

GEÇİCİ KAPAK

*Kapak tasarımı
devam ediyor.*

BİDGE Yayınları

Veteriner Reprodüksiyonda Güncel Yaklaşımlar

Editör: Damla Tuğçe Okur

ISBN: -

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: -

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



İÇİNDEKİLER

Dişi Köpeklerde Foliküler Faz Kısırlaştırmalarında Laparoskopik Cerrahinin Klinik Avantajları ve Komplikasyon Yönetimi	1
<i>DAMLA TUĞÇE OKUR</i>	
Veteriner Jinekolojide Doppler Ultrasonografi: Reproaktif Hemodinami ve Klinik Uygulamalar	20
<i>VEFA TOHUMCU</i>	
Köpeklerde Laparoskopik Ovariektomi Endikasyonları, Cerrahi Teknik ve Klinik Sonuçlar	36
<i>ALPER YASİN ÇİPLAK</i>	
İneklerde Postpartum Dönem Fizyolojisi	55
<i>ŞİFANUR AYDIN</i>	

BÖLÜM 0

DİŞİ KÖPEKLERDE FOLİKÜLER FAZ KISIRLAŞTIRMALARINDA LAPAROSKOPİK CERRAHİNİN KLİNİK AVANTAJLARI VE KOMPLİKASYON YÖNETİMİ

DAMLA TUĞÇE OKUR¹

Giriş

Bir dişi köpek yılda bir veya iki kez östrus göstermekte ve çiftleşmektedir. Köpeklerin gebelik süresi diğer evcil hayvanlara nazaran daha kısadır (59-68 gün, ortalama 2 ay) ve bir batında çok sayıda yavru doğurabilirler. Üremelerini aktif olarak sürdürebildikleri süre (döl verimi süresi) ortalama 8-10 yıl olup, 14-17'li, hatta 20'li yaşlara kadar yavru doğurabilmektedirler. Dişi köpekler yılın belli sezonlarında erkek köpekler ile çiftleşmeyi kabul eder. Bu döneme aşım ya da çiftleşme sezonu adı verilir Alaçam (2008). Bir köpeğin her gebelikte ortalama 6-10 adet yavrusunu doğurduğu durumda, 6 yıl içerisinde yaklaşık olarak 67,000 köpek dünyaya gelebilmektedir Kiremitçi (2013).

Pet popülasyonunun fazla olduğu ülkelerde özellikle 4-5 yaş grubundaki dönem, döl veriminin en yüksek olduğu dönemdir. Dişi

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi, Veteriner Doğum ve Jinekoloji, Orcid: 0000-0003-2733-2155

köpeklerde nüfusun erkeklere nazaran daha fazla olduğu kaydedilmiştir. Bu nedenle de, üremenin kontrolü konusunda yapılan tüm çalışmalarda dişi hayvanlar ilgi odağı olmuştur. Ev içinde bakım ve beslenmesi yapılarak barındırılan sahipli köpeklerin veya sahipsiz köpeklerin fazla sayıda yavru doğurması çeşitli nedenlerden dolayı istenmeyen bir durumdur. Fakat bu hayvanların seksüel sikluslarının sergilediği fizyolojik yapı tam olarak bilinmediğinden çoğunlukla bunların çiftleşmelerine de engel olunamamaktadır. Bunun yanı sıra üremenin kolaylıkla kontrol altına alınabileceği konusundaki bilgi noksanlığı, problemin göz ardı edilmesine veya büyümesine neden olmaktadır. Bu nedenle dişi köpeklere üremenin denetlenmesi amacıyla ovulasyon, fertilizasyon ve implantasyon süreçlerine müdahale edilebilmektedir Tez (2016).

Üremenin denetlenmesi hem cerrahi hem de medikal yöntemler kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir. Dişi köpeklerde, medikal yöntemlerle östruslar geçici olarak baskılanarak gebelik oluşumu engellenebileceği gibi, nüfus kontrolünü sağlamak, olası hastalıkların önüne geçmek ve yavru istenmemesi durumunda ise cerrahi kontrasepsiyon yöntemleri uygulanabilir. Cerrahi kontrasepsiyon yöntemleri; açık (ovaryohistektomi, ovariektomi, prepubertal gonadektomi, salpingektomi ve histektomi) ve kapalı cerrahi yöntemler (laparoskopik ovariektomi, laparoskopik ovaryohistektomi) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır Adams (2020). Dişi hayvanların kısırlaştırılmasında kullanılan en yaygın iki yöntem ovariektomi ve ovaryohistektomidir (Nylund vd., 2017; Corriveau vd., 2017; Cicirelli vd., 2022; Radford vd., 2021).

Dişi köpekler için nüfus kontrolünün temel dayanağı ovariektomi ve ovaryohistektomi yöntemleriyle yapılan cerrahi sterilizasyondur Kutzler (2020). Bununla birlikte, popülasyon kontrolü için tek yöntem olarak cerrahi sterilizasyonun yetersiz olmasının birçok nedeni vardır. Anestezi, tıbbi ekipman, uygun bir cerrahi altyapı, yeterli iyileşme zamanı ve tecrübeli bir veteriner

hekim gerekmesi işlemleri zorlaştıran etmenlerdir. Ayrıca cerrahi sterilizasyon için yeterli altyapı, tıbbi ekipman ve deneyimli veteriner hekimler bulunsa bile iş gücü kapasitesi ve zaman sınırlıdır. Bunun yanı sıra herhangi bir cerrahi prosedür, doğası gereği bazı riskleri taşımaktadır. Operasyon için yaş ve siklusun dönemi bazı durumlarda önem kazanır. Örneğin; tümörleri engellemek için ilk östrüs siklusundan önce, operasyon esnasında hemorajinin azaltılması için siklusun anöstrüs döneminde yapılması önerilir Polisca (2013).

Dişi köpeklerde kısırlaştırma operasyonları genellikle rutin ve komplikasyon oranı düşük bir prosedür olarak kabul edilse de, özellikle seksüel siklusun proöstrüs, östrüs ve erken diöstrüs (foliküler faz) evrelerinde artan vaskülarizasyona bağlı olarak hemostaz sağlamak oldukça zor olabilir. Östrüs döngüsünün farklı aşamaları, dişi üreme sisteminde belirgin değişikliklerle karakterize edilir. Bu fizyolojik değişikliklerde esas olarak östradiol konsantrasyonlarına ilişkin hormonal değişiklikler rol oynar. Proöstrüs sırasında serum östradiol zirve yapar ve bu durum hem eksternal fiziksel değişikliklere (genişlemiş ve ödemli vulva ve serosanguinous vajinal akıntı) hem de internal fiziksel değişikliklere (endometrial kalınlıkta artış ve uterus kan damarlarının genişlemesi) neden olur Nogueira (2017). Bu nedenle klinisyenler vaskülarizasyonun daha az ve komplikasyon (intraoperatif ve postoperatif hemoraji) riskinin en düşük olduğu seksüel siklusun anöstrüs döneminde dişi köpeklerde kısırlaştırma prosedürlerini uygulamak isterler. Seksüel siklusun foliküler fazında dişi bir köpeği kısırlaştırmanın riski luteal faz ve anöstrüs dönemlerindeki köpeklerden daha fazladır (Kustritz, 2010; Polisca, 2013). Bunların nedenleri ise;

- Seksüel siklusun foliküler fazında artan östrojen konsantrasyonu damarlarda vazodilatasyona neden olur. Foliküler faz döneminde uterus ve ovaryumda damarlaşıma daha fazla olduğu için bu dokulara kan akışı artar. Dokuların tonisitesinde ki artış

hemoraji riskinin artmasına neden olur. Özellikle “Von Willebrand” hastalığı gibi altta yatan bir kan pıhtılaşma bozukluğu olan köpeklerde bu işlem ölümcül sonuçlar doğurabilir. (Kustritz, 2010; Polisca, 2013).

- Seksüel siklusun foliküler fazında uterus ve ovaryum dokuları frajildir. Bu dokuların çekiltilmesi durumunda dokularda yırtılmalar ve buna bağılı hemoraji meydana gelebilir. Ayrıca bu dokuların frajil olması nedeniyle bu dokulara uygulanan ligatürler tutmayıp dokuyu kesebilir ya da daha sonradan çözümlerek postoperatif intraabdominal hemorajilere neden olabilir Veiga vd. (2015).

- Seksüel siklusun foliküler fazında ovaryumların derin anatomik konumu, özellikle büyük ırk ve derin göğüs kafesine sahip köpeklerde kornu uterileri ve ovaryumları ensizyon bölgesine getirmek amacıyla uygulanan manüplasyonlarda güçlük ve buna bağılı olarak postoperatif ağrı artabilir. Foliküler faz sırasındaki hormonal değışiklikler inflamasyona ve reprodüktif organlarda hassasiyetinin artmasına neden olur. Foliküler faz dönemde yapılan cerrahi işlemlerde komplikasyon riski, hekim açısından bazı güçlükleri beraberinde getirirken postoperatif yoğun ağrıyla da karşılaşılabilir Watts (2018).

- Seksüel siklusun foliküler faz döneminde uterus ve ovaryumu besleyen damarların vazodilatasyonu, operatörün daha dikkatli davranması ve ligasyon sayısının artmasına bağılı olarak operasyon süresinin uzamasına neden olur. Bunun sonucunda, operasyon süresi, hastanın anestezi maddeye maruz kalma süresi ve anestezi madde kullanımının artırmasına bağılı olarak maliyet artar Watts (2018).

- Dokuların frajil olması, anatomik konumların değışmesi ya da bu dönemde operasyon gerçekleştirecek veteriner hekimin deneyimsiz olması nedeniyle ovaryumdan bir parça

kalabilir ve bunun sonucunda da “Ovaryan remnant sendromu (ORS)” vakaları artış gösterebilir Kustritz (2012).

Tüm bu risk ve komplikasyonları minimum düzeye indirmek için en iyi seçimin, östrus döneminin bitmesini beklemek olduğu düşüncesinde çoğu veteriner hekim fikir birliğindedir. Dişi köpeklerde ideal kısırlaştırma operasyonunun östrus belirtileri başladıktan 2 ay sonra anöstrus döneminde yapılması önerilir Kustritz (2010). Ancak bu sürenin uzun olması bazı sıkıntıları beraberinde getirebilir. Bu durum hem hasta sahiplerinde hem de hekimlerde bazı endişeleri akla getirebilir;

- Köpeğin gebe kalmasından korkmaları, bir batında birden fazla yavru doğurmaları ve köpek sahiplerinin yavruların sorumluluğunu almak istememeleri,

- Köpek sahiplerinin proöstrus kanamalarından rahatsızlık duymaları,

- Erkek köpeklerin ilgisini çekme ve mizaçta sertlik,

- Östrus dönemindeki dişi köpeklerin çiftleşme isteklerinin artmasına bağlı olarak kaçma eğilimi göstermeleri,

- Köpeklerinin tuvalet ihtiyaçlarını dışarıda karşıladıkları dönemde erkek köpeklerle çiftleşme ihtimalini engellemek için dişi köpeklerin tuvalet ihtiyaçları evde sağlamaları nedeniyle yaşanan zorluklar

- Dişi köpeklerde gözlenen bazı hastalıkların (meme neoplazileri, prolapsus vajina veya uteri, yalancı gebelik, piyometra, metritis ve diabetes mellitus vb) önlenmesi ve tedavisinde meydana gelebilecek ekonomik kayıpların giderilmesi amacıyla sahipleri köpeklerinin bir an önce kısırlaştırılmasını talep edebilmektedir (Aslan ve Güngör, 2015; DeTora ve McCarthy, 2011).

Belirtilen bu olumsuzlukları ve komplikasyonları engellemek ve her durumda dişi köpekleri kısırlaştırabilmek amacıyla minimal invaziv ve güvenilirliği pek çok çalışma ile ortaya konmuş laparoskopik cerrahi yönteminin tercih edilebilir. Laparoskopik ovariektomi ve ovaryohisterektomi operasyonlarının geleneksel operasyonlara göre operasyon süresi, cerrahi stres ve postoperatif bakım ve ağrı süresinin azalması gibi birçok avantajı sahip olduğu önceki yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Seksüel siklusun foliküler fazında yapılan kısırlaştırma operasyonlarında seksüel siklusa bağlı oluşabilecek komplikasyonların laparoskopik yöntemlerle engellenebilir ve komplikasyonlar gözlemlenmeden veya minimum düzeyde tutulabilir.

Östrojene bağlı uterus ve ovaryum dokularındaki damarlarda vazodilatasyona bağlı artan hemorajinin laparoskopik yöntem ile nasıl önlenebilir?

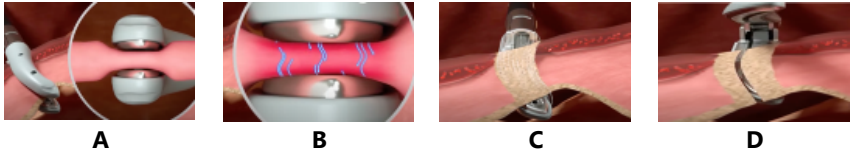
LigaSure sisteminin, çapı 1 ile 7 mm arasındaki damarların hemostazı için kullanıldığı bildirilmiştir. LigaSure damar kapama teknolojisi, damar duvarındaki kollajen ve elastini denatüre edip onları hemostatik tıkaç haline getirip kalıcı damar duvarı füzyonunu sağlayan g clendirilmiş bir bipolar elektrokoter formunu kullanır (Monarski vd., 2014; Hasabe vd., 2023; McLean vd., 2020; Shaukat vd., 2020). Dokuların diseksiyon veya damar izolasyonu yapılmadan LigaSure ile kapatılabilmesi sayesinde diseksiyon sırasında oluşabilecek hemorajilere engel olunur. LigaSure ile mühürlenen damarların normal sistolik basıncın en az üç katı kadar basın a dayanıklı olduğu gösterilmiştir Abi vd. (2024). Sistem bipolar radyofrekans jeneratörü ve forcepslerden oluşmuştur. Damarları kapatmak için gerekli olan mekanik ve elektrik enerjisi cerrahi klamlere benzeyen bu forcepsler yoluyla olur. Sistemin g c kaynağı bir elektrokoter jeneratör olup klampların ağzındaki doku tipini tanıyıp, damarı etkili şekilde kapayacak uygun miktarda enerjiyi veren bir geriye dönüşüm kontrollü cevap sistemine sahiptir

Peterson vd. (2002) (Şekil 1). Her uygulamadaki başlangıç güç seviyesi, aletin ucunda sıkıştırılmış dokunun özelliğini saptayan hızlı öncü voltaj tarayıcısı tarafından belirlenir. İşlem sırasında sıkıştırılmış dokunun ısıya bağlı monitorizasyonu ile mikroişlemci kontrollü geriye dönüş kontrollü devre (feedback loop), uygun güç seviyesini damar kapama işlemi tamamlanana kadar otomatik olarak devam ettirir. En son güç dağıtımının sona erdiği, kısa süre devam eden soğuma döngüsü başlar. Soğuma periyodu bittiği zaman jenaratörden işlemin bittiğini gösteren bir ses sinyali gelir. Bu işlem hedef dokunun özelliğine göre 1-6 saniye arasında değişir. Forsepsin ağzı açıldığı zaman kalıcı translüsan kapama alanı kolaylıkla görülür Dubuc-Lissoir (2003). İnce dokularda LigaSure ile bir kapama yeterlidir ve transparan kapanmış bölge ortada görülür. İnfierior mesenterik veya orta kolik arterler gibi büyük arterlerin kesilecek yerlerinin bir distalinde bir de proksimalinde uygulanır. Ligasure vessel sealing sisteminin performansı beşeri hekimlikte yapılan çalışmaların sonuçlarına göre bu sistemin açık ve kapalı ameliyatlarda, ameliyat süresini, kan kaybını, komşu dokulara zararı ve yapışıklıkları azalttığı ve ameliyatı kolaylaştırdığı şeklinde bildirilmiştir. Ayrıca laparoskopik cerrahi yönteminin bir aşaması olan insuflasyon işlemi sırasında abdominal boşluğun şişirilerek dokuların ayrılması temiz bir cerrahi alan oluşturulmasına yardımcı olur. Böylelikle kasıtsız damar hasarı ve sonrasında hemoraji riskini azaltır (Mayhew vd., 2012; Sackman, 2012; Matz vd., 2014). Bu sayede bu proje önerisinde köpeklerde seksüel siklusun foliküler faz döneminde östrojen konsantrasyonuna bağlı uterus ve ovaryumları besleyen damar sayısının artması ve vazodilatasyona bağlı intra ve postoperatif dönemdeki hemoraji gibi komplikasyonların bu yöntemle önlenmesi hedeflenebilmektedir.

Resim 1 A; LigaSure cihazının dokuyu kavraması, B; LigaSure cihazının dokunun kalınlığı ve yapısına uygun olarak ayarladığı enerji akımı, C; Mühürlenmiş doku, D; Mühürlenmiş dokunun cihazının uç bölgesindeki tutucu çenesinin içinden çıkan bıçak yardımıyla kesilmesi ve kesilen dokunun görüntüsü

Seksüel siklusun foliküler faz döneminde dokulardaki frajitenin artmasına bağlı oluşabilecek komplikasyonlar laparoskopik yöntem ile nasıl azaltılabilir?

Seksüel siklusun foliküler faz döneminde uterus ve ovaryum dokularında artan frajiteye bağlı olarak bu dokuların ligasyonu



esnasında ligatürler dokuyu yırtabilir ya da ligatürler postoperatif dönemde açılabilir. Ligamentlerin çekilmesi ve ovaryumların ekstrapéritoneal yöne doğru konumlandırılması sırasında dokulardaki frajiteye bağlı olarak kopmalar ya da hemoraji meydana gelebilir. Laparoskopik yöntemde ise abdominal boşluğun iki boyutlu görüntülenebilmesi nedeniyle bu aşamalara gerek duyulmamaktadır Khalaj vd. (2012). Operatör dokuyu teleskop kamera aracılığıyla görüntüleyip yerini tespit ettikten sonra 37 mm'lik forsepler ile çekiştirilmeden dokuya ulaşabilir. Ovaryum pedikül ligasyonu öncesinde ovaryumun dışarıya çıkarılmasına gerek duyulmaz, böylece asıcı ligamentin ya da damarların kopma, parçalanmasına bağlı hemoraji riskinin önüne geçilebilir. Ancak uterus ve ovaryumlara laparoskopik yöntemlerle müdahale edilirken de aletlerle manipüle edilmesi gerekmektedir ve artan kırılabilirlik potansiyeli nedeniyle dokuları tutarken dikkatli olunması gerekmektedir. Laparoskopik cerrahinin belki de en büyük faydası, LigaSure ile; kavranan dokulara bipolar enerji vermek için tasarlanmış bir sistemdir. Bu sistem jeneratörü, dokuların elektriksel

empedansı (yoğunluğu) ve koagüle edecek miktarda bipolar radyofrekans enerjisi üretir. TissueFect güvenlik sistemi sayesinde koagüle edilen dokuların empedansındaki değişikliği ölçer ve buna bağlı olarak istenen etki için gereken enerji miktarını otomatik ayarlar. Böylelikle etkili bir hemostaz sağlanır. Koagülasyon işleminin sona ermesi durumunda, operatör için bir ses efekti ile belirtilen enerji transferi otomatik olarak durur. Böylelikle seksüel siklusun foliküler fazında meydana gelen dokulardaki frajiteye bağlı komplikasyonların laparoskopik yöntemlerdeki etkili damar mühürlenme sistemi sayesinde önlenmesi hedeflenebilmektedir Shariati vd. (2014).

Seksüel siklusun foliküler fazında dokulardaki tonisite artışı derin anatomik konumundan dolayı ovaryumları ensizyon bölgesine yönlendirilmesine bağlı postoperatif ağrının artmasının laparoskopik yöntem ile nasıl engellenebilir?

Ovariektomi ve ovaryohisterektomi operasyonlarında ligamentlerin, ovaryum pedikülünün çekilmesi ve ovaryumların ekstrapéritoneal yöne doğru konumlandırılması ağrıya neden olan aşamalarıdır. Laparoskopik yöntemlerde ise ovaryan pedikülün daha az travmatik koterizasyon ve transeksiyonu Devitt vd. (2005) ile postoperatif ağrının azaltılabileceği hedeflenebilmektedir.

Uzayan operasyon sürelerine bağlı hastanın anestezive daha çok maruz kalmasını laparoskopik yöntem ile nasıl azaltılabilir?

Seksüel siklusun foliküler faz döneminde uterus ve ovaryum besleyen damarların genişlemesi sonucu, operatörün daha dikkatli davranması, intraoperatif dönemdeki hemorajiyi kontrol altına almaya çalışması ve ligasyon sayısının artmasına bağlı olarak operasyon süresi uzamaktadır. Uzayan cerrahi süreler hastanın anestezik maddelere daha çok maruz kalmasına neden olmaktadır. Anestezisi uygulamasında; uygun anestezik ajanın seçimi, doğru

miktarda ve doğru dozda uygulama yapılmasının yanı sıra hastanın anestezi altında kaldığı sürenin minimumda tutulması anestezi riski açısından önlenebilir genel standartlar içinde yer almaktadır. 6 ay ile 5 yaş arası köpekler düşünüldüğünde diğer tüm yaş gruplarında anestezi riski artmaktadır. geriatrik hastalarda ise bu risk maksimum seviyeye çıkmaktadır. Anestezi altındaki hayvanın vücut ısısını kaybetmesi nedeniyle gelişen hipotermimin morbidite ve mortalite olasılığını önemli derecede artırdığı unutulmamalıdır Kustritz (2012). Yapılan çalışmalarda LigaSure ile damar mühürleme işlemi yapılan laparoskopik yöntemin, operasyon süresini kısalttığı ve yeterli hemostaz sağladığı bildirilmiştir Mayhew ve Brown (2007). Bipolar mühürleme cihazları avantajlı bir tekniktir Van Nimwegen ve Kirpensteijn (2007). LigaSureTM sistemi koagülasyon tamamlandığında bir uyarı sinyali göndererek; operatörün manuel kesim yapmasına ve arada alet değiştirmeksizin ovaryumların uzaklaştırmasına olanak tanıyarak cerrahi süreyi kısaltmaktadır. Ayrıca LigasureTM, koagülasyon sağladığı dokudan en fazla 1,5 mm'ye ulaşan ısı yayılımını oluşturarak çevre dokulara daha az zarar vermekte, intraoperatif komplikasyon oranını düşürmektedir (Culp vd., 2009; Öhlund vd., 2011). Çalışmada operasyon süresi ve güvenliği bakımından avantajlı bir yöntem olarak kabul edilen elektrotermal bipolar damar mühürleme kullanılarak, operasyon süresince oluşabilecek olumsuz etkilerin en aza indirilmeye çalışılabilir.

Ovaryan remnant sendromu vakalarında artışın laparoskopik yöntem ile nasıl azaltılabilir?

Laparoskopik yöntemlerde genitoüriner sistemin en iyi şekilde görüntülenmesi sayesinde ORS riskinin azaltılması (Monnet ve Twedt, 2003; Van Goethem vd., 2003; Devitt vd., 2005; Nickel vd., 2007). Laparoskopik yöntemde abdominal boşlukta yer alan reproduktif organlar iki boyutlu olarak görüntülenebilir. Laparoskopik yöntemler veteriner hekimlere gelişmiş hassasiyet ve

görüntüleme olanağı sağlayarak, reproduktif açıdan aktif dokular üzerinde çalışırken bile titiz cerrahi manevralara olanak tanır. Ovaryum dokusunun yerinin tespit edildikten sonra bipolar damar mühürleme forsepsiyile mühürlenip ekstirpe edilen ovaryum trokar aracılığıyla kornu uteriden uzaklaştırılırken teleskop kamera aracılığıyla bu işlemler net bir şekilde görüntülenip izlenebildiğinden ORS riskinin önüne geçilmesi hedeflenebilmektedir Khalaj vd. (2012).

Dişi köpeklerde seksüel siklusun foliküler fazında gerçekleştirilen kısırlaştırma operasyonları, artmış vaskülarizasyon, dokularda frajilite ve hormonal değişikliklere bağlı olarak intraoperatif ve postoperatif komplikasyon riskinin belirgin şekilde arttığı bir dönem olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle geleneksel yaklaşımda cerrahi müdahalenin anöstrus dönemine ertelenmesi önerilmekte olsa da, klinik pratikte hasta sahiplerinin beklentileri, istenmeyen gebelik riski ve davranışsal problemler gibi faktörler bu gecikmeyi çoğu zaman mümkün kılmamaktadır. Bu durum, foliküler fazda güvenli cerrahi uygulamaların geliştirilmesini klinik açıdan önemli hale getirmektedir.

Minimal invaziv cerrahi teknikler, özellikle laparoskopik ovariektomi ve ovaryohistektomi uygulamaları, bu risklerin azaltılmasında önemli avantajlar sunmaktadır. Gelişmiş görüntüleme imkânı, daha sınırlı doku manipülasyonu ve enerji temelli damar mühürleme sistemlerinin kullanımı sayesinde hemorajinin kontrol altına alınabilmesi, operasyon süresinin kısaltılması ve postoperatif ağrının azaltılması mümkün olabilmektedir. Ayrıca laparoskopik yaklaşımın, ovaryan remnant sendromu gibi cerrahiye bağlı komplikasyonların önlenmesinde daha yüksek hassasiyet sağlaması, bu yöntemin güvenilirliğini destekleyen önemli bir faktördür.

Sonuç olarak, mevcut literatür ve fizyopatolojik temeller birlikte değerlendirildiğinde, seksüel siklusun foliküler fazında dahi uygun ekipman, deneyim ve teknik altyapı ile gerçekleştirilen laparoskopik cerrahinin güvenli ve etkin bir alternatif oluşturabileceği görölmektedir. Bununla birlikte, bu yaklaşımın standart klinik uygulamaya entegrasyonu için daha geniş örneklemler, prospektif ve kontrollü çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, laparoskopik tekniklerin yalnızca komplikasyon yönetiminde değil, aynı zamanda cerrahi zamanlamaya bağlı kısıtların ortadan kaldırılmasında da önemli bir potansiyel taşıdığı söylenebilir.

Kaynakça

Adams, V. J. (2020). Reproduction in dogs part 1: Surgical and non-surgical de-sexing options. *Companion Animal*, 25(7), 1–9.

Aktaş, M. S., Özkanlar, Y., & Kırbaş, A. (2011). Erzurum ve çevresinden kliniğe getirilen sahipli köpeklerde parvoviral enteritisin risk faktörleri üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 6(1), 1–8.

Alaçam, E. (2008). Köpek ve kedilerde üreme süreci ve sorunları (1. basım). Medisan.

Antoun, M. A., Etrusco, M., Chiantera, V., Laganà, A. S., Feghali, E., Khazzaka, E. F., Stabil, G., Corte, L. D., Dellino, M., & Sleiman, Z. (2024). Outcomes of conventional and advanced energy devices in laparoscopic surgery: A systematic review. *Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies*, 33(1), 1–12.

Aslan, S., & Güngör, Ö. (2019). Üremenin denetlenmesi. In M. Kaymaz, M. Fındık, A. Rişvanlı, & A. Köker (Eds.), *Köpek ve kedilerde doğum ve jinekoloji*. Medipres.

Buote, N. J., & Fransson, B. A. (2022). Laparoscopic ovariectomy, ovariohysterectomy, and hysterectomy. In *Small animal laparoscopy and thoracoscopy* (pp. 254–266).

Ceriani, E., Combescure, C., Le Gal, G., Nendaz, M., Perneger, T., Bounameaux, H., & Righini, M. (2010). Clinical prediction rules for pulmonary embolism: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 8(5), 957–970. <https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2010.03720.x>

Cicirelli, V., Lacalandra, G. M., & Aiudi, G. G. (2022). The effect of splash block on the need for analgesia in dogs subjected to video-assisted ovariectomy. *Veterinary Medicine and Science*, 8(1), 104–109.

Corriveau, K. M., Giuffrida, M. A., Mayhew, P. D., & Runge, J. J. (2017). Outcome of laparoscopic ovariectomy and laparoscopic-assisted ovariohysterectomy in dogs: 278 cases (2003–2013). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 251(4), 443–450.

Culp, W. T., Mayhew, P. D., & Brown, D. C. (2009). The effect of laparoscopic versus open ovariectomy on postsurgical activity in small dogs. *Veterinary Surgery*, 38(7), 811–817.

Del Romero, A., Cuervo, B., Peláez, P., Miguel, L., Torres, M., Yeste, M., & Rubio, M. (2020). Changes in acute phase proteins in bitches after laparoscopic, midline, and flank ovariectomy using the same method for hemostasis. *Animals*, 10(12), Article 2223.

DeTora, M., & McCarthy, R. J. (2011). Ovariohysterectomy versus ovariectomy for elective sterilization of female dogs and cats: Is removal of the uterus necessary? *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 239(11), 1409–1412.

Devitt, C. M., Cox, R. E., & Hailey, J. J. (2005). Duration, complications, stress, and pain of open ovariohysterectomy versus a simple method of laparoscopic-assisted ovariohysterectomy in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 227(6), 921–927.

Dubuc-Lissoir, J. (2003). Use of a new energy-based vessel ligation device during laparoscopic gynecologic oncologic surgery. *Surgical Endoscopy*, 17, 466–468.

Espadas-González, L., Usón-Casaús, J. M., Pastor-Sirvent, N., Santella, M., Ezquerro-Calvo, J., & Pérez-Merino, E. M. (2023). Using complete blood count-derived inflammatory markers to compare postoperative inflammation in dogs undergoing open or laparoscopic ovariectomy. *Veterinary Record*, 193(3), 1–9.

Feldman, E. C., Nelson, R. W., Reusch, C., & Scott-Moncrieff, J. C. (2014). *Canine and feline endocrinology* (4th ed.). Elsevier Health Sciences.

Fernández-Martín, S., Valiño-Cultelli, V., & González-Cantalapiedra, A. (2022). Laparoscopic versus open ovarietomy in bitches: Changes in cardiorespiratory values, blood parameters, and sevoflurane requirements associated with the surgical technique. *Animals*, 12(11), Article 1438.

Flieder, T., Gripp, T., Knabbe, C., & Birschmann, I. (2016). The Sysmex CS-5100 coagulation analyzer offers comparable analytical performance and excellent throughput capabilities. *Practical Laboratory Medicine*, 6, 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.plabm.2016.01.003>

Hasabe, R. A., Hivre, M., & Khapre, S. (2023). Comparison between three instruments for total laparoscopic hysterectomy: Harmonic scalpel, ligasure, and bipolar shearer. *International Journal of Academic Medicine and Pharmacy*, 5(3), 445–448.

İfran, A. (2007). Koagülasyon testleri ve klinik kullanımı. *Türk Hematoloji Derneği Temel Tromboz Kursu*, 17–20.

Khalaj, A., Bakhtiari, J., & Niasari-Naslaji, A. (2012). Comparison between single and three portal laparoscopic splenectomy in dogs. *BMC Veterinary Research*, 8(1), 1–4.

Kiremitçi, O. A. (2013). *Dişi köpeklerde kısırlaştırma yöntemleri* [Yüksek lisans semineri, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü].

Kustritz, M. V. R. (2010). *Clinical canine and feline reproduction* (1st ed.). Wiley-Blackwell.

Kustritz, M. V. R. (2012). Systematic review of different surgical contraception techniques in queens managing the

reproductive cycle in the bitch. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 42(3), 423–437.

Kutzler, M. A. (2020). Gonad-sparing surgical sterilization in dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, Article 342.

Matz, B. M., Tillson, D. M., Boothe, H. W., Dillon, R. A., & Cattle, R. C. (2014). Effect of vascular seal configuration using the LigaSure on arterial challenge pressure, time for seal creation, and histologic features. *Veterinary Surgery*, 43, 761–764.

Mayhew, P. D., & Brown, D. C. (2007). Comparison of three techniques for ovarian pedicle hemostasis during laparoscopic-assisted ovariohysterectomy. *Veterinary Surgery*, 36, 541–547.

Mayhew, P. D., Culp, W. T., Pascoe, P. J., & Arzi, A. V. (2012). Use of the LigaSure vessel-sealing device for thoracoscopic peripheral lung biopsy in healthy dogs. *Veterinary Surgery*, 41, 523–528.

McLean, E. J., Woodward, A. P., & Ryan, S. D. (2020). Comparison of the use of a vessel-sealing device versus ligatures for occlusion of uterine tissues during ovariohysterectomy or ovariectomy in rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *American Journal of Veterinary Research*, 81(9), 755–759.

Mich, P. M., & Hellyer, P. (2008). Objective, categoric methods for assessing pain and analgesia. In J. S. Gaynor & W. W. Muir (Eds.), *Handbook of veterinary pain management*. Mosby Elsevier.

Mischke, R., Diedrich, M., & Nolte, I. (2003). Sensitivity of different prothrombin time assays to factor VII deficiency in canine plasma. *The Veterinary Journal*, 166(1), 79–85. [https://doi.org/10.1016/S1090-0233\(02\)00290-6](https://doi.org/10.1016/S1090-0233(02)00290-6)

Moldal, E. R., Kristensen, A. T., Peeters, M. E., Nødtvedt, A., & Kirpensteijn, J. (2012). Hemostatic response to surgical neutering via ovariectomy and ovariohysterectomy in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 73(9), 1469–1476.

Monarski, C. J., Jaffe, M. H., & Kass, P. H. (2014). Decreased surgical time with a vessel sealing device versus a surgical stapler in performance of canine splenectomy. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 50(1), 42–45.

Monnet, E., & Twedt, D. C. (2003). Laparoscopy. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 33(5), 1147–1163.

Nickel, R., Stürtzbecher, N., Kilian, H., Arndt, G., & Brunberg, L. (2007). Postoperative Rekonvaleszenz nach laparoskopischer und konventioneller Ovariektomie: Eine vergleichende Studie. *Kleintierpraxis*, 12(7), 413–424.

Nogueira, I. B., Almeida, L. L., Angrimani, D. S. R., Brito, M. M., Abreu, R. A., & Vannucchi, C. I. (2017). Uterine haemodynamic, vascularization and blood pressure changes along the oestrous cycle in bitches. *Reproduction in Domestic Animals*, 52, 52–57.

Nylund, A. M., Drury, A., Weir, H., & Monnet, E. (2017). Rates of intraoperative complications and conversion to laparotomy during laparoscopic ovariectomy performed by veterinary students: 161 cases (2010–2014). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 251(1), 95–99.

Okur, D. T., & Polat, B. (2021). Comparison of the postoperative outcome of the three-port laparoscopic ovariectomy and conventional open ovariectomy methods in dogs. *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, 51(3), 578–596.

Öhlund, M., Höglund, O., Olsson, U., & Lagerstedt, A. S. (2011). Laparoscopic ovariectomy in dogs: A comparison of the

LigaSure™ and the SonoSurg™ systems. *Journal of Small Animal Practice*, 52, 290–294.

Peterson, S. L., Stranahan, P. L., Schmaltz, D., Mihaichuk, C., & Cosgriff, N. (2002). Comparison of healing process following ligation with sutures and bipolar vessel sealing. *Surgical Technology International*, 10, 55–60.

Polisca, A., Zelli, R., Troisi, A., Orlandi, R., Brecchia, G., & Boiti, C. (2013). Power and pulsed Doppler evaluation of ovarian hemodynamic changes during diestrus in pregnant and nonpregnant bitches. *Theriogenology*, 79(2), 219–224.

Radford, A. C., Bonaventura, N. C., & Ganjei, J. B. (2021). Combined laparoscopic ovariectomy and laparoscopic-assisted gastropexy utilizing a 2-port technique in 10 dogs. *The Canadian Veterinary Journal*, 62(10), 1111.

Sackman, J. E. (2012). Surgical modalities: Laser, radiofrequency, ultrasonic and electrosurgery. In K. M. Tobias & S. A. Johnston (Eds.), *Veterinary surgery: Small animal*. WB Saunders.

Sandeep, S., Ashok, K., & Sandeep, K. (2020). Comparative studies on stress response to laparoscopic ovariectomy and open ovariectomy in dogs. *Haryana Veterinarian*, 59(1), 67–70.

Shariati, E., Bakhtiari, J., Khalaj, A., & Niasari-Naslaji, A. (2014). Comparison between two portal laparoscopy and open surgery for ovariectomy in dogs. *Veterinary Research Forum*, 5(3), 219–223.

Shaukat, A., & Anjum, M. A. (2020). Comparison of axillary lymph node dissection by using ligasure vessel sealing system vs conventional thread ligation in patients undergoing modified radical mastectomy for carcinoma of breast. *Annals of Punjab Medical College*, 14(3), 254–258.

Silverman, G. A., Bird, P. I., Carrell, R. W., Church, F. C., Coughlin, P. B., Gettins, P. G., & Whisstock, J. C. (2001). The serpins are an expanding superfamily of structurally similar but functionally diverse proteins. *Journal of Biological Chemistry*, 276(36), 33293–33296. <https://doi.org/10.1074/jbc.R100016200>

Taylor, S. M. (2020). *Small animal clinical techniques* (3rd ed.). Elsevier Health Sciences.

Tez, G. (2016). Köpeklerde üreme kontrolü. Sokak Hayvanları Refahı Kongresi, 9–11 Mayıs, İstanbul, 62–66.

Van Goethem, B. E., Rosenveldt, K. W., & Kirpensteijn, J. (2003). Monopolar versus bipolar electrocoagulation in canine laparoscopic ovariectomy: A nonrandomized, prospective, clinical trial. *Veterinary Surgery*, 32(5), 464–470.

Van Nimwegen, S. A., & Kirpensteijn, J. (2007). Comparison of Nd:YAG surgical laser and Remorgida bipolar electrosurgery forceps for canine laparoscopic ovariectomy. *Veterinary Surgery*, 36(6), 533–540.

Veiga, G. A. L. D., Milazzotto, M. P., Nichi, M., Lúcio, C. D. F., Silva, L. C. G., Angrimani, D. D. S. R., & Vannucchi, C. I. (2015). Gene expression of estrogen and oxytocin receptors in the uterus of pregnant and parturient bitches. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 48, 339–343.

Webb, C., & Deutsch, J. (2021). In bitches, is ovariectomy/ovariohysterectomy by laparoscopy less painful postoperatively than by midline open laparotomy? *Veterinary Evidence*, 6(1).

BÖLÜM 0

VETERİNER JİNEKOLOJİDE DOPPLER ULTRASONOGRAFİ: REPRODÜKTİF HEMODİNAMI VE KLİNİK UYGULAMALAR

VEFA TOHUMCU¹

Giriş

Veteriner hekimlikte üreme organlarının görüntülenmesi, 1980'lerin başında B-mod ultrasonografinin (USG) sahaya girmesiyle köklü biçimde değişti. Bu teknoloji sayesinde folikül gelişimi takip edilebilir, gebelik erken dönemde tanınabilir ve ovaryum patolojileri daha hızlı değerlendirilebilir hale geldi. Ancak B-mod USG, bize yalnızca morfolojik bir fotoğraf sunar; incelenen dokunun ne kadar kanlandığını, damarsal direncin nasıl bir seyir izlediğini ya da perfüzyonun hangi fizyolojik süreçle ilişkili olduğunu doğrudan göstermez (Herzog & Bollwein, 2007; Bollwein et al., 2016). Bu nedenle B-mod görüntü, yapının morfolojisini ortaya koyarken, Doppler USG aynı yapının fonksiyonel durumunu değerlendirmeye olanak tanır. Bu açığı kapatmak amacıyla klinik pratiğe giren Doppler USG, özellikle 2000'li yıllardan sonra sığır reproduksiyonunda uterus ve ovaryum kan akımının noninvaziv

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Veterinerlik Doğum ve Jinekolojisi, Orcid: 0000-0003-4062-7513

olarak değerlendirilmesine önemli katkı sağlamıştır (Bollwein et al., 2000; Herzog & Bollwein, 2007; Fontes & Oosthuizen, 2022). Doppler USG, hareketli kan hücrelerinden yansıyan ses dalgalarındaki frekans farklılığını analiz ederek, kan akımının yönü, hızı, yoğunluğu ve vasküler direnç hakkında nitel, yarı kantitatif veya kantitatif bilgiler üretir. Böylece B-mod USG'nin morfolojik bulgularına hemodinamik bir derinlik katılmıştır. Uygulamada dikkat çeken bir durum, benzer çap ve görünümüne sahip ovaryan yapıların Doppler ile farklı vaskülarizasyon paternleri gösterebilmesidir; bu durum klinik karar sürecinde önemli bir avantaj sağlar.

İneklerde östrus siklusu boyunca, gebelikte ve postpartum dönemde uterus ile ovaryum kan akımının dinamikleri bu yöntemle ayrıntılı biçimde incelenebilmektedir (Herzog & Bollwein, 2007; Bollwein et al., 2016; Abdelnaby et al., 2018). Uterin arter kan akımının östrus siklusuna bağlı olarak değiştiiği, gebelikte belirgin şekilde arttığı ve postpartum dönemde hızla azaldığı gösterilmiştir; bu değişimler Doppler USG ile güvenilir biçimde izlenebilmektedir (Herzog & Bollwein, 2007). Bu bölümde Doppler USG'nin fizik temelleri, veteriner jinekolojide kullanılan Doppler teknikleri ve reproduktif yönetim açısından klinik uygulamaları ele alınmaktadır. Konu ağırlıklı olarak sığır reproduksiyonu üzerinden işlenmiş olmakla birlikte, at ve köpek gibi diğer türlerden de yeri geldikçe örnekler verilmiştir. Amaç; okuyucuya hem teknik zemin hem de sahaya yönelik pratik bir bakış açısı kazandırmaktır.

Doppler Fiziği ve Kullanım Teknikleri

Doppler Etkisi ve Frekans Kayması

Doppler etkisi, kaynak ile alıcı arasındaki görelî hareketin, algılanan ses frekansında meydana getirdiği değişimi tanımlar. Ünlü matematikçi ve bilim insanı Christian Andreas Doppler tarafından ortaya konulan bu ilke, tıbbi ve veteriner görüntülemede şu şekilde

işler: Prob tarafından gönderilen ses dalgaları, damar içindeki hareketli eritrositlerden yansıyarak geri döner. Eritrositler proba doğru hareket ediyorsa yansıyan dalganın frekansı gönderilenden büyük, yani pozitif Doppler kayması; probdan uzaklaşıyorsa küçük, yani negatif Doppler kayması oluşur (Herzog & Bollwein, 2007; Ginther & Utt, 2004; Stalmans et al., 2011). Bu farkın matematiksel ifadesi şu formülle verilir: $fd = 2f_0 \times v \times \cos\theta / c$

Burada fd Doppler kayma frekansını, f_0 iletilen frekansı, v kan akım hızını, c dokudaki ses hızını ve θ ise ultrason demeti ile akım yönü arasındaki açıyı ifade eder. Bu formüldeki açı terimi, uygulamada kritik bir pratik sonuç doğurur: $\theta = 90^\circ$ olduğunda cosinus değeri sıfıra eşitlenir ve Doppler sinyali elde edilemez. Bu nedenle Doppler USG'de ışın demeti ile damar eksenindeki açı 60° 'nin altında tutulmalıdır; $30-60^\circ$ aralığı birçok klinik uygulamada kabul edilebilir olmakla birlikte, reproduktif ölçümlerde $45-55^\circ$ civarında tutarlı bir açıyla çalışmak ölçümlerin tekrarlanabilirliğini artırır (Bulut, 2021; Herzog & Bollwein, 2007; Stalmans et al., 2011). Uygulamada en sık karşılaşılan sorunlardan biri, açı standardizasyonunun ihmal edilmesidir; aynı damardan alınan ölçümlerin yalnızca prob açısına bağlı olarak değişebildiği unutulmamalıdır (Resim 1).

Doppler Teknikleri: Spektral, Renkli ve Power Doppler

Veteriner jinekolojide yaygın biçimde kullanılan dört temel Doppler tekniği bulunmaktadır: sürekli dalga Doppler (Continuous Wave, CW), puls dalga Doppler (Pulsed Wave, PW), renkli Doppler USG (Color Doppler) ve güç Doppler USG (Power Doppler).

Sürekli dalga Doppler (CW), prob içinde ayrı iki piezoelektrik kristal dizisiyle çalışır; biri sürekli sinyal gönderirken diğeri sürekli alır. Bu düzenleme, yüksek hızdaki akımların ölçümüne olanak tanır ancak derinlik ayırımı yapılamaz; ışın yolu üzerindeki tüm damarların sinyali aynı anda kaydedilir (Herzog &

Bollwein, 2007; Stalmans et al., 2011). Puls dalga Doppler (PW) ise tek kristal üzerinden hem gönderme hem alma işlemi yaparak belirli bir derinlikteki örnekleme hacminden (sample volume) seçici ölçüm alınmasını sağlar. Bu özelliği, uterus arterinin spesifik olarak değerlendirilmesini mümkün kılar.

PW modun temel kısıtlaması ise Nyquist sınırı olarak bilinen aliasing sorunudur: ölçülen akım hızı, darbe tekrarlama frekansının (Pulse Repetition Frequency, PRF) yarısını aştığında sinyal bozulur. Aliasing özellikle yüksek hızlı damar akımlarında, renk kodunun tersine dönmesi ya da spektral dalga formunun kesilmesi şeklinde görülebilir. Bu durumda PRF'nin artırılması, daha düşük frekans seçimi veya ölçüm açısının yeniden düzenlenmesi gerekebilir (Herzog & Bollwein, 2007; Meola et al., 2021; Stalmans et al., 2011).

Renkli Doppler USG (Color Doppler), B-mod görüntünün üzerine akım bilgisini renk kodlamasıyla ekler. Geleneksel olarak proba doğru gelen akım kırmızı, uzaklaşan akım mavi renkte gösterilir. Ancak bu renkler cihaz ayarlarına göre ters çevrilebildiği için klinisyen, rengi mutlak arter/ven ayrımı gibi değil, akım yönünün görsel kodu olarak değerlendirmelidir. Bu teknik, uterus ve ovaryum damarlarının anatomik konumunun belirlenmesinde ve vaskülarizasyonun kaba değerlendirmesinde hızlı ve pratik bir tarama aracı işlevi görür (Pugliesi et al., 2018; Fontes & Oosthuizen, 2022; Meola et al., 2021).

Güç Doppler USG (Power Doppler) ise kan hücrelerinin hızını değil, Doppler sinyalinin gücünü/amplitüdünü; pratik anlamda ise belirli bir alandaki hareketli eritrosit yoğunluğunu yansıtır. Açığa görece daha az bağımlı olması ve düşük akımlı küçük damarlara yüksek duyarlılığı nedeniyle foliküler vaskülarizasyonun ve erken luteal gelişimin takibinde renkli Doppler'e kıyasla belirgin bir avantaj sunar (Bollwein et al., 2016; Ginther & Utt, 2004; Martinoli et al., 1998). Ancak akım yönü ve hız bilgisi vermemesi, harekete

bağlı artefaktlara duyarlı olması ve görüntüleme hızının nispeten düşük olması, inceleme alanının daha kontrollü tutulmasını gerektirir (Resim 2).

Hemodinamik İndeksler: RI, PI, PSV ve EDV

Dupleks Doppler yöntemiyle (B-mod + PW kombinasyonu) elde edilen spektral akım eğrisi üzerinden hesaplanan kantitatif parametreler, damarın beslediği dokunun perfüzyon durumunu dolaylı olarak yansıtır. Bu parametrelerin başında rezistans indeksi (Resistance Index, $RI = [PSV - EDV] / PSV$), pulsatilite indeksi (Pulsatility Index, $PI = [PSV - EDV] / TAMV$), pik sistolik hız (Peak Systolic Velocity, PSV) ve son diyastolik hız (End Diastolic Velocity, EDV) gelir (Herzog & Bollwein, 2007; Ginther & Utt, 2004; Stalmans et al., 2011).

RI ve PI'deki artış, distal vasküler direncin yükseldiğine ve ilgili dokuda kan akımına karşı direncin arttığına işaret eder. Bu indeksler doğrudan kan akım hacmini ölçmez; daha çok damar yatağının direnç özelliklerini yorumlamaya yardım eder. Bu nedenle RI veya PI'deki artışı tek başına 'perfüzyon azaldı' şeklinde kesin yorumlamak yerine, PSV, EDV, damar çapı, renkli alan ve klinik tabloyla birlikte değerlendirmek gerekir (Herzog & Bollwein, 2007; Abdelnaby et al., 2023; Ginther & Utt, 2004).

İneklerde luteolizisin başlangıcında CL çevresindeki kan akımında geçici ve belirgin bir artış bildirilmektedir; bu bulgu luteolizis sürecinin erken hemodinamik göstergelerinden biri olarak değerlendirilebilir (Matsui et al., 2009; Bollwein et al., 2016). Ancak bunu her olguda 'RI düşer' şeklinde genellemek yerine, luteal kan akımında geçici artış olarak ifade etmek daha doğru bir yaklaşımdır; çünkü luteal perfüzyon, progesteron düzeyi, $PGF_{2\alpha}$ yanıtı ve ölçüm zamanı birlikte yorumlanmalıdır.

Ovaryumda Kan Akımı Değerlendirmesi

Foliküler Kan Akımı

Dominant folikülün preovulatuvar evresinde folikül duvarındaki vaskülarizasyon hızla artar. Renkli Doppler (Color Doppler) ve güç Doppler (Power Doppler) ile yapılan değerlendirmelerde, ovulasyona yakın dönemde folikül çevresinde belirgin bir renkli piksel artışı gözlemlenmekte ve bu bulgunun ovulasyon tahmini için kullanılabileceği çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (Matsui & Miyamoto, 2009; Ginther & Utt, 2004). Özellikle LH dalgasının başlangıcından sonra perifoliküler kan akımının arttığı ve ovulasyon öncesi dönemde belirginleştiği bildirilmektedir; bu nedenle foliküler vaskülarizasyon, suni tohumlama zamanlamasını destekleyen yardımcı bir parametre olarak değerlendirilebilir.

Atrezi sürecine giren foliküllerde ise foliküler kan akımı azalır; folikül büyümesi, seçilimi, ovulasyon kapasitesi ve atreziye yönelimi folikül duvarındaki kanlanma paterniyle yakından ilişkilidir. Bu bulgu, aynı çaptaki dominant ve atretik foliküller arasında ayırım yapmada B-mod USG'nin ötesinde bir katkı sunar. Klinik deneyimimizde, büyük ama zayıf vaskülarize foliküllerin çoğunlukla ovulasyona gitmediği, aksine orta büyüklükte fakat belirgin perifoliküler kan akımı gösteren yapıların beklenmedik biçimde ovüle ettiği durumlarla karşılaştık. Bu gözlem, folikül çapının tek başına yeterli bir karar ölçütü olmadığını; çap, duvar kalınlığı, folikül içeriği ve vaskülarizasyonun birlikte değerlendirilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Süperovulasyon (superovulation) protokollerinde Doppler USG'nin kullanımı da giderek önem kazanmaktadır. Gonadotropin uygulaması öncesinde kan akımı gösteren küçük folikül sayısı, dominant folikülün fonksiyonel durumu ve ovaryan perfüzyon paterni, süperovulatuvar yanıtı öngörmede yararlı olabilir (Matsui & Miyamoto, 2009; Bollwein et al., 2016). Abdelnaby ve ark. (2023) tarafından yürütülen çalışmada, eCG ile süperstimüle edilen

ineklerde uterus ve ovaryum arterlerine ait kan akımı eğrileri ile estradiol, progesteron ve nitrik oksit düzeyleri birlikte değerlendirilmiş; ovule olan foliküllerde renkli alan yüzdesinin ovulasyondan bir gün önce en yüksek düzeye ulaştığı, ovaryan arter PSV değerinin ovulasyona doğru arttığı, uterin arter PSV değerinin ise farklı bir seyir izlediği bildirilmiştir. Bu bulgular, ovaryan ve uterin hemodinamiğin her zaman paralel seyretmediğini ve farklı fizyolojik süreçleri yansıttığını göstermesi açısından önemlidir. Bu nedenle Doppler bulguları endokrin profili tek başına temsil eden bir test gibi değil, hormonal ve morfolojik bulguları tamamlayan fonksiyonel bir gösterge olarak değerlendirilmelidir.

Korpus Luteum Kan Akımı

Ovulasyonun hemen ardından gelişmeye başlayan korpus luteum (CL), hızla yoğun bir vasküler ağ oluşturur. Luteal kan akımı ile progesteron konsantrasyonu arasındaki pozitif ilişki, tutarlı biçimde ortaya konmuştur (Herzog & Bollwein, 2007; Matsui & Miyamoto, 2009). Erken luteal dönemde CL hacmi, luteal perfüzyon ve plazma progesteron konsantrasyonu birlikte artar; bu nedenle luteal kan akımı, CL'nin yalnızca morfolojik değil, fonksiyonel durumunu da yansıtan önemli bir parametredir. Power Doppler ile ölçülen luteal vaskülarizasyon alanı veya piksel yoğunluğu, CL fonksiyonunun değerlendirilmesinde kan progesteronu ölçümüne tam bir alternatif olmaktan çok, saha koşullarında pratik bir tamamlayıcı gösterge sunabilir.

Luteolizis döneminde $PGF_{2\alpha}$ 'nın etkisiyle CL damarlanmasında dikkat çekici bir tablo gözlemlenir: luteal gerilemenin, yani yapısal luteolizisin hemen öncesinde veya başlangıcında, luteal kan akımında geçici fakat belirgin bir artış meydana gelir. Renkli Doppler ile bu akım artışının gözlenmesi, luteolizis sürecinin başladığına işaret eden erken bir bulgu olarak kabul edilmektedir (Herzog & Bollwein, 2007; Matsui & Miyamoto,

2009; Bollwein et al., 2016). Ancak bu geçici artış, CL'nin fonksiyonel olarak güçlendiği şekilde yorumlanmamalıdır; çoğu olguda bu hemodinamik değişimi progesteron düzeyindeki düşüş ve luteal regresyon izler. Nitrik oksit, endotelin-1 ve anjiyotensin-II gibi vazoaaktif ajanların bu süreçteki rolü, Doppler USG ile elde edilen hemodinamik verilerle paralel seyretmektedir (Resim 3).

Embriyo transferi (ET) programlarında alıcı ineklerin seçiminde CL Doppler'inin tanısal değeri giderek daha fazla araştırılmaktadır. Pugliesi ve ark. (2018), ET öncesinde renkli Doppler ile belirlenen luteal perfüzyonun alıcı seçimi ve erken gebelik tanısı için kullanılabileceğini bildirmiştir. Doppler destekli erken tanı ve resenkronizasyon stratejileri sayesinde, iki sabit zamanlı embriyo transferi (fixed-time embryo transfer, FTET) arasındaki sürenin yaklaşık 40 günden 24 güne indirilebildiği belirtilmiştir (Pugliesi et al., 2018). Erken gebelik tanısında ise CL kan akımının gebelik durumundaki ineklerde siklik ineklere kıyasla farklı bir profil çizemediği ve bu bulgunun 20–22. günlerde erken gebelik tanısına katkı sağlayabileceği ileri sürülmektedir (Pugliesi et al., 2018; Fontes & Oosthuizen, 2022). Bununla birlikte, tek ölçüme dayalı yorumlarda yalancı pozitif ve negatif sonuç riski bulunduğundan, CL Doppler'i gebelik tanısında tek başına kesin bir yöntem olarak değil, erken non-pregnant ayrımı ve resenkronizasyon planlamasında yardımcı bir araç olarak kullanılmalıdır.

Uterus Kan Akımı Değerlendirmesi

Uterus kan akımı, östrus siklusu boyunca belirgin dalgalanmalar gösterir. Diöstrusta görece düşük seyreden uterin arter kan akımı, proöstrusta ve östrusta belirgin biçimde artar; bu artış, ovaryumlarda gelişen dominant folikülden salgılanan östrojenin vazodilatatör etkisiyle açıklanmaktadır (Bollwein et al., 2000; Herzog & Bollwein, 2007). Uterus arterinden alınan spektral dalga formlarında, östrus döneminde diyastolik bileşenin güçlendiği ve

buna baęlı olarak RI deęerlerinin dūştūęü gōr÷lmektedir. Bu bulgu, y÷ksek vazodilatasyon ve dūřuk periferik direnç ile ۆrt÷řmektedir. Nitekim Bollwein et al. (2000), uterin arter RI deęerlerinin ۆstrusa yakın dōnemde azaldıęını, zaman ortalamalı maksimum hızın (time-averaged maximum velocity, TAMV) ise arttıęını bildirmiřtir.

Gebelikte uterin arterin hemodinamik profili belirgin bir dōnūřim yaşar. Plasentomların gelişimiyle birlikte uterin kan akımı gebelik boyunca artan bir eğilim gōsterir; ۆzellikle kan akım hacmindeki (Blood Flow Volume, BFV) artış, uteroplental dolaşımın artan metabolik gereksinimlerine uyumunu yansıtır. Bollwein et al. (2002a) tarafından y÷r÷t÷len çalışmada, gebeliğin son dōneminde uterus arteri BFV değeri ile buzağı doğum ağırlığı arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır. Bu bulgu, Doppler USG'nin yalnızca gebeliğin varlığını değerlendiren bir tanı aracı olmadığını; fetal b÷y÷me, uteroplental perf÷zyon ve plasental yeterlilik hakkında dolaylı bilgi sağlayabilecek fonksiyonel bir yōntem olduğunu dūř÷nd÷rmektedir (Bollwein et al., 2002a; Herzog & Bollwein, 2007). Son dōnem gebelikte plasentom perf÷zyonu ve uterin arter hemodinamiğinin hormonal değişimlerle birlikte ele alınması da giderek ۆnem kazanmaktadır; Demir et al. (2022), gebeliğin son ayında progesteron azalırken ۆstrojen ve kortizol÷n arttığını, uterin arter RI ve PI değerlerinin kan akım hızıyla negatif ilişkili olduğunu bildirmiştir.

Postpartum dōnemde uterus kan akımı hızla azalır. Saęlıklı ineklerde doęumun hemen ardından y÷ksek seyreden BFV, ۆzellikle ilk hafta belirgin olmak ۆzere birkaç hafta içinde dūřer ve uterus invol¼syonuyla paralel bir seyir izler (Herzog & Bollwein, 2007; Bollwein et al., 2016). Puerperal bozuklukları olan ineklerde ise bu dūřūř gecikebilir; bu nedenle postpartum dōnemde beklenenden uzun s÷re y÷ksek kalan uterin kan akımı, uterus invol¼syonunun yavařlaması veya inflamatuvar s÷recin devam etmesiyle iliřkili olabilir. Metritis ve endometritis olgularında Doppler bulgularını tek

başına tanı koydurucu kabul etmek doğru değildir; uterus içeriği, loşi karakteri, servikal açıklık, uterin tonus ve sistemik klinik bulgularla birlikte yorumlandığında daha anlamlı hale gelir. Pratikte bu bulgular, klinik muayeneyle birleştirildiğinde daha değerli bilgiler sunmaktadır.

Piyometra olgularında uterus arterleri hastalığın süresi, uterus içeriğinin miktarı, endometriyal reaksiyon ve eşlik eden inflamasyonun derecesine bağlı olarak farklı Doppler profilleri gösterebilir. Kronik inflamasyona bağlı vazodilatasyon nedeniyle bazı olgularda akım hızlarında artış izlenebilir; ancak uzun süreli veya endometriyal hasarın belirgin olduğu olgularda vasküler yanıt beklenenden zayıf kalabilir. Yıllar içinde sahada gözlemlediğimiz klinik tablolardan biri şudur: Bazı piyometra olgularında B-mod ile uterusta belirgin sıvı birikimi tespit edilirken, Doppler incelemesinde uterin perfüzyon beklenenin aksine nispeten düşük vaskülarizasyon gösterebilir. Bu durum özellikle kronik seyirli, endometriyal hasarın belirgin olduğu veya fibrotik değişikliklerin geliştiği olgularda daha dikkat çekici hale gelir. Bu nedenle piyometra değerlendirmesinde Doppler USG, tek başına hastalığın şiddetini belirleyen bir ölçüt değil; uterin içerik, endometriyal kalınlık, servikal durum ve genel klinik tabloyla birlikte kullanılan tamamlayıcı bir araç olarak değerlendirilmelidir.

Klinik Uygulamalar ve Sınırlamalar

Doppler USG'nin veteriner jinekolojide araştırma platformundan klinik rutine geçişi beklenen hızda gerçekleşmemiştir. Bunun sahadaki nedenleri oldukça somuttur. Birincisi cihaz maliyetidir: renkli ve güç Doppler özelliğine sahip kaliteli ultrason sistemleri, yalnızca B-mod cihazlara kıyasla önemli ölçüde pahalıdır. İkinci önemli engel operatör bağımlılığıdır; Doppler USG'de sinyal kalitesi, prob tutma açısına, hayvanın hareketliliğine ve rektal muayene sırasındaki transdüser

pozisyonuna son derece duyarlıdır. Üçüncüsü ise veri yorumlamadaki kişilerarası tutarsızlık ve ölçümlerin standardize edilmesindeki güçlüktür (Fontes & Oosthuizen, 2022; Bollwein et al., 2016). Farklı çalışmalarda kullanılan PRF, gain, filtre ve açılı düzeltilmesi gibi teknik parametrelerin değişkenliği, elde edilen Doppler indekslerinin karşılaştırılabilirliğini sınırlar. Referans değerlerin ırka, laktasyon dönemine ve çevresel koşullara göre değişmesi, standart kesim noktaları oluşturmayı güçleştirir. Bu nedenle tek bir eşik değere dayalı yorumlar yerine, aynı hayvanda zaman içindeki değişimi izlemek daha güvenilir bir yaklaşım olarak öne çıkar.

Kısraklar ve dişi köpeklerde de Doppler USG reproduktif değerlendirilmede kullanılmaktadır. Kısraklarda preovulatuvar folikülün damarlanması, ovulasyon zamanlaması ve CL perfüzyonu araştırılmıştır (Ginther & Utt, 2004; Bulut, 2021). Dişi köpeklerde folikül ve CL yapılarının Doppler ile değerlendirilmesi klinik açıdan ilgi çekicidir; ancak rutin kullanıma yön verecek veri hâlâ sınırlıdır.

Gelecek açısından değerlendirildiğinde, yapay zeka (Artificial Intelligence, AI) destekli Doppler görüntü analizi bu alanın en dikkat çekici gelişme yönlerinden biridir. Piksel yoğunluğunun manuel sayımı, gözlemciden gözlemciye farklılık gösteren öznel bir yöntemdir. Görüntü segmentasyonu ve otomatik vaskülarizasyon indeksi hesaplayan algoritmaların geliştirilmesi, özellikle Power Doppler verilerinin daha objektif analizine olanak tanıyacaktır. Bu tür algoritmalar klinik kullanıma girdiğinde, hem ölçümler arası tekrarlanabilirlik artacak hem de Doppler USG'nin rutin reproduktif yönetimdeki yeri güçlenecektir.

Uygulamada dikkat ettiğimiz bir nokta şudur: standart bir protokol tanımlanıp tutarlı biçimde uygulandığında, Doppler USG B-mod'un göremediği pek çok bilgiyi görünür hale getirir. Özellikle foliküler seçim, luteal fonksiyon ve erken non-pregnant ayrımı gibi

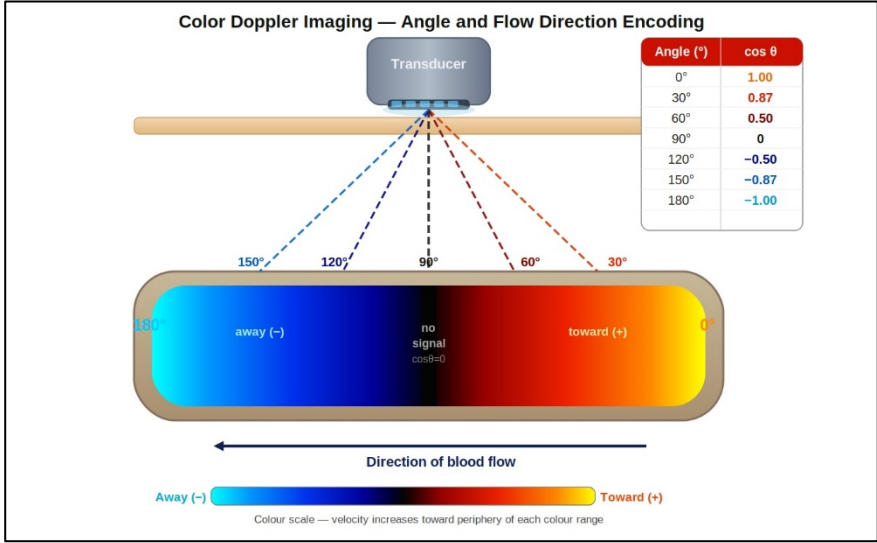
alanlarda, deneyimli bir operatörün elinde Doppler USG'nin klinik değeri belirgin biçimde artar.

Sonuç

Doppler USG, veteriner jinekolojide B-mod ultrasonografinin morfolojik çerçevesini hemodinamik bir boyutla tamamlayan, hem araştırma hem de klinik açıdan değerli bir teknolojidir. Foliküler vaskülarizasyonun ovulasyon tahminindeki katkısından postpartum uterus sağlığının değerlendirilmesine, embriyo transferinde alıcı seçiminden erken gebelik tanısına uzanan geniş bir uygulama yelpazesi sunar. Sığır reproduksiyonu başta olmak üzere, at ve köpek üremesinde de bu teknolojinin fonksiyonel değerlendirme açısından önemli bir potansiyele sahip olduğu, ancak bu potansiyelin sahada henüz tam anlamıyla kullanılmadığı açıkça görülmektedir. Teknolojinin rutin klinik kullanıma entegre edilmesi, standart protokollerin belirlenmesi, geniş popülasyon verilerine dayalı referans aralıklarının oluşturulması ve operatör eğitim programlarının yaygınlaştırılmasıyla mümkün olacaktır. Yapay zeka destekli görüntü analizi bu süreci hızlandırabilir. Bununla birlikte mevcut veriler, Doppler USG'nin tek başına karar verdirci bir yöntemden ziyade, morfolojik bulgular, hormonal veriler ve klinik muayene ile birlikte değerlendirildiğinde en yüksek klinik değere ulaştığını ortaya koymaktadır. Reprodüktif hemodinami; folikülden plasentaya, ovaryumdan uterusu uzanan bir bütün olarak değerlendirildiğinde, Doppler USG'nin bu alanda fonksiyonel fizyolojiyi sahaya taşıyan en güçlü araçlardan biri olduğu ve uygun koşullarda kullanıldığında klinik karar süreçlerini anlamlı şekilde desteklediği söylenebilir.

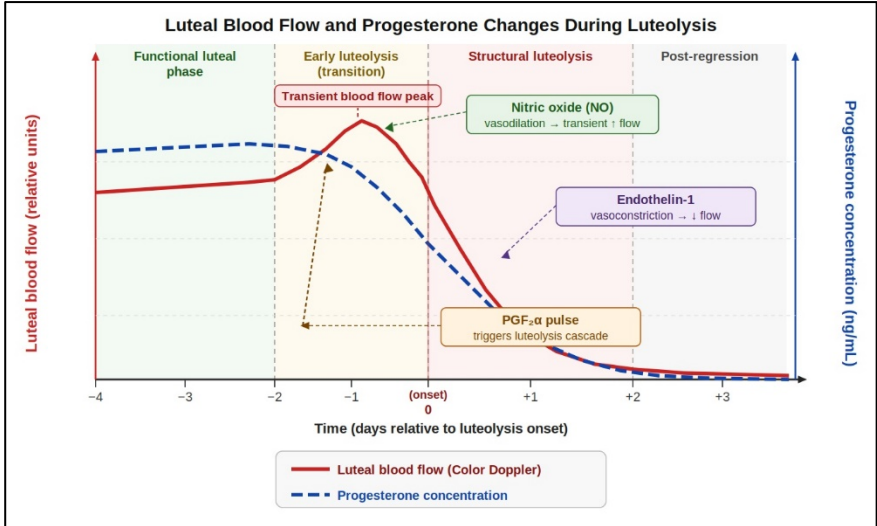
Resimler

Resim 1 Renkli Doppler görüntüleme ultrason demeti ile kan akım yönü arasındaki açığa bağlı renk kodlaması şeması.



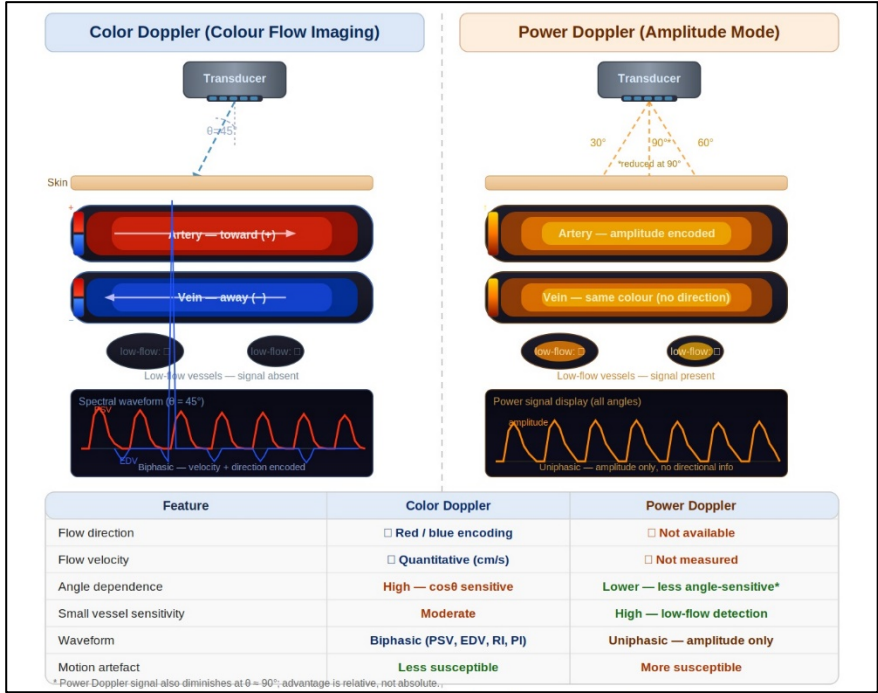
Kaynak: Özgün şekil

Resim 2 İneklerde luteolizis sürecinde korpus luteum (CL) kan akımı ve progesteron konsantrasyonunun şematik değişimi. $PGF_{2\alpha}$: prostaglandin $F_{2\alpha}$; NO: nitrik oksit.



Kaynak: Özgün şekil

Resim 3 Renkli Doppler (Color Doppler) ve Güç Doppler (Power Doppler) ultrasonografinin karşılaştırmalı şeması



Kaynak: Özgün şekil

Kaynakça

- Abdelnaby, E. A., Alhaider, A. K., El-Maaty, A. M. A., Ragab, R. S., Seida, A. A., & El-Badry, D. A. (2023). Ovarian and uterine arteries blood flow velocities waveform, hormones and nitric oxide in relation to ovulation in cows superstimulated with equine chorionic gonadotropin and luteolysis induction 10 and 17 days after ovulation. *BMC Veterinary Research*, 19(1), 205.
- Abdelnaby, E. A., El-Maaty, A. M. A., Ragab, R. S., & Seida, A. A. (2018). Dynamics of uterine and ovarian arteries flow velocity waveforms and their relation to follicular and luteal growth and blood flow vascularization during the estrous cycle in Friesian cows. *Theriogenology*, 121, 112-121.
- Bollwein, H., Baumgartner, U., & Stolla, R. (2002). Transrectal Doppler sonography of uterine blood flow in cows during pregnancy. *Theriogenology*, 57(8), 2053-2061.
- Bollwein, H., Heppelmann, M., & Lüttgenau, J. (2016). Ultrasonographic Doppler use for female reproduction management. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 32(1), 149-164.
- Bollwein, H., Meyer, H. H. D., Maierl, J., Weber, F., Baumgartner, U., & Stolla, R. (2000). Transrectal Doppler sonography of uterine blood flow in cows during the estrous cycle. *Theriogenology*, 53(8), 1541-1552.
- Bulut, G. (2021). Evaluation of Functional Structures in the Ovaries Pre and Post Ovulation by Doppler Ultrasonography in Bitches. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 16(2), 219-224.
- Demir, M. C., Kaçar, C., & Polat, B. (2022). Evaluation of the relationship between placentome perfusion, echotexture, and endocrine changes in cows at the end of pregnancy. *Theriogenology*, 194, 83-91.

- Fontes, P. L., & Oosthuizen, N. (2022). Applied use of Doppler ultrasonography in bovine reproduction. *Frontiers in Animal Science*, 3, 912854.
- Ginther, O. J., & Utt, M. D. (2004). Doppler ultrasound in equine reproduction: principles, techniques, and potential. *Journal of Equine Veterinary Science*, 24(12), 516-526.
- Herzog, K., & Bollwein, H. (2007). Application of Doppler ultrasonography in cattle reproduction. *Reproduction in Domestic Animals*, 42, 51-58.
- Martinoli, C., Pretolesi, F., Crespi, G., Bianchi, S., Gandolfo, N., Valle, M., & Derchi, L. E. (1998). Power Doppler sonography: clinical applications. *European journal of radiology*, 27, S133-S140.
- Matsui, M., & Miyamoto, A. (2009). Evaluation of ovarian blood flow by colour Doppler ultrasound: practical use for reproductive management in the cow. *The Veterinary Journal*, 181(3), 232-240.
- Meola, M., Ibeas, J., Lasalle, G., & Petrucci, I. (2021). Basics for performing a high-quality color Doppler sonography of the vascular access. *The Journal of Vascular Access*, 22(1_suppl), 18-31.
- Pugliesi, G., de Melo, G. D., Ataíde Jr, G. A., Pellegrino, C. A. G., Silva, J. B., Rocha, C. C., ... & Binelli, M. (2018). Use of Doppler ultrasonography in embryo transfer programs: feasibility and field results. *Animal Reproduction*, 15(3), 239.
- Stalmans, I., Vandewalle, E., Anderson, D. R., Costa, V. P., Frenkel, R. E., Garhofer, G., ... & Schmetterer, L. (2011). Use of colour Doppler imaging in ocular blood flow research. *Acta ophthalmologica*, 89(8), e609-e630.

BÖLÜM 0

KÖPEKLERDE LAPAROSKOPIK OVAREKTOMİ: ENDİKASYONLAR, CERRAHİ TEKNİK VE KLİNİK SONUÇLAR

ALPER YASİN ÇIPLAK¹

Giriş

Köpeklerde ovariektomi, popülasyon kontrolü ve üreme sistemine ait hastalıkların önlenmesi amacıyla en sık uygulanan elektif cerrahi prosedürlerden biri olarak kabul edilmektedir. Minimal invaziv cerrahi tekniklerin gelişmesiyle birlikte, geleneksel açık cerrahi yaklaşımlar yerini giderek laparoskopik prosedürlere bırakmaktadır. Laparoskopik ovariektomi, daha küçük insizyonlar, sınırlı doku manipülasyonu ve daha az cerrahi travma oluşturması nedeniyle klinik pratikte giderek daha fazla tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir (Corriveau et al., 2017; Charlesworth & Sanchez, 2019; Fernández-Martín et al., 2022; Fuertes-Recuero et al., 2024).

Laparoskopik cerrahi, abdominal kavitenin karbondioksit ile insuflasyonu ve optik sistemler aracılığıyla görüntülenmesi prensibine dayanır. Bu yaklaşım, cerraha büyütülmüş ve daha ayrıntılı bir görüntü sağlayarak anatomik yapıların daha net

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi, Veteriner Doğum ve Jinekoloji, Orcid: 0000-0003-2733-2155

değerlendirilmesine olanak tanır. Özellikle ovarium, suspensor ligament, mezovaryum ve ovaryan pedikül gibi vasküler yapıların kontrollü şekilde değerlendirilmesi, ovariektominin güvenli biçimde gerçekleştirilmesi açısından önemli avantajlar sunmaktadır (Bianchi et al., 2021; Fernández-Martín et al., 2022; Forbes & Monnet, 2023).

Laparoskopik ovariektominin klinik avantajları çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. Açık cerrahi ile karşılaştırıldığında laparoskopik yaklaşımın daha düşük postoperatif ağrı düzeyi, daha hızlı fonksiyonel iyileşme ve hasta konforunda artış ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Phypers, 2017; Fernández-Martín et al., 2022; Fuertes-Recuero et al., 2024). Ayrıca laparoskopik ovariektomi uygulanan köpeklerde postoperatif inflamatuvar yanıtın ve cerrahi stres göstergelerinin açık cerrahiye kıyasla daha sınırlı olabileceği belirtilmiştir (Espadas-González et al., 2023; Naghavi et al., 2025).

Bununla birlikte, laparoskopik ovariektomi tamamen komplikasyonsuz bir yöntem olarak değerlendirilmemelidir. Portal girişine bağlı yaralanmalar, subkutan amfizem, kanama, pnömoperitoneuma bağlı kardiyorespiratuvar değişiklikler ve nadiren açık cerrahiye dönüş gereksinimi bildirilen komplikasyonlar arasındadır (Nylund et al., 2017; Charlesworth & Sanchez, 2019; Bianchi et al., 2021). Bu nedenle laparoskopik cerrahinin başarısı yalnızca minimal invaziv karakterine değil, aynı zamanda uygun hasta seçimine, cerrahın deneyimine, kullanılan ekipmana ve intraoperatif monitörizasyonun yeterliliğine bağlıdır (Charlesworth & Sanchez, 2019; Fernández-Martín et al., 2022).

Laparoskopik ovariektomide kullanılan enerji cihazları da cerrahi güvenlik açısından önemlidir. Bipolar damar mühürleme sistemleri ve ultrasonik dissektörlerin ovaryan pedikülün hemostazı ve transeksiyonunda etkili ve güvenli şekilde kullanılabildiği bildirilmiştir (Forbes & Monnet, 2023). Bunun yanında portal sayısı, giriş tekniği ve cerrahi yaklaşım da operasyon süresi ve

komplifikasyon riski üzerinde etkili olabilmektedir (Arntz et al., 2019; Bianchi et al., 2021; Tez & Kanca, 2023).

Sonuç olarak, laparoskopik ovariektomi günümüzde köpeklerde minimal invaziv cerrahinin temel uygulamalarından biri haline gelmiş olup, uygun hasta seçimi, doğru cerrahi teknik, yeterli ekipman ve etkin perioperatif izlem ile güvenli ve etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

Endikasyonlar ve Hasta Seçimi

Köpeklerde laparoskopik ovariektomi en yaygın olarak elektif sterilizasyon amacıyla uygulanmaktadır. Bunun yanı sıra ovaryum kaynaklı patolojilerin yönetimi, hormon bağımlı bazı hastalıkların önlenmesi ve ovariohisterektomiye alternatif olarak uterusun korunmasının uygun görüldüğü olgularda da tercih edilebilen bir cerrahi yaklaşımdır (Corriveau et al., 2017; Wellens et al., 2023). Uzun dönem sonuçları değerlendiren çalışmalarda, uygun seçilmiş olgularda ovariektominin köpeklerde güvenli bir sterilizasyon yöntemi olduğu ve hasta sahipleri tarafından yüksek memnuniyetle karşılandığı bildirilmiştir (Corriveau et al., 2017).

Hasta seçimi, laparoskopik ovariektominin başarısını belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Özellikle pnömoperitoneumun oluşturduğu fizyolojik etkiler dikkate alınmalıdır. Karbondioksit insuflasyonu intraabdominal basıncı artırarak venöz dönüş, solunum mekanikleri, arteriyel karbondioksit düzeyi ve kardiyorespiratuvar parametreler üzerinde değişikliklere neden olabilir. Bu nedenle kardiyovasküler veya solunumsal açıdan riskli hastalarda preoperatif değerlendirme daha dikkatli yapılmalı ve intraoperatif monitörizasyon titizlikle sürdürülmelidir (Scott et al., 2020; Fernández-Martín et al., 2022; Merlin et al., 2022).

Üreme siklusunun evresi de cerrahi planlamada dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Elektif sterilizasyon olgularında, özellikle östrus döneminde artan vaskülarizasyon

nedeniyle intraoperatif kanama riskinin teorik olarak artabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle elektif ovariektomi için hastanın genel durumu, üreme siklusu, meme ve genital sistem muayenesi ile birlikte değerlendirilmelidir. Klinik araştırmalarda sağlıklı dişi köpeklerin ovariektomi öncesinde sistemik değerlendirmeden geçirilmesi ve cerrahiye uygunluğun belirlenmesi standart bir yaklaşım olarak uygulanmaktadır (Corriveau et al., 2017; Fernández-Martín et al., 2022; Tez & Kanca, 2023).

Obezite ve vücut kondisyonu da laparoskopik ovariektomi açısından teknik zorluk oluşturabilmektedir. Artmış intraabdominal yağ dokusu, özellikle ovaryan pedikül ve mezovaryumun görüntülenmesini güçleştirebilir. Bununla birlikte, güncel çalışmalarda vücut ağırlığı, vücut kondisyon skoru ve ovaryan pedikül yağlanmasının operasyon süresi üzerindeki etkisinin cerrahi deneyim ve teknik standardizasyon ile azaltılabileceği belirtilmektedir (Tez & Kanca, 2023). Bu nedenle obez hastalar mutlak kontrendikasyon olarak değerlendirilmemeli; ancak cerrahi alanın görüntülenmesi, anestezi riski ve operasyon süresi açısından dikkatli planlama yapılmalıdır.

Laparoskopik ovariektomi uygulanacak hastalarda analjezi planlaması da hasta seçimi kadar önemlidir. Her ne kadar laparoskopik yaklaşım açık cerrahiye göre daha az ağrı ile ilişkilendirilse de ovaryan pedikül manipülasyonu, karın duvarı girişleri ve pnömoperitoneum postoperatif ağrıya katkıda bulunabilir. Bu nedenle perioperatif analjezi protokolleri, lokal veya bölgesel analjezik yaklaşımlar ve gerektiğinde kurtarma analjezisi ile desteklenmelidir (Cicirelli et al., 2022; Paolini et al., 2022; Tavares et al., 2023; Fuertes-Recuero et al., 2024).

Sonuç olarak, uygun hasta seçimi ve dikkatli preoperatif değerlendirme, laparoskopik ovariektominin güvenli ve başarılı şekilde uygulanabilmesi için kritik öneme sahiptir. Sağlıklı, sistemik açıdan stabil, anestezi riski düşük ve cerrahi endikasyonu net olan

hastalar laparoskopik ovariektomi için en uygun adayları oluştururken; kardiyorespiratuvar riski yüksek, ileri derecede obez veya eşlik eden sistemik hastalığı bulunan olgularda karar bireysel olarak verilmelidir

Laparoskopik Ovariektominin Temel Prensipleri

Laparoskopik ovarektomi, abdominal kavitenin küçük giriş portları aracılığıyla görüntülenmesi ve ovaryumların minimal invaziv tekniklerle uzaklaştırılması esasına dayanan bir cerrahi yaklaşımdır. Bu yöntemin temelini, abdominal kavitede yeterli çalışma alanı oluşturulması, optik sistemler yardımıyla cerrahi alanın büyütülerek görüntülenmesi, ovaryan pedikül ve ilişkili vasküler yapıların güvenli şekilde kontrol edilmesi oluşturur. Geleneksel açık cerrahi ile karşılaştırıldığında laparoskopik yaklaşımda cerrahi manipülasyon daha sınırlı, insizyon boyutu daha küçük ve doku travması daha azdır. Bu nedenle laparoskopik ovarektomi, uygun hasta seçimi ve teknik yeterlilik sağlandığında köpeklerde elektif sterilizasyon için güvenli ve etkili bir minimal invaziv cerrahi seçenek olarak kabul edilmektedir (Corriveau et al., 2017; Charlesworth & Sanchez, 2019; Fernández-Martín et al., 2022).

Laparoskopik cerrahinin uygulanabilmesi için öncelikle abdominal kavitede yeterli bir çalışma boşluğu oluşturulması gerekir. Bu amaçla en sık karbondioksit ile pnömoperitoneum oluşturulur. Karbondioksit; hızlı absorpsiyonu, yanıcı olmaması ve vücuttan solunum yoluyla uzaklaştırılabilmesi nedeniyle laparoskopik cerrahide yaygın olarak tercih edilen gazdır. Bununla birlikte, pnömoperitoneum intraabdominal basıncı artırarak diyaframın kraniale yer değiştirmesine, akciğer kompliyansında azalmaya, venöz dönüşte değişikliklere ve karbondioksit absorpsiyonuna bağlı olarak end-tidal karbondioksit düzeylerinde artışa neden olabilir. Bu nedenle laparoskopik ovarektomi sırasında abdominal insüflasyon basıncı, hastanın kardiyorespiratuvar durumu

ve cerrahi görüş alanı birlikte değerlendirilerek ayarlanmalıdır (Scott et al., 2020; Fernández-Martín et al., 2022; Merlin et al., 2022).

Köpeklerde laparoskopik ovarektomide kullanılan intraabdominal basınç değerleri genellikle hastanın vücut yapısına, cerrahi tekniğe ve cerrahın tercihinine göre değişmekle birlikte, mümkün olan en düşük etkili basıncın kullanılması önerilir. Sağlıklı ve obez olmayan dişi köpeklerde 10 mmHg abdominal insuflasyon basıncı altında spontan ventilasyonun kabul edilebilir sınırlar içinde sürdürülebildiği bildirilmiştir. Ancak bu durum her hasta için genellenmemeli; özellikle kardiyopulmoner hastalığı olan, obez, geriatric veya anestezi riski yüksek köpeklerde pnömoperitoneumun fizyolojik etkileri daha dikkatli değerlendirilmelidir (Scott et al., 2020; Merlin et al., 2022).

Laparoskopik ovarektominin bir diğer temel prensibi, optik görüntüleme sistemleri aracılığıyla cerrahi alanın büyütülmüş ve aydınlatılmış şekilde değerlendirilmesidir. Laparoskop, kamera sistemi ve ışık kaynağı sayesinde ovaryum, suspensor ligament, mezovaryum, uterus boynuzu ve ovaryan pedikül gibi anatomik yapılar daha ayrıntılı şekilde görülebilir. Bu durum özellikle vasküler yapıların kontrollü biçimde izole edilmesine, kanama riskinin azaltılmasına ve cerrahi disseksiyonun daha güvenli şekilde yapılmasına katkı sağlar. Bununla birlikte, laparoskopik görüntülemenin iki boyutlu olması, derinlik algısının sınırlanması ve el-göz koordinasyonu gerektirmesi nedeniyle cerrahın deneyimi operasyon güvenliği üzerinde doğrudan etkilidir (Bianchi et al., 2021; Forbes & Monnet, 2023).

Abdominal kaviteye giriş, laparoskopik cerrahinin en kritik aşamalarından biridir. İlk portalın yerleştirilmesi sırasında abdominal organların veya vasküler yapıların yaralanma riski bulunduğundan, giriş tekniği dikkatle seçilmelidir. Veteriner laparoskopide Veress iğnesi ile kapalı giriş ve modifiye Hasson tekniği ile açık giriş en sık kullanılan yöntemler arasında yer alır.

Köpeklerde laparoskopik ovarektomi sırasında bu iki giriş tekniğini karşılaştıran çalışmalarda, modifiye Hasson tekniğinin ilk portal yerleşimi açısından daha kısa süre ve daha düşük majör komplikasyon oranı ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Bianchi et al., 2021). Bu nedenle ilk portal yerleşiminde hastanın vücut yapısı, cerrahın deneyimi ve kullanılacak ekipman birlikte değerlendirilmelidir.

Laparoskopik ovarektomide port sayısı ve yerleşimi cerrahi tekniğin temel unsurlarındandır. Tek port, iki port, üç port veya transvajinal yaklaşımlar tanımlanmış olmakla birlikte, port yerleşim stratejisi cerrahi görüş alanı, aletlerin hareket kabiliyeti ve ovaryan pediküle erişim kolaylığına göre planlanmalıdır. Portların uygun triangülasyon sağlayacak şekilde yerleştirilmesi, cerrahi aletlerin birbirini engellemesini azaltır ve ovaryumun daha güvenli manipülasyonuna olanak tanır. Farklı port tekniklerinin tanımlandığı çalışmalarda, laparoskopik ovarektominin farklı yaklaşımlarla başarıyla uygulanabildiği; ancak operasyon süresi, teknik zorluk ve komplikasyon riskinin yönteme ve cerrahın deneyimine göre değişebildiği gösterilmiştir (Arntz et al., 2019; Bianchi et al., 2021; Forbes & Monnet, 2023).

Ovaryan pedikülün güvenli şekilde kapatılması ve transeksiyonu, laparoskopik ovarektominin en önemli aşamalarından biridir. Bu amaçla bipolar damar mühürleme sistemleri, ultrasonik dissektörler, klipsler veya ligasyon teknikleri kullanılabilir. Güncel çalışmalarda damar mühürleme sistemleri ve ultrasonik dissektörlerin köpeklerde tek port laparoskopik ovarektomide etkili ve güvenli şekilde kullanılabildiği bildirilmiştir (Forbes & Monnet, 2023). Bu cihazlar, ovaryan pedikülün hemostazını sağlarken operasyon süresini kısaltabilir ve intraoperatif kanama riskini azaltabilir. Bununla birlikte, enerji cihazlarının güvenli kullanımı için doku kalınlığı, uygulama süresi,

termal yayılım ve komşu dokulara olası hasar riski dikkate alınmalıdır.

Laparoskopik ovarektomi sırasında hasta pozisyonu da cerrahi görüş alanını doğrudan etkiler. Genellikle dorsal rekümbensi pozisyonu tercih edilir; gerektiğinde hastanın hafif lateral eğimi veya Trendelenburg/reverse Trendelenburg gibi pozisyon değişiklikleriyle abdominal organların cerrahi alandan uzaklaşması sağlanabilir. Bu sayede ovaryum ve ovaryan pedikül daha net görüntülenebilir. Ancak pozisyon değişiklikleri, özellikle pnömoperitoneum ile birlikte solunum ve dolaşım parametrelerini etkileyebileceğinden anestezi ekibi ile koordineli şekilde uygulanmalıdır (Scott et al., 2020; Fernández-Martín et al., 2022).

Anestezi ve analjezi yönetimi de laparoskopik ovarektominin temel prensipleri arasında değerlendirilmelidir. Her ne kadar laparoskopik yaklaşım açık cerrahiye göre daha az doku travması oluştursa da ovaryan pedikül traksiyonu, suspensor ligament manipülasyonu, port girişleri ve peritoneal gerilme postoperatif ağrıya katkıda bulunabilir. Bu nedenle laparoskopik ovarektomide multimodal analjezi yaklaşımı önerilmektedir. Lokal veya bölgesel analjezi teknikleri, özellikle abdominal duvar ve ovaryan pedikül kaynaklı ağrının azaltılmasında yararlı olabilir. Video-yardımlı ovarektomide splash block uygulamasının analjezik gereksinimi azaltabileceği, transversus abdominis plane ve interkostal blok kombinasyonlarının ise laparoskopik ovarektomi uygulanan köpeklerde perioperatif ağrı kontrolüne katkı sağlayabileceği bildirilmiştir (Cicirelli et al., 2022; Paolini et al., 2022; Tavares et al., 2023).

Laparoskopik cerrahinin güvenli şekilde sürdürülebilmesi için intraoperatif monitörizasyon titizlikle yapılmalıdır. Elektrokardiyografi, kalp frekansı, solunum frekansı, oksijen satürasyonu, noninvaziv veya invaziv arteriyel kan basıncı, end-tidal karbondioksit ve vücut sıcaklığı düzenli olarak izlenmelidir.

Özellikle pnömoperitoneuma bağlı hiperkapni, ventilasyon-perfüzyon değişiklikleri ve hemodinamik dalgalanmalar erken dönemde fark edilmelidir. Laparoskopik ve açık ovarektomi karşılaştıran çalışmalarda, laparoskopik gruplarda pnömoperitoneuma bağlı bazı kardiyorespiratuvar değişiklikler gözlenebilmekle birlikte bu değişikliklerin sağlıklı köpeklerde genellikle tolere edilebilir ve geri dönüşümlü olduğu bildirilmiştir (Fernández-Martín et al., 2022; Merlin et al., 2022).

Sonuç olarak, laparoskopik ovarektominin temel prensipleri; uygun pnömoperitoneum oluşturulması, güvenli abdominal giriş, yeterli optik görüntüleme, doğru port yerleşimi, ovaryan pedikülün etkili hemostazı, dikkatli hasta pozisyonlandırması ve etkin perioperatif monitörizasyon üzerine kuruludur. Bu prensiplere uyulduğunda laparoskopik ovarektomi, köpeklerde minimal invaziv sterilizasyon cerrahisinin güvenli ve etkili bir uygulaması olarak değerlendirilebilir.

Cerrahi Teknik

Laparoskopik ovarektomide cerrahi teknik; hastanın uygun pozisyonlandırılması, güvenli abdominal giriş, yeterli pnömoperitoneumun oluşturulması, portların doğru yerleştirilmesi, ovaryum ve ovaryan pedikülün net olarak görüntülenmesi, vasküler yapıların güvenli şekilde mühürlenmesi ve ovaryumların travmayı en aza indirecek biçimde uzaklaştırılması aşamalarından oluşur. Bu operasyonun başarısı yalnızca kullanılan ekipman kalitesine değil, operatörün laparoskopik anatomiye hâkimiyetine, el-göz koordinasyonuna, ekipmanları doğru kullanmasına ve intraoperatif komplikasyonları erken fark edebilmesine bağlıdır (Bianchi et al., 2021; Forbes & Monnet, 2023).

Cerrahi öncesinde hasta genel anestezi altında dorsal rekümbent pozisyonuna alınır. Operasyon sahası ksifoid bölgeden pubise kadar geniş şekilde tıraş edilir ve aseptik olarak hazırlanır.

Mesanein boş olması, kaudal abdominal bölgede port yerleşimini ve görüntü elde edilmesini kolaylaştırır. Laparoskopik girişimlerde hasta pozisyonu operasyon sırasında cerrahi alanın görünürlüğünü doğrudan etkileyebilir. Bu nedenle gerektiğinde masa hafif Trendelenburg veya ters Trendelenburg pozisyonuna getirilebilir ya da hastaya hafif lateral eğim verilebilir. Bu manevralar, bağırsak dokusunun ovaryum ve uterus üzerinden uzaklaşmasına yardımcı olur ancak pnömoperitoneumla birlikte kardiyorespiratuvar parametreleri etkileyebileceği için anestezi ekibiyle eş zamanlı değerlendirilmelidir (Scott et al., 2020; Fernández-Martín et al., 2022).

Abdominal boşluğa giriş, laparoskopik ovarektominin en dikkat gerektiren aşamalarından biridir. İlk portun yerleştirilmesi sırasında dalak, bağırsak, idrar kesesi veya büyük damarların yaralanma riski bulunduğundan giriş tekniği hastanın vücut yapısına ve cerrahın deneyimine göre seçilmelidir. Kapalı girişte Veress iğnesi ile abdominal boşluğa girilerek karbondioksit insüflasyonu sağlanır. Açık girişte ise modifiye Hasson tekniği ile karın duvarı katları kontrollü olarak geçilir ve ilk trokar doğrudan görüş altında yerleştirilir. Köpeklerde laparoskopik ovarektomi sırasında bu iki giriş tekniğini karşılaştıran bir çalışmada, modifiye Hasson tekniğinin ilk portal yerleşimi açısından güvenli ve uygulanabilir bir seçenek olduğu bildirilmiştir (Bianchi et al., 2021). Bu nedenle özellikle küçük ırk, zayıf, obez ya da daha önce abdominal operasyon geçirmiş hastalarda giriş tekniği bireysel olarak planlanmalıdır.

İlk girişten sonra abdominal boşluk karbondioksit ile insüfle edilir. İntraabdominal basınç genellikle cerrahi görüş alanını sağlayacak en düşük etkili düzeyde tutulmalıdır. Sağlıklı köpeklerde 8–12 mmHg aralığındaki basınçlar sıklıkla kullanılmakla birlikte, basınç seçimi hastanın fizyolojik durumuna göre yapılmalıdır. Pnömooperitoneum oluşturulduktan sonra laparoskop abdominal

boşluğa yerleştirilir ve karaciğer, dalak, mide, bağırsaklar, idrar kesesi, uterus ve ovaryumlar sistematik olarak değerlendirilir. Bu ilk manipülasyon sırasında iatrojenik giriş yaralanması olup olmadığı da mutlaka kontrol edilmelidir (Scott et al., 2020; Merlin et al., 2022).

Köpeklerde laparoskopik ovarektomi tek port, iki port, üç port veya transvajinal yaklaşımla uygulanabilir. Tek port tekniklerde insizyon sayısı daha az olmakla birlikte, aletlerin aynı giriş hattından kullanılması nedeniyle hareket alanı sınırlanabilir ve alet çakışması görülebilir. İki port kullanılan teknikte laparoskop ve çalışma aleti ayrı portlardan kullanılır; bu yaklaşım cerrahi manipülasyonu kolaylaştırırken minimal invaziv karakteri de korur. Üç port tekniklerde ise optik sistem, yakalama ve mühürleme forsepsi için ayrı girişler kullanılmakta ve bu sayede triangülasyon daha rahat sağlanmakta ve özellikle öğrenme sürecindeki cerrahlar için ovaryan pedikülün kontrolü daha güvenli hale gelmektedir (Arntz et al., 2019; Tez & Kanca, 2023; Forbes & Monnet, 2023).

Port yerleşimi, cerrahi alanın görüntülenmesi ve aletlerin fonksiyonel kullanımı açısından belirleyicidir. Genel yaklaşımda ilk port umbilikal veya paraumbilikal bölgeye yerleştirilir. Çalışma portları ise ovaryumlara uygun açıyla ulaşılacak şekilde kaudal abdominal hatta veya paramedian bölgelerde konumlandırılır. Portların birbirine çok yakın yerleştirilmesi aletlerin dışarıda ve içeride çakışmasına neden olurken, çok uzak yerleştirilmesi de ovaryan pediküle kontrollü ulaşımı zorlaştırabilir. Bu nedenle port yerleşimi hastanın boyutu, ovaryumların konumu, kullanılacak laparoskopun açısı ve ekipmanların uzunluğu dikkate alınarak yapılmalıdır.

Ovaryumun bulunması için kornu uteri kraniodorsal yönde takip edilir. Ovaryum, böbreğin kaudoventralinde ve bursa ovarica içerisinde yer almaktadır. Sağ ovaryum genellikle daha kranial konumda olduğu ve duodenum ile komşuluk gösterdiği için sol

ovaryuma göre daha zor manipüle edilebilir. Sol ovaryum ise kolon ve dalak ile ilişkili olabilir. Bu nedenle operatör, her iki tarafta da ovaryum çevresindeki anatomik yapıları dikkatle değerlendirmeli, gereksiz traksiyondan kaçınılmalı ve ovaryan pedikülün tamamını görüntülemeyen mühürleme işlemine geçmemelidir.

Ovaryumun cerrahi olarak uzaklaştırılmasında temel aşama ligamentum suspensorium ovarii, mezovaryum, ligamentum ovarii proprium ve ovaryan pedikülün kontrollü şekilde ayrılmasıdır. Ovaryum travmatik yakalama forseps ile tutulur ve pedikül hafif traksiyonla belirgin hale getirilir. Bu aşamada aşırı çekme uygulanması pedikül kanamasına, suspensor ligament yırtılmasına veya postoperatif ağrı yanıtının artmasına neden olabilir. Özellikle ovaryan pedikül, vasküler yapılar açısından dikkatli değerlendirilmesi gerekmektedir. Laparoskopik büyütme avantajı, bu damarların daha net görülmesini sağlar; ancak hemostazın güvenliği mühürleme cihazının doğru kullanılmasına bağlıdır.

Güncel laparoskopik ovarektomi uygulamalarında ovaryan pedikülün hemostazı için bipolar damar mühürleme sistemleri ve ultrasonik dissektörler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bipolar damar mühürleme cihazları, doku içerisindeki kollajen ve elastini denatüre ederek damar duvarlarını kalıcı şekilde kapatır. Ultrasonik dissektörler ise mekanik titreşim enerjisi ile eş zamanlı kesme ve koagülasyon sağlar. Köpeklerde tek port laparoskopik ovarektomide damar mühürleme cihazı ile ultrasonik dissektörün karşılaştırıldığı bir çalışmada, her iki yöntemin de etkili ve güvenli biçimde kullanılabilirdiği bildirilmiştir (Forbes & Monnet, 2023). Bununla birlikte doku kalınlığı, mühürleme süresi ve çevre dokulara termal yayılım riski her zaman dikkate alınmalıdır.

Mühürleme cihazı kullanılmadan önce pedikülün tüm genişliği net şekilde görüntülenmeli, cihazın uçları arasında yalnızca hedef doku bulunduğundan emin olunmalıdır. Pedikül genellikle ovaryuma yakın bölgeden başlayarak kademeli şekilde mühürlenir

ve ekstirpe edilir. Mühürleme hattı ile kesim hattı arasında yeterli güvenlik mesafesi bırakılması, kanama riskini azaltır. Geniş pediküllerde tek uygulama yerine ardışık mühürleme tercih edilmelidir. Pedikül ayrıldıktan sonra kalan doku hattı kanama, sızıntı veya termal hasar açısından dikkatle kontrol edilmelidir. Aynı işlem karşı taraftaki ovaryum için de yapılmaktadır.

Ovaryumların abdominal kaviteden çıkarılması port çapına ve kullanılan tekniğe göre değişir. Küçük ovaryumlar çalışma portundan doğrudan çıkarılabilir. Gerekli durumlarda port insizyonu hafif genişletilebilir veya örnek çıkarma torbası kullanılabilir. Ovaryumun abdominal boşluk içinde düşürülmemesi ve parça bırakılmaması önemlidir. Özellikle hormon aktif dokunun geride kalması, ovaryan remnant sendromu açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle çıkarılan dokuların bütünlüğü kontrol edilmeli ve gerekli durumlarda histopatolojik değerlendirme için uygun şekilde muhafaza edilmelidir.

İşlem tamamlandıktan sonra abdominal boşluk sistematik olarak yeniden incelenir. Her iki ovaryan pedikül hattı, port giriş bölgeleri, mezovaryum, uterus boynuzları ve karın içi serbest sıvı/kanama varlığı kontrol edilir. Hemostazdan emin olunduktan sonra karbondioksit kontrollü olarak boşaltılır. Trokarlar görüş altında çıkarılır. Port insizyonları katmanlarına uygun şekilde kapatılır; özellikle 10 mm ve üzeri portlarda fasya kapatılması fıtık riskini azaltmak açısından önemlidir. Deri kapatılması intradermal dikiş, basit ayrı dikiş veya doku yapıştırıcıları ile yapılabilir.

Laparoskopik ovarektomide operasyon süresi cerrahın deneyimi, port tekniği, hastanın vücut yapısı, ovaryan pedikül yağlanması ve intraoperatif komplikasyon varlığına göre değişir. Tez ve Kanca'nın çalışmasında erişkin ve prepubertal köpeklerde laparoskopik ovarektominin benzer cerrahi süre ve komplikasyon oranlarıyla uygulanabildiği, intraoperatif komplikasyonların ise operasyon süresini uzatabildiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada iki port

teknik ve elektrotermal bipolar damar mühürleme cihazı kullanılmıştır.

Transvajinal laparoskopik ovarektomi gibi alternatif yaklaşımlar da tanımlanmıştır. Arntz ve ark. tarafından bildirilen 60 köpek olguluk çalışmada transvajinal laparoskopik ovarektominin belirli ağırlık ve yaş aralığındaki köpeklerde uygulanabilir minimal invaziv bir alternatif olduğu ifade edilmiştir. Ancak bu teknik, standart abdominal port yaklaşımlarına göre daha farklı bir öğrenme eğrisi ve özel deneyim gerektirir. Bu nedenle rutin klinik uygulamada tercih edilecek teknik belirlenirken cerrahın deneyimi, hastanın anatomik özellikleri, ekipman olanakları ve komplikasyon yönetimi kapasitesi birlikte değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak, laparoskopik ovarektomide cerrahi başarı; güvenli giriş, uygun pnömoperitoneum, doğru port yerleşimi, ovaryan pedikülün net görüntülenmesi ve güvenilir hemostaz prensiplerine dayanır. Enerji cihazlarının sağladığı teknik kolaylık, cerrahi güvenliği artırmakla birlikte, bu cihazların bilinçsiz kullanımı kanama veya termal hasar gibi komplikasyonlara yol açabilir. Bu nedenle laparoskopik ovarektomi, yalnızca küçük insizyonlarla yapılan bir sterilizasyon işlemi olarak değil, temel laparoskopik prensiplere eksiksiz uyum gerektiren ileri bir cerrahi uygulama olarak değerlendirilmelidir.

Kaynakça

Arntz, G. J. H. M., van Nimwegen, S. A., van Goethem, B. E. B. J., & Kirpensteijn, J. (2019). Transvaginal laparoscopic ovariectomy in 60 dogs: Description of the technique and comparison with 2-portal-access laparoscopic ovariectomy. *Veterinary Surgery*, 48(5), 726–734.

Arntz, G. J. H. M., van Nimwegen, S. A., van Goethem, B. E. B. J., & Kirpensteijn, J. (2019). Transvaginal laparoscopic ovariectomy in 60 dogs: Description of the technique and comparison with 2-portal-access laparoscopic ovariectomy. *Veterinary Surgery*, 48(5), 726–734.

Bianchi, A., Collivignarelli, F., Vignoli, M., Paolini, A., Tamburro, R., & Del Signore, F. (2021). A comparison of times taken for the placement of the first portal and complication rates between the Veress needle technique and the modified Hasson technique in canine ovariectomy laparoscopic surgery. *Animals*, 11(10), 2936.

Bianchi, A., Collivignarelli, F., Vignoli, M., Paolini, A., Tamburro, R., & Del Signore, F. (2021). A comparison of times taken for the placement of the first portal and complication rates between the Veress needle technique and the modified Hasson technique in canine ovariectomy laparoscopic surgery. *Animals*, 11(10), 2936. <https://doi.org/10.3390/ani11102936>

Charlesworth, T. M., & Sanchez, F. T. (2019). A comparison of the rates of postoperative complications between dogs undergoing laparoscopic and open ovariectomy. *Journal of Small Animal Practice*, 60(4), 218–222.

Charlesworth, T. M., & Sanchez, F. T. (2019). A comparison of the rates of postoperative complications between dogs undergoing laparoscopic and open ovariectomy. *Journal of Small Animal Practice*, 60(4), 218–222.

Cicirelli, V., Lacalandra, G. M., Aiudi, G. G., & Crovace, A. M. (2022). The effect of splash block on the need for analgesia in dogs subjected to video-assisted ovariectomy. *Veterinary Medicine and Science*, 8(1), 104–109.

Cicirelli, V., Lacalandra, G. M., Aiudi, G. G., & Crovace, A. M. (2022). The effect of splash block on the need for analgesia in dogs subjected to video-assisted ovariectomy. *Veterinary Medicine and Science*, 8(1), 104–109. <https://doi.org/10.1002/vms3.637>

Corriveau, K. M., Giuffrida, M. A., Mayhew, P. D., & Runge, J. J. (2017). Outcome of laparoscopic ovariectomy and laparoscopic-assisted ovariohysterectomy in dogs: 278 cases (2003–2013). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 251(4), 443–450.

Corriveau, K. M., Giuffrida, M. A., Mayhew, P. D., & Runge, J. J. (2017). Outcome of laparoscopic ovariectomy and laparoscopic-assisted ovariohysterectomy in dogs: 278 cases (2003–2013). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 251(4), 443–450.

Espadas-González, L., Usón-Casaús, J. M., Pastor-Sirvent, N., Santella, M., Ezquerro-Calvo, J., & Pérez-Merino, E. M. (2023). Using complete blood count-derived inflammatory markers to compare postoperative inflammation in dogs undergoing open or laparoscopic ovariectomy. *The Veterinary Record*, 193(3), e2835.

Fernández-Martín, S., Valiño-Cultelli, V., & González-Cantalapiedra, A. (2022). Laparoscopic versus open ovariectomy in bitches: Changes in cardiorespiratory values, blood parameters and sevoflurane requirements associated with the surgical technique. *Animals*, 12(11), 1438.

Fernández-Martín, S., Valiño-Cultelli, V., & González-Cantalapiedra, A. (2022). Laparoscopic versus open ovariectomy in bitches: Changes in cardiorespiratory values, blood parameters and sevoflurane requirements associated with the surgical technique. *Animals*, 12(11), 1438. <https://doi.org/10.3390/ani12111438>

Forbes, J. N., & Monnet, E. (2023). A vessel sealing device and an ultrasonic dissector are equally effective and safe for single port laparoscopic ovariectomy in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 84(10), 1–6.

Forbes, J. N., & Monnet, E. (2023). A vessel sealing device and an ultrasonic dissector are equally effective and safe for single port laparoscopic ovariectomy in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 84(10), 1–6. <https://doi.org/10.2460/ajvr.23.05.0112>

Fuertes-Recuero, M., Ortiz-Díez, G., & Pérez-Merino, E. M. (2024). Postoperative pain in dogs undergoing either laparoscopic or open ovariectomy. *The Veterinary Journal*, 304, 106095.

Leonardi, F., Properzi, R., Rosa, J., Boschi, P., Paviolo, S., Costa, G. L., & Bendinelli, C. (2020). Combined laparoscopic ovariectomy and laparoscopic-assisted gastropexy versus combined laparoscopic ovariectomy and total laparoscopic gastropexy: A comparison of surgical time, complications and postoperative pain in dogs. *Veterinary Medicine and Science*, 6(3), 321–329.

Merlin, T., Funes, F. J., Arias, D. O., & Monnet, E. (2022). Healthy nonobese bitches maintain acceptable spontaneous ventilation during 10-mm Hg abdominal insufflation and laparoscopic ovariectomy. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 260(12), 1519–1525.

Merlin, T., Funes, F. J., Arias, D. O., & Monnet, E. (2022). Healthy nonobese bitches maintain acceptable spontaneous

ventilation during 10-mm Hg abdominal insufflation and laparoscopic ovariectomy. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 260(12), 1519–1525. <https://doi.org/10.2460/javma.22.03.0128>

Naghavi, R., et al. (2025). Assessment of pain, vital parameters and oxidative stress in dogs undergoing ovariectomy using celiotomy and laparoscopy techniques. *Veterinary Medicine and Science*.

Nylund, A. M., Drury, A., Weir, H., & Monnet, E. (2017). Rates of intraoperative complications and conversion to laparotomy during laparoscopic ovariectomy performed by veterinary students: 161 cases (2010–2014). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 251(1), 95–99.

Paolini, A., Santoro, F., Bianchi, A., et al. (2022). Use of transversus abdominis plane and intercostal blocks in bitches undergoing laparoscopic ovariectomy: A randomized controlled trial. *Veterinary Sciences*, 9(11), 604.

Paolini, A., Santoro, F., Bianchi, A., et al. (2022). Use of transversus abdominis plane and intercostal blocks in bitches undergoing laparoscopic ovariectomy: A randomized controlled trial. *Veterinary Sciences*, 9(11), 604. <https://doi.org/10.3390/vetsci9110604>

Phypers, C. (2017). In cats and dogs does laparoscopic ovariectomy offer advantages over open ovariectomy for postoperative recovery? *Veterinary Evidence*, 2(2).

Scott, J., Singh, A., & Mayhew, P. D. (2020). Pneumoperitoneum in veterinary laparoscopy: A review. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 204.

Scott, J., Singh, A., & Mayhew, P. D. (2020). Pneumoperitoneum in veterinary laparoscopy: A review. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 204. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00204>

Tavares, I. T., Correia, J. M. J., Almeida, D., et al. (2023). Premedication with acetazolamide: Is its use for postoperative pain and stress control after laparoscopic ovariectomy in dogs beneficial? *Veterinary Medicine and Science*, 9(3), 1168–1177.

Tavares, I. T., Correia, J. M. J., Almeida, D., et al. (2023). Premedication with acetazolamide: Is its use for postoperative pain and stress control after laparoscopic ovariectomy in dogs beneficial? *Veterinary Medicine and Science*, 9(3), 1168–1177. <https://doi.org/10.1002/vms3.1115>

Tez, G., & Kanca, H. (2023). Surgical time for laparoscopic ovariectomy in adult and prepubertal dogs. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*.

Wellens, J., Van Goethem, B., & de Rooster, H. (2023). Does laparoscopic ovariectomy in dogs prevent the occurrence of uterine pathology? *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 92, 5–11.

BÖLÜM 0

ETÇİ VE SÜTÇÜ İNEKLERDE POSTPARTUM DÖNEMİN FİZYOLOJİSİ

ŞİFANUR AYDIN¹

Giriş

Dünyada et ve süt üretimi için sığır yetiştiriciliği oldukça önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 17 milyon 30 bin baş sığır vardır. Et ve süt verimi yıllar içinde artmasına rağmen, üretim yönlü seleksiyon çalışmaları nedeniyle döl veriminde ciddi kayıplar meydana gelmiştir. Sığır eti işletmelerinde kârlılığı belirleyen en önemli çıktı yavru eldesi olduğundan, döl verimi önemli bir belirleyicidir. Süt sığırıcılığında fertilitede temel hedef, 305 günlük laktasyon uzunluğu ve yılda bir yavru alımının sağlanmasıdır. Bu amaç doğrultusunda hedeflenen postpartum sürecin sorunsuz atılması ovaryum fonksiyonlarının başlamasını sağlamakta ve doğum gebe kalma aralığını azaltmaktadır. Sorunlu bir puerperal dönemin ardından sığırçılık işletmeleri için bahsedilen temel hedefe ulaşamayacaktır.

¹ Dr., Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Veterinerlik Doğum ve Jinekolojisi, Orcid: 0000-0002-8332-0514

Postpartum Dönem

Puerperal dönem olarak da adlandırılan postpartum dönem, dişinin reproduktif hayatında önemli dönemlerden biridir. Bu dönemin sorunsuz ve en kısa sürede tamamlanması, hayvanın hayatını ve özellikle izleyen dönemde döl verimini normal sınırlar içinde devam ettirebilmesi için önemlidir. Puerperium'un sağlıklı geçirilmesi gebelik süreci ve doğumun problemsiz gerçekleşmesi ile yakından ilişkilidir (Peters et al., 1985). Doğumdan sonra yeniden gebeliğin oluşması, genital sistemin anatomik ve fonksiyonel olarak doğum öncesi durumuna dönmesine bağlıdır (Morrow, 1966). Bu yüzden İneklerde postpartum (PP) dönem süresince: uterusun involüsyonu, myometrial kontraksiyonlar ve loşyanın atılması, endometriumun rejenerasyonu, ovaryumda siklik faaliyetlerin tekrar başlaması ve uterus lümenindeki bakterilerin eliminasyonu süreçleri gerçekleşir (Noakes et al., 2001).

Postpartum Dönemdeki Fizyolojik Olaylar

Uterusun İnvölüsyonu

Doğumdan hemen sonra uterus ve servikte güçlü ve hızlı şekilde tekrarlayan kontraksiyonlar meydana gelir (Senger, 2003). Uterus involüsyonu, oluşan uterus kontraksiyonlar sonucu fiziki olarak küçülmesi, uterus bezleri ve myometriyumun atrofisi, endometrial katın nekroze olup atılması ve endometriyumun kendini yenilemesi gibi birçok olayın şekillendiği süreçtir (Sheldon et al., 2008). Uterus involüsyonu iki anatomik bölgenin involüsyon sürecine göre takip edilir. Bunlar serviks ve kornu uteri involüsyonlarıdır. Serviksin involüsyon süreci 4 döneme ayrılır (Kindahl., 1999). Birinci dönem; involüsyonun çok hızlı olduğu ve serviks uterinin önemli ölçüde küçüldüğü, servikal kanalın daraldığı doğum sonrası ilk 16 saatlik dönemdir. İkinci dönem; henüz servikal kıvrımların fark edilmeye başlanmadığı ve involüsyonun daha yavaş ilerlediği, postpartum 16. saatten 2. güne kadar geçen süreçtir.

Üçüncü dönem; serviksteki kıvrımların oluşumunun arttığı ve involüsyonun diğer iki döneme göre daha yavaş ilerlediği postpartum 2. günden 7. güne kadar geçen süredir. Dördüncü dönem ise serviks uterinin yeniden açılmaya başladığı postpartum 7. günden 10. güne kadar geçen süredir (Noakes, 2009). Doğumdan sonra 7. günde serviksin yeniden açılması postpartum dönemin fizyolojik seyrinin bir parçası sayılır ve uterus içeriğinin boşalması sağlanır. İnvölüsyon süresince servikal kıvrımların oluşumu kranialden kaudale doğru ilerler ve servikal kıvrılma süreci sabit değildir (Wehrend et al., 2003). Serviksin toplam çapının doğumdan sonraki ikinci günde 15 cm, doğumdan sonraki 10. günde 9 - 11 cm, 30. günde 7 - 8 cm ve 60. günde 5 - 6 cm olduğunu bulunmuştur (Gier & Marion, 1968). Bazı araştırmacılar doğumdan sonra serviksin çapı ne kadar büyükse, involüsyonun gerçekleşmesi için geçen sürenin o kadar uzun olduğunu bildirmişlerdir (Kasimanickam., 2004). Serviksin involüsyonu uterus involüsyonundan daha geç gerçekleştiği bilinmektedir.

En karmaşık uterus involüsyonu ise kotiledonar tip plasentaya sahip hayvanlarda görülür. İneklerde doğum sonrası uterus yaklaşık bir metre uzunluğunda, 8 ila 10 kg ağırlığında büyük bir organdır ve bu organ, uterus involüsyonu tamamlandığında yaklaşık 0,7 - 0,8 kg'a düşmektedir. Doğum sonrası ilk 3 gün hızlı bir involüsyon süreci gözlenirken 4 ile 9. günler arasında involüsyon hızı yavaş yavaş azalır (Leslie, 1983). Uterus involüsyonu en erken yaklaşık 3 haftada tamamlanabilir. Ancak çoğu zaman doğum sonrası 4 - 5 haftaya kadar uterus involüsyonu tamamlanmaz (Kindahl et al., 1999). Doğum sonrası allantokoryonun atılmasını izleyerek karunkullarda nekroz başlar ve postpartum 12. günde karunkular yüzey soyulur. Karunkul yüzeyindeki bu soyulma uterusun involüsyonuna olumlu katkı yapar. Uterusun doğum sırasında ağırlığının yarısı karunkullardan kaynaklanmaktadır.

Karunküllerin küçülüp, nekroze olup soyulması, uterusun ağırlığının da önemli ölçüde azalmasına yol açar (Thun et al., 1993).

Rektal palpasyon ile serviks ve uterusun boyutları, kornuların simetrik olup olmadığı ve kıvamı belirlenebilmektedir. Bu yöntem tohumlama öncesi uterus involüsyonunun değerlendirmek amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır (Youngquist et al., 1997). Alternatif olarak, periferik plazmadaki PGFM veya akut faz proteinlerinin konsantrasyonunun tahmin edilmesiyle de dolaylı olarak involüsyon süreci izlenebilir (Lindell et al., 1982). Doğum sonrası 10. günde uterus rektal palpasyonla tamamen sınırlandırılabilir. Doğum sonrası 25. günde ise uterus kornuları hemen hemen eşit büyüklüğe ulaşmaktadır (Leslie, 1983). Rektal muayenede involüsyon derecesini belirlemek için kornu çapları kriter alınarak, involüsyon için iyi (2,5 - 3,75 cm) orta, (3,75 – 5 cm) ve düşük (>5 cm) olarak sınıflandırılabilir (Studer & Morrow, 1978). Uterus endometriyumun histolojik olarak involüsyonu, anatomik involüsyonuna göre daha yavaş bir hızda ilerlediği bildirilmiştir (Leslie, 1983).

Genital kanalın involüsyonu doğum sonrası devam eden uterus kasılmaları sayesinde gerçekleşir. Uterus kontraksiyonlarının şekillenmesinde oksitosin ve PGF2 α hormonları önemli rol oynar. Doğumun ikinci aşamasında fazla miktarda salgılanan oksitosin ve PGF2 α doğum sonrası dönemde de salgılanmaya devam eder. Oksitosin hormonu myometriyum üzerine, uterus östrojen hormonu etkisinde olduğu dönemlerde etkilidir. Doğumu takiben kandaki östrojenin hızla bazal seviyesine dönmesinden dolayı, postpartum 12 saat sonrasında oksitosinin uterus üzerine kontraktıl etkisinden söz etmek mümkün değildir. Dolayısıyla involüsyonun gerçekleşmesinde uterotonik etkisi olan PGF2 α rolü önemlidir (Alaçam, 2010). Ancak bazı çalışmalarda östrojenler, PGF2 α ve uzun etkili oksitosin analogları gibi eksojen hormonların involüsyon sürecini etkilemediği ileri sürülmüştür (Tian & Noakes, 1991). Beta

karoten gibi çeşitli diyet takviyeleri de involüsyonun hızlandırılması amacıyla denenmiştir ancak sınırlı bir başarı elde edilmiştir (Kaewlamun et al., 2011).

İnvolüsyonu Etkileyen Faktörler

Uterusun involüsyon süreci, evcil hayvan türlerine göre farklılık gösterir ve bu süreç yaş, ırk, sağım sıklığı, emzirme, mevsim, doğum öncesi ve sonrası dönemde görülen rahatsızlıklar, bakım-besleme ve yetiştirme şekli, doğum sonrası ovaryum aktivitesinin başlama zamanı ve verim düzeyi gibi bazı faktörler tarafından etkilenmektedir. Özellikle güç doğum, retensiyo secundinarum, puerperal metritis, prolapsus uteri, metabolizma hastalıkları gibi doğum ve doğum sonrası problemlerle torsiyo uteri, gebelik paraplejisi, prolapsus vajina gibi doğum öncesi dönem sorunları involüsyon süresini uzatmaktadır (Alaçam, 2010).

Yaz ve ilkbahar aylarında doğum yapan hayvanların uterus involüsyonu, kış ve sonbahar aylarından daha kısa sürdüğü için doğum mevsimi involüsyon sürecini etkileyebilir. Bunun nedeni havaların soğumasıyla yem kalitesinin düşmesi ve alınan enerjinin bir kısmının vücut ısısını regüle etmekte kullanılmasıyla oluştuğu düşünülmektedir. Yaz ve sonbaharda uterus involüsyonunun kış ve ilkbahardan daha uzun sürmesi nedeniyle doğum mevsimi de postpartum süresini etkileyebileceği bildirilmiştir (Noakes et al., 2001; Elmetwally et al., 2016; Hussain & Daniel, 1991). Ancak yaz aylarında sıcak stresi yaşayan hayvanlarda involüsyon gecikmektedir (Noakes et al., 2001).

Beslenme uterus involüsyonu üzerine etkilidir. Kuru dönem boyunca hayvanların aşırı yağlandırılması ve Vücut Kondisyon Skorunun (VKS) 4 ün üzerine çıkması güç doğumlara ve plasentanın tutulmasına sebep olur. Bu olumsuzluklar involüsyonu geciktiren olaylardır. Ek olarak aşırı yağlandırılmış hayvanların erken laktasyonda iştahları azalmakta, vücut yağlarını enerji kaynağı

olarak kullanılmaktadır. Bu durum da involüsyon üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir (Elmetwally, 2018).

İnvolüsyon süreci üzerine rasyonun enerjisi kadar içeriği de etkilidir. Rasyonla aşırı protein alımı vücuttaki, özellikle uterustaki üre düzeylerini artırdığı ve pH'ı düşürdüğü yüksek üre konsantrasyonunun ise PGF2 α salınımını uyardığı ve embriyonun canlılığını azalttığı ve involüsyon sürecini uzattığı bildirilmiştir. Bu durum uterus involüsyon sürecini uzatabilir (Elmetwally, 2018). Yetersiz ve dengesiz beslenmenin de involüsyonu geciktirdiği bildirilmektedir. Gebelik süresince haftalık, doğumdan iki hafta önce ve doğumdan iki hafta sonra vitamin A, vitamin D3 ve vitamin E verilen ineklerde, involüsyonun tamamlanma süresi ve retensiyon sekondinarum insidansının önemli derecede azaldığı, özellikle Vitamin D3 uygulamalarının involüsyonun tamamlanma sürecini kısalttığı bildirilmiştir (Hussain & Daniel, 1991; Öcal, 2005).

Genellikle parite ve yaşın uterus involüsyonu üzerine önemli etkilerinin olduğu gösterilse de Zain ve ark. (1995) uterus involüsyonunun VKS, parite ve buzağılama mevsiminden etkilendiğini ancak yaştan etkilenmediğini bildirdi. Multipar ineklerde uterus involüsyon süresi primipar ineklere göre daha kısadır (Lin et al., 2021; Sharma et al., 2018). Retensiyon sekondinarum riski parite sayısına bağlı olarak artmıştır. Hipokalsemi için de benzer bir eğilim görülmüş ve hipokalsemi riski parite sayısı ile artacağı bildirilmiştir (Markusfeld, 1987). Buna karşılık Miettinen (Miettinen, 1990), Fin süt inekleri paritesinin uterus involüsyon süresi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını bildirirken; Balarezo ve ark. (2018) Ekvator'da primipar ineklerde uterus involüsyonu için gereken sürenin multipar ineklerden daha kısa olduğunu bildirmişlerdir (Lin et al., 2021; Sharma et al., 2018).

Bazı çalışmalara göre laktasyonun, uterus involüsyon süresi üzerine önemli bir etkisinin olmadığı öne sürülmüştür (Scully et al.,

2013). Bazı araştırmacılar ise süt veriminin artmasının uterus involüsyonunu geciktirdiğini bildirirken (Elmetwally et al., 2016; Izaike, 1990), bazıları da yüksek süt verimi olan ineklerde involüsyonun erken geliştiğini bildirmiştir (Fonseca et al., 1983). Emzirme ve sağım işlemi de involüsyon süresini etkileyebilen bir diğer faktördür. Emzirmeye bağlı olarak etçi ineklerde, sağılan sütçü ineklere kıyasla involüsyonun daha erken tamamlanacağı düşünülmektedir. Benzer Şekilde sütçü ineklerde de günlük sağım sıklığının artırılmasının involüsyona olumlu etkide bulunacağı belirtilmektedir (Leslie, 1983).

Biyostimlasyonun da uterus involüsyonu üzerine etkileri araştırılmıştır, boğalara maruz kalan grup ile maruz kalmayan grup arasında uterus involüsyon süresi açısından hiĒbir fark bulunmamıştır (Landaeta-Hernndez et al., 2004).

Normalde uterus ortamı anaerobiktir ve uterusta farklı tip bakteriler izole edilmiştir. En sık karşılaşılanlar; *Echerichia coli*, *Actinomyces pyogenes*, *koliform spp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, hemolitik streptokoklar, Gram pozitif ve Gram negatif anaerob mikroorganizmalardır (Noakes, 2001). Uterustaki kan, doku döküntüleri ve sıvılar mikroorganizmaların çoğalmasına uygun zemin hazırlarlar ve dolayısıyla enfeksiyonların Őekillenme Őansı yüksektir (Mateus et al., 2002). Uterus enfeksiyonun Őiddeti ne olusa olsun, bu durum involüsyon sürecini uzatmaktadır (Olson et al., 1986).

Pek çok araştırmacı tarafından g doğum, ikizlik, retensiyo sekundinarum, Şiddetli negatif enerji dengesi (NED), bazı metabolik hastalıklar, prolapsus ve torsiyo uteri, gebelik paraplejisi, prolapsus vajina gibi çeşitli peripartum anormalliklerinin involüsyon süresini uzatan faktörler olduğu bildirilmiştir (Noakes, 2001). Doğumun zor olması hayvanda hormonal savunma mekanizmalarının devreye girmesine neden olmaktadır. Uterus kontraksiyonlarının vejetatif

sinir sistemi ve endokrin sisteme bağlı olarak oluştuğu uzun zamandan beri bilinmektedir. Vejetatif sinir sisteminin sempatik sinir uğlarından salgılanan adrenalın p2 –adrenoreseptörler üzerinde sempatometik etki oluşturarak uterus kontraksiyonlarını durdurabilmektedir. Ahır içerisindeki gürültü, kaba davranışlar ve zorlamalar karşısında organizma buna adrenalın salgılanmasındaki artışla cevap verir. Bۆylelikle myometriumdaki p2 – adrenoreseptörlerin adrenalın ile stimulasyonu sonucu uterus kontraksiyonlarını sağlayan oksitosinin etkisi ortadan kalktığı ve buna bağlı olarak uterus tonusunda zayıflama şekillendiği bildirilmektedir. Bu durum uterus involüsyonunu geciktirir (Dejneka et al., 1981).

Postpartum ilk ovulasyon zamanı da involusyonu etkileyebilmekte, ovulasyona bağlı luteal döneme erken geçilmesi involusyonu geciktirerek piyometra gelişimiyle sonuğlanabilmektedir (Lewis, 1997). Postpartum antibiyotik, non-steroid ve çeşitli hormon uygulamaları da involusyonu etkileyebilir (Öcal & Kalkan, 2012). Steroit olamayan antiinflamatuvar ilağlar, siklooksijenaz enzimini inhibe ederek prostoglandinlerin sentezini durdururlar. PGF2 α ‘da şekillenen baskılanma sonucu uterusun spontan kasılmaları azalır (Thun et al., 1993). Buna karşın fluniksin megluminin uterus involüsyon süresini kısalttığı da bildirilmiştir (Sheldon et al., 2008).

Etęi İneklerde Uterus İnvölüsyonu

Uterus involüsyonu, emziren etęi ineklerde süt sağılan ineklere göre daha hızlı olduğu, emziren etęi ineklerde uterus involüsyonunun 15 ile 25 günde tamamlandığı, buna karşın sağılan ineklerde 25 ile 30 gün arasında tamamlandığı bildirilmiştir. Bunun nedeni olarak emme uyarısının arka hipofizden sık oksitosin salınımına neden olması ve myometrial kontraksiyon etkisiyle uterus boyutundaki azalmayı artırması gösterilmiştir. Sağımda ise oksitosin

salınım sıklığının emzirmeden daha az olduğu bildirilmiştir (Leslie, 1983).

Sütçü İneklerde Uterus İnvölüsyonu

Sütçü ineklerde doğum sonrası 25. güne kadar günde dört kez sağmanın pulsatil LH salınımını ve ilk östrusun başlangıcını etkilemeksizin uterus involüsyonunu iyileştirdiği gösterilmiştir (Leslie, 1983).

Endometrial Rejenerasyon

Postpartum dönemde bir taraftan uterus hızla involüsyon olurken, diğer taraftan endometrial kat dejenere olup atılır ve kendini tekrar yenileyen endometrium, yeni bir gebeliğe hazır hale gelir. Endometrial rejenerasyon, allantokoryonun atılımını takiben karunkul arterlerindeki vazokonstriksiyonla başlar. Vazokonstriksiyona bağlı olarak şekillenen kansızlık, vasküler dejeneratif değişiklikler sonucu karunkulların üst üçte biri nekrotik hal alıp, çözünüp sulanarak ayrılır ve tamamen atılır. Bu süreç genellikle 12 günde tamamlanır (Senger, 2003; Sheldon et al.,2008; Öcal, 2005). Ciddi hasarın oluşmadığı epitel alanlarda da doğumdan hemen sonra endometrial yenilenme gerçekleşir ve interkarunkuler alanlarda PP 8. günde tamamlanır (Senger, 2003). Endometriyumdaki yüzeysel rejenerasyon tam olarak 25. günlerde tamamlanırken, daha derin doku katmanlarının yenilenmesi postpartum 6-8. haftayı bulur. Endometriyal yüzeydeki mukopurulent eksudat, endometrial tabakanın yenilenmesini geciktirebilir (Sheldon et al.,2008).

İneklerde adesidual yapıda plasentasyon olmasına rağmen doğum sonrasında loşya olarak adlandırılan bol miktarda akıntı şekillenir. Loşya, karunkulların nekroze olup soyulmasıyla ortaya çıkan doku atıkları, göbek kordonunun kopması sonucu göbek kordonundan sızan kan, fetal sıvılar, fetal membran parçaları ve mukustan oluşmaktadır. Loşya akıntısının bir miktarı dışarı verilerek

geri kalanı ise rezorbe edilerek yok edilir. Doğum sonrası uterus ağırlığının hızla azalmasında önemli rol oynar. Nadiren uterus tarafından tamamının emilmesi nedeniyle hiç görülmeyebilir (Noakes et al., 2001; Sheldon et al.,2008; Öcal, 2005). Renk, koku ve kıvam bakımından yavru sularına benzerlik gösteren loşya, genellikle sarımsı-kahverengi veya kırmızımsı-kahverengi renkte ve kötü koku içermeyen visköz bir sıvıdır. Miktarı hayvandan hayvana değişiklik gösterebilir. Genelde ilk doğumunu yapan düvelerde miktarı daha az iken, birden çok doğum yapmış ineklerde daha fazladır. Uterus doğumdan hemen sonra yaklaşık 1-2 litre loşya içerir ve en fazla akıntı ilk 2 - 3 gün içinde gözüktür. Loşya 8. güne kadar giderek azalır ve 14-18. günlerde sonlanır (Noakes et al., 2001; Sheldon, 2004; Öcal, 2005). Normalde 18. günden sonra loşya görülmez ancak involüsyonu geciken hayvanlarda postpartum 30. güne kadar uzayabilir (Öcal, 2005). Postapartum ilk 2–3 gün boyunca loşya kanla karışık renkte, daha sonra ise renksiz görünümündedir. Yedi-14. günler arasında ise loşya, karunkular yüzeydeki nekrotik dokunun atılması sonucu, şekillenen hemorajiden dolayı, tekrar kanla karışık bir hal alır. Pospartum akıntı kesilmeden birkaç gün önce rengi açılır ve neredeyse lenf sıvısı benzeri bir hal alır (Noakes et al., 2001; Öcal, 2005).

Postpartum dönemde yavru zarlari atıldıktan sonra karunkullar yaklaşık 70 mm uzunlukta, 35 mm genişlikte ve 25 mm kalınlıktadır. Doğum sonrası karunkul, endometrial kript ve villikoryalis kalıntılarını içerir. Karunkul arterlerindeki vazokonstriksiyonla gerçekleşen nekroz 5. güde hızla ilerler. Küçük kan damarları, esas olarak arteriyoller, daha sonra kan sızıntısının olduğu karunkul yüzeyinden çıkıntı yaparak loşyanın kırmızı renk almasına sebep olur. Onuncu güne kadar nekrotik dokunun çoğu soyulmuş, sıvılaştırmış ve 15. günde atılma tamamlanmış olup sadece açıkta kalan stratum kompaktumdan çıkıntı yapan kan damarlarının izleri kalmıştır. Bu damarların 19 gün sonra kaybolması sonucu

pürüzsüz hale gelir. Büyük ölçüde uterus bezleri tarafından çevrelenen karunkulların yeniden epitelizasyonu değişken olsa da 25 günde tamamlanır. Postpartum 40 - 60. günlerde karunkullar 4 - 8 mm çapında, 4 - 6 mm yüksekliğinde küçük çıkıntılardan oluşurlar (Noakes et al., 2001).

Postpartum dönemde şekillenen retensio sekundinarum ve metritisler gibi genital kanal problemleri ve şiddetli NED endometriyal rejenerasyonu geciktiren faktörlerdir (Noakes et al., 2001; Wathes et al., 2009).

Ovaryumlarda Siklik Aktivitenin Yeniden Başlaması

Normal doğum ve ideal bir buzağılama aralığı elde etmek için doğum sonrası erken dönemde ovaryum aktivitesinin başlaması gerekir. Real-time ultrasonografinin kullanılmaya başlanması foliküler gelişim aşamalarının, foliküler dalgalarının izlenmesini sağlamış ve postpartum foliküler gelişimin normal siklik ineklerdeki folikül gelişim dalgasına benzer şekillendiği görülmüştür (Sakaguchi et al., 2004). Postpartum birinci foliküler dalga; ovule olabilen, atreziye uğrayan veya kistik bir hal alan dominant folikülün seçilmesi ile başlar (Savio et al., 1990). Gebe ineklerde foliküler dinamik, gebeliğin ilk 2/3'lük döneminde siklik hayvanlardaki gibi devam etmektedir. Gebeliğin son 1/3'lük döneminde, özellikle gebeliğin son 22 gününde ise çoğu korpus luteum (CL) kaynaklı olan progesteron ve çoğu plasenta kaynaklı olan östradiol hormonlarının yüksek konsantrasyonları, folikül stimüle edici hormon (FSH) salgılanmasının baskılaması sebebiyle foliküler gelişimi durdurmaktadır (Buckham et al., 2008). Doğumdan hemen sonra, CL'nin lize olmasıyla progesteron bazal seviyeye iner ve Gonadotropin salgılatıcı hormon (GnRH) üzerindeki negatif feedback etki ortadan kalkar. Bu etkinin kalkmasıyla FSH konsantrasyonunda 3-5 gün içinde geçici bir yükselme şekillenir. Böylece postpartum ilk foliküler dalga 7 - 10.

günde ortaya çıkar (Kawashima et al., 2006). Erken antral folikül aşamasına kadar (5 mm) foliküler gelişim gonadotropinlerden bağımsızdır. Bu dönemde de ovaryumun lokal faktörleri [*Transforming Growth Factor* (TGF) ve insülin benzeri büyüme faktörleri (IGF)] folikülün gelişiminde rol oynamaktadır (Uçar et al., 2015). İlk foliküler dalgada gelişen dominant folikülün kaderi, granüloza hücrelerinde Luteinleştirici hormon (LH) reseptörlerinin çoğalmasını ve LH salgılanmasını sağlayacak, yeterli östrojen salgılayıp salgılayamamasına bağlıdır. Sözü geçen östradiol sekresyonu ise sırasıyla, dominantlık fazındaki LH salınım frekansı, dominant folikülün çapı ve IGF-1'in biyoyararlanımı ile ilişkilidir (Alaçam, 2002). Asıl kilit faktör olan pulsatil LH salgısının saatte bir kez olmasıdır. Bu salınım sıklığı pozitif geri bildirim ve ovulasyon için gerekli Östradiol (E₂) düzeyindeki artışı sağlar (Crowe, 2008).

Postpartum ilk dominant folikülün kaderi ile ilgili üç durum söz konusudur.

1. İlk durumda yeterli LH salınım sıklığı sonucu PP 16-20. günlerde ovule olarak (%30-80) CL oluşur ve siklik aktivite başlar.
2. İkincide ise yetersiz düzeyde LH salınım sıklığına bağlı ovule olamayarak atrezi şekillenir ve yeni bir folikül gelişim dalgası başlar.
3. Üçüncü durumda orta frekansta LH salınım sıklığına bağlı yine dominant folikülde ovulasyon şekillenmeyerek, kalıcı hale geçip gelişmeye devam eder ve kistik hale dönüşür (%1-5) (Beam & Butler, 1999).

Dominant folikülün ovule olmaması veya kistik hale dönüşüp kalıcı hale geçmesi sonucu PP ilk ovulasyon aralığı yaklaşık 50 gün uzar (Sheldon, 2004; Crowe, 2008; Beam & Butler, 1997). Postpartum dönemde folikül gelişimi, salgılanan metabolik

hormon konsantrasyonları ve genel metabolik durum ile ilişkilidir. Erken laktasyon döneminde foliküler büyümeye LH frekansı, plazma IGF-1, Büyüme Hormonu (GH) ve insülin konsantrasyonu doğrudan veya dolaylı olarak katkıda bulunur. İnsülin ve IGF-1, granuloza hücrelerinin östradiol 17- β sentezini ve foliküler proliferasyonu uyaran, yem alımı ile konsantrasyonları değişebilen metabolik hormonlardır (Kawashima et al.,2006; Kawashima et al., 2007). Karaciğer kaynaklı IGF-1, postpartum ilk foliküler dalgada oluşan dominant folikülün erken büyüme döneminde, steroidogenezis ve foliküler hücre proliferasyonunun stimülasyonunda etkilidir. Sözü edilen stimülasyon IGF-1'in FSH ile sinerjik etkili çalışması sonucu şekillenmektedir. Laktasyondaki ineklerde IGF-1, foliküler sıvıdaki östrojen:progesteron oranında pozitif korelasyon şekillenmesini sağlamaktadır (Kawashima et al., 2007). İnsülin hormonu foliküler olgunlaşma dönemi, maturasyon ve ovulasyonda görev almaktadır. İnsülin, foliküllerin granuloza hücrelerinde LH reseptörlerinin sayısını artırarak foliküllerin gonadotropinlere cevabını artırmakta, bu sayede foliküler büyüme ve ovulasyonu teşvik edilmektedir. Ayrıca İnsülin, gelişen foliküllerden östrojen sekresyonunu da stimüle etmektedir. İnsülin sekresyonu sonucu yükselen östrojen konsantrasyonu, pankreastan daha fazla insülin salınımını teşvik etmektedir. Ancak erken postpartum dönemde ovulasyonu uyarmak için uygulanan insülin infüzyonu, LH sekresyonunu doğrudan etkilememektedir. Ovulasyon, yalnız yeterli enerji alımı ile uygun konsantrasyonda bulunan insülin ve östrojen varlığında şekillenebilmektedir. Yapılan çalışmalarda peripartum dönemde anovulatör inekler, ovulasyon gösteren ineklere göre daha yüksek GH ve daha düşük IGF-I seviyelerini gösterdi (Kawashima et al., 2007; Mwaanga & Janowski, 2000).

İlk dominant folikülün ovulasyonu öncesi lüteal dönemin olamaması nedeniyle yetersiz düzeyde progesterona maruz

kalınması sonucu östrus belirtileri nadiren şekillenir (Sheldon, 2004). İlk ovulasyonu takiben oluşan ilk luteal fazın kısa sürmesinin nedeni, postovulatör DF'nin, preovulatör DF'ye kıyasla yüksek konsantrasyonlarda östradiol sentezlemesidir. Luteal dönemde yükselen östradiol konsantrasyonu, östrojen ve oksitosin reseptörlerinin luteal dönem içinde şekillenmesine sebep olarak, PGF2 α sentezini başlatmaktadır (Kawashima et al.,2006; Zollers et al., 1993). Bu nedenle ilk ovulasyondan sonra oluşan CL ovaryum üzerinde yedi günden daha az varlığını göstererek siklusun 8 - 10. gününde regrese olmaktadır. İlk ovulasyonu takip eden ikinci ovulasyon ise 9 - 11. günlerde östrus davranışları ile birlikte seyretmekte ve bu ovulasyon sonrasında normal uzunlukta luteal dönem görülmektedir (Crowe, 2008). Tek bir foliküler dalga sonucu şekillenen ovulasyonlarda doğum ilk ovulasyon aralığı kısa olurken, foliküler dalga sayısına bağlı olarak bu süre uzamaktadır. Benzer şekilde ilk siklus süresi yani ilk ovulasyondan ikinci ovulasyona kadar geçen süreyi de ikinci ovulasyon öncesi şekillenen foliküler dalga sayısı belirlemektedir. Eğer ikinci ovulasyon bir foliküler dalga sonucu şekillenirse siklus süresi kısa; iki, üç veya dört foliküler dalga sonucu şekillenirse daha uzun olmaktadır (Sakaguchi et al.,2004).

Ovaryumlarda Siklik Aktiviteyi Etkileyen Faktörler

Postpartum dönemde ovaryumun siklik aktivitesinin başlaması arasındaki süre doğum öncesi ve sonrası beslenme durumu, süt verim düzeyi, hayvanın yaşı, güç doğumlar, sürüde boğanın bulunması, doğum sayısı, hastalıklar, mevsim ve bunun sağladığı fotoperiyodizm ve özellikle ineğin buzağısını emzirmesi ve sağım durumu gibi çeşitli faktörlere bağlı olmaktadır (Alan et al., 2000).

Etçi ırk sığırlarda ovaryum faaliyetlerinin yeniden başlaması, sütçü ırklara göre daha uzun sürebilir. Bu durum emzirme ile

ilişkilendirilir (Noakes, 2009). Sütçü ırk ineklerde ise ilk dominant folikülün doğum sonrası 15 gün içinde ovulasyonu gerçekleşir. Vücut kondisyon skoru iyi olan etçi ineklerde normal olarak ilk ovulasyon postpartum ilk 30 günde, VKS'si düşük olan etçi ineklerde ise postpartum 70 - 100 günde gerçekleşir (Crowe et al., 2014).

İnekler mevsimsel östrüs göstermemelerine rağmen mevsimlerin postpartum ovulasyonu etkileyebileceği bildirilmektedir. Buzağılama mevsiminin fertilité ile ilişkisini inceleyen çalışmalarda, ilkbahar ve kış doğumlarında postpartum anöstrüs görülme riskinin yüksek olduğu, sonbahar doğumlarında ovaryum kistlerine yatkınlık olduğu, ilkbahar doğumlarında postpartum ovaryum siklik aktivitesinin daha geç başladığı bildirilmektedir (Savio et al., 1990; Walsh et al., 2007; Opsomer et al., 2000). Söz konusu mevsimsel etki, mera tipi beslenen hayvanlarda beslenme değişiklikleri ve fotoperiyottaki değişiklikler ile açıklanmaktadır.

Yağmurlu mevsimlerde buzağılayan inekler, yağışsız mevsimlerde buzağılayan ineklere göre postpartum ilk ovulasyon süresi daha kısadır (Eduvie et al., 1984). Deneysel olarak düvelerin sürekli karanlığa tabi tutulmasıyla siklik aktivitenin başlaması engellenmiştir. Ekzojen melatonin kullanılarak kısa gün uzunluğunun etkilerinin uyarılması ile postpartum sığırlarda östrüs ve ovulasyonun geciktirilmesi mümkün olmuştur (Noakes, 2009). Sıcaklık stresi altındaki inekler, düşük LH ve E2 konsantrasyonlarına ve daha az dominant foliküle sahip olabilirler: Bu durum buzağılamadan ilk ovulasyona kadar olan aralığın uzamasına neden olabilir (De Rensis & Scaramuzzi 2003).

Yüksek süt verimi involüsyon sürecini olumsuz etkilediği gibi postpartum ilk ovulasyon süresini de uzatmaktadır. Negatif enerji dengesine giren sığırlar, vücutlarına aldıkları enerjinin çoğunu verim için kullandıklarından, üreme faaliyetleri için gerekli olan

enerjiyi verime veya yaşama payına yönlendirmektedirler (Butler, 2000). Dolayısıyla negatif enerji dengesine girmiş sığırların ovaryumlarındaki folliküllerin sayısı kısıtlanmakta, dominant follikülün büyümesi, gelişmesi ve maksimum büyüklüğe ulaşmasıyla birlikte ovulasyon gecikmekte veya engellenmekte, östrus davranışları baskı altına alınmaktadır (Leroy et al., 2008). Dahası negatif enerji balansına girmiş sığırların enerji ihtiyacını karşılamak için dokuların mobilizasyonu sonucunda kandaki Non-esterifiye yağ asitleri (NEFA), Beta-hidroksi butirat, triasilgliserol düzeyi artar. Buna karşın insülin, glikoz ve IGF-1 düzeyi azalır. Bu durum, LH salınımını azaltmakta ve ovulasyon gecikmesine neden olmaktadır (Crowe, 2008; Butler, 2000).

Doğum sayısının fertiliteye etkisini belirlemek için ergin inekler ve büyümesi devam eden düvelerde doğum-tohumlama aralığı, tohumlama indeksi ve doğum-gebe kalma aralığı gibi fertilité parametreleri üzerine yapılan bilimsel çalışmalarda sonuçlar farklılık göstermektedir. Adrien ve ark. (2012) multipar ineklerin daha iyi reproduktif performansa sahip olduğunu ve siklusa daha erken başladıklarını belirlemişlerdir. Grimard ve ark. (1995) primipar ineklerde LH sekresyonunun daha düşük olduğunu, enerji düzeyinin metabolik durum üzerine etkisinin primipar ineklerde daha önemli olduğunu belirlemişlerdir. Benzer olarak primipar ineklerde doğum-ilk tohumlama aralığının daha uzun olduğu bildirilmektedir (Meikle et al., 2004; Tanaka et al., 2008). Lee ve Kim (2006) ise doğum sayısının doğum-tohumlama aralığı üzerine etkisinin bulunmadığını bildirmektedir. Araştırmacılar tarafından laktasyondaki ineklerde ovaryum faaliyetlerinin daha geç başladığı ve devam eden büyüme nedeniyle ilave enerjiye ihtiyaçları olmasının bu gecikmede rolü olabileceği kanaatine varılmıştır (Adrien et al., 2012; Lee & Kim, 2006).

Ovaryum foksiyonu üzerinde beslenmenin potansiyel etki alanları 3 maddeyle açıklanabilir:

- Hipotalamus düzeyinde GnRH sentez ve salınımını etkilemek
- Hipofiz ön bezinde FSH, LH ve büyüme hormonunun sentez ve salınımını kontrol etmek
- Ovaryum düzeyinde folikül gelişimi ve steroid sentezini düzenlemek (Diskin et al., 2003).

Hem etçi hem de sütçü ineklerde rasyonlarda enerjinin yetersiz olması postpartum ovaryum aktivitesini inhibe eder. Bu durum genellikle düşük VKS ile kendini belli eder. Dominant folikülün ovulasyonu, VKS'si iyi olan etçi sığırlarda $3,2 \pm 0,2$ foliküler dalgadan sonra meydana gelirken, VKS'si düşük etçi sığırlarda $10,6 \pm 1,2$ foliküler dalgadan sonra şekillenir (Zain et al., 1995). Beslenmenin ovaryum fonksiyonu üzerindeki etkisine muhtemelen insülin, IGF ve leptin aracılık eder (Batistel et al., 2017). Plazma IGF-1 düzeyi ile besin alımı ve VKS arasında pozitif bir ilişki vardır. IGF-1 düzeyinin düşük olması postpartum aralığın uzamasına neden olur (Diskin et al., 2003). Postpartum süt ineklerinde, baskın folikülün ovulasyonuna gideceği ineklerde ilk 2 hafta boyunca IGF-I seviyeleri, ovule olmayan foliküllere sahip ineklerdeki seviyelere kıyasla %40-50 daha yüksek bulunmuştur (Beam & Butler, 1997; Butler, 1998). Ayrıca plazma östradiol konsantrasyonları, plazma IGF-I seviyeleri ile yüksek oranda ilişkilidir (Butler, 1998). Bu durum, IGF-I ve IGF bağlayıcı proteinlerin sistemik konsantrasyonlarındaki değişikliklerinin, düvelerde foliküler sıvıdaki konsantrasyonlarını ve foliküler gelişimi etkilemesiyle açıklanmıştır (Cohick et al., 1996; Perks et al., 1999). İnsülin benzeri büyüme faktörü bağlayıcı proteinler (IGFBP) plazma konsantrasyonunu azaltır. Folikülogenez, ovulasyon, fertilizasyon, implantasyon ve sonraki gelişimin IGF sisteminden etkilendiği bildirilmiştir. IGFBP'ler IGF peptidlerini taşıdığı ve yarı ömrünü artırdığı için, yetersiz beslenmenin bir sonucu olarak

IGFBP'lerin düşük plazma konsantrasyonu IGF'lerin gonadotropinlerle sinerji oluşturma yeteneğini sınırlayacaktır (Yoshimura, 1998). Doğumdan sonraki ilk 3 hafta boyunca anovulatör foliküle sahip ineklerin plazmasında IGFBP-3 konsantrasyonunun daha yüksek olduğu bulunmuştur (Frajblat, 2000). Erken NED dönemi boyunca, foliküllerin ovulasyon için yeterli östradiol üretme yeteneği, serumda insülin ve IGF-I'nin mevcudiyetine ve değişen enerji dengesi profiline bağlı görünmektedir.

Doğum sırasında, GH reseptör 1A (GHR1A) ve IGF-1 mRNA ekspresyonunun azaldığı ve postpartum dönemde GH konsantrasyonunun arttığı bilinmektedir. İdeal koşullarda IGF-1'in karaciğerde sentezlenmesi GH tarafından stimule edilmektedir (Kawashima et al., 2007). Negatif enerji dengesi durumunda ise, hem doğum sırasında karaciğerde GHR1A eksikliği ve IGF-1'in mRNA ekspresyonunda azalma, hem de mevcut hipoinsulinemi nedeniyle plazma IGF-1 konsantrasyonu düşüktür. İnsülin benzeri büyüme faktörü-1 konsantrasyonu düştüğünde GH üzerine olan negatif geri besleme etkisi azaldığından, kanda GH konsantrasyonu yükselmektedir (Kawashima et al., 2006). Kanda GH konsantrasyonunun artması ise süt verimi devamlılığı için yağ dokuda lipoliz ve karaciğerde ketogenezisi uyarmaktadır. Yüksek seviyede yağ doku mobilizasyonuna maruz kalan hayvanlarda hipokalsemi, asidozis, yağlı karaciğer hastalığı, ketozis ve abomazum deplasmanı riski artmaktadır. Bu metabolik bozukluklara maruz kalan hayvanlarda ise postpartum anöstrüs şekillenmektedir (Kawashima et al., 2006; Kawashima et al., 2007; Dawuda et al., 2002).

Artan metabolik ihtiyaçların rasyon ile karşılanamadığı durumlarda, enerji ihtiyacı yağ doku mobilizasyonu ile karşılanmaya çalışılmaktadır. Lipoliz sonucu kanda NEFA miktarı artmaktadır. Kanda yüksek konsantrasyonda bulunan NEFA, karaciğerde ya

oksidasyona maruz kalmakta ya da esterleşmektedir. Esterleşme sonucu primer olarak trigliserid şekillenmektedir. Trigliserid, düşük yoğunlukta lipoproteinlere (LDL) çevrilebileceği gibi depo da edilebilmektedir. Ruminantlarda LDL'ye dönüşme hızı oldukça yavaş olduğundan, kanda artan NEFA sonucu esterifikasyon ile trigliserol oluşmaktadır (Kawashima et al., 2007). Açığa çıkan trigliseritler karaciğerde birikir. Karaciğer trigliserit düzeyinin yükselmesi ilk ovulasyon aralığının uzaması ve fertilitenin düşmesiyle sonuçlanır (Butler, 2003).

Beslenme, yumurtalık aktivitesini başka yollarla da etkileyebilir. Örneğin, yem alımı, steroid hormonlarının hepatik klirens oranını ve dolayısıyla, kendileri folikülogenez üzerinde etkili olabilen bu hormonların dolaşımdaki konsantrasyonlarını etkileyebilir. Bu mekanizmalar, nöro-hormonal diyalogun karmaşıklığı nedeniyle hala tam olarak anlaşılammıştır (Dawuda et al., 2002). Enerji dengesinden bağımsız olarak hareket eden belirli besinlerin doğrudan veya dolaylı olarak üreme verimliliğini ve fertilitiyi değiştirdiği bildirilmiştir. Bunlar arasında protein (Armstrong et al., 2001), nişasta (Roche, 2006; Burke et al.,2006), monopropilen glikol (Chagas et al., 2007), mineraller ve iz elementler (Underwood, 1981) ve yağlardır (Borwick et al., 1998) . Bu besinlerin rolleri genellikle tartışmalıdır ve deneysel sonuçlarda farklılıklar gözlenmiştir. Örneğin, yağ ilavesinin üreme başarısı üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalardan bir kısmı olumlu sonuçlara ulaşırken bazıları olumsuz sonuçlar bildirmiştir (Staples et al., 1998). Rasyona diyet nişastasının dahil edilmesi ise negatif enerji dengesinin süresini kısaltmış, dolaşımdaki IGF-I seviyesini kısaltarak potansiyel olarak üreme başarısını artırmıştır (Roche, 2006; Burke et al.,2006; Kolver et al.,2006).

Süt ineklerinde üreme başarısının vücut enerji rezervleri ve beslenmeye verilen metabolik tepkilerle bağlantılı olduğu açıklanmıştır (Roche, 2006). Bu tepkiler, kaçınılmaz olarak, enerji

ve besinlerin ve üreme ekseninin bölünmesini düzenleyen kontrol sistemlerinin ayrılmaz bileşenleri olan sinyal moleküllerini ve hormonları içermektedir (Lucy, 2003).

Biyostimülasyon, dişilerin cinsel durumu üzerinde erkek varlığının uyarıcı etkisi olarak tanımlanmaktadır ve boğanın vücudundan salgılanan feromonlar aracılığıyla olur (Landaeta-Hernández et al., 2004; Berardinelli & Joshi, 2005). Feromonlar merkezi sinir sisteminin aracılık ettiği klasik bir uyarı-yanıt paradigmasını başlatan, anında bir davranışsal tepkiye neden olan maddelerdir (Izard, 1983). Bu maddeler hipotalamusta LH salınımı için pozitif geri besleme merkezinin östrojene duyarlılığını artırarak, hipotalamus üzerindeki düşük östrojen konsantrasyonlarının inhibitör etkilerini geçersiz kılacak şekilde hareket ettiği varsayılmıştır. Biyostimülasyon için başka bir açıklama ise boğalardan gelen uyarıların, ovaryumların dolaşımdaki LH'ye duyarlılığını değiştirmek için doğrudan hareket etmesi olabilir (Custer et al., 1990). İneklerin doğum sonrası erken dönemde boğalara maruz kalması doğum sonrası anöstrus aralığını azaltmıştır (Scott & Montgomery, 1987). Doğumdan sonraki ilk günlerde erkek stimülasyonuna karşı duyarlılığın çok düşük olması muhtemeldir. Çünkü nöroendokrin restorasyon doğum sonrası 20 - 30 gün içinde kademeli olarak gerçekleşir ve bazı çalışmalarda boğa stimülasyonunun tepkisinde boğanın giriş zamanının kritik bir faktör olduğu teyit edilmiştir (Alberio et al., 1987). Genelde etçi ineklerin postpartum 15 - 55. günlerde boğa etkisine maruz bırakılması tavsiye edilmesine rağmen, aslında postpartum 30. günden önce biyostimülatör etki pek şekillenmemektedir. Bu sebeple postpartum 35. günden sonra boğa etkisine maruz bırakıldığında biyostimülatör etkiye cevap daha hızlı verileceği bildirilmiştir (Berardinelli & Joshi, 2005).

Boğaların doğum yapan ineklerle bir arada tutulmasıyla ya da doğrudan temas olmaksızın sürü içinde çitle çevrili bir alanda

bulundurulup biyostimülatör etki oluşturulabilir (Berardinelli & Joshi, 2005). Yapılan çalışmalarda primipar ineklerde çitli boğa maruziyetinin doğum sonrası anöstrusu kısalttığını göstermektedir (Shipka & Ellis, 1999; Fike et al., 1996). Başka bir çalışmada boğaların biyostimülatör feromonlarına seyrek olarak, yetersiz süre veya yeterli miktarda maruz kalırsa, ki bu çitle teması durumunda olabilir, o zaman inekler boğaların biyostimülatör etkisine yanıt vermeyecektir ve bu durumun feromon uyarımın “yoğunluğu” ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır (Berardinelli & Joshi, 2005). Yüksek süt verimli sütçü ineklerde ise boğanın biyostimülatör etkisine bağlı olarak LH dalgalarının sıklığı ve LH konsantrasyonunun arttığı, sürekli olsun veya olmasın boğa ile birlikteliğin postpartum ilk ovulasyonu hızlandırdığı bildirilmiştir (Roelofs et al., 2007). Başka bir çalışmada ise yüksek süt verimli ineklerin doğum sonrası dönemde bir boğaya maruz kalmasının sıklık aktivitenin başlamasını geciktirdiğini göstermektedir (Shipka & Ellis, 1999). Biyostimülatör etki için vazektomize boğaların kullanılması, buzağılamayı takiben sığırlarda doğum sonrası anöstrus süresini kısaltmıştır (Rekwot et al., 2000).

Emzirme, doğum sonrası ovulasyon ve östrus davranışlarını geç başlamasına, dolayısıyla postpartum anöstrus süresinin uzamasına neden olan önemli faktörlerden biridir (Mwaanga & Janowski, 2000; Madhuri et al., 2017). İneklerde doğum sırasında plasental orjinli östrojenin hipofizi baskılamasından dolayı, salınan LH konsantrasyonu azalmaktadır. Plasental orjinli östrojenin ve emzirmenin LH üzerindeki etkileri birbirlerine benzerdir. Emzirme, normal LH salgısının yeniden başlaması üzerinde negatif bir etki oluşturmaktadır. Doğum sırasında plasental orjinli östrojene bağlı olarak LH üzerinde var olan bu olumsuz etki emziren ineklerde daha da artmaktadır (Montiel & Ahuja, 2005).

Emzirmenin baskılayıcı etkisini meme başı veya meme içindeki nörosensoryel yollardan bağımsız, anne-yavrunun bir arada

bulunmasıyla ilişkilendirilmiştir (Lamb et al., 1997; Silveira et al 1993). Hipotalamus ve hipofizden salgılanan GnRH-LH salınımını negatif etkileyen prolaktin, oksitosin ve kortizol gibi hormonlar, emzirmenin LH üzerindeki baskılayıcı mekanizması sorumlu tutulmuştur. Emme ile periferik oksitosin salınımını uyarılır ve opioid konsantrasyonu artar (Williams & Griffith, 1995). Bu hormonların kanda yüksek seviyelere ulaşması, β -endorfin gibi endojen opioid peptidlerin salınımını uyarır (Kumar et al., 2014). Merkezi sinir sisteminde nörotransmitter olarak görev yapan bu opioidler, GnRH'nın dolayısıyla LH'nın salınım sıklığının azalmasına neden olurlar (Agarwal, 2004). Pulsatil LH salınımının azalması, folikülün preovulatoör aşamaya ulaşmasını engelleyerek doğumdan sonraki ilk ovulasyon ve ilk östrus aralığı uzatır (Williams, 1990). Ayrıca sık sağım da LH salgısını engelleyerek, ineğin reproduktif sistemi üzerinde emzirme gibi, negatif etkiye sahip olabilir (Mwaanga & Janowski, 2000).

İneklerde genellikle tek yavru gebeliği söz konusudur. İkizlik nadiren görülür. Etçi ırklarda bu oran %1'i geçmezken, sütçü ırklarda ikiz doğumların insidansı daha yüksektir (ortalama %3-5) ve ineğin yaş ve paritesinden büyük ölçüde etkilenmektedir. İkizlik ineklerde güç doğum, retensiyo sekundinarum, yüksek mortalite oranları, freemartinismus olgularında artış ve doğum-ilk östrus aralığının uzamasına yol açar (Hosseini-Zadeh, 2013).

Uterustaki bakteri varlığını dominant folükülün hangi ovaryumda şekilleneceğine etki etmiştir. Bu durumda olası iki farklı mekanizmadan söz edilmiştir. Bunlardan ilki uterustaki bakteri yükü veya yangısal tepki her iki kornu uteri arasında farklı olabileceği, ikincisi ise gebeliğin şekillendiği kornu uteriye gelen kan akışının daha fazla olması sebebiyle, ipsilateral ovaryuma ulaşan yangısal mediyatörlerin konsantrasyonunun kontralateral ovaryuma ulaşanlardan daha yüksek olabileceğidir (Sheldon et al., 2002).

Etçi İneklerde Siklik Aktivitenin Yeniden Başlaması

Postpartum dönemde ovaryumlardaki siklik aktivitenin yeniden başlaması büyük ölçüde LH salınım frekansına bağlıdır. Hem süt hem de etçi ineklerde doğum sonrası 7-10 içinde foliküler aktivite yeniden başlar (Crowe et al., 2014). Etçi ineklerde doğum sonrası ovaryum aktivitesinin sütçü ineklere göre geç başlamasının sebebi emzirme ve buzağının anne ile birlikte bulundurulmasıdır (Crowe, 2008). Etçi ineklerde genellikle ilk dominant folikül ovule olmaz, atreziye olur (Murphy et al.,1990). Hem etçi hem de sütçü ineklerde, özellikle rasyonlarda enerjinin yetersiz olması, kuru dönemde ve buzağılama sonrası ovaryum aktivitesini inhibe eder. İyi vücut kondisyonuna sahip etçi ineklerde ilk ovulasyon 30. günde gerçekleşirken, zayıf vücut kondüsyonuna sahip ineklerde ise 70-100. günler arasında gerçekleşir (Murphy et al.,1990; Stagg et al., 1995). Hem etçi hem de sütçü inekler ilk ovulasyonda östrus belirtileri göstermez ve genellikle bu ilk ovulasyonu tek foliküler dalgadan oluşan kısa bir siklus izler. Östrus belirtilerinin şekillenmemesinin nedeni ovulasyon öncesi hayvanın progesteratif bir döneme sahip olmaması gösterilmektedir. Bu ilk siklusta lüteal dönemin kısa olmasının nedeni ise PGF2 α 'nın erken salınımıyla ilişkilendirilmiştir (Roche, 2006). Postpartum 30. günden sonra günde bir kez buzağısını emzirmesine izin verilen hayvanlarda, postpartum ilk ovulasyon 51. günde şekillenirken, ad libitum emzirmesine izin verilen hayvanlarda bu süre 79 güne kadar uzamaktadır (Crowe, 2008).

Sütçü İneklerde Siklik Aktivitenin Yeniden Başlaması

Sütçü ineklerde postpartum ovaryum aktivitesinin yeniden başlaması, izleyen dönemdeki fertilité açısından oldukça önemlidir. Bu ineklerde PP 20 - 30 gün içinde ilk ovulasyonun gerçekleşmesi ve 60 günlük gönüllü bekleme dönemine kadar normal 1 - 2 östrus siklusunun görülmesi istenir (Wathes et al., 2007). Sütçü ineklerde

siklik aktivitenin yeniden başlamasını etkileyen başlıca faktörler beslenme ve yüksek süt verimidir (Crowe et al., 2014). Bu ineklerde ilk dominant folikül %30-80 oranında ovulasyona giderken, %15-60 'ı atreziye uğrar, %1-5 'i kistik hale gelir (Sakaguchi et al., 2004; Beam & Butler, 1997). Sütçü ineklerde, süt üretimi için gereken metabolik ihtiyaçların rasyondan alınan enerji ile karşılanamaması NED ile sonuçlanır. Gelişen NED sonucunda enerji ihtiyacı yağ doku mobilizasyonu ile karşılanmaya çalışılır. Yağ doku mobilizasyonu ile oluşan trigliseritler karaciğerde birikir ve ilk ovulasyon aralığının uzamasına, fertilitenin düşmesine sebep olur (Butler, 2003). Sütçü inekler doğum yaptıklarında VKS' lerinin 2,75-3 (5-puanlık VKS skalası için) civarında olması ve buzağılama ile ilk tohumlama arasındaki kaybın 0,5 puandan daha az olması istenir. Eğer VKS kaybı >1 puan olursa, doğumdan ilk ovulasyona kadar geçen sürenin uzayacağı ifade edilmektedir (Crowe, 2008).

Uterustaki Bakteri Varlığının Elimine Edilmesi

Gebelik boyunca fütüsün her türlü dış etkilere özellikle mikroorganizmalara karşı korunması için serviks kapalıdır ve uterus ortamı sterildir. Ancak doğum olayı steril olmayan bir ortamda gerçekleşir. Doğum sırasında ve doğumdan hemen sonra serviks uterusun açık olması, vulvanın gevşek olması, güç doğum ve doğuma dışarıdan müdahaleler uterusun birçok bakteri ile kontamine olmasına neden olur (Sheldon et al., 2008; Földi et al., 2006). Kontaminasyon PP ilk iki hafta neredeyse kaçınılmazdır ve normal kabul edilir. Bu dönemde hastalık belirtilerine bakılmaksızın ineklerin %90'dan fazlasında bakteri varlığı saptanabilir (Földi et al., 2006; Noakes et al., 2001). Doğumdan sonra kan, döküntü ve nekrotik karunkular dokudan oluşan uterus içeriği, bakteriyel kolonizasyon için uygun bir vasat konumundadır (Çengić et al., 2012).

Sığırlarda uterus lümeninin bakteriyel kontaminasyonu, doğumdan sonraki ilk 2 haftada çok yoğundur (Sheldon et al., 2002). Kontaminasyonu oluşturan bakterilerin çoğu geçici fırsatçı mikroorganizmalardır ve PP dönemde çeşitli uterus savunma mekanizmaları aracılığı ile ilk 3 haftada başarılı şekilde elimine edilir. Uterustaki kontaminasyon düzeyi PP 30, 45 ve 60. güne kadar sırasıyla %78, %50 ve %9'a gerilediği bildirilmiştir (Leslie, 1983; Youngquist & Threlfall, 2006). Ancak, uterus bakteri florası doğum sonrası ilk 7 hafta boyunca, spontan kontaminasyon, eliminasyon ve bakteriler tarafından yeniden kontaminasyona bağlı olarak sürekli değişiklik göstermektedir (Kasimanickam et al., 2004; Griffin et al., 1974). Postpartum dönemde uterusdan en sık izole edilen ve kontaminant olan mikroorganizmalar; beta hemolitik Streptokoklar, pseudomonaslar, koliformlar ve *Trueperalla pyogenes*'dir. Postpartum ilk 10 gün içerisinde puerperal metritisle ilgili belirtiler görülmeyen hayvanlarda uterusun bakteriyolojik incelemesinde genellikle *Streptococcus* spp., *Staphylococcus* spp. ve *Bacillus* spp. saptanmıştır. Bununla birlikte puerperal metritisli hayvanlarda ise uterustan *Trueperalla pyogenes*, *Escherichia coli* ve *Fusobacterium necrophorum*, *Prevotella* spp. ve *Bacteroides* spp. gibi gram negatif anaerob bakteriler izole edilmiştir (Sheldon et al., 2008; Földi et al., 2006).

Uterusun savunma mekanizmaları, enfeksiyon oluşmadan önce bakterileri giderek ortadan kaldırır. Bu nedenle, tüm kontamine ineklerde postpartum dönemde uterus enfeksiyonu şekillenmez (Noakes, 2009; Joksimovic-Todorovic et al., 2016, 2016). Uterusun savunma mekanizmaları, antikör aracılı humoral savunma, fagositoz aracılı hücresel savunma ve uterus kontraksiyonlarından oluşur. Uterus savunmasında humoral savunma ön planda değildir. Ancak fagositik hücreler tarafından yapılan fagositozis uterusu ulaşan patojenler için primer savunma mekanizmasını oluşturur (Földi et al., 2006; Azawi, 2008). Diğer savunma mekanizması olan uterus

kontraksiyonları ise loşya ile birlikte bakterilerin fiziksel olarak uzaklaştırılmasını sağlar (Noakes, 2009).

Uterustaki Bakteri Varlığının Elimine Edilmesini Etkileyen Faktörler

Eliminasyonu etkileyen faktörlerin başında bakteriyel bulaşmanın boyutu gelir. Yoğun bir bakteriyel bulaşma ya da bulaşan bakterinin niteliği doğal savunma mekanizmalarını etkileyebilir ve enfeksiyon riski artabilir. Yoğun bir bakteriyel flora doğal savunma mekanizmalarını etkisiz kılabilir (Noakes, 2009). Güç doğum ve doğuma yardım girişimleri sırasında oluşan genital kanal travmalarında oluşabilecek mukozal çatlaklara yerleşen bakterilerin eliminasyonu güçtür (Azawi, 2008). Retensiyo sekundinarumda kanlı ve nekrotik loşya bakterilerin hızlı üremesi için uygun şartları sağlamaktadır (Sheldon et al., 2009). Ayrıca subinvolusyon, metabolik hastalıklar ve NED gibi problemlere bağlı olarak hem bakteriyel eliminasyon gecikebilir hem de enfeksiyon riski artabilir (Földi et al., 2006). Doğum sonrasında uterus enfeksiyonlarından korunmak için uygulanan antibiyotiklerde, florayı bozarak bakteriyel kontaminasyonun eliminasyonuna engel olabilmektedir (Azawi, 2008). Ovaryumda siklik aktivitenin başlama zamanının eliminasyon üzerine etkisi ise tartışmalıdır. Siklik aktivitenin erken başlamasının erken östrojenik etkiye bağlı eliminasyonu hızlandırabileceği, luteal döneme henüz eliminasyon tamamlanmadan geçilmesinin ve progesteron etkisine maruz kalınmasının ise bakteri üremesini artırabileceği ve piyometra oluşumuna sebep olacağı belirtilmektedir (Noakes, 2009; Öcal & Kalkan, 2012). Östrojen uterusun kontraktıl aktivitesini, enfeksiyonlara karşı koyma gücünü ve fagositik aktiviteyi artırırıp bakteriyel eliminasyona yardımcı olurken; progesteron tam tersi etkileri göstererek bakteriyel eliminasyona engel olmaktadır (Azawi, 2008).

Kaynakça

Adrien, M., Mattiauda, D., Artegoitia, V., Carriquiry, M., Motta, G., Bentancur, O., Meikle, A., & Cavestany, D. (2012). Nutritional regulation of body condition score at the initiation of the transition period in primiparous and multiparous dairy cows under grazing conditions: Milk production, resumption of post-partum ovarian cyclicity and metabolic parameters. *Animal*, 6(2), 292–299.

Agarwal, S. (2004). Laboratory manual on animal gynaecology. IVRI.

Alaçam, E. (2010). *Evcil hayvanlarda doğum ve infertilite* (7.Baskı.). Medisan Yayınevi.

Alberio, R. H., Schiersmann, G., Carou, N., & Mestre, J. (1987). Effect of a teaser bull on ovarian and behavioural activity of suckling beef cows. *Animal Reproduction Science*, 14(4), 263–272.

Alan, M., Taşal, İ., Çetin, Y., Saban, E., Uyar, A., & Doğum, Y. Y. Ü. V. F. (2000). İneklerde postpartum ovaryum aktivitesinin serum progesteron ölçümleriyle ve klinik olarak izlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 11(2), 60–64.

Armstrong, D. G., McEvoy, T. G., Baxter, G., Robinson, J. J., Hogg, C. O., Woad, K. J., Webb, R., & Sinclair, K. D. (2001). Effect of dietary energy and protein on bovine follicular dynamics and embryo production in vitro: Associations with the ovarian insulin-like growth factor system. *Biology of Reproduction*, 64(6), 1624–1632.

Azawi, O. I. (2008). Postpartum uterine infection in cattle. *Animal Reproduction Science*, 105(3–4), 187–208.

Balarezo, L., García-Díaz, J., Hernández-Barreto, M., & Vargas-Hernández, S. (2018). Uterine involution in Holstein cows in the province of Carchi, Ecuador. *Revista MVZ Córdoba*, 23(2), 6649–6659.

Batistel, F., Osorio, J. S., Tariq, M. R., Li, C., Caputo, J., Socha, M. T., & Loor, J. J. (2017). Peripheral leukocyte and endometrium molecular biomarkers of inflammation and oxidative stress are altered in periparturient dairy cows supplemented with Zn, Mn, and Cu from amino acid complexes and Co from Co glucoheptonate. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8(1), 1–12.

Beam, S. W., & Butler, W. R. (1997). Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biology of Reproduction*, 56(1), 133–142.

Beam, S. W., & Butler, W. R. (1999). Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *Journal of Reproduction and Fertility-Supplement*, 54, 411–424.

Berardinelli, J. G., & Joshi, P. S. (2005). Initiation of postpartum luteal function in primiparous restricted-suckled beef cows exposed to a bull or excretory products of bulls or cows. *Journal of Animal Science*, 83(11), 2495–2500.

Borwick, S. C., Rhind, S. M., McMillen, S. R., & Racey, P. A. (1998). Effect of undernutrition of ewes from the time of mating on fetal ovarian development in mid gestation. *Reproduction, Fertility and Development*, 9(7), 711–716.

Buckham Sporer, K. R., Weber, P. S. D., Burton, J. L., Earley, B., & Crowe, M. A. (2008). Transportation of young beef bulls alters circulating physiological parameters that may be effective biomarkers of stress. *Journal of Animal Science*, 86(6), 1325–1334.

Burke, C. R., Roche, J. R., Aspin, P. W., & Lee, J. M. (2006). A nutrient-signaling effect of grain feeding on postpartum anovulatory intervals in mature dairy cows. In *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*.

Butler, W. R. (1998). Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 81(9), 2533–2539.

Butler, W. R. (2000). Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science*, 60(2–3), 449–457.

Butler, W. R. (2003). Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science*, 83(2–3), 211–218.

Chagas, L. M., Gore, P. J. S., Meier, S., Macdonald, K. A., & Verkerk, G. A. (2007). Effect of monopropylene glycol on luteinizing hormone, metabolites, and postpartum anovulatory intervals in primiparous dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90(3), 1168–1175.

Cohick, W. S., Armstrong, J. D., Whitacre, M. D., Lucy, M. C., Harvey, R. W., & Campbell, R. M. (1996). Ovarian expression of insulin-like growth factor-I (IGF-I), IGF binding proteins, and growth hormone receptor in heifers actively immunized against GH-releasing factors. *Endocrinology*, 137(5), 1670–1677.

Crowe, M. A. (2008). Resumption of ovarian cyclicity in postpartum beef and dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 43, 20–28.

Crowe, M. A., Diskin, M. G., & Williams, E. J. (2014). Parturition to resumption of ovarian cyclicity: Comparative aspects of beef and dairy cows. *Animal*, 8(s1), 40–53.

Custer, E. E., Berardinelli, J. G., Short, R. E., Wehrman, M., & Adair, R. (1990). Postpartum interval to estrus and patterns of LH and progesterone in first-calf suckled beef cows exposed to mature bulls. *Journal of Animal Science*, 68(5), 1370–1377.

Dawuda, P. M., Scaife, J. R., Hutchinson, J. S. M., & Sinclair, K. D. (2002). Mechanisms linking undernutrition and ovarian function in beef heifers. *Animal Reproduction Science*, 74(1–2), 11–26.

Dejneka, J., Samborski, Z., Rauluszkiewicz, S., & Marcinkowski, K. (1981). Effect of stress on uterine contraction in cows. *Polskie Archiwum Weterynaryjne*, 23(1), 71–78.

De Rensis, F., & Scaramuzzi, R. J. (2003). Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow: A review. *Theriogenology*, 60(6), 1139–1151.

Diskin, M. G., Mackey, D. R., Roche, J. F., & Sreenan, J. M. (2003). Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Animal Reproduction Science*, 78(3–4), 345–370.

Eduvie, L. O., Osori, D. I. K., Addo, P. B., & Njoku, C. O. I. (1984). Bacteriological investigation of the postpartum uterus: Relationship to involution and histopathological findings. *Theriogenology*, 21(5), 733–745.

Elmetwally, M. A. (2018). Uterine involution and ovarian activity in postpartum Holstein dairy cows: A review. *Journal of Veterinary Healthcare*, 1(4), 29–40.

Elmetwally, M., Montaser, A., Elsadany, N., Bedir, W., Hussein, M., & Zaabel, S. (2016). Effects of parity on postpartum fertility parameters in Holstein dairy cows. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 9, 91–99.

Fike, K. E., Bergfeld, E. G. M., Cupp, A. S., Kojima, F. N., Mariscal, V., Sanchez, T., Wehrman, M. E., & Kinder, J. E. (1996). Influence of fenceline bull exposure on duration of postpartum anoestrus and pregnancy rate in beef cows. *Animal Reproduction Science*, 41(3–4), 161–167.

Földi, J., Kulcsar, M., Pecsí, A., Huyghe, B., De Sa, C., Lohuis, J. A. C. M., Cox, P., & Huszenicza, G. (2006). Bacterial complications of postpartum uterine involution in cattle. *Animal Reproduction Science*, 96(3–4), 265–281.

Fonseca, F. A., Britt, J. H., McDaniel, B. T., Wilk, J. C., & Rakes, A. H. (1983). Reproductive traits of Holsteins and Jerseys: Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days open. *Journal of Dairy Science*, 66(5), 1128–1147.

Frajblat, M. (2000). *Metabolic state and follicular development in the postpartum dairy cow*. Cornell University.

Gier, H. T., & Marion, G. B. (1968). Uterus of the cow after parturition: Involutional changes. *American Journal of Veterinary Research*, 29(1), 83–96.

Griffin, J. F. T., Hartigan, P. J., & Nunn, W. R. (1974). Non-specific uterine infection and bovine fertility: I. Infection patterns and endometritis during the first seven weeks post-partum. *Theriogenology*, 1(3), 91–106.

Grimard, B., Humblot, P., Ponter, A. A., Mialot, J. P., Sauvant, D., & Thibier, M. (1995). Influence of postpartum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. *Reproduction*, 104(1), 173–179.

Hosseini-Zadeh, N. G. (2013). Effects of main reproductive and health problems on the performance of dairy cows: A review. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(3), 718–735.

Hussain, A. M., & Daniel, R. C. W. (1991). Bovine normal and abnormal reproductive and endocrine functions during the postpartum period: A review. *Reproduction in Domestic Animals*, 26(3), 101–111.

Izaike, Y. (1990). Effect of suckling stimulation and milk yield on postpartum ovarian activity and uterine involution in grazing beef cows. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 24(3), 209–215.

Izard, M. K. (1983). Pheromones and reproduction in domestic animals. *Pheromones and reproduction in mammals* (pp. 253–285). Academic Press.

Joksimovic-Todorovic, M., Davidovic, V., & Bojanic-Rasovic, M. (2016). The effects of some microelements supplementation: Selenium, zinc and copper into dairy cows feeds on their health and reproductive performances. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 32(2), 101-110.

Kaewlamun, W., Okouyi, M., Humblot, P., Techakumphu, M., & Ponter, A. A. (2011). Does supplementing dairy cows with β -carotene during the dry period affect postpartum ovarian activity, progesterone, and cervical and uterine involution? *Theriogenology*, 75(6), 1029–1038.

Kasimanickam, R., Duffield, T. F., Foster, R. A., Gartley, C. J., Leslie, K. E., Walton, J. S., & Johnson, W. H. (2004). Endometrial cytology and ultrasonography for the detection of subclinical endometritis in postpartum dairy cows. *Theriogenology*, 62(1–2), 9–23

Kawashima, C., Kaneko, E., Montoya, C. A., Matsui, M., Yamagishi, N., Matsunaga, N., Ishii, M., Kida, K., Miyake, Y. I., & Miyamoto, A. (2006). Relationship between the first ovulation within three weeks postpartum and subsequent ovarian cycles and fertility in high-producing dairy cows. *Journal of Reproduction and Development*, 52(4), 479–486.

Kawashima, C., Fukihara, S., Maeda, M., Kaneko, E., Montoya, C. A., Matsui, M., Yamagishi, N., Matsunaga, N., Ishii, M., & Miyake, Y. I. (2007). Relationship between metabolic hormones and

ovulation of dominant follicle during the first follicular wave postpartum in high-producing dairy cows. *Reproduction*, 133(1), 155–163.

Kindahl, H., Bekana, M., Kask, K., Königsson, K., Gustafsson, H., & Odensvik, K. (1999). Endocrine aspects of uterine involution in the cow. *Reproduction in Domestic Animals*, 34(3–4), 261–268.

Kolver, E. S., Roche, J. R., & Aspin, P. W. (2006). Plasma insulin, growth hormone, and IGF-1 concentrations of Holstein-Friesian cows of divergent genotype offered varying levels of concentrate in early lactation. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*.

Kumar, H (2014). Anestrus in cattle and buffalo: Indian perspective. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 2(3), 124–138

Lamb, G. C., Lynch, J. M., Grieger, D. M., Minton, J. E., & Stevenson, J. S. (1997). Ad libitum suckling by an unrelated calf in the presence or absence of a cow's own calf prolongs postpartum anovulation. *Journal of Animal Science*, 75(10), 2762–2769.

Landaeta-Hernández, A. J., Giangreco, M. A., Meléndez, P., Bartolomé, J., Bennet, F., Rae, D. O., Archbald, L. F., & Hansen, P. J. (2004). Effect of biostimulation on uterine involution, early ovarian activity and first postpartum estrous cycle in beef cows. *Theriogenology*, 61(7–8), 1521–1532.

Lee, J. Y., & Kim, I. H. (2006). Advancing parity is associated with high milk production at the cost of body condition and increased periparturient disorders in dairy herds. *Journal of Veterinary Science*, 7(2), 161–166.

Leroy, J. L. M. R., Vanholder, T., Van Knegsel, A. T. M., Garcia-Ispierito, I., & Bols, P. E. J. (2008). Nutrient prioritization in dairy

cows early postpartum: Mismatch between metabolism and fertility? *Reproduction in Domestic Animals*, 43(2), 96–103.

Leslie, K. E. (1983). The events of normal and abnormal postpartum reproductive endocrinology and uterine involution in dairy cows: A review. *Canadian Veterinary Journal*, 24(3), 67–71.

Lewis, G. S. (1997). Uterine health and disorders. *Journal of Dairy Science*, 80(5), 984–994.

Lin, Y., Yang, H., Ahmad, M. J., Yang, Y., Yang, W., Riaz, H., Zhang, S., & Liu, J. (2021). Postpartum uterine involution and embryonic development pattern in Chinese Holstein dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 604729.

Lindell, J. O., Kindahl, H., Jansson, L., & Edqvist, L. E. (1982). Post-partum release of prostaglandin F2 α and uterine involution in the cow. *Theriogenology*, 17(3), 237–245.

Lucy, M. C. (2003). Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Reproduction Supplement*, 61, 415–427.

Madhuri, G., Rajashri, M., & Kesharwani, S. (2017). Post-partum anoestrus in dairy cows: A review. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 6(2), 1447–1452.

Markusfeld, O. (1987). Periparturient traits in seven high dairy herds: Incidence rates, association with parity, and interrelationships among traits. *Journal of Dairy Science*, 70(1), 158–166.

Mateus, L., Lopes da Costa, L., Bernardo, F., & Robalo Silva, J. (2002). Influence of puerperal uterine infection on uterine involution and postpartum ovarian activity in dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 37(1), 31–35.

Meikle, A., Kulcsar, M., Chilliard, Y., Fébel, H., Delavaud, C., Cavestany, D., & Chilibroste, P. (2004). Effects of parity and body

condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Reproduction*, 127(6), 727–737.

Miettinen, P. V. A. (1990). Uterine involution in Finnish dairy cows. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 31(2), 181–185.

Montiel, F., & Ahuja, C. (2005). Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: A review. *Animal Reproduction Science*, 85(1–2), 1–26.

Morrow, D. A. (1966). Postpartum ovarian activity and uterine involution in dairy cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 149, 1596–1609.

Murphy, M. G., Boland, M. P., & Roche, J. F. (1990). Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. *Reproduction*, 90(2), 523–533.

Mwaanga, E. S., & Janowski, T. (2000). Anoestrus in dairy cows: Causes, prevalence and clinical forms. *Reproduction in Domestic Animals*, 35(5), 193–200.

Noakes, D. E. (2009). The puerperium and the care of the newborn. *Veterinary reproduction and obstetrics*, 194-205.

Noakes, E. D., Parkinson, T. J., & England, G. C. W. (2001). Post parturient prolapse of the uterus. *Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics*, 8, 333-338.

Öcal, H. (2005). Puerperal dönem ve sorunları. *Evcil Hayvanlarda Doğum ve İnfertilite. Medisan Yayınevi, Ankara.*

Öcal, H., & Kalkan, C. (2012). Puerperal dönem fizyolojisi. *Çiftlik Hayvanlarında Doğum ve Jinekoloji*, 1, 313-343.

Olson, J. D. (1986). The metritis-pyometra complex. *Current therapy in theriogenology.*

Opsomer, G., Gröhn, Y. T., Hertl, J., Coryn, M., Deluyker, H., & de Kruif, A. (2000). Risk factors for post partum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium: A field study. *Theriogenology*, *53*(4), 841–857.

Perks, C. M., Peters, A. R., & Wathes, D. C. (1999). Follicular and luteal expression of insulin-like growth factors I and II and the type 1 IGF receptor in the bovine ovary. *Reproduction*, *116*(1), 157–165.

Peters, A. R., Pimentel, M. G., & Lamming, G. E. (1985). Hormone responses to exogenous GnRH pulses in post-partum dairy cows. *Reproduction*, *75*(2), 557–565.

Rekwot, P. I., Ogwu, D., Oyedipe, E. O., & Sekoni, V. O. (2000). Influence of bull biostimulation, season and parity on resumption of ovarian activity of zebu (*Bos indicus*) cattle following parturition. *Animal Reproduction Science*, *63*(1–2), 1–11.

Roche, J. F. (2006). The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Animal reproduction science*, *96*(3–4), 282–296.

Roelofs, J. B., Soede, N. M., Dieleman, S. J., Voskamp-Harkema, W., & Kemp, B. (2007). The acute effect of bull presence on plasma profiles of luteinizing hormone in postpartum, anoestrous dairy cows. *Theriogenology*, *68*(6), 902–907.

Sakaguchi, M., Sasamoto, Y., Suzuki, T., Takahashi, Y., & Yamada, Y. (2004). Postpartum ovarian follicular dynamics and estrous activity in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *87*(7), 2114–2121.

Savio, J. D., Boland, M. P., Hynes, N., & Roche, J. F. (1990). Resumption of follicular activity in the early post-partum period of dairy cows. *Reproduction*, *88*(2), 569–579.

Scott, I. C., & Montgomery, G. W. (1987). Introduction of bulls induces return of cyclic ovarian function in post-partum beef cows. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 30(2), 189–194.

Scully, S., Maillo, V., Duffy, P., Kelly, A. K., Crowe, M. A., Rizos, D., & Lonergan, P. (2013). The effect of lactation on post-partum uterine involution in Holstein dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 48(6), 888–892.

Senger, P. L. (1997). *Pathways to pregnancy and parturition* (pp. xiii+272).

Sharma, A., Singh, M., Sharma, A., & Kumar, P. (2018). Effect of BCS and parity on uterine involution, ovarian rebound and various fertility parameters in postpartum dairy cows. *Indian Journal of Animal Sciences*, 88(5), 526–529.

Sheldon, I. M., Noakes, D. E., Rycroft, A. N., Pfeiffer, D. U., & Dobson, H. (2002). Influence of uterine bacterial contamination after parturition on ovarian dominant follicle selection and follicle growth and function in cattle. *Reproduction*, 123(6), 837–845.

Sheldon, I. M. (2004). The postpartum uterus. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 20(3), 569–591.

Sheldon, I. M., Williams, E. J., Miller, A. N., Nash, D. M., & Herath, S. (2008). Uterine diseases in cattle after parturition. *The Veterinary Journal*, 176(1), 115–121.

Sheldon, I. M., Cronin, J., Goetze, L., Donofrio, G., & Schuberth, H. J. (2009). Defining postpartum uterine disease and the mechanisms of infection and immunity in the female reproductive tract in cattle. *Biology of Reproduction*, 81(6), 1025–1032.

Shipka, M. P., & Ellis, L. C. (1999). Effects of bull exposure on postpartum ovarian activity of dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 54(4), 237–244

Silveira, P. A., Spoon, R. A., Ryan, D. P., & Williams, G. L. (1993). Evidence for maternal behavior as a requisite link in suckling-mediated anovulation in cows. *Biology of Reproduction*, 49(6), 1338–1346.

Stagg, K., Diskin, M. G., Sreenan, J. M., & Roche, J. F. (1995). Follicular development in long-term anoestrous suckler beef cows fed two levels of energy postpartum. *Animal Reproduction Science*, 38(1–2), 49–61.

Studer, E., & Morrow, D. A. (1978). Postpartum evaluation of bovine reproductive potential: Comparison of findings from genital tract examination per rectum, uterine culture, and endometrial biopsy. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 172(4), 489–494.

Tian, W., & Noakes, D. E. (1991). Effects of four hormone treatments after calving on uterine and cervical involution and ovarian activity in cows. *The Veterinary Record*, 128(24), 566-569.

Tanaka, T., Arai, M., Ohtani, S., Uemura, S., Kuroiwa, T., Kim, S., & Kamomae, H. (2008). Influence of parity on follicular dynamics and resumption of ovarian cycle in postpartum dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 108(1-2), 134-143.

Underwood, E. J. (1981). *The mineral nutrition of livestock* (No. 2nd edition, pp. ix+-180pp).

Uçar, M., Özyurtlu, N., Semecan, A., Kaymaz, M., Fındık, M., Rişvanlı, A., & Köker, A. (2015). Çiftlik Hayvanlarında Doğum ve Jinekoloji. *Üremenin Denetlenmesi. Editörler. Semecan A, Kaymaz M, Fındık M, Rişvanlı A, Köker A. İkinci Baskı. Medipres, Malatya, Türkiye*, 491-505.

Wathes, D. C., Fenwick, M. A., Cheng, Z., Bourne, N., Llewellyn, S., Morris, D. G., et al. (2007). Influence of negative energy balance

on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. *Theriogenology*, 68, S232–S241.

Wathes, D. C., Cheng, Z., Chowdhury, W., Fenwick, M. A., Fitzpatrick, R., Morris, D. G., et al. (2009). Negative energy balance alters global gene expression and immune responses in the uterus of postpartum dairy cows. *Physiological Genomics*, 39(1), 1–13.

Walsh, R. B., Kelton, D. F., Duffield, T. F., Leslie, K. E., Walton, J. S., & LeBlanc, S. J. (2007). Prevalence and risk factors for postpartum anovulatory condition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90(1), 315–324.

Wehrend, A., Failing, K., & Bostedt, H. (2003). Cervimetry and ultrasonographic observations of the cervix regression in dairy cows during the first 10 days post partum. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 50(9), 470–473.

Williams, G. L. (1990). Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: A review. *Journal of Animal Science*, 68(3), 831–852.

Williams, G. L., & Griffith, M. K. (1995). Sensory and behavioural control of gonadotrophin secretion during suckling-mediated anovulation in cattle. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*, 49, 463–475.

Youngquist, R. S., & Shore, M. D. (1997). Postpartum uterine infections. In *Current therapy of Large Animal Theriogenology* (pp. 335–340). WB Saunders.

Youngquist, R. S., & Threlfall, W. R. (2006). *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*. Elsevier Health Sciences.

Yoshimura, Y. (1998). Insulin-like growth factors and ovarian physiology. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 24(5), 305–323.

Zain, A. E. D., Nakao, T., Raouf, M. A., Moriyoshi, M., Kawata, K., & Moritsu, Y. (1995). Factors in the resumption of ovarian activity and uterine involution in postpartum dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 38(3), 203–214.

Zollers, W. G., Garverick, H. A., Smith, M. F., Moffatt, R. J., Salfen, B. E., & Youngquist, R. S. (1993). Concentrations of progesterone and oxytocin receptors in endometrium of postpartum cows expected to have a short or normal oestrous cycle. *Reproduction*, 97(2), 329–337.

