



# MR-Guided Targeted Prostate Biopsy from Radiologists' Perspective

## 영상의학과 의사의 시각에서 본 자기공명영상 기반 전립선 표적 생검

So-Yeon Kim, MD , Kye Jin Park, MD\*

Department of Radiology and Research Institute of Radiology, University of Ulsan College of Medicine, Asan Medical Center, Seoul, Korea

### ORCID iDs

So-Yeon Kim <https://orcid.org/0009-0002-1905-1812>

Kye Jin Park <https://orcid.org/0000-0001-8428-436X>

Received August 4, 2023  
Revised September 26, 2023  
Accepted October 2, 2023

### \*Corresponding author

Kye Jin Park, MD  
Department of Radiology and  
Research Institute of Radiology,  
University of Ulsan  
College of Medicine,  
Asan Medical Center,  
88 Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu,  
Seoul 05505, Korea.

Tel 82-2-3010-0132

Fax 82-2-476-0090

E-mail kyejin629@gmail.com

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

The prostate cancer diagnosis has traditionally been based on a systematic biopsy method in which tissue samples are randomly obtained from the prostate 10–12 sites. However, there are concerns as the method can fail to diagnose all prostate cancers or lead to over-detection of clinically insignificant cancers. MRI-guided prostate targeted biopsy has been proposed to address these shortcomings. This method involves identifying suspicious lesions using MRI and performing targeted biopsies under ultrasound or MRI guidance. We review the methods of MRI-based targeted biopsy and discuss recent guidelines and trends in prostate cancer diagnosis.

**Index terms** Prostate; Image-Guided Biopsy; Prostatic Neoplasms; Magnetic Resonance Imaging

## 서론

전립선 특이항원(prostate-specific antigen) 수치가 상승한 환자들에 있어 전립선암의 확진은 대개 경직장 초음파 검사를 이용한 생검으로 이루어지며, 일반적으로 체계적 생검(systematic biopsy)이 표준검사로 시행되고 있다(1). 그러나 체계적 생검은 전립선의 전방이나 가운데에 위치한 종양을 놓칠 수 있으며, 글리슨 점수(Gleason score)를 과소평가하거나 임상적으로 중요하지 않은 암(clinically insignificant prostate cancer)의 과진단을 유발하는 단점이 있다(2). 이를 보완하면서 임상적으로 중요한 전립선암의 생검 진단율을 높이기 위한 방법으로 자기공명영상을 이용한 전립선 생검(MR-guided targeted biopsy)가 소개되었으며, 그 임상적 유용성이 보고되고 있다. 본 종설에서는 MRI를 이용한 전립선 생검 방식 중 인지 생검(cognitive biopsy), MRI-초음

파 소프트웨어 융합 생검(MRI-US software fusion biopsy), MRI 내부 생검(MRI in-bore biopsy)을 소개하고자 하며, 각각의 방법과 장단점을 비롯한 현시대의 전립선 생검 절차의 동향에 대해 검토해 보고자 한다.

## 자기공명영상을 이용한 표적 생검의 필요성

경직장 초음파 유도하 전립선 생검(transrectal ultrasound guided prostate biopsy)은 전립선암의 진단에 일반적으로 사용되어 왔다(3). 전통적으로 생검 방식은 주로 말초구역(peripheral zone)에 중점을 두고 구역을 나누어 체계적 생검(systematic biopsy)을 하는 것으로 이루어진다(Fig. 1). 세션 당 생검 횟수는 다양하나, 10-12 코어 생검이 표준적으로 시행되어 왔다(4). 인체의 다른 부위에서 기원한 종괴(예: 간종괴, 유방종괴, 혹은 갑상선종괴 등)에 대한 일반적인 생검 방식이 초음파로 해당 종괴의 위치를 확인하고 이 병변에 대해 생검을 시행한다는 점을 고려하면, 전립선에 대한 체계적 생검 방식은 종괴의 위치나 유무와 관계없이 조직 획득이 이루어진다는 점에서 생검 방식에 현저한 차이가 있다(5).

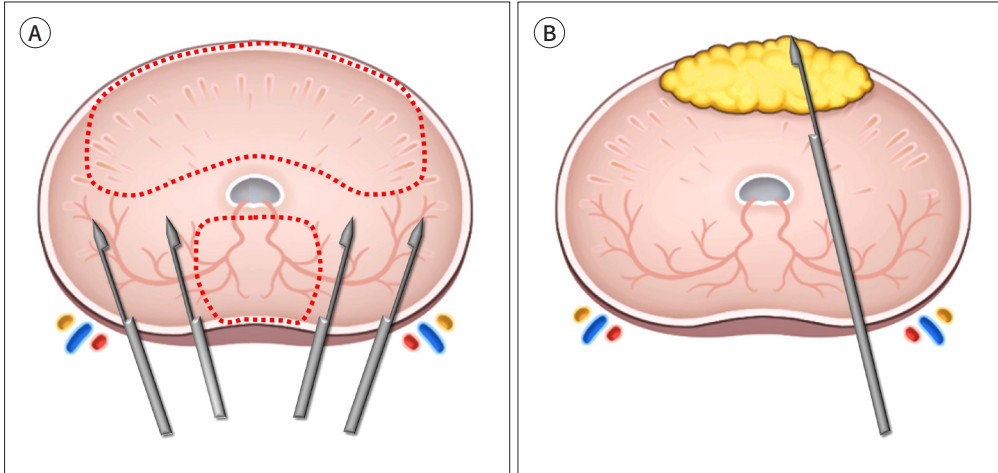
이러한 방식의 체계적 생검은 전방이나 가운데(midline)에 위치한 종양을 놓칠 수 있으며(6) 약 30%-50%의 환자에서 전립선암 중 가장 공격성이 높은 성분을 발견하지 못해 글리슨 점수(Gleason score)에 대한 과소평가로 이어질 수 있다(7, 8). 또한 전이 위험이 거의 없고 생존율에 영향을 거의 주지 않는 임상적으로 중요하지 않은 암(예: 종양의 부피가 매우 작은 글리슨 6 [3+3] 전립선암)을 과도하게 발견한다는 점에서 비판을 받고 있다(9, 10). 따라서 체계적 생검 이후에도 임상적으로 중요한 전립선암을 발견하지 못하거나(under-detection) 전립선암의 등급을 저평가(under-estimation) 할 가능성이 있으며, 임상적 중요성이 분명하지 않은 암의 과진단(over-detection) 및 과잉치료(over-treatment)를 유발할 수 있다(11). 이러한 전립선암의 진단에 있어서의 불확실성은 환자의 불안감을 증가시키고 불필요하거나 부적절한 치료에 이르게 되어 치료 비용을 증가시킨다(12).

위의 제한점들을 개선하기 위해 표적 생검(targeted biopsy)이 제안되었는데, 이는 다른 장기에서의 진단과 마찬가지로 전립선 자기공명영상에서 발견된 의심 병변에 대하여 직접 생검을 하는 방식이다(Fig. 1). T2 강조영상, 확산강조영상 및 역동적 조영증강 영상으로 구성된 다중매개변수 자기공명영상(multiparametric MRI)을 통해, 높은 민감도로 전립선암을 진단하고 위치를 파악할 수 있다(13). 자기공명영상을 이용한 표적 생검은 MR 영상에서 얻은 의심 병변의 위치정보를 이용하여 초음파 유도 혹은 MR 유도하에 의심 병변에 대해 조직검사를 시행하는 것이다. 이러한 표적 생검은 다기관 무작위 임상 시험에서 12-코어 체계적 생검과 비교하여 임상적으로 중요한 전립선암을 진단하는 데 있어 높은 발견율을 보였으며(14), 이어진 연구에서도 체계적 생검과 함께 사용하였을 때 단독 사용 시보다 가장 높은 전립선암의 발견율을 보였다(15). 특히 이전에 체계적 생검에서 음성으로 나왔던 재생검 환자에서는 표적 생검이 체계적 생검과 비교하여 더 우수한 결과를 보였다(16). 이러한 결과를 바탕으로 현재 국내에서는 재생검 환자에서는 표적 생검 단독이나 체계적 생검과 병용하여, 초기 생검 환자에서는 체계적 생검과 병용하여 표적 생검을 사용할

**Fig. 1.** Comparison between systematic biopsy and targeted biopsy.

**A.** The drawing illustrates a systematic biopsy scheme. In this method, the peripheral zones are targeted due to their proximity to the rectum, where approximately 70%–80% of tumors are found. However, the anterior and central portions of glands (marked as dotted lines) are not sampled. Consequently, there remains a likelihood of missing anterior tumors at systematic biopsies.

**B.** The drawing illustrates a targeted biopsy scheme in a hypothetical patient with a clinically significant anterior prostate tumor (yellow). The biopsy approach ensures that tissue samples are obtained across the lesions, providing comprehensive coverage and representation of the tumor during the biopsy procedure.



**Table 1.** Indications and Use of MRI-US Fusion Targeted Biopsy Approved in Korea

Biopsy Naïve Patients	
Suspicious lesions (PI-RADS $\geq$ 3)	Systematic and targeted biopsy
Prior Negative Biopsy Patients	
Suspicious lesions (PI-RADS $\geq$ 3)	Targeted biopsy only
	Systematic and targeted biopsy

PI-RADS = Prostate Imaging Reporting Data System

수 있으며(Table 1), 높은 정확성으로 인해 점차 사용이 증가하고 있다.

## 자기공명영상 기반 표적 생검의 방법

자기공명영상 기반 전립선 표적 생검의 방법은 일반적으로 크게 세 가지로 분류하며, 인지 생검, 초음파와 MRI 영상을 융합하기 위한 소프트웨어를 필요로 하는 자기공명-초음파 소프트웨어 융합 생검(MRI-US software fusion biopsy) 및 MRI 장비 내에서 의심 병변에 대해 직접적으로 조직검사를 시행하는 내부 생검으로 나뉜다. 각 방식의 장단점은 Table 2에 기술되어 있다.

## 인지 생검

인지 생검은 검사자가 MRI에서 전립선 내의 의심 영역을 확인하고, 초음파 유도하에 병변을 식별하여 생검하는 기술이다. 검사자는 요도, 낭종 또는 양성 전립선 비대성 결절과 같은 해부학적

**Table 2.** Pros and Cons of MRI-Targeted Biopsy Methods

	Pros	Cons
Cognitive biopsy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Time and cost-effective as the use of software and additional equipment is not required</li> <li>• Concurrent systematic biopsies can be easily performed</li> <li>• Diagnosis of lesions located anteriorly and at apex, which can be missed via systematic biopsies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operator-dependency</li> <li>• Limited in case of lacking landmarks, presence of large calcification obscuring the target, and in large prostate glands with small targets</li> </ul>
MRI-US software fusion biopsy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ability to record the biopsy sites for both MRI-US software fusion biopsy and the systematic biopsy</li> <li>• Concurrent systematic biopsies can be easily performed</li> <li>• Better performances when targeting lesions not visualized with US, small lesions, and targeting areas obscured by large calcifications</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costs for acquiring software system</li> <li>• Longer procedure time compared to cognitive biopsy</li> <li>• Requiring multiple technical steps susceptible to operator-dependent errors</li> <li>• Steep learning curve for operator</li> </ul>
MRI in-bore biopsy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direct visualization of target and needle on MRI</li> <li>• Requiring fewer number of cores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expensive and longer duration of procedure</li> <li>• Less widely available compared to other techniques</li> <li>• Concurrent systematic biopsies are usually not performed</li> </ul>

인 랜드마크를 사용하여 자기공명영상에서 발견한 의심 병변의 위치를 초음파 이미지상에서 대응시킨다(Fig. 2). 정교한 장비나 소프트웨어가 필요하지 않기 때문에 비용이 적게 들고 생검 전이나 중간에 전립선과 병변을 분할(segmentation) 할 필요가 없기 때문에 시간이 적게 걸린다. 뿐만 아니라 인지 생검과 동시에 체계적 생검도 쉽게 수행할 수 있다(17). 그러나 이 방법은 MR 영상에서 식별된 병변을 초음파 장비 내에서 직접적인 시각화 없이 검사자의 머릿속에서 인지되고 저장된 해부학적 구조에 대응시키기 때문에 검사자의 능력에 따라 결과가 달라질 수 있다(12). 또한 식별 가능한 랜드마크가 적거나, 전립선 비대 환자에서 병변이 작은 경우, 병변을 가리는 대형 석회화가 있는 경우에도 생검이 어려울 수 있다(17). 여러 전향적 연구들에서 임상적으로 중요한 전립선암을 발견하는 데 있어 인지 생검이 체계적 생검과 비교하여 우수한 발견율을 보였으며(18-20), 주로 체계적 생검에서 놓칠 수 있는 전방부 혹은 첨단부(apex)에 위치한 병변들이 인지 생검을 통해 진단될 수 있다.

### 자기공명영상-초음파 소프트웨어 융합 생검

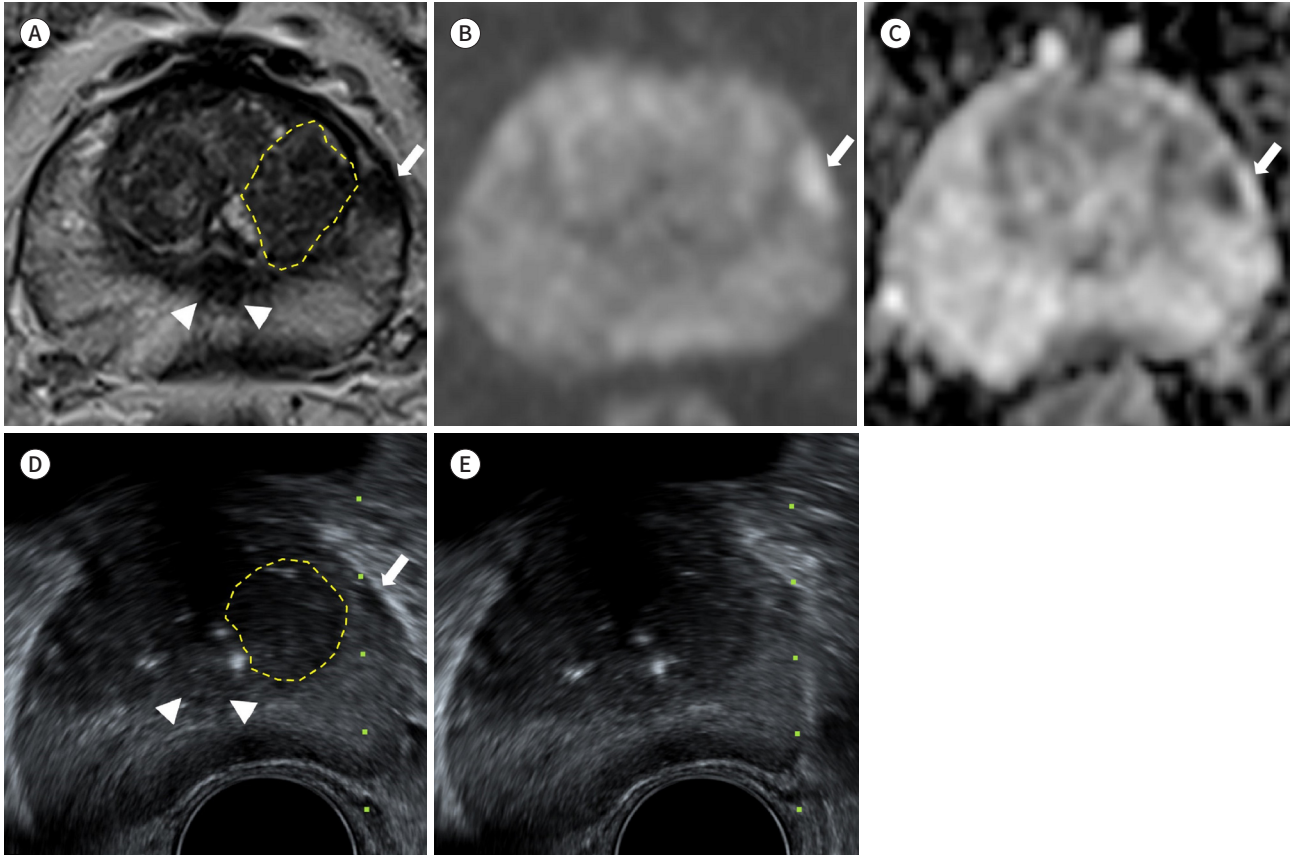
자기공명영상-초음파 소프트웨어 융합 생검은 소프트웨어를 통해 MRI에서의 의심 병변을 초음파상의 해당 위치에 등록(registration)하여, 병변의 위치를 초음파 화면에 시각화하여 생검하는 기술이다(Fig. 3). Artemis (Eigen Health, Grass Valley, CA, USA), BioJet (Geoscan, Lakewood Ranch, FL, USA), Logiq E9 (GE Healthcare, Madison, WI, USA), UroNav (Philips/InVivo, Best, Netherlands), 및 UroStation (Koelis, Maylan, France)와 같이 다양한 MRI-초음파 소프트웨어 퓨전 플랫폼이 있는데(21), 차이점은 주로 등록 알고리즘(강성[rigid] 혹은 탄성[elastic]), 내비게이션 전략(기관 기반[organ-based], 전자기 추적[electromagnetic]), 생검 후 바늘 위치의

**Fig. 2.** Cognitive biopsy in a 71-year-old male with elevated prostate-specific antigen level of 5.3 ng/mL.

**A-C.** Axial T2-weighted image (**A**), diffusion-weighted image ( $b = 1500 \text{ s/mm}^2$ ) (**B**), and apparent diffusion coefficient map (**C**) show a 0.8-cm focal lesion with diffusion restriction in the left mid gland (white arrows; Prostate Imaging Reporting and Data System score 4).

**D.** The transrectal US image displays landmarks of the benign prostatic hyperplastic nodule (yellow dotted lines in **A, D**), prostatic urethra (arrowheads in **A, D**), and the suspicious area, matched with an MRI-detected lesion (arrow).

**E.** A targeted biopsy was performed. Biopsy revealed prostate cancer, with a Gleason score of 3 + 4 and 43% of maximum core involvement.



기록 및 관절 로봇의 사용 여부 등에 있다(5). 등록 알고리즘에 따른 분류에서 강성 등록은 MR 영상과 초음파 영상 사이의 회전 각도 등에 의한 차이만을 보정해 주는 반면, 탄성 등록은 실시간 초음파에서 탐촉자(probe)에 의한 압박 등에 의해서 발생하는 전립선 모양의 변화나 그에 따른 병변 위치의 기하학적 변화 역시 보정해 주는 방식이다. 내비게이션 전략에 따른 분류에서 기관 기반 방식은 MR 영상을 기반으로 만들어진 전립선과 의심 병변을 분할한 3차원 모델을 토대로 초음파 영상에서 전립선 위에 의심 병변의 위치를 표시해 주는 방식이다. 반면에 전자기 추적 방식은 환자 주변과 초음파 탐촉자에 부착된 전자기장 발생기(generator)나 관절형 로봇(robotic arm)에 부착된 인코더(encoder)를 필요로 하며, 실시간으로 생검이 가능하다(5, 17).

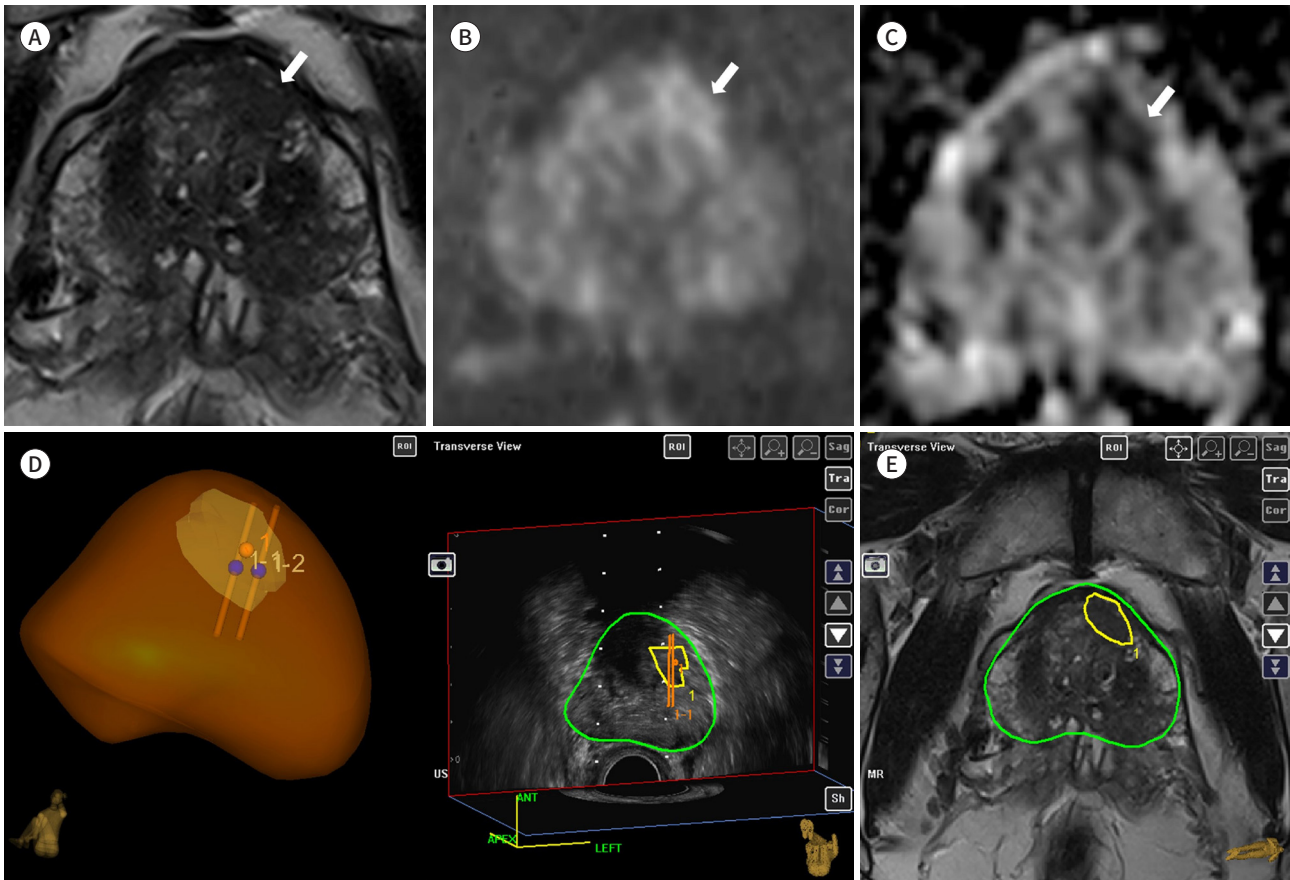
저자들의 경험은 주로 Artemis (Eigen) 시스템에 기반하고 있으므로, 절차적 설명은 주로 이 시스템을 기준으로 한다. 이 시스템은 강성 및 탄성 등록 모두를 지원하며, 관절형 로봇에 부착된 인코더를 이용하여 실시간 초음파 탐촉자와 전립선의 위치를 추적하는 시스템이다. 시스템은 기본적으로 다음의 네 가지 주요 단계로 구성되어 있다(22).



**Fig. 3.** MR-transrectal US software fusion biopsy in a 63-year-old male with elevated prostate-specific antigen levels of 17.9 ng/mL and a history of previous negative biopsy.

**A-C.** Axial T2-weighted image (**A**), diffusion-weighted image ( $b = 1500 \text{ s/mm}^2$ ) (**B**), and apparent diffusion coefficient map (**C**) show a 1.0-cm noncircumscribed low signal lesion in the left anterior transition zone (arrows; Prostate Imaging Reporting and Data System score 4).

**D, E.** A three-dimensional image of the prostate (left) was developed after the fusion of transrectal ultrasound (right) (**D**) and MRI (**E**) following the prostate segmentation (outlined in green) and suspicious lesion (outlined in yellow). The suspicious lesion (yellow) and the cores obtained at the targeted biopsy (orange) are shown. Biopsy revealed prostate cancer in both cores, with a Gleason score of 3 + 4 and 44% maximum core involvement.



### 1단계: MRI 획득 및 분할

먼저 자기공명영상을 소프트웨어에 업로드하여 의심 병변을 분할한다. 주로 T2 강조 횡단면 (axial) 영상에서 전립선과 목표 병변(target)을 따로 분할하며, 분할된 볼륨은 퓨전 생검 시스템에 입력된다. 이때 분할된 볼륨의 적절성은 시상면(sagittal) 및 관상면(coronal) 영상에서도 확인할 수 있다.

### 2단계: 경직장 초음파 및 분할

초음파를 관절형 로봇에 장착하여 전립선의 실시간 초음파를 시행하고, 소프트웨어 내에서 전립선을 수동으로 분할한다.

### 3단계: MRI와 초음파의 3차원 전립선 이미지를 융합

융합 시스템을 통해 MRI와 초음파의 분할된 3차원 전립선 이미지를 융합하고 초음파 영상에서 목표 병변의 위치를 표시한다. 이때 강성 및 탄성 등록 방식을 모두 사용할 수 있다.

### 4단계: 실시간 탐색 및 생검

관절형 로봇에 내재되어 있는 초음파 탐촉자 추적 기술을 이용하여 18개이지 생검 건을 사용하여 조직 코어를 얻는다(22).

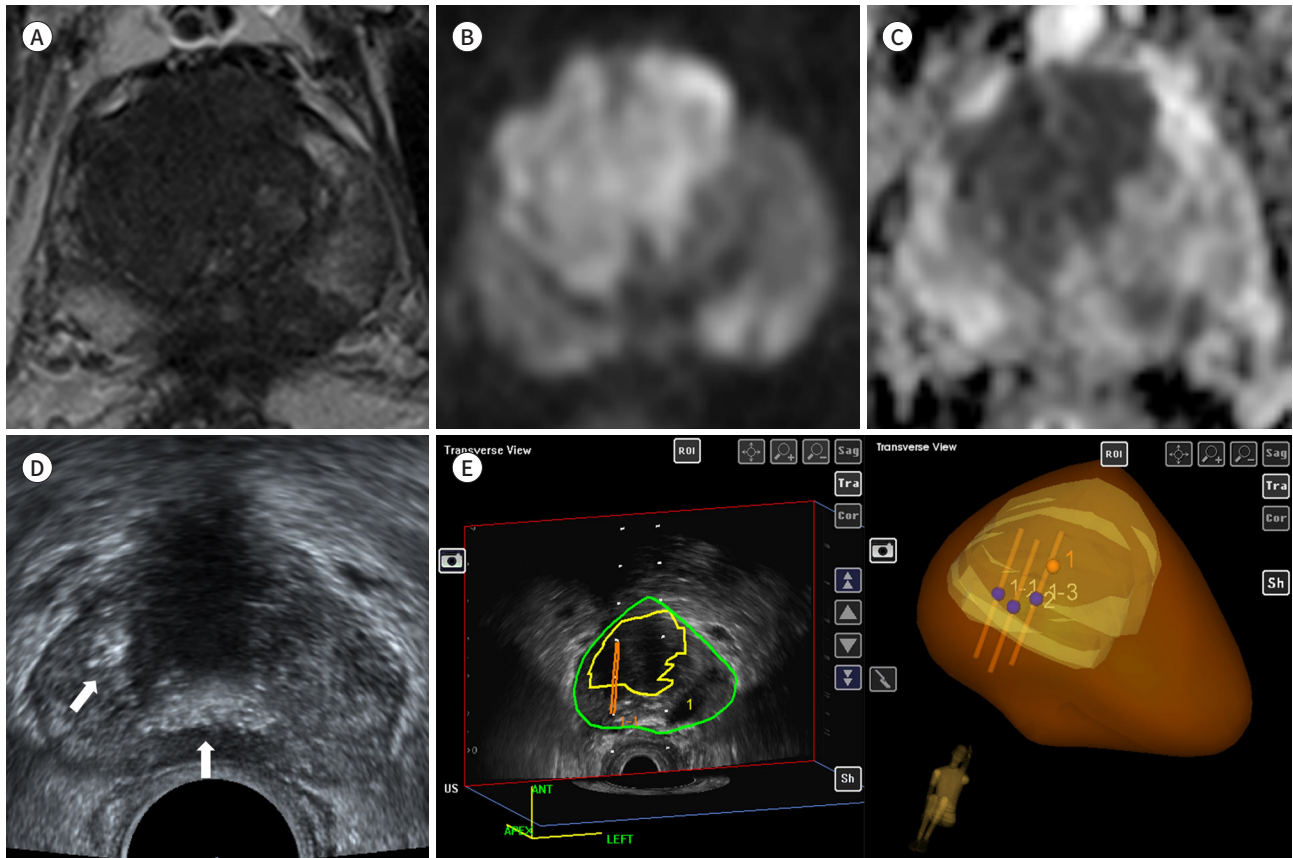
위와 같은 소프트웨어 융합 생검은 체계적 생검도 동시에 수월하게 시행할 수 있으며, 표적 생검과 체계적 생검 부위 모두 함께 기록할 수 있는 장점이 있다. 소프트웨어를 이용하므로 초음파에서 잘 보이지 않는 병변이나 작은 병변, 혹은 대형 석회화로 가려진 병변에 대해서도 생검을 시도할 수 있다(Fig. 4) (17). 단점으로는 소프트웨어 시스템의 초기 획득 비용이 든다는 점과 MR 영

**Fig. 4.** MR-transrectal US software fusion biopsy aiding accurate fusion despite dense calcification.

**A-C.** In a 66-year-old male with an elevated prostate-specific antigen level of 31.0 ng/mL, Axial T2-weighted image (**A**), diffusion-weighted image ( $b = 1500 \text{ s/mm}^2$ ) (**B**), and apparent diffusion coefficient map (**C**) show a 3.0-cm noncircumscribed low signal intensity mass in the transition zone with extraprostatic extension (Prostate Imaging Reporting and Data System score 5).

**D.** The transrectal US image of the prostate shows dense calcifications (arrows) with posterior acoustic shadowing, inhibiting the identification of landmarks such as benign prostatic hyperplastic nodules.

**E.** A three-dimensional image of the prostate (right) and corresponding ultrasound image (left) indicates the location of a suspicious lesion (yellow), thereby enabling targeted biopsy (orange lines) despite acoustic shadowing. Biopsy revealed prostate cancer in all three cores, with a Gleason score of 4 + 5 and 100% of maximum core involvement.



상의 부정확한 분할이나 MRI 또는 초음파 영상의 잘못된 등록(misregistration)으로 인한 표적에 차이가 발생할 수 있다는 점이 있다(3). 이는 방광 채우기 정도의 차이, 환자 위치의 변화, 시술 중 조직 변형 및 출혈 등 다양한 원인으로 발생할 수 있다(23). 또한 인지 생검보다 더 긴 시간이 소요되며, 시술에 익숙해질 때까지 학습 곡선(learning curve)을 필요로 한다(3, 12).

## MRI 내부 생검

MRI 내부 생검은 환자를 MR 장비 안에 위치시킨 상태에서 MR 이미지 내에서 직접적으로 위치를 확인하며 조직 생검을 시행하는 방식을 의미하며, MR 영상 내에서 바늘을 동시에 직접적으로 시각화할 수 있다(12). 이 기술은 바늘을 의심 병변에 정확하게 배치할 수 있게 하며, 초음파 장치를 필요로 하지 않는다. 체계적 또는 기타 표적 생검 기술보다 전반적으로 적은 생검 코어를 얻는다(12, 24). 가장 흔히 사용되는 플랫폼은 DynaTRIM (In Vivo, Gainesville, FL, USA)으로, 생검 시스템은 베이스플레이트, 클램프 스탠드, 조절 장치 및 바늘 위치를 가이드하기 위한 바늘 슬리브로 구성된다.

회음부 및 직장을 통한 생검이 모두 가능하며, 경회음부 접근법의 경우 바늘 가이드 템플릿이 골반에 고정되고 경직장 접근법의 경우 트로카(trocar)를 이용하여 바늘 슬리브가 삽입된다(17). 바늘의 위치를 찾기 위해 횡단면과 시상면 T2 강조영상을 얻고, 횡단면 이미지를 DynaTRIM 소프트웨어로 처리하여 병변을 타겟팅한다(25). 소프트웨어에서 생성된 값에 따라 바늘 슬리브를 왼쪽/오른쪽 회전, 전후 방향 각도, 머리/발 방향으로 조정하여 위치시킨다. 바늘 슬리브가 적절한 위치에 배치되면, 18게이지 생검 건을 바늘 슬리브를 통해 삽입시키고, 반복적인 영상을 얻어 바늘 슬롯이 목표 병변 내에 올바르게 배치되었는지 확인한다. 이 과정을 통해 환자의 움직임, 바늘 궤적의 휘어짐, 바늘 도입에 따른 해부학적 변화 또는 소규모 혈종 등으로 인한 샘플링의 부적절성을 확인할 수 있다(17). 그다음 생검 건을 작동시켜 조직을 채취한다. 융합 생검과 달리 MRI 내부 생검에서는 체계적 생검을 추가로 수행하지 않는다(22).

이 방법의 장점은 MR 연속 이미지를 사용하여 효과적으로, 더 정확하게 병변을 타겟팅할 수 있다는 것이다(3). 그러나 비용이 많이 들고 융합 생검에 비해 시간이 많이 소요되며, MRI 호환 장비를 사용해야 하므로 다른 기술보다 제한적으로 이용 가능하다(26, 27). 또한 체계적 생검을 동시에 수행할 수 없다는 단점도 있다.

## 경직장 및 경회음부 접근법의 비교

체계적 생검과 마찬가지로 인지, 자기공명영상-초음파 소프트웨어 융합 또는 MR 내부 표적 생검은 모두 경직장 또는 경회음부 접근법을 통해 수행될 수 있다. 경직장 접근법의 경우 인지 및 융합 생검 방식에서는 환자가 일반적으로 조작자로부터 멀어지는 좌측 측와위를 취하며, MRI 내부 생검 방식에서는 복와위를 취한다. 바늘 가이드는 탐촉자에 부착되며, 탐촉자가 직장에 삽입되고 전립선 생검 코어는 직장 벽을 통해 획득된다. 생검 바늘은 전립선의 횡단 또는 시상 선에서 후방



에서 전방으로 이동하며, 주로 전립선의 후방부에서 조직을 얻는다. 경직장 접근법은 바늘이 직장을 통과하기 때문에 이로 인한 감염 및 패혈증의 가능성이 있으며, 감염률은 0.5%에서 6.9%까지의 범위로 보고되고 있다(28). 따라서 예방적 항생제로 퀴놀론 제제(fluoroquinolone)가 투여되는데, 광범위한 퀴놀론의 사용은 세균 내성을 악화시킬 수 있고(28-31), 건염, 힘줄 파열, 연조직 손상(32) 및 대동맥 측지 및 대동맥 파열 위험과도 관련이 있다고 보고되었다(33).

이러한 이유로 경회음부 접근법의 사용이 증가하고 있는데, 이 경우 예방적 항생제로 제1 세대 세팔로스포린을 사용할 수 있다(34, 35). 경회음부 생검은 감염 발생의 위험성을 낮출 수 있을 것으로 기대된다(36, 37). 또한 전방에 위치한 전립선암의 진단율을 향상시킬 수 있다는 보고도 있으나(38), 아직 이를 뒷받침하는 전향적 무작위 대조 시험은 없다(36).

경직장 접근법은 일반적으로 국소 마취하에 시행되는 반면, 경회음부 접근법은 주로 전신마취 또는 진정 약물을 사용하며 회음부 템플릿이 필요하다. 마취 또는 진정제로 인해 발생하는 비용과 기구의 복잡성으로 인하여 일반 진료 현장에서는 경직장 접근법을 주로 사용하고 있다.

## 자기공명 기반 표적 생검과 체계적 생검의 비교

기존에 사용하던 체계적 생검 방식과 비교하여 자기공명 기반 표적 생검의 효용성에 대하여 많은 연구가 시행되었으며, 표적 생검이 체계적 생검에 비해 글리슨 점수 7 (3 + 4) 이상의 임상적으로 중요한 전립선암(clinically significant cancer)을 더 많이 검출하고 임상적으로 중요성이 떨어지는 암을 더 적게 검출한다고 보고되었다(39-41). 또한 MRI를 이용한 표적 생검 및 체계적 생검을 병용 사용할 때 각 생검 방법 단독으로 사용하는 경우보다 임상적으로 중요한 전립선암의 발견율이 가장 높은 것으로 보고되었다(42, 43).

## 생검 전 전립선 자기공명영상에 대한 가이드라인

미국의 American Urological Association/Society of Urologic Oncology 가이드라인에서는 이전 전립선 생검에서 음성으로 나온 환자에서 재생검을 고려할 때, 전립선 MRI를 얻을 것을 권고하고 있다. MRI에서 의심 병변이 있는 경우 이에 대한 표적 생검을 시행해야 하며, 검출률을 가장 극대화하기 위해서 체계적 생검을 병용할 수 있다고 밝히고 있다(44). 그에 반해 초기 생검 환자에서는 생검 전 MRI 시행이 글리슨 점수 7 (3 + 4) 이상의 전립선암 검출에 이득이 있어 시행해 볼 수 있으나 표준 진단법으로 권고하기에는 그 이득이 제한적이라고 언급하였다(44). 그에 반해 유럽 비뇨의학(European Urology Association) 가이드라인에서는 초기 생검 및 재생검 환자 모두에서 생검 이전에 MRI를 시행할 것을 강력하게 권고하고 있다(45).

유럽 및 미국 가이드라인에서는 영상의학과 의사가 전립선 자기공명영상을 판독할 때에는 Prostate Imaging Reporting and Data System (이하 PI-RADS)를 사용할 것을 권고하고 있다(44, 45). PI-RADS는 전립선 자기공명영상 판독의 표준화와 원활한 의사소통을 위해서 발표된 후 많은 검증 연구들에서 전립선암을 발견하는 데 있어 높은 민감도와 위험 계층(risk stratification) 능력

을 보였으며 영상의학과 의사 간에 중등도의 관찰자 간 일치도를 보였다(13, 46, 47). 각 PI-RADS 점수에서의 임상적으로 중요한 암의 진단율은 1-2점에서 4%–7%, 3점에서 11%–17%, 4점에서 37%–46% 및 5점에서 70%–75%로 보고되어 있다(44, 46). 전립선암을 진단하는 데 있어 생검 기술의 정확도뿐 아니라 전립선 자기공명영상의 질과 영상의학과 의사의 전문성이 진단율에 영향을 미치기 때문에 우수한 자기공명영상 기반 전립선암의 진단에 있어 PI-RADS에서 제시한 영상 파라미터들에 대한 준수와 전립선 영상 판독에 대한 전문성을 극대화하는 것이 필수적이다(48).

## 결론

이번 종설에서는 자기공명 기반 전립선 생검 기술들의 장단점에 대해서 간략하게 비교하고 전립선암의 진단 방법에 대해 최근 가이드라인을 살펴보았다. 자기공명 기반 생검 방식은 크게 인지 생검, 자기공명-초음파 소프트웨어 융합 생검 및 자기공명 내부 생검으로 나누어진다. 인지 생검은 시간과 비용이 적게 든다는 장점이 있으나 검사자 간 편차가 클 수 있다는 단점이 있다. 그에 반해 소프트웨어 융합 생검 방식은 분할에 소요되는 시간과 초기 장비 획득에 비용이 들지만 초음파에서 잘 보이지 않는 병변이나 해부학적 랜드마크가 부족한 경우에도 생검이 가능하다는 장점이 있다. 내부 생검은 가장 정확한 방식이나 시간이 많이 소요되며 체계적 생검을 동시에 수행할 수 없는 단점이 있다. 최근 가이드라인에서는 재생검 환자에서는 전립선 생검 전에 자기공명영상을 시행하고 의심 병변이 있는 경우 반드시 표적 생검을 시행할 것을 권고하고 있다. 정확한 전립선암 진단과 원활한 의사소통을 위해 영상의학과 의사는 PI-RADS를 이용한 판독을 해야 하며, 높은 영상 질과 판독 전문성을 유지하기 위해 노력해야 한다.

## Supplementary Materials

English translation of this article is available with the Online-only Data Supplement at <https://doi.org/10.3348/jksr.2023.0095>.

## Author Contributions

Conceptualization, all authors; data curation, all authors; formal analysis, K.S.; investigation, all authors; methodology, all authors; supervision, P.K.J.; visualization, K.S.; writing—original draft, all authors; and writing—review & editing, P.K.J.

## Conflicts of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

## Funding

None

## REFERENCES

1. National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency. Performance analysis of prostate-specific antigen testing for prostate cancer diagnosis, 2020. Available at: [https://www.neca.re.kr/tech\\_report\\_download.do?seq=77&key=2&cms\\_menu\\_seq=216](https://www.neca.re.kr/tech_report_download.do?seq=77&key=2&cms_menu_seq=216). Published May 31, 2021. Accessed August 4, 2023
2. Sugano D, Sidana A, Calio B, Cobb K, Turkbey B, Pinto PA. MRI-targeted biopsy: is systematic biopsy obsolete? *Can J Urol* 2017;24:8876-8882

3. Seetharam Bhat KR, Samavedi S, Moschovas MC, Onol FF, Roof S, Rogers T, et al. Magnetic resonance imaging-guided prostate biopsy—A review of literature. *Asian J Urol* 2021;8:105-116
4. Matlaga BR, Eskew LA, McCullough DL. Prostate biopsy: indications and technique. *J Urol* 2003;169:12-19
5. Costa DN, Pedrosa I, Donato F Jr, Roehrborn CG, Rofsky NM. MR imaging-transrectal US fusion for targeted prostate biopsies: implications for diagnosis and clinical management. *Radiographics* 2015;35:696-708
6. Taira AV, Merrick GS, Galbreath RW, Andreini H, Taubenslag W, Curtis R, et al. Performance of transperineal template-guided mapping biopsy in detecting prostate cancer in the initial and repeat biopsy setting. *Prostate Cancer Prostatic Dis* 2010;13:71-77
7. King CR, McNeal JE, Gill H, Presti JC Jr. Extended prostate biopsy scheme improves reliability of Gleason grading: implications for radiotherapy patients. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2004;59:386-391
8. Pinthus JH, Witkos M, Fleshner NE, Sweet J, Evans A, Jewett MA, et al. Prostate cancers scored as Gleason 6 on prostate biopsy are frequently Gleason 7 tumors at radical prostatectomy: implication on outcome. *J Urol* 2006;176:979-984; discussion 984
9. Soloway MS, Soloway CT, Eldefrawy A, Acosta K, Kava B, Manoharan M. Careful selection and close monitoring of low-risk prostate cancer patients on active surveillance minimizes the need for treatment. *Eur Urol* 2010;58:831-835
10. Carlsson S, Jäderling F, Wallerstedt A, Nyberg T, Stranne J, Thorsteinsdottir T, et al. Oncological and functional outcomes 1 year after radical prostatectomy for very-low-risk prostate cancer: results from the prospective LAPPRO trial. *BJU Int* 2016;118:205-212
11. Presti JC. Prostate biopsy: current status and limitations. *Rev Urol* 2007;9:93-98
12. Verma S, Choyke PL, Eberhardt SC, Oto A, Tempany CM, Turkbey B, et al. The current state of MR imaging-targeted biopsy techniques for detection of prostate cancer. *Radiology* 2017;285:343-356
13. Woo S, Suh CH, Kim SY, Cho JY, Kim SH. Diagnostic performance of prostate imaging reporting and data system version 2 for detection of prostate cancer: a systematic review and diagnostic meta-analysis. *Eur Urol* 2017;72:177-188
14. Kasivisvanathan V, Rannikko AS, Borghi M, Panebianco V, Mynderse LA, Vaarala MH, et al. MRI-targeted or standard biopsy for prostate-cancer diagnosis. *N Engl J Med* 2018;378:1767-1777
15. Eklund M, Jäderling F, Discacciati A, Bergman M, Annerstedt M, Aly M, et al. MRI-targeted or standard biopsy in prostate cancer screening. *N Engl J Med* 2021;385:908-920
16. Wegelin O, Exterkate L, van der Leest M, Kummer JA, Vreuls W, de Bruin PC, et al. The FUTURE trial: a multicenter randomised controlled trial on target biopsy techniques based on magnetic resonance imaging in the diagnosis of prostate cancer in patients with prior negative biopsies. *Eur Urol* 2019;75:582-590
17. Chang SD, Ghai S, Kim CK, Oto A, Giganti F, Moore CM. MRI targeted prostate biopsy techniques: AJR expert panel narrative review. *AJR Am J Roentgenol* 2021;217:1263-1281
18. Sciarra A, Panebianco V, Ciccariello M, Salciccia S, Cattarino S, Lisi D, et al. Value of magnetic resonance spectroscopy imaging and dynamic contrast-enhanced imaging for detecting prostate cancer foci in men with prior negative biopsy. *Clin Cancer Res* 2010;16:1875-1883
19. Park BK, Park JW, Park SY, Kim CK, Lee HM, Jeon SS, et al. Prospective evaluation of 3-T MRI performed before initial transrectal ultrasound-guided prostate biopsy in patients with high prostate-specific antigen and no previous biopsy. *AJR Am J Roentgenol* 2011;197:W876-W881
20. Lee SH, Chung MS, Kim JH, Oh YT, Rha KH, Chung BH. Magnetic resonance imaging targeted biopsy in men with previously negative prostate biopsy results. *J Endourol* 2012;26:787-791
21. Marks L, Young S, Natarajan S. MRI-ultrasound fusion for guidance of targeted prostate biopsy. *Curr Opin Urol* 2013;23:43-50
22. Das CJ, Netaji A, Razik A, Verma S. MRI-targeted prostate biopsy: what radiologists should know. *Korean J Radiol* 2020;21:1087-1094
23. Hu Y, Ahmed HU, Taylor Z, Allen C, Emberton M, Hawkes D, et al. MR to ultrasound registration for image-guided prostate interventions. *Med Image Anal* 2012;16:687-703
24. Pokorny M, Kua B, Esler R, Yaxley J, Samarutunga H, Dungleison N, et al. MRI-guided in-bore biopsy for prostate cancer: what does the evidence say? A case series of 554 patients and a review of the current literature. *World J Urol* 2019;37:1263-1279
25. Woodrum DA, Gorny KR, Greenwood B, Mynderse LA. MRI-guided prostate biopsy of native and recurrent prostate cancer. *Semin Intervent Radiol* 2016;33:196-205

26. Grummet J, Pepdjonovic L, Huang S, Anderson E, Hadaschik B. Transperineal vs. transrectal biopsy in MRI targeting. *Transl Androl Urol* 2017;6:368-375
27. Cicione A, De Nunzio C, Manno S, Damiano R, Posti A, Lima E, et al. An update on prostate biopsy in the era of magnetic resonance imaging. *Minerva Urol Nefrol* 2018;70:264-274
28. Borghesi M, Ahmed H, Nam R, Schaeffer E, Schiavina R, Taneja S, et al. Complications after systematic, random, and image-guided prostate biopsy. *Eur Urol* 2017;71:353-365
29. Liss MA, Ehdaie B, Loeb S, Meng MV, Raman JD, Spears V, et al. An update of the American Urological Association white paper on the prevention and treatment of the more common complications related to prostate biopsy. *J Urol* 2017;198:329-334
30. Nam RK, Saskin R, Lee Y, Liu Y, Law C, Klotz LH, et al. Increasing hospital admission rates for urological complications after transrectal ultrasound guided prostate biopsy. *J Urol* 2013;189(1 Suppl):S12-S17; discussion S17-S18
31. Anastasiadis E, van der Meulen J, Emberton M. Hospital admissions after transrectal ultrasound-guided biopsy of the prostate in men diagnosed with prostate cancer: a database analysis in England. *Int J Urol* 2015;22:181-186
32. U.S. FDA. FDA drug safety communication: FDA updates warnings for oral and injectable fluoroquinolone antibiotics due to disabling side effects. Available at: [www.fda.gov/drugs/drug-safety-and-availability/fda-drug-safety-communication-fda-updates-warnings-oral-and-injectable-fluoroquinolone-antibiotics](http://www.fda.gov/drugs/drug-safety-and-availability/fda-drug-safety-communication-fda-updates-warnings-oral-and-injectable-fluoroquinolone-antibiotics). Published July 26, 2016. Accessed August 4, 2023
33. Centers for Disease Control and Prevention. Antibiotic resistance threats in the United States, 2019. Available at: <https://www.cdc.gov/drugresistance/pdf/threats-report/2019-ar-threats-report-508.pdf>. Published 2019. Accessed August 4, 2023
34. Günzel K, Magheli A, Baco E, Cash H, Heinrich S, Neubert H, et al. Infection rate and complications after 621 transperineal MRI-TRUS fusion biopsies in local anesthesia without standard antibiotic prophylaxis. *World J Urol* 2021;39:3861-3866
35. Davis P, Paul E, Grummet J. Current practice of prostate biopsy in Australia and New Zealand: a survey. *Urol Ann* 2015;7:315-319
36. Roberts MJ, Bennett HY, Harris PN, Holmes M, Grummet J, Naber K, et al. Prostate biopsy-related infection: a systematic review of risk factors, prevention strategies, and management approaches. *Urology* 2017;104:11-21
37. Pilatz A, Veeratterapillay R, Köves B, Cai T, Bartoletti R, Wagenlehner F, et al. Update on strategies to reduce infectious complications after prostate biopsy. *Eur Urol Focus* 2019;5:20-28
38. Meyer AR, Mamawala M, Winoker JS, Landis P, Epstein JI, Macura KJ, et al. Transperineal prostate biopsy improves the detection of clinically significant prostate cancer among men on active surveillance. *J Urol* 2021;205:1069-1074
39. Drost FH, Osses DF, Nieboer D, Steyerberg EW, Bangma CH, Roobol MJ, et al. Prostate MRI, with or without MRI-targeted biopsy, and systematic biopsy for detecting prostate cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 2019;4:CD012663
40. Wegelin O, van Melick HHE, Hooft L, Bosch JLHR, Reitsma HB, Barentsz JO, et al. Comparing three different techniques for magnetic resonance imaging-targeted prostate biopsies: a systematic review of in-bore versus magnetic resonance imaging-transrectal ultrasound fusion versus cognitive registration. Is there a preferred technique? *Eur Urol* 2017;71:517-531
41. Schoots IG, Roobol MJ, Nieboer D, Bangma CH, Steyerberg EW, Hunink MG. Magnetic resonance imaging-targeted biopsy may enhance the diagnostic accuracy of significant prostate cancer detection compared to standard transrectal ultrasound-guided biopsy: a systematic review and meta-analysis. *Eur Urol* 2015;68:438-450
42. Rouvière O, Puech P, Renard-Penna R, Claudon M, Roy C, Mège-Lechevallier F, et al. Use of prostate systematic and targeted biopsy on the basis of multiparametric MRI in biopsy-naïve patients (MRI-FIRST): a prospective, multicentre, paired diagnostic study. *Lancet Oncol* 2019;20:100-109
43. Ahdoot M, Wilbur AR, Reese SE, Lebastchi AH, Mehralivand S, Gomella PT, et al. MRI-targeted, systematic, and combined biopsy for prostate cancer diagnosis. *N Engl J Med* 2020;382:917-928
44. Wei JT, Barocas D, Carlsson S, Coakley F, Eggener S, Etzioni R, et al. Early detection of prostate cancer: AUA/SUO guideline part II: considerations for a prostate biopsy. *J Urol* 2023;210:54-63



45. European Association of Urology. EAU guidelines: prostate cancer. Available at. <https://uroweb.org/guidelines/prostate-cancer>. Published 2023. Accessed August 4, 2023
46. Park KJ, Choi SH, Lee JS, Kim JK, Kim MH, Jeong IG. Risk stratification of prostate cancer according to PI-RADS® version 2 categories: meta-analysis for prospective studies. *J Urol* 2020;204:1141-1149
47. Park KJ, Choi SH, Lee JS, Kim JK, Kim MH. Interreader agreement with prostate imaging reporting and data system version 2 for prostate cancer detection: a systematic review and meta-analysis. *J Urol* 2020;204:661-670
48. Giganti F, Allen C, Emberton M, Moore CM, Kasivisvanathan V. Prostate imaging quality (PI-QUAL): a new quality control scoring system for multiparametric magnetic resonance imaging of the prostate from the PRECISION trial. *Eur Urol Oncol* 2020;3:615-619

## 영상의학과 의사의 시각에서 본 자기공명영상 기반 전립선 표적 생검

김소연 · 박계진\*

전립선암의 진단은 전립선을 10-12구역으로 나뉘서 무작위로 조직을 얻는 체계적 생검 방식이 표준적으로 사용되어 왔다. 그러나 종괴의 위치나 유무와 상관없이 조직의 획득이 이루어지기 때문에 일부 전립선암을 놓치거나 임상적으로 중요하지 않은 암을 과도하게 발견한다는 점에서 비판을 받고 있다. 이를 보완하기 위해 자기공명영상 기반 전립선 표적 생검이 제안되었으며 이는 자기공명영상에서 의심 병변을 발견 후 이를 토대로 초음파 유도 혹은 MRI 유도 하에 표적 생검을 하는 방식이다. 본 종설에서는 자기공명영상 기반 표적 생검의 방식에 대해서 살펴보고 최근 전립선암 진단에 있어서의 가이드라인과 최근 동향에 대해 다루고자 한다.

울산대학교 의과대학 서울아산병원 영상의학과