ARAŞTIRMA

F.Ü.Sağ.Bil.Tıp.Derg.
2021; 35 (1): 20 - 24
http://www.fusabil.org

Klinik Olarak Prostat Kanseri Şüphesi Olan Olgularda Multiparametrik Prostat Manyetik Rezonans Görüntülemenin Tanıda Etkinliği *

Hasan GENÇ [1, a]
Mustafa KOÇ [2, b]
İrfan ORHAN [3, c]

[1] Bingöl Devlet Hastanesi, Radyoloji Kliniği, Bingöl, TÜRKİYE

[2] Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Elazığ, TÜRKİYE

[3] Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Üroloji Anabilim Dalı, Bingöl, TÜRKİYE

[a] ORCİD: 0000-0004-6100-2301
[b] ORCİD: 0000-0002-3028-6068
[c] ORCİD: 0000-0002-7827-4840

Amaç: Bu çalışmanın amacı, klinik olarak prostat kanseri şüphesi olan olgularda, tanı amacı ile kullanılan multiparametrik prostat manyetik rezonans görüntüleme (Mp-MRG), raporlama ve data sistemi (PIRADS) rehberinin etkinliğinin araştırılmasıdır.

Gereç ve Yöntem: Ocak 2016-Mart 2019 tarihleri arasında, prostat kanseri lehine pozitif muayene ve laboratuvar bulgularına sahip olgular çalışmaya dâhil edildi (n: 52). Olgular biyopsi öncesi 3Tesla Mp-MRG ile değerlendirildi. PIRADS skorlaması yapıldı ve elde edilen skorlar histopatolojik sonuçlar ile karşılaştırıldı. Mp-MRG nin tanıda sensitivitesi, spesifitesi, pozitif ve negatif prediktif değerleri hesaplandı. Ayrıca difüzyon MRG ile apparent diffusion coefficient (ADC) ölçümü, PSA artışı ve PSA yoğunluğu ile kanser ilişkisi araştırıldı.

Bulgular: Olguların yaşları 48-79 arasında olup, ortalama 65.1±5.8 bulundu. Radyolojik olarak, 5 hasta PIRADS 2, 9 hasta PIRADS 3, 18 hasta PIRADS 4 ve 20 hasta PIRADS 5 olarak skorlandı. Histopatolojik incelemede ise 28 hasta adeno kanser, 3 hasta atipik küçük asiner proliferasyonu (ASAP) 9 hasta benign prostat hiperplazisi (BPH) 4 hasta kronik prostatit ve 3 hasta diğer iltihabi reaksiyon olarak raporlandı. Bu skorlar ile histopatolojik bulgular arasındaki doğruluk oranlarının karşılastırılmasında, sensitivite, spesifite ile negatif ve pozitif prediktif değerleri sırasıyla %67.8, %66.6, %64 ve %70 olarak hesaplandı. Difüzyon MRG ile ADC ölçümü, PSA volümü ve PSA yoğunluğu ile kanser ilişkisi arasında pozitif korelasyon saptandı.

Sonuç: Klinik olarak prostat kanseri şüphesi olan olgularda, biyopsi halen en çok kullanılan yöntemdir. Ancak yanlış negatiflik oranı yüksek ve invaziv bir işlemdir. Non-invaziv bir yöntem olan Mp-MRG ile PIRADS skorlamanın, kanser şüphesi bulunan olgularda biyopsi öncesi tercih edilmesi tanı, doğru biyopsi endikasyonu ve tedavi açısından oldukça faydalıdır.

Anahtar Kelimeler: *Prostat kanseri, manyetik rezonans görüntüleme, PIRADS*

The Diagnostic Efficiency of Multiparametric Prostate Magnetic Resonance Imaging in Clinically Suspected Prostate Cancer

Objective: This study aims to investigate the effectiveness of the multiparametric prostate magnetic resonance imaging (Mp-MRI), reporting and data system (PIRADS) guide used for diagnosis in patients with clinically suspected prostate cancer.

Materials and Methods: Between January 2016 and March 2019, patients with positive examination and laboratory findings in prostate cancer were included in the study (n: 52). The cases were evaluated with 3Tesla Mp-MRI before the biopsy. PIRADS scoring was done and the scores obtained were compared with the histopathological results. The sensitivity, specificity, and positive and negative predictive values of Mp-MRI were calculated. Besides, the relationship between Apparent diffusion coefficient (ADC) measurement, prostate-specific antigen (PSA) increase, and PSA concentration with cancer was investigated.

Results: The mean ages were 65.1±5.8. 5 patients were scored as PIRADS 2, 9 patients PIRADS 3, 18 patients PIRADS 4, and 20 patients PIRADS 5 in radiologically. 28 patients were reported as adenocancer, 3 patients' prostate atypical small acinar proliferation (ASAP), 9 patients' benign prostatic hyperplasia (BPH), 4 patients' chronic prostatitis, and 3 patients as other inflammatory reactions histopathologically. The sensitivity, specificity, and negative and positive predictive values were calculated as 67.8%, 66.6%, 64%, and 70%, respectively. A positive correlation was found between apparent diffusion coefficient (ADC) measurement, PSA volume and PSA density with the cancer.

Conclusion: The biopsy is still the most used method in patients with clinical suspicion for prostate cancer. However, it is an invasive procedure with a high rate of false negativity. The preferring of PIRADS scoring with Mp-MRI is a non-invasive and beneficial modality in terms of diagnosis, correct biopsy indication, and treatment.

Key Words: *Prostate cancer, magnetic resonance imaging, PIRADS*

Geliş Tarihi : 07.10.2020
Kabul Tarihi : 11.02.2021

Yazışma Adresi
Correspondence

Mustafa KOÇ
Fırat Üniversitesi,
Tıp Fakültesi,
Radyoloji Anabilim Dalı,
Elazığ - TÜRKİYE

mkoc@firat.edu.tr

Giriş Prostat kanseri erkeklerde görülen en sık kanser türüdür. Ölüm nedeni olarak ise akciğer kanserinden sonra ikinci sıradadır. 50 yaşından büyük erkeklerin %10'unda hayatlarının bir döneminde kanser gelişeceği varsayılır. 75 yaşını geçen erkeklerin

* 40. Uluslararası Katılımlı Radyoloji Kongresi, 5-10 Kasım 2019, Antalya/TÜRKİYE.

yaklaşık olarak yarısında biyopside ya da otopside prostat kanseri saptanır. Avrupa Birliği ülkelerinde prostat kanseri tüm kanserlerin yaklaşık %11'ini ve tüm kanserlerden ölümlerin yaklaşık %9'unu oluşturmaktadır. Ülkemizde de yapılan çalışmalara göre, erkeklerde en sık görülen ikinci kanser konumundadır (1). Özellikle son yıllarda, özellikle kardiyovasküler hastalıklarla ilgili ortaya konan başarılı tedavi sonuçları, erkek nüfusun yaşam limitlerini oldukça yükseltmiş olup, ileri yaş döneminde oluşum sıklığı artan prostat kanserinin de sayısında belirgin bir artış ortaya çıkmıştır (2).

Prostat kanserinin tanısı dijital rektal muayene, laboratuvar bulguları, ultrasonografi (US) ve US eşliğinde transrektal prostat biyopsisine (TRUS) dayanmakta olup, biyopsi materyallerinin histopatolojik incelemesi tanıda altın standart olarak kabul edilmektedir (3). Tanıda invaziv ve yanlış negatiflik oranı yüksek bir yöntem olan biyopsinin yerini alabilecek, non-invaziv tanı yöntemleri her zaman araştırma konusu olmaktadır.

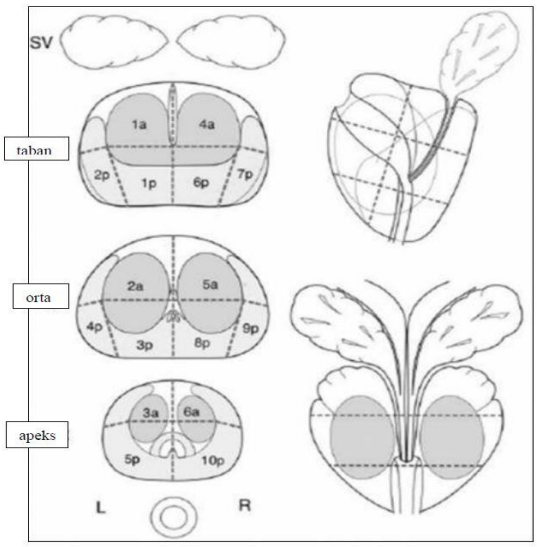
Günümüzde manyetik rezonans görüntüleme (MRG) tekniklerindeki ilerlemeler, prostat kanserini saptamada ve tanısal doğruluğunu geliştirmede ciddi bir potansiyel olarak görülmektedir. Bu çalışmada, prostat kanserinin tanısında hızlı, non-invaziv bir yöntem olan ve dinamik kontrastlı görüntülemeye diffüzyon ağırlıklı görüntülemenin de (DAG) eklenmesi ile elde edilen, multiparametrik MRG nin (Mp-MRG) etkinliğini; prostate ımaging reporting and data system (PIRADS) skorlaması yaparak saptanması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Araştırma ve Yayın Etiği: Bu çalışma için Fırat Üniversitesi girişimsel olmayan araştırmalar etik kurulundan onay alındı (18.02.2017/4). Ayrıca çalışmaya dâhil olan tüm hastalara hem sözlü hem de yazılı bilgi verilerek yazılı onamları alındı.

Ocak 2016 ile Mart 2019 tarihleri arasında Fırat Üniversitesi Hastanesi polikliniklerine başvuran ve prostat kanseri lehine pozitif muayene ve laboratuvar bulgularına sahip olmaları sebebi ile prostat biyopsisi endikasyonu konulan, daha önce prostat kanseri tanısı almamış, prostat biyopsisi geçirmemiş hastalara, öncelikle Mp-MRG incelemesi yapılarak PIRADS skorları elde edildi. Sonrasında endikasyonu olan olgulara 12/14-kor transrektal US (TRUS) ile prostat biyopsisi yapıldı. Biyopsi materyalleri histopatolojik olarak incelendi ve PIRADS skorları ile karşılaştırıldı.

Çalışma dahilinde incelenen tüm prostat MRG çekimleri 3Tesla alan gücüne sahip, Philips Ingenia (Best, Hollanda) MRG cihazı ile, pelvik koil kullanılarak, aksiyel-koronal-sagittal T2A sekansı, aksiyel DAG (b=500, 1500) ve otomatik oluşturulan ADC haritaları, aksiyel dinamik T1 ağırlıklı kontrastlı inceleme sekansları (3 fazlı,30. 60. ve 90. saniye) elde edildi. Çekim sonrası tüm görüntüler, picture archiving and communication system (PACS) ve iş istasyonlarına gönderildi. MRG incelemesinde öncelikle lezyon varlığı ve lokalizasyonu tariflendi (Şekil 1) (4). PIRADS versiyon 2, Mp-MRG raporu için asgari parametreler oluşturmak, terminolojide, yorumlamada ve raporlamada standardizasyonu sağlamak için kullanıldı (Tablo 1). T2A MRG incelemede lezyonun sinyal intensitesine, homojenitesine, sınırlarına ve şekline, dinamik kontrastlı



Şekil 1. MRG' de izlenen lezyonların lokalizasyonlarını tarif ederken kullanılan 16 bölge görülüyor, p: posterior, a: anterior

Tablo 1. PIRADS v2 skorlama tablosu

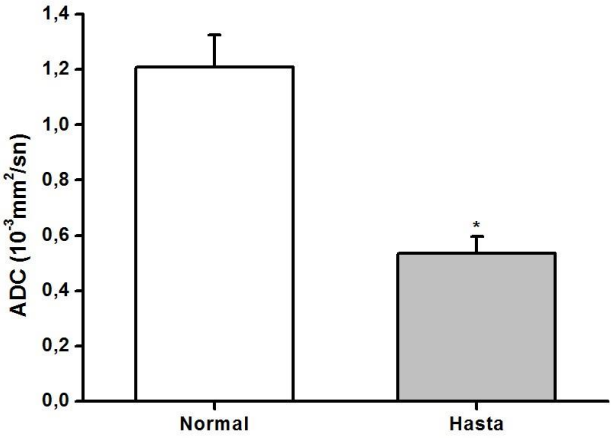
Skor	
T2A periferal zon	
1	Homojen yüksek sinyal intensitesi (Sİ)
2	Çizgisel veya kama şeklinde veya difüz belli-belirsiz düşük Sİ
3	Heterojen Sİ veya sınırları belli olmayan, yuvarlak, orta derecede düşük Sİ
4	Sınırları belli, homojen, düşük Sİ gösteren odak-lezyon ve 1.5 cm'den küçük
5	Skor 4 ile aynı fakat 1.5 cm ve üzeri ve/veya ekstraprostatik uzanımı olan
T2A tranzisyonel zon	
1	Homojen orta derecede Sİ
2	Sınırları ve kapsülü belli homojen veya heterojen nodül düşük Sİ gösteren
3	Heterojen sınırları belli olmayan
4	Homojen sınırları belli olmayan, hipointens 1.5 cm'den küçük
5	Skor 4 ile aynı fakat 1.5 cm ve üzeri veya ekstraprostatik uzanımı olan
Difüzyon Ağırlıklı Görüntüleme	
1	Difüzyon kısıtlılığı göstermeyen
2	ADC'de belirsiz hipointens
3	ADC'de hafif hipointens, yüksek-b değerinde hafif hiperintens
4	ADC'de belirgin hipointens, yüksek-b değerinde hiperintens 1.5 cm'den küçük
5	Skor 4 ile aynı fakat 1.5 cm ve üzeri veya ekstraprostatik uzanımı olan
Dinamik kontrastlı görüntüler	
+	Erken arteriyel kontrastlanma var
-	Erken arteriyel kontrastlanma yok

serilerde, lezyonun kontrastlanma paternine, DAG, difüzyon kısıtlılığı oluşturup oluşturmamasına ve ADC haritalamada lezyonun ADC değerlerine bakıldı. Ayrıca PSA volümü - kanser insidansı, PSA yoğunluğu - kanser insidansı, hasta yaşı - kanser ilişkisi ve PSA değeri - Gleason skorlama korelasyonu gibi diğer prognostik parametrelerde araştırıldı.

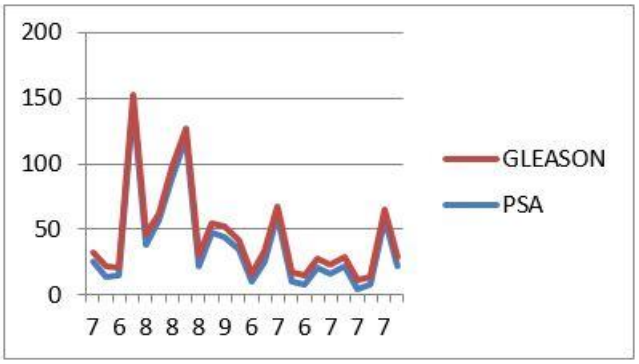
Hastanın öyküsü, klinik ve laboratuvar bulguları göz önünde bulundurulduğu halde, radyolojik olarak benign/malign ayrımı net yapılamayan olgular, şüpheli pozitif olarak kaydedildi. Son aşamada olguların Mp-MRG PIRADS skorları ile histopatolojik inceleme sonuçları karşılaştırıldı. Verilerin istatistiksel analizi için, istatistik Paketi (SPSS), sürüm 22.0 (NY, Armonk, ABD) kullanıldı. Tüm veriler analiz edildi. Verilerin dağılım frekansları yüzde olarak ifade edildi. Cinsiyetler arası fark için Ki-kare uygunluk testi ve yaş dağılımı açısından Mann-Whitney U testi uygulandı. P<0.05 değeri anlamlı kabul edildi.

Bulgular

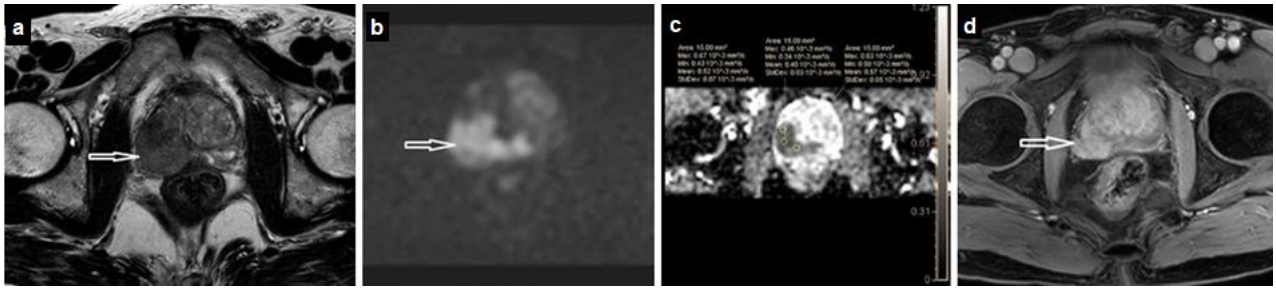
Histopatolojik inceleme sonucuna göre malignite saptanan kadranların ortalama DAG- ADC değeri 0.53 $x10^{-3}$ mm^2, benign kadranların ortalama ADC değeri $1.26x10^{-3}mm^2$ bulundu. Bağımsız örneklem t-testinde, ADC değerleri malign kadranlarda anlamlı olarak daha düşüktü (P<0.001) (Şekil 2). Prostat kanserli hastalarda ölçülen ADC değerleri ile histopatolojik gleason skorları karşılaştırılmasında ise, Gleason skoru arttıkça ADC değerlerinin azaldığı görüldü (Tablo 2). Prostat volümü ve prostat kanseri insidansı arasındaki ilişki ise tablo 3' te gösterildi. PIRADS skorlama dışında, tanıya destek amaçlı PSA yoğunluklarına bakıldı. PSA yoğunluğu, PSA değerinin Ultrasonografi (US) ile saptanan prostat hacmine bölünmesi ile bulunmaktadır. PSA yoğunluğu ortalaması benign olgularda 0.17 (0.05-0.31), malign olgularda 0.96 (0.12-4.5) olarak artmış bulundu (Tablo 4). Hastalarda ayrıca artan yaş ile beraber prostat kanseri insidansında artış dikkati çekti (Tablo 5). Çalışmada elde edilen PSA değerleri ile Gleason skorları karşılaştırması yapıldı (Şekil 3). MRG inceleme görüntüleri ve DAG - ADC ölçümü Şekil 4'de gösterildi. Çalışma sonucu Mp-MRG ile PIRADS skorlama için doğruluk oranları, sensitivite, spesifite, negatif ve pozitif prediktif değerleri sırasıyla, %67.8, %66.6, %64 ve %70 olarak hesaplandı.



Şekil 2. ADC değerleri arasında bağımsız örneklem t- testi sonuçları



Şekil 3. PSA değerleri ile Gleason skoru korelasyonu



Şekil 4. Mp-MRG de, PIRADS 5 olarak skorlanan olgunun görüntüleri. (**a)** Sağda periferik zonda, ekstrakapsüler alana uzanımı izlenen, düşük sinyalli hafif düzensiz sınırlı lezyon alanı (ok). (**b)** Lezyonun difüzyon MRG deki sinyal kısıtlılığı (ok). (**c)** Lezyondan üç ayrı lokalizasyonda ADC değeri ölçümü. **(d)** Dinamik kontrastlı görüntülemede lezyonun kontrastlanma görüntüsü (ok)

Tablo 2. Prostat kanserinde ADC değerleri ile Gleason skorları ters korelasyonu

Gleason Skorları	Ortalama ADC Değerleri (10^{-3} $mm^{2)}$
<6	0.53
7	0.49
>7	0.32

Tablo 3. Prostat volümü ile prostat kanseri arasındaki ilişki görülmekte.

	Prostat Volümü (mL)		
	<35 mL	<35-65 mL	>65 mL
Hasta sayısı	16	15	16
Pozitif biyopsi sayısı	9	7	5
Biyopsi yüzdesi (%)	56	47	31

Tablo 4. PSA yoğunluğu ile prostat lezyonları arasındaki korelasyon

	Prostat bezi hacmi (mL) ortalama	PSA (ng/mL) ortalama	PSA yoğunluğu ortalama
Benign lezyonlar	62.4	7.1	0.17
Prostat kanseri	53.2	20.5	0.96

Tablo 5. Hasta yaşı ve kanser insidansı ilişkisi

	Hasta yaşı (yıl)		
	50-60	60-70	70-80
Hasta sayısı	15	20	17
Pozitif biyopsi sayısı	6	9	8
Biyopsi yüzdesi (%)	40	45	47

Tartışma

Prostat kanserinin birçok tipi yavaş büyüyüp minör tedavilere ihtiyaç duyabilse de, bazı tipleri agresiftir ve çabuk yayılabilir. Erken tanı alan prostat kanserinde başarılı tedavi şansı daha yüksektir. Bu yüzden prostat kanserini erken evrede yakalamak önemlidir ancak halen güçtür. Mevcut tanı yöntemlerinin limitasyonları sebebi ile prostat kanseri saptamada doğruluğu geliştirecek yöntemler bulunması yönünde oldukça fazla çaba gösterilmektedir (2, 5).

Dünya genelinde mortalite oranında azalma eğilimi izlenmektedir. Bu azalmada en etkili faktörün, hızlı tarama ve tedavi yöntemlerinin olduğu düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada, prostat kanseri insidansındaki azalmaların ve hastalığın büyük çoğunluğunun geç evre hastalık olmaktan çıkıp erken evre hastalık haline gelmesinde, prostat kanseri taramasının katkılarının olduğu sonucuna varılmıştır (5). Dijital rektal muayene bulguları ve PSA düzeyi ışığında, TRUS eşliğinde prostat biyopsisi ile prostat kanserine yönelik tarama yapılması da halen tartışmalı bir konudur (6). Araştırmacılar arasındaki ağırlıklı görüş, taramanın, prostat kanseri insidans ve mortalitesinde azalma sağlayacağı yönünde olduğundan, erken tanı koymaya yardımcı olacak yeni tarama yöntemleri için yoğun çalışmalar yapmaktadırlar (7-10). Bu çalışmada da, prostat kanserine yönelik yeni tarama modaliteleri arayışı çerçevesinde, prostata yönelik Mp-MRG tetkikinin, prostat kanseri tanısında ve malignite dışı diğer patolojilerin ayırıcı tanısındaki yerini ve kullanımını belirlemeye yönelik araştırma yapılmış olup istatistiksel olarak anlamlı bulgular elde edilmiştir.

Mp-MRG'nin yorumlanması konusunda uluslararası konsensus kılavuzları halen geliştirilmektedir. Ancak major komponentler üzerinde genel bir anlaşma mevcuttur. Prostat periferal zonu santral zondan ayrı değerlendirilmektedir. T2 ağırlıklı görüntüleme en çok kullanılan ve en eski MRG sekansıdır. Prostat kanseri doğal olarak yüksek sinyale sahip periferal zonda, normal dokunun yerini alan, düşük T2 sinyal intensitesi ile karakterizedir. Fakat T2 sinyal intensitesindeki fokal azalmalar benign proçeslerden de kaynaklanabileceği gibi, bazı kanserler T2 ağırlıklı görüntülerde oldukça hafif bir azalma gösterdiklerinden, T2 ağırlıklı görüntülerde neredeyse izointens olabilirler. Bu sebeple tek başına T2 ağırlıklı görüntüler prostat kanseri tanısı için yeterli değildir. Avrupa Ürogenital Radyoloji Cemiyeti, prostat MRG değerlendirme ve raporlamayı standardize etmek için 2012 yılında, prostate ımaging reporting and data system (PIRADS) adlı bir kılavuz yayınlamıştır (11). Bununla ilgili yapılan bir meta-analizde, prostat kanseri saptamada duyarlılığı 0.78, özgüllüğü 0.79 olarak bulunmuştur. Negatif prediktif değeri ise 0.58-0.95 arasındadır (12).

Klinik ve araştırma sahasındaki hızlı gelişmeler sonrasında mevcut PI-RADS klavuzunun birçok sınırlılığı olduğu görülmüş ve ilerleyen yıllarda ve en son 2019 da yeni güncelleme yayınlanmıştır (13, 14).

Mp-MRG ve PI-RADS, prostat kanseri şüphesi olan hastalarda lezyonu saptama, lokalize etme, karakterize etme ve risk değerlendirmesinin daha iyi yapılabilmesi için dizayn edilmiştir. Bu sistemle olguların risk değerlendirme kategorileri oluşturularak biyopsi için hasta seçimi ve gözlem stratejileri belirlenmektedir. Ayrıca Mp-MRG nin negatif öngörüdeki yüksek değerleri, aktif takipte de giderek önem kazanmasını sağlamaktadır (15).

Radyolog, ürolog, patolog ve diğer ilgili hekimlerin Mp-MRG raporunda tariflenen bulguları daha iyi lokalize edebilmeleri ve hastayla biyopsi-tedavi opsiyonlarını tartışabilmeleri için, PI-RADS v2 segmentasyon modeli oluşturularak, prostat 36, seminal veziküller 2 ve eksternal üretral sfinkter bir bölüm olmak üzere, toplam 39 bölüme ayrılmıştır.

Ayrıca PIRADS v2 ile Mp-MRG raporlarını standardize etmek ve klinik-araştırma uygulamalarında histopatolojik korelasyonu sağlamak için, klinik olarak anlamlı kanser (KOAK) tanımı yapılmıştır (15). PIRADS v2 4 veya 5 skorları, klinik açıdan anlamlı lezyonların tanısında, yüksek duyarlılık ve negatif öngörü değerine sahiptir. Yapılan bu çalışmada bu oranlar sensitivite, spesifite ile negatif ve pozitif prediktif değerleri sırasıyla %67.8 ,%66.6 ,%64 ve %70 olarak hesaplanmıştır.

Ayrıca elde ettiğimiz difüzyon ADC değerleri ve PSA değerleri ile Gleason skorları arasında korelasyon bulguları literatür ile uyum göstermektedir (16, 17).

Sonuç olarak; Mp-MRG de tanımlanan PIRADS v2 skorları, prostat kanseri tanısında yüksek duyarlılık ve negatif öngörü değerlerine sahiptir. Bununla birlikte tümörü taklit edebilecek, görüntüleme değerlendirilmesinde yalancı pozitifliğe neden olabilecek durumlar mevcuttur. Bu durumlarda PSA, sPSA/tPSA oranı, PSA yoğunluğu, hastanın yaşı, prostat hacmi gibi elde olunan diğer tüm parametrelerin değerlendirmede kullanılması gerektiğini düşünmekteyiz.

Kaynaklar

1. Zorlu F, Divrik RT, Eser S, Yorukoglu K. Prostate cancer incidence in Turkey: An epidemiological study. Asian Pac J Cancer Prev 2014; 15: 9125-9130.
2. Zhou CK, Check DP, Lortet-Tieulent J, et al. Prostate cancer incidence in 43 populations worldwide: An analysis of time trends overall and by age group. Int J Cancer 2016; 138: 1388-1400.
3. Guichard G, Larré S, Gallina A. Extended 21-sample needle biopsy protocol for diagnosis of prostate cancer in 1000 consecutive patients. Eur Urol 2007; 52: 430-435.
4. Gibbs P, Tozer DJ, Liney GP, Turnbull LW. Comparison of quantitative T2 mapping and diffusion-weighted imaging in the normal and pathologic prostate. Magn Reson Med 2001; 46: 1054-1058.
5. Hankey BF, Feuer EJ, Clegg LX, et al. Cancer surveillance series: Interpreting trends in prostate cancer. J Natl Cancer Inst 1999; 91: 1017-1024.
6. Carroll P, Coley C, Mcleod D, et al. Prostate specific antigen best practice policy. Prostate-specific antigen best practice policy--part I: Early detection and diagnosis of prostate cancer. Urology 2001; 57: 217-224.
7. Fırdolaş F, Koç M, Ozan T ve ark. Prostat Kanseri ile Benign prostat hiperplazisinin ayırıcı tanısında difüzyon ağırlıklı manyetik rezonans görüntülemenin yeri. FÜ Sağ Bil Tıp Derg 2017; 31: 19-24.
8. Ghai S, Haider MA. Multiparametric - MRI in diagnosis of prostate cancer. Indian J Urol 2015; 31: 194-201.
9. Hambrock T, Somford DM, Huisman HJ. Relationship between apparent diffusion coefficients at 3.0-T MR imaging and Gleason grade in peripheral zone prostate cancer. Radiology 2011; 259: 453-461.
10. Berman RM, Brown AM, Chang SD, et al. DCE MRI of prostate cancer. Abdom Radiol 2016; 41: 844-853.
11. Barentsz JO, Richenberg J, Clements R, et al. ESUR prostate MR guidelines 2012. Eur Radiol 2012; 22: 746-757.
12. Hamoen EH, de Rooij M, Witjes JA, Barentsz JO, Rovers MM. Use of the Prostate imaging reporting and data system (PI-RADS) for prostate cancer detection with multiparametric magnetic resonance imaging: A diagnostic meta-analysis. Eur Urol 2015; 67: 1112-1121.
13. Smith CP, Türkbey B. PI-RADS v2: Current standing and future outlook. Turk J Urol 2018; 44: 189-194.
14. Turkbey B, Rosenkrantz AB, Haider MA, et al. Prostate ımaging reporting and data system version 2.1: 2019 update of prostate imaging reporting and data system version 2. Eur Urol 2019; 76: 340-351.
15. Dickinson L, Ahmed HU, Allen C. Magnetic resonance imaging for the detection, localisation, and characterisation of prostate cancer: recommendations from a European Consensus Meeting. Eur Urol 2011; 59: 477-494.
16. Lojanapiwat B, Anutrakulchai W, Chongruksut W, Udomphot C. Correlation and diagnostic performance of the prostate-specific antigen level with the diagnosis, aggressiveness, and bone metastasis of prostate cancer in clinical practice. Prostate Int 2014; 2: 133-139.
17. Gaur S, Harmon S, Rosenblum L, et al. Can Apparent Diffusion Coefficient Values Assist PI-RADS Version 2 DWI Scoring? A Correlation Study Using the PI-RADSv2 and International Society of Urological Pathology Systems. AJR Am J Roentgenol 2018; 211: 33-41.