



ARAŞTIRMA

F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.
2023; 37 (3): 203 - 208
<http://www.fusabil.org>

Kekliklerde Duodenum Mukozasındaki Mast Hücrelerinin Dağılımı *

İlknur ÜNDAĞ^{1, a}

Hasan Hüseyin DÖNMEZ^{1, b}

¹ Selçuk Üniversitesi,
Veteriner Fakültesi,
Histoloji ve Embriyoloji Ana
Bilim Dalı,
Konya, TÜRKİYE

^a ORCID: 0000-0001-8495-3930

^b ORCID: 0000-0003-4664-8489

Bu çalışmanın amacı, kekliklerde prepubertal ve postpubertal dönemde duodenumdaki mast hücrelerinin lokalizasyonunu, dağılımını ve heterojenitesini belirlemektir. Bu amaçla altı adet prepubertal ve altı adet postpubertal dönemdeki kekliklerden duodenum örnekleri alındı. Alınan dokular %10'luk formol solüsyonunda tespit, rutin doku takip işlemi sonrasında parafine gömüldü. Doku örnekleri toluidin blue, alcian blue-safranin O ve Crossman's triple boyama yöntemleri ile boyandı. Keklik duodenumunun baş, orta ve son bölgelerinde mast hücrelerinin varlığı tespit edildi. Bu hücrelerin çoğunlukla duodenumun tunika mukoza ve tunika serozasında, çok azının da tunika muskularis tabakasında yer aldığı görüldü. Mast hücre sayısının prepubertal dönemde postpubertal döneme göre daha fazla olduğu belirlendi ($P<0.05$). Bu verilere göre mast hücrelerinin prepubertal dönemde kekliklerin bağışıklık sisteminde daha aktif rol oynadığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Keklik, duodenum, mast hücresi

Distribution of Mast Cells in the Mucosa of Duodenum in Partridges

The aim of this study was to determine the localization, distribution and heterogeneity of mast cells in the duodenum in prepubertal and postpubertal stage of partridges. For this purpose, tissue samples were taken from the duodenum of six prepubertal and six postpubertal stage of partridges. The tissue samples were fixed in 10% formol solution, processed by routine histological techniques, and embedded in paraffin. The tissue samples were stained with toluidine blue, alcian blue-safranin O and Crossman's triple staining methods. The presence of mast cells was detected in the head, middle and end of duodenum of the partridge. It was observed that the cells were mostly located in the tunica mucosa and tunica serosa of the duodenum, and very little in the muscular layer. It was determined that the number of mast cell was higher at prepubertal stage than at postpubertal stage ($P<0.05$). According to these data, it is thought that mast cells play a more active role in the immune system of partridges in the prepubertal period.

Key Words: Partridges, duodenum, mast cell

Giriş

Sindirim sistemi ağızdan başlayıp anüs ile son bulan iki ucu açık ve dış ortama bağlantılı bir yapı şeklinde olmasından dolayı yaşam boyunca antijenik karakterdeki maddeler ile karşı karşıya kalır. Bu antijenik maddelerin bir bölümü tunika mukoza katmanında yer alan vücudun savunma sistemi hücreleri tarafından yok edilir. Vücudun savunma sistemi hücrelerinden olan mast hücreleri vücuda giren antijenlere karşı ilk savunma hattında yer alır (1, 2).

Mast hücreleri oval çekirdeği ve yoğun boyanmış iri bazofilik granülleri ile 20-30 mikrometre çapında iri hücreler olup metakromazi özelliği gösterirler (3). Metakromazi mast hücrelerinin heparin ve kondroitin sülfat gibi granül içeriğinden kaynaklanmaktadır (4). Mast hücreleri daha çok kan damarları ve sinirlerin yakınlarında gruplaşırlar. Bu hücreler gevşek bağdokuda yuvarlak ya da oval, sıkı bağ dokuda ise genellikle mekik şeklindedirler. Mast hücrelerinin önemi; granüllerinden salgılanan, heparin, histamin, prostaglandin, nötralproteaz, β -glukuronidaz, arilsülfataz, triptaz, anafleksinin, eozinofilkemotaktik faktörü (ECF-A), anafleksinin yavaş reaksiyon maddesi olan (SRS-A) gibi maddelerden ileri gelmektedir (5). Mast hücreleri, vücuttaki patojenleri temizlemek için farklı özellikler gösteren dinamik ve çok yönlü bağışıklık sistemi hücreleridir. Enfeksiyonları kontrol etmedeki bu çok yönlü etkinlikleri sayesinde, sadece doğmasal bağışıklık yanıtını değil kazanılmış bağışıklık yanıtını da kontrol eder. Bu hücreler, enfeksiyon bölgesinde kan ve lenfoid organlardan gelen hücresel bağışıklık ile ilgili değişikliklerden etkilenecek savunmayı güçlendirir. Mast hücrelerinin granülasyonu viral hastalıklarda doku hasarını artırır ve eksiklikleri de bakterilerin uzaklaştırılmasını geciktirir. Mast hücrelerinin bu çok yönlü rolleri, aşılama sırasında kanatlı hayvanlarda enfeksiyonları kontrol etmek ve önlemek için değerlendirilebilir (6).

Sindirim sisteminin bir parçası olan duodenum mast hücrelerinin yoğun olarak görüldüğü bölgelerden biridir. Duodenumda mast hücre sayısı çeşitli enfeksiyon

Geliş Tarihi : 26.04.2023

Kabul Tarihi : 14.06.2023

Yazışma Adresi Correspondence

İlknur ÜNDAĞ

Selçuk Üniversitesi,
Veteriner Fakültesi,
Histoloji ve Embriyoloji Ana
Bilim Dalı
Konya – TÜRKİYE

ilknur-undag@selcuk.edu.tr

* Bu Proje Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: 17202020).

durumlarında veya yaşa bağlı olarak çeşitlilik gösterebilmektedir. Farklı türlerde duodenumda bulunan mast hücre sayıları ve heterojeniteleri ile ilgili çalışma yapılmasına karşın böyle bir çalışmaya kekliklerde rastlanmamıştır. Bu sebeple bu çalışmada puberte öncesi ve puberte sonrası dönemlerde keklik duodenumunda mast hücrelerinin yerleşimi, dağılımı ve heterojenitesinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Gereç ve Yöntem

Araştırma ve Yayın Etiği: Bu çalışma Selçuk Deney Hayvanları Üretim ve Araştırma Merkezi Etik Kurulu'nun 29.06.2016 tarih ve 2016/54 sayılı kararı ile onaylandı.

Hayvanlar ve Deneysel Dizayn: Çalışmada 6 adet prepubertal dönem ve 6 adet postpubertal dönemde olan keklikler kullanıldı. Keklikler T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Bahri Bağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden temin edildi.

Işık Mikroskop Prosedür: Keklikler dekapitasyon işleminden sonra duodenumun baş, orta ve son kısımlarından örnekler alındı. Alınan doku örnekleri %10'luk formaldehit, Carnoy (60 mL absol alkol, 30 mL kloroform, 10 mL glasiyal asetik asit) ve izotonik formaldehit asetik asit (IFAA) (1.5 mL formaldehit, 98 mL distile su, 0.5 mL glasiyal asetik asit; pH: 2.9) solüsyonlarında tespit edildi. Carnoy ve IFAA solüsyonlarında 12 saat tespit edildikten sonra dokular %70'lik alkole alındı, ardından rutin doku takip işlemi yapılarak parafin bloklar oluşturuldu. %10'luk formole alınan dokular ise 24 saat tespit edildikten sonra rutin doku takip işlemi yapılarak parafin bloklar oluşturuldu. Oluşturulan parafin bloklardan 5-6 µm kalınlığında kesitler alındı. Alınan parafin kesitler mast hücrelerinin heterojenitesini belirlemek amacıyla alcian blue-safranin O kombine boya metodu ve dağılımlarını belirlemek amacıyla toluidin blue boyama metodu ile boyandı (7, 8). Genel histolojik yapının değerlendirilmesi için de Crossman'ın üçlü boyama yöntemi ile boyandı (9). Boyanan preparatlar araştırma mikroskobu (Leica DM 2500, İsviçre) ile incelendi ve aynı mikroskoba bağlı kamera ve arşiv programı (Leica DFC 320, İsviçre) kullanılarak mast hücrelerinin dağılımı ve heterojeniteleri belirlendi. Mast hücre dağılımının belirlenmesi amacıyla mikroskop altında X40 büyütmede rastgele seçilmiş 10 farklı alanda bulunan mast hücreleri sayılıp ortalamaları alındı.

İstatistiksel Analiz: Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SPSS (versiyon 22) paket programı ile gerçekleştirildi ve gruplar arası farklılıkların önemi Student t-testi yapılarak ortaya konuldu.

Bulgular

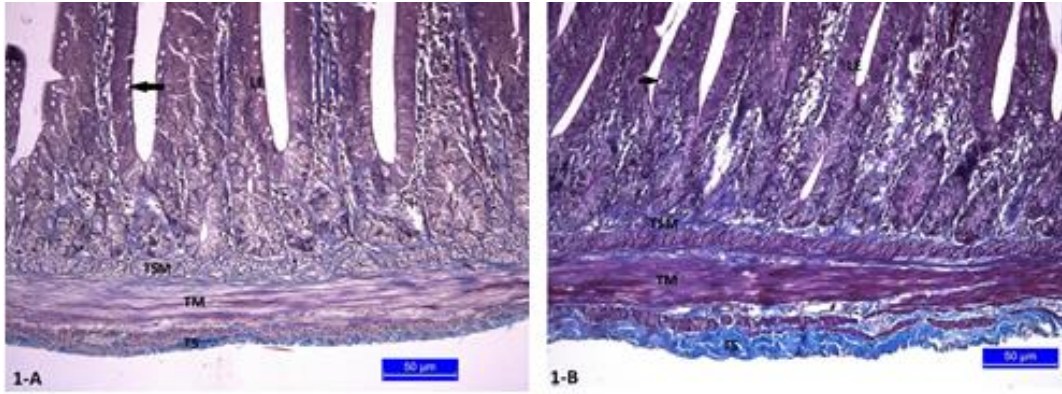
Genel histolojik yapının belirlenmesi amacıyla Crossman'ın üçlü boyama yöntemi ile boyanan

kesitlerde yapılan incelemeler sonucunda prepubertal dönem ile postpubertal dönem keklik duodenumları karşılaştırıldığında genel histolojik yapıları arasında bir fark olmadığı belirlendi. Her iki gruba ait duodenum örneklerinde de lamina epitelyalisin tek katlı prizmatik epitel özelliğinde olduğu ve epitel hücreleri arasında goblet hücrelerinin bulunduğu gözlemlendi. Prizmatik epitel hücrelerinin lümeneye bakan yüzlerinde mikrovillusların bulunduğu, lamina propriya katmanında ise belirgin kriptlerin olduğu tespit edildi. Submukoza katmanında memeli duodenumu için ayırt edici bir özellik olan brunner bezlerinin keklik duodenumunda bulunmadığı dikkati çekti. Submukoza katmanından sonra tunika muskularis ve en dışta da tunika seroza katmanları izlendi (Şekil 1A ve B).

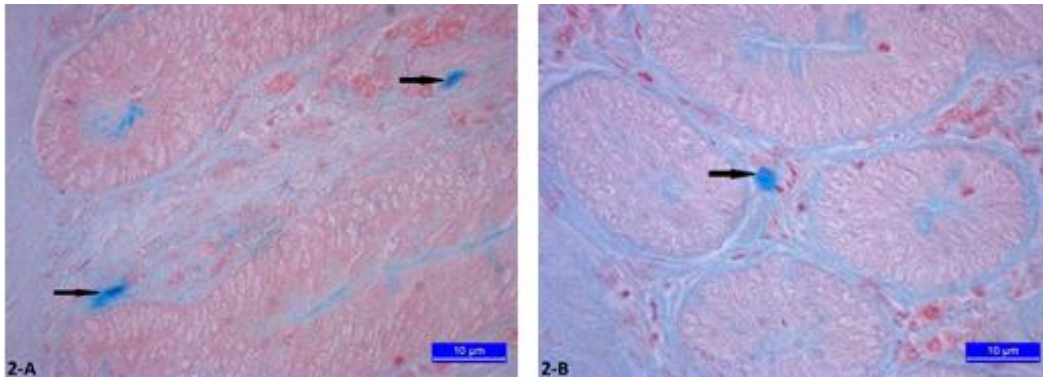
Prepubertal ve postpubertal dönemdeki kekliklerin duodenumlarının baş, orta ve son kısımlarından alınan doku örnekleri Carnoy ve IFAA olarak iki ayrı solüsyonda tespit edildi. Çalışma sonunda mast hücrelerinin metakromatik özelliklerinin belirlenmesi ve sayısal dağılımının ortaya konulması açısından Carnoy tespit solüsyonunun IFAA tespit solüsyonuna göre daha iyi sonuç verdiği gözlemlendi.

Alcian blue-safranin O boyaması yapılan kesitlerde puberte öncesi ve sonrası dönemde keklik duodenumunun baş, orta ve son bölgesinde mast hücrelerinin dağılımı gösterdiği belirlendi. Bu bölgelerde mast hücrelerinin daha çok mukoza katmanında kriptlerin dip kısımlarındaki bağ dokuda yerleşmiş olduğu; bununla birlikte muskularis ve seroza katmanlarında da bulunduğu gözlemlendi. İzlenen mast hücrelerinin alcian blue ile pozitif, safranin O ile negatif reaksiyon verdiği gözlemlendi (Şekil 2A ve B).

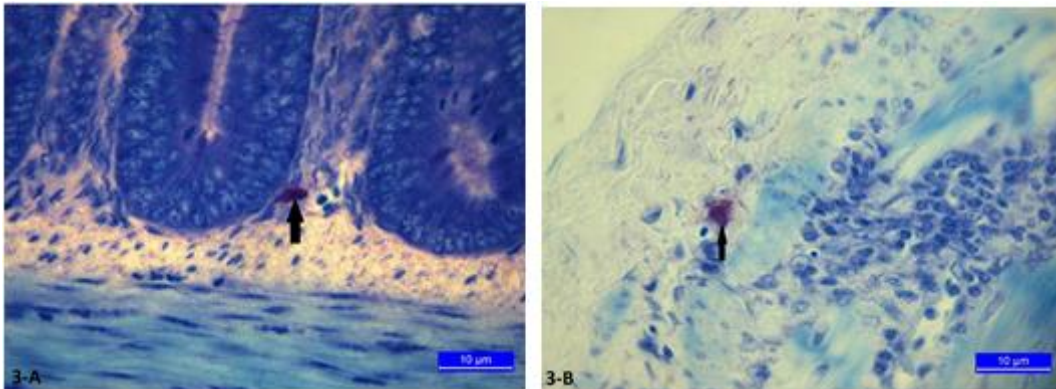
Toluidin blue ile yapılan boyamada, puberte öncesi ve sonrası dönemde duodenumun 3 farklı bölgesinde, mast hücrelerinin çoğunlukla mukoza katmanında yerleşim gösterdiği en az da muskuler katmanda yerleşim gösterdiği gözlemlendi. Toluidin blue ile yapılan boyamada mast hücrelerinin granüllerinin mor renkte boyanarak belirgin metakromazi gösterdiği tespit edildi (Şekil 3A ve B). Puberte öncesi ve sonrası dönemlerde hem IFAA hem de Carnoy tespit sıvıları ile tespit edilen keklik duodenumlarının başlangıç, orta ve son bölümlerindeki mast hücre sayıları ve dağılımları duodenum duvarını oluşturan katmanlar dikkate alınarak ayrı ayrı sayımları yapılmış ve tablolar halinde verilmiştir (Tablo 1, 2, 3 ve 4). Elde edilen veriler her iki tespit sıvısı ile tespit edilen duodenumlarda puberte öncesi dönemdeki mast hücre sayılarının puberte sonrası dönemdeki sayılara göre daha fazla olduğu ve puberte sonrası dönemde mast hücre sayılarının azaldığı gözlemlendi. Prepubertal ve postpubertal dönemlerde tespit sıvıları açısından karşılaştırıldığında Carnoy tespit sıvısında mast hücre sayısının daha fazla, IFAA solüsyonunda ise daha az sayıda olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1. A. Puberte öncesi dönemde keklik duodenumu **B.** Puberte sonrası dönemde keklik duodenumu genel görünüm. Ok: Goblet Hücresi, LE: Lamina epitelyalis, TSM: Tunika Submukoza, TM: Tunika Muskularis, TS: Tunika Seroza. Üçlü boyama



Şekil 2. Puberte öncesi (A) ve puberte sonrası (B) dönemde keklik duodenumunda mast hücreleri. Ok: Mast Hücresi. Alcian blue-safranin O boyama



Şekil 3. Puberte öncesi dönemde (A) ve puberte sonrası dönemde (B) keklik duodenumunda mast hücreleri. Ok: Mast Hücresi. Toluidin blue boyama

Tablo 1. Carnoy tespit işlemi yapılan duodenumun farklı bölge ve katmanlarındaki mast hücre sayıları

Duodenum	Başlangıç Bölümü		Orta Bölümü		Son Bölümü	
	Prepubertal Dönem	Postpubertal Dönem	Prepubertal Dönem	Postpubertal Dönem	Prepubertal Dönem	Postpubertal Dönem
Tunika mukoza	1.00±0.13	0.50±0.12	1.16±0.13 ^a	0.08±0.05 ^b	1.20±0.10	0.41±0.10
Tunika muskularis	0.08±0.05 ^a	0.00±0.00 ^b	0.41±0.10 ^a	0.20±0.08 ^b	0.08±0.05 ^b	0.16±0.07 ^a
Tunika seroza	0.29±0.09	0.20±0.08	0.08±0.05 ^b	0.25±0.09 ^a	0.20±0.08	0.25±0.09

^{a, b}: Aynı satırdaki bölüm bazında farklı harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

Tablo 2. IFAA tespit işlemi yapılan duodenumun farklı bölge ve katmanlarındaki mast hücre sayıları

Duodenum	Başlangıç Bölümü		Orta Bölümü		Son Bölümü	
	Prepubertal Dönem	Postpubertal Dönem	Prepubertal Dönem	Postpubertal Dönem	Prepubertal Dönem	Postpubertal Dönem
Tunika mukoza	1.00±0.13	0.58±0.11	1.08±0.14 ^a	0.12±0.06 ^b	0.50±0.10 ^a	0.16±0.07 ^b
Tunika muskularis	0.00±0.00 ^b	0.16±0.07 ^a	0.08±0.05 ^b	0.16±0.07 ^a	0.12±0.06	0.12±0.06
Tunika seroza	0.25±0.09	0.29±0.09	0.08±0.05 ^b	0.62±0.10 ^a	0.29±0.09 ^a	0.16±0.07 ^b

^{a,b}: Aynı satırdaki bölüm bazında farklı harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

Tablo 3. Prepubertal dönemde Carnoy ve IFAA tespit işlemi yapılan duodenumun farklı bölge ve katmanlarındaki mast hücre sayıları

Duodenum	Başlangıç Bölümü		Orta Bölümü		Son Bölümü	
	Carnoy	IFAA	Carnoy	IFAA	Carnoy	IFAA
Tunika mukoza	1.00±0.13	1.00±0.13	1.16±0.13	1.08±0.14	1.20±0.10	0.50±0.10
Tunika muskularis	0.08±0.05 ^a	0.00±0.00 ^b	0.41±0.10 ^a	0.08±0.05 ^b	0.08±0.05	0.12±0.06
Tunika seroza	0.29±0.09	0.25±0.09	0.08±0.05	0.08±0.05	0.20±0.08	0.29±0.09

^{a,b}: Aynı satırdaki bölüm bazında farklı harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

Tablo 4. Postpubertal dönemde Carnoy ve IFAA tespit işlemi yapılan duodenumun farklı bölge ve katmanlarındaki mast hücre sayıları

Duodenum	Başlangıç Bölümü		Orta Bölümü		Son Bölümü	
	Carnoy	IFAA	Carnoy	IFAA	Carnoy	IFAA
Tunika mukoza	0.75±0.09	0.75±0.09	0.62±0.10	0.60±0.10	0.81±0.09	0.33±0.06
Tunika muskularis	0.04±0.02	0.08±0.04	0.31±0.06 ^a	0.04±0.02 ^b	0.12±0.04	0.12±0.04
Tunika seroza	0.25±0.06	0.27±0.06	0.16±0.05 ^b	0.35±0.06 ^a	0.22±0.06	0.22±0.06

^{a,b}: Aynı satırdaki bölüm bazında farklı harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

Tartışma

Bu çalışma ile IFAA ve Carnoy tespit solüsyonları kullanılarak mast hücrelerinin prepubertal ve postpubertal dönem keklik duodenumlarının baş, orta ve son kısımlarındaki dağılım, yerleşim ve heterojeniteleri belirlenmiştir. Literatür incelemeleri sonucunda keklik duodenumlarında mast hücrelerinin dağılımı ve yerleşimi ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bulgular diğer türlere ait sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Mast hücreleri orijinleri, yerleşim yerleri, kullanılan tespit solüsyonuna verdiği cevap, taşıdığı glikozaminoglikanların türü, intragranüler serin proteinazın türü, histokimyasal farklılıklar, fonksiyonel kriterler ve hücrelerin morfolojik özellikleri gibi unsurlar göz önüne alındığında, bağ doku mast hücreleri ve mukozal mast hücreleri olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır. Mukozalarda, özellikle de sindirim ve solunum sistemi mukozalarında bulunan mast hücreleri, diğer bölgelerde bulunan mast hücrelerinden daha küçük ve daha az granül içermektedirler. Bu bölgelerde bulunan mast hücreleri atipik ya da mukozal mast hücresi olarak adlandırılmaktadır. Diğer yandan deride, damar yakınlarında ve organ serozalarında yerleşen ve daha iri olan hücreler ise tipik ya da bağdoku mast hücresi olarak isimlendirilmektedir (10-12). Hücre

heterojenitesinin belirlenmesi için kullanılan alcian blue-safranin O boyama yöntemi sonrasında, mukozal mast hücrelerinin Alcian blue pozitif sonuç verirken safranin O negatif sonuç verdiği bildirilmektedir. Bağ doku mast hücrelerinde ise hem safranin O hem de alcian blue pozitif sonuçlar izlendiği bildirilmektedir (10, 13, 14).

Mukozal ve bağ doku mast hücrelerinin gösterimin yapılmasında tespit çok önemli olduğu tespit solüsyonuna göre mast hücrelerinin farklı reaksiyonlar gösterdiği bildirilmiştir. %10'luk formol tespitinden sonra intestinal mast hücrelerinin gösterilemediği fakat Carnoy, IFAA veya BLA solüsyonları ile gerçekleştirilen tespit sonucunda mast hücrelerinin toluidin blue gibi bazı boyalarla metakromatik olarak boyanabildiği ve en iyi sonuçların Carnoy ve BLA solüsyonlarında yapılan tespit ile alındığı bildirilmiştir (1, 4, 10, 15). Bu çalışmada da benzer şekilde hem Carnoy hem de IFAA tespit sıvıları ile tespit edilen mast hücreleri hem toluidin blue hem de alcianblue-safranin O boyası ile boyanarak mast hücreleri gösterilmiş ve en iyi sonuç Carnoy solüsyonu ile alınmıştır. Demirbağ ve ark. (16) 2011 yılında rat ince bağırsaklarında mast hücrelerinin dağılımlarını ve heterojenitelerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada farklı solüsyonlarla yapılan tespit işlemi sonrasında mast hücre sayılarında farklılık olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma ile aynı şekilde

tespit solüsyonuna bağlı olarak mast hücre sayısında farklılık oluştuğu gözlemlendi.

Bu çalışmada puberte öncesi ve puberte sonrası dönemlerde keklik duodenumları karşılaştırıldığında genel histolojik görüntüleri arasında bir fark olmadığı belirlendi. Her iki gruba ait duodenum örneklerinde de lamina epitelyalis oluşturan epitel dokunun tek katlı prizmatik epitel hücreleri tarafından oluşturulduğu ve aralarında Goblet hücreleri içerdiği gözlemlendi. Prizmatik epitel hücrelerinin lümen bakan yüzeylerinde mikrovillusların bulunduğu görüldü. Lamina epitelyalis altındaki lamina propria katmanında belirgin kriptlerin bulunduğu dikkati çekti. Memelilerde duodenum için ayırt edici bir özellik olan submukoza katmanında yer alan brunner bezlerinin (17, 18) keklik duodenumunda bulunmadığı dikkati çekti. Tunika muskularis tabakasının içte sirküler dışta longitudinal seyirli olduğu ve en dışta da seroza tabakasının yer aldığı görüldü.

Valsala ve ark. (15) ördeklere yaptıkları çalışmada ince bağırsaklarda mast hücrelerinin özellikle lamina propriada ve bu bölgede de yoğunlukla kriptlerin çevresinde yerleştiğini az sayıda da musküler katmanda ve adventisya tabakasında bulunduğunu bildirmişlerdir. Sıçanlarda gebeliğin farklı dönemlerinde ince bağırsakta mast hücrelerinin dağılımının belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada tunika seroza tabakasındaki mast hücre sayısının tunika mukoza tabakasında bulunandan daha az olduğu bildirilmiştir (19). Yapılan bu çalışmada da benzer şekilde puberte öncesi ve sonrasında duodenumun 3 farklı bölgesinde mast hücrelerinin dağılımı gösterildiği, mukoza katmanında daha çok kriptlerin dip kısımlarındaki bağ dokuda yerleşmiş olmasının yanı sıra muskularis ve seroza katmanlarında da varlıkları tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda (20, 21) mast hücrelerinin toluidine blue ile metakromatik boyandığı gösterilmiş ayrıca mast hücre sayılarının da yaşa bağlı olarak değişim gösterdiği bildirilmiştir. Hindi bursa fabrici üzerine yapılan bir çalışmada mast hücre sayısının artan yaş ile birlikte azaldığı belirtilmiştir. Benzer şekilde bu çalışmada da toluidin blue ile yapılan boyamada mast hücrelerinin granüllerinin mor renkte boyanarak belirgin metakromazi gösterdiği ve yaşla birlikte mast hücre sayısının azaldığı tespit edilmiştir.

Carlson ve Hacking (22) yetişkin tavuk, hindi, sülün ve bildircinlerin duodenumlarındaki mast hücre yoğunluğuna baktıkları çalışmalarında bu hayvanlardan sadece tavukların duodenumunda mast hücreleri tespit ettiklerini diğerlerinde ise tespit etmediklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada duodenumun farklı (başlangıç, orta, son) bölümlerinden alınan kesitlerde her iki tespit sıvısı ile tespit edilen duodenumlarda hem puberte öncesi hem de puberte sonrası dönemde mukoza ve seroza katmanlarında mast hücrelerinin bulunduğu, bu hücrelerin sayılarının puberte öncesi dönemde genellikle daha fazla olduğu görüldü.

Sonuç olarak kekliklerin duodenumunun her üç bölgesinde de mast hücrelerinin varlığı tespit edildi. Bu hücrelerin yoğunlukla duodenum duvarının mukoza ve seroza katmanlarında yerleştiği görüldü. Mast hücre sayılarının puberte öncesi dönemde puberte sonrası döneme göre daha fazla olduğu tespit edildi. Bu verilere göre mast hücrelerinin puberte dönemine kadar olan dönemde kekliklerin savunma sisteminde daha etkin bir şekilde görev aldığı söylenebilir.

Kaynaklar

- Özkorkmaz EG. Mast hücresi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 2008; 8: 77-85.
- Bayramgürler D, Demirsoy EO. Mast hücreleri ve aktivasyonu. Türkdern: Türk Deri Hastalıkları ve Frengi Arşivi Dergisi 2013; 47: 37.
- Ergün L. Bağ dokusu. In: Özer A. (Editör). Temel Histoloji 3. Baskı, Bursa: Dora Yayınevi, 2016: 191-223.
- Özdemir Ö, Savaşan S. Gözardı edilmiş bir hücrenin dönüşü: Mast hücresi ve hematoloji-onkoloji/immunoloji alanlarında tanımlanan yeni rolleri. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi 2005; 48: 85-92.
- Uslu S, Yörük M. Hindilerde sindirim sisteminde mast hücrelerinin dağılımı ve heterojenitesi üzerine morfolojik ve histometrik araştırmalar. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2008; 19: 47-51.
- Rehman Z, Meng C, Umar S, et al. Mast cells and innate immunity: master troupes of the avian immune system. Worlds Poul Sci J 2017; 73: 621-632.
- Enerbäck L. Mast cells in rat gastrointestinal mucosa: 1. Effects of fixation. Acta Pathol Microbiol Scand 1966; 66: 289-302.
- Mayrhofer G. Fixation and staining of granules in mucosal mast cells and intraepithelial lymphocytes in the rat jejunum, with special reference to the relationship between the acid glycosaminoglycans in the two cell types. The Histochemical J 1980; 12: 513-526.
- Crossmon G. A modification of Mallory's connective tissue stain with a discussion of the principles involved. Anat Rec 1937; 69: 33-38.
- Karaca T, Yörük M. Mast hücre heterojenitesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2005; 16: 57-60.
- Chen W, Alley M, Manktelow B, Davey P. Mast cells in the ovine lower respiratory tract: Heterogeneity, morphology and density. Int Arch Allergy Immunol 1990; 93: 99-106.
- Eren Ü, Sandıkçı M, Sur E, Boydak M. Seksüel siklusun farklı dönemlerinde fare uterusunda bulunan mast hücreleri üzerinde histolojik ve histokimyasal çalışmalar. Ankara Üniv Vet Fak Derg 1997; 44: 117-126
- Enerbäck L. The gut mucosal mast cell. Monogr Allergy. 1981; 17: 222-232.
- Ribatti D, Contino R, Quondamatteo F, Formica V, Tursi A. Mast cell populations in the chick embryo lung and their response to compound 48/80 and dexamethasone. Anat Embryol 1992; 186: 241-244.
- Valsala K, Järplid B, Hansen HJ. Distribution and ultrastructure of mast cells in the duck. Avian Dis 1986; 30: 653-657.

16. Demirbağ E, Çınar K, Kutlar M, Eroğlu G, Sarı S. Ratların (*Rattus Rattus*) ince bağırsaklarında mast hücre dağılımı ve heterojenitesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi 2012; 7: 92-99.
17. Tanyolaç A. Özel Histoloji. 1. Baskı, Ankara: Yorum Basımevi, 1999.
18. Gartner LP, Hiatt JL. Color Atlas and Text of Histology. 6th Edition, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2012.
19. Uslu S, Tatar M. Distribution of mast cells in the small intestine in different trimesters of pregnancy in rats. Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2022; 7: 191-194.
20. Karaca T, Yörük M, Uslu S. Hindi lenfoid organlarında (timus, dalak ve bursa fabricius) yaşa bağlı olarak mast hücrelerinin dağılımı ve heterojenitesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2006; 17: 5-8.
21. Ertuğrul T. The number and heterogeneity of mast cells in broiler ileum at different post-hatching periods. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi 2022; 93: 1-8.
22. Carlson H, Hacking M. Distribution of mast cells in chicken, turkey, pheasant, and quail, and their differentiation from basophils. Avian Dis 1972; 16: 574-577.