

# Analysis of Twinkling Artifacts Caused by Kidney Stones on Abdominal Ultrasound

Ju-Hee Kim<sup>1,2</sup>, Hyon-Chol Jang<sup>2</sup>, Pyong-Kon Cho<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiological Science, Daegu Catholic University

<sup>2</sup>Department of Radiologic Technology, Suseong University

Received: September 09, 2021. Revised: October 20, 2021. Accepted: October 31, 2021

## ABSTRACT

Kidney stones are largely classified into kidney stones, ureter stones, and urolithiasis depending on the location of their occurrence. Therefore, in this study, from January 2019 to June 2021, kidney stones found in 112 patients with flank pain or who visited for abdominal ultrasonography at a general hospital located in Daegu were diagnosed with urolithiasis. We wanted to investigate the effect on twinkling artifacts. As a result of the study, the incidence of twinkling artifacts due to kidney stones was relatively high in the longitudinal scan among the scan methods. As the number of kidney stones increased, the incidence of twinkling artifacts increased by 1.296 times ( $p < 0.05$ ). As the kidney stone size increased, the incidence of twinkling artifacts increased by 0.086-fold ( $p < 0.05$ ). It was found that the number and size of kidney stones are factors affecting twinkling artifacts. Since the effect of kidney stones on twinkling artifacts is related to the number and size of kidney stones, continuous attention should be paid to helping the detection of kidney stones by using variables affecting twinkling artifacts.

Keywords: Kidney Stones, Twinkling Artifact, Abdominal Ultrasound, Number of Kidney Stones, Size of Kidney Stones

## I. INTRODUCTION

신장 및 요로결석은 발생 위치에 따라 크게 신장결석, 요관결석, 요로결석 등으로 구분되며, 유전적 요인, 식생활 습관, 생활환경, 수술 병력 및 감염 요인 등의 다양한 원인에 의해 발생한다<sup>[1]</sup>. 지난 2009년부터 2013년 사이 건강보험심사평가원이 분석한 결과 매년 3%씩 증가하여, 연평균 2.8%의 증가율을 보였고<sup>[2]</sup>, 지난 30년 동안 북미의 유병률은 13%, 유럽의 유병률은 9%로 증가했으며, 아시아의 유병률은 5%로 증가 되었다<sup>[3]</sup>. 비교적 20~30대의 남성이 여성에 비해 약 3배가량 높은 발생률을 보이고, 대표적 유전질환인 통풍, 시스틴뇨증, 원발성 고수산뇨증 등의 대사장애 질환에서 호발한다. 결석의 발생원인은 여러가지 가설이 있으나, 가장 중요한 것은 소변내에 존재하는 결석의 구성성분의 과포

화된 농도가 중요한 요소가 되며, 결석의 바탕질인 점액단백질과 주된 구성성분에 따라 80% 이상을 차지하는 칼슘 함유 결석과 인산, 마그네슘 및 암모늄으로 구성된 방광결석, 요산결석, 시스틴 결석, 소변 내 결석 등으로 나뉜다<sup>[4]</sup>. 주 증상은 신산통(renal colic)과 급성 측부 복통을 동반하며, 발한, 혈뇨, 구역 및 구토, 오한, 배뇨 중 작열감과 소변에서 혼탁하고 악취가 나고, 심하면 복부 부종을 유발하기도 한다<sup>[5]</sup>. 신결석은 X-선 검사(KUB), 경정맥 요로 조영검사(IVP), 컴퓨터단층검사(CT) 등이 있고, 복강 내 가스 상태와 환자의 비만 정도에 따라 검출 효율이 떨어지는 X-선 검사와는 달리, 방사선 조사의 위험이 없고, 단시간으로 진단할 수 있으며, 비침습적 검사<sup>[6]</sup>의 장점을 가지는 초음파(Ultrasonography) 검사가 많이 이용되고 있다<sup>[5]</sup>. 주로 초음파 영상에서 신결석의 후방에 특징적으로 나타나는

\* Corresponding Author: Pyong-Kon Cho E-mail: jjpkcho@cu.ac.kr Address: 13-13, Hayangro, Hayang-eup, Gyeongsan-si, Gyeongbuk 712-702

후방음향 음영은 결석을 진단하기에 유용하나, 신동부 주변의 에코가 결석의 에코와 유사하여 약한 후방음향 음영을 동반하거나, 작은 결석을 진단하기에는 한계가 있다<sup>[7]</sup>. 이러한 경우 결석이 있는 부위에 컬러 도플러를 적용하면 Twinkling Artifact를 이용하여 결석을 확인할 수 있다<sup>[6]</sup>.

초음파 검사에서 흔히 관찰되는 인공물(Artifact)은 발생부위와 원리에 따라 종류가 다양하고, 임상진료 시 진단의 오류를 초래할 수 있지만, 정상과 비정상 감별에 도움을 준다<sup>[8]</sup>. Twinkling Artifact는 1966년 프랑스의 방사선 전문의인 Rahmouni<sup>[9]</sup>에 의해 처음 소개된 이후 후방 음향 음영에 의한 위음성과 위양성 빈도를 가리는데 중요한 역할을 하고 있으며, 현재까지 많은 연구에 응용되고 있다<sup>[10]</sup>. Twinkling Artifact는 반사체 표면의 특성과 컬러도플러 초음파 장비의 설정에 따라 나타날 수 있으며<sup>[11-13]</sup>, 후방음향음영 보다 작은 결석, 석회화, 분변, 장내가스, 클립과 같은 금속성 이물질 등의 강한 반사체의 후방에서 발생하는 것이 특징이다<sup>[9,14]</sup>. 주로, 도플러 변위 주파수를 이용하는 컬러 도플러 영상에서 요로결석과 같은 강한 반사체의 뒤쪽으로 적색과 청색이 섞여 교대로 나타나고<sup>[14,15]</sup>, 초점 위치 설정에 영향을 받아 반사체 근처에서 발생하거나 그보다 조금 더 뒤쪽에서 발생한다. 또한, 초음파 영상 장치의 음향 출력 세기, 주파수와 컬러도플러의 설정 변수 등과 관련이 있다<sup>[6]</sup>. 앞서 언급한 Twinkling Artifact의 선행 연구는 발생 정도와 반사체의 특성에 따른 효과를 여러 실험을 통해 보고 하였으나, 탐촉자의 스캔 방향, 결석의 크기 및 개수에 따른 Twinkling Artifact의 발생에 관한 연구는 적었기에, 본 연구에서는 복부초음파 검사에서 진단된 신장 및 요로결석에 컬러 도플러 초음파를 적용하였을 때, 결석의 크기 및 개수, 스캔 방법에 따른 Twinkling Artifact의 발생 여부와 신장결석이 Twinkling Artifact에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다.

## II. MATERIAL AND METHODS

### 1. 연구대상

본 연구에서는 2019년 1월부터 2021년 6월까지 대구시 소재한 종합병원에서 복부초음파 검사를 위해 내원한 환자 중 신장 및 요로결석을 진단받은 환자 112명을 대상으로 하였다.

### 2. 연구방법

Samsung medison HS 60(Samsung medison, Seoul, South Korea) 복부초음파 진단장치와 2.5 MHz ~ 5 MHz의 주파수 대역폭을 갖는 곡선형 탐촉자(CA1-7AD)를 사용하여 투과 심도 16cm 깊이의 회색조(Gray scale) 영상에서 복부초음파를 시행하였다. 컬러 도플러 변수의 설정은 PRF 1.0 kHz, 컬러 게인 45, 출력세기 90%로 설정하였고, 컬러 박스 크기는 결석의 크기와 위치에 따라 조정하였다. 초점 영역의 깊이는 전체 투과 심도의 6.5 cm 가 되는 지점에 설정하였고, 결석이 관찰되는 위치 보다 조금 아래에 위치 시켰다. 환자의 자세는 신동부와 신문부, 근위부 및 원위부 요관을 보다 잘 관찰하기 위해 엎드린 자세에서 검사하였다. 양측 신장을 관찰할 때 가로 주사(transverse scan) 및 세로 주사(longitudinal scan)법을 이용하여 신장 및 요관내 결석의 유무를 확인하였다. 결석으로 추정되는 고에코 반사체와 후방 음향 음영을 동반하는 결석과 그 보다 크기가 작지만, 결석이라고 생각되는 고에코 반사체에 컬러 도플러 초음파를 적용시켜 Twinkling artifact의 발생 여부를 관찰하였다<sup>[6]</sup>.

### 3. 통계분석

연구 대상의 개인적 특성 및 인자와의 차이를 파악하기 위해 기술통계, 카이스퀘어 검정을 실시하였으며, 신장결석이 Twinkling artifact에 미치는 영향을 파악하기 위해 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 통계적 유의수준은 0.05 미만인 경우를 기준으로 판정했으며, 모든 통계적 처리는 SPSS Ver.18(Chicago, IL, USA)을 사용하였다.

### III. RESULT

#### 1. 대상자의 개인적 특성 인자 분석

대상자의 개인적 특성 인자 분석 결과는 Table 1과 같다. 전체 연령은 19세부터 88세였으며, 평균연령은 47.39 ± 13.18세였다. 신장결석 평균 개수는 2.20 ± 0.39개, 신장결석 크기 평균은 0.43 ± 0.22 cm이었다. 성별은 남성이 81명(72.3%)로 여성보다 많았다. 신장결석 관찰 위치는 신장의 가운데 부분에서 65건(58%)으로 가장 많이 발견되었다. 신장결석 관찰을 위한 스캔 방법은 가로 주사법이 75건(67%)으로 가장 많았다.

Table 1. Analysis of Individual Characteristics of Subjects

factors		Mean ± SD	
Age (years)		47.39 ± 13.18	
Stone number		2.20 ± 2.03	
Stone size (cm)		0.43 ± 0.22	
Variable	Classification	frequency	Percent (%)
Sex	Male	81	72.3
	Female	31	27.7
Stone location	Upper	14	12.5
	Middle	65	58.0
	Lower	26	23.2
	UPJ	4	3.6
	UVJ	3	2.7
Scan methode	Transverse	27	24.1
	Longithdinal	75	67.0
	Both	10	8.9
Twinklinng artifact	yes	65	58.0
	no	47	42.0

#### 2. 스캔방법에 따른 Twinkling Artifact 발생 차이 분석

스캔방법에 따른 Twinkling artifact 발생 차이를 파악하기 위해 카이스퀘어 검정을 실시하였다. 분석 결과는 Table 2와 같다. 스캔방법에 따른 Twinkling artifact 발생 차이는 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다( $\chi^2=7.98$ ,  $p<0.05$ ).

스캔방법 중 세로주사에서 신장결석에 따른 Twinkling artifact 발생이 비교적 높게 나타났다.

Table 2. Analysis of the Difference in the Rate of Twinkling Artifacts according to the Scanning Method

Variable	Scan methode			$\chi^2$	p
	Trans.	Longi.	Both		
Twinkling artifact (yes)	15 (23.1%)	40 (61.5%)	10 (15.4%)	7.98	0.01

#### 3. Twinkling Artifact에 영향을 미치는 요인 분석

Twinkling artifact에 영향을 미치는 요인을 파악하기 위해 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 분석 결과는 Table 3과 같다. 신장결석 개수가 많아질수록 Twinkling 인공 음영 발생이 1.296배 증가하였다 ( $p<0.05$ ).

또한, 신장결석 크기가 증가할수록 Twinkling artifact 발생이 0.086배 증가하였다( $p<0.05$ ).

Table 3. Analysis of Factors affecting Twinkling Artifacts

Variable	Exp(B)	95% Confidence interval		p-value
		Lower	Upper	
Stone number	1.296	1.051	1.599	0.015
Stone size	0.086	0.010	0.762	0.028

### IV. DISCUSSION

신장결석의 평가는 뚜렷한 증상이 발현되기까지 시간이 걸리며, 발생 위치에 따라 증상이 상이하게 나타나고 만성질환으로 갈수록 수신증, 요로감염, 신우신염 등을 동반할 수 있다. 결석의 진단 방법은 복부 X-선 검사로 먼저 확인한 후, 확진을 위해 복부 초음파 검사, 경정맥 요로 조영술(IVP), 컴퓨터단층 검사(CT) 등으로 진단하고, 체외 충격파 쇄석술, 경피적 결석제거술 등으로 치료한다<sup>17-19)</sup>. 이 중 복부초음파 검사는 진료실에서 신장결석을 일차적으로 진단할 수 있는 유용한 검사로 많이 시행되고 있다. 1 ~ 30MHz 사이의 고주파를 이용하여 통증 없이 신속하게 환자의 상태를 관찰하기 쉽고, 방사선 검사를 할 수 없는 소아 환자, 임신부를 초음파로 관찰 할 수 있는 장점이 있다. 반면, 복부 주변 가스의 방해를 받는 근위부 요관이나 방광 근처의 하부 요관에 걸려 있는 작은 결석을 관찰하기

힘든 단점도 있다<sup>[20,21]</sup>. 이러한 영향으로 검사자마다 약 12 ~ 93%의 발견율의 차이가 있어 최근에는 중만된 방광을 음향창으로 한 초음파 검사를 통해 결석의 발견율을 더 높이고 있다<sup>[22]</sup>. 결석에 흔히 동반되는 후방 음향 음영은 초음파 검사에서 흔히 관찰되는 결석과 다른 병변과의 감별에 매우 중요한 요소가 되지만, 사용하는 탐촉자의 중심 주파수, 결석의 크기 및 초음파와 결석이 부딪히는 경계면의 각도와 위치에 따라 후방 음향 음영의 관찰 유무가 달라질 수 있다. 또한, 높은 주파수로 변경하거나 하모닉 초음파 영상 기법을 적용시키면 후방 음향 음영을 좀 더 분명하게 관찰할 수 있다<sup>[23]</sup>.

컬러 도플러 초음파에서 발생하는 Twinkling artifact는 신장결석에서 보이는 후방 음향 음영에 비해 높은 신호 대 잡음비를 보여 신장결석의 민감도와 특이도를 증가시키는 소견으로 질병의 진단에 많은 도움을 주고 있어 임상적으로도 중요한 의미를 가진다<sup>[24]</sup>. Twinkling artifact는 일반적으로 고에코성 반사체의 계면에서 발생되며, 매질의 음향학적 특성 즉, 매질의 구성 성분, 매질의 형상 등 복합적으로 영향을 주고받으면서 발생한다<sup>[25]</sup>.

Yang<sup>[25]</sup>의 연구에서는 결석의 크기가 클수록, 결석 개수가 많을수록 Twinkling artifact 발생량이 증가됨을 보고하였고, Tsujimoto<sup>[26]</sup>는 미세 석회화가 동반된 유방 종양에서 Twinkling artifact가 발생되고 조직 생검 후 실제 석회화의 크기가 30~50  $\mu\text{m}$ 로 확인된 사례를 보고하였다.

본 연구에서도 신장결석 크기가 증가할수록, 개수가 많을수록 Twinkling artifact 발생이 증가한 것으로 나타나 결석의 크기가 증가함에 따라 컬러 도플러 모드에서 Twinkling artifact가 발생됨을 확인하였다.

Twinkling artifact 발생은 탐촉자 스캔방법에 있어 가로 주사에 비해 세로 주사에서 비교적 높게 나타났다.

신장결석 개수가 증가할수록 Twinkling artifact 발생이 1.296배 증가하였고( $p < 0.05$ ), 신장결석 크기가 증가할수록 Twinkling artifact 발생이 0.086배 증가함을 알 수 있었다( $p < 0.05$ ).

본 연구의 제한점으로 연구 대상자의 수가 적기에 신장결석이 Twinkling artifact에 미치는 관련성을 객관적으로 제시하기에는 어려움이 있다고 판단된다. 향후, 대규모의 전향적인 연구가 이루어진다면 신장결석이 Twinkling artifact에 미치는 영향에 대한 정확한 평가 이루어질 것으로 생각된다.

## V. CONCLUSION

신장결석의 개수가 많을수록 신장결석의 크기가 클수록 Twinkling artifact 발생이 증가됨을 알 수 있었다. 신장결석이 Twinkling artifact에 미치는 영향은 신장결석의 개수와 크기가 연관성이 있기에 Twinkling artifact에 영향을 주는 변수들을 활용하여 신장결석 발견에 도움이 되도록 지속적인 관심을 가져야 할 것이다.

## Reference

- [1] <http://www.amc.seoul.kr/asan/healthinfo/disease/diseaseDetail.do?contentId=33209>
- [2] <http://www.monews.co.kr/news/articleView.html?idxno=74757>
- [3] I. Sorokin, C. Mamoulakis, K. Miyazawa, A. Rodgers, J. Talati, Y. Lotan, "Epidemiology of stone disease across the world", *World Journal of Urology*, Vol. 35, No. 9, pp. 1301-1320, 2017. <http://dx.doi.org/10.1007/s00345-017-2008-6>
- [4] M. J. Kang, K. H. Kee, H. B. Moon, et al., *The Korean Society of Pathology, 7th Edition, Pathology*, Komunsa, pp. 838-839
- [5] [https://www.paik.ac.kr/sanggye/medicine/disease\\_info\\_view.asp?p\\_sid=246&p\\_cate=A](https://www.paik.ac.kr/sanggye/medicine/disease_info_view.asp?p_sid=246&p_cate=A)
- [6] H. S. Sim, T. K. Kwon, "Usefulness of Twinkling Artifacts in Color Doppler Ultrasonography", *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 16, No. 10, pp. 291-298, 2016. <http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2016.16.10.291>
- [7] T. Kanno, M. Kubota, H. Sakamoto, R. Nishiyama, T. Okada, Y. Higashi, H. Yamada, "The Study on the Factors for Detection of Renal Stone on Ultrasound", *Urology*, Vol. 84, No. 2, pp. 285-8, 2014. <http://dx.doi:10.1016/j.urology.2014.04.010>

- [8] M. K. Feldman, S. Katyal, M. S. Blackwood, "US artifacts", *Radiographics*, Vol. 29, No. 4, pp. 1179-1189, 2009.  
<http://dx.doi.org/10.1148/rg.294085199>
- [9] A. Rahmouni, R. Bargoin, A. Herment, N. Bargoin, N. Vasile, "Color Doppler twinkling artifact in hyperechoic regions", *Radiology*, Vol. 199, No. 1, pp. 269-71, 1996.  
<http://dx.doi.org/10.1148/radiology.199.1.8633158>
- [10] B. S. Kang, "Case Reports : A Case of Ureterovesical Junction Stone; Confirmed by New Doppler Finding and Quick Bladder Filling", Vol. 18, No. 2, pp. 164-167, 2007.
- [11] T. F. Tsao, Y. S. Tyan, R. J. Kang, M. K. Gueng, H. HC Lan, Y. C. Su, T. Lee, S. K. Lee, "Correlation Study of the Strength of the Color Doppler Twinkling Artifact with the Roughness of the Reflecting Surface and the Doppler Angles", *Journal of Medical Ultrasound*, Vol. 12, No. 4, pp. 119-124, 2004.  
[http://dx.doi.org/10.1016/S0929-6441\(09\)60097-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0929-6441(09)60097-7)
- [12] M. Wang, J. Li, J. Xiao, D. Shi, K. Zhang, "Systematic analysis of factors related to display of the twinkling artifact by a phantom: an optimized investigation", *Journal of Ultrasound in Medicine*, Vol. 30, No. 11, pp. 1449-1457, 2011.  
<https://doi.org/10.7863/jum.2011.30.11.1449>
- [13] M. J. Choi, J. H. Yang, G. S. Kang, "Color Doppler Twinkling Artifact: Possible mechanisms and clinical potential", *Biomed Eng Lett*, Vol. 4, No. 1, pp. 41-54, 2014.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s13534-014-0124-4>
- [14] A. Ustymowicz, J. Krejza, Z. Mariak, "Twinkling artifact in color Doppler imaging of the orbit", *Journal of Ultrasound in Medicine*, Vol. 21, No. 5, pp. 559-563, 2002.  
<https://doi.org/10.7863/jum.2002.21.5.559>
- [15] J. Y. Lee, S. H. Kim, J. Y. Cho, D. Han, "Color and power Doppler twinkling artifacts from urinary stones: clinical observations and phantom studies", *American journal of roentgenology*, Vol. 176, No. 6, pp. 1441-1445, 2001.  
<https://doi.org/10.2214/ajr.176.6.1761441>
- [16] J. G. Lee, "Sonography as an Initial Study in Patients with Suspected Ureteral Stone", *Journal of the Korean Society of Ultrasound Medicine*, Vol. 18, No. 1, pp. 17-24, 1999.
- [17] [https://jhealthmedia.joins.com/\\_inc/pop\\_print.asp?pno=19326](https://jhealthmedia.joins.com/_inc/pop_print.asp?pno=19326)
- [18] <https://www.hira.or.kr/re/stcIInsInfm/stcIInsInfmView.do?pgmid=HIRAA030502000000&sortSno=187>
- [19] <https://www.monews.co.kr/news/articleView.html?idxno=116620>
- [20] <https://m.whodadoc.com/healthInfo/diseaseDic/%EC%8B%A0%EC%9E%A5%EA%B2%B0%EC%84%9D>
- [21] H. D. Jung, J. Y. Lee, "Prevention and management of urinary stone", *Journal of the Korean Medical Association*, Vol. 63, No. 11, pp. 684-695, 2020.  
<http://dx.doi.org/10.5124/jkma.2020.63.11.684>
- [22] Y. S. Jo, T. Y. Won, J. H. Yeon, B. S. Kang, "Urinary Calculi Frequently Detected Ultrasonography?", *Journal of the Korean Society of Emergency Medicine*, Vol. 18, No. 1, pp. 56-63, 2007.
- [23] J. Y. Hwang, "Differential diagnosis of gallbladder ultrasound", *Clinical Ultrasound*, Vol. 5, No. 1, pp. 6-16, 2020.  
<https://dx.doi.org/10.18525/cu.2020.5.1.6>
- [24] J. R. Dillman, M. Kappil, W. J. Weadock, J. M. Rubin, J. F. Platt, M. A. DiPietro, R. O. Bude, "Sonographic Twinkling Artifact for Renal Calculus Detection: Correlation with CT", *Radiology*, Vol. 259, No. 3, pp. 911-916, 2011.  
<http://dx.doi.org/10.1148/radiol.11102128>
- [25] J. H. Yang, "Twinkling Artifact in Color Doppler Ultrasonic Imaging", *Jeju National University Graduate School*, pp. 1-178, 2014.
- [26] F. Tsujimoto, "Microcalcifications in the breast detected by a color Doppler method using twinkling artifacts: some important discussions based on clinical cases and experiments with a new ultrasound modality called multidetector-ultrasonography (MD-US)", *Journal of Medical Ultrasonics*, Vol. 41, pp. 99-108, 2014.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10396-013-0476-x>



# 복부 초음파 검사에서 신장결석으로 인해 발생하는 Twinkling 인공물에 관한 분석

김주희<sup>1,2</sup>, 장현철<sup>2</sup>, 조평곤<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>대구가톨릭대학교 방사선학과

<sup>2</sup>수성대학교 방사선과

## 요 약

신장결석은 발생 위치에 따라 크게 신장결석, 요관결석, 요로결석 등으로 구분되며, 유전적 요인, 식생활 습관, 생활 환경, 수술 병력 및 감염 요인 등의 다양한 원인에 의해 발생한다. 이에 본 연구에서는 2019년 1월부터 2021년 6월까지 대구시 소재한 종합병원에서 옆구리 통증을 동반 하나거나 복부초음파 검사를 위해 내원한 환자 중 요로결석을 진단받은 환자 112명을 대상으로 발견된 신장결석이 Twinkling artifact에 미치는 영향에 대해서 알아보려고 하였다. 연구결과 스캔 방법 중 세로주사 스캔에서 신장결석에 따른 Twinkling artifact 발생이 비교적 높게 나타났다. 신장결석의 개수가 많아질수록 Twinkling artifact 발생이 1.296배 증가하였고( $p<0.05$ ). 신장결석 크기가 증가할수록 Twinkling artifact 발생이 0.086배 증가하였다( $p<0.05$ ). 신장결석의 개수와 크기가 Twinkling artifact에 영향을 주는 인자임을 알 수 있었다. 신장결석이 Twinkling artifact에 미치는 영향은 신장결석의 개수와 크기가 연관성이 있기에 Twinkling artifact에 영향을 주는 변수들을 활용하여 신장결석 발견에 도움이 되도록 지속적인 관심을 가져야 할 것이다.

중심단어: 신장결석, Twinkling artifact, 복부초음파, 신장결석 개수, 신장결석 크기

## 연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	김주희	대구가톨릭대학교 방사선학과	대학원생
(공동저자)	장현철	수성대학교 방사선과	교수
(교신저자)	조평곤	대구가톨릭대학교 방사선학과	교수