

방광내 뇨량 측정을 위한 초음파 뇨의 센서의 개발

◦김덕재, 최창근, 최홍호
인제대학교 보건대학 의용공학과

Development of an ultrasonic urination sensor for measurement of bladder urine volume

◦D. J. Kim, C. K. Choi, H. H. Choi
Department of Biomedical Engineering, College of Health, Inje University

ABSTRACT

The sensing of urination level of bladder urine volume is effective for preventing the urinary incontinence which is one of the three major infirmities afflicting the elderly.

In this study, we found that it is useful for manufactured ultrasonic urination sensor to measure between distance of anterior and posterior wall of bladder, as a preliminary experiment.

Also, There was a intimate interrelation between urine volume level and interwall distance of bladder.

서 론

고령자의 3대 질환 중의 하나인 뇨실금은 환자 자신의 수치심 등의 이유로 환자의 실태와 실수에 대하여 명확하게 파악되지 않은 채 오늘에 이르고 있다.

초음파 뇨의 센서의 개발은 이런 상황에 대한 지원 기술의 개발이라는 입장에서 중요하다고 생각된다. 이 센서는 뇨의가 발생하기 이전에 뇨의수준을 미리 감지하여 환자의 배뇨를 돕는 역할을 하며, 뇨실금의 치료 방법 중의 하나인 방광훈련이나 골반근육훈련 등에 있어서도 방광용량을 미리 알 수 있어 치료효과를 확인할 수 있기 때문에 훈련의욕을 향상시키는 역할도 담당하리라 생각된다. 따라서, 초음파를 이용하여 무침습적으로 뇨의를 파악하여 알려주는 뇨의 센서를 개발하고자 하는 것이다. 초음파 뇨의 센서가 방광의 뇨량을 측정하는 방법은 방광의 전벽과 후벽간의 거리로부터 뇨량을 측정하는 방식을 사용한다.

본 연구에서는 이러한 목적에 부합하는 초음파 뇨의 센서를 개발하고 기초실험을 통하여 방광의 전·후벽간의 거리와 뇨량과의 상관관계를 파악하고자 한다.

배경 이론

방광은 남자에서는 치골결합과 직장 사이, 여자에서는 치골결합과 자궁 사이에 위치한다. 방광의

용량은 개인차가 있지만, 평균은 약 500cc, 최대용량은 약 800cc 정도이다.

뇨실금이란 본인의 의사에 상관없이 소변이 배출되는 현상으로, 대다수의 뇨실금 환자들이 겪고 있는 뇨실금은 긴장성 뇨실금과 절박성 뇨실금이다. 뇨실금에 대한 치료방법으로는 방광훈련, 골반근육훈련외에도 약물요법이나 수술요법 등이 있다.

초음파는 음향적 성질이 다른 생체 조직의 경계에서 반사에코를 발생한다. 따라서, 뇨가 들어있는 방광 내부에서는 반사파가 발생되지 않고 방광의 전벽과 후벽에서만 반사되는 초음파로 인하여 두벽의 위치 관계를 명확하게 파악할 수 있다.

방광의 전벽과 후벽 사이로부터의 반사신호에서 벽간 거리는 식 (1)에 의하여 측정 가능하다.

$$x = \frac{1}{2} vt \quad \dots \dots \dots (1)$$

여기서 v는 생체 연부 조직인 경우에는 그 평균값이 약 1,540(m/sec)이므로, 결국 초음파의 왕복전파 시간을 알면 거리를 측정할 수 있다. 특히 초음파는 액체에서는 감쇠가 거의 없기 때문에 방광의 전벽과 후벽으로부터 반사되는 에코신호를 뚜렷하게 검출할 수 있으므로, 뇨량의 시간적 변화를 명확하게 모니터링할 수 있다.

초음파 뇨의 센서의 개발

초음파 뇨의 센서는 비전문가에 의해 사용되므로 누구나 쉽게 사용할 수 있어야 하며, 또한 방광의 뇨량이 뇨의 수준에 도달하기 이전에 배뇨할 수 있도록 배뇨 시기를 정확하게 알려주어야 한다.

그림 1은 제작한 초음파 뇨의 센서의 구성도를 나타내며, 중심 주파수는 2.25MHz이다.

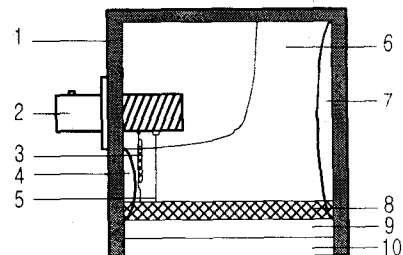


그림 1 초음파 뇨의 센서의 구성도

각 부분의 명칭은 다음과 같다.

1. case
2. Connector
3. 동조코일
4. 초음파 절연체
5. 접속선
6. 흡음층
7. 초음파 절연체
8. Crystal(PZT)
9. 1차 음향 정합층
10. 2차 음향 정합층

그림 2와 3은 각각 제작한 초음파 뇨의 센서의 송신파형과 주파수특성을 나타낸다.

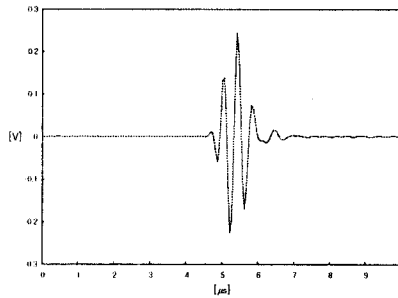


그림 2 초음파 뇨의 센서의 송신파형

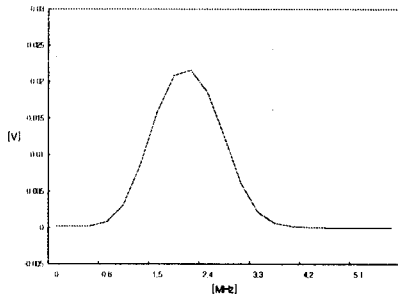


그림 3 초음파 뇨의 센서의 주파수특성

기초 실험

노량과 방광의 전·후벽간 거리와의 상관관계를 정량화시키기 위하여 기초실험을 실시하였다.

기초 실험은 제작한 초음파 뇨의 센서를 이용한 초음파 RF 반사신호 획득 장치(RAM-10000:RITEC사)와 초음파 진단기(SONOACE 4000:MEDISON사)를 이용하여 2가지 방법으로 실험하였다.

초음파 변환기의 배치부위는 방광의 형상변화의 방향성으로 볼 때 회음부가 적합한 부위라고 생각되지만, 피험자의 심리적 저항감이 크기 때문에 초음파 변환기를 치골결합부의 조금 위쪽에 배치시켰다. 측정오차를 최소로 하기 위해 측정부위를 표시하여 항상 같은 위치에서 측정이 되도록 하였고, 노량은 눈금이 있는 비이커를 사용하여 측정하였다. 피험자는 건강한 성인 남자 3명이었으며, 수시로 측정한 후 배뇨시켜, 노량을 측정하였다.

그림 4와 5는 각각 초음파 진단기에 의한 B-mode 화상과 초음파 RF 반사신호 획득장치로부터 산출된 방광의 전벽과 후벽간의 거리와 노량에 대한 각 피

험자의 데이터를 합친 것이다.

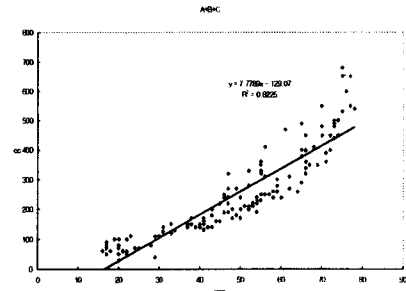


그림 4 B-mode 화상으로부터 산출된 데이터

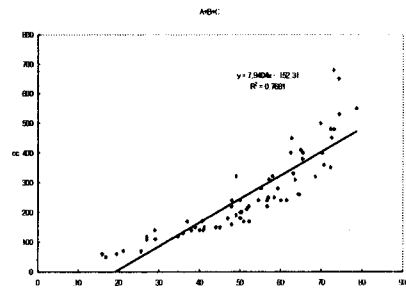


그림 5 초음파 RF 반사신호로부터 산출된 데이터

그림 4와 5로부터 특히 300cc 이하의 노량에서는 상관도를 예측하는 R²값이 전체로 구한 값보다 더 크다는 것을 알 수 있다. 즉, 방광의 전·후벽간의 거리와 노량과의 사이에 직선성이 잘 나타나고 있다. 이것은 이 범위의 노량에서는 방광의 팽창 방향성이 전후방향인 것에 기인한다고 생각된다. 일반적으로 뇨의 발생하는 노량은 200cc~300cc 정도이므로, 노실금 환자의 배뇨관리 측면에서도 300cc 정도까지 측정하면 충분하다고 생각된다.

결 론

본 연구에서 제작한 초음파 뇨의 센서가 기초 실험을 통하여 방광의 전·후벽간의 거리를 측정함에 있어서 유용하다는 것을 알 수 있었고, 나아가 노실금 환자들의 배뇨관리에도 도움을 줄 수 있다는 가능성을 확인하였다.

또한, 노량과 방광의 벽간거리 사이에는 높은 상관성이 있음을 알았고, 방광의 측정부위로 치골 결합부 상에서의 계측 방식에 대한 유효성을 확인하였다.

참고문헌

- 1) 福井, 頻尿. 尿失禁の治療法, 池田書店, 1991
- 2) 日本公衆衛生協會, 尿失禁にどう對處するか, 1993
- 3) Emil A. Tanagho, Jack W. McAninch : Smith's General Urology. APPLETON&LANGE, 1988:10-11,35
- 4) 田萬銀, 朴成玉, 洪時榮, 孫龍來 공저 : 超音波檢査學. 대학서림, 1988:27-32