

Peranan T2 HASTE dan T2 HASTE Fat Saturation pada Kasus Kanker Serviks di Instalasi Radiodiagnostik RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung

Qotrunnada Mahmudya¹, Bagus Abimanyu², Andrey Nino Kurniawan³

¹ Rumah Sakit Citra Medika, Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia

^{2,3} Poltekkes Kemenkes Semarang, Indonesia

Corresponding author: Andrey Nino Kurniawan

Email: andreynino_jtrr@poltekkes-smg.ac.id

ABSTRACT

Background: MRI pelvic examination procedure of cervical cancer case in Radiodiagnostic installation of RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung using T2 HASTE sequence and T2 HASTE Fat Saturation where the sequence is not used by some literature. This study aims to determine the examination procedure and the reason for the addition of the sequence in the pelvic MRI examination with cervical cancer cases.

Methods This study is a qualitative research with a case study approach. Respondents in this study include 3 patients, 3 radiographers, 3 Radiology Specialists, and 1 dispatcher. Data collection is done by observation, interview, and documentation. Data analysis using interactive models with the stages of data collection, data reduction, data presentation, discussion and conclusion.

Results: Pelvic MRI examination protocol with cervical cancer cases on pre contrast using localizer sequences, T2 HASTE sagittal, axial, and coronal, T2 HASTE Fat Saturation sagittal, T1 TSE sagittal and axial, DWI, T2 TSE STIR coronal. While in post contrast using sequence T1 VIBE Dynamic sagittal, T1 TSE Fat saturation axial, sagittal and coronal. The reason for the addition of T2 HASTE is to see lesions in the cervical area, measure the magnitude of the mass, reduce moving artifacts due to diaphragm movement, and be able to show enlarged lymph nodes in the pelvic area. The addition of T2 HASTE Fat Saturation is used to determine and detect the composition of cervical cancer lesions from cystic, solid, or bleeding.

Conclusion: T2 HASTE can detect and measure the magnitude of the mass while T2 haste Fat Saturation can see the components of the mass.

Keywords: cervical cancer; pelvic MRI ; T2 HASTE; Fat Saturation

Pendahuluan

Kanker serviks merupakan penyakit keganasan yang menyerang organ leher uterus atau serviks uterus. Kanker serviks termasuk penyebab kematian kedua paling banyak pada wanita dengan perkiraan 527.600 kasus baru dan angka kematian 265.700 per tahunnya. Pada tahun 2020 terdapat 604.000 kasus baru dari kanker serviks yang ditemukan. Dari perkiraan 342.000 kematian akibat kanker serviks pada tahun 2020, sekitar 90% di antaranya terjadi di negara berpendapatan rendah dan menengah (Bermudez et al., 2015).

Salah satu modalitas pencitraan pelvis yang digunakan dalam penegakan diagnosis pada pasien dengan kasus kanker serviks adalah Magnetic Resonance Imaging (MRI). MRI adalah modalitas utama sebagai penentu staging kanker serviks yang memiliki tingkat akurasi sebesar 61% hingga 81.4%. Selain itu, MRI juga dapat

memvisualisasikan invasi kanker ke daerah parametrial yang memiliki nilai spesifisitas 100% dan sensitivitas sebesar 83% (Mansoori et al., 2020).

Sekuen yang digunakan pada pemeriksaan MRI pelvis dengan klinis kanker serviks adalah T2-weighted Fast Recovery Fast Spin Echo (FRFSE) sagittal, coronal, dan axial oblique, T2-weighted upper body axial, dan axial oblique Diffusion Weighted Imaging (DWI) (Rauch et al., 2014). Sedangkan menurut Mansoori et al., (2020) sekuen yang digunakan pada klinis kanker serviks antara lain 2D T2W FSE axial, sagittal, coronal oblique dan axial oblique, 2D T1W axial in-phase dan out-phase, 2D DWI axial oblique dan sagittal oblique, serta 3D modified Dixon dynamic axial oblique dan contrast-enhanced sagittal oblique.

MRI pada pembobotan T2 Weighted Image (T2WI) dapat menunjukkan anatomi area rahim dan dengan demikian membantu mengevaluasi tumor rahim dan kondisi ginekologi lainnya (Sakala et al.,

2020). Sekuen Half Acquisition Single-Shot Turbo Spin Echo (HASTE) yang merupakan turunan dari Fast Spin Echo atau Turbo Spin Echo adalah sekuen pulse echo dengan waktu scan yang lebih cepat dibandingkan dengan konvensional spin echo. Pulsa eksitasi 90° diikuti dengan pulse rephasing 180° . Hanya satu langkah phase encoding yang diaplikasikan pada tiap TR di setiap slice dan hanya satu baris k-space yang diisi tiap k-space. Sekuen Fast Spin Echo telah dimodifikasi lanjut untuk menyertakan 3D dan single-shot technique yaitu single shot FSE atau dikenal dengan HASTE (Westbrook, 2014). Menurut Byott & Harris, (2016) sekuen T2 HASTE berfungsi untuk mengidentifikasi perubahan inflamasi, edema, dan cairan. Selain itu T2 HASTE juga dapat mengurangi motion artefak akibat pergerakan dari diafragma pada area scanning abdomen.

Terdapat beberapa teknik dalam mensupresi lemak. Beberapa teknik tersebut diantaranya adalah fat saturation, Short Tau Inversion Recovery (STIR), Spatial Inversion Recovery (SPIR) dan Dixon. Fat Saturation adalah teknik yang biasa digunakan dalam pencitraan MR muskuloskeletal untuk menekan lemak karena selektivitasnya terhadap lemak, Signal to Noise Ratio (SNR) tinggi, dan waktu pemeriksaan yang relatif cepat. Fat saturation cenderung bekerja lebih baik pada kekuatan medan magnet yang lebih tinggi, dengan asumsi homogenitas B0 dan B1. Heterogenitas B0 dapat menggeser puncak air dan lemak utama sehingga pulse RF fat saturation berada di luar rentang frekuensi lemak. Fat saturation juga berguna untuk menghindari motion artefak chemical misregistration (Del Grande et al., 2014).

Fat saturation dapat digunakan pada semua sekuens, karena penekanan lemak dicapai sebelum akuisisi normal dengan saturasi pulsa frekuensi selektif. Dengan demikian sinyal dalam jaringan non-adiposa praktis tidak terpengaruh selama pulsa frekuensi saturasi dan bandwidth dipilih secara benar, mengakibatkan signal noise to ratio (SNR) tinggi. Beberapa penulis menganjurkan penggunaan pencitraan fat saturation T2 untuk meningkatkan sensitivitas dalam mengidentifikasi perubahan inflamasi (Byott & Harris, 2016). Menurut ALICI DAVUTOĞLU et al., (2018) sekuen Fat Saturation yang dipadukan dengan T2 HASTE digunakan sebagai sekuen rutin untuk pemeriksaan MRI pelvis dengan kasus Placenta previa accreta.

Berdasarkan hasil observasi peneliti, teknik pemeriksaan MRI pelvis dengan klinis kanker serviks di Instalasi Radiodiagnostik RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung menggunakan sekuen yang

lebih lengkap. Pada pre kontras menggunakan sekuen localizer, T2 HASTE sagittal, T2 HASTE Fat Saturation sagittal, T1 TSE sagittal, T1 TSE axial, T2 HASTE axial, T2 HASTE coronal, DWI, T2 TSE STIR coronal. Dan untuk post kontras menggunakan T1 VIBE Dynamic sagittal, T1 TSE Fat saturation axial, sagittal dan coronal.

Pada beberapa Rumah Sakit Umum milik pemerintah yang ada di Jawa Tengah seperti RSUP Dr. Kariadi dan RSUD Dr. Moewardi diperoleh data bahwa di Instalasi radiodiagnostik rumah sakit tersebut tidak menggunakan sekuen T2 HASTE dan T2 HASTE Fat Saturation pada pemeriksaan MRI pelvis pada kasus kanker serviks. Sedangkan di RSUP Dr. Hasan Sadikin pada pemeriksaan MRI pelvis dengan kasus kanker serviks menggunakan sekuen T2 HASTE dan T2 HASTE Fat Saturation. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prosedur pemeriksaan MRI pelvis di Instalasi Radiodiagnostik RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung dan mengetahui alasan penambahan sekuen T2 HASTE dan T2 HASTE Fat Saturation pada pemeriksaan MRI pelvis dengan kasus kanker serviks

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Responden dalam penelitian ini antara lain 3 pasien, 3 radiografer, 3 dokter spesialis radiologi, dan 1 dokter pengirim. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi, wawancara, dan dokumentasi. Analisis data menggunakan interaktif model dengan tahapan pengumpulan data, reduksi data, penyajian data, pembahasan dan penarikan kesimpulan.

Hasil dan Pembahasan

1. Paparan Kasus

Berdasarkan hasil observasi penulis, pasien 1 atas nama Ny. EN datang ke rumah sakit dengan keluhan keputihan yang sering dan berwarna kuning. Atas rujukan dari dokter obstetri dan ginekologi, pasien kemudian datang ke instalasi radiologi untuk dilakukan pemeriksaan MRI Pelvis. Pada tanggal 4 Maret 2024 pasien datang ke radiologi dengan didampingi keluarganya untuk pendaftaran ulang pemeriksaan MRI pelvis. Pasien menuju ke ruang MRI dan menunjukkan permintaan pemeriksaan kepada petugas MRI terlampir. Setelah dilakukan wawancara yang mendalam oleh dokter residen, terdapat riwayat pasien pada Januari

2023 pasien sering keputihan berwarna kuning berbau, serta keluar darah dari daerah pervaginaan.

Pasien 2 atas nama Ny. RF yang berasal dari poliklinik obstetric dan ginekologi datang ke instalasi radiologi untuk dilakukan pemeriksaan MRI Pelvis. Pada tanggal 4 Maret pasien datang ke radiologi dengan didampingi keluarganya untuk pendaftaran ulang pemeriksaan MRI pelvis. Pasien menuju ke ruang MRI dan menunjukkan permintaan pemeriksaan kepada petugas MRI. Setelah dilakukan wawancara mendalam oleh residen, pasien mengeluhkan nyeri di daerah perut, keputihan berlebihan disertai gatal, perdarahan selama 3 bulan, serta keputihan berwarna hijau sejak dua minggu yang lalu.

Pasien 3 atas nama Ny. IS yang merupakan pasien rawat jalan dari poliklinik Onkologi Ginekologi datang ke Instalasi Radiodiagnostik RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung untuk melakukan pemeriksaan MRI. Pada hari Kamis, 7 Maret 2024 pasien mendaftar terlebih dahulu di loket pendaftaran. Pasien datang dalam keadaan kooperatif dan tidak menggunakan alat bantu. Setelah dilakukan wawancara mendalam oleh residen, Ny IS mengeluhkan perut mules, nyeri, berak berdarah sejak satu hari yang lalu, serta keluar cairan tidak berbau dari vagina sejak 2021.

2. Prosedur Pemeriksaan MRI Pelvis dengan Kasus Kanker Serviks di Instalasi Radiodiagnostik RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung

a. Persiapan alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah pesawat MRI 3T, body coil, headphone, ultrasonic gel, spuit 50 cc, NaCl, media kontras, injektor otomatis, abocath no.22 gauge, operator console, dan compact disk (CD).

b. Persiapan pasien

- 1) Pasien wajib puasa selama 6 jam dan telah melakukan cek ureum kreatinin.
- 2) Pasien dianamnesa oleh dokter residen radiologi dan diwajibkan mengisi inform consent sebelum dimulainya pemeriksaan.
- 3) Pasien mengganti baju dan radiografer melakukan screening pada pasien.
- 4) Perawat radiologi memasang jalur intravena line untuk penyaluran media kontras dengan injektor otomatis.
- 5) Radiografer memberi edukasi singkat mengenai jalannya pemeriksaan.

c. Teknik pemeriksaan

- 1) Pasien supine diatas meja pemeriksaan dengan orientasi feet first

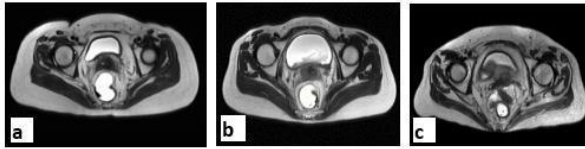
- 2) Pasien memfleksikan kedua kaki sejenak untuk mempermudah pemasukan gel untrasound kedalam vagina dan rektum.
- 3) Radiografer memasang body coil dengan batas atas crista illiaca, sinar horizontal berada di pertengahan body coil, serta sinar longitudinal tepat di MSP tubuh pasien. Kemudian radiografer memasang headset dan selimut, namun tidak diberi emergency buzzer.
- 4) Pilih 'Patient' pada bagian kiri atas pada computer lalu klik 'Browser'. Pilih 'schedule' dalam menampilkan data pasien input harian.
- 5) Klik nama pasien yang akan dilakukan pemeriksaan. Data pasien akan masuk secara otomatis sehingga radiografer hanya melengkapi data pasien terkait berat badan, tinggi badan, serta region dari pemeriksaan yang akan dilaksanakan.
- 6) Klik 'exam' maka sekuens pemeriksaan MRI Pelvis dengan otomatis masuk kedalam proses scanning. Membuat topogram 3 plane yaitu axial sagittal dan coronal.

d. Protokol sekuens

Sekuens yang digunakan pada pemeriksaan MRI pelvis dengan kasus kanker serviks pada pre kontras yaitu localizer, T2 HASTE sagittal, transversal, coronal, T2 HASTE Fat Saturation sagittal, T1 TSE sagittal, T1 TSE Transversal, DWI, T2 TSE STIR coronal. Pada post kontras yaitu T1 VIBE Dynamic sagittal, T1 TSE Fatsat sagittal, transversal, dan coronal.



Gambar 1. Hasil Citra T2 HASTE Sagittal Pelvis (pasien 2)



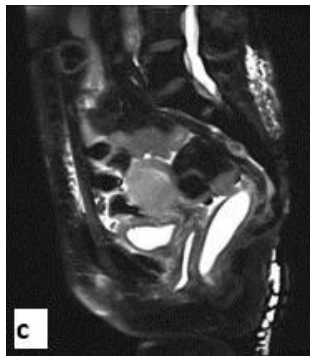
Gambar 2. Hasil Citra T2 HASTE Transversal Pelvis (a) Pasien 1 (b) Pasien 2 (c) Pasien 3



Gambar 3. Hasil Citra T2 HASTE Coronal Pelvis (a) Pasien 1 (b) Pasien 2 (c) Pasien 3

HASTE pada pembobotan T2 berfungsi untuk menampakkan patologi kanker serviks serta mengurangi motion artefak yang disebabkan oleh pernafasan pada abdomen

Tujuan dari pembuatan sekuen T2 HASTE coronal ini adalah untuk dapat mengidentifikasi adanya pembesaran kelenjar getah bening pada area pelvis.



Gambar 4. Hasil Citra T2 HASTE Fat Saturation Sagittal Pelvis (pasien 3)



Gambar 5. Hasil Citra T1 VIBE Dynamic Sagittal Pelvis (Pasien 3)

- e. Teknik Injeksi Media Kontras
Pemeriksaan MRI Pelvis dengan kasus kanker serviks di instalasi radiodiagnostik RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung teknik injeksi media kontras dilakukan dengan menggunakan injektor otomatis. Perawat terlebih dahulu mengisi kedua syringe menggunakan media kontras “Gadovist” dan NaCl, kemudian dilanjutkan pemasangan IV-line kepada pasien menggunakan abocath. Untuk pengaturan pada monitor injektor klik “recall” kemudian pilih protokol “dynamic pelvis”. Media kontras yang digunakan yaitu sebanyak 6 ml dengan flow rate 3 ml/s, sedangkan NaCl yang digunakan sebanyak 30 ml dengan flowrate 3 ml/s.
- f. Teknik Saving Data
Di Instalasi Radiodiagnostik RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung tidak lagi menggunakan cetak filming melainkan sudah menggunakan Picture Archiving and Communicating System (PACS). Setelah proses scanning selesai, lakukan burning image ke dalam DVD yang terlebih dahulu telah diberikan label nama, jenis pemeriksaan dan tanggal pemeriksaan. Burning dapat dilakukan dengan klik nama pasien, kemudian klik transfer, pilih export to DVD dan kemudian eject from DVD.
- g. Hasil Ekspertise
 - 1) Pasien 1
Massa solid inhomogen di portio cervix posterior (Residu carcinoma cervix) , dibanding- kan dengan MRI sebelumnya tampak bertambah dalam ukuran, tidak tampak pembesaran KGB di obturator bilateral, internal iliac bilateral, external iliac bilateral, common iliac, presacral, perirectal bilateral dan inguinal bilateral.
 - 2) Pasien 2
Lesi solid pada cervix uteri yang tampaknya menginfiltrasi parametrium lateral kiri, Sugestif residif massa cervix, pembesaran KGB multiple di inguinal bilateral, tidak tampak pembesaran KGB obturator bilateral, internal iliac bilateral, external iliac bilateral, common iliac, presacral dan perirectal bilateral.
 - 3) Pasien 3
Massa solid inhomogen di portio cervix anterior, Suspek keganasan uterus dd/ residif massa cervix, Lesi kistik di dalam

uterus disertai penyempitan cervical canal hingga zona fornix vagina anterior-posterior, Hydrometra disertai stenosis cervix-zone fornix vagina (post radiasi), Ascites minimal, Tidak tampak pembesaran KGB internal iliac bilateral, external iliac bilateral, obturator bilateral, common iliac bilateral, dan inguinalis bilateral.

3. Alasan penambahan sekuen T2 HASTE dan T2 HASTE Fat Saturation pada pemeriksaan MRI pelvis dengan kasus kanker serviks

Pemeriksaan MRI pelvis dengan kasus kanker serviks di Instalasi Radiodiagnostik RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung selalu menggunakan tambahan sekuen yaitu T2 HASTE dan T2 HASTE Fat Saturation. Alasan sekuen T2 HASTE dijadikan sekuen tambahan karena dapat mendeteksi patologi yang dicurigai seperti lesi atau massa. Pada T2 HASTE di RSUP Dr. Hasan Sadikin menggunakan 3 potongan yang diharapkan dapat mengukur besar massa tersebut dilihat dari panjang, lebar dan tinggi nya. Selain itu T2 HASTE juga dapat mengurangi moving artefak akibat pergerakan diafragma pada abdomen. Kelebihan lainnya yaitu pada T2 HASTE potongan coronal mampu memperlihatkan pembesaran kelenjar getah bening yang ada pada area pelvis. Sedangkan alasan T2 HASTE Fat Saturation dijadikan sekuen tambahan yaitu dapat mengetahui dan mendeteksi komposisi dari lesi kanker serviks tersebut apakah murni dari kistik, solid, atau perdarahan.

Pembobotan T2 merupakan pembobotan yang menekankan perbedaan T2 lemak dan air untuk mendapatkan kontras gambar. Untuk mendapatkan pembobotan T2, TE harus dibuat panjang supaya lemak dan air mempunyai waktu yang cukup untuk decay. Jika TE terlalu pendek maka, lemak dan air tidak punya waktu untuk decay, sehingga keduanya tidak akan menghasilkan kontras citra yang baik. Pembobotan T2 disebut juga sekuens patologi, hal ini disebabkan karena pembobotan T2 mampu menampilkan kelainan yang ditandai dengan peningkatan vaskularisasi. Pembobotan ini, gambaran lemak akan tampak hypointense dan air tampak hyperintense (Westbrook & Talbot, 2019).

Half Fourier Acquired Single-Shot Turbo Spin Echo (HASTE) adalah nama alternatif untuk teknik MRI akuisisi fast spin echo dengan scan time lebih cepat. Teknik dasarnya pada pengisian

k-space (data MR) yang tidak lengkap (teknik partial fourier). Sekuens HASTE hanya dapat digunakan pada pembobotan T2 dikarenakan memiliki desain single-shot. Istilah single-shot berarti rangkaian pulsa RF 180 derajat yang mengikuti pulsa 90 derajat dan tidak terjadi lagi pengulangan pulsa 90 derajat. Hal ini digunakan untuk mengisi ruang k-space dalam membentuk gambar MR dengan ETL yang panjang dengan cara yang sangat cepat. Salah satu teknik yang dapat digunakan dalam pencitraan MR musculoskeletal untuk menekan lemak adalah Fat Saturation. Fat Saturation adalah teknik yang biasa digunakan dalam pencitraan MR musculoskeletal untuk menekan lemak karena selektivitasnya terhadap lemak, SNR tinggi, dan waktu pemeriksaan yang relatif cepat. Fat saturation cenderung bekerja lebih baik pada kekuatan medan magnet yang lebih tinggi, dengan asumsi homogenitas B0 dan B1. Heterogenitas B0 dapat menggeser puncak air dan lemak utama sehingga pulse RF fat saturation berada di luar rentang frekuensi lemak (Elmaoğlu & Çelik, 2012).

Sekuen HASTE berfungsi untuk mendeteksi lesi atau massa dikarenakan pada pembobotan T2 jaringan yang bersifat cair akan tampak hyperintense, dan jaringan yang bersifat lemak akan tampak hypointense. Sekuen T2 HASTE Fat Saturation memiliki kemampuan untuk menekan lemak yang menjadikan seluruh jaringan padat dan lemak hypointense namun jaringan yang bersifat cair tampak hyperintense. Sehingga jika terdapat suatu lesi atau massa yang berisi cairan akan tampak hyperintense pada T2 HASTE dan T2 HASTE Fat Saturation. Sedangkan massa yang memiliki komponen lemak pada sekuen T2 HASTE akan tampak hyperintense, dan pada sekuen T2 HASTE Fat Saturation akan tampak isointense atau hypointense.

Simpulan

Persiapan pemeriksaan MRI pelvis dengan kasus kanker serviks di Instalasi Radiodiagnostik RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung diwajibkan puasa selama 6 jam, anamnese pasien oleh dokter residen, cek ureum kreatinin, menanyakan riwayat penyakit pasien serta tindakan atau perawatan penunjang yang telah diterima pasien, pasien mengganti baju menggunakan baju pasien, screening benda logam oleh radiografer, memasang jalur intravena line untuk pemasukan media kontras oleh perawat radiologi, dan pemasukan ultrasonic gel. Protokol

sekuen pada pre kontras yaitu localizer, T2 HASTE sagittal, T2 HASTE Fat Saturation sagittal, T1 TSE sagittal, T1 TSE axial, T2 HASTE axial, T2 HASTE coronal, DWI, T2 TSE STIR coronal. Sedangkan untuk post kontras yaitu T1 VIBE Dynamic sagittal, T1 TSE Fat saturation axial, sagittal dan coronal

T2 HASTE dan T2 HASTE Fat Saturation merupakan sekuen rutin pada pemeriksaan MRI pelvis dengan kasus kanker serviks. T2 HASTE dapat melihat adanya lesi pada area serviks, mengukur besarnya masa, dan mengurangi moving artefak serta mampu memperlihatkan pembesaran kelenjar getah bening yang ada pada area pelvis. Sedangkan T2 HASTE Fat Saturation dapat mengetahui dan mendeteksi komposisi dari lesi kanker serviks tersebut apakah murni dari kistik, solid, atau perdarahan. Sekuen tersebut dapat membantu dokter spesialis radiologi untuk menegakkan diagnosa dengan lebih tepat.

Daftar Pustaka

- ALICI DAVUTOĞLU, E., ARIÖZ HABİBİ, H., ÖZEL, A., ERENEL, H., ADALETLİ, İ., & MADAZLI, R. (2018). Diagnostic Accuracy of Ultrasonography and Magnetic Resonance Imaging in the Assessment of Placenta Previa Accreta. *Journal of Clinical Obstetrics & Gynecology*, 28(3), 105–111. <https://doi.org/10.5336/jcog.2018-61838>
- Bermudez, A., Bhatla, N., & Leung, E. (2015). Cancer of the cervix uteri. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 131(S2). <https://doi.org/10.1016/j.ijgo.2015.06.004>
- Byott, S., & Harris, I. (2016). Rapid acquisition axial and coronal T2 HASTE MR in the evaluation of acute abdominal pain. *European Journal of Radiology*, 85(1), 286–290. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2015.10.002>
- Del Grande, F., Santini, F., Herzka, D. A., Aro, M. R., Dean, C. W., Gold, G. E., & Carrino, J. A. (2014). Fat-Suppression Techniques for 3-T MR Imaging of the Musculoskeletal System. *RadioGraphics*, 34(1), 217–233. <https://doi.org/10.1148/rg.341135130>
- Elmaoğlu, M., & Çelik, A. (2012). *MRI Handbook MR Physics, Patient Positioning, and Protocols*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1096-6>
- Mansoori, B., Khatri, G., Rivera-Colón, G., Albuquerque, K., Lea, J., & Pinho, D. F. (2020). Multimodality Imaging of Uterine Cervical Malignancies. *American Journal of Roentgenology*, 215(2), 292–304. <https://doi.org/10.2214/AJR.19.21941>
- Rauch, G. M., Kaur, H., Choi, H., Ernst, R. D., Klopp, A. H., Boonsirikamchai, P., Westin, S. N., & Marcal, L. P. (2014). Optimization of MR Imaging for Pretreatment Evaluation of Patients with Endometrial and Cervical Cancer. *RadioGraphics*, 34(4), 1082–1098. <https://doi.org/10.1148/rg.344140001>
- Sakala, M. D., Shampain, K. L., & Wasnik, A. P. (2020). Advances in MR Imaging of the Female Pelvis. *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America*, 28(3), 415–431. <https://doi.org/10.1016/j.mric.2020.03.007>
- Westbrook, C. (2014). *Handbook of MRI Technique* (4th ed.). Blackwell publishing Ltd.
- Westbrook, C., & Talbot, J. (2019). MRI in Practice. In *Library of Congress Cataloging* (5th ed., Vol. 7, Issue 2). Blackwell Publishing Ltd.