



Classification of Uterine Adenomyosis: A Pictorial Essay

자궁선근증의 분류 체계: 임상화보

Hanna Bae, MD, Yu Ri Shin, MD*, Sung Eun Rha, MD

Department of Radiology, Seoul St. Mary's Hospital, College of Medicine,
The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

MRI is a crucial tool for diagnosing adenomyosis and identifying its related pathologies. To accurately diagnose adenomyosis, it is necessary to recognize both the typical MRI findings and atypical features of the condition. Recently, a standardized classification system has been developed to facilitate precise presurgical diagnosis of adenomyosis and to determine the appropriate treatment method. Differentiating between various subtypes based on MRI-based classification and identifying different MRI phenotypes can aid in categorizing patients with adenomyosis into specific treatment groups and monitoring their response to therapy.

Index terms Adenomyosis; Magnetic Resonance Imaging; Diagnosis; Classification

서론

자궁선근증은 자궁근층 내에 이소성으로 자궁내막이 존재하여 자궁근층의 양성 증식을 보이는 흔한 부인과 질환 중 하나이다. 이 질환은 다산부나 30세 이상의 폐경 전 여성에서 흔히 발생하며, 일부 환자는 무증상이지만, 대부분은 월경과다, 월경통, 골반통, 자궁비대, 불임 등의 증상을 보인다(1, 2). 자궁선근증은 증상이 비특이적이어서 임상적인 소견만으로는 진단이 어렵다(3). 과거에는 자궁선근증은 비정상 자궁 출혈이나 만성 골반 통증이 있는 폐경기 여성에서 자궁 절제술 후 병리학적으로 진단되었다. 그러나 최근에는 영상 검사 방법의 발전과 사용 빈도의 증가로 인해 자궁선근증을 비침습적인 방법으로 진단하는 경우가 많아지고 있다. 현재 자궁선근증 진단에 주로 사용되는 두 가지 주요 영상 기법은 경질초음파(transvaginal ultrasonography)와 자기공명영상(이하 MRI)이다. MRI는 자궁선근증, 근종 또는 기타 골반 질환을 높은 해상도로 구분할 수 있는 정확한 진단 도구이다(4, 5).

Received May 30, 2023
Revised September 7, 2023
Accepted October 5, 2023
Published Online March 26, 2024

*Corresponding author
Yu Ri Shin, MD
Department of Radiology,
Seoul St. Mary's Hospital,
College of Medicine,
The Catholic University of Korea,
222 Banpo-daero, Seocho-gu,
Seoul 06591, Korea.

Tel 82-2-2258-1455
E-mail crystal57@hanmail.net

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.

Invited for the Pictorial Essay at 2022 AOCR & KCR Annual Meeting.

최근에는 T2 강조영상, T1 강조영상, 지방억제(fat suppression) 기법을 적용한 T1 강조영상, 조영제 투여 후 지방억제 T1 강조영상을 기반으로 한 고식적 MRI 기법에 확산강조영상(diffusion-weighted imaging)과 역동적 조영증강(dynamic contrast enhancement) T1 강조영상이 추가된 다중매개변수(multiparametric) MRI가 많은 기관에서 표준화된 프로토콜로 사용되고 있다(Table 1). MRI는 자궁선근증의 병변 정도를 평가하고, 동반된 부인과 질환을 발견하는 데 유용하며, 치료의 선택과 실행에도 도움이 될 수 있다. 그러나 자궁선근증은 다양한 병인과 임상 양상으로 인해 복잡한 MRI 표현형을 가진 질환으로, 기존 연구들을 보면 종종 이질적이고 상충되는 데이터가 발생한다(6). 따라서 다양한 표현형을 가진 자궁선근증을 진단하기 위해서는 통일화된 MRI 보고 시스템이 요구된다. 본 논문에서는 자궁선근증의 다양한 MRI 영상 소견과 MRI를 기반으로 제안된 자궁선근증 분류를 소개하고자 한다.

자궁선근증의 전형적인 MRI 소견

자궁선근증은 평활근 과증식으로 인해 T2 강조영상에서 경계가 불분명한 저신호강도의 병변으로 관찰된다. 이 질환은 자궁근층 전반에 광범위한 영향을 미쳐 자궁이 미만성으로 커지거나, 병변이 국소적으로 발생하여 선근증으로 나타날 수 있다(7). 자궁선근증의 정확한 병인은 아직 밝혀지지 않았지만 가장 널리 받아들여지는 이론은, 임신이나 신체적 외상(예: 소파술) 또는 자가면역성 연속 외상(예: 지속적인 주기적 자궁 연동 활동)에 의한 자궁내막-근층 경계면의 미세 외상으로 인해 자궁내막섬이 자궁근층을 직접 침범하여 나선형 혈관 및 인접 평활근을 형성한다는 것이다(8). 자궁선근증은 이소성 자궁내막을 포함하여 때로는 출혈성 병소로 나타나기도 한다. 자궁선근증을 진단하는 직접적인 주요 징후(direct sign)는 이소성 자궁내막선의 확장이나 출혈로 인한 미세낭종(microcyst)의 존재이다(Fig. 1A). 이소성 내막은 정상 자궁내막처럼 T2 강조영상에서 고신호강도를 가지는 작은 선형 또는 원형으로 나타나며, 때때로 출혈성 병소는 메트헤모글로빈의 T1 단축 효과로 인해 T1 강조영상에서 1-3 mm의 고신호강도로 나타날 수 있다. 미세낭종은 자궁선근증의 진단에 매우 특징적인 소견이지만, MRI에서 확인되는 경우는 약 절반에 불과하다(9). 자궁선근증을 진단하기 위한 간접적인 징후(indirect sign)는 자궁근층이 자궁내막의 침범으로 인해 이차적인 반응으로 접합부(junctional zone)의 두께가 12 mm 이상으로 두꺼워지는 것이다(Fig. 1B) (5). 접합부 두께가 8 mm 이하인 경우에는 일반적으로 자궁선근증이 아니라고 진단할 수 있으며, 8 mm에서 12 mm 사이인 경우에는 추가적으로 보조적인 기준이 필요하다(9-11). 접합부 대

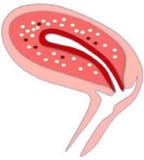
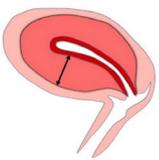
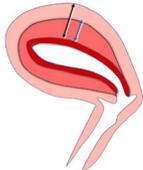
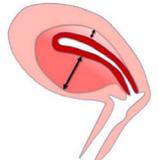
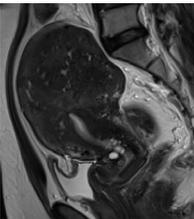
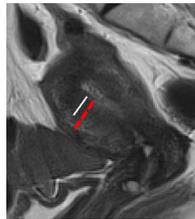
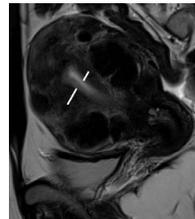
Table 1. MRI Protocol

Sequence	TR (msec)	TE (msec)	FOV (mm)	Matrix	Thickness (mm)
Triplanar 2D T2WI (sagittal, axial and oblique to the plane of the uterine body)	3000	68	260 × 260	320 × 256	4
T1WI with and without fat saturation	500	Min	320 × 280	192 × 256	4
T1WI post-contrast images	150	Min	320 × 280	256 × 256	4

FOV = field of view, TE = echo time, TR = repetition time, WI = weighted image

Fig. 1. Standardized criteria for the positive diagnosis of adenomyosis on MRI.

A-D. Sagittal T2-weighted images show multiple myometrial cysts within the uterine fundus (**A**) and diffuse junctional zone thickening with a diameter of 19 mm (**B**). The sagittal T2-weighted image demonstrates the junctional zone (line in **C**) and the myometrial thickness (dotted line in **C**). The junctional zone: myometrium ratio is 0.6 (60%). The sagittal T2-weighted image shows junctional zone asymmetry of the anterior and posterior walls, with a junctional zone differential of 6 mm (**D**).

Direct Sign		Indirect Sign	
(A) Microcyst	(B) Junctional zone thickening ≥ 12 mm	(C) Ratio of junctional zone thickness and myometrium thickness (junctional zone max ratio > 40%–50%)	(D) Junctional zone differential (junctional zone differential > 5 mm)
			
			

자궁근층 두께 비율이 40% 이상이거나 자궁의 전방 및 후방 부분에서 접합부의 최대 두께와 최소 두께 간의 차이가 5 mm 이상인 경우에는 자궁선근증으로 진단할 수 있다(Fig. 1C, D).

자궁선근증은 조영제 투여 후 초기 단계(early phase)에서 접합부보다 낮은 신호강도로 조영증강되고 지연기(late phase)에서도 자궁근층보다 낮은 신호강도로 조영증강될 수 있으나 다양한 조영증강 형태를 보이므로 조영증강 영상은 진단에 큰 도움이 되지 않는다(12). 확산강조영상은 조직 내 물 분자의 무작위 확산 운동을 시각화하는 기법이다. 일반적으로 악성 종양이 양성 종양에 비해 높은 세포 밀도를 가지므로, 정성적인 확산강조영상 평가와 정량적인 현성확산계수(apparent diffusion coefficient; 이하 ADC) 값 측정은 병변의 악성도를 평가하는데 도움이 된다고 알려져 있다(13). 대부분의 자궁선근증은 높은 b 값의 확산강조영상에서 중등도 또는 저신호강도를 보이며 높은 ADC 값을 가지는데, 이는 확산 제한을 보이지 않는 비종양적인 특성과 일치하는 결과이다(7, 14, 15). 감수성가중영상(susceptibility-weighted imaging)은 헤모시데린(hemosiderin)의 T2*-단축 효과로 인해 신호 공백으로 나타나는 오래된 출혈 병소에 민감하다(16). T2 강조 영상에서 거의 감지되지 않는 작은 출혈 병소(헤모시데린 침착)는 감수성가중영상에서 신호 공백으로 나타날 수 있다. 따라서 감수성가중영상은 헤모시데린 침착을 보여줌으로써 난소의 자궁내막증 및 자궁선근증의 진단에 유용하다고 보고되고 있다. 초고속 시퀀스를 활용하여 몇 초 간격으로 획득한 연속적인 T2 강조영상을 cine 모드로 시각화하는 것은 자궁의 운동을 관찰하는데 유용한 cine MRI 기법이다. Cine MRI는 국소 자궁선근증과 일시적인 자궁근육 수축을 구별하는데 유

용하다(17). 수소 MR 분광법(^1H MR spectroscopy)은 신체 조직내 다양한 대사물질을 측정하는데 활용되며, 종양의 대사 활동에 대한 정보를 제공한다. 부인과 종양의 경우, 콜린 피크(choline peak)는 고형 종양에서 세포막의 대사 활동을 반영한다. 고등급 악성 종양은 일반적으로 높은 콜린 피크를 나타내며, 이는 높은 세포 증식 활동을 반영한다. 또한 일부 연구자들은 자궁근층의 악성 종양(육종 및 악성 림프종 등)에서 높은 콜린 피크가 관찰되는 반면, 정상 및 퇴행성 평활근종은 낮거나 중간 수준의 콜린 피크를 나타낸다고 보고하였다(18). 감수성가중영상, cine MRI, MR spectroscopy는 routine sequence가 아니지만 problem solving technique으로 소개되고 있다 (Table 2).

자궁선근증의 비전형적인 MRI 소견

기능성 자궁내막 조직의 양, 생리 주기의 단계, 내인성 호르몬 이상, 외인성 호르몬 자극 등 다양한 생리적 또는 병리적 상태는 자궁선근증의 MRI 영상 소견에 영향을 줄 수 있다. 또한 울혈이나 부종성 변화는 T2 강조영상에서 자궁선근증의 신호강도를 증가시킬 수 있다(3).

선근종(Adenomyoma)과 선근종 용종(Adenomyotic Polyp)

선근종은 자궁근층 내에 국소화된 고형 덩어리로 나타나는 종괴로, 자궁강 내(intracavitary) 또는 장막하(subserosal)에 위치한 용종으로도 나타날 수 있다. 타목시펜 치료와 관련된 선근종 용종(adenomyomatic polyp)은 상당한 양의 평활근을 가진 자궁내막 용종으로, 조직학적으로 자궁강 내 용종양 선근종(polypoid adenomyoma)과 동일한 특징을 가지고 있다(19). 일부에서는 선근종을 국소적인 자궁선근증(focal adenomyosis)과 구분하기 위해, 접합부와 직접적인 연결이 없는 종괴로 정의하기도 한다(20). T2 강조영상에서 선근종은 자궁근종과 유사하게 저신호강도로 나타나지만, 내부에 이소성 자궁내막을 나타내는 다수의 고신호강도가 있을 경우에는 정확하게 진단할 수 있다(Fig. 2). 이러한 형태의 선근종은 일반적인 자궁선근증과는 달리 선근종 절제술(adenomyomectomy)로 치료할 수 있다. 자궁선근증과 마찬가지로, 선근종은 T2 강조영상에서 불균질한 신호강도를 나타낼 수 있으며 자궁 육종과 유사할 수 있다. 그러나 확산강조영상에서 저신호로 나타나

Table 2. Summary of MR Pulse Sequences and Problem-Solving MR Imaging Techniques

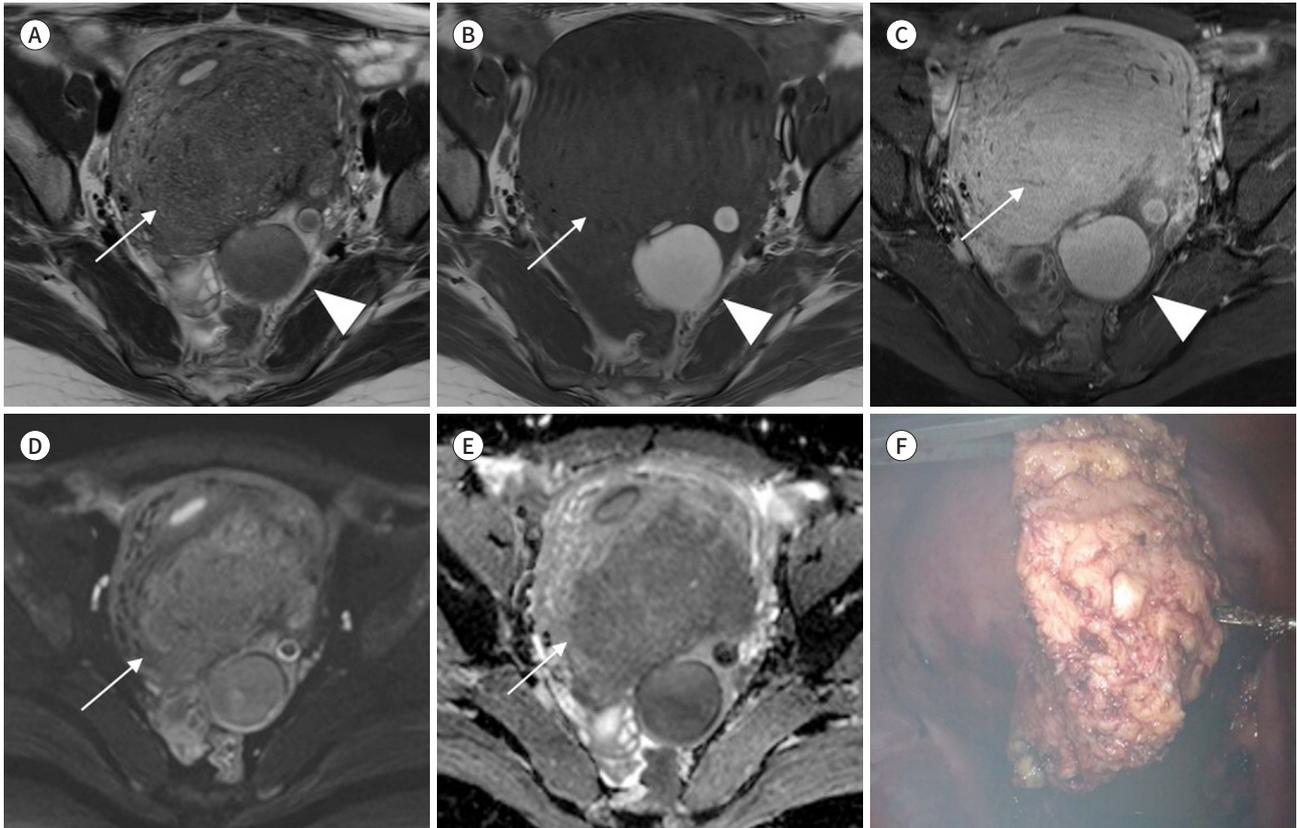
MR Pulse Sequences or Techniques	Radiologic Features
Multiplanar (sagittal, axial, coronal) fast spin echo T2WI	Ill-demarcated low SI area with/without small high SI areas like normal endometrium
T1WI or fat-suppressed T1WI	Hemorrhagic foci appears as 1–3 mm high SI foci
Contrst-enhanced T1WI	Various degrees of enhancement-useful in case of coexisting endometrial cancer
DWI	Low to intermediate SI on high b-value DWI and high ADC values
Susceptibility-weighted imaging	Sensitive for old hemorrhagic foci, appears as spotty signal voids
Cine MR imaging	Useful in differentiating a transient uterine contraction from focal adenomyosis
^1H MR spectroscopy	Low choline peak

ADC = apparent diffusion coefficient, DWI = diffusion-weighted image, SI = signal intensity, WI = weighted image

Fig. 2. Adenomyoma in a 43-year-old female.

A-C. Axial T2-weighted (**A**), T1-weighted (**B**), and fat-suppressed contrast-enhanced T1-weighted (**C**) images show ill-demarcated mass (arrows) in the posterior wall of the uterus. The mass appears as a low signal intensity on the T2-weighted image (**A**), iso signal intensity on the T1-weighted image (**B**), and enhancement similar to myometrium on the contrast-enhanced T1-weighted image (**C**). Additionally, an endometrial cyst is observed in the left ovary (arrowheads).

D-F. The mass shows (arrows) mild high signal intensity on the diffusion-weighted image (**D**) acquired at $b = 1000 \text{ s/mm}^2$ and hypointensity on the apparent diffusion coefficient map (**E**). During laparoscopic examination, the mass is observed after excision from the myometrium. Surgical findings subsequently confirmed the presence of an adenomyoma with a bumpy and pinkish surface, which distinguishes it from a myoma (**F**).



는 고형부위는 양성 종양을 시사하며, 고신호로 나타나는 자궁 육종과 구별할 수 있다(Fig. 3) (21).

선근종 낭종(Adenomyotic Cyst, Cystic Adenomyosis)

선근종 낭종은 자궁선근증의 드문 변이로 자궁내막종과 유사한 특징을 가진 자궁내 출혈성 낭성 종괴가 선근종 조직으로 둘러싸여 있는 형태로 나타난다. 주로 젊은 여성들에게서 보고되며, 이소성 자궁내막의 과도한 출혈로 인한 심각한 약물 내성 월경곤란과 관련이 있다(22). 선근종 낭종은 자궁강내, 장막하 또는 자궁근층 내에 낭성 종괴로 형성될 수 있는데, T1 강조영상에서 고신호강도의 출혈성 낭종으로 보이며 T2 강조영상에서는 선근 조직에 해당하는 저신호강도의 낭종 벽으로 둘러싸여 있는 것이 특징이다(Fig. 4).

Swiss Cheese Appearance

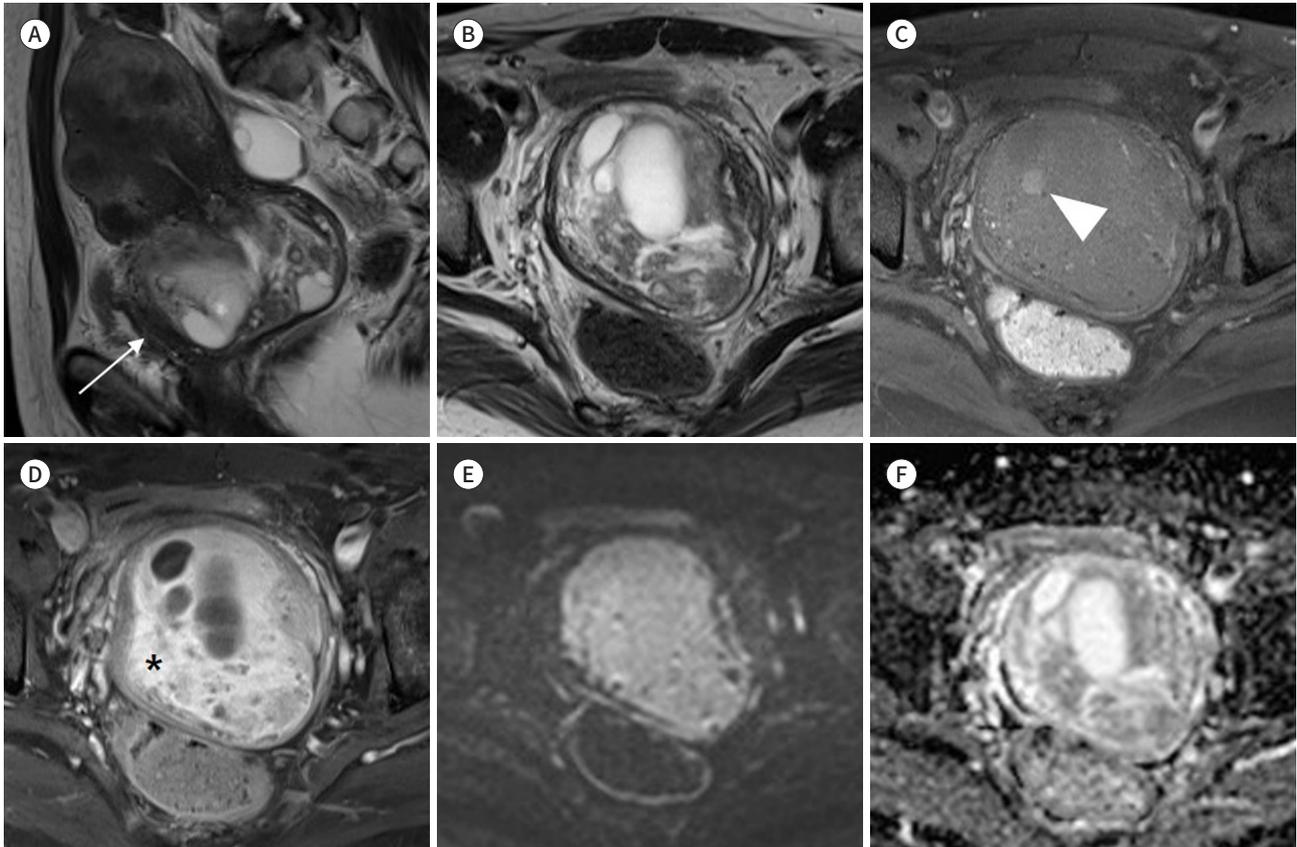
스위스 치즈 모양으로 나타나는 자궁선근증은 미만성 자궁선근증의 한 유형으로, 조영증강 및

Fig. 3. Atypical polypoid adenomyoma in a 54-year-old female.

A. Sagittal T2-weighted image reveals a pedunculated polypoid mass projecting from the lower segment of the uterus and extending into the endocervix (arrow).

B-D. Axial T2-weighted image (**B**) demonstrates an 8-cm complex mass within the cervix, containing hyperintense cysts. The fat-suppressed T1-weighted image (**C**) shows heterogeneous high signal intensity in the cystic component (arrowhead), indicating hemorrhage within the lesion. The solid portion of the mass (asterisk) demonstrates enhancement similar to that of the myometrium on fat-suppressed contrast-enhanced T1-weighted image (**D**).

E, F. The mass displays high signal intensity on the high b-value diffusion-weighted image (**E**). However, it does not exhibit significant hypointensity on the apparent diffusion coefficient map (**F**), suggesting the absence of strong diffusion restriction. The mass was surgically confirmed as a cervical adenomyoma.



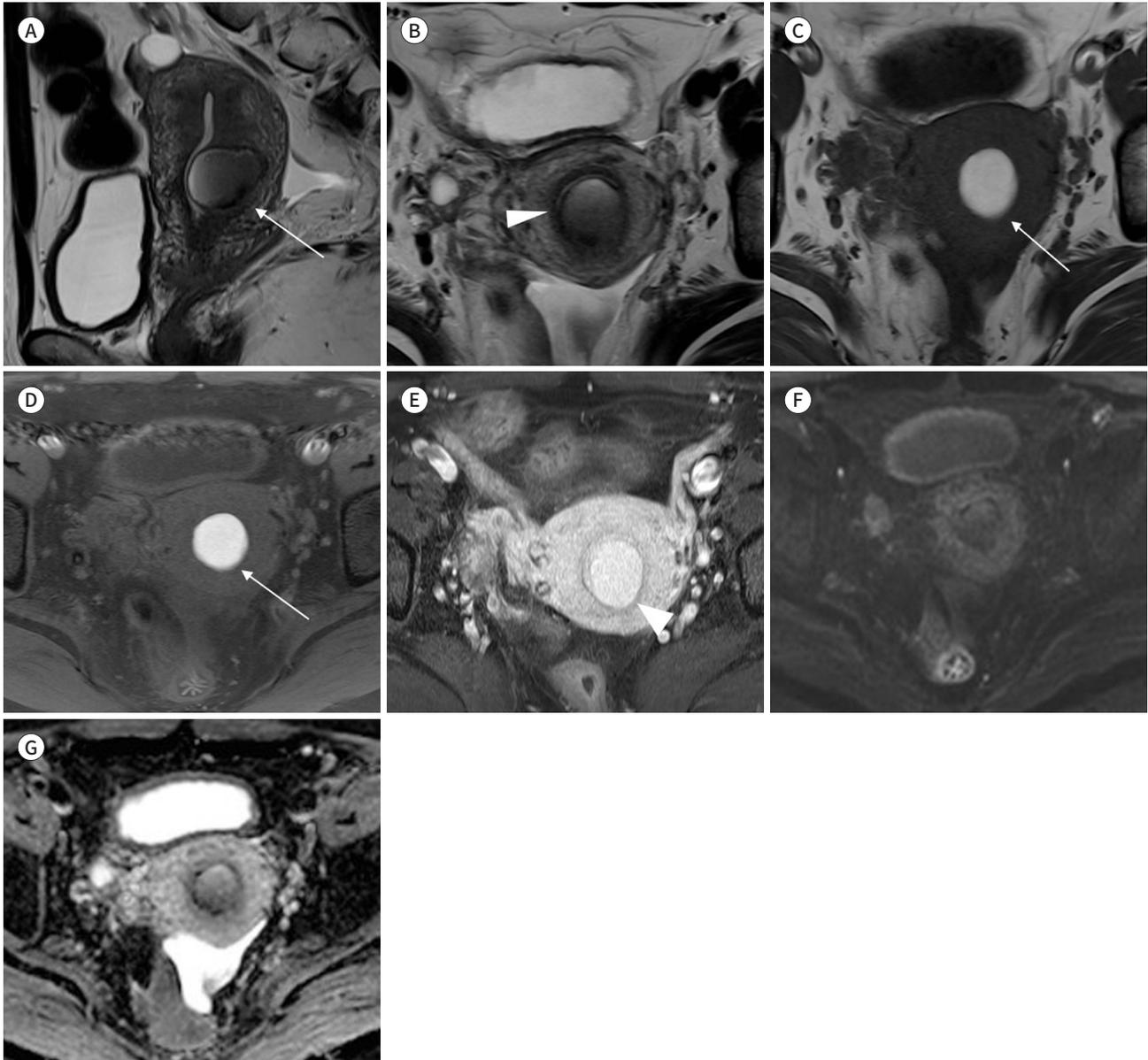
T2 강조영상에서 수많은 자궁근층 낭종과 결절 형태로 나타난다. 이러한 스위스 치즈 모양은 자궁근층 내에 확장된 자궁내막샘에 의해 형성되며, 접합부가 두꺼워지면서 경계가 불분명해지는 소견을 동반한다(Fig. 5) (23).

MRI를 기반으로 한 분류 및 보고 (Classification and Reporting Proposal Based on MRI)

최근 몇 년 동안, MRI 소견을 기반으로 자궁선근증의 이질적인 영상 특징을 분류하기 위해 여러 분류 시스템이 제안되었다. 이러한 분류 시스템들은 자궁선근증 표현형을 약간씩 다른 이름과 범주로 정의하고 있지만, 대부분 세 가지 유형으로 분류하고 있다(Fig. 6) (24-27). 첫 번째 유형은 내부/내재적 아형으로, 접합부에 이소성 샘이 존재하는 형태로 나타난다. T2 강조영상에서 밝은

Fig. 4. Cystic adenomyosis in a 37-year-old female.

A. Sagittal T2-weighted image shows a hyperintense myometrial cyst in the posterior uterine body (arrow).
B-D. Axial T2-weighted (**B**) image shows a myometrial cyst with a peripheral rim of low signal intensity (arrowhead). On the T1-weighted (**C**) and fat-suppressed T1-weighted (**D**) images, the content of the cyst appears persistently high intensity, indicative of hemorrhage (arrows).
E-G. Axial fat-suppressed contrast-enhanced T1-weighted (**E**) image reveals less enhancement of the peripheral ring (arrowhead) compared to the surrounding myometrium. The mass does not exhibit definite diffusion restriction on the high b-value diffusion-weighted image (**F**) and the apparent diffusion coefficient map (**G**). Hysteroscopic cyst removal was performed and the histopathologic examination confirmed adenomyoma.



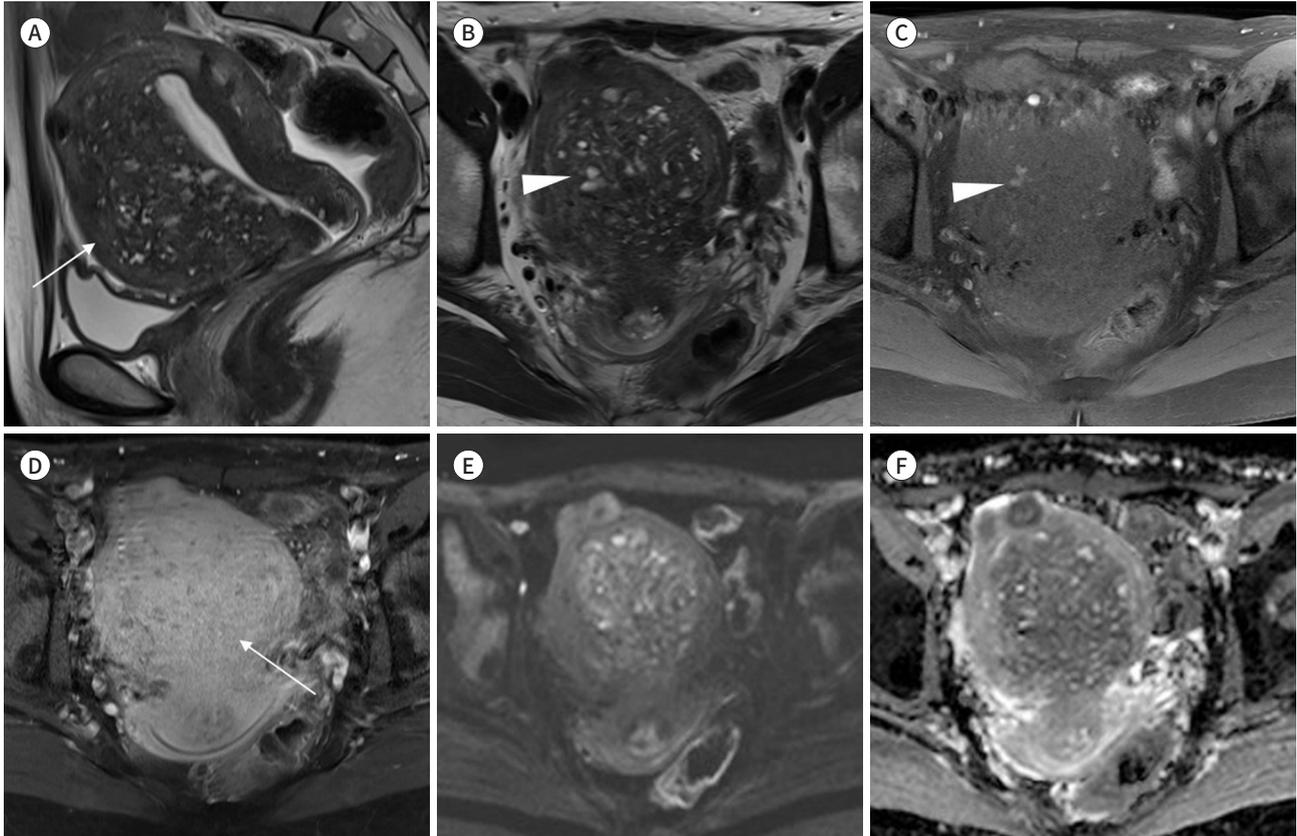
초점을 가지며 두껍고 불규칙한 접합부 형태로 관찰된다(Figs. 7, 8). 두 번째 유형은 외부/외인성 아형으로, 자궁선근증의 특징적인 소견이 자궁 외부 근층이나 장막하에 나타난다. 이 유형은 자궁 내막증 및 특히 깊은 침윤성 자궁내막증과 관련이 있으며, 성체 자궁내막 및 간질 줄기세포가 역행성 월경 후 자궁 바깥쪽에서 침입하여 추가적인 세포 분화를 겪고 자궁선근증을 형성한다고 여

Fig. 5. Swiss cheese appearance in a 39-year-old female.

A. Sagittal T2-weighted image reveals a poorly defined endometrial junctional zone characterized by abundant glandular myometrial cysts, myometrial nodules, and linear striations (arrow).

B, C. Axial T2-weighted (**B**) image displays hyperintense myometrial cysts (arrowhead). Some cysts (arrowhead in **C**) appear hyperintense on the fat-suppressed contrast-enhanced T1-weighted (**C**) image.

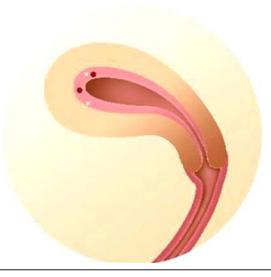
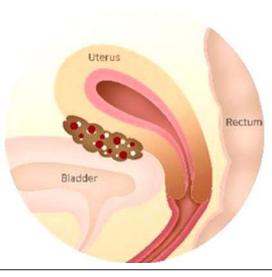
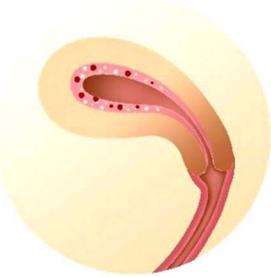
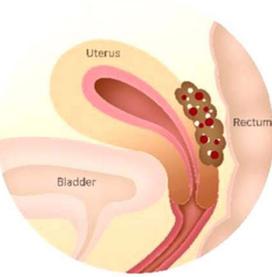
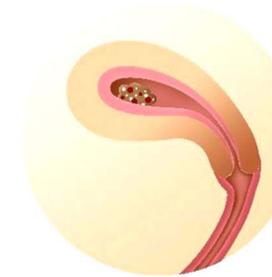
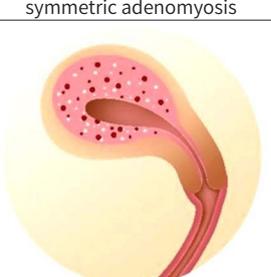
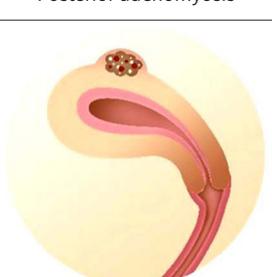
D-F. Axial fat-suppressed contrast-enhanced T1-weighted (**D**) image exhibits diffuse enhancement of the myometrial nodules (arrow). The mass demonstrates mild diffusion restriction on the high b-value diffusion-weighted image (**E**) and the apparent diffusion coefficient map (**F**).



겨진다(Fig. 9). 세 번째 유형은 접합부 비후가 없이 자궁벽 내에 국소적으로 선근종 형태로 나타나는 아형이다. 이는 다능성 세포(misplaced pluripotent Müllerian embryonic remnants)가 선근종 조직으로 진화하여 형성되는 줄기세포 이론으로 설명될 수 있다(Fig. 10) (28).

더 나아가, 최근에는 영상 소견을 임상 증상 및 관련 치료 방침과 통합하여 보고하는 분류 시스템이 시도되고 있다(29). 예를 들어, 내부/내재적 선근증은 출혈 증상과 연관되며 프로게스틴 치료에 반응하지 않을 가능성이 높지만, 외부/외인성 선근증은 자궁내막증 및 월경통과 관련이 있으며 프로게스틴 치료에 더 잘 반응할 수 있다고 보고되고 있다. 또한, MRI를 통한 자궁선근증의 표현형은 다양한 유형의 수술적 치료 방법을 결정하는 데 도움이 될 수 있다(30). 선근증의 경우 선근종 절제술(adenomyomectomy)이 선호되는 반면, 미만성 내부선근증의 경우 세포축소수술(cytoreductive surgery)이 가장 적절하다고 알려져 있다.

Fig. 6. MRI-based adenomyosis classification.

Internal Adenomyosis	External Adenomyosis	Adenomyoma
		
Focal or multifocal adenomyosis	Anterior adenomyosis	Intramural solid or cystic adenomyosis
		
Superficial asymmetric or symmetric adenomyosis	Posterior adenomyosis	Submucosal adenomyosis
		
Diffuse asymmetric or symmetric adenomyosis	Subserosal adenomyosis	

감별진단

생리적 및 병리학적 상태의 진단 함정(Diagnosis Pitfalls in Physiological and Pathological Conditions): 자궁근층 수축과 자궁내막증

생리적 현상으로서 일시적인 자궁 수축은 자궁선근증과 유사할 수 있다. T2 영상에서 자궁 수축은 접합부에 수직으로 작은 저항도 띠 형태로 나타나며, 이는 국소 자궁선근증과 유사할 수 있다. 이러한 소견은 후속 영상이나 cine MR 영상에서 사라질 수 있지만, 국소 선근증인 경우는 지속된다. 연동운동억제제를 투여하는 것은 자궁수축을 감소시키는데 도움이 될 수 있다.

때때로 깊은 자궁내막증 플라크(deep endometriotic plaques)가 자궁 표면에서 발생하여 자궁선근증처럼 자궁근층을 침범할 수 있다. 최근에 소개된 새로운 분류 시스템에 따르면, 외부 선근증(external adenomyosis)은 접합부를 제외한 자궁 외부 근층이나 장막하에 나타나는 병변으로 골반 자궁내막증과 상당한 연관성이 있다. 골반내막증도 자궁근층 내 자궁내막 조직의 침윤을 유

Fig. 7. Focal internal adenomyosis in a 49-year-old female.

A, B. The illustration (A) and sagittal T2-weighted image (B) show a microcyst (arrowhead) within the thickened junctional zone.

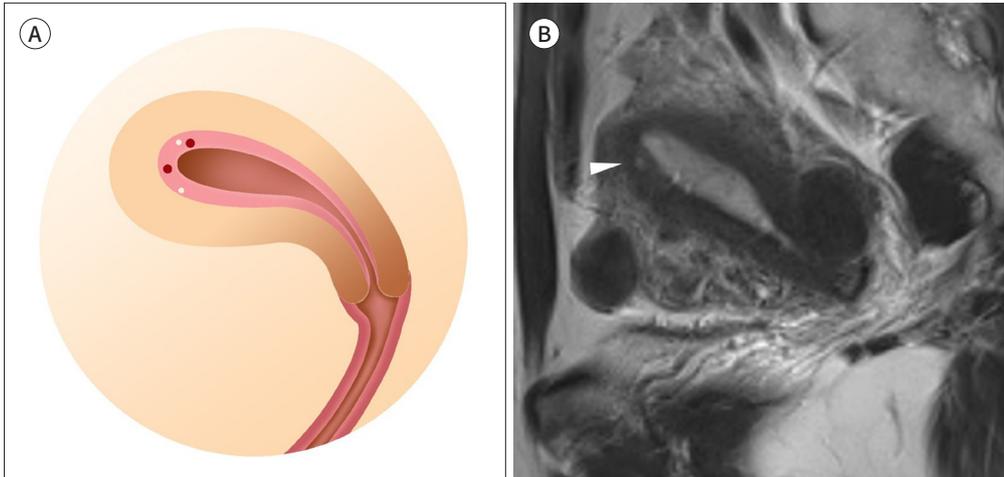
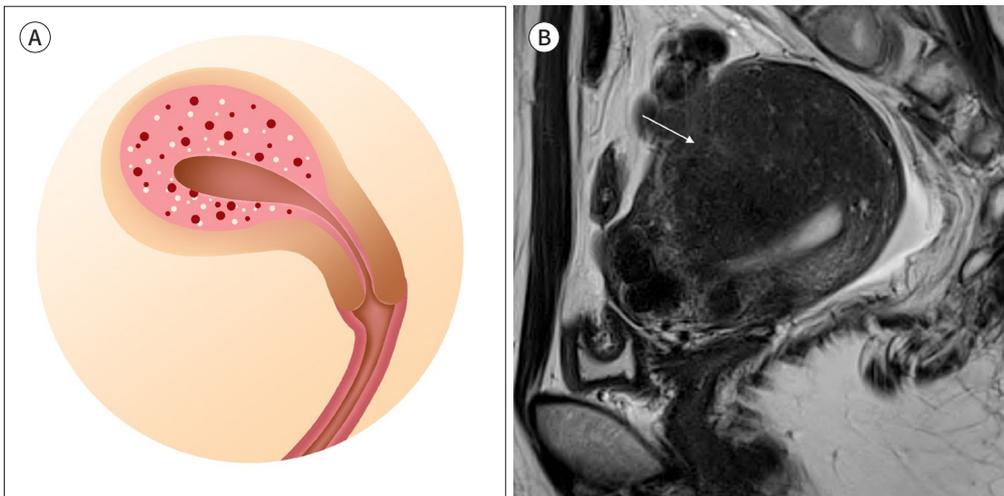


Fig. 8. Diffuse internal adenomyosis in a 34-year-old female.

A, B. The illustration (A) and sagittal T2-weighted image (B) demonstrate a diffusely enlarged uterus with indistinct zonal anatomy. Within the anterior wall and fundus, an ill-demarcated low-intensity area (arrow) directly connects to the thickened junctional zone.



발하여 자궁선근증과 유사한 조직병리학적 소견을 나타내어, 이 두 질환을 구별하는 것은 어렵다.

평활근종(Leiomyoma)

평활근종은 가장 흔하면서도 선근종과 감별 진단이 어려운 질환이다. 선근종과 평활근종 모두 T2 영상에서 신호강도가 낮은 것이 특징이지만, 선근종은 종괴 효과(mass effect)가 없고, 캡슐화되지 않고, 주변 근육층과 경계가 분명하지 않으며 T2 또는 T1 영상에서 작은 고강도 병소가 일부 나타난다. 이와 대조적으로 평활근종은 일반적으로 주변 자궁근층과 경계가 분명하여 잘 둘러싸인 종괴로 나타난다. 선근종에서는 존재하지 않는 말초 큰 혈관이 동반되어 있는 경우가 많다(Fig. 11).

Fig. 9. Posterior external adenomyosis in a 33-year-old female.

A, B. The illustration (A) and sagittal T2-weighted image (B) depict an ill-defined area of low intensity in the posterior hemisphere of the uterus (short arrow), which contains foci of increased intensity. Notably, the intact junctional zone (not shown) and presence of a distinct low-intensity endometrial cyst posterior to the uterus (star) are observed. Additionally, the rectosigmoid colon is angulated and pulled up toward the uterus, forming a tented appearance due to ureterorectal endometriotic adhesion (long arrow).

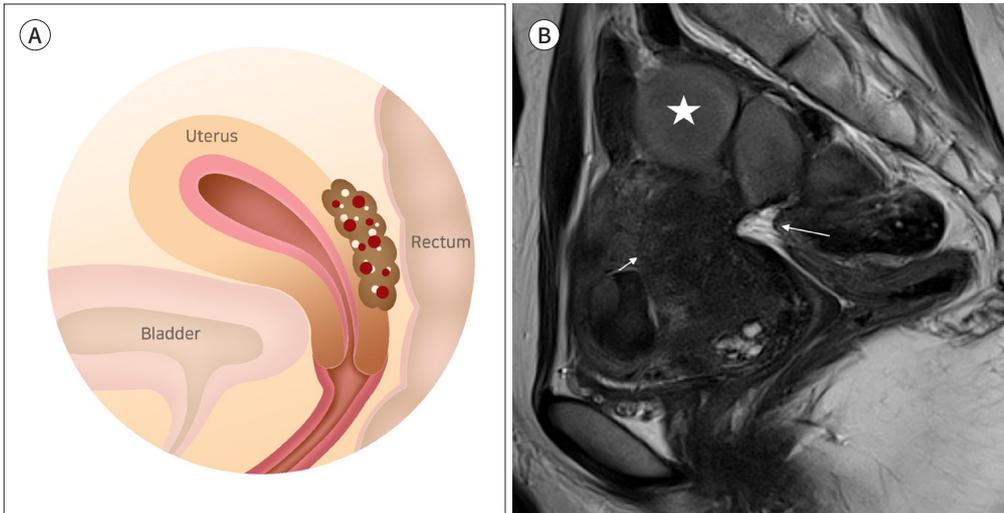
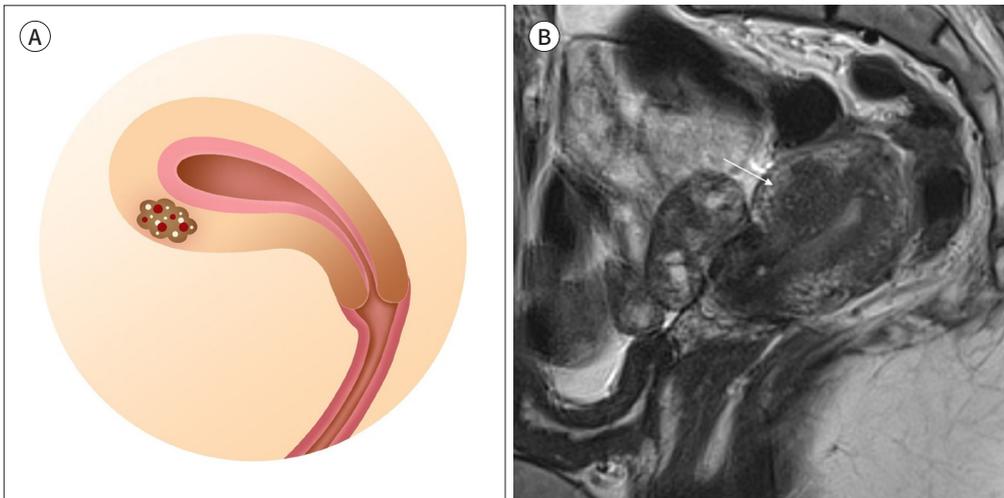


Fig. 10. Adenomyoma in a 26-year-old female.

A, B. The illustration (A) and sagittal T2-weighted image (B) demonstrate a polypoid myometrial lesion with the cystic component, which is located near the junctional zone (arrow).



낭성 또는 출혈성 변성 평활근종의 경우, T1 및 T2 영상에서 중심부에 고신호강도 영역을 포함할 수 있기 때문에 선근종 낭종과 감별 진단이 어려울 수 있다(Fig. 12).

선종양 종양(Adenomatoid Tumor)

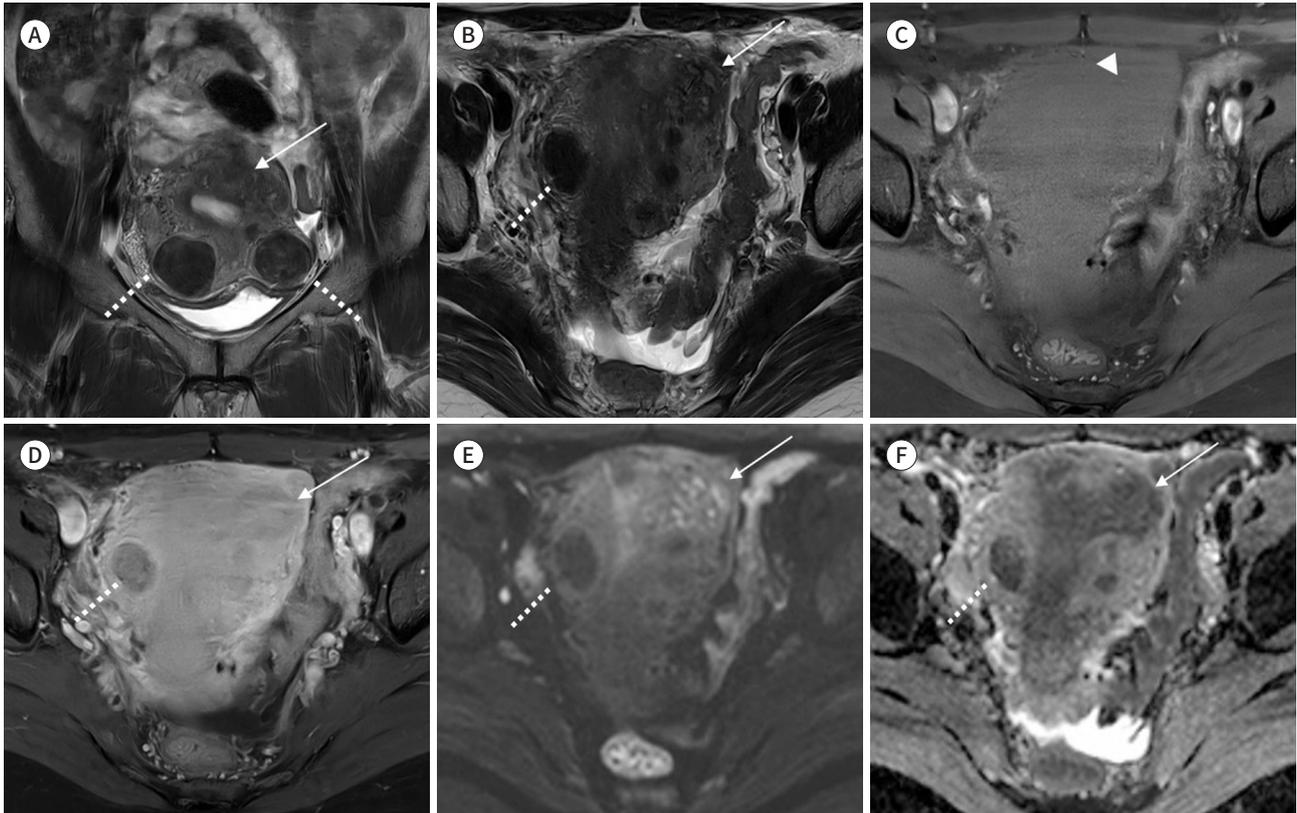
선종양 종양은 양성 중피성 종양(benign mesothelial neoplasm)으로 T2 강조영상에서 경계가 뚜렷한 저신호강도의 종괴로 나타난다. 선근종과는 달리 종양 주변에 고신호강도(hyper inten-

Fig. 11. Multiple leiomyomas and focal adenomyosis in a 44-year-old female.

A. Coronal T2-weighted image reveals multiple leiomyomas (dotted lines) in the uterine body. Adenomyosis is noted in the uterine fundus with a contiguous junctional zone (arrow).

B-D. On the axial T2-weighted (**B**) and fat-suppressed T1-weighted (**C**) images, adenomyosis (arrow in **B** and **D**) exhibits ill-defined, heterogeneous low signal intensity with internal tiny hemorrhagic cystic change (arrowhead in **C**). This lesion displays equal enhancement compared to the surrounding myometrium on the fat-suppressed contrast-enhanced T1-weighted (**D**). In contrast to adenomyosis, leiomyoma (dotted line in **B** and **D**) demonstrates a well-defined mass with peripheral blood vessels.

E, F. Adenomyosis (arrows) demonstrates minimal diffusion restriction on the high b-value diffusion-weighted image (**E**) and the apparent diffusion coefficient map (**F**), in comparison to the leiomyoma (dotted lines).



sive foci)를 가진 병소가 나타난다. 이는 종양 주변에 위치한 확장된 중피세관으로 생성된 낭성 공간을 나타낸다(Fig. 13) (31).

자궁내막암(Endometrial Carcinoma)

일반적으로 전형적인 자궁내막암은 정상적인 자궁근층에 비해 T2 강조영상에서 약간 고신호강도로 나타나며 두 가지 조직학적 형태로 분류될 수 있다. 조직유형 1형(type I) 자궁내막암은 자궁내막 선암(endometrioid carcinoma)으로, 자궁내막암 전체의 약 75%~80%를 차지하며, 비정형 증식을 기반으로 발생하는 경우가 많다. 또한, 일반적으로 초기에 진단되어 예후가 좋다. 조직유형 2형(type II) 자궁내막암은 주로 조직학적으로 3등급 자궁내막 선암, 장액성, 투명 세포 및 미분화된 종양들로 구성된다. 에스트로겐에 대한 의존도가 낮으며, 림프 혈관 침범 및 복강 내 및 복부 외 전이 경향이 더 높은 공격적인 특성을 보인다. 조직유형 2 (type II)의 자궁내막암은 출혈 및 괴사 부위가 있는 과혈관 특성과 불균일한 형태를 보이는 경향이 있고, 깊은 자궁근층 침윤이 나타

Fig. 12. A 43-year-old female presenting with heavy bleeding due to leiomyoma and adenomyosis.

A-C. Axial T2-weighted (**A**), T1-weighted (**B**), and fat-suppressed contrast-enhanced T1-weighted (**C**) images show a well-circumscribed leiomyoma (arrows) with decreased signal intensity and peripheral vascularity (arrow in **C**) in the left wall of the uterus. On the right wall of the uterus, adenomyosis is evident as an ill-demarcated mass (dotted lines).

D-F. The patient underwent uterine artery embolization, and a 3-month follow-up MRI revealed hemorrhagic infarction of the leiomyoma (arrows). The mass appears as low signal intensity on the T2-weighted image (**D**), high signal intensity on the T1-weighted image (**E**), and no enhancement on the contrast-enhanced T1-weighted image (**F**). Additionally, adenomyosis (dotted lines) has also decreased in size.

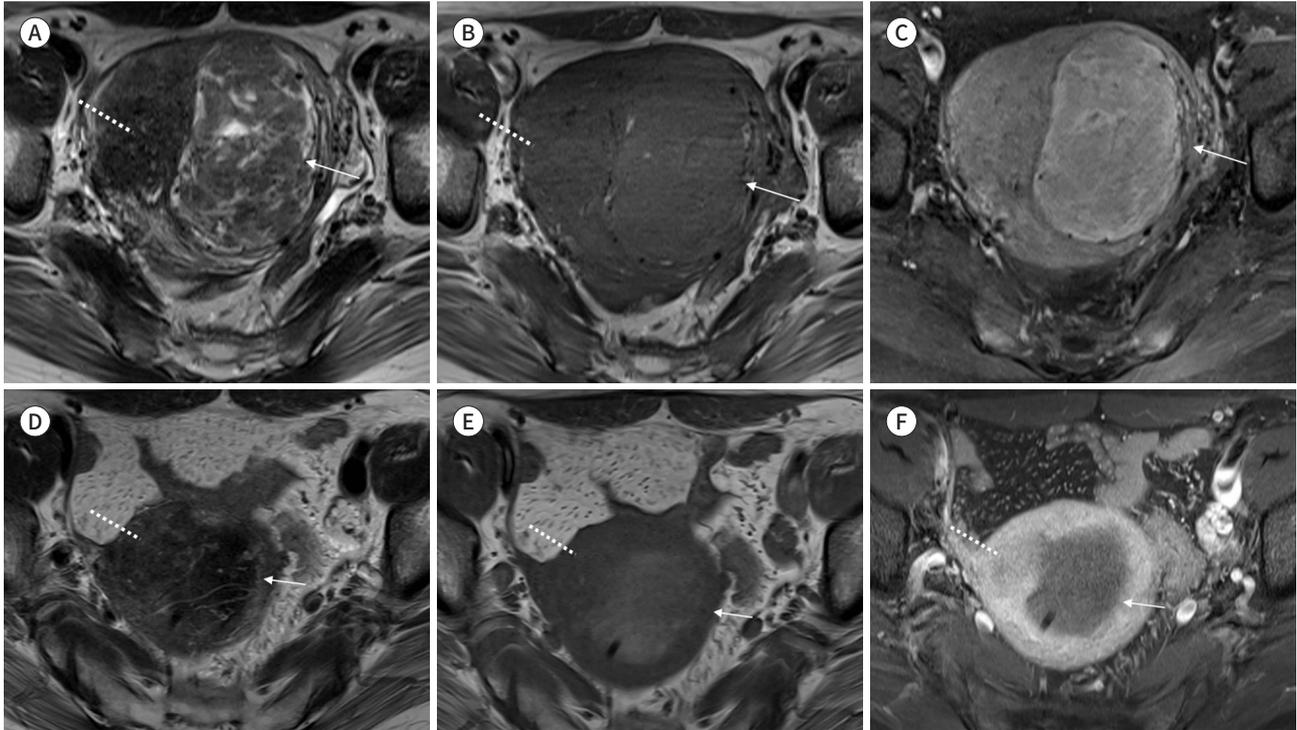
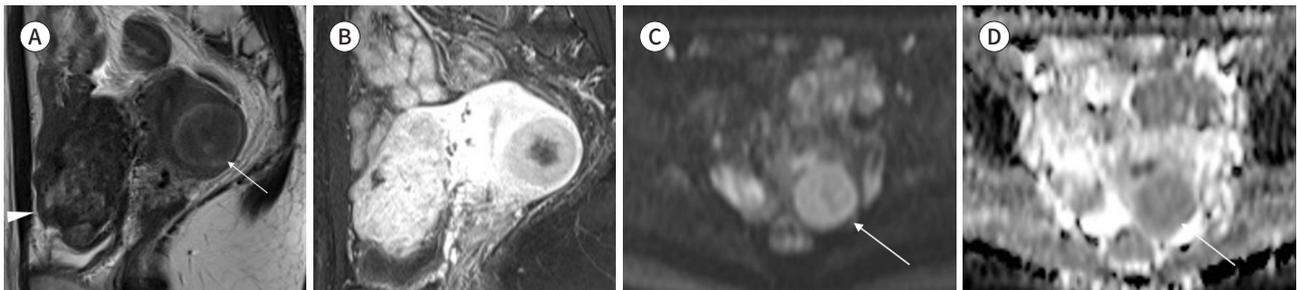


Fig. 13. Adenomatoid tumor in a 29-year-old female.

A, B. Sagittal T2-weighted and fat-suppressed contrast-enhanced axial T1-weighted (**A**) images exhibit a well-defined mass with a peripheral ring-like hyperintense area in the posterior wall of the uterus (arrow). The mass displays mild enhancement with central necrosis. Additionally, a subserosal leiomyoma is noted in the anterior uterine body (arrowhead).

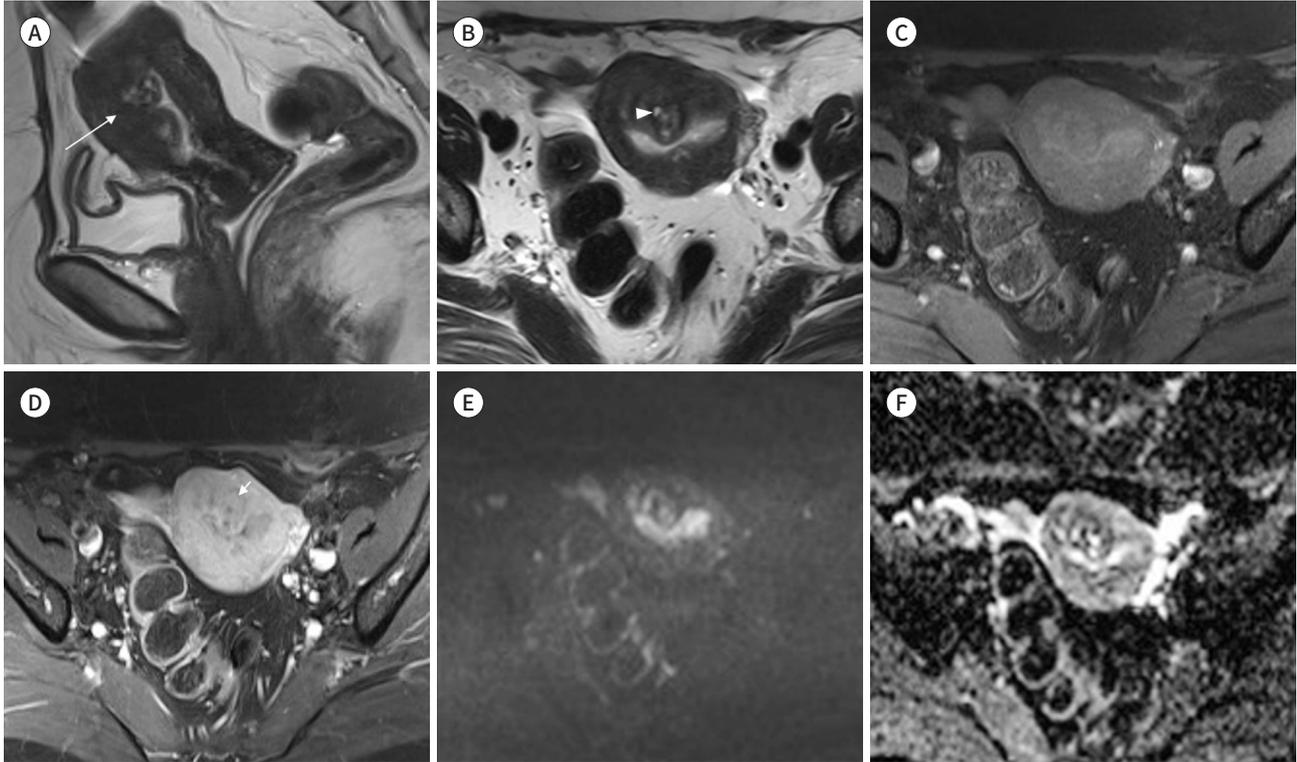
C, D. The mass demonstrates mild diffusion restriction (arrows) on the axial diffusion-weighted image (**C**) acquired at $b = 1000 \text{ s/mm}^2$ and the apparent diffusion coefficient map (**D**).



날 수 있다(Fig. 14). 대부분의 종양은 자궁 안저(fundus)에서 발생하며 외피성 확장(exophytic expansion)을 하는 경향이 있다. 자궁내막암은 안쪽 자궁근층의 비후가 있으며 작은 남성 성분이 내부에 존재할 경우 자궁선근증의 직접적 및 간접적인 징후와 유사한 소견을 나타낼 수 있어, 자궁선근증과의 감별이 필요할 수 있다. 이러한 경우 종양 내 세포 증가로 인해 확산강조영상에서

Fig. 14. Endometrial cancer in a 54-year-old female.

A. Sagittal T2-weighted image displays glandular and cystic hypertrophy of the endometrium (arrow).
B-D. Axial T2-weighted (**B**) and fat-suppressed T1-weighted (**C**) images show heterogeneous low signal intensity lesion with internal hemorrhagic cystic changes (arrowhead in **B**). The solid portion (arrow in **D**) of the lesion shows less enhancement compared to the surrounding myometrium on the fat-suppressed contrast-enhanced T1-weighted (**D**).
E, F. The mass does not exhibit definite diffusion restriction on the high b-value diffusion-weighted image (**E**) and apparent diffusion coefficient map (**F**). Initially, the possibility of endometrial hyperplasia or deep diffuse adenomyosis was considered; however, it was confirmed to be endometrial cancer, mucinous carcinoma.



신호 제한이 관찰되어 이를 통해 구별할 수 있다.

림프종(Lymphoma)

자궁은 림프종이 호발하는 부위는 아니며, 이차적으로 발생하는 경우가 대부분을 차지한다. 자궁림프종의 일반적인 소견은 T2 강조영상에서 상대적으로 높은 신호강도를 보이면서 자궁내막과 상피의 손상 없이 자궁이 대칭적으로 비대해지는 특징을 보인다. 또한 종양의 크기가 크더라도 비교적 균일한 신호강도를 보이는 소견이 이 질환을 진단하는데 도움이 된다(Fig. 15) (32, 33). 미만성 자궁선근증의 경우 자궁근층이 전반적으로 커져 림프종과 유사한 모습을 보일 수 있다. 그러나 림프종과는 달리 확산강조영상에서 신호 제한을 보이지 않고 광범위한 림프절병증을 동반하지 않는다는 점이 감별에 도움이 된다.

결론

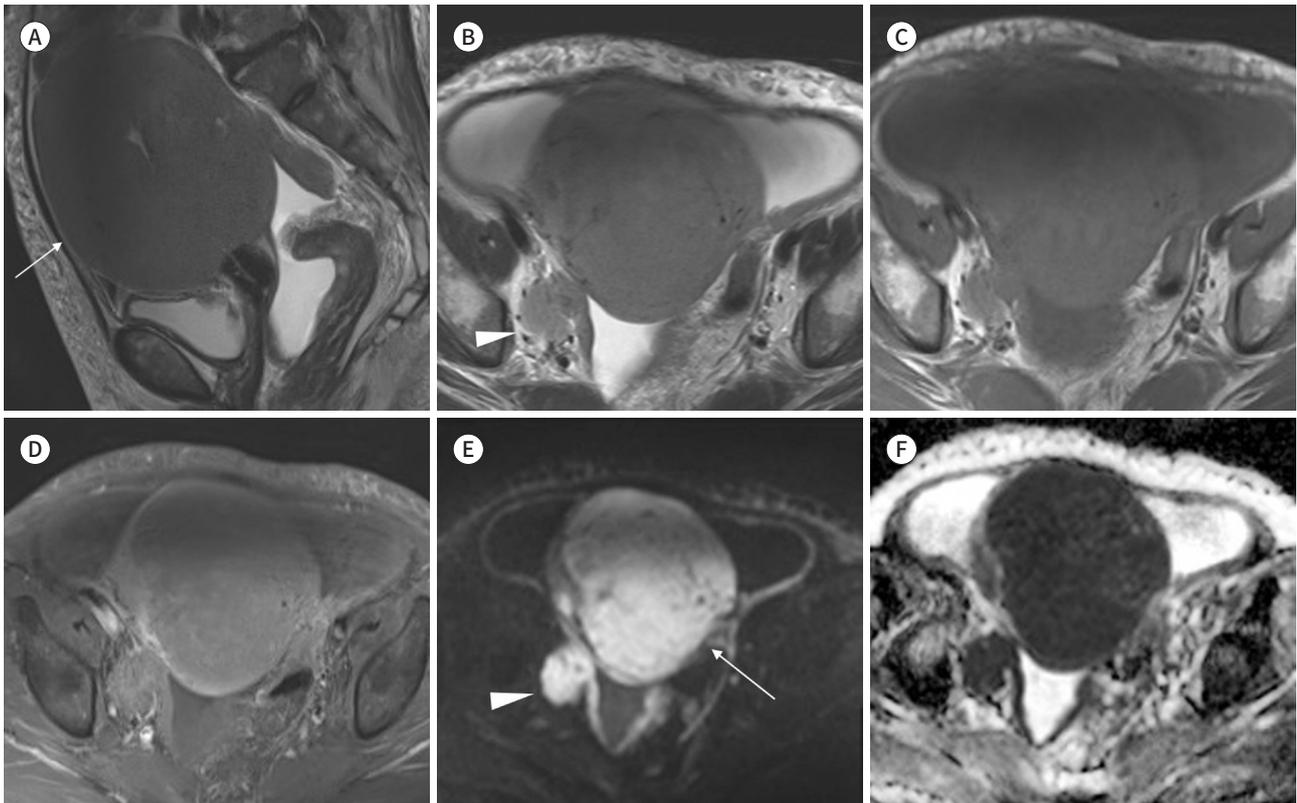
MRI는 자궁선근증의 진단을 위한 매우 정확한 비침습적 진단 도구이다. 전형적인 MRI 영상 소

Fig. 15. Lymphoma in a 73-year-old female.

A. Sagittal T2-weighted image reveals globular enlargement of the uterus with poorly defined zonal anatomy (arrow).

B-D. Axial T2-weighted (**B**) and T1-weighted (**C**) images demonstrate homogeneous low signal intensity mass. The mass displays homogeneous enhancement on the fat-suppressed contrast-enhanced T1-weighted (**D**) image. Additionally, there is an enlargement of the right external iliac lymph node (arrowhead in **B**).

E, F. The mass exhibits high signal intensity on the high b-value (arrow) diffusion-weighted image and significant hypointensity on the apparent diffusion coefficient map, indicating strong diffusion restriction. Furthermore, diffusion restriction is observed in the right external iliac lymph node (arrowhead). The mass was surgically confirmed as malignant lymphoma, a diffuse large B-cell lymphoma of the activated B-cell type.



견은 비교적 잘 확립되어 있지만, 자궁선근증은 병리학적 특징, 성장 패턴, 호르몬 영향 및 치료 반응에 따라서 매우 다양한 특징을 보인다. 따라서 적절한 치료법을 결정하고 불필요한 개입을 피하기 위해서는 정확한 수술 전 진단이 중요하다. 이 논문은 영상학과 의사들이 자궁선근증의 다양한 MRI 영상 소견에 익숙해지고, MRI를 기반으로 제안된 자궁선근증 분류를 통해 자궁선근증에 대한 지식을 향상시키는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다.

Availability of Data and Material

The datasets generated or analyzed during the study are available from the corresponding author on reasonable request.

Author Contributions

Conceptualization, S.Y.R., R.S.E.; data curation, B.H., S.Y.R.; visualization, B.H.; writing—original draft, S.Y.R.; and writing—review & editing, B.H., S.Y.R.

Conflicts of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

ORCID iDs

Hanna Bae  <https://orcid.org/0009-0008-3928-6030>

Yu Ri Shin  <https://orcid.org/0000-0001-5695-4426>

Sung Eun Rha  <https://orcid.org/0000-0003-1514-929X>

Funding

None

REFERENCES

1. Matalliotakis IM, Kourtis AI, Panidis DK. Adenomyosis. *Obstet Gynecol Clin North Am* 2003;30:63-82
2. Habiba M, Benagiano G. Classifying adenomyosis: progress and challenges. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:12386
3. Tamai K, Togashi K, Ito T, Morisawa N, Fujiwara T, Koyama T. MR imaging findings of adenomyosis: correlation with histopathologic features and diagnostic pitfalls. *Radiographics* 2005;25:21-40
4. Reinhold C, McCarthy S, Bret PM, Mehio A, Atri M, Zakarian R, et al. Diffuse adenomyosis: comparison of endovaginal US and MR imaging with histopathologic correlation. *Radiology* 1996;199:151-158
5. Novellas S, Chassang M, Delotte J, Toullalan O, Chevallier A, Bouaziz J, et al. MRI characteristics of the uterine junctional zone: from normal to the diagnosis of adenomyosis. *AJR Am J Roentgenol* 2011;196:1206-1213
6. Zhang M, Bazot M, Tsatoumas M, Munro MG, Reinhold C. MRI of adenomyosis: where are we today? *Can Assoc Radiol J* 2023;74:58-68
7. Takeuchi M, Matsuzaki K. Adenomyosis: usual and unusual imaging manifestations, pitfalls, and problem-solving MR imaging techniques. *Radiographics* 2011;31:99-115
8. Zhai J, Vannuccini S, Petraglia F, Giudice LC. Adenomyosis: mechanisms and pathogenesis. *Semin Reprod Med* 2020;38:129-143
9. Bazot M, Cortez A, Darai E, Rouger J, Chopier J, Antoine JM, et al. Ultrasonography compared with magnetic resonance imaging for the diagnosis of adenomyosis: correlation with histopathology. *Hum Reprod* 2001;16:2427-2433
10. Dueholm M, Lundorf E, Hansen ES, Sørensen JS, Ledertoug S, Olesen F. Magnetic resonance imaging and transvaginal ultrasonography for the diagnosis of adenomyosis. *Fertil Steril* 2001;76:588-594
11. Gordts S, Brosens JJ, Fusi L, Benagiano G, Brosens I. Uterine adenomyosis: a need for uniform terminology and consensus classification. *Reprod Biomed Online* 2008;17:244-248
12. Valentini AL, Specca S, Gui B, Soglia G, Miccò M, Bonomo L. Adenomyosis: from the sign to the diagnosis. Imaging, diagnostic pitfalls and differential diagnosis: a pictorial review. *Radiol Med* 2011;116:1267-1287
13. Thoeny HC, Forstner R, De Keyzer F. Genitourinary applications of diffusion-weighted MR imaging in the pelvis. *Radiology* 2012;263:326-342
14. Rees CO, Nederend J, Mischi M, van Vliet HAAM, Schoot BC. Objective measures of adenomyosis on MRI and their diagnostic accuracy—a systematic review & meta-analysis. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2021;100:1377-1391
15. Kilickesmez O, Bayramoglu S, Inci E, Cimilli T, Kayhan A. Quantitative diffusion-weighted magnetic resonance imaging of normal and diseased uterine zones. *Acta Radiol* 2009;50:340-347
16. Takeuchi M, Matsuzaki K, Harada M. Susceptibility-weighted MRI of extra-ovarian endometriosis: preliminary results. *Abdom Imaging* 2015;40:2512-2516
17. Fujiwara T, Togashi K, Yamaoka T, Nakai A, Kido A, Nishio S, et al. Kinematics of the uterus: cine mode MR imaging. *Radiographics* 2004;24:e19
18. Okada T, Harada M, Matsuzaki K, Nishitani H, Aono T. Evaluation of female intrapelvic tumors by clinical proton MR spectroscopy. *J Magn Reson Imaging* 2001;13:912-917
19. Takeuchi M, Matsuzaki K, Uehara H, Shimazu H, Nishitani H. A case of adenomyomatous polyp of the uterus associated with tamoxifen therapy. *Radiat Med* 2005;23:432-434

20. Forstner R, Cunha TM, Hamm B. *MRI and CT of the female pelvis*. Berlin, Heidelberg: Springer 2018
21. Takeuchi M, Matsuzaki K, Harada M. MR manifestations of uterine polypoid adenomyoma. *Abdom Imaging* 2015;40:480-487
22. Benagiano G, Brosens I, Habiba M. Adenomyosis: a life-cycle approach. *Reprod Biomed Online* 2015;30:220-232
23. Wolfman DJ, Ascher SM. Magnetic resonance imaging of benign uterine pathology. *Top Magn Reson Imaging* 2006;17:399-407
24. Bazot M, Daraï E. Role of transvaginal sonography and magnetic resonance imaging in the diagnosis of uterine adenomyosis. *Fertil Steril* 2018;109:389-397
25. Kishi Y, Suginami H, Kuramori R, Yabuta M, Suginami R, Taniguchi F. Four subtypes of adenomyosis assessed by magnetic resonance imaging and their specification. *Am J Obstet Gynecol* 2012;207:114.e1-114.e7
26. Kobayashi H, Matsubara S. A classification proposal for adenomyosis based on magnetic resonance imaging. *Gynecol Obstet Invest* 2020;85:118-126
27. Gordts S, Grimbizis G, Campo R. Symptoms and classification of uterine adenomyosis, including the place of hysteroscopy in diagnosis. *Fertil Steril* 2018;109:380-388.e1
28. Ferenczy A. Pathophysiology of adenomyosis. *Hum Reprod Update* 1998;4:312-322
29. Kobayashi H, Matsubara S, Imanaka S. Relationship between magnetic resonance imaging-based classification of adenomyosis and disease severity. *J Obstet Gynaecol Res* 2021;47:2251-2260
30. Grimbizis GF, Mikos T, Tarlatzis B. Uterus-sparing operative treatment for adenomyosis. *Fertil Steril* 2014;101:472-487
31. Takeuchi M, Matsuzaki K, Bando Y, Harada M. MR imaging findings of uterine adenomatoid tumors. *Magn Reson Med Sci* 2024;23:127-135
32. Kido A, Togashi K, Koyama T, Yamaoka T, Fujiwara T, Fujii S. Diffusely enlarged uterus: evaluation with MR imaging. *Radiographics* 2003;23:1423-1439
33. Goto N, Oishi-Tanaka Y, Tsunoda H, Yoshikawa H, Minami M. Magnetic resonance findings of primary uterine malignant lymphoma. *Magn Reson Med Sci* 2007;6:7-13

자궁선근증의 분류 체계: 임상화보

배한나 · 신유리* · 나성은

자기공명영상은 자궁선근증의 진단과 그와 관련된 병리를 발견하는데 중요한 도구이다. 자궁선근증을 정확히 진단하기 위해서는 자궁선근증의 전형적인 자기공명영상 소견과 함께 비전형적인 특징을 인식하는 것이 필요하다. 최근에는 자궁선근증의 수술 전 정확한 진단과 적절한 치료법을 결정하기 위해 표준화된 분류 시스템이 개발되었다. 자기공명영상 기반 분류에 따라 다양한 아형을 구분하여 서로 다른 자기공명영상 표현형을 식별하는 것은 자궁선근증 환자를 특정 치료로 분류하고 치료 반응을 모니터링하는데 도움이 될 수 있다.

가톨릭대학교 서울성모병원 영상의학과