젤 형태로 고형화시킬 때 탄력성이 높고 투명하여 보수력이 좋다고 알려져 있는 카파 타입(kappa type) 카라기난을 유사한 매질 후보물질로 선정하였다(Fig. 2). 팬텀은 초음파정도관리용 초음파팬텀(N-365 Multipurpose Phantom)을 이용하였으며, EPIQ 5G 초음파 장비(Philips healthcare, Eindhoven, the Netherland), 7.5 MHz Linear 탐촉자를 이용하였다. 카파 카라기난의 정확한 양의 측정과 용해를 위해 전자저울 CB-1200 (AND Company, Korea)과 중탕 용기를 사용하였다.

2. 실험 방법

카파 카라기난 패드 제작을 먼저 가열 중탕 도구를 이용하여 80°C에서 카라기난과 물을 1 : 3으로 혼합 가열한 후 상온에서 서서히 냉각하여 젤을 고형화하였다(Fig. 3). 상용화된 젤 패드를 기준으로 삼고 상용화된 한천 젤리, 패드로 제작된 카파 카라기난을 초음파 전파 매질로서의 타당성을 평가하기 위해 기준 물질과 후보 물질인 상용화된 한천 젤리와 패드로 제작된 카파 카라기난을 초음파팬텀(N-365 Multipurpose Phantom) 위에 올리고(Fig. 4) Close range resolution (불응영역, Dead zone), Axial resolution (축방향 분해능) & Lateral resolution (측방향 분해능), Gray scale (회색조) 등 총 4가지의 영상을 얻었다(Fig. 5).

3. 팬텀영상에서의 초음파 전파 매질에 대한 타당성 평가

초음파 전파 매질로서의 타당성은 Close range resolution (불응영역, Dead zone), Axial resolution (축방향 분해능) & Lateral resolution (측방향 분해능), Gray scale (회색조) 등 총 4가지의 영상품질을 평가하였다. 평가방법은 제작된 각각의 패드를 N-365 Multipurpose Phantom 위에 올리고 영상을 획득한 후 방사선과 교수 1명과 학생 6명이 Close range resolution (불응영역, Dead zone), Axial resolution (축방향 분해능) & Lateral resolution (측방향 분해능), Gray scale (회색조)과 역학범위 측정을 육안적으로 평가하였다. 영상품질 평가방법과 기준은 아래와 같다.

첫째, Close range resolution (불응영역, Dead zone)은 Fig.

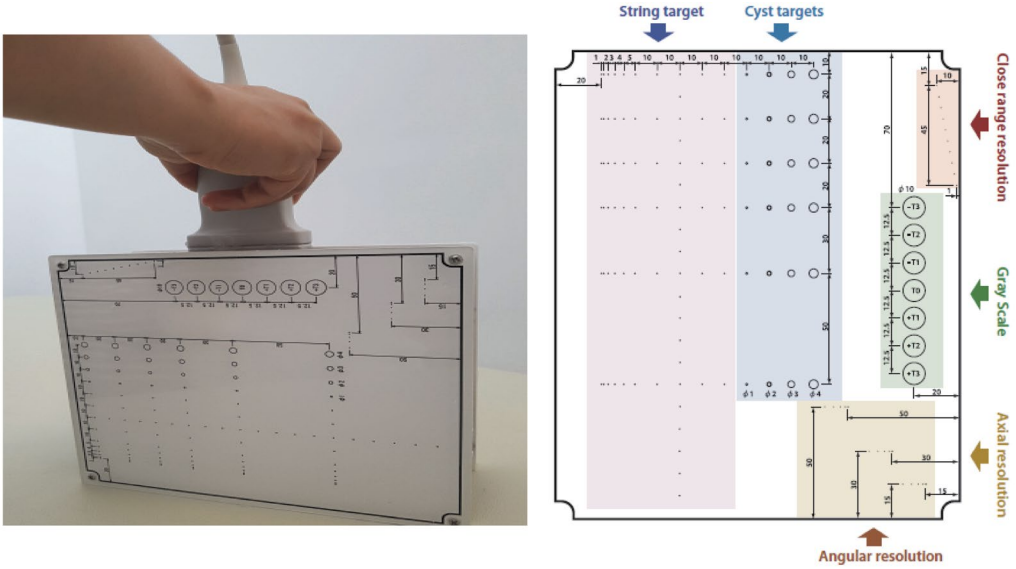


Fig. 4. Figure of measuring US phantom (N-365 Multipurpose phantom).

5(a)와 같이 빔 Depth range of 1~10 mm depth (10 targets are embedded), Target diameter: 0.1 mm, Interval between target: 5 mm를 측정하며 10개의 표적(target)이 모두 분리되어 보여야 하며, 표면스캔으로부터 10 mm 깊이에 있는 표적까지 잘 묘사되는지의 여부와 최대 깊이인 10 mm 측정점이 팬텀표면으로부터 정확한 거리에 위치하고 있는지의 여부가 평가기준이 되며 불응구역 10개가 모두 구분되어야 합격이다. 둘째, 축·측방향 분해능 측정은 Fig. 5(b), (c)와 같이 Depth at 15, 30, 50 mm, Target diameter: 0.05 mm로 축방향과 측방향으로 향하는 측정점들의 간격은 0.5 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm로 이러한 측정점들 간의 거리를 일일이 측정하는 것이 원칙이나 본 실험에서는 측정점들이 서로 분리되어 육안적으로 식별이 가능한가에 대한 여부로 평가하였다. 셋째, Gray scale은 Fig. 5(d)와 같이 수신된 에코의 진폭에 따라 밝기를 다르게 표시하는 것이고, 밝기는 가장 낮은 어두운색부터 최대 밝기까지 에코 신호를 조절하여 나타내는 것이다. 7개 구조물의 Echogenicity와 각각의 구조물이 뚜렷이 구분되도록 하여 경계선이 180° 이상에서 연속적으로 원형을 유지하는 구조물의 Target depth: 20 mm, Target diameter: 10 mm, Spaces between targets: 12.5 mm를 측정하였다.

4. 영상측정 및 평가방법

PACS에 전송된 의료영상표준(DICOM, digital imaging and communications in medicine) 3.0 파일을 윈도우용 수치 해석 및 프로그래밍 환경을 제공하는 소프트웨어(Image J 1.50i, National Institutes of Health (NIH), USA)를 사용하여 팬텀영상을 분석하였다.

Table 1. Phantom measurement results of candidate materials

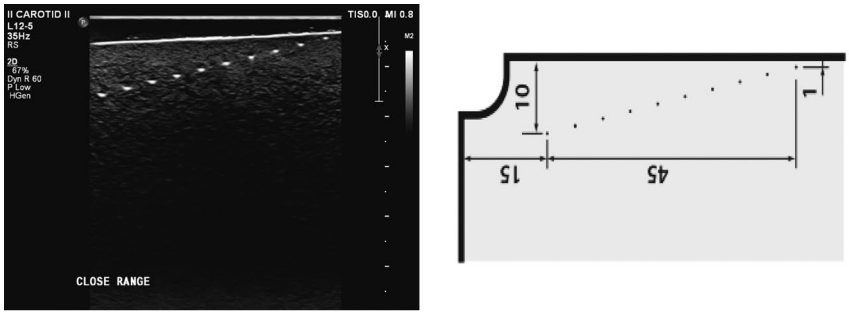
Materials	Close range resolution			Artifact
	Targets	Depth range	Decision	
Water gel pad	10	10 mm	Pass	N
Hancheon gelly	10	10.1 mm	Pass	N
Carageenan gel pad	10	10.1 mm	Pass	N

결 과

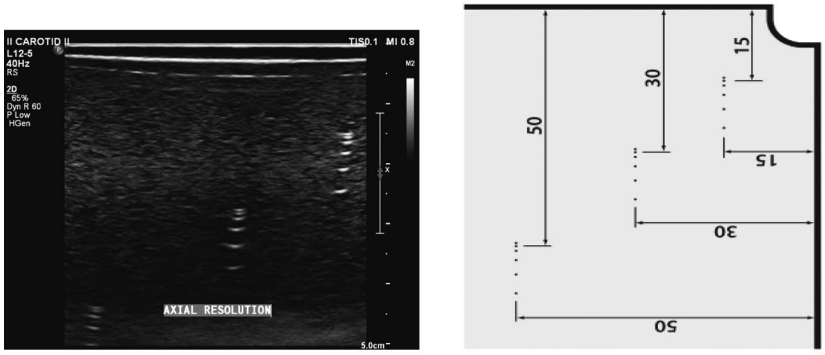
1. 팬텀영상에서의 초음파 전파 매질

Table 1에서 Close range resolution은 가장 얕은 지점인 표면에서 10 mm 깊이에서 water gel pad와 한천 젤리, 카라기난 젤 패드 모두 10 mm 깊이 내에서 10개의 target이 모두 관찰되어 적합하였다. 또한 경동맥초음파에서 자주 관찰되는 다중반사허상(reverberation artifact) 및 다중반사허상의 일종인 혜성꼬리현상(comet tail artifact)에 의한 허상 없이 피부와 가까운 얕은 표면의 구조물이 잘 관찰되었다.

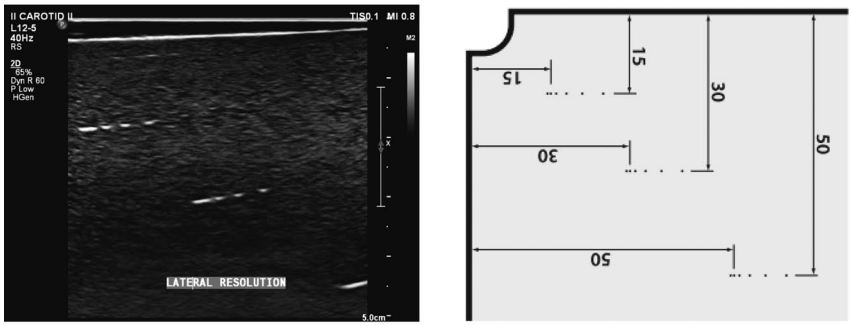
Table 2에서 축방향 분해능은 water gel pad와 한천 젤리, 카라기난 젤 패드에서 세로로 세워진 6개의 target이 분리되어 뚜렷이 관찰되었다. 하지만 측방향 분해능에서 6개의 가로로 분리되어 있는 target 중에서 water gel pad는 0.5 mm와 1 mm 사이의 target이 겹쳐 보여서 5개의 target만 관찰되었다. 한천 젤리 또한 water gel pad와 같이 0.5 mm와 1 mm 사이의 target이 겹쳐 보여서 5개의 target만 관찰되었다. 카라기난 젤 패드는 0.5 mm와 1 mm, 2 mm 사이의 target이 겹쳐 보여서 4개의 target만 관찰되므로 water gel pad와 한천 젤리와 비교



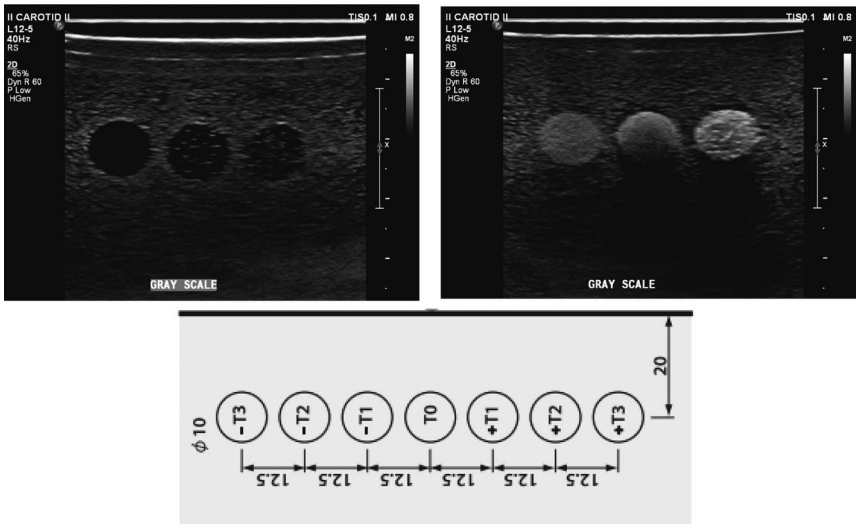
(a) Close range resolution



(b) Axial resolution



(c) Lateral resolution



(d) Gray scale

Fig. 5. Water gel pad of image quality in N-365 Multipurpose phantom.

Table 2. Phantom measurement results of candidate materials

Materials	Axial resolution		Lateral resolution		Artifact
	Target	Separate	Target	Separate	
Water gel pad	6	Separate	5	2 target not separately	N
Hancheon gelly	6	Separate	5	2 target not separately	N
Carageenan gel pad	6	Separate	4	3 target not separately	N

Table 3. Phantom measurement results of candidate materials

Materials		Gray scale							
		−T3	−T2	−T1	T0	T1	T2	T3	Mean
Water gel pad	Target diameter	10 mm	10 mm	10 mm	9 mm	10 mm	10.5 mm	10.6 mm	10.01 mm
	Target depth	21 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20.1 mm
	Space between targets		13 mm	12.7 mm	11.5 mm	11.2 mm	13 mm	12.8 mm	12.3 mm
Hancheon gelly	Target diameter	10.2 mm	9.8 mm	9.8 mm	8.4 mm	10.5 mm	10.1 mm	10.3 mm	9.9 mm
	Target depth	20.1 mm	20 mm	19.5 mm	20.2 mm	20 mm	19.9 mm	20.5 mm	20.02 mm
	Space between targets		12 mm	13 mm	12 mm	12.4 mm	12.8 mm	12.5 mm	12.45 mm
Carageenan gel pad	Target diameter	10.7 mm	10.4 mm	10.3 mm	9.9 mm	10.1 mm	10.1 mm	10.2 mm	10.24 mm
	Target depth	20.7 mm	20.3 mm	20.7 mm	21.4 mm	20.6 mm	20.1 mm	20.1 mm	20.55 mm
	Space between targets		12 mm	12.6 mm	12.7 mm	12.3 mm	12.1 mm	12.6 mm	12.38 mm

하여 카라기난 젤 패드가 측방향 분해능이 떨어졌다. 축·측방향 분해능 영상에서도 다중반사허상(reverberation artifact) 및 다중반사허상의 일종인 혜성꼬리현상(comet tail artifact)에 의한 허상 없이 내부구조물이 잘 관찰되었다.

Table 3에서 water gel pad, 한천 젤리, 카라기난 젤 패드 7개 step의 Gray scale을 관찰할 수 있었다. Water gel pad Target diameter의 평균은 10.01 mm이고 Target depth의 평균은 20.1 mm, Space between targets은 12.3 mm로 관찰되었다, 한천 젤리 Target diameter의 평균은 9.9 mm, Target depth의 평균은 20.2 mm, Space between targets의 평균은 12.45 mm로 관찰되었다. 카라기난 젤 패드 Target diameter의 평균은 10.24 mm, Target depth의 평균은 20.55 mm, Space between targets의 평균은 12.38 mm로 관찰되었다. 초음파팬텀영상 Gray scale의 표준값은 Target depth: 20 mm, Target diameter: 10 mm, Spaces between targets:12.5 mm이므로 Target diameter는 water gel pad와 한천 젤리가 10 mm에 가깝게 관찰되었고 카라기난 젤 패드는 10.24 mm로 조금 높았다. Target depth 또한 water gel pad와 한천 젤리가 20 mm에 가깝게 관찰되었고 카라기난 젤 패드는 20.55 mm로 조금 높았다. Space between targets는 한천 젤리가 기준치에 가깝게 측정되었다.

고 찰

본 연구는 대학에서 경동맥초음파검사 실습 시 반향허상 제거를 위한 패드를 제작하기 위해 전파 매질을 탐색하고 시중에서 고가로 판매되는 상용화된 기성품인 1회용 젤 패드와 한천 젤리, 직접 제작한 젤 패드 형태의 카파 카라기난과 비교하여 타당성을 평가하고자 하였다.

뇌졸중에서 경부 혈관 질환의 중요성이 점점 높아지고 있다. 초음파검사는 뇌혈관 질환을 조사하는 데 중요한 수단이 되었다. 비침습적으로 쉽게 접근할 수 있고, 인체에 해가 없으며 어느 정도의 협조만으로 검사가 가능하다. 뇌졸중 환자의 경부 신경 혈관의 평가, 경동맥 내막절제술이나 경부 혈관의 스텐트설치술 전후의 평가와 추적검사, 순환기혈관 환자들의 수술 전 검사, 경부 잡음(bruit)의 조사 등이 임상적으로 중요한 적응증이다. 또한 경부 혈관의 동맥경화나 협착의 정도 그리고 폐색 등을 조사해 뇌졸중의 원인 규명 및 치료의 방향을 정하는 데 중요한 수단이다. 초음파검사는 경부 혈관을 쉽고 편안하게 접근할 수 있는 장점이 있으나 정확한 검사를 위해서는 숙련된 기술이 요구되며 예외적으로 목이 굵고 짧거나 경동맥 분지가 높이 위치한 경우에는 정확한 검사에 어려움이 따른다(Jung 2002). 특히 탐촉자에서 발사된 초음파가 경계면에서 반사되어 탐촉자로 돌아왔다 다시 검사하는 환자의

혈관으로 반사되는 허상이 있다. 이를 반향이라고 하는데 이 과정은 감쇄에 의해 신호가 사라질 때까지 되풀이되는데 이로 인해 혈관 내부에 반향허상이 생기는 수가 있다. 이 반향허상은 혈관 내의 플라크로 오인될 수 있으므로 유의해야 한다(Riley *et al*. 1996). 경동맥초음파검사 시 반향허상을 피하기 위해 gel pad를 사용한다. 초음파검사를 위해서는 초음파를 발진하는 초음파 프로브(probe)를 이용하여 초음파를 원하는 신체 내부의 조직으로 인가하여야 한다. 하지만, 초음파는 초음파 프로브와 접촉 피부면 사이에 공기가 있으면 감쇄 등의 원인에 의해 초음파가 신체 내로 제대로 전달되지 않는다. 공기는 피부 경계면에서 초음파가 거의 100% 반사가 일어나고 매우 미세한 기포가 있더라도 초음파의 전파는 현저하게 감소되어 선명한 해상도 및 영상을 획득하는 것이 매우 어렵게 된다. 이를 해결하기 위해서 초음파 프로브와 신체 부위의 표면 사이에 매개 물질을 위치시키고 매개 물질상에 초음파 프로브를 접촉하는 방법을 시용하고 있다. 즉 매개 물질은 초음파 전달 매질로서 중간층을 형성하여 초음파의 전달 손실을 최소화함으로써 조직의 선명한 영상을 획득할 수 있다. 즉 초음파는 음파를 전달해야 하는 매질이 필요하며 매질은 특성에 따라 초음파 전달속도가 달라지고 그중 물은 초음파 에너지 손실 없이 잘 투과시켜 원거리까지 잘 도달할 수 있도록 한다. 이러한 목적으로 초음파 젤을 사용하여 인체와 탐촉자 간의 공기저항을 최소화시킨다(Kim *et al*. 2013). 따라서 일반적으로 매개 물질은 액체형 젤 형태의 제품을 사용하고 있으나, 이는 신체 부위의 표면 도포 시 환자에게 불쾌감을 줄 수 있을 뿐만 아니라, 도포 후 초음파 프로브를 동작하여 일정 시간이 지나면 증발하거나 필요 없는 부위로 액체형 젤이 밀려나가 지속적으로 사용하기에 불편한 문제점이 있다. 또한 초음파 프로브가 여전히 신체 부위의 표면에 직접 접촉할 수밖에 없어 초음파 프로브는 많은 사람들에게 사용하는 과정에서 접촉으로 인한 감염 문제가 발생할 수도 있다. 김 등의 연구에서 초음파 전달 매질의 고형화 형태의 제형 변화를 통해 기존 수용성 젤보다 만족도와 편리성의 결과치가 높게 나왔다(Kim *et al*. 2017). 본 연구에서도 water gel pad, 한천 젤리, 카라기난 젤 패드 모두 초음파팬텀영상에서 pass 값이 나왔고 반향허상을 줄여주는 등 많은 장점이 있었다.

서 등의 연구에서 패드 형태 카라기난은 수직거리, 수평거리 측정이 적합기준에 충족되었다. 축·측방향 분해능은 공간이 명확히 구분되어 적합하였고, 민감도도 만족하였다. 특히, 다중반사 및 혜성꼬리현상에 의한 허상 없이 내부구조물이 잘 관찰되었다. 기능적 분해능은 낭성구조 크기별 모양은 모두 불완전한 형태로 측정되었고 크기는 다소 크게 측정되어지고 카라기난이 패드로서 스캔 시 패드의 형태를 잘 유지하여 주름이 발생하지 않아 영상의 질 저하가 없어 피부와 피하지방층(subcutaneous fat layer), 유선조직(mammary gland)과 표면근막의 표면층(superficial layer of superficial fascia) 및 깊은 층(deep layer of superficial fascia) 등 모든 해부학적 구조물이 잘 구분됨을 확인할 수 있었다. 또한 다중반사 및 혜성꼬리현상 없이 적절한 밝기를 제공함으로써 우수한 품질의 영상을 제공하였다라고 하였다(Seo and Seoung 2018). 본 연구에서는 Close range resolution (불응영역, Dead zone), Axial resolution (축방향 분해능) & Lateral resolution (측방향 분해능), Gray scale (회색조)에서 다중반사 및 혜성꼬리현상 없이 임상에서 경동맥초음파검사에 용이한 좋은 품질의 영상이 관찰되었다. 초음파진단장치의 영상 평가로서 팬텀 평가의 가장 큰 장점은 시간과 공간의 제약 없이 항상 일정한 조건에서 쉽게 영상 진단 장치에 대한 데이터를 얻을 수 있다는 점이다. 만약 환자를 대상으로 한다면 환자의 상태 변화에 따라 데이터의 오차가 발생할 수 있으나, 팬텀은 정상 조건에서 항상 일정한 정보를 얻을 수 있는 장점이 있다. 또한 팬텀영상의 질이 낮을 경우, 임상적영상의 해상도와 대조도 역시 저하될 것이라고 예상된다(Choi *et al*. 2011). 본 연구에서는 상용화된 water gel pad를 기준으로 한천 젤리와 카라기난 젤 패드를 비교했을 때 경동맥초음파에서 자주 관찰되는 다중반사허상(reverberation artifact) 및 다중반사허상의 일종인 혜성꼬리현상(comet tail artifact)에 의한 허상 없이 피부와 가까운 얕은 표면의 구조물이 잘 관찰되었고 축방향 분해능은 좋았으나 축방향 분해능은 다소 떨어졌다. 카라기난 젤 패드 Target diameter의 평균은 10.24 mm, Target depth의 평균은 20.55 mm, Space between targets의 평균은 12.38 mm로 관찰되었다. 초음파팬텀영상 Gray scale의 표준값은 Target depth: 20 mm, Target diameter: 10 mm, Spaces between targets: 12.5 mm이므로 Target diameter는 water gel pad와 한천 젤리가 10 mm에 가깝게 관찰되었고 카라기난 젤 패드는 10.24 mm로 조금 높았다. Target depth 또한 water gel pad와 한천 젤리가 20 mm에 가깝게 관찰되었고 카라기난 젤 패드는 20.55 mm로 조금 높았다. Space between targets는 한천 젤리가 기준치에 가깝게 측정되었다. 상용화되어 있는 워터 젤 패드(water gel pad)는 많은 장점이 있지만 임상에서나 학생들이 대학에서 경동맥초음파검사 실습 시 일회용 워터 젤 패드를 사용하기에는 경제적인 부담이 있다. 본 연구는 대학에서 경동맥초음파검사 실습 시 반향허상 제거를 위한 패드를 제작하기 위해 전파 매질을 탐색하고 시중에서 고가로 판매되는 상용화된 기성품인 1회용 젤 패드와 상용화된 한천 젤리, 직접 제작한 젤 패드 형태의 카라기난과 비교하여 타당성을 평가하였다. 상용화된 워터 젤 패드(water gel pad)를 기준으로 한천 젤리와 카라기난 젤 패드를 비교했을 때 한천 젤리가 경동맥초음파에서 자주 관찰되는 다중반사허상(reverberation artifact) 및 다중반사허상의 일종인 혜성꼬리현상(comet tail artifact)에 의한 허상 없이 피부와 가까운 얕은 표면의 구조물이 잘 관찰됨으로써 우수한 품질의 영상을 제공하였다. 본 연구에서 상용화된 워터 젤 패드(water gel pad) 대신으로 제

안한 한천 젤리와 카라기난 젤 패드가 허상을 보완하는 초음파 전달 매질로서 정확한 논거를 마련하기 위하여 추가적인 연구가 필요하다. 또한 고형화 경도에 대한 평가가 필요할 것으로 사료된다.

결 론

상용화된 water gel pad는 액체 초음파 젤로는 적용이 어려운 인체의 굴곡진 부위 등에 상관없이 안전하게 신체 표면 어느 부위나 적용할 수 있어 활용성, 응용성, 사용 편리성 등이 뛰어나며 반향허상을 제거해 주지만 학생들이 대학에서 경동맥초음파검사 실습 시 사용하기에는 경제적인 부담이 있다. 본 연구는 대학에서 경동맥초음파검사 실습 시 반향허상 제거를 위한 패드를 제작하기 위해 전파 매질을 탐색하고 시중에서 고가로 판매되는 상용화된 기성품인 1회용 젤 패드를 기준으로 상용화된 한천 젤리, 직접 제작한 젤 패드 형태의 카라기난을 비교하여 타당성을 평가한 결과 한천 젤리와 카라기난 젤 패드를 비교했을 때 한천 젤리가 정도 관리 적합기준 안에서 모두 만족하였고, 경동맥초음파에서 자주 관찰되는 다중반사허상(reverberation artifact) 및 다중반사허상의 일종인 혜성꼬리현상(comet tail artifact)에 의한 허상 없이 피부와 가까운 얕은 표면의 구조물이 잘 관찰됨으로써 가장 우수한 품질의 영상을 제공한 것으로 나타났다. 이러한 결과로 상용화된 워터 젤 패드(water gel pad) 대신으로 제안한 시중에 판매되는 저렴한 한천 젤리와 카라기난 젤 패드가 허상을 보완하는 초음파 전달 매질로서 정확한 논거를 마련하기 위하여 추가적인 연구가 이루어진다면 매우 효율적인 초음파 전달 매질로서 널리 사용될 수 있으리라 판단된다.

참 고 문 헌

Chambless LE, Heiss G and Folsom AR. 1997. Association of coronary heart disease incidence with carotid arterial wall thickness and major risk factors: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study, 1987-1993. *Am. J. Epidemiol.* **146**:483-494.

Choi JI, Kim PN and Jeong WK. 2011. Establishing cutoff values for a quality assurance test using an ultrasound phantom in screening ultrasound examinations for hepatocellular carcinoma, An initial report of anationwide survey in Korea. *Korean J. Ultrasound in Med.* **30**(9):1221-1229.

Den Ruijter HM, Peters SA and Anderson TJ. 2012. Common carotid intima-media thickness measurements in cardiovascular risk prediction: a meta-analysis. *JAMA* **308**:796-803.

Gerhard-Herman M, Gardin JM, Jaff M, Mohler E, Roman M and Naqvi TZ. 2006. Guidelines for noninvasive vascular laboratory testing: a report from the American Society of Echocardiography and the Society for Vascular Medicine and Biology. *Vasc. Med.* **11**:183-200.

Hunt KJ, Evans GW and Folsom AR. 2001. Acoustic shadowing on B-mode ultrasound of the carotid artery predicts ischemic stroke: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study. *Stroke* **32**:1120-1126.

Jung DK. 2002. Ultrasonography of cervical vascular system. *Korean J. Clin. Neurophysilology* **4**(2):166-170.

Kim DH. 2007. Ultrasound examination of cervical vessel. *Korean J. Clin. Neurophysiology* **9**(2):112-120.

Kim HS, Dong KR, Choi SH and Seong KJ. 2013. Evaluation in Production and Usability according to Change of Ultrasound Gel Composition. *J. Adv. Eng. Technol.* **6**(3):209-221.

Kim SH, Ju SY, Kim SK, Kim HS and Ma SC. 2017. Development and Usability Evaluation of Solid Type Ultrasound Transmission Medium. *J. Radia. Ind.* **11**(4):203-208.

Riley WA. 1996. Artifacts. *In*: Neurosonology (Tegeler CH, Babikian VL and Gomez C eds.), Mosby. pp. 34-39.

Scanlan KA. 1991. Sonographic artifacts and their origins. *Am. J. Roentgenol.* **156**:1267-1272.

Seo EH and Seoung YH. 2018. Feasibility for Ultrasound Pad Material for the Evaluation Axillary Region of Automated Breast Ultrasound Equipment. *J. Radiol. Sci. Technol.* **41**(3):231-240.

Seo WK. 2009. Artifacts in Carotid Duplex. *Korean J. Neurosonology* **1**(Suppl. 1):1-9.

Received: 10 February 2021
Revised: 21 February 2021
Revision accepted: 9 March 2021