

개에서 고막과 고실의 초음파학적 평가

이해운 · 엄기동¹ · 성윤상 · 이종원 · 김정은 · 오태호 · 정규식 · 장광호 · 장동우*

경북대학교 수의과대학

*충북대학교 수의과대학

Ultrasonographic Assessment of the Tympanic Membrane and Tympanic Bulla in Normal Dogs: A Preliminary Study

Hae-oon Lee, Ki-dong Eom¹, Yun-sang Seong, Jong-won Lee, Jung-eun Kim, Tae-ho Oh, Kyu-sik Jeong, Kwang-ho Jang and Dong-woo Chang*

College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University

*College of Veterinary Medicine, Chungbuk National University

Abstract : This study was aimed for ultrasonographic assessment of the tympanic membrane and the tympanic bulla in five healthy Beagle dogs. To improve an ultrasonographic image, the ear canal was filled with warm saline, and an 11 MHz linear probe and a 6.5 MHz convex probe were used. The structures of ear component such as ear canal, ear cartilage and tympanic membrane were easily identified. Especially, tympanic membrane was presented as a reflection surface which was resulted from the different acoustic impedance between the fluid-filled anechoic ear canal and the gas-filled hyperechoic tympanic cavity in normal dogs. In five left-side ears, the saline was infused into the external ear canal after the tympanic membrane had been ruptured experimentally. Both anechoic fluid-filled ear canal and tympanic cavity were clearly identified. In five right-side ears, the surgically fluid-filled tympanic cavity was imaged as a hypoechoic oval shaped structure. When tympanic cavity and ear canal have been contained with fluid, it was difficult to identify whether the tympanic membrane was ruptured or not. For assessment of the ear structure with ultrasonography, the 11 MHz linear probe was considered as an optimal equipment for a serial assessment of ear canal, tympanic membrane and tympanic bulla whereas the 6.5 MHz convex probe was suitable to assess the tympanic cavity. The results suggest that ultrasonography with saline infusion into the ear canal can be used to find the intactness of the tympanic membrane and to assess the fluid-filled tympanic bulla.

Key words : ultrasonography, tympanic membrane, tympanic bulla, dog

서 론

귀 질환은 개에서 발생하는 질환 중 10~20% 이상의 높은 비중을 차지하고 있으며, 외이염과 중이염이 각각 30%와 20% 이상을 차지하고 있다^{2,9,10}. 개에서 귀 질환은 외이염, 고막파열, 중이염 등이 병발하거나 서로 영향을 끼치며^{2,9,13}, 외이염과 중이염 임상증상 또한 뚜렷한 구별이 어렵다^{2,4,8,9}. 외이염은 세균, 기생충 등 감염에 의해서 발생하며, 발생과 진행에 영향을 미치는 소인이 많이 있다^{6,9,13}. 중이염은 외이염에서 이환되는 경우가 많은데, 급성과 만성 외이염에서 각각 16%, 50% 이상이 중이염으로 발전된다고 보고 되었으며, 고실 내 액체 저류를 확인하는 것이 결정적 진단 요소이다^{9,10,13}. 외이염에서 중이염으로 이환되는 과정과, 중이염과 고막파열이 밀접한 관계가 있다는 것에 대해서는 논쟁의 여지가 있으며, 중이염이 있는 모든 개에서 고막파열이 있는

것은 아니다^{10,13}. 그러나 대다수 중이염에 대한 진단은 고막파열 확인을 통해 이루어지며, 고막파열은 중이염 진단에 있어 지표가 되고 있다^{9,13}. 외이와 중이를 구분하는 고막은 상피성 막으로 이도내 염증 과정에 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, 창상성 또는 의인성으로 파열되기도 한다^{2,9}.

현재 개에서 중이염과 고막파열 여부를 진단하기 위해서 적용되는 검사방법으로는 검이경, 방사선 촬영, 이도 조영술, 자기 공명 영상 진단 및 컴퓨터 단층 촬영 등이 있다^{2-6,8,9,10}. 이러한 검사 방법은 유용하게 사용되고 있지만, 진정 또는 전신마취가 필요하고, 시간과 비용이 요구되며, 방사선 피폭과 같은 침습적인 면을 고려한다면 어느 정도 단점이 있다고 할 수 있다^{3,7,10,13}.

초음파 진단기기 발달과 보편화된 보급에 의해 초음파 검사는 수의임상 영역에서 유용하게 사용되고 있다^{3,9}. 그러나 외이도와 고막, 고실은 공기와 직접 접촉하고 있으며, 고실의 경우 얇은 골성 구조물이므로 초음파를 이용한 검사에 제약이 따르며, 그 적용이 전무한 상태인 것이 사실이다. 초음파 기기를 응용한 연구를 살펴보면 사람에게서 전두동염, 개에서 뇌혈류를 측정하기 위한 두개골을 통한 초음파 검사 및 중이

¹Corresponding author.
E-mail : eomkd@knu.ac.kr

이 논문은 2003년도 두뇌한국 21 사업에 의하여 지원되었음.

염 진단을 위한 고실의 초음파 검사가 보고 되었다^{3,4,7,10-12}. 일부 연구결과에 따르면 고실벽과 같이 얇은 골은 내측에 액체가 저류하는 경우 저주파 초음파 빔이 통과할 수 있기 때문에 고실의 초음파 검사가 가능하다고 밝히고 있다^{3,4,10}. 그러나 초음파를 이용한 귀 질환 관련 연구는 정상 고실과 액체로 충만 된 고실 검사에 국한되어 있고, 파열된 고막의 초음파학적 검사와 관련된 연구는 없는 실정이다.

본 연구는 초음파 음영 개선을 위해 외이도내 생리식염수 주입 후, 초음파 검사를 통해 고막을 확인하고, 고막파열 평가에 대한 유용성을 알아보고자 하였다. 또한 액체로 충만된 고실포의 초음파학적 영상을 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 동물

임상적으로 건강하고 이도내 질환이 없는 1~2년령, 8.5~10 kg의 비글견 5두를 이용하였다. 실험견의 귀 바퀴와 머리 외측 부위 털을 제거하였다. 실험견 5두의 좌측 귀에서 실험적으로 고막파열을 일으킨 다음 생리식염수 주입에 따른 외이도와 고실의 초음파학적 영상을 관찰하였다. 실험견 5두의 우측 고실 내에 외과적으로 생리식염수를 주입하고 액체 저류에 따른 초음파상을 관찰한 후, 외이도내 생리식염수를 주입하여 외이도와 고실 내 액체가 동시에 존재하는 경우에 대한 초음파상을 관찰하였다.

초음파 장비

본 실험에서는 SONOACE 9900 PRIMER(Medison Co. Ltd., Korea) 초음파 진단기를 이용하였다. 탐촉자는 11 MHz 선형 탐촉자(Medison Co. Ltd., Korea)와 6.5 MHz 볼록 탐촉자(Medison Co. Ltd., Korea)를 이용하였다.

방법

모든 실험견에서 생리식염수 주입 전 정상 외이도와 고실의 일반 초음파 검사를 실시하였으며, 모든 초음파 검사에서 선형과 볼록 탐촉자를 번갈아 사용하였다.

실험견 5두의 좌측 외이도내에 30°C 정도로 가온 한 생리식염수를 외이도 입구로 부터 넘칠 정도로 주입한 후, 고막까지 충분히 들어갈 수 있도록 외이도 마사지를 실시한 다음 초음파 검사를 통해 정상견 외이도와 고막을 평가하였다. 초음파 검사 후 흡입기를 이용하여 외이도내 생리식염수를 제거하였다. 이도내 생리식염수 자연증발을 유도한 3일 후, 검이경 검사에서 외이도내 생리식염수가 없음을 확인하고, 전신마취 상태에서 실험견 5두의 좌측 귀의 고막파열을 유발하였다. 영양 카테타(6 Fr, JMS(K) Medical Supply Co. Ltd., Korea) 침부에 수내정 핀(0.5 cm)을 장착하고, 이내시경 관찰 하에 외이도내에 삽입하여 고막파열을 유발하였다. 생리식염수를 외이도내 주입하고 외이도 마사지를 실시하였다. 실시간 초음파 검사에서 고실 내 고에코를 나타내는 금속성 음영이 확인 될 때까지 영양 카테타를 삽입하였다. 초음파

검사 후 흡입기를 이용하여 이도내 생리식염수를 제거하였다. 고실 내 액체가 충만 할 때 외이도내 생리식염수를 주입하여 고막파열을 확인할 수 있는지 알아보기 위해 실험견 5두를 전신마취 후, 우측 귀에서 이내시경 관찰하에 주사기를 연결한 척수 침(23G, HAKKO MEDICAL Co. Ltd., Japan)으로 고막을 관통시킨 후, 척수 침을 통해 생리식염수를 고실내로 주입하였다. 고실에 대한 초음파 검사 후, 외이도내에 생리식염수를 주입하고 마사지를 실시한 다음, 초음파 검사를 재실시하였다. 척수 침에 의한 고막의 미세한 구멍은 무시하였으며, 초음파 검사 종료 후 흡입기를 이용하여 생리식염수를 제거하였다.

초음파 단층 검사

실험견 5두의 양측 안면부와 외이도 외측, 하악골 후방 영역의 피부 털을 제거하였다. 실험견을 검사하고자 하는 귀가 상방을 향하도록 횡외위 시키고 목을 신장 시켰다. 피부에 초음파 검사용 젤을 도포한 다음 검사를 실시하였다. 초음파 검사는 선형 탐촉자와 볼록 탐촉자를 교대로 사용하였다. 탐촉자를 수직 외이도 외측에 위치시키고, 하악골 후방 아래쪽으로 탐촉자를 이동하면서 단층 검사하였다.

결 과

고막과 고실의 초음파 검사에서 11 MHz 선형 탐촉자가 매우 유용하였다(Fig 1,2). 장축 단층 검사에서 외이도와 고실을 정지화면에서 동시에 관찰할 수 있었다(Fig 3). 이도는 길이가 긴 관상 형태이므로 피부 접촉면이 넓은 선형 탐촉자가 볼록 탐촉자보다 더욱 유용하였다. 액체가 충만된 이도를 평가할 수 있었으며, 특히 고실의 경우 골성 구조물이지만 얇고 탐촉자에서 가까운 거리에 있기 때문에 고주파 탐

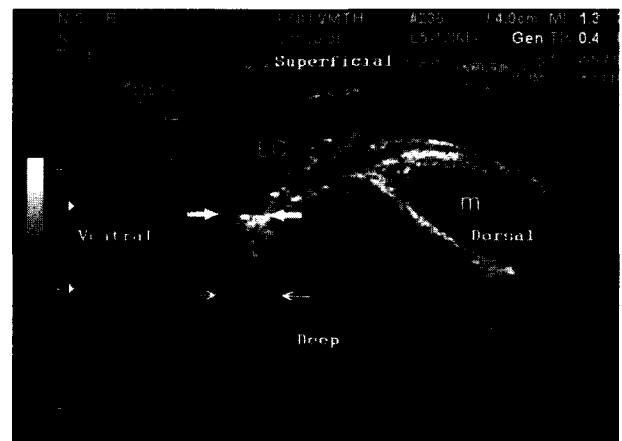


Fig 1. The ultrasonographic image of the tympanic membrane after the warm saline was infused into the ear canal. The external ear canal(EC) is presented as an anechoic structure. The tympanic membrane(solid arrows) is identified as a hyperechoic line with acoustic enhancement(arrows). m, temporal muscle

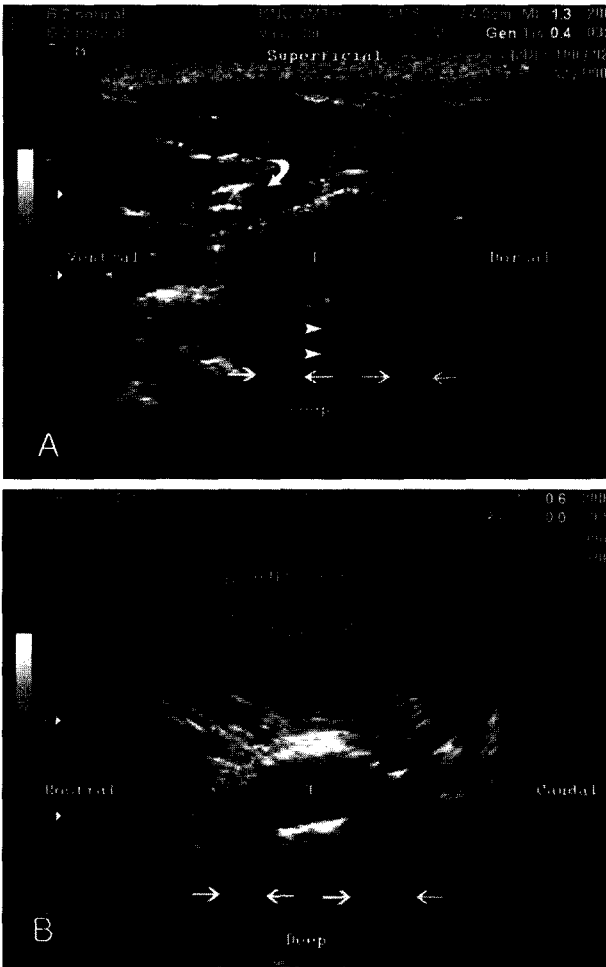


Fig 2. The ultrasonographic images of the fluid-filled tympanic bulla(A was scanned with an 11 MHz linear probe and B was scanned with a 6.5 MHz convex probe). The tympanic bulla(T) is appeared as a well-margined, hyperechoic and oval shape structure. The cavity of the bulla is filled anechoic fluid. The bilateral wall of the bulla produces a dirty acoustic shadowing(arrows in A and B) and the deep wall makes a 'reverberation'(arrow heads in A). The lingofacial vein is sectioned transversely(curved arrow).

촉자로 충분히 영상화가 가능하였다. 그러나 탐촉자가 선형 구조를 이루었기 때문에 고실 단층 시 해부학적 구조 때문에 탐촉자를 위치시키는데 있어 어려움이 있었다. 본 실험에서 6.5 MHz 볼록 탐촉자는 고막과 고막파열 평가에는 선형 탐촉자 만큼 유용하지 않았지만, 고실포 검사에는 선형 탐촉자와 같은 수준으로 유용하였다(Fig 2B).

선형 탐촉자를 수직 외이도가 장축으로 단층 될 수 있도록 외이도 외측에 위치시킨 다음, 외이도를 확인하면서 아래 쪽으로 이동하면 수평 외이도와 액체가 찬 고실을 확인할 수 있었다. 탐촉자 각도를 조절하면서 외이도와 고실을 동시에 관찰하였다. 볼록 탐촉자를 이용한 검사에서 고실은 하악골 후방 영역 외측, 또는 복측 영역에서 관찰할 수 있었다.

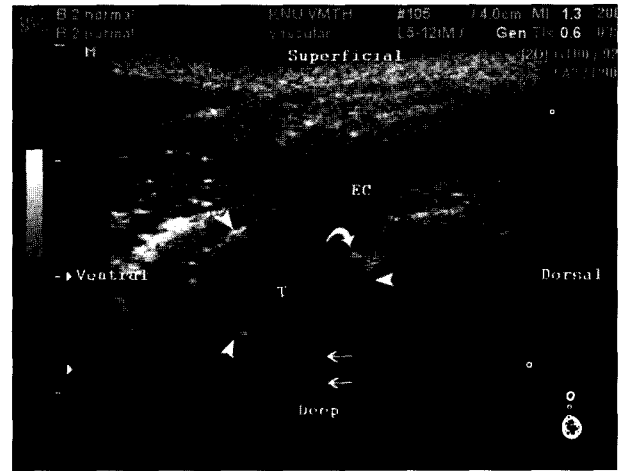


Fig 3. The ultrasonographic image of the canine ear canal after the tympanic membrane was ruptured experimentally. The fluid that was infused into the external ear canal is locating within the tympanic cavity and is doing a role as an acoustic window. The external ear canal(EC) and tympanic bulla(T) are filled with anechoic fluid. The ruptured tympanic membrane is not seen on this image. The hyperechoic circular margin is the bony wall of tympanic bulla(arrow heads). The medial wall of the bulla makes acoustic shadowing(arrows). The horizontal ear canal is impressed as a thin lumen by the pressure of transducer. A hyperechoic bony structure(curved arrow) can be seen at the junction of the horizontal ear canal and tympanic bulla.

일반 초음파 검사에서 고막 구조 자체를 영상화하는 것은 불가능 하였으며, 외이도 관강이 생리식염수로 채워진 경우 고막을 간접적으로 확인할 수 있었다. 무에코성 외이도 내측 끝에서 지저분한 음향 증강을 보이는 고에코성 선형 구조를 나타내는 고막을 확인할 수 있었다(Fig 1). 고막이 기울어져 있기 때문에 단층 위치에 따라 고막 길이는 다소 차이를 나타냈다. 초음파 영상에서 확인되는 고막 두께는 개에 따라 다르게 나타났으며, 음향증강 때문에 정확한 두께 측정에 어려움이 있었다.

실험적으로 고막파열을 유발한 다음 외이도내로 생리식염수를 주입하고 초음파 검사를 실시한 결과 외이도와 고실을 채우고 있는 무에코성 생리식염수를 확인하였으며, 외이도와 고실의 연속 구조를 확인할 수 있었다. 그러나 파열된 고막 나머지 부분은 관찰되지 않았다. 외이도와 고실의 장축상은 해부학적 단면도와 유사하게 나타났다. 수평 외이도와 고실포 연결 부위에서 고막주위 연골과 골 조직에 의한 음향 증강이 나타났다(Fig 3). 고실포 내측 벽은 음향 음영을 만들었다. 내측을 제외한 나머지 고실포 벽은 고에코를 나타내는 원형 구조물로 나타났다(Fig 3). 외이도내로 주입한 영양 카테타는 고실 내 액체 음영에서 고에코성으로 나타났다.

고막파열 없이 고실과 외이도 내강에 생리식염수가 충전된 경우 초음파 영상은 고막파열 시 생리식염수를 주입한 영

상과 같은 형태로 나타났다(Fig 3). 외이도와 고실을 구분하고 있는 고막은 관찰되지 않았으며, 외이도와 고실은 연속적인 무에코성 구조를 나타냈다. 고실포 벽은 고에코성 원형 구조물로 관찰되었다.

정상 고실포는 탐촉자 가까운 외측 벽만 고에코성 선상으로 나타났다. 고실포 내측과 외측벽은 음향 음영 때문에 확인되지 않았다. 탐촉자 위치에 따라서 침샘과 임파절, 근육 주위 구조물이 확인 되었다. 고실 내 생리식염수를 주입한 후 초음파 단층 검사에서 초음파 빔은 외측 벽과 액체를 통과하여 내측 벽까지 도달하였으며, 고실 전체를 영상화 하였다. 고실은 무에코성 액체로 충만 되어 있었으며, 고실포 벽은 고에코성 원형 구조로 나타났다(Fig 2). 탐촉자 단층 방향에 따라 이소골도 확인 가능하였다. 때때로 고실포 양측 외벽은 음향 음영을 만들었다(Fig 2). 고실포 내측 머리 구조는 음향 증강과 음향 음영으로 인해 확인할 수 없었다.

고 찰

개에서 중이염 진단을 위해 고실의 초음파학적 검사에 관한 연구 논문은 골 구조 내측에 음향 창 역할을 할 수 있는 액체가 저류할 경우 초음파 검사가 가능하다고 하였다^{3,4,10}. 본 실험에서는 외이도내로 주입된 생리식염수가 '음향 창' 역할을 할 것으로 추정하고, 초음파를 이용 고막과 고실의 초음파상과 그 유용성에 대해 알아보고자 하였다.

일부 연구보고에서 고실이 골성 구조물이고 피부에서 아주 가까운 곳에 위치하기 때문에 고실 초음파 검사에는 5~6.5 MHz 볼록 탐촉자가 유용하다고 하였지만^{4,10}, 본 실험에서는 11 MHz 선형 탐촉자가 영상의 질적인 측면에서 뚜렷한 영상 정보를 제공하였다(Fig 2). 액체로 충만된 고실 확인과 외이도와 고막을 연속적인 하나의 화면에 영상화함에 있어 11 Hz 선형 탐촉자가 볼록 탐촉자보다 더욱 유용한 것으로 판단된다. 또한 고막파열을 평가하기 위해서도 넓은 피부 접촉면을 필요로 하는 선형 탐촉자가 우수하였다.

개의 고막은 아주 얇고 반투명한 막성 구조로 외이와 중이를 구분하며, 수평 외이도를 기준으로 45° 정도 기울어져 있다²⁹. 길이 5~10 cm, 폭 4~5 mm 정도 외이도 내측에 위치하기 때문에 고막 검사에는 용이하지만 조심스럽게 이루어져야 한다. 개에서 고막 검사는 외이도를 통해서 이루어지며 검이경 또는 이내시경 검사, 이도 조영술 등이 이용되고 있다^{2,6,9,13}. 그러나 이 방법들은 외이도 상태에 따라 검사 방법에 어려움이 따른다. 외이도내 염증성 삼출물이나 분비물이 심하게 축적되어 있는 경우, 검사 전 마취나 진정하에 외이도 세척을 필요로 한다^{9,13}. 검이경 검사는 의인성 고막파열을 유발할 수 있으며, 외이도가 협착 되거나 풀립이 있을 경우에는 검사가 불가능하다^{1,4,6,10}. 일반 방사선 검사 또는 이도 조영술은 정확한 활영 자세를 필요로 하기 때문에 환측은 진정 또는 마취가 요구되기도 한다^{4,10}. 그러나 생리식염수 주입을 통한 초음파 검사는 외이도 상태에 크게 영향 받지 않고 실시할 수 있다는 장점이 있다. 본 실험의 실험견 5두 전체

에서 생리식염수 주입 후 고에코성 고막을 쉽게 확인할 수 있었다(Fig 1). 고막 내측으로 음향 증강이 나타났으며, 고막을 나타내는 고에코성 선 양측 선단에서 미약한 음향 음영이 발생하였다. 이는 고실 내 공기가 충만되어 있어 초음파 빔이 대부분 반사되기 때문이다. 외이도-고막-고실의 관계는 복부 초음파 검사에서 간-황격막-폐 구조와 유사하였다. 고막을 직접 평가할 수 없지만 이도내 생리식염수를 '음향 창'으로 이용하여 간접적으로 평가할 수 있다는 결론을 얻었다.

고막파열은 외이염, 창상, 의인성 원인에 의해 발생하며, 고막파열 유무를 확인하는 것은 진단과 치료 예후에 있어 중요하다^{9,13}. 고막파열이 있는 개에서 외이도내로 생리식염수를 주입할 경우 파열된 부위를 통해 생리식염수는 고실로 들어갔으며, 이도와 함께 연속된 고실을 초음파 검사에서 확인할 수 있었다(Fig 3). 초음파 검사를 통해 고막 내측 구조물, 즉 액체가 찬 원형 고실포를 확인할 수 있었다. 고막이 파열되었을 때 외이도와 고실은 연결된 구조물 형태로 영상화 되고, 고실 내강을 채우고 있는 생리식염수를 확인함으로써 고막이 파열되었다는 유추가 가능 하다. 이러한 결과를 통해 생리식염수를 이용한 초음파 검사는 고막과 고막파열을 효과적으로 평가할 수 있음을 알 수 있다.

고막파열 없이 고실에 한하여 액체가 충만 된 중이염이 있는 경우를 재현한 실험 결과 무에코성 고실 영역을 관찰할 수 있었지만, 고막은 직접 확인할 수 없었으며, 고막파열 여부는 확인 불가능하였다. 고실 내 생리식염수 충진을 확인하고 이차적으로 외이도내로 생리식염수를 주입한 결과 초음파상은 고막파열 시 외이도내 생리식염수 주입 후 단층상과 유사하였다(Fig 3). 이는 고막파열 없이 외이염에서 중이염으로 이환된 경우 또는 중이염 단독 발생으로 고실 내 액체가 충만할 경우에는 생리식염수 주입을 통한 초음파 검사를 통해 고막파열 유무를 확인 할 수 없다는 것을 의미한다. 이는 고막이 얇은 막성 구조이기 때문에 고실과 외이도내에 액체가 저류하는 경우 고막 자체를 평가할 수 없기 때문이다.

정상 고실은 탐촉자와 가까운 외측 또는 복측 벽이 선상 또는 곡선형의 고에코성 선으로 나타났으며, 음향 증강 소견을 보였다. 고실 내강이 생리식염수로 채워진 경우, 생리식염수가 '음향 창' 역할을 하므로 초음파 빔이 내측 벽까지 도달하여 고실 전체를 확인할 수 있었다(Fig 2). 고실 초음파 검사를 통해 고실 내 염증성 삼출물 저류와 고실의 골성 원형 구조를 확인함으로써, 개 중이염 진단이 가능함을 알 수 있었다.

생리식염수를 이용한 초음파 검사는 고막파열 여부와 고실을 평가하는데 매우 유용하였다. 초음파 검사로 고막파열 여부를 확인할 수 있었으며, 고실 단독 평가로 중이염 진단이 가능함을 알 수 있었다. 또한 고막파열과 고실의 액체 유무와 관계없이 외이도 평가가 가능하였다. 그러나 고실 내 액체가 충만 되어있는 경우에는 초음파 검사를 통해 고막파열 여부를 판단할 수 없었다. 귀 질환 진단에 있어 생리식염수 주입을 통한 고막과 고실의 초음파학적 평가를 적용한다

면 육안검사와 검이경 검사, 방사선 검사 이상으로 많은 정보를 얻을 수 있을 것으로 사료된다. 만약 고실 내 부분적으로 액체가 저류할 경우, 초음파 검사에서 탐촉자 위치를 조절함에 따라 이를 확인할 수 있으며, 이러한 경우 중력에 의해 액체가 고막과 분리되므로, 생리식염수 주입을 통해 고막파열 유무를 확인할 수 있을 것으로 추정된다. 고실 내 저류액이 소량인 경우에 대한 추가적인 실험과 환축에 대한 실질적인 적용이 이루어져야 할 것이다.

결론적으로, 개에서 외이도 초음파 검사를 위해 11 MHz 선형 탐촉자가 가장 유용하다고 판단되며, 생리식염수를 외이도내로 주입한 후 실시한 초음파 검사를 통해 고막파열 유무를 효과적으로 판단할 수 있었다. 고실 내 액체가 충만된 중이염 등은 단순 초음파 검사만으로 진단이 가능함을 알 수 있었다. 생리식염수를 이용한 초음파 검사는 외이도의 다양한 구조 이상 유무와 질환 평가에 있어서 경제적이고, 비침습적이며, 다른 여러 검사법에 비해 신속하고 간편한 검사 방법이 될 것으로 사료된다.

결 론

개의 고막과 고실을 평가하기 위해 건강한 비글견 5두에서 초음파 검사를 실시하였다. 실험견 5두의 좌측 귀 외이도내에 생리식염수를 주입한 후, 외이도 초음파 검사를 실시하였다. 또한 실험적으로 고막파열을 유발하고, 외이도내로 생리식염수를 주입한 후 초음파 검사를 실시하였다. 실험견 5두의 우측 귀 고실 내에 생리식염수를 주입하고 초음파 검사를 실시한 후, 연속하여 외이도내 생리식염수를 주입하고 초음파 검사를 실시하였다. 생리식염수 주입 후 외이도 내측 끝에서 음향 증강을 가지는 고에코성 선상 고막을 확인하였다. 고막이 파열된 개의 외이도내로 주입된 생리식염수가 고실 내 저류되어, 외이도와 고실이 연속성 구조물로 확인되었다. 생리식염수로 충만된 고실은 고에코 원형성 구조물로 관찰되었다. 고막파열 없이 고실과 외이도 모두 액체가 충만된 경우 고막파열 여부를 평가할 수 없었다. 본 실험 결과, 고막과 고실, 외이도를 평가하는 초음파 검사에서 11 MHz 선형 탐촉자가 가장 효과적이었으며, 외이도내 생리식염수 주입 후 실시하는 초음파 검사는 고막파열 여부를 확인하는데 유용함을 알 수 있었다. 또한 초음파 검사는 액체가 가득 찬 고실을 확인하고 평가하는데 효과적이었다. 개의 귀를 평가하는데 있어 초음파 검사는 경제적이고 안전하며 효과적인 방법이 될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- Allgoewer I, Lucas S, Schmitz SA. Magnetic resonance imaging of the normal and diseased feline middle ear. *Vet Radio Ultrasound* 2000; 41: 413-418.
- Angus JC, Campbell KL. Uses and indications for videotoscopy in small animal practice. *Vet Clin North Am Small Anim Prct* 2001; 31: 809-828.
- Dickie AM, Doust R, Cromarty L, Johnson VS, Sullivan M, Boyd JS. Comparison of ultrasonography, radiography and a single computed tomography slice for the identification of fluid within the canine tympanic bulla. *Res Vet Sci* 2003; 75: 209-216.
- Dickie AM, Doust R, Cromarty L, Johnson VS, Sullivan M, Boyd JS. Ultrasound imaging of the canine tympanic bulla. *Res Vet Sci* 2003; 75: 121-126.
- Dvir E, Kirberger RM, Terblanche AG. Magnetic resonance imaging of otitis media in a dog. *Vet Radio Ultrasound* 2000; 41: 46-49.
- Eom KD, Lee HC, Yoon JH. Canalographic evaluation of the external ear canal in dogs. *Vet Radio Ultrasound* 2000; 41: 231-234.
- Fukushima U, Sasaki S, Okano S, Oyamada T, Yoshikawa T, Hagio M, Takase K. Non-invasive diagnosis of ischaemic brain damage after cardiopulmonary resuscitation in dogs by using transcranial doppler. *Vet Radiol Ultrasound* 2000; 41: 172-177.
- Garosi LS, Lamb CR, Targett MP. MRI findings in a dog with otitis media and suspected otitis interna. *Vet Rec* 2000; 146: 501-502.
- Gotthelf LN. Examination of the external ear canal. In: *Small animal ear disease: an illustrated guide*, 1st ed. Philadelphia: W.B Saunders. 2000: 25-44.
- Griffiths LG, Sullivan M, O'Neill T, Reid SWJ. Ultrasonography versus radiography for detection of fluid in the canine tympanic bulla. *Vet Radio Ultrasound* 2003; 44: 210-213.
- Hilbert G, Vargas F, Valentino R, Gruson D, Chene G, Bebear C, Cbikpi-Benissan G, Cardinaud JP. Comparison of B-mode ultrasound and computed tomography in the diagnosis of maxillary sinusitis in mechanically ventilated patients. *Critical Care Medicine* 2001; 19: 1337-1342.
- Shapiro GG, Furukawa CT, Pierson WE, Gilbertson E, Bierman CW. Blinded comparison of maxillary sinus radiography and ultrasound for diagnosis of sinusitis. *J Allergy Clin Immunol* 1986; 77: 59-64.
- Trower ND, Gregory SP, Renfrew H, Lamb CR. Evaluation of the canine tympanic membrane by positive contrast ear canalography. *Vet Rec* 1998; 142: 78-81.