



Jinekolojik Malignitelerde PET/MR Görüntüleme

PET/MR Imaging in Gynecological Malignancies

Çiğdem Soydal, Gizem İnal, Özlem Küçük

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Öz

Jinekolojik kanserlerin evrelemesinde tümörün lokal yayılımının, komşu lenf nodlarının ve uzak organların değerlendirilmesi gereklidir. Jinekolojik malignitelerin değerlendirilmesinde pozitron emisyon tomografisi/manyetik rezonans (PET/MR), pozitron emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi (PET/CT) ve MR görüntülemeye göre sağladığı klinik avantajlar nedeniyle gün geçtikte rutin pratikte daha sık uygulanır hale gelmiştir. Bu avantajlar arasında PET'in sağladığı metabolik bilgi ile MR görüntülemenin sağladığı yüksek yumuşak doku çözünürlüğünü tek bir aşamada sağlaması ve düşük radyasyon maruziyeti sayılabilir. Evrelemedeki avantajları yanında jinekolojik kanserlerin rekürrenslerinin saptanmasında ve tedavi yanıtının değerlendirilmesinde de PET/CT ve MR görüntülemenin tek başına sağladığından daha yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahiptir. Bu derleme makalesinde jinekolojik malignitelerde PET/MR uygulamalarına ait bilgiyi kendi olgu örneklerimiz eşliğinde paylaşmayı amaçladık.

Anahtar Kelimeler: Jinekolojik maligniteler, pozitron emisyon tomografisi, manyetik rezonans görüntüleme

Abstract

In the staging of gynecological cancers, evaluation of local extent of the tumor, neighboring lymph nodes and distant metastasis are necessary. Positron emission tomography/magnetic resonance imaging (PET/MRI) has more frequently been used in the evaluation of gynecological malignancies due to its advantages over positron emission tomography/computed tomography (PET/CT) and MRI. Providing metabolic information from PET and high soft tissue resolution from MRI in the single-step and low radiation exposure can be some of these advantages. In addition to its advantages in the staging, it has higher sensitivity and specificity than PET/CT and MRI alone in the detection of recurrent disease and evaluation of treatment response. In this review we aimed to share the literature in PET/MRI applications in gynecological malignancies with our case examples.

Keywords: Gynecological malignancies, positron emission tomography, magnetic resonance imaging

Giriş

Serviks, endometrium, vajen ve vulva kanserlerini içeren jinekolojik maligniteler kadınlarda izlenen malignitelerin %15'inden sorumludur (1,2,3). Jinekolojik kanserlerin evrelemesinde tümörün lokal yayılımının, komşu lenf nodlarının ve uzak organların değerlendirilmesi gereklidir. Bu değerlendirme için genellikle manyetik rezonans (MR) görüntüleme ve pozitron emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi (PET/CT) gibi birden

fazla görüntüleme yönteminin kombine kullanımı gerekmektedir (4,5,6). MR görüntüleme yüksek yumuşak doku çözünürlüğü sayesinde hastalığın lokal yayılımının değerlendirilmesinde büyük avantaja sahiptir. Bu nedenle jinekolojik malignitelerin değerlendirilmesinde PET/MR, PET/CT ve MR görüntülemeye göre sağladığı klinik avantajlar nedeniyle gün geçtikte rutin pratikte daha sık uygulanır hale gelmiştir (7). Bu avantajlar arasında PET'in sağladığı metabolik bilgi ile MR görüntülemenin

Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Çiğdem Soydal, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

E-posta: csoydal@yahoo.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0002-6199-8551

Geliş Tarihi/Received: 16.08.2024 **Kabul Tarihi/Accepted:** 14.10.2024



Copyright© 2024 Yazar. Türkiye Nükleer Tıp Derneği adına Galenos Yayınevi tarafından yayımlanmıştır.
Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) Uluslararası Lisansı ile lisanslanmış, açık erişimli bir makaledir.

Copyright© 2024 The Author. Published by Galenos Publishing House on behalf of Turkish Nuclear Medicine Society.
This is an open access article under the Creative Commons AttributionNonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

sağladığı yüksek yumuşak doku rezolüsyonunun tek bir aşamada elde edilmesi ve hastaya görece düşük radyasyon maruziyetinin olması sayılabilir. Evrelemedeki avantajları yanında jinekolojik kanserlerde rekürrens saptanmasında ve tedavi yanıtının değerlendirilmesinde de PET/BT ve MR görüntülemenin tek başına sağladığından daha yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahiptir (8,9,10,11,12,13,14).

Jinekolojik maligniteler söz konusu olduğunda tüm vücut bir PET görüntülemenin organ spesifik bir PET/MR çalışması ile kombine edilmesi, lokal evreleme ve uzak organ metastazlar taraması açısından optimal bir seçenek olmaktadır. Uterin malignitelerde myometrial invazyon derinliği, ektrauterin mesafeye ve vajene uzanımın değerlendirilebilmesi için *fast spin-eko* (FSE) sagittal ve transaksial görüntüler, yüksek rezolüsyonlu T2 ağırlıklı FSE transaksial oblik ve koronal oblik MR görüntüleri alınmalıdır. Oblik görüntüler uterusun uzun aksına paralel açı verilerek alınmalıdır. Tanısal doğruluğun artırılması için difüzyon ağırlıklı görüntüleme eklenebilir. Ayrıca pelvik ve paraaortik lenf nodlarının değerlendirilebilmesi için renal düzeyden pelvise kadar T2 ağırlıklı transaksial görüntülemenin eklenmesi faydalı olacaktır. Over malignitelerinde ise pelvise yönelik 3 düzlem T2 ağırlıklı görüntüler, transaksial difüzyon ağırlıklı görüntüler ve kontrastlı transaksial T1 ağırlıklı görüntüler alınmalıdır. Ek olarak lenf nodlarının ve peritoneal tutulumun değerlendirilmesi için renal hilustan simfizis pubise kadar transaksial düzlem T2 ağırlıklı ve difüzyon ağırlıklı görüntüler alınmalıdır.

Jinekolojik organlarda F-18 florodeoksiglukoz (FDG) tutulumu gösteren benign lezyonların ve fizyolojik süreçlerin sıklığı göz önünde bulundurulduğunda PET/MR, PET/BT'ye göre okuyucular arasında benign ve malign lezyonların ayrımı açısından yüksek bir uyumun sağlanmasına da olanak sağlar (8). Bu derleme makalesinde jinekolojik malignitelerde PET/MR uygulamalarına ait bilgiyi kendi olgu örneklerimiz eşliğinde paylaşmayı amaçladık.

Serviks Kanseri

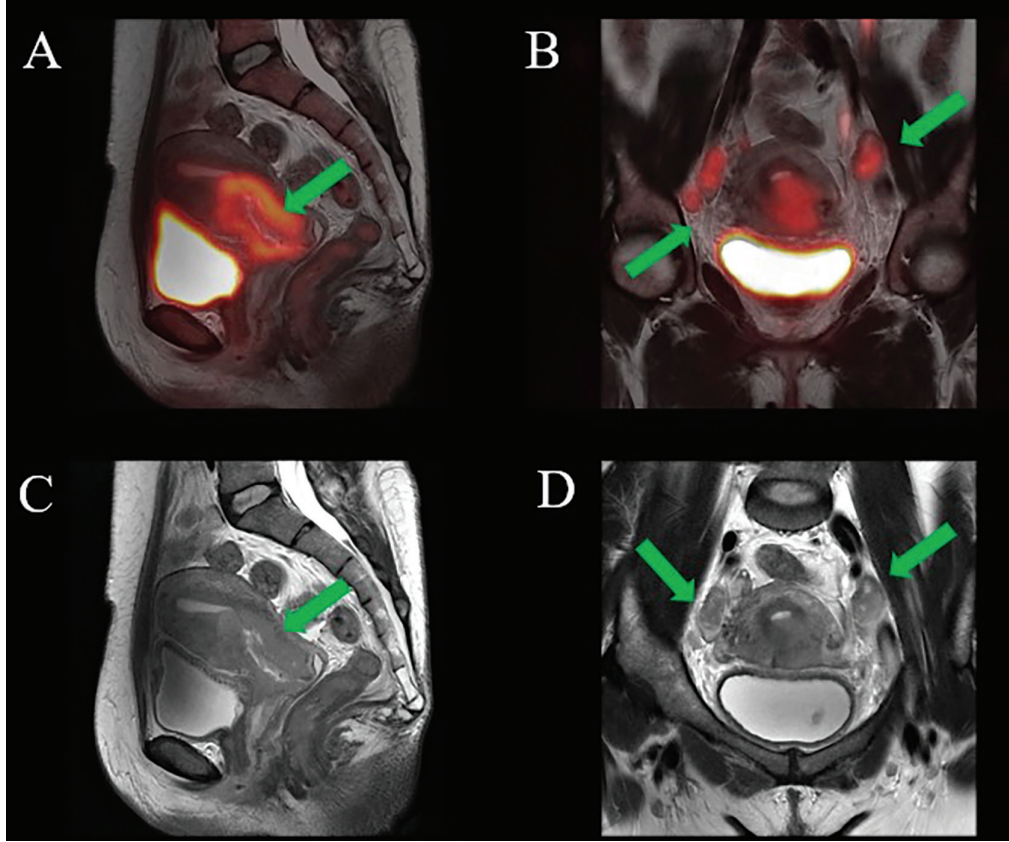
MR ve F-18 FDG PET/BT invaziv serviks kanserinin evrelemede, lokal ve uzak organ tutulumunun değerlendirilmesinde ve sağkalımın öngörülmesinde sıklıkla kullanılan yöntemlerdir (15,16). Serviks kanserinde PET/MR'ın diğer yöntemler ile karşılaştırıldığı çalışmalar bulunmaktadır (17,18,19). Bu çalışmalardan birinde PET/MR (%83) ve kontrastlı MR'ın (%83), kontrastlı BT

ile yapılmış PET/BT (%53) çalışmasına göre tümör (T) evrelemede daha yüksek tanısal doğruluğu olduğu gösterilmiştir (18).

Serviks kanserinin evrelemede cerrahi öncesi saptanamayan lenf nodu metastazları en önemli sorunu oluşturmaktadır. PET/MR bu anlamda serviks kanserinin evrelemede cerrahi evrelemeye alternatif olabilecek, maliyeti düşüren, invaziv olmayan bir alternatif olarak umut vadetmektedir (Şekil 1). Kim ve ark. (19) cerrahi öncesi MR ve PET/BT uygulanan 79 serviks kanserli hastaya ait bulgularını bildirmişler ve üçlü modalite şeklinde uygulanan PET/MR'ın lenf nodu metastazlarını saptamada PET/BT'ye göre daha başarılı olduğunu göstermişlerdir. Steiner ve ark. (17) yaptıkları çalışmada ise PET/MR'da ölçülen tümör boyutu ile patolojik boyut arasında MR'ın tek başına olduğundan daha yüksek korelasyona sahip olduğunu bulmuşlardır. Ancak lenf nodu (N) evrelemesi açısından bakıldığında PET/MR ve MR'ın etkinlikleri arasında fark bulmamışlardır [alıcı işletim karakteristiği eğrisinin altında kalan alan (AUC) 0,73] (17). Serviks kanserinde radyoterapi (RT) planlamasında PET tümör hacminin belirlenmesi ve lenf nodu metastazlarının saptanmasında başarılıdır (20). Ancak MR ile kombine edildiğinde MR sayesinde tümör sınırlarının daha doğru seçilerek tümör hacmini daha doğru gösterir (17). PET/MR aynı zamanda parametrial invazyonun değerlendirilmesini tek başına MR'a göre daha yüksek başarı ile yapar (AUC 0,89 vs. 0,73) (17). Tedavi sonrasında izlenen akut ödem ve enflamasyon PET görüntülemeye yalancı pozitifliğe neden olabilir (21). Ancak MR bulguları ödemin rezidü tümörden ayırt edilmesini sağlayabilir (Şekil 2) (22). PET/MR'ın bu hasta grubundaki bir diğer uygulama alanı ise RT sonrası izlenen skar ve fibrozis rezidü tümörden ayırt edilmesi olabilir (23,24). Schwarz ve ark. (25) RT sonrası 3. ayda F-18 FDG PET'te izlenen metabolik yanıtın sağkalımı öngörmede tedavi öncesi lenf nodu durumundan daha değerli olduğunu göstermişlerdir (25). Kidd ve ark. (26) ise pelvik lenf nodlarının maksimum standart uptake değeri (SUV_{maks}) değerlerinin primer serviks kitlesinin SUV_{maks} değerinden bağımsız olduğunu ve tedavi yanıtı, hastalık nüksü ve sağkalımı öngörebilen bir biyobelirteç olduğunu bildirmişlerdir (26).

Endometrium Kanseri

PET/MR'ın sağladığı kantitatif bilgi ile endometrium kanserinin yaygınlığının değerlendirilmesinde ve uygun tedavi planının yapılmasında başarılı olduğu pek çok



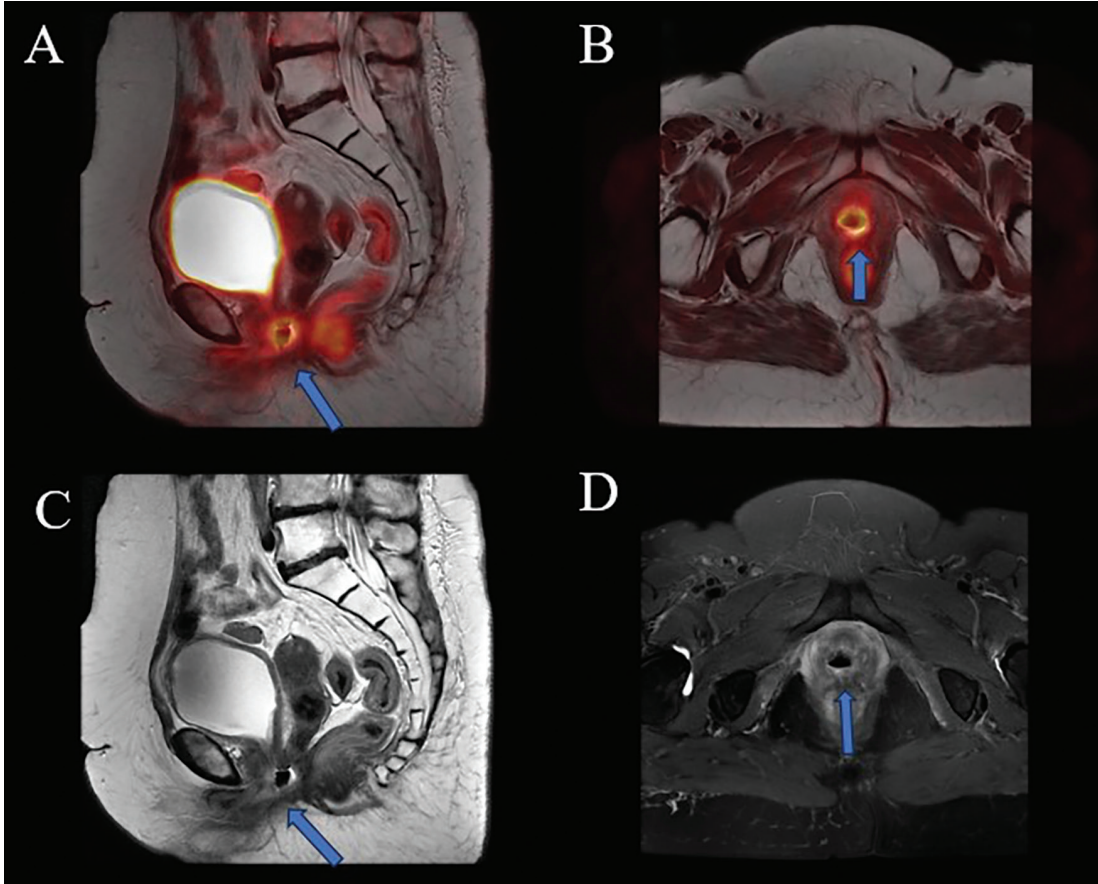
Şekil 1. LEEP uygulaması sonrasında yassı hücreli serviks kanseri tanısı alan 65 yaşında kadın hastaya ait A. Sagittal kesit PET/T2 ağırlıklı FSE MR füzyon görüntüsü, B. Koronal kesit PET/T2 ağırlıklı FSE MR füzyon görüntüsü, C. Sagittal kesit T2 ağırlıklı FSE MR görüntüsü, D. Koronal kesit T2 ağırlıklı FSE oblik MR görüntüsü. MR kesitlerinde servikste uterin korpusta ve parametriuma uzanım gösteren en büyük boyutu 6,5 cm ölçülen kitle lezyonu mevcut. Ayrıca bilateral parailiak ve bölgede büyümüş lenf nodları gözlemlendi. PET/MR füzyon görüntülerinde de servikste mevcut kitlede ($SUV_{maks}=17,8$) ve bilateral parailiak lenf nodlarında ($SUV_{maks}=10,1$) patolojik F-18 FDG aktivite birikimleri izlendi. Görüntüleme sonrasında pelvik lenf nodu örneklemesi yapılan hastanın patoloji sonucu bilateral parailiak lenf nodlarında yassı hücreli serviks kanseri metastazı ile uyumlu geldi. Hastaya T2aN1M0 serviks kanseri tanısı ile definitif RT ve sistemik KT başlandı

LEEP: Sıcak konizasyon, PET: Pozitron emisyon tomografi, MR: Manyetik rezonans, SUV: Standart uptake değeri, FDG: Florodeoksiglukoz, RT: Radyoterapi, KT: Kemoterapi, FSE: Fast spin eko

çalışmada ortaya konulmuştur (27,28,29). Tsuyoshi ve ark. (29) düşük riskli ve yüksek riskli endometrial kanserli hastalarda PET/MR bulgularını karşılaştırmışlardır. SUV_{maks} /görünen difüzyon katsayısı (ADC) oranının tümör agresifliğini öngörmede tek başına ADC ve SUV_{maks} değerleri ile karşılaştırıldığında en yüksek doğruluğa sahip parametre olduğunu göstermişlerdir (AUC değerleri sırasıyla 0,83, 0,72 ve 0,66; $p<0,05$). Bu bulgu uygun tedavi planının seçilmesi açısından önemli olabilir. Kırk yedi endometrial kanser hastasının dahil edildiği bir başka çalışmada SUV_{maks} ve ADC_{min} değerleri arasında ters bir korelasyon olduğu gösterilmiştir ($r=-0,53$; $p=0,001$) (27). Ek olarak

ileri evre, derin myometriyal invazyona sahip, servikal stroma invazyonu olan, lenfovasküler invazyonu olan ve lenf nodu metastazı bulunan tümörlerin daha yüksek SUV_{maks}/ADC_{min} oranına sahip olduğu gösterilmiştir.

The National Comprehensive Cancer Network 2020 uygulama rehberi endometrium kanserinin bölgesel evrelemesinde MR önermektedir (30). PET/BT ise lenf nodlarının ve uzak metastazların değerlendirilmesinde düşük riskli ancak klinik olarak metastaz şüphesi olan hastalarda ve yüksek riskli hastalarda önerilmektedir (31-33). Rekürrens şüphesi olan hastalarda ise pelvik ya da abdomen MR'ın yanında, toraks, abdomen ve pelvis BT



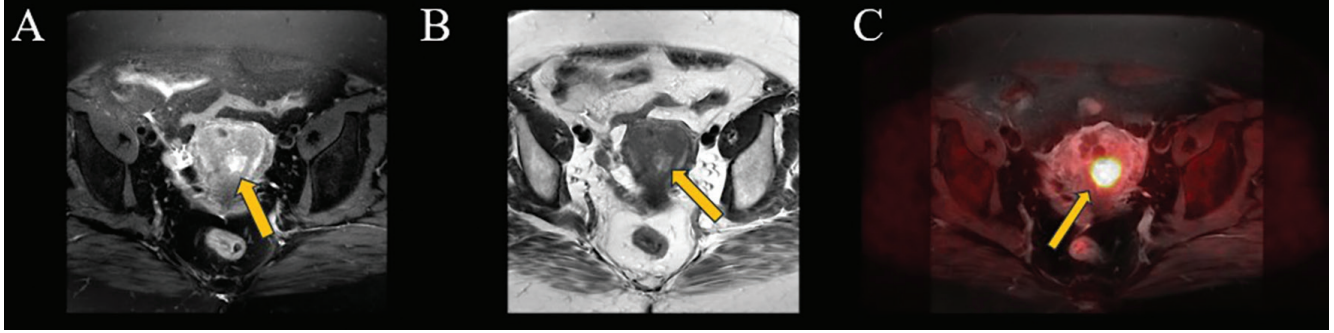
Şekil 2. 2017 yılında yassı hücreli serviks kanseri tanısı alan ve RT uygulanan 65 yaşında kadın hastaya lokal nüks şüphesi nedeniyle yapılan PET/MR çalışmasına ait A. Sagittal kesit PET/T2 ağırlıklı FSE MR füzyon görüntüsü B. Transaksyonel kesit PET/T2 ağırlıklı FSE MR füzyon görüntüsü C. Sagittal kesit T2 ağırlıklı FSE MR görüntüsü D. Transaksyonel oblik kesit T2 ağırlıklı FSE MR görüntüsü. MR görüntülerinde vajen-serviks bileşkesinde en geniş yerinde yaklaşık 18 mm ölçülen periferik kontrastlanan, duvar kalınlaşmasının eşlik ettiği nodüler lezyon izlendi. PET/MR füzyon görüntülerinde aynı lezyona uyan alanda patolojik F-18 FDG birikimi ($SUV_{maks}=11,4$) saptandı. Görüntüleme sonrası lezyondan yapılan biyopsi ile nüksü doğrulanan hastaya RT uygulandı

RT: Radyoterapi, PET: Pozitron emisyon tomografi, MR: Manyetik rezonans, FDG: Florodeoksiglukoz, FSE: Fast spin eko

veya tüm vücut F-18 FDG PET/BT olası seçenekler olarak önerilmektedir (31). Ancak kombine PET/MR endometrium kanseri evrelemesinde özellikle menstrüel siklusa bağlı değişikliklerin ayırt edilmesinde yardımcı olabilir.

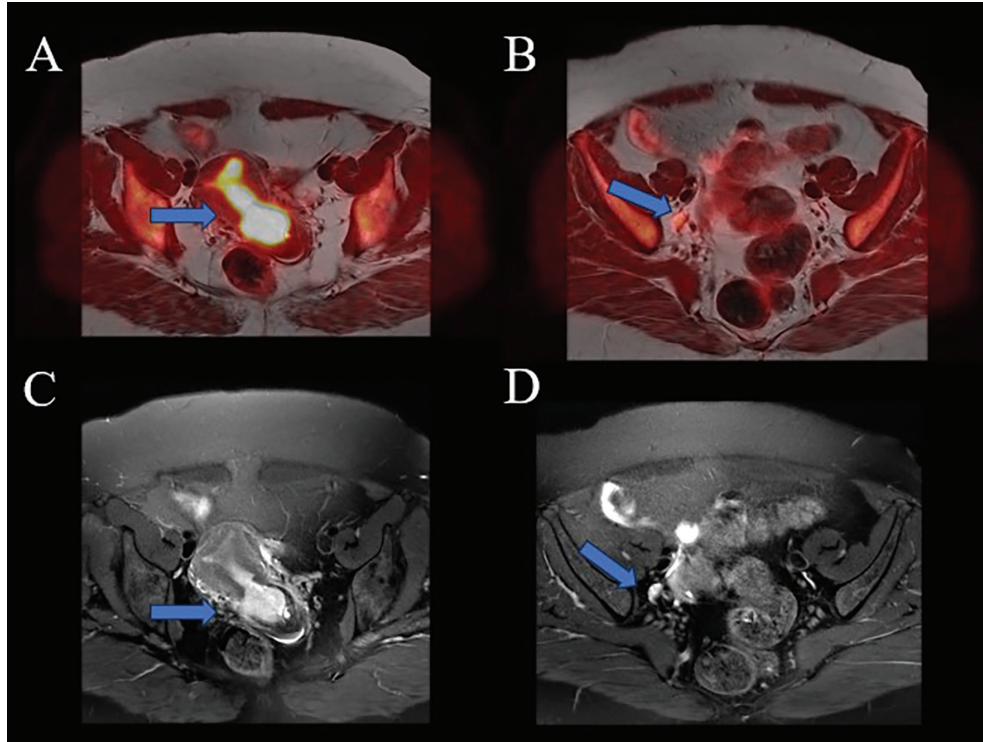
PET/MR, endometrium kanseri evrelemesinde myometrial invazyon ve lenf nodu tutulumunun doğru değerlendirilmesi aşamasında yere sahiptir (Şekil 3 ve Şekil 4). Tsuyoshi ve ark. (34) kontrastsız entegre PET/MR'ın, T evrelemesi için kontrastlı MR ile, N ve metastaz (M) evrelemesi için kontrastlı BT ile benzer performans gösterdiğini bildirmişlerdir. PET/MR ve kontrastlı BT'nin lenf nodu metastazlarını saptamadaki duyarlılıkları sırası ile

%100 ve %14,3 olarak hesaplanmıştır. Kitajima ve ark. (35) ise üçlü modalite olarak PET/BT ve PET/MR'ı karşılaştırmış ve PET/MR'ın T evrelemesinde anlamlı şekilde yüksek tanısal doğruluğu olduğunu (%80'e %60), N evrelemesinde ise iki görüntüleme yönteminin benzer tanısal performansa sahip olduklarını bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada Ironi ve ark. (36) PET/MR'ın myometrial invazyonu saptamada %89 negatif prediktif değer (NPD) ile %77 tanısal doğruluğa, lenf nodu metastazını saptamada ise %96 NPD ile %91 tanısal doğruluğa sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada ayrıca volüm indeksi, total tümör volümü ve tümör volüm oranı gibi volüm bazlı MR parametreleri ile metabolik tümör



Şekil 3. Endometrial küretaj materyali sonucu endometrial adenokarsinom tanısı alan, 65 yaşında kadın hastaya ait, A. Transaksiyel kesit T2 ağırlıklı FSE MR görüntüsü B. Transaksiyel kesit T2 ağırlıklı MR görüntüsü C. Transaksiyel kesit PET/T2 yağ FSE MR füzyon görüntüsü. MR görüntülerinde endometrial kavitede 16x15x12 mm boyutlarında myometrium ½'sine invaze görünümde hafif hiperintens nitelikte lezyon izlenmiştir. PET/MR füzyon görüntülerinde bu lezyonda fokal patolojik aktivite birikimi ($SUV_{maks}=17,3$) izlendi. FIGO evre 1a hastalık ile uyumlu değerlendirilen hastaya TAH+BSO uygulandı. Patoloji sonucunda evre 1 endometrial karsinoma izlendi

MR: Manyetik rezonans, PET: Pozitron emisyon tomografisi, SUV: Standart uptake değeri, FIGO: International Federation of Gynecologists and Obstetricians, TAH: Total abdominal histerektomi, BSO: Bilateral salpingoofektomi



Şekil 4. Endometrial küretaj materyali sonucu endometrial adenokarsinoma tanısı alan 46 yaşında kadın hastaya ait A ve B. Aksiyel kesit PET/T2 ağırlıklı MR görüntüleme füzyon görüntüleri, C ve D. Aksiyel kesit T2 ağırlıklı FSE MR görüntüleri. MR görüntülerinde uterin kavitede ağırlıklı olarak alt segmentte servikal kanalı dolduran yaklaşık 7,5 cm boyutunda ölçülen, sağ yarıda derin myometrial invazyon ve servikal stromaya invazyon gösteren kitle saptandı. PET/MR füzyon görüntülerinde endometrial kavitede mevcut lezyonda saptanan patolojik aktivite tutulumu ($SUV_{maks}:17,5$) yanında bilateral parailiak lenf nodlarında da patolojik tutulumlar ($SUV_{maks}:3,5$) izlendi. Lenf nodlarında izlenen metastaz şüphesi nedeniyle hastaya TAH ve BSO yanında pelvik ve paraaortik lenf nodu diseksiyonu da uygulandı. Patoloji sonucunda Grade 2 endometrial adenokarsinoma yanında bilateral parailiak lenf nodlarında metastaz saptandı

PET: Pozitron emisyon tomografisi, MR: Manyetik rezonans, FSE: Fast spin-eko, SUV: Standart uptake değeri, TAH: Total abdominal histerektomi, BSO: Bilateral salpingoofektomi

volümü ve total lezyon glikolizisi gibi PET parametrelerinin lenfovasküler invazyon varlığını öngörebilen, yüksek ve düşük riskli hasta gruplarını ayırt edebilen parametreler olduğu da bulunmuştur. Sonuç olarak PET/MR endometrium kanserli hastaların preoperatif evrelemede güçlü bir alternatif olarak ön plana çıkmaktadır. PET/MR endometrium kanserli hastaların takbinde olası rekürren hastalığı saptama konusunda da yardımcı olabilir. Premenopozal kadınlarda menstrual kanamanın ilk 3 gününde ve siklusun ortasında endometriumda yoğun fizyolojik F-18 FDG tutulumu izlenir. Bu dönemde PET/MR, izlenen tutulumun fizyolojik olup olmadığının ayırt edilmesini sağlayabilir (25,26,27,37,38,39,40). Ayrıca premenopozal dönemdeki kadınlarda endometriumdaki tümöre ait patolojik tutulumun eşlik eden fizyolojik tutulumdan ayırt edilmesini de kolaylaştıracaktır.

Over Kanseri

Şüpheli over kitlelerinin değerlendirmesinde ultrason ve BT sıklıkla kullanılan yöntemlerdir. Pelvik MR ve PET/BT ise over kanseri tanısı alan hastalarda evrelemede kullanılır. İleri evre epitelyal over kanserlerinde tamamlayıcı bir yöntem ile sistemik evreleme önerilmektedir. PET/MR over kanserli hastalarda TNM evrelemede kullanılır. Yapılmasında, cerrahi için optimal aday olmayan hastaların seçilmesinde, FDG tutulumu gösteren over kitlelerin benign-malign ayrımının yapılmasında yardımcı olabilir. PET/MR over lezyonlarının değerlendirilmesinde PET/BT'ye göre daha yüksek özgüllük ve duyarlılığa sahiptir (41). Over kanserli hastalarda cerrahiye uygunluk kararı verirken en önemli sorunlardan biri peritoneal hastalık yükünün değerlendirilmesidir. Bu aşamada PET/MR görüntülemenin tek başına MR'a göre peritoneal karsinomatozis indeksini daha doğru değerlendirdiği ve cerrahi için optimal aday olmayan hastaları daha doğru seçtiği gösterilmiştir (Şekil 5) (42). Reprodüktif dönemdeki kadınlarda overde izlenen FDG tutulumlarının fizyolojik olma olasılığı yüksektir (25,26,27). Ancak postmenopozal bir kadında overde izlenen FDG tutulumları mutlaka ileri tetkiki gerektirir (27). Fizyolojik olabilecek ovarian FDG tutulumları PET/MR'daki MR bulguları ile konfirme edilebilir.

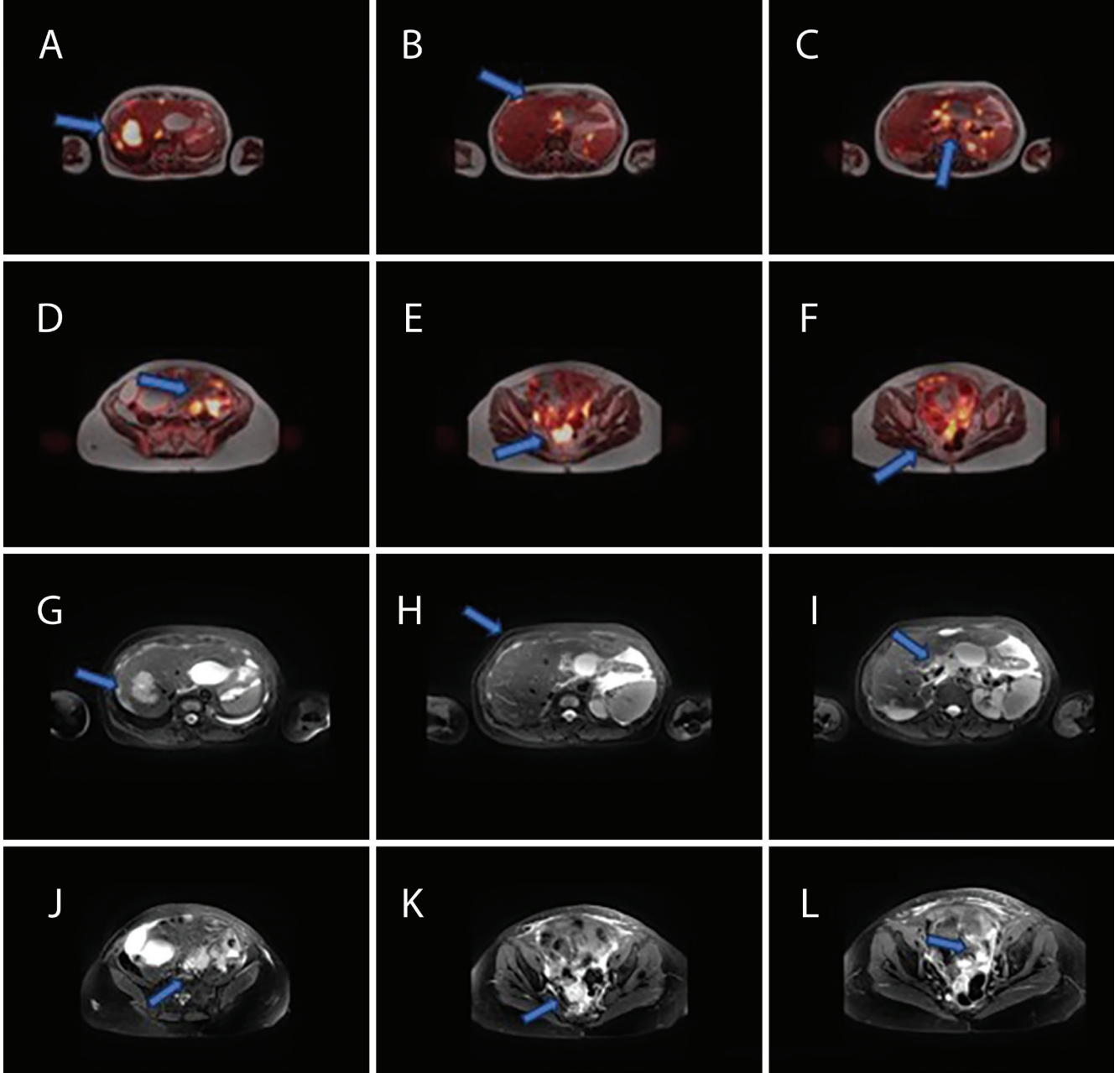
Vajen ve Vulva Kanserleri

Amerika Radyoloji Okulu, rekürren vajen kanserinin lokal evrelemede MR, nodal ve uzak metastaz değerlendirmesinde PET/BT'yi önermektedir (43).

Ayrıca bu hastalarda görüntüleme yöntemleri RT planlaması aşamasında çevre sağlıklı dokunun korunması için de önem arz etmektedir (Şekil 6). PET/MR vajen ve vulva kanserli hastalarda önemli bilgiler sağlar. Bunların en başında rekürren hastalık ile tedavi veya cerrahi ile ilişkili değişikliklerin ayırt edilmesi gelir (24). Vulva kanserinde lenf nodu metastazının varlığı en önemli prognostik faktördür. Buna karşın son 10 yılda erken evre hastalıkta lenf nodu metastazını saptayabilecek önemli bir gelişme kaydedilmemiştir (44). Cohn ve ark. (45) yaptıkları çalışmada PET/BT'nin vulva kanserinin inguinal lenf nodu metastazlarını saptamada yüksek özgüllüğe sahip olduğu, buna karşın düşük duyarlılık ve NPD'ye sahip olduğu gösterilmiştir. Tam aksine 160 vulva kanserli hastanın dahil edildiği bir diğer çalışmada ise PET/BT inguinal ve pelvik lenf nodu metastazlarını saptamada yüksek duyarlılık ve NPD göstermiştir (46).

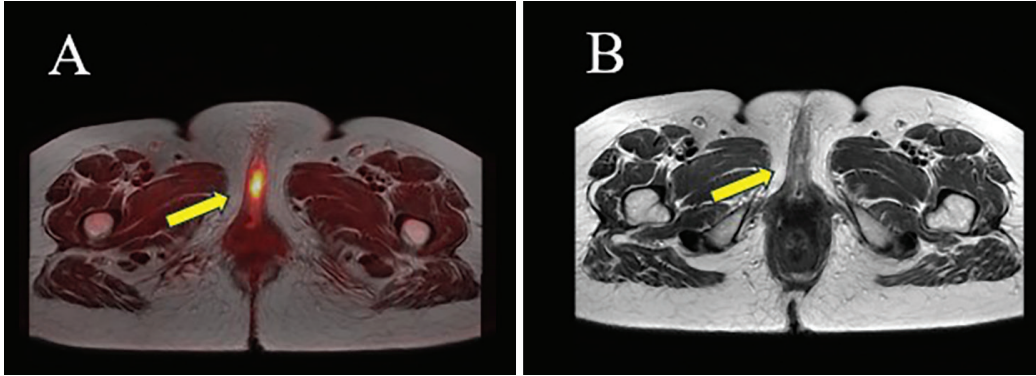
Sonuç

PET/MR, PET'in sağladığı fizyolojik ve moleküler bilgi ile MR'ın sağladığı anatomik ve fizyolojik bilginin kombinasyonu sayesinde onkoloji pratiğinde gittikçe popüler hale gelen bir görüntüleme yöntemi olmaktadır. Jinekolojik tümörler özelinde bakıldığında PET/MR'ın jinekolojik tümörlerde evreleme aşamasında tümörün lokal evrelemesi, lenf nodlarının değerlendirilmesi, tanı anındaki mevcut ekstrapelvik metastazların değerlendirilmesinde ve tedavi yanıtının değerlendirilmesinde PET/BT'ye göre daha yüksek tanısal performansa sahip olduğu gösterilmiştir. PET/MR'ın bu hasta grubunda uygulanması yalancı pozitif ve yalancı negatif bulguları azaltmakta, böylelikle gereksiz tedavileri azaltmaktadır. Yakın gelecekte jinekolojik malignitelere daha spesifik radyofarmasötiklerin kullanıma sunulması, MR temelli atenüasyon ve hareket düzeltmesindeki gelişmeler ile PET/MR sistemleri daha yaygın kullanım alanı bulabilir. Günümüz koşullarında PET/MR sistemlerinin yüksek maliyeti göz önünde tutulduğunda jinekolojik malignitelere etkinliğinin ve hasta sonuçları üzerindeki etkilerinin daha fazla klinik çalışma ile ortaya konulması gerekmektedir. Sonuç olarak mevcut literatür bilgisi ile PET/MR'ın jinekolojik malignitelere kullanılan rutin görüntüleme yöntemlerine göre pek çok üstünlüğünün bulunduğunu ve gelecekte bu hasta grubunun klinik yönetiminde büyük yer alma potansiyeli olduğunu söyleyebiliriz.



Şekil 5. 2020 yılında seröz over karsinomu tanı konulan 60 yaşında kadın hastaya ait A, B, C, D, E, F transaksiyel kesit PET/T2 ağırlıklı FSE MR füzyon görüntüleri. G, H, I, J, K, L transaksiyel kesit T2 ağırlıklı FSE MR görüntüleri. MR görüntülerinde karaciğer ve dalak kapsülünde milimetrik yumuşak doku kalınlaşmaları izlendi. Ayrıca kubbe düzeyinde segment 8-7 bileşkesinde subkapsüler yerleşimli birbiri ile birleşme eğilimi gösteren 3 cm boyutlu lezyonlar dikkati çekti. Pelvik bölgede peritoneal yüzlerde en büyüğü presakral bölgede yaklaşık 2 cm boyutunda olmak üzere peritoneal nodüler lezyonlar mevcuttu. PET/MR füzyon görüntülerinde de bu lezyonlarda patolojik aktivite tutulumları izlendi. Hastaya peritoneal nüks nedeniyle sistemik KT başlandı

PET: Pozitron emisyon tomografisi, FSE: Fast spin-eko, MR: Manyetik rezonans, KT: Kemoterapi



Şekil 6. Vulvada kaşıntılı lezyondan biyopsi sonucu yassı hücreli karsinom ile uyumlu gelen 71 yaşında kadın hastaya ait A. Aksiyel kesit PET/T2 ağırlıklı füzyon görüntüsü, B. T2 ağırlıklı MR görüntüsü. MR görüntülerinde klitoris düzeyinde hafif hiperintens görünümde lezyon saptandı. PET/MR füzyon görüntülerinde aynı lezyonda fokal patolojik aktivite birikimi ($SUV_{maks} : 8,5$) izlendi. Lenf nodu ya da uzak organ tutulumunu düşündürür bulgu saptanmayan hastaya primer lezyona yönelik RT başlandı

PET: Pozitron emisyon tomografisi, MR: Manyetik rezonans, SUV: Standart uptake değeri, RT: Radyoterapi

Kaynaklar

- Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2021;71:209-249.
- Ferlay J, Colombet M, Soerjomataram I, et al. Cancer statistics for the year 2020: An overview. *Int J Cancer.* 2021 Apr 5.
- Siegel RL, Miller KD, Wagle NS, Jemal A. Cancer statistics, 2023. *CA Cancer J Clin.* 2023;73:17-48.
- Antoch G, Vogt FM, Freudenberg LS, et al. Whole-body dual-modality PET/CT and whole-body MRI for tumor staging in oncology. *JAMA.* 2003;290:3199-3206.
- Beyer T, Townsend DW, Brun T, et al. A combined PET/CT scanner for clinical oncology. *J Nucl Med.* 2000;41:1369-1379.
- Bar-Shalom R, Yefremov N, Guralnik L, et al. Clinical performance of PET/CT in evaluation of cancer: additional value for diagnostic imaging and patient management. *J Nucl Med.* 2003;44:1200-1209.
- Delso G, Fürst S, Jakoby B, et al. Performance measurements of the Siemens mMR integrated whole-body PET/MR scanner. *J Nucl Med.* 2011;52:1914-1922.
- Beiderwellen K, Grueneisen J, Ruhlmann V, et al. [(18)F]FDG PET/MRI vs. PET/CT for whole-body staging in patients with recurrent malignancies of the female pelvis: initial results. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2015;42:56-65.
- Bhatla N, Berek JS, Cuello Fredes M, et al. Revised FIGO staging for carcinoma of the cervix uteri. *Int J Gynaecol Obstet.* 2019;145:129-135.
- Kirchner J, Sawicki LM, Suntharalingam S, et al. Whole-body staging of female patients with recurrent pelvic malignancies: Ultra-fast 18F-FDG PET/MRI compared to 18F-FDG PET/CT and CT. *PLoS One.* 2017;12:e0172553.
- Sawicki LM, Kirchner J, Grueneisen J, et al. Comparison of 18F-FDG PET/MRI and MRI alone for whole-body staging and potential impact on therapeutic management of women with suspected recurrent pelvic cancer: a follow-up study. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2018;45:622-629.
- Kitajima K, Suenaga Y, Ueno Y, et al. Value of fusion of PET and MRI in the detection of intra-pelvic recurrence of gynecological tumor: comparison with 18F-FDG contrast-enhanced PET/CT and pelvic MRI. *Ann Nucl Med.* 2014;28:25-32.
- Grueneisen J, Schaarschmidt BM, Heubner M, et al. Implementation of FAST-PET/MRI for whole-body staging of female patients with recurrent pelvic malignancies: A comparison to PET/CT. *Eur J Radiol.* 2015;84:2097-2102.
- Grueneisen J, Beiderwellen K, Heusch P, et al. Simultaneous positron emission tomography/magnetic resonance imaging for whole-body staging in patients with recurrent gynecological malignancies of the pelvis: a comparison to whole-body magnetic resonance imaging alone. *Invest Radiol.* 2014;49:808-15.
- Mirpour S, Mhlana JC, Logeswaran P, Russo G, Mercier G, Subramaniam RM. The role of PET/CT in the management of cervical cancer. *AJR Am J Roentgenol.* 2013;201:W192-W205.
- Lee SI, Atri M. 2018 FIGO staging system for uterine cervical cancer: enter cross-sectional imaging. *Radiology.* 2019;292:15-24.
- Steiner A, Narva S, Rinta-Kiikka I, Hietanen S, Hynninen J, Virtanen J. Diagnostic efficiency of whole-body 18F-FDG PET/MRI, MRI alone, and SUV and ADC values in staging of primary uterine cervical cancer. *Cancer Imaging.* 2021;21:16.
- Kitajima K, Suenaga Y, Ueno Y, et al. Fusion of PET and MRI for staging of uterine cervical cancer: comparison with contrast-enhanced (18)F-FDG PET/CT and pelvic MRI. *Clin Imaging.* 2014;38:464-469.
- Kim SK, Choi HJ, Park SY, et al. Additional value of MR/PET fusion compared with PET/CT in the detection of lymph node metastases in cervical cancer patients. *Eur J Cancer.* 2009;45:2103-2109.

20. Miller TR, Grigsby PW. Measurement of tumor volume by PET to evaluate prognosis in patients with advanced cervical cancer treated by radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2002;53:353-359.
21. Rahman WT, Wale DJ, Viglianti BL, et al. The impact of infection and inflammation in oncologic 18F-FDG PET/CT imaging. *Biomed Pharmacother.* 2019;117:109168.
22. White NS, McDonald CR, Farid N, Kuperman JM, Kesari S, Dale AM. Improved conspicuity and delineation of high-grade primary and metastatic brain tumors using "restriction spectrum imaging": quantitative comparison with high B-value DWI and ADC. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2013;34:958-964.
23. Nie J, Zhang J, Gao J, et al. Diagnostic role of 18F-FDG PET/MRI in patients with gynecological malignancies of the pelvis: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2017;12:e0175401.
24. McGettigan M, Zulfiqar M, Shetty AS. Imaging of vaginal and vulvar malignancy. *Radiol Clin North Am.* 2023;61:651-670.
25. Schwarz JK, Siegel BA, Dehdashti F, Grigsby PW. Association of posttherapy positron emission tomography with tumor response and survival in cervical carcinoma. *JAMA.* 2007;298:2289-2295.
26. Kidd EA, Siegel BA, Dehdashti F, Grigsby PW. Pelvic lymph node F-18 fluorodeoxyglucose uptake as a prognostic biomarker in newly diagnosed patients with locally advanced cervical cancer. *Cancer.* 2010;116:1469-1475.
27. Shih IL, Yen RF, Chen CA, et al. Standardized uptake value and apparent diffusion coefficient of endometrial cancer evaluated with integrated whole-body PET/MR: correlation with pathological prognostic factors. *J Magn Reson Imaging.* 2015;42:1723-1732.
28. Nakamura K, Joja I, Fukushima C, et al. The preoperative SUVmax is superior to ADCmin of the primary tumour as a predictor of disease recurrence and survival in patients with endometrial cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2013;40:52-60.
29. Tsuyoshi H, Tsujikawa T, Yamada S, et al. FDG-PET/MRI with high-resolution DWI characterises the distinct phenotypes of endometrial cancer. *Clin Radiol.* 2020;75:209-215.
30. Network, N.C.C. Uterine Neoplasms, Version 2.2023, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. Available online: https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/uterine.pdf (accessed on 8 January 2024).
31. Gadducci A, Cosio S, Fanucchi A, Cristofani R, Genazzani AR. An intensive follow-up does not change survival of patients with clinical stage I endometrial cancer. *Anticancer Res.* 2000;20:1977-1984.
32. Bollineni VR, Ytre-Hauge S, Bollineni-Balabay O, Salvesen HB, Haldorsen IS. High diagnostic value of 18F-FDG PET/CT in endometrial cancer: systematic review and meta-analysis of the literature. *J Nucl Med.* 2016;57:879-885.
33. Tanaka T, Terai Y, Yamamoto K, Yamada T, Ohmichi M. The diagnostic accuracy of fluorodeoxyglucose-positron emission tomography/computed tomography and sentinel node biopsy in the prediction of pelvic lymph node metastasis in patients with endometrial cancer: A retrospective observational study. *Medicine (Baltimore).* 2018;97:e12522.
34. Tsuyoshi H, Tsujikawa T, Yamada S, Okazawa H, Yoshida Y. Diagnostic value of 18F-FDG PET/MRI for staging in patients with endometrial cancer. *Cancer Imaging.* 2020 Oct;20:75.
35. Kitajima K, Suenaga Y, Ueno Y, et al. Value of fusion of PET and MRI for staging of endometrial cancer: comparison with ¹⁸F-FDG contrast-enhanced PET/CT and dynamic contrast-enhanced pelvic MRI. *Eur J Radiol.* 2013;82:1672-1676.
36. Ironi G, Mapelli P, Bergamini A, et al. Hybrid PET/MRI in staging endometrial cancer: diagnostic and predictive value in a prospective cohort. *Clin Nucl Med.* 2022;47:e221-e229.
37. Gordon BA, Flanagan FL, Dehdashti F. Whole-body positron emission tomography: normal variations, pitfalls, and technical considerations. *AJR Am J Roentgenol.* 1997;169:1675-1680.
38. Shreve PD, Anzai Y, Wahl RL. Pitfalls in oncologic diagnosis with FDG PET imaging: physiologic and benign variants. *Radiographics.* 1999;19:61-77.
39. Yasuda S, Ide M, Takagi S, Shohtsu A. Intrauterine accumulation of F-18 FDG during menstruation. *Clin Nucl Med.* 1997;22:793-794.
40. Chander S, Meltzer CC, McCook BM. Physiologic uterine uptake of FDG during menstruation demonstrated with serial combined positron emission tomography and computed tomography. *Clin Nucl Med.* 2002;27:22-24.
41. Fiaschetti V, Calabria F, Crusco S, et al. MR-PET fusion imaging in evaluating adnexal lesions: a preliminary study. *Radiol Med.* 2011;116:1288-1302.
42. Jónsdóttir B, Marcickiewicz J, Borgfeldt C, et al. Preoperative and intraoperative assessment of myometrial invasion in endometrial cancer-A Swedish Gynecologic Cancer Group (SweGCG) study. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2021;100:1526-1533.
43. Expert Panel on GYN and OB Imaging; Kilcoyne A, Gottumukkala RV, Kang SK, et al. ACR Appropriateness Criteria® staging and follow-up of primary vaginal cancer. *J Am Coll Radiol.* 2021;18:S442-S455.
44. Preti M, Bucci L, Micheletti L, Privitera S, et al. Four-decade trends in lymph node status of patients with vulvar squamous cell carcinoma in northern Italy. *Sci Rep.* 2021;11:5661.
45. Cohn DE, Dehdashti F, Gibb RK, et al. Prospective evaluation of positron emission tomography for the detection of groin node metastases from vulvar cancer. *Gynecol Oncol.* 2002;85:179-184.
46. Rufini V, Garganese G, Ieria FP, et al. Diagnostic performance of preoperative [18F]FDG-PET/CT for lymph node staging in vulvar cancer: a large single-centre study. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2021;48:3303-3314.