

PAPER DETAILS

TITLE: Ankara Tavsani Tonsilla Palatinasinda Vimentin Immunreaktivitesi

AUTHORS: F BEYAZ

PAGES: 105-110

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/66137>

Ankara Tavşanı Tonsilla Palatinasında Vimentin İmmunreaktivitesi

Feyzullah BEYAZ

Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji Embriyoloji ABD, Kayseri-TÜRKİYE

Özet: Çalışma, Ankara tavşanı tonsilla palatinasında vimentin immünreaktivitesini ortaya koymak amacıyla planlandı. Araştırmada, 10 adet sağlıklı erişkin Ankara tavşanından alınan tonsilla palatinalar kullanıldı. İmmunohistokimyasal boyamalar için Strept-ABC boyama metodu uygulandı. Monokriptik olan tonsilla palatina, içerisinde çok sayıda lenfoid hücre bulunan ve lenf foliküllerinin kripte temasını sağlayan retiküler epitel ile bunların arasında kalan alanlarda çok katlı yassı keratinize olmayan epitelde çevrelenmişti. Retiküler epitelde, vimentin pozitif immünreaksiyon gözlenirken, çok katlı yassı keratinize olmayan epitelde immünreaktivite saptanmadı. Retiküler epiteldeki vimentin pozitif hücreler 3-5 adet intraepitelial lenfosit bazolateral sitoplazmalarıyla çevrelemeleriyle karakterizeydi. Retiküler epitel içerisinde ve subepitelial alanlarda morfolojik olarak makrofajlara benzeyen bir kaç iri hücrenin sitoplazmasında ve sitoplazmik uzantılara sahip dendritik hücre benzeri hücrelerde kuvvetli vimentin immünreaktivitesi belirlendi. Ayrıca, folikül içerisinde kan kapılları ve interfoliküler alanlarda yerleşim gösteren yüksek endotelli venüllerin endotelinde de kuvvetli vimentin pozitif immünboyanma gözlemlendi. Sunulan çalışmayla, Ankara tavşanı tonsilla palatinasında vimentin immünreaktivitesinin M hücreleri, makrofajlar, dendritik hücreler ve damar endotelinde olmak üzere çok geniş bir dağılım sergilediği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: M hücresi, tavşan, 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

Giriş

Tonsillalar, farinksin lamina propriyası içerisinde yerleşmiş çok sayıdaki agregat lenf folikülünden oluşan sekonder lenfoid yapılardır (14, 27). Bu lenfoid oluşumlar, solunum ve ağız yoluyla alınan antijen ve patojenlerin ilk temas yerleri olmaları nedeniyle mukozal immün savunmanın önemli unsurlarından sayılmaktadırlar (30, 32). Tonsillalar yerleşim 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 ilişkili lenfoid doku (NALT)

gelişmiştir (14). Domuzlarda tonsilla palatina bulunmazken (2, 16), tavşanlarda sadece tonsilla palatinanın varlığı bilinmektedir (25).

Tonsilla palatina, solunum ve sindirim sistemi kanallarının girişindeki orofarinkste stratejik olarak yerleşmiş, solunum ve ağız yoluyla alınan antijenlerin immünolojik gözetiminden sorumlu bir mukozal ile ilişkili lenfoid yapıdır (MALT) (5, 23). Tonsilla palatinaların, faringeal yüzeyleri çok katlı non-keratinize epitel ile örtülü olup, kripte bakan yüzleri ise özel bir epitel olan retiküler epitel ile çevrilidir (27, 29). Retiküler epitel, birbirine desmozomlarla bağlı fakat şekilleri değişikliğe uğramış epitel hücreleri ve epitel içerisine infiltre olmuş lenfoid hücrelerden oluşur (1, 28). Retiküler epitel içerisindeki immün sistem 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). İnterfoliküler alanlarda ise yüksek endotelli venüller (HEV) olarak adlandırılan post-kapillar venüller yer almaktadır (28, 34).

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

Hücre iskeletinin yapısına giren vimentin protein tabiatında intermediyer bir filamandır (15). Vimentin genellikle mezenşimal kökenli hücrelerde bulunmakla birlikte (19), bazı ektodermal ve endodermal kökenli hücrelerde sitokeratinlerle birlikte yerleşim göstermektedir (4, 8, 20). Tavşanların bağırsakla ilişkili lenfoid doku (GALT) (8, 9), bronşlarla ilişkili 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 antikorları tavşan 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 araştırma bulunmaktadır. Ankara tavşanı bir kültür ırkı olup üzerinde yapılan bilimsel araştırmalar oldukça azdır. Bu hayvanların tonsilla palatinasında vimentin intermediyer filamanlarının lokalizasyonu ile ilgili herhangi bir araştırma bulunmamaktadır. Çalışma, Ankara tavşanı tonsilla palatinasında vimentin immunreaktivitesini immunohistokimyasal olarak belirlemek amacıyla planlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

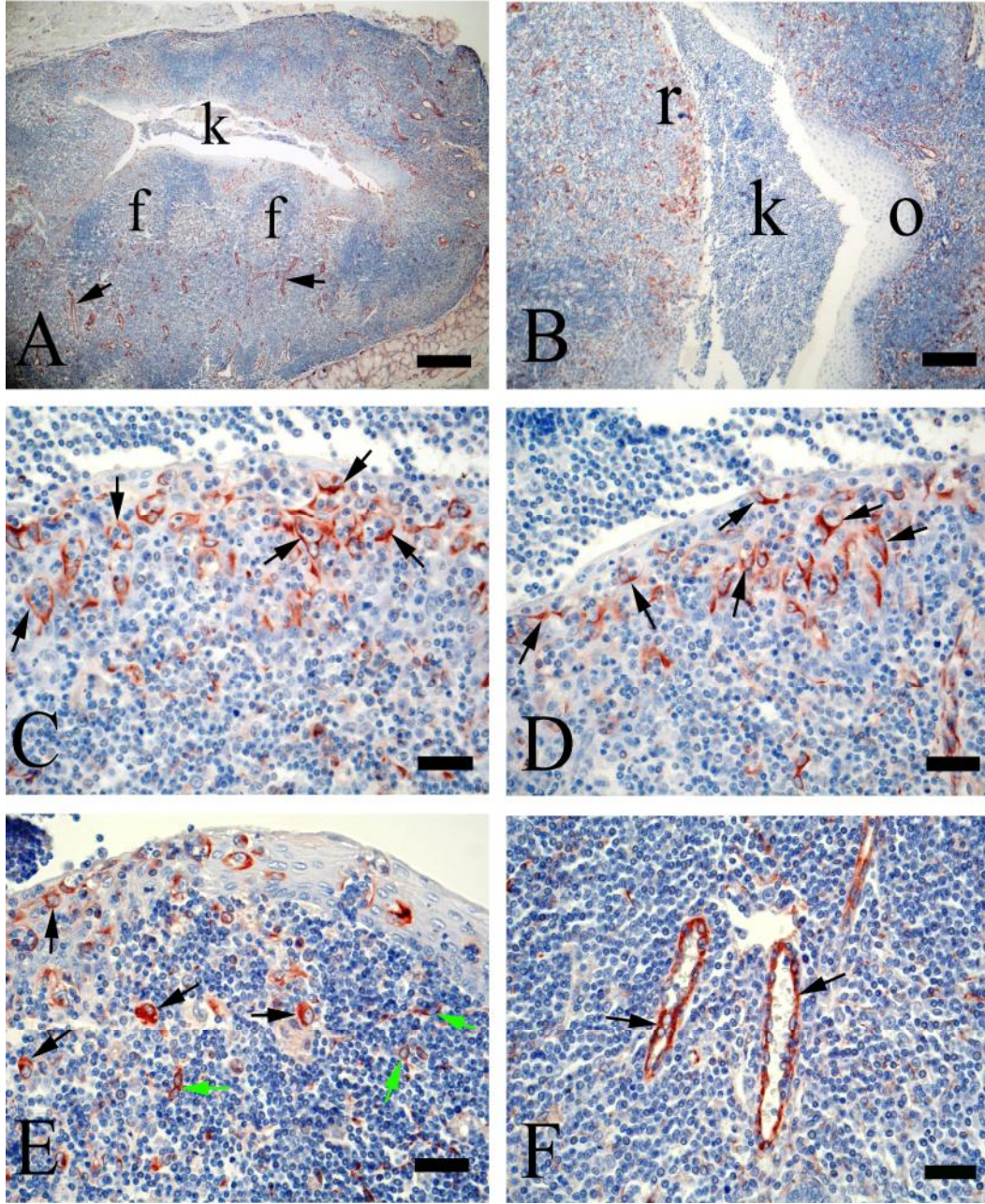
Çalışmada materyal olarak, etik kurul onayı alınmış (ERÜ Veteriner Fakültesi Etik Kurulu, 09.04.2003 tarihli, 24 toplantı sayılı, 25 nolu kararı) farklı bir çalışmada kullanılan sağlıklı, erişkin on adet Ankara tavşanından alınan dokular kullanıldı. Tavşanlar, sodyum pentobarbütalin damar içi uygulanmasıyla 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 dereceli alkoller, metil benzoat ve benzol serilerinden geçirilerek parafinde bloklandı. Parafin bloklardan Poly-L-lizinli lamlara 5 µm kalınlığında kesitler alındı.

Vimentin immunoreaktivitesinin belirlenmesi amacıyla alınan kesitlere, Avidin-Biotin-Peroksidaz Kompleks (ABC) immunohistokimyasal boyama yöntemi uygulandı. Endojen peroksitin uzaklaştırılması için kesitler metanolde hazırlanmış %3'lük hidrojen peroksitte (H_2O_2) 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 soğumaya bırakılan kesitler, ardından fosfat buffer salin (PBS, pH; 7,4) solüsyonuyla yıkandı. Ardından, spesifik olmayan bağlanmaların engellenebilmesi 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 anti-koruyla oda sıcaklığında 1 saat süreyle inkübasyona bırakıldı. İnkübasyondan sonra 20 dakika biyotinli anti-mouse sekonder antikor (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 kamarası (Shandon, UK) içerisinde gerçekleştirildi. Anti-vimentin primer antikoru için pozitif kontrol olarak tavşanların böbrek ve deri kesitleri kullanıldı. Negatif kontrol için primer antikorların yerine immun olmayan serum damlatılarak geriye kalan boyama işlemlerine devam edildi.

Bulgular

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



Şekil 1. Ankara tavşanı tonsilla palatinasında vimentinin immunohistokimyasal lokalizasyonu, immunperoksidaz, AEC.

- A)** Tonsilla palatinanın genel görünümü, k; kript, f; lenf folikülleri, oklar; vimentin pozitif boyanan yüksek endotelli venüller, bar; 100 μ m.
- B)** Tonsilla palatinanın retiküler epitelinde (r) vimentin immunreaktivitesi, o; vimentin negatif boyanma görülen çok katlı yassı non-keratinize kript epiteli, bar; 50 μ m.
- C)** Retiküler epitelde İEL'leri intraepitelyal invaginasyonla çevrelemeleriyle karakterize vimentin pozitif M hücreleri (oklar), bar; 25 μ m.
- D)** Kriptin farklı bir alanındaki retiküler epitelde İEL'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 (yeşil oklar), bar; 25 μ m.
- F)** İnterfoliküler alanlarda endotel hücreleri vimentin pozitif boyanan yüksek endotelli 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 çevrelenmişti.

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

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

Tartışma ve Sonuç

MALT, mukozal yüzeyler boyunca karşılaşılan spesifik antijenlere karşı immun yanıt oluşturmamasından sorumludur (5, 23). Tonsilla palatina, solunum ve sindirim sistemi kanallarının girişinde bulunan orofarinkste stratejik olarak yerleşen ve hem solunum hem de ağız yoluyla alınan antijenlerin immunolojik gözetiminde görevli bir lenfoid oluşumdur (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 araştırma yapılmıştır. Buna karşın bir kültür ırkı olan Ankara tavşanlarının tonsilla palatinası üzerinde herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Sunulan çalışmayla, 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 farengia 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 intraepitelial 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 görülürken, çok katlı yassı keratinize olmayan epitelde herhangi bir immunboyama belirlenmemiştir. Retiküler epitel içerisindeki vimentin pozitif hücreler IEL'leri çevrelemeleriyle karakterize olup, immunreaktivitenin özellikle bu hücrelerin perinükleer ve IEL'leri çevreleyen sitoplazma bölümünde olduğu dikkati çekti. İnsan tonsilla palatinasında IEL'lerin vimentin pozitif boyandığı bildirilmiş (21) olsa da sunulan çalışmada IEL'ler negatif immunreaksiyon sergiledi. Ayrıca, vimentin pozitif hücrelerin apikal sitoplazması ve çekirdekleri ile epitel hücrelerinin sitoplazmalarında da immunboyama gözlenmedi. Tavşanların GALT (8, 20), BALT (7) ve tonsilla palatinasındaki (9, 10, 11, 12) M hücrelerinin anti-vimentin primer antikorlarıyla pozitif boyandığının bilinmesi nedeniyle, sunulan çalışmada IEL'leri sitoplazmik membranla çevreleyen vimentin pozitif hücreler M hücreleri olarak değerlendirildi.

İnsan ve tavşan tonsilla palatinalarında makrofajların ve dendritik hücrelerin anti-vimentin primer antikorlarıyla 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 geçişi, yüksek endotelli venüller (HEV) olarak adlandırılan postkapilar venüller aracılığıyla olmaktadır (13). HEV'ler dalak dışındaki, lenf düğümleri, Peyer

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 yerleştiği bildirilmiştir. Damar endotel hücrelerinin mezenşimal kökenli olmaları nedeniyle vimentin intermediyer filamanlarını içerdikleri bilinmektedir (19). Buna bağlı olarak, sunulan çalışmada tüm kan damarları endotellerinin anti-vimentin primer antikoruyla pozitif boyanması beklenildi. 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.

İntermediyer bir filaman olan vimentinin genellikle mezenşimal 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 kalmasının 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 perinüklear sitoplazmasında ve İEL'leri çevreleyen sitoplazma bölümünde yoğun olarak bulunan vimentin, bazolateral bir pakette çevrelenen İEL'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 İEL'ler arasında sinyal iletimi sağladığı söylenebilir. Makrofajların ve dendritik hücrelerin vimentin pozitif boyanması ise bu hücrelerin mezenşimal kökenli olduğunun göstergesidir.

Sunulan çalışmayla, Ankara tavşanı tonsilla palatinasında vimentin immunreaktivitesinin M hücreleri, makrofajlar, dendritik hücreler ve damar endotellerinde 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. Co-localization 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.

Yazışma Adresi

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