

초음파 검사에서 신장 결석의 검출 요인에 관한 연구

— The Study on the Factors for Detection of Renal Stone on Ultrasound —

(주) GE·한서대학교 방사선학과¹⁾

심현선·정홍량¹⁾·임청환¹⁾

— 국문초록 —

I. 목 적 : 신장 결석은 흔하며, 전형적으로 수집계에서 발생한다. 신동부는 수집계, 신혈관, 림프관, 지방, 섬유조직 등을 포함하고 있다. 초음파 장치 수신기의 신호 처리 과정에서 모든 큰 에코의 압축 때문에 일반적으로 신결석으로부터의 에코는 신동부의 정상적인 구조로부터 발생하는 큰 에코는 구별할 수 없다. 따라서 초음파 검사에서 후방음향음영이 동반하지 않은 크기가 작은 신장 결석 또는 결석의 화학적 구성 성분에 따라 결석 검출이 어려웠다. 본 연구의 목적은 다양한 스캔 변수에 따라 결석 후방에 발생하는 후방음향음영을 측정하여 신장결석 진단에 도움을 주고자 한다.

II. 재료 및 방법 : 결석을 수조 속 스폰지 위에 올려놓고 LOGIQ 400(U.S.A.)의 3.5 MHz와 7.5 MHz 탐촉자를 이용하였다. 첫째, 게인을 조절해가며 실험하였다. 둘째, 동적범위를 조절해가며 실험하였다. 셋째, 초점영역을 조절해가며 실험하였다. 넷째, 깊이조절에 따른 저주파수와 고주파수의 에코 레벨을 측정하였다.

III. 결 과 : 1) 평균 에코 레벨은 총 게인이 10 dB일 때 98, 총 게인이 40 dB일 때 142로 나타났다. 결석의 후방음향음영은 총 게인이 낮을 때 뚜렷하게 나타났다. 2) 동적범위가 42 dB와 72 dB일 때 평균 에코 레벨이 각각 129와 101로 측정되었다. 신장 결석의 후방음향음영은 동적범위가 높을수록 뚜렷하게 나타났다. 3) 결석이 탐촉자의 초점영역에 위치할 때에 후방음영이 분명하게 나타났다. 4) 결석은 저주파수(3.5 MHz)보다 고주파수(7.5 MHz)에서 분명하게 나타났으며, 결석의 왜곡 없었다.

IV. 결 론 : 신장결석의 후방음향음영의 표현 총 게인, 동적범위, 초점영역, 주파수 등 다양한 기술적 요소들에 의존하며, 이러한 요소들은 신장결석 진단에 도움을 줄 것으로 생각된다.

중심 단어 : 초음파검사, 에코 레벨, 게인, 신결석

I. 서 론

초음파검사는 부분적, 간헐적, 완전한 요로폐쇄를 포함한 신장 결석(renal stone), 신종양 등의 질환을 진단하

는데 유용하게 사용되어 왔다. 신장 결석은 흔하며, 전형적으로 수집계(collecting system)에서 주로 발생한다. 비뇨기계 특히 신장 결석으로 인한 급성 옆구리 통증(acute flank pain)이 발생한 환자에서의 영상 평가는 전통적으로 단순 일반촬영(KUB)이 우선적으로 이용되어 왔으며, 추가적인 검사로 신장조영술(intravenous urography)이 선택적으로 이용되었다. 하지만 대부분의 병원에서 초음파 장비를 기본적인 의료장비로 보유하고 있음에도 불구하고 신장 결석을 검출하는데 있어 장비의 기능을 100%

* 이 논문은 2006년 1월 19일 접수되어 2006년 2월 18일 채택 됨.
책임저자 : 심현선, 경기도 성남시 상대원 1동 쌍용트위냐 IT타운 2차 706호 (주)GE
TEL : 031-741-7070, FAX : 031-741-7338
E-mail : shs2017@hanmail.net

활용하지 못하고 있는 실정이다.

특히 신동부(renal sinus)는 동맥, 정맥의 혈관, 림프관, 지방(fat), 섬유조직 등을 포함하고 있으며, 수신된 초음파 신호 처리 과정에서 모든 큰 에코와 압축 때문에 일반적으로 신결석으로부터의 에코는 신동부의 정상적인 구조로부터 발생하는 큰 에코는 구별할 수 없다. 따라서 초음파 검사에서 신동부는 고에코(echogenic)로 나타나므로 결석 검출이 쉽지 않다¹⁻²⁾. 특히 후방음향음영(posterior acoustic shadowing)이 동반하지 않은 크기가 작은 신장 결석의 경우 또는 결석의 화학적 구성 성분에 따라 결석을 검출이 어려웠으며, 허상, 혈관 석회화 등으로 오인 된다³⁾.

본 연구의 목적은 옆구리 통증으로 인한 신장 결석이 의심되는 환자에서 다양한 스캔 방법과 요인에 따라 결석 후방에 발생하는 후방음향음영을 측정하여 신장결석 진단에 도움을 주고자 한다.

II. 연구재료 및 방법

실험은 원통형의 수조에 스폰지(sponge)를 담고 그 위에 10 × 6 × 5 mm 크기의 결석(stone)을 올려놓았다(Figure 1). 탐촉자와 결석과의 거리를 4 cm로 하고 변수(parameter)를 바꾸어 가면서 결석 후방에서 발생한 음향음영의 에코 레벨(echo level)을 3회 이상 측정하여 평균치를 구했다.

첫째, 동적범위(dynamic range)를 60 dB로 설정하고 초점영역(focal zone)을 결석위치에 설정하였다. Gain을 10, 20, 30, 40 dB로 각각 설정해가면서 결석으로부터 3 cm 후방에서 발생하는 음향음영의 에코 레벨치의 평균치를 구했다.

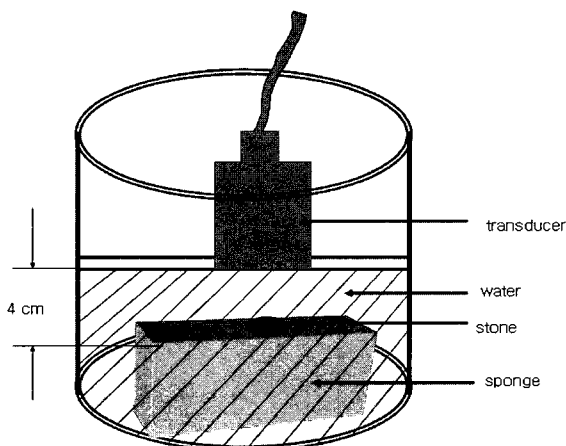


Figure 1. Water tank with sponge and stone.

둘째, 총 게인(gain)을 20 dB로 설정하고 초점영역은 결석위치에 설정하였다. 동적범위를 42 dB와 72 dB로 각각 설정해가며 결석으로부터 3 cm 후방에서 발생하는 음향음영의 에코 레벨치의 평균치를 구했다.

셋째, 총 게인 및 동적범위를 각각 20 dB, 60 dB로 설정하였다. 초점영역을 결석 위치, 결석보다 3 cm 후방에 각각 설정하고 결석으로부터 3 cm 후방에서 발생한 음향음영의 에코 레벨치의 평균치를 구했다.

넷째, 총 게인 및 동적범위를 각각 60 dB로 설정하고 초점영역을 결석 위치에, 결석보다 2 cm 전방에, 결석보다 3 cm 후방에 각각 설정하고 결석 바로 뒤에서 발생한 음향음영의 에코 레벨치의 평균치를 구했다.

실험장비는 LOGIQ 400(U.S.A.)의 3.5 MHz와 7.5 MHz 탐촉자를 이용하였다. 실험에서 시간 게인 보상(time gain compensation, TGC)은 정중앙에 고정된 상태에서 실시하였고, 실험의 재현성을 알아보기 위해 신장 결석 환자를 대상으로 같은 방법으로 실험을 하였다.

III. 결 과

본 연구는 신장 결석의 검출 요인이 무엇인가를 실험으로 결과는 다음과 같이 나타났다. 첫째, 동적범위를 60 dB에 설정하고 결석 중심에 초점영역을 설정한 다음 gain을 10, 20, 30, 40 dB로 조절해가며 에코 레벨을 측정한 결과 각각 98, 115, 123, 142로 나타났다(Figure 2). Gain이 10 dB과 40 dB과는 에코 레벨의 차이가 44로 나타났다. Gain이 낮을 때에 결석 후방으로 음향음영이 뚜렷함을 알 수 있었다(Figure 3).

둘째, 총 게인을 20 dB로 설정하고 초점영역은 결석위치에 놓았을 때에 동적범위가 42 dB와 72 dB일 때에 평균 에코 레벨이 각각 129와 101로 측정되었다(Figure 4). 동적범위가 42 dB와 72 dB와는 에코 레벨 차이가 28로 나타났다. 동적범위가 높아짐에 따라 결석 후방음향음영

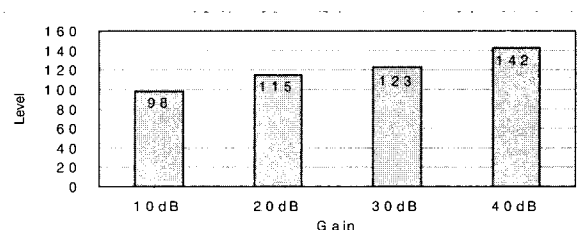


Figure 2. Echo level(acoustic shadow) according to gain.

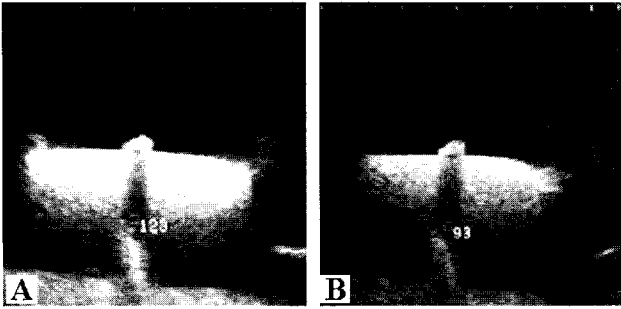


Figure 3. When a $10 \times 6 \times 5$ mm stone in water bath, posterior shadow is present for gain. Higher gain(30 dB) demonstrates poor posterior shadow(A). Lower gain(10 dB) demonstrates fine posterior shadow than higher gain(B).

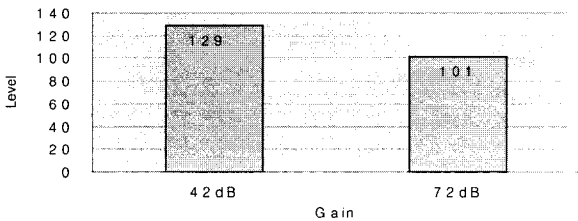


Figure 4. Echo level(acoustic shadow) according to dynamic range.

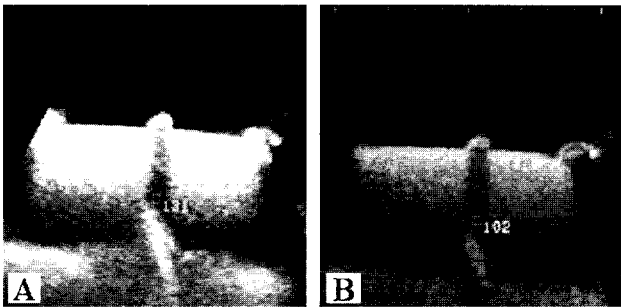


Figure 5. When a $10 \times 6 \times 5$ mm stone in water bath, posterior shadow is present for dynamic range. Higher dynamic range(72 dB) is poor posterior shadow(A). Lower dynamic range(42 dB) is fine posterior shadow than higher dynamic range(B).

이 뚜렷하게 나타났다(Figure 5).

셋째, 총 게인 및 동적범위를 각각 20 dB, 60 dB로 설정하고 3.5 MHz 탐촉자를 이용 초점영역을 결석 위치에 설정해 놓았을 때와 결석보다 3 cm 후방에 설정해 놓았

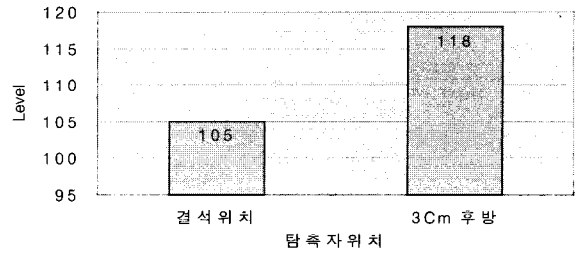


Figure 6. 3.5 MHz transducer. Focal zone is setting stone location and 3 cm the below, when in the posterior for echo level(acoustic shadow).

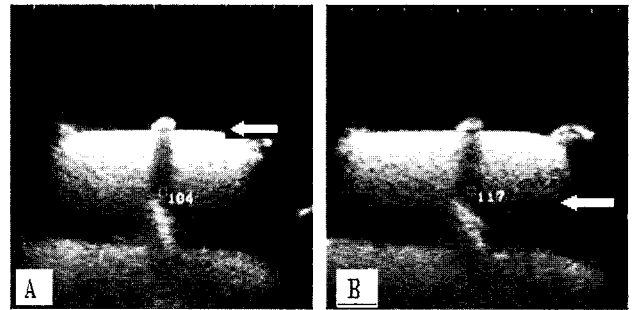


Figure 7. 3.5 MHz transducer. When the focal zone is located(white arrow) in stone(A), posterior acoustic shadowing is clear than 3 cm being located(white arrow) in the below(B).

을 때에 평균 에코 레벨은 각각 105와 118로 측정되었다(Figure 6). 초점영역이 결석에서 멀어짐으로 인하여 에코 레벨이 높게 나타나 결석 후방에 음향음영이 뚜렷하지 않음을 알 수 있었다(Figure 7).

넷째, 총 게인 및 동적범위를 각각 60 dB로 설정한 다음 7.5 MHz 탐촉자를 이용 초점영역을 결석 위치에 설정하고, 결석보다 2 cm 전방에, 3 cm 후방에 설정했을 경우 평균 에코 레벨은 각각 146, 160, 162로 나타났다(Figure 8). 결석에 위치에 초점영역이 설정되어 있을 때에 에코 레벨이 가장 낮게 측정되었으며, 가장 뚜렷한 후방음향음영이 관찰되는 것을 알 수 있었다(Figure 9).

다섯째, 초점영역을 결석에 위치 설정해놓은 상태에서 3.5 MHz의 저주파수와 7.5 MHz의 고주파수 탐촉자로 실험한 결과 고주파수에서 결석이 왜곡되지 않고 분명한 모양으로 나타남을 알 수 있었다(Figure 10).

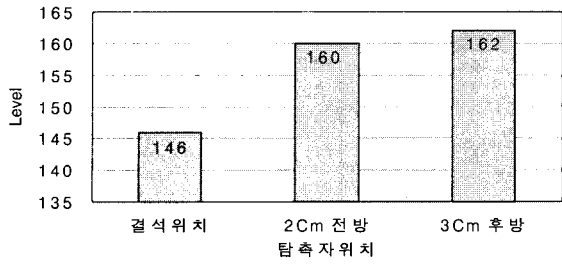


Figure 8. 7.5MHz transducer. Focal zone is setting stone location and 2cm the front, when 3cm setting in the posterior for echo level(acoustic shadow).

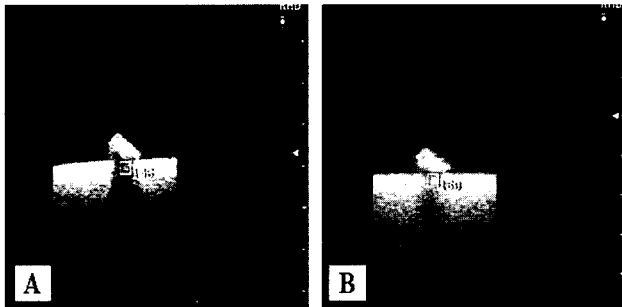


Figure 9. 7.5MHz transducer. When the focal zone is located in stone(A), posterior acoustic shadowing is clear than 2 cm being located in the front(B).

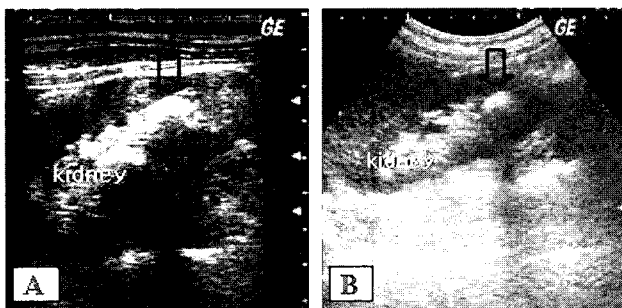


Figure 10. A, When stone(black open arrow) is in focal zone of 7.5MHz transducer, clear posterior acoustic shadowing and stone structure is identified. B, When 3.5MHz transducer the focal zone is located 5cm being in the below than stone with poor posterior acoustic shadowing and stone(black open arrow) structure is unclear.

IV. 고찰

신장 결석은 신장 내에서 발생한 결석을 총칭해서 말하는데, 결석위치에 따라 신실질결석, 신배결석, 신우결석이라고 부른다. 신장 결석의 성분으로는 옥살산 칼슘(calcium oxalate) 성분이 75%로 가장 많으며, 한쪽 신장에서 발생하는 경우가 대부분이다. 신장 결석으로 인한 증상으로는 신장부위의 통증, 혈뇨, 신우신염, 신기능의 저하 등이 있다⁴⁾.

신장 결석에 의한 통증은 응급실로 내원하는 환자들의 공통적인 문제이다. 이러한 통증이 있을 때 방사선학적 검사의 역할이 중요하며, 결석의 크기와 위치는 치료를 하는데 매우 중요하다⁵⁾. 신장 결석을 진단하는데 초음파 검사(US), 단순 일반촬영(KUB), 핵의학검사, 신장조영술(IVP), 컴퓨터단층촬영(CT) 등이 주로 이용되고 있다. 단순 일반촬영에서 비뇨기계 결석의 85% 이상을 차지하는 칼슘석은 밝게 보이며, 요산결석 또는 시스틴결석은 방사선투과로 잘 나타나지 않는다. 신장조영술은 신장이나 요관에서의 결석의 위치를 파악뿐만 아니라 해부학적 정보와 기능적 정보를 제공한다.

초음파검사는 비교적 검사가 간단하고 비침습적이며, 쉽게 검사를 할 수 있다는 장점이 있다. 단순 일반촬영에서 잘 나타나지 않았던 요산결석과 시스틴 결석을 포함하여 신장 결석은 초음파 검사에서 고에코(echogenic)로 나타나기 때문에 검출이 쉽다. 또한 결석의 후방으로 음향음영(acoustic shadow)이 발생하므로 5mm 이상의 결석을 검출해 낼 수 있다⁶⁾.

그러나 소변을 수집하는 신동부(renal sinus)는 동맥, 정맥의 혈관, 림프관, 지방(fat), 섬유조직 등으로 구성되어 있다. 신동부의 정상적인 구조로부터 발생하는 큰 에코는 신결석으로부터 발생하는 에코 레벨 차가 없어 결석이 존재한다 할지라도 검출하기가 어렵다. 결석의 후방음향음영은 결석의 크기, 결석의 화학적 구성, 초음파 장비의 해상도, 조직의 간섭효과 등에 의해 나타나지 않을 수 있다⁷⁾. 또한 요관확장이 동반되지 않은 신결석의 진단은 결석의 후방음향음의 동정에 의존한다. 하지만 이러한 공통적인 요소들을 제외하고 초음파 장비의 변수(parameter)를 이용하여 신장 결석 후방에서 발생하는 음향음영을 잘 나타내므로 결석으로 진단할 수 있다⁸⁻⁹⁾.

실험 결과에서 알 수 있듯이 따라서 총 게인(total gain)이 낮을수록, 동적범위(dynamic range)가 높을수록, 초점영역(focal zone)이 결석 위치에 놓일 때에 결석 후방에 음향음영이 뚜렷하게 나타났다. 또한 초점영역을

결석에 위치 설정해놓은 상태에서 저주파수보다 고주파수 탐촉자에서 결석이 왜곡되지 않고 분명하게 나타남을 알 수 있었다. 초점영역이 결석위치에서 벗어나면 결석은 가스처럼 지저분한 영상으로 묘출되 나타났다.

V. 결 론

본 연구는 초음파 검사에서 신장 결석의 검출 요인을 알아보기 위해 결석을 수조 속 스폰지 위에 올려놓고 3.5 MHz와 7.5 MHz 탐촉자를 이용하여 계인의 동적범위와 초점영역을 조절하였고, 깊이에 따른 주파수의 에코 레벨을 측정하는 방법으로 다양한 스캔 요소에 따라 결석 후방에 발생하는 후방음향음영을 측정하여 신장결석 진단에 도움을 주는 스캔 방법을 실험한 결론은 다음과 같다.

신장 결석이 의심되는 환자에서 초음파 검사를 시행할 때에 결석의 후방음향음영(posterior acoustic shadowing)이 나타내기 위해서는 적절한 총 계인과 동적범위의 설정이 요구되며, 탐촉자의 초점영역을 결석의 위치에 놓고 스캔해야 보다 분명한 후방음향음영이 나타남을 알 수 있었다. 또한 고주파주의 탐촉자로 변환하여 스캔할 때에 결석이 분명한 모양으로 나타났다. 신장결석이 의심되는 환자에서 초음파검사를 시행할 때에 장치의 수신기이 기능과 스캔 요소(factor)들을 조절해가면서 검사를 한다면 결석진단에 많은 도움이 될 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Cook JH, Lytton B: Intraoperative localization of renal calculi during nephrolithotomy by ultrasound scanning, J Urol(117), 543-546, 1977.
2. Elliott JP, Evans JW, Gordon JO, Platt LO: Profile of the renal colic patient. J Miss State Med Assoc, 21, 163-166, 1980.
3. Marveen Craig, Joseph AW: Sonographic mimics of renal calculi. J Ultrasound Med, 23, 1361-1367, 2004.
4. Arthur TR, Kenneth JWT, Alan GD: Ultrasound of renal sinus: New observation, AJR, 133:441-448, 1979.
5. Eric PT, Paul MS, Wiliam PS: Evaluation of the patient with flank pain and possible ureteral calculus. Radiology, 228, 319-329, 2003.
6. Baumgartner BR, et al: Sonographic evaluation of renal stone treated by extracorporeal shock-wave lithotripsy, AJR, 149, 131-135, 1987.
7. W King 3d, C Kimmer-smith and J Winter: Renal stoen shadowing: an investigation of contributing factor. Radiology, 154, 191-196, 1985.
8. Jaffe CC, Taylor KJW: Clinical impact of ultrasonic beam focusing pattern. Radilology, 122, 339-342, 1977.
9. Taylor KJW, Jacobson P, Jaffe CC: Lack of an acoustic shadow on scans of gallstone: A possible artifact. Radilology, 131, 463-464, 1979.

• Abstract

The Study on the Factors for Detection of Renal Stone on Ultrasound

Hyun-Sun Sim · Hong-Ryang Jung¹⁾ · Cheong-Hwan Lim¹⁾

General Electric Systems · Department of Radiological Science, Hanseo University¹⁾

Purpose: Renal stones are common and typically arise within the collecting system. The renal sinus are contains the collection system, the renal vessels, lymphatics, fat, and fibrous tissue. Because of the compression of all the large echoes in signal processing, the echo from the renal stone generally cannot be distinguished from large echoes emanating from normal structures of the renal sinus. Use of ultrasonography has been difficult for detecting small renal stone without posterior shadowing and chemical composition of stone. The aim of study was measuring for posterior acoustic shadowing to a stone for various scan parameter and it examines a help in renal stone diagnosis.

Material & Methods: The stone was place on sponge examined in a water bath with a 3.5 MHz or 7.5 HMz transducer(LOGIQ 400, USA). First, tested a variety of gain. Second, tested a variety of dynamic range. Third, tested a variety of focal zone. Fourth, measuring of the echo level for low and high frequency for depth.

Results: 1) Average echo level was 98 for low total gain(10 dB) and was 142 for high total gain(40 dB). Posterior acoustic shadowing of renal stone was clear for low gain. 2) Average echo level was 129 for low dynamic range(42 dB) and was 101 for high dynamic range(72 dB). Posterior acoustic shadowing of renal stone was clear for high dynamic range. 3) When stone is in focal zone of transducer, definite posterior acoustic shadow is identified. 4) Stone was clear appeared for high frequency(7.5 MHz) than low frequency(3.5 MHz) and it is not distorted.

Conclusion: The demonstration of an posterior acoustic shadow of renal stone dependents on several technical factors such as gain, dynamic range, focus, and frequency. This various factors are a help in renal stone diagnosis.

Key Words : Ultrasound, Echo level, Gain, Renal stone