

Ankara Tav anı Tonsilla Palatinasında Vimentin mmunreaktivitesi

Feyzullah BEYAZ

Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji Embriyoloji ABD, Kayseri-TÜRK YE

Özet: Çalı ma, Ankara tav anı tonsilla palatinasında vimentin immunreaktivitesini ortaya koymak amacıyla planlandı. Ara tırmada, 10 adet sa lıklı eri kin Ankara tav anından alınan tonsilla palatinalar kullanıldı. mmunohistokimyasal boyamalar için Strept-ABC boyama metodu uygulandı. Monokriptik olan tonsilla palatina, içerisinde çok sayıda lenfoid hücre bulunan ve lenf foliküllerinin kriple temasını sa layan retiküler epitel ile bunların arasında kalan alanlarda çok katlı yassı keratinize olmayan epitelle çevrelenmi ti. Retiküler epitelde, vimentin pozitif immunreaksiyon gözlenirken, çok katlı yassı keratinize olmayan epitelde immunreaktivite saptanmadı. Retiküler epiteldeki vimentin pozitif hücreler 3-5 adet intraepiteliyal lenfosit bazolateral sitoplazmalarıyla çevrelemeleriyle karakterizeydi. Retiküler epitel içerisinde ve subepiteliyal alanlarda morfolojik olarak makrofajlara benzeyen bir kaç iri hücrenin sitoplazmasında ve sitoplazmik uzantılara sahip dendritik hücre benzeri hücrelerde kuvvetli vimentin immunreaktivitesi belirlendi. Ayrıca, folikül içerisindeki kan kapılları ve interfoliküler alanlarda yerle im gösteren yüksek endotelli venüllerin endotelinde de kuvvetli vimentin pozitif immunboyanma gözlemlendi. Sunulan çalı mayla, Ankara tav anı tonsilla palatinasında vimentin immunreaktivitesinin M hücreleri, makrofajlar, dendritik hücreler ve damar endotelinde olmak üzere çok geni bir da ılım sergiledi i ortaya konmu tur.

Anahtar Kelimeler: M hücresi, tav an, tonsilla, vimentin

The Immunoreactivity of Vimentin in Angora Rabbit Palatine Tonsil

Summary: This study was planned to determine the immunoreactivity of vimentin in Angora rabbit palatine tonsil. The palatine tonsils patterns taken from ten healthy, adult, Angora rabbits formed the material of our study. For the immunohistochemical stainings, a strept-ABC procedure was applied. The monocryptic palatine tonsils were covered with the reticular epithelium containing many lymphoid cells and providing contact between lymphoid follicles and crypt, and the non-keratinized squamous epithelium among reticular epithelium. In the reticular epithelium vimentin positive immunoreaction was seen whereas in the non-keratinized squamous epithelium immunoreactivity was not observed. In reticular epithelium, vimentin positive cells were characterised by 3-5 intraepithelial lymphocytes surrounded by basolateral cytoplasm. A few larger cells, located in the epithelium and the subepithelial tissue resembling macrophages, showed strong vimentin immunoreactivity of their cytoplasm. Intense vimentin immunoreactivity was also found in the cells having cytoplasmic process and resembling dendritic cells. Moreover, in the endothelium of blood capillaries and high endothelial venules, strongly positive immunostaining was determined. In this study, the vimentin immunoreactivity in palatine tonsil of Angora rabbit showed a wide distribution containing M cells, macrophages, dendritic cells and endothelium of vessels.

Key Words: M cells, rabbit, tonsils, vimentin

Giri

Tonsillalar, farinksin lamina propriyası içerisinde yerle mi çok sayıdaki agregat lenf folikülünden olu an sekonder lenfoid yapılarıdır (14, 27). Bu lenfoid olu umlar, solunum ve a ız yoluyla alınan antijen ve patojenlerin ilk temas yerleri olmaları nedeniyle mukozal immun savunmanın önemli unsurlarından sayılmaktadırlar (30, 32). Tonsillalar yerle im yerlerine göre, tonsilla palatina, tonsilla lingualis, tonsilla faringea ve tonsilla tubalis olarak adlandırılırken (29, 33), bunların hepsine birden Waldeyer halkası denilmektedir (29). Koyunlarda Waldeyer halkasına ilaveten, tonsilla veli palatini ve tonsilla paraepiglottica bulunmaktadır (6). Kemirgenler ise Waldeyer halkasına sahip olmayıp, bu hayvanlarda nazal ili kili lenfoid doku (NALT)

geli mi tir (14). Domuzlarda tonsilla palatina bulunmazken (2, 16), tav anlarda sadece tonsilla palatinanın varlı ı bilinmektedir (25).

Tonsilla palatina, solunum ve sindirim sistemi kanallarının giri indeki orofarinkste stratejik olarak yerle mi , solunum ve a ız yoluyla alınan antijenlerin immunolojik gözetiminden sorumlu bir mukozal ile ili kili lenfoid yapıdır (MALT) (5, 23). Tonsilla palatinaların, faringeal yüzeyleri çok katlı non-keratinize epitelle örtülü olup, kriplere bakan yüzleri ise özel bir epitel olan retiküler epitelle çevrilidir (27, 29). Retiküler epitel, birbirine desmozomlarla ba lı fakat ekileri de i ikli e u ramı epitel hücreleri ve epitel içerisinde infiltrat olu lenfoid hücrelerden olu ur (1, 28). Retiküler epitel içerisindeki immunsistem hücreleri, T ve B lenfositler, M hücreleri, makrofajlar, plazma hücreleri ve dendritik hücreler olarak bilinmektedir (1, 28) . Epitelin hemen altında ise intrafoliküler alanlarla çevrili ve germinal merkez içeren çok sayıda agregat lenf

folikülleri bulunmaktadır (18, 24). Interfoliküler alanlarda ise yüksek endotelli venüller (HEV) olarak adlandırılan post-kapillar venüller yer almaktadır (28, 34).

İntestinal kanalda Peyyer plakları ve apendiks gibi lenfoid yapıların folikülle ili kili epitellerinde (FAE) intraluminal makromolekülleri ve patojenleri trans-epitelial yolla alarak altlarında lokalize olmu immun sistem hücrelerine iletmekle görevli M hücreleri bulunmaktadır (3, 5). Tav an (25), koyun (26), köpek (1) ve insan (17, 18, 28, 31) tonsilla palatinalarının kripte epitellerinde intestinal M hücrelerine morfolojik olarak oldukça benzeyen ve aynı fonksiyona sahip hücrelerin bulunduğu bildirilmiştir. Buna karşın tav an atların tonsilla palatinasında M hücreleri belirlenememiştir (22).

Hücre iskeletinin yapısına giren vimentin protein tabiatında intermediyer bir filamandır (15). Vimentin genellikle mezodermal kökenli hücrelerde bulunmakla birlikte (19), bazı ektodermal ve endodermal kökenli hücrelerde sitokeratinlerle birlikte yer almaktadır (4, 8, 20). Tav anların barsak ili kili lenfoid doku (GALT) (8, 9), bronş ili kili lenfoid doku (BALT) (7) ve tonsilla palatina (9, 10, 11, 12) FAE'lerindeki M hücrelerinin vimentin intermediyer filamanlarını içerdiği anlaşılmıştır. Bununla birlikte, insan tonsilla palatina M hücrelerinin vimentin içermedikleri görülmüştür (21). Anti-vimentin primer antikoları tav an M hücrelerinin tanısında güvenilir belirleyiciler olarak kullanılmaktadır (8, 9, 10).

İnsan (17, 24, 28, 30, 31) ve çeşitli hayvanların (1, 2, 6, 12, 22, 25, 26, 32, 34) tonsillalarının morfolojik ve immunolojik yapısı ve üzerinde çok sayıda ara tırma bulunmaktadır. Ankara tav anı bir kültür ırkı olup üzerinde yapılan bilimsel araştırmalar oldukça azdır. Bu hayvanların tonsilla palatinasında vimentin intermediyer filamanlarının lokalizasyonu ile ilgili herhangi bir araştıрма bulunmamaktadır. Çalışmada, Ankara tav anı tonsilla palatinasında vimentin immunreaktivitesini immunohistokimyasal olarak belirlemek amacıyla planlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

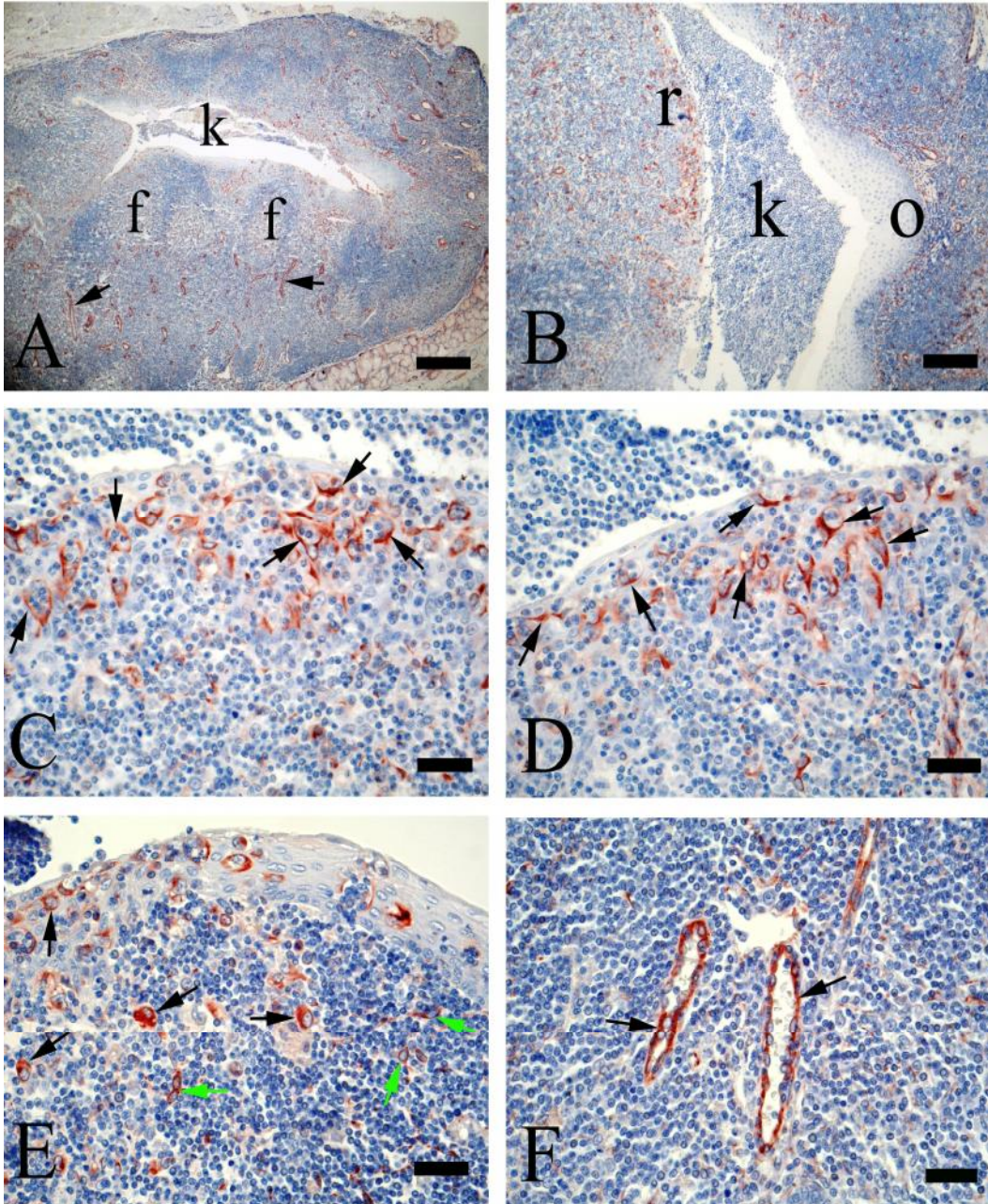
Çalışmada materyal olarak, etik kurul onayı alınmıştır (ERÜ Veteriner Fakültesi Etik Kurulu, 09.04.2003 tarihli, 24 toplantı sayılı, 25 nolu kararı) farklı bir çalışmada kullanılan sağlıklı, erişkin on adet Ankara tav anından alınan dokular kullanıldı. Tav anlar, sodyum pentobarbütalin damar içi uygulanmasıyla ötenazi edildi. Ardından, orofarinksin her iki tarafında yerleşmiş olan tonsilla

palatinalar çıkartıldı. Alınan doku örnekleri, serum fizyolojik içerisinde kısa bir süre yıkandı, istenilen boyutlara getirildikten sonra Bouine tespit solüsyonunda 2 saat süreyle tespit edildi. Dokular, sırasıyla derceli alkoller, metil benzoat ve benzol serilerinden geçirilerek parafinde bloklandı. Parafin bloklardan Poly-L-lizininli lamlara 5 µm kalınlığında kesitler alındı.

Vimentin immunoreaktivitesinin belirlenmesi amacıyla alınan kesitlere, Avidin-Biotin-Peroksidaz Kompleks (ABC) immunohistokimyasal boyama yöntemi uygulandı. Endojen peroksidin uzaklaştırılması için kesitler metanolde hazırlanmış %3'lük hidrojen peroksitte (H₂O₂) 20 dakika süreyle tutuldu. Antijenik özelliklerin yeniden kazandırılması amacıyla, 96 °C'lik sitrat tampon (pH; 6,0) solüsyonunda 20 dakika süreyle kaynatıldı. Oda ısısında aynı solüsyon içerisinde 20 dakika süreyle soğutmaya bırakılan kesitler, ardından fosfat buffer salin (PBS, pH; 7,4) solüsyonuyla yıkandı. Ardından, spesifik olmayan bağlanmaların engellenmesi için 5 dakika süreyle %10'luk keçi serumu (Thermo Scientific, USA) uygulandı. Bu işlemi takiben, anti-kor sulandırma solüsyonuyla (Thermo Scientific, USA) 1/200 oranında sulandırılan monoklonal mouse anti-vimentin (Klon; V9, DAKO) primer antikoruyla oda sıcaklığında 1 saat süreyle inkübasyona bırakıldı. Inkübasyondan sonra 20 dakika biyotinli anti-mouse sekonder antikoru (Thermo Scientific, USA) ve 20 dakika avidin-peroksidaz solüsyonlarıyla (Thermo Scientific, USA) muamele edildi. Antijen-antikor reaksiyonunun görüntülenebilmesi için 5-10 dakika süreyle 3-amino 9-etil karbazol (AEC) kromojeni (Thermo Scientific, USA), ardından da zemin boyaması için 2-3 dakika süreyle Gill hematoksileni uygulandı. Tüm yıkamalar PBS ile yapılırken, boyama işlemleri bir nem kamerası (Shandon, UK) içerisinde gerçekleştirildi. Anti-vimentin primer antikoru için pozitif kontrol olarak tav anların böbrek ve deri kesitleri kullanıldı. Negatif kontrol için primer antikoların yerine immun olmayan serum damlatılarak geriye kalan boyama işlemlerine devam edildi.

Bulgular

Ankara tav anlarının orofarinksinin arka duvarında makroskopik olarak gözlenebilen iki adet tonsilla palatina belirlendi. Histolojik incelemede tonsilla palatinaların, kripte çevreleyen epitel ile epitelin altında toplanmış çok sayıda lenf folikülü ve bunların arasındaki interfoliküler alanlardan oluştuğu görüldü (ekil 1A). Tonsilla palatinada kripte etrafında çok katlı yassı keratinize olmayan epitel ve retiküler epitel olmak üzere iki farklı epitel tespit



ekil 1. Ankara tav anı tonsilla palatinasında vimentinin immunohistokimyasal lokalizasyonu, immunperoksidaz, AEC.

- A) Tonsilla palatinanın genel görünümü, k; kript, f; lenf folikülleri, oklar; vimentin pozitif boyanan yüksek endotelili venüller, bar; 100 μ m.
- B) Tonsilla palatinanın retiküler epitelinde (r) vimentin immunreaktivitesi, o; vimentin negatif boyanma görülen çok katlı yassı non-keratinize kript epitel, bar; 50 μ m.
- C) Retiküler epitelde EL'leri intraepitelyal invaginasyonla çevrelemeleriyle karakterize vimentin pozitif M hücreleri (oklar), bar; 25 μ m.
- D) Kriptin farklı bir alanındaki retiküler epitelde EL'leri intraepitelyal invaginasyonla çevrelemeleriyle karakterize vimentin pozitif M hücreleri (oklar), bar; 25 μ m.
- E) Epitel içerisinde ve epitel atındaki dokuda makrofaj benzeri (siyah oklar) ve dendritik hücre benzeri vimentin pozitif hücreler (ye il oklar), bar; 25 μ m.
- F) İnterfoliküler alanlarda endotel hücreleri vimentin pozitif boyanan yüksek endotelili venüller (oklar), bar; 25 μ m.

edildi. Kript lumeni, içerisinde çok sayıda lenfoid hücre içeren ve lenf foliküllerinin kriptle temasını sağlayan retiküler epitel ve bunların arasında kalan alanlarda da çok katlı yassı keratinize olmayan epitelle çevrelenmiştir.

Yapılan immunohistokimyasal boyamalarda, tonsillanın çok katlı yassı keratinize olmayan epitelinde vimentin immunreaktivitesi belirlenmezken, retiküler epitelde belirgin bir immunreaksiyon olduğu dikkati çekti (ekil 1B). Retiküler epitel içerisinde çok sayıda vimentin pozitif hücrenin lokalize olduğu görüldü. Bu vimentin pozitif hücreler, 3-5 adet intraepitelyal lenfosit (EL) bazolateral sitoplazmalarıyla çevrelemeleriyle karakterizeydi. Vimentin immunreaksiyonu özellikle perinükleer ve EL'leri çevreleyen sitoplazma bölümlerinde belirgindi (ekil 1C ve D).

Retiküler epitel içerisinde ve subepitelyal alanlarda morfolojik olarak makrofajlara benzeyen birkaç iri hücrenin sitoplazmasında kuvvetli vimentin immunreaktivitesi belirlendi (ekil 1E). Benzer alanlarda sitoplazmik uzantılara sahip dendritik hücrelerde de immunreaksiyon görüldü (ekil 1E). Ayrıca, follikül içerisindeki kan kapılları ve interfolliküler alanlarda yerleşik gösteren yüksek endotelli venüllerin endotelinde kuvvetli vimentin pozitif immunboyanma belirlendi (ekil 1F).

Tartışma ve Sonuç

MALT, mukozal yüzeyler boyunca karışık olarak spesifik antijenlere karşı immun yanıt oluşturulmasından sorumludur (5, 23). Tonsilla palatina, solunum ve sindirim sistemi kanallarının girişinde bulunan orofarinkste stratejik olarak yerleşik ve hem solunum hem de ağız yoluyla alınan antijenlerin immunolojik gözetiminde görevli bir lenfoid olmaktadır (29, 33). Tonsilla palatinaların histolojik ve immunolojik yapısıyla ilgili özellikle insan (17, 24, 28, 30, 31), at (22), köpek (1), deve (34) ve tavşanlarda (25) çok sayıda ara tırma yapılmıştır. Buna karşın bir kültür ırkı olan Ankara tavşanlarının tonsilla palatinası üzerinde herhangi bir ara tırmaya rastlanmamıştır. Sunulan çalışmada, vimentin intermediyer filamanlarının Ankara tavşanının tonsilla palatinasındaki varlığı ve lokalizasyonu immunohistokimyasal olarak ilk defa ortaya konmuştur.

İnsan ve çeşitli hayvanlarda tonsilla palatina, tonsilla lingualis, tonsilla farengea ve tonsilla tubalis olmak üzere dört farklı tonsilla tanımlanmıştır (29, 33). İnsan ve ruminantlarda tonsilla palatinanın kriptlerden oluştuğu (17, 24, 28), köpek tonsilla palatinasında hiç kript bulunmadığı bildiril-

miştir (1). Tavşanların tonsilla palatinasında ise çok sayıda lenf folikülü içeren tek bir kriptin yer aldığı görülmüştür (25). İnsan ve hayvanlarda tonsilla palatinadaki kriptler çok katlı yassı keratinize olmayan ve retiküler epitelle örtülü olarak tanımlanmıştır (27, 29, 33). Sunulan çalışmada, Olah ve Everett, (1975)'in bulgularıyla uyumlu olarak Ankara tavşanlarının tonsilla palatinasında tek olan kriptin, yapısında çok sayıda intraepitelyal lenfoid hücre bulunan retiküler epitel ve çok katlı yassı keratinize olmayan epitelle örtüldüğü belirlenmiştir.

Gebert ve ark., (1995) yaptıkları araştırmalarında, tavşan tonsilla palatinasında kripti çevreleyen epitelde çok sayıda vimentin pozitif hücrenin bulunduğunu bildirmiştir. Sunulan çalışmada, bu araştırmacıların bulgularıyla uyumlu olarak kriptleri çevreleyen retiküler epiteldeki bazı hücrelerde kuvvetli pozitif immunreaksiyon görüldüğünde, çok katlı yassı keratinize olmayan epitelde herhangi bir immunboyanma belirlenmemiştir. Retiküler epitel içerisindeki vimentin pozitif hücreler EL'leri çevrelemeleriyle karakterize olup, immunreaktivitenin özellikle bu hücrelerin perinükleer ve EL'leri çevreleyen sitoplazma bölümünde olduğu dikkati çekti. İnsan tonsilla palatinasında EL'lerin vimentin pozitif boyandığı bildirilmiştir (21) olsa da sunulan çalışmada EL'ler negatif immunreaksiyon sergiledi. Ayrıca, vimentin pozitif hücrelerin apikal sitoplazması ve çekirdekleri ile epitel hücrelerinin sitoplazmalarında da immunboyanma gözlemlendi. Tavşanların GALT (8, 20), BALT (7) ve tonsilla palatinasındaki (9, 10, 11, 12) M hücrelerinin anti-vimentin primer antikoruyla pozitif boyandığının bilinmesi nedeniyle, sunulan çalışmada EL'leri sitoplazmik membranla çevreleyen vimentin pozitif hücreler M hücreleri olarak değerlendirildi.

İnsan ve tavşan tonsilla palatinalarında makrofajların ve dendritik hücrelerin anti-vimentin primer antikoruyla pozitif boyandığı bildirilmiştir (10, 21). Sunulan çalışmada, retiküler epitelin içerisinde ve epitel altındaki dokuda morfolojik olarak makrofaja benzeyen birkaç iri hücrede kuvvetli vimentin immunreaktivitesine rastlanmıştır. Bununla birlikte follikül, içerisinde sitoplazmik uzantılara sahip dendritik hücre benzeri hücrelerde de kuvvetli immunreaksiyon görülmüştür. Sunulan çalışmada, bu vimentin pozitif hücreler morfolojik yapıları temel alındığında sırasıyla makrofaj ve dendritik hücreler olarak değerlendirilmiştir.

Lenfositlerin lenfoid dokulara geçişini, yüksek endotelli venüller (HEV) olarak adlandırılan postkapıllar venüller aracılığıyla olmaktadır (13). HEV'ler dalak dışındaki lenf duktusları, Peyrer

plakları ve tonsillalar gibi diğer sekonder lenfoid organların interfoliküler alanlarında yerleşim göstermektedir (5, 23). HEV'lerin insan (24, 28), at (22), koyun (6) ve deve (34) tonsilla palatinalarında T lenfosit bölgesi olan interfoliküler alanlarda yerleşimi bildirilmiştir. Damar endotel hücrelerinin mezenter kökenli olmaları nedeniyle vimentin intermediyer filamanlarını içerdikleri bilinmektedir (19). Buna bağlı olarak, sunulan çalışmada tüm kan damarları endotelinin anti-vimentin primer antikoruyla pozitif boyanması beklendi. Sunulan çalışmada, özellikle interfoliküler alanlarda lokalize olan yüksek endotelli venülleri oluşturan endotel hücrelerinde kuvvetli immunreaksiyon görüldü. Buna karşın endotel hücrelerinin arasında bulunan lenfositlerde herhangi bir boyanma gözlenmedi.

Intermediyer bir filaman olan vimentinin genellikle mezenter kökenli hücrelerde bulunduğu bilinmektedir (15, 19). Ancak, bazı endodermal ve ektodermal kökenli hücrelerde sitokeratinlerle birlikte bulunabileceği de bildirilmiştir (4, 8, 20). Vimentin filamanlarının hücre içi fonksiyonları; hücrelere esneklik kazandırma, organellerin sitosol içerisinde sabit kalmasını temini ve hücre iskeletinin yapısına katılmak olarak açıklanmıştır (15). Ayrıca, hücre zarı ve çekirdek laminleri arasında yapısal bir bağlantı kurmak suretiyle hücre içi sinyal iletiminde görevli olduğu da belirlenmiştir (19). Sunulan çalışmada, M hücrelerinin perinükleer sitoplazmasında ve EL'leri çevreleyen sitoplazma bölümünde yoğun olarak bulunan vimentin, bazolateral bir paketle çevrelenen EL'lerin bazal yerleşimli hücre çekirdeğine baskı yapmasını engellediği ve pakete sürekli girip çıkan lenfositler nedeniyle hücreye esneklik kazandırarak hücre morfolojisini koruduğu düşünülmüştür. Diğer bir fonksiyon olarak da, vimentin filamanlarının M hücrelerinin membranlarıyla yakın temas halinde olan EL'ler arasında sinyal iletimi sağladığı söylenebilir. Makrofajların ve dendritik hücrelerin vimentin pozitif boyanması ise bu hücrelerin mezenter kökenli olduğu un göstergesidir.

Sunulan çalışmayla, Ankara tavşanı tonsilla palatinalarında vimentin immunreaktivitesinin M hücreleri, makrofajlar, dendritik hücreler ve damar endotelinde olmak üzere çok geniş bir dağılım sergilediği ortaya konulmuştur.

Kaynaklar

1. Belz GT, Heath TJ, 1995. The epithelium of canine palatine tonsils. *Anat Embryol*, 192: 189-194.
2. Belz GT, Heath TJ, 1996. Tonsils of the soft palate of young pigs: Crypt structure and lymphoepithelium. *Anat Rec*, 245: 102-113.
3. Beyaz F, 2004. M hücreleri: Membranöz epitel hücreleri. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg*, 1(2): 133-138.
4. Carapelli A, Regoli M, Nicoletti C, Ermini L, Fonzi L, Bertelli E, 2004. Rabbit tonsil-associated M-cells express cytokeratin 20 and take up particulate antigen. *J Histochem Cytochem*, 52: 1323-1331.
5. Cesta MF, 2006. Normal structure, function, and histology of mucosa-associated lymphoid tissue. *Toxicol Pathol*, 34: 599-608.
6. Cocquyt G, Baten T, Simoens P, Van Den Broeck W, 2005. Anatomical localisation and histology of the ovine tonsils. *Vet Immunol Immunopathol*, 107: 79-86.
7. Gebert A, Hach G, 1992. Vimentin antibodies stain membranous epithelial cells in the rabbit bronchus-associated lymphoid (BALT). *Histochemistry*, 98: 271-273.
8. Gebert A, Hach G, Bartels H, 1992. Colocalization of vimentin and cytokeratins in M-cells of rabbit gut-associated lymphoid tissue (GALT). *Cell Tissue Res*, 269: 331-340.
9. Gebert A, 1995. Identification of M-cells in the rabbit tonsil by vimentin immunohistochemistry and in vivo protein transport. *Histochem Cell Biol*, 104: 211-220.
10. Gebert A, Willführ B, Pabst R, 1995. The rabbit M-cell marker vimentin is present in epithelial cells of the tonsil crypt. *Acta Otolaryngol*, 115: 697-700.
11. Gebert A, 1996. M-cells in the rabbit tonsils exhibit distinctive glycoconjugates in their apical membranes. *J Histochem Cytochem*, 44: 1033-1042.
12. Gebert A, 1997. M cells in the rabbit palatine tonsils: the distribution, spatial arrangement and membrane subdomains as defined by confocal lectin histochemistry. *Anat Embryol*, 195: 353-358.
13. Girard J-P, Springer TA, 1995. High endothelium venules (HEVs): specialization endothelium for lymphocyte migration. *Immunol Today*, 16(9): 449-457.

14. Haley PJ, 2003. Species differences in the structure and function of the immune system. *Toxicology*, 188: 49-71.
15. Hermann H, Bar H, Kreplak L, Strelkov SV, Aebi U, 2007. Intermediate filaments: from cell architecture to nanomechanics. *Nature Rev*, 8: 562-573.
16. Horter DC, Yoon KJ, Zimmerman JJ, 2003. A review of porcine tonsils in immunity and disease. *Anim Health Res Rev*, 4(2): 143-155.
17. Howie AJ, 1980. Scanning and transmission electron microscopy on the epithelium of human palatine tonsils. *J Pathol*, 130: 91-98.
18. Howie AJ, 1982. The cells in tonsillar crypts. *Clin Otolaryngol Allied Sci*, 7(1): 35-44.
19. Ivaska J, Pallari H-M, Nevo J, Eriksson JE, 2007. Novel functions of vimentin in cell adhesion, migration, and signaling. *Exp Cell Res*, 313: 2050-2062.
20. Jepson MA, Mason CM, Bennett MK, Simmons NL, Hirst BH, 1992. Co-expression of vimentin and cytokeratins in M cells of rabbit intestinal lymphoid follicle-associated epithelium. *Histochem J*, 24: 33-39.
21. Koshi R, Yardulak M, Perry ME, 2001. Vimentin, cytokeratin 8 and cytokeratin 18 are not spesific markers for M-cells in human palatine tonsils. *J Anat*, 199: 663-674.
22. Kumar P, Timoney JF, 2005. Histology, immunohistochemistry and ultrastructure of the equine palatine tonsil. *Anat Histol Embryol*, 34: 192-198.
23. Liebler-Tenorio EM, Reinhard P, 2006. MALT structure and function in farm animals. *Vet Res*, 37: 257-280.
24. Nave H, Gebert A, Pabst A, 2001. Morphology and immunology of the human palatine tonsil. *Anat Embryol*, 204: 367-373.
25. Olah I, Everett NB, 1975. Surface epithelium of the rabbit palatine tonsil: scanning and transmission electron microscopic study. *J Reticuloendothel Soc*, 18: 53-62.
26. Olah I, Takacs L, Törö I, 1988. Formation of lymphoepithelial tissue in the sheep's palatine tonsil. *Acta Otolaryngol*, 105: 7-17.
27. Pabst R, 2007. Plasticity and heterogeneity of lymphoid organs What are criteria to call a lymphoid organ primary, secondary or tertiary? *Immunol Letters*, 112: 1-8.
28. Perry M, 1994. The specialised structure of crypt epithelium in the human palatine tonsil and its fuctional significance. *J Anat*, 185: 111-127.
29. Perry M, Whyte A, 1998. Immunology of the tonsils. *Rev Immunol Today*, 19(9): 414-421.
30. Surjan LJ, 1987. Tonsils and lympho-epithelial structures in the pharynx as immuno-barriers. *Acta Otolaryngol*, 103: 369-372.
31. Surjan LJ, 1988. Immunohistochemical markers of tonsillar crypt epithelium. *Acta Otolaryngol*, 454: 60-63.
32. Suzumoto M, Hotomi M, Fujihara K, Tamura S, Kuki K, Tohya K, Kimura M, Yamanaka N, 2006. Functions of tonsils in the mucosal immune system of the upper respiratory tract using a novel animal model, *Suncus murinus*. *Acta Otolaryngol*, 126: 1164-1170.
33. Van Kempen MJP, Rijkers GT, Van Cauwenberge PB, 2000. The immune response in adenoids and tonsils. *Int Arch Allergy Immunol*, 122: 8-19.
34. Zidan M, Pabst R, 2009. The microanatomy of the palatine tonsils of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Anat Rec*, 292: 1192-1197.

Yazı ma Adresi

Yrd. Doç. Dr. Feyzullah BEYAZ
 Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi
 Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı
 Barı Manço Cad. No.1 Kocasinan KAYSER
 Tel: 352 3380006-155
 E-Mail: fbeyaz@erciyes.edu.tr