

Diostrustaki Kısıraklarda Luteal Vaskülaritenin Renkli Doppler ve Güç Doppler Ultrasonografi ile Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi: Metodolojik Çalışma

Comparative Evaluation of Luteal Vascularity in Mares in Diestrus with Color Doppler and Power Doppler Ultrasonography: Methodological Study

İbrahim KURBAN^a, Zeynep GÜNAY UÇMAK^b

^aİstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Veterinerlik Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, İstanbul, Türkiye

^bİstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji ABD, İstanbul, Türkiye

ÖZET Amaç: Kısıraklarda üreme organlarının fizyolojik durumunu değerlendirmenin yanı sıra biyolojik ve patolojik reproduktif olaylarını teşhisi amacıyla B-mod ultrasonografiden faydalanılmaktadır. Reproduktif organların fonksiyonlarını ve hemodinamik yapılarını değerlendirmek için ise noninvaziv bir yöntem olan transrektal renkli Doppler (RD) ultrasonografi kullanılmaktadır. Sunulan çalışmada, diostrustaki fertil kısıraklarda, ovulasyon sonrası 5. gündeki luteal perfüzyonun değerlendirilmesinde RD ve güç Doppler (GD) ultrasonografi tekniklerinin etkinliğinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmaya 4-8 yaşları arasında, 350-435 kg ağırlığında, kuzey yarım kürede (41° enlem) yaşayan, 16 adet fertil Arap kısırak dâhil edildi. Üreme sezonunda kısıraklar çiftleştirilmedi ve ovulasyon sonrası 5. günde, korpus luteumları (KL) değerlendirildi. Çalışma grupları RD ultrasonografi grubu (Grup RD; n=16) ve GD ultrasonografi grubu (Grup GD; n=16) olarak şekillendirildi. Her iki Doppler tekniği ile KL'deki vaskülarizasyon görüntüldü. Damarlaşma miktarı ImageJ programı ile analiz edildi. **Bulgular:** Ortalama KL çapı 34,1±1,69 mm, KL alanı ise 49,7 mm² olarak ölçüldü. Verilerin istatistiksel analizi neticesinde, RD ultrasonografi ile KL'deki ortalama renkli piksel miktarı GD tekniğindeki göre anlamlı olarak yüksek bulundu (p<0,001). Bununla birlikte KL'deki minimum renkli piksellerin miktarı ise GD ultrasonografi tekniğinde daha yüksek saptandı (p<0,001). **Sonuç:** Sonuç olarak kısıraklarda luteal perfüzyonun belirlenmesi amacıyla RD ultrasonografinin etkili bir şekilde kullanılabilir bir teknik olduğu ve minimal düzeydeki pikselleri tespit edebilmek için GD ultrasonografiden faydalanılabileceği kanısına varıldı.

ABSTRACT Objective: In addition to evaluating the physiological state of reproductive organs in mares, B-mode ultrasonography is used to diagnose biological and pathological reproductive events. Transrectal color Doppler (CD) ultrasonography, which is a non-invasive method, is used to evaluate the functions and hemodynamic structures of reproductive organs. In the present study, it is aimed to compare the effectiveness of CD and power Doppler (PD) ultrasonography techniques in the evaluation of luteal perfusion on the 5th day after ovulation in diestrus fertile mares. **Material and Methods:** Sixteen fertile Arabian mares aged 4-8 years, weighing 350-435 kg, living in the northern hemisphere (41° latitude) were included in the study. During the breeding season, the mares were not mated and the corpus luteum (CL) was evaluated on the 5th day after ovulation. Study groups were formed as CD ultrasonography group (Group CD; n=16) and PD ultrasonography group (Group PD; n=16). Vascularization in the CL was visualized with both Doppler techniques. The amount of vascularization was analyzed with the ImageJ program. **Results:** The mean CL diameter was 34.1±1.69 mm, and the CL area was 49.7 mm². Vascularization in CL was visualized with both Doppler techniques. As a result of the statistical analysis of the data, the mean amount of colored pixels in CL with CD ultrasonography was found to be significantly higher than in the PD technique (p<0.001). However, the amount of minimum colored pixels in CL was higher in PD ultrasonography technique (p<0.001). **Conclusion:** In conclusion, it was concluded that CD ultrasonography is an effective technique to determine luteal perfusion in mares and that PD ultrasonography can be used to detect minimal pixels.

Anahtar Kelimeler: Kısırak; korpus luteum; renkli Doppler; güç Doppler

Keywords: Mare; korpus luteum; color Doppler; power Doppler

Correspondence: Zeynep GÜNAY UÇMAK

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji ABD, İstanbul, Türkiye

E-mail: zeynep.gunayucmak@iuc.edu.tr



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences.

Received: 18 Jul 2023

Received in revised form: 19 Sep 2023

Accepted: 19 Sep 2023

Available online: 09 Nov 2023

2146-8850 / Copyright © 2023 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Kısıraklarda, üreme süreçlerinin fotoperiyottaki mevsimsel değişikliklerden etkilendiği bilinmektedir. Ovaryan aktiviteleri yaz aylarında en üst seviyeye ulaşırken, kış aylarında yoktur veya çok azdır ve ayrıca ilkbahar ile sonbahar aylarında geçiş dönemi düzensizlikleri ile karakterizedir.¹ Korpus luteum (KL), dişinin ovaryan döngüsünün ve doğurganlığının düzenlenmesine katılan bir endokrin bezidir.² İshak ve ark. kısıraklarda, büyük ve iyi vaskülarize preovulatör foliküllerin, daha fazla kan akışı ve ardından yüksek sistemik progesteron (P4) konsantrasyonu ile daha büyük KL'ler ürettiklerini bildirmişlerdir.³ Bu nedenle, daha büyük çapa sahip olan vaskülarize preovulatör foliküllerin seçilmesi, daha yüksek miktarda P4 üretebilen daha fonksiyonel bir KL gelişimini sağlar ve bu durumun da gebeliğin şekillenmesi için gerekli uterus ortamının oluşturulabilmesi açısından önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir.³

Transrektal B-mod (gri skala) ultrasonografi, atlarda üreme organlarının fizyolojik durumunu değerlendirmede, biyolojik ve patolojik reproduktif olaylarının teşhis edilmesinde ve izlenmesinde kullanılmaktadır.⁴ Doppler ultrasonografi ise farklı hayvan türlerinde organların fonksiyonlarını ve hemodinamik yapılarını değerlendirmek için kullanılan noninvaziv ve pratik bir araçtır. Renkli Doppler (RD), güç Doppler (GD) ve spektral Doppler ultrasonografik görüntüleme, üreme organlarının vasküler sistemini değerlendirmek için belirgin şekilde farklı yaklaşımlar sağlar.⁵ Kısıraklarda RD ultrasonografi ile preovulatör folikül çeperindeki damarlaşmanın erken gebelik tanısı ile ilişkisini ve endometritisli kısıraklarda preovulatör folikül duvarındaki vaskülarizasyonu değerlendirilen çalışmalar mevcuttur.^{6,7} Ayrıca RD ultrasonografi, KL'nin vasküler perfüzyonunu değerlendirmek için güvenilir, noninvaziv bir yaklaşım sunar.⁸ Atlarda, transrektal RD ultrasonografi kullanılarak ovaryan kan akışı incelenmiştir.⁹ KL görüntüsündeki renkli piksellerin sayısının, kan akışının kapsamının bir göstergesi olarak kullanıldığı bildirilmiştir.¹⁰ Luteal kan akışı, gebe olmayan kısırakta dolaşımdaki progesteron ile pozitif olarak ilişkilidir, özellikle luteal regresyon sırasında, KL boyutundan çok KL fonksiyonu daha güvenilir bir göstergedir.¹¹ Embriyo transferi çalışmalarında, RD ultrasonografi

kullanılarak, alıcı kısıraklarda luteal perfüzyonun değerlendirilmesinin hem KL fonksiyonunu hem de alıcı kısırağın gebeliği devam ettirmedeki başarısını belirlemede etkili bir parametre olduğu tespit edilmiştir.¹² Araştırmacıların infertil kısıraklarda ovaryan ve uterin hemodinamik değişimleri değerlendirdikleri bir çalışmada RD ve GD ultrasonografinin; normal folikül, anovulatuvar folikül, fonksiyonel KL, granüloza hücreli tümör ve inaktif ovaryumları ayırt edebileceğini tespit edilmiştir.¹³ Sunulan çalışmada, diöstrustaki fertil kısıraklarda, ovulasyon sonrası 5. gündeki luteal perfüzyonun değerlendirilmesinde RD ve GD ultrasonografi tekniklerinin etkinliğinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

ETİK KURUL ONAYI

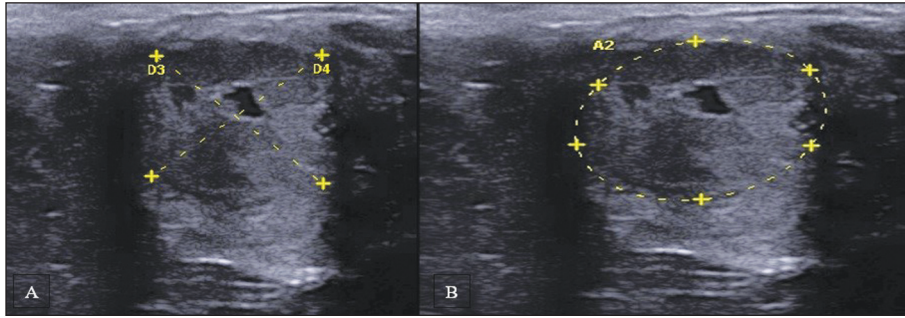
Tüm hayvanlar "Laboratuvar Hayvanlarının Bakımı ve Kullanımı Rehberi"ne (www.nap.edu/catalog/5140.html) uygun olarak insancıl muameleye tabi tutuldu. Ayrıca çalışma İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Veteriner Fakültesi Birim Etik Kurulu (tarih: 10 Temmuz 2023, no: 2023/30) tarafından onaylandı.

HAYVANLAR VE ÇALIŞMA GRUPLARI

Çalışmaya 4-8 yaşları arasında, 350-435 kg ağırlığında, kuzey yarım kürede (41° enlem) yaşayan, 16 adet fertil Arap kısırak dâhil edildi. Kısırakların vücut kondüsyon puanları 5-7 arasındaydı.¹⁴ Kısıraklar su ve mineral tuzuna (ad libitum) erişimi olan, doğal ışık altında toplu yarı açık bir alanda tutuldu. Günde ortalama 4 kg kaba yem ile 3 kg kesif yem tükettiler. Çalışma Mart-Haziran 2023 ayları arasında tamamlandı. Sezondaki kısıraklar çiftleştirilmedi ve diöstrus evresindeyken luteal vasküler perfüzyon 2 farklı Doppler tekniği ile değerlendirildi. Çalışma grupları, RD ultrasonografi grubu (Grup RD; n=16) ve GD ultrasonografi grubu (Grup GD; n=16) olarak şekillendirildi.

TRANSREKTAL B-MOD ULTRASONOGRAFI VE DOPPLER ULTRASONOGRAFI

Transrektal tarama için bir elektronik lineer veteriner transdüseri (SV 3513 Vet; Esaote Pie Medical,



RESİM 1: Korpus luteuma ait B-mod ultrasonografi görüntüsü. A) Korpus luteumun çap ölçümü, B) Korpus luteumun alan ölçümü.

Genova, İtalya) ile donatılmış bir B-mod ve Doppler ultrasonografi cihazı (Esaote MyLab One Vet, Esaote Pie Medical, Genova, İtalya) kullanıldı. Değişiklikleri en aza indirmek için ayarlar sabit tutuldu (B-mod frekansı 10 MHz, Doppler frekansı 5 MHz, gain %28, PRF 1 KHz). Her bir kısırağın ultrasonografi uygulaması tek bir operatör tarafından gerçekleştirildi. Taveiros ve ark.nın önerdiği gibi fertilitiyi tehlikeye atabilecek uterus sıvısı ve endometriyal değişikliklerin belirlenmesi için ultrasonografi ile jinekolojik muayene yapıldı ve sağlıklı uterusu sahip ve gebe olmayan kısıraklar çalışmaya dâhil edildi.¹⁵ Günlük gerçek zamanlı ultrasonografi muayenesi ile ovulasyon tespit edildi. Sales ve ark. tarafından önerildiği gibi KL'nin çapı (mm) ve alanı (mm²) B-mod ultrasonografideki sabit bir görüntüden ölçüldü (Resim 1).¹⁶ Ovulasyon sonrası 5. gündeki KL'ye ait en geniş çap ve KL alanı çalışmaya dâhil edildi.

RD ve GD ile KL'deki damarlaşma görüntüledi. Herhangi bir artifakt barındırmayan ve KL'de maksimum sayıda renkli piksellerin bulunduğu Doppler ultrasonografi görüntüleri kayıt altına alındı. Objektif değerlendirmeler, luteal bölgede en fazla renkli sinyal bulunan 3 görüntüden yapıldı. Bu görüntülerdeki renkli piksellerin minimum, maksimum ve ortalama miktarları ImageJ görüntü analiz programı kullanılarak gerçekleştirildi (ImageJ 1.50 version, US National Institutes of Health, ABD).

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

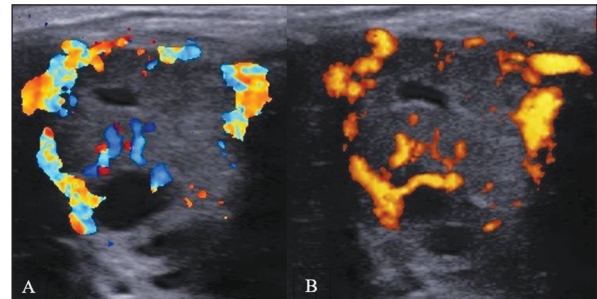
İstatistiksel analizler için SPSS 13.0 paket program (SPSS Inc. Chicago, IL, USA) kullanıldı. Verilerin

normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testi ile belirlendi. Grupların karşılaştırılması için Student t-testi ve Wilcoxon testi kullanıldı. Yapılan tüm istatistiksel analizler için $p < 0,05$ anlamlı kabul edildi. Veriler ortalama değerleri ve standart hataları ile birlikte ifade edildi.

BULGULAR

Ovulasyonu tespit edilen 16 kısırağın, ovulasyon sonrası 5. günde KL'si B-mod ultrasonografi ile görüntüledi. Cihazın ölçüm programıyla B-mod da en geniş KL çapı belirlendi ve tüm kısıraklara ait ortalama KL çapı $34,1 \pm 1,69$ mm, KL alanı ise $49,7$ mm² olarak ölçüldü. Ardından cihazın Doppler ultrasonografi özelliği kullanılarak, önce RD ile ardından GD ile aynı KL'ye ait damarlaşma görüntüledi (Resim 2).

Herhangi bir artifakt bulundurmayan 3 görüntü kayıt altına alındı. Her bir görüntü ImageJ programında analiz edilerek, renkli piksellerin alanı belirlendi. Üç görüntüye ait verilerin ortalaması alınarak, o kısırağa ait veriler oluşturuldu. RD ve GD



RESİM 2: Korpus luteuma ait Doppler ultrasonografi görüntüleri. A) Renkli Doppler ultrasonografi görüntüsü, B) Güç Doppler ultrasonografi görüntüsü.

TABLO 1: Luteal vaskülarizasyona ait renkli piksellerin miktarları ve gruplar arası önemlilikleri.

	$\bar{X} \pm SH$	Minimum	Maksimum
Güç Doppler-KL	91,1 \pm 3,27 ^a	49,7 ^a	179,1 ^a
Renkli Doppler-KL	120,7 \pm 4,19 ^b	37,1 ^b	183,1 ^a

^{a,b}Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel önemliliği gösterir (p<0,001).

SH: Standart hata.

uygulamaları neticesinde luteal vaskülarizasyona ait renkli piksellerin miktarları ve bu 2 grup arasındaki önemlilik **Tablo 1**'de sunuldu.

TARTIŞMA

B-mod ultrasonografi ovaryan foliküller ve KL gelişiminin gerçek zamanlı görüntülerini sağlayarak, bu yapıların boyutunu, şeklini ve ekojenitesini değerlendirmeye olanak tanır.¹⁷ Araştırmacılarla uyumlu olarak, çalışmamızda KL'nin boyutu ve alanı B-mod ultrasonografi kullanılarak değerlendirildi. KL'nin enine kesit alanının ovulasyon sonrası 4. günden 19. güne kademeli olarak azaldığı bildirilmiştir.¹¹ Ovulasyon sonrası KL, 10-14. günler arasında preluteolitik periyotta, 15-17 günler arasında da luteolitik periyottadır.¹¹ Sales ve ark. yaptıkları çalışmada, kısıraklarda ovulasyon sonrası 3-6. günler arasında KL çapı, alanı ve vasküler perfüzyonu açısından fark saptamamışlardır.¹⁶ Çalışmamızda ovulasyon sonrası 5. gündeki KL'ler değerlendirildi. Bu sayede, preluteolitik veya luteolitik dönem dışındaki, aktif KL'nin çalışmaya dâhil edilmesi sağlandı. Ayrıca araştırmacılar progesteron sentezinin ovulasyon sonrası 5. günde en yüksek konsantrasyona ulaştığını ve ovulasyondan sonraki 11. güne kadar sabit kaldığını bildirmişlerdir.^{9,11,18} Lüttgenau ve ark., KL alanı ile progesteron konsantrasyonu arasında bir ilişki olmadığı için KL'nin fonksiyonel aktivitesinin boyutuna bağlı olmadığını kabul etmektedirler.¹⁹ Herzog ve ark., luteal kan akışının progesteron konsantrasyonu için KL boyutundan daha iyi bir biyobelirteç olduğunu vurgulamışlardır.²⁰ Her ne kadar çalışmamızda progesteron miktarı analiz edilmemiş olsa da luteal kanlanmanın değerlendirilmesi için KL boyutu bir ölçüt olarak kabul edilmemiştir. En yüksek progesteron konsantrasyonunun ovulasyon sonrası 5.

günde tespit edilmesinden dolayı ve progesteron miktarı ile luteal kanlanma arasında pozitif korelasyon olduğu bildirilmesi nedeniyle çalışmamızda ovulasyon sonrası 5. gündeki KL değerlendirilmiştir.^{9,11,18,20} El-Shahat ve ark. infertil kısıraklarda ovaryan ve uterin hemodinamiğin değerlendirildiği bir çalışmada, çapı 3 cm'den fazla olan KL ile birlikte östrus ödemi olmamasını luteal faz olarak kabul etmişlerdir.¹³ Benzer şekilde sunulan çalışmada, diöstrustaki fertil kısırakların KL ortalama çapı 3,41 \pm 0,16 cm olması araştırmacıların bildirişiyle uyumlu bulunmuştur.

Requena ve ark.nın İspanyol safkan kısıraklarda yaşın ovaryan hemodinamiğe etkisini araştırdıkları bir çalışmada, 8 yaşından küçük olan genç kısırak grubunda, yaşlı kısırak grubundakine göre foliküler ve luteal kan akımının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.²¹ Çalışmamızın materyalini oluşturan tüm kısıraklar 4-8 yaş aralığında olduğundan, araştırmacıların bildirisindeki gibi genç ve yaşlı ayrımı yapılamadı.

Doppler ultrasonografi morfo-ekojenik özelliklerinin yanı sıra KL dâhil olmak üzere çeşitli organlardaki damarların vasküler yapısını ve hemodinamik yönlerini değerlendirmeye olanak tanır.^{17-18,22} Bu yaklaşımın avantajları; noninvaziv, pratik ve etkili olmasıdır.^{17,22} Doppler ultrasonografide değerlendirme hem objektif hem de subjektif yöntemlerle yapılabilir. Objektif olarak, kan perfüzyonu bir yazılım tarafından sayılan renkli piksel sayısı ile belirtilir. Subjektif olarak ise görüntüde gözlenen renkli piksellerin yüzdesi üzerinden doku kan perfüzyonu tahmin edilir.^{17,23} Araştırmacılarla uyumlu olarak, çalışmamızda RD ve GD ultrasonografi teknikleriyle luteal damarlaşma görüntülenerek, her iki yöntemle elde edilen görüntülerdeki renkli piksellerin miktarlarının da ImageJ programıyla analiz edilmesiyle objektif bir değerlendirme yapıldı.

İnsanlarda onkolojik ve jinekolojik vakalarda, RD ve GD ultrasonografi tekniklerinin karşılaştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Lencioni ve ark. hepatoselüler karsinomlarda tümör vasküleritesini değerlendirmede GD ultrasonografinin daha etkili olduğunu rapor etmişlerdir.²⁴ Guerriero ve ark. tek başına kullanılan B-mod ultrasonografinin yanlış pozitif oranını

azaltmak için 2 Doppler tekniğinden en az birinin B-mod görüntüleme ile birlikte kullanılmasının gerektiğini, ancak geleneksel RD görüntülemenin daha yüksek bir yanlış negatif oranı gösterdiğini bildirmişlerdir.²⁵ El-Shahat ve ark., GD ve RD ultrasonografi kullanılarak infertil kısıraklarda ovaryum ve uterusun hemodinamiklerini araştırmışlar ve 2 teknik arasında luteal vaskülarizasyon açısından fark saptamamışlardır.¹³ El-Shahat ve ark.'nın araştırmasının aksine çalışmamızda, KL vaskülarizasyonunun değerlendirilmesinde 2 teknik arasında anlamlı fark saptandı ($p<0,001$).¹³

Kısıraklarda RD ultrasonografi ile ovulasyon sonrası 19 gün boyunca luteal kanlanma ile progesteron arasındaki ilişki araştırılmıştır.¹¹ Brogan ve ark. kısıraklarda erken gebelik sırasında KL boyutu ile vaskülarite ve dolaşımdaki progesteron arasındaki ilişkileri değerlendirmek ve luteal kan akışının embriyo transferi alıcısı seçerken yararlı bir yardımcı olup olmadığını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada RD ultrasonografiden faydalanmışlardır.²⁶ Azevedo ve ark. kısıraklarda embriyo transferi çalışmalarında, luteal perfüzyonun RD ultrasonografi ile değerlendirilmesinin KL işlevini belirlemekte ve alıcı kısırakların gebeliği devam ettirebilmesi hakkında fikir veren etkili bir parametre olduğu bildirilmiştir.¹² Ferreira ve ark. deneysel olarak bozulmuş luteogenez ve kısmi luteoliz sırasında kısıraklarda KL'nin hemodinamiğini değerlendirmek için GD ultrasonografiden faydalanmışlardır.²⁷ El-Shahat ve ark., GD ve RD ultrasonografi kullanarak infertil kısıraklarda ovaryum ve uterusun hemodinamiğini araştırmışlardır.¹³ İnfertil kısırakların östrusları sırasında uterus kisti ve anormal uterus sıvıları olan uterusun, kızgınlık sırasında normal uterusu kıyasla daha güçlü kan akış alanlarına sahip olduğunu bildirmişlerdir.¹³ Araştırmacılar, genç ve yetişkin İspanyol Safkan kısıraklar arasındaki foliküler çap ve KL alanı ile foliküler ve KL kan akışlarındaki farklılıkları araştırmak için GD kullanmışlardır. Bu çalışma ile GD'nin ovaryum hemodinamiğini izlemedeki kullanışlılığını ve sıklık

kısıraklarda kan progesteron düzeylerini tahmin etmek için KL kan akışının uygunluğunu desteklediğini rapor etmişlerdir.²¹ Yukarıda belirtildiği üzere, kısıraklarda luteal kanlanmanın değerlendirilmesi için hem RD hem de GD tekniklerinin başarıyla kullanıldığı ve her bir tekniğin etkinliğinin kanıtlandığı birçok çalışma mevcuttur. Çalışmamızda ise luteal kanlanmanın en yüksek olduğu zaman olarak kabul edilen ovulasyon sonrası 5. günde, RD ve GD teknikleri kullanılarak KL vaskülarizasyonu saptandı. Bunun neticesinde, RD ultrasonografi ile KL'deki ortalama renkli piksel miktarı GD tekniğindeki göre anlamlı olarak yüksek bulundu ($p<0,001$). Bununla birlikte KL'deki minimum renkli piksellerin miktarı ise GD ultrasonografi tekniğinde daha yüksek saptandı ($p<0,001$).

SONUÇ

Sonuç olarak kısıraklarda luteal kanlanmanın belirlenmesi amacıyla RD ultrasonografinin etkili bir şekilde kullanılabilecek bir teknik olduğu ve minimal düzeydeki pikselleri tespit edebilmek için GD ultrasonografiden faydalanılabileceği kanısına varıldı.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Bu çalışma hazırlanırken tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

1. Nagy P, Guillaume D, Daels P. Seasonality in mares. *Anim Reprod Sci.* 2000;60-61:245-62. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
2. Schams D, Berisha B. Regulation of corpus luteum function in cattle--an overview. *Reprod Domest Anim.* 2004;39(4):241-51. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
3. Ishak GM, Bashir ST, Gastal MO, Gastal EL. Pre-ovulatory follicle affects corpus luteum diameter, blood flow, and progesterone production in mares. *Anim Reprod Sci.* 2017;187:1-12. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
4. Ginther OJ. *Ultrasonic Imaging and Animal Reproduction.* 1st ed. Cross Plains (WI): Equi Services Publishing; 1995.
5. Erdoğan G. Veteriner jinekolojide doppler ultrasonografi kullanım alanları [Using of doppler ultrasonography in veterinary gynecology]. *Türkiye Klinikleri J Vet Sci Obstet Gynecol-Special Topics.* 2018;4(1):43-9. [[Link](#)]
6. Uçmak ZG, Kurban İ, Uçmak M. The vascularity of preovulatory follicle: The colour-Doppler assessment and its predictive value in the early pregnancy outcome in Arabian Mares. *Vet Hek Dern Derg.* 2020;91(2):104-9. [[Link](#)]
7. Günay Uçmak Z, Kurban İ, Uçmak M. Evaluation of vascularization in the walls of preovulatory follicles in mares with endometritis. *Theriogenology.* 2020;157:79-84. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
8. Miyamoto A, Shirasuna K, Wijayagunawardane MP, Watanabe S, Hayashi M, Yamamoto D, et al. Blood flow: a key regulatory component of corpus luteum function in the cow. *Domest Anim Endocrinol.* 2005;29(2):329-39. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
9. Bollwei H, Weber F, Kolberg B, Stolla R. Uterine and ovarian blood flow during the estrous cycle in mares. *Theriogenology.* 2002;57(8):2129-38. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
10. Ginther OJ. *Reproductive Biology of the Mare: Basic and Applied Aspects.* 2nd ed. Cross Plains, WI, USA: Equiservices Publishing; 1992. p.233-390.
11. Ginther OJ, Gastal EL, Gastal MO, Utt MD, Beg MA. Luteal blood flow and progesterone production in mares. *Anim Reprod Sci.* 2007;99(1-2):213-20. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
12. Azevedo M de V, Souza NM, Sales FABM, Ferreira-Silva JC, Chaves MS, Vieira JI, et al. Evaluation of corpus luteum vascularization in recipient mares by using color doppler ultrasound. *Acta Sci Vet.* 2021;49:1792. [[Crossref](#)]
13. El-Shahat KH, Abo El-Maaty A, Helmy M, El Baghdady Y. Power and colour Doppler ultrasonography for evaluation of the ovarian and uterine haemodynamics of infertile mares. *Bulg. J. Vet. Med.* 2020;23(3):338-49. [[Link](#)]
14. Henneke DR, Potter GD, Kreider JL, Yeates BF. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine Vet J.* 1983;15(4):371-2. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
15. Taveiros AW, Melo PRM, Freitas Neto LM, Aguiar Filho CR, Silva ACJ, Lima PF, et al. Produção de embriões de éguas Mangalarga Marchador utilizadas nas Regiões Nordeste e Sudeste do Brasil. *Med Veterinária (UFRPE).* 2008;2(3):19-24. [[Link](#)]
16. Sales FABM, Azevedo MV, Souza NM, Ferreira-Silva JC, Chaves MS, Junior VR, et al. Correlations of corpus luteum blood flow with fertility and progesterone in embryo recipient mares. *Trop Anim Health Prod.* 2021;53(2):280. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
17. Ginther OJ, Utt MD. Doppler ultrasound in equine reproduction: principles, techniques, and potential. *JEVS.* 2004;24(12):516-26. [[Crossref](#)]
18. Ginther OJ, Rodrigues BL, Ferreira JC, Araujo RR, Beg MA. Characterisation of pulses of 13,14-dihydro-15-keto-PGF2alpha (PGFM) and relationships between PGFM pulses and luteal blood flow before, during, and after luteolysis in mares. *Reprod Fertil Dev.* 2008;20(6):684-93. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
19. Lüttgenau J, Ulbrich SE, Beindorff N, Honnens A, Herzog K, Bollwein H. Plasma progesterone concentrations in the mid-luteal phase are dependent on luteal size, but independent of luteal blood flow and gene expression in lactating dairy cows. *Anim Reprod Sci.* 2011;125(1-4):20-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
20. Herzog K, Brockhan-Lüdemann M, Kaske M, Beindorff N, Paul V, Niemann H, et al. Luteal blood flow is a more appropriate indicator for luteal function during the bovine estrous cycle than luteal size. *Theriogenology.* 2010;73(5):691-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
21. Requena F, Campos MJAPM, Martínez Marín AL, Camacho R, Giráldez-Pérez RM, Agüera EI. Assessment of age effects on ovarian hemodynamics using doppler ultrasound and progesterone concentrations in cycling Spanish purebred mares. *Animals (Basel).* 2021;11(8):2339. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
22. Ferreira JC, Ignácio FS, Meira C. Doppler ultrasonography principles and methods of evaluation of the reproductive tract in mares. *Acta Sci Vet.* 2011;39 (Suppl 1):105-11. [[Link](#)]
23. Bollwein H, Maierl J, Mayer R, Stolla R. Transrectal color Doppler sonography of the A. uterina in cyclic mares. *Theriogenology.* 1998;49(8):1483-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
24. Lencioni R, Pinto F, Armillotta N, Bartolozzi C. Assessment of tumor vascularity in hepatocellular carcinoma: comparison of power Doppler US and color Doppler US. *Radiology.* 1996;201(2):353-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
25. Guerriero S, Alcazar JL, Ajossa S, Lai MP, Errasti T, Mallarini G, et al. Comparison of conventional color Doppler imaging and power doppler imaging for the diagnosis of ovarian cancer: results of a European study. *Gynecol Oncol.* 2001;83(2):299-304. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
26. Brogan PT, Henning H, Stout TA, de Ruijter-Villani M. Relationship between colour flow Doppler sonographic assessment of corpus luteum activity and progesterone concentrations in mares after embryo transfer. *Anim Reprod Sci.* 2016;166:22-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
27. Ferreira JC, Filho LFN, Boakari YL, Canesin HS, Thompson DL Jr, Lima FS, et al. Hemodynamics of the corpus luteum in mares during experimentally impaired luteogenesis and partial luteolysis. *Theriogenology.* 2018;107:78-84. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]