

İmmun Sistem Hücrelerinde CD Molekülleri

Şükran YEDİEL ARAS*1, Ebru KARADAĞ SARI²

¹Kafkas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Histoloji ve Embriyoloji Anabilimdalı, Kars/Türkiye

²Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilimdalı, Kars/Türkiye

(İlk Gönderim / Received: 14. 12. 2017, Kabul / Accepted: 28. 12. 2017, Online Yayın / Published Online: 31. 12. 2017)

Anahtar Kelimeler

CD,
İmmun Sistem,
Lenfosit

Özet: Bağışıklık (immün) sistemi; yani organizmanın dış etkenlere karşı savunulması canlılığın devamının sağlanması için önemli ve gerekli bir sistemdir. Bağışıklık sistemi hücreleri ve antijenler arasındaki etkileşimler lenfositlerin yüzeyinde bulunan reseptörler aracılığı ile gerçekleştirilir. Bu reseptörler antijeni tanıma birimleri olarak özelleşmiş hücre yüzey reseptörleri olarak adlandırılmaktadır. Günümüzde yapılan çalışmalar ile birçok hücre yüzey molekülü olduğu belirlenmiştir. Bunlardan biri de Cluster of Differentiation (Yüzey farklılaşma antijenleri(CD)) molekülleridir. CD isimlendirmesi tüm dünyada kabul gören bir yöntemdir ve CD molekülleri birçok hastalığın tanı ve tedavisinde de kullanılmaktadır. Bu derlemede immün sistem hücrelerinde bulunan CD molekülleri hakkında bilgi verilmiştir.

CD Molecules in Immune System Cells

Keywords:

CD,
Immune System,
Lymphocyte

Abstract: The immune system; defending the organism against external factors, is an important and necessary system for the continuation of life. The interactions between immune system cells and antigens are mediated through receptors located on the surface of lymphocytes. These receptors are referred to as specialized cell surface receptors as antigen recognition units. With current studies, it has been determined that there are many cell surface molecules. One of them is Cluster of Differentiation (Surface differentiation antigens) (CD) molecules. CD naming is accepted all over the world, and CD molecules are used in the diagnosis and treatment of many diseases. In this review, information is given about the CD molecules present in the immune system cells.

*İlgili yazar: s.yediel@hotmail.com

1. GİRİŞ

CD sistemi; insan, fare ve ratlarda lökosit antijenlerinin isimlendirmesinde kullanılan bir adlandırma yöntemidir ve farklı lökosit topluluklarındaki işaretlenme özelliklerine göre gruplandırma yapılmaktadır. Ayrıca CD belirteçlerinin hücrelerin lokalizasyon, kantasyon ve tanımlanmasında, hastalık ve sağlık durumlarındaki birçok işlevin analizinde faydasının olduğu ifade edilmektedir (Demiralp, 2008). CD adlandırmaları tüm dünyada kabul gören bir yöntemdir ve yüzey molekülleri ile ilgili yayımlanan bütün dergilerde bu adlandırma yöntemi kullanılmaktadır. Ayrıca Dünya Sağlık Örgütü ve Uluslararası İmmunoloji Dernekleri Birliği tarafından CD kullanımının bir zorunluluk haline getirilmiştir (Zola and Swart, 2003; Protein reviews on the web (PROW). CD adlandırmaları benzer reaksiyon gösteren antikorların gruplandırılarak tek bir numara ile belirtilmesi esasına dayandığı ve istatistiksel olarak Cluster (kümeleme) analizi yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur (Zola et al., 2007). Karakterizasyonunu tamamlayan ve CD1'den CD350'ye kadar numaralandırılmış olan bu antikorların günümüzde birçok bilimsel araştırmada, tanı ve tedavide ayrıca hastalık takibinde de kullanılmaktadır (Zola et al., 2007).

2. İMMUN SİSTEM HÜCRELERİ

T Lenfositler: T lenfositler hücreSEL immun yanıtta sorumlu olan hücrelerdir. kemik iliğinden köken alırlar ve timusta bazı sitokinlerin etkisi ile yüzey molekülleri kazanarak antijenik uyarımlara yanıt verme yeteneğine sahip olan immun sistem hücreleridir (Arda ve ark., 1998).

B Lenfositler: B lenfositlerin humoral immun yanıtta sorumlu hücrelerdir. B lenfositler kemik iliğinde bulunan stem hücrelerinden köken alırlar ve sırasıyla lenfoid köken hücreler, pre-B lenfositlere dönüşürler. Pre-B hücrelerinin memelilerde kemik iliğinde, kanatlılarda Bursa Fabricius ta olgun B lenfositlere dönüşür. Bunun dışında ince bağırsaktaki Payer plaklarında da B lenfositlerin yapıldığı ifade edilmiştir (Diker, 2005).

Doğal Öldürücü Hücreler (Natural Killer-NK): T ve B lenfositlerden farklı olarak immun sistemde sitotoksik özelliği bulunan diğer bir hücre türü de Natural Killer (NK) hücrelerdir (Doğal Öldürücü Hücreler). İmmun sistem içinde çok önemli görevleri olan bu hücreler başta tümör hücreleri olmak üzere; virüsler, bakteriler ve parazitlere karşı doğal immun sistemin ilk basamağını oluşturur. NK hücrelerinin bu görevlerini uyarım esnasında sitokin salgılayarak yerine getirir. NK hücrelerinin yüzeylerinde antijen reseptörü bulundurmadığı karakteristik olarak CD16 ve

CD56 reseptörlerini taşıdıkları belirtilmiştir (Diker, 1998).

Makrofajlar: İmmun yanıtta görev alan diğer bir hücre türü de makrofajlardır. Makrofajların vücuda giren yabancı maddeleri fagosite ederken, T ve B hücrelerine de monokin denilen sitokinleri üreterek yardımcı olurlar yani antijenleri fagosite ettikten sonra lenfositlere tanıtmakla görevlidirler. Lenfositlerden farklı olarak makrofajlar daha önceden karşılaştığı antijeni tanımayarak yeniden aktifleşirler (Arda ve ark., 1998).

3. İMMUN SİSTEM HÜCRELERİNDE CD MOLEKÜLLERİ

3.1. T Lenfositlerin Yüzey Farklılaşma Antijenleri:

T lenfositlerde bulunan CD molekülleri TCR'leri (T hücre reseptörleri) ile iletişim halinde olarak TCR'lerin sinyal iletimini ve antijenik uyarım gücünü artıran hücre yüzey reseptörleridir (Diker, 2005).

CD2: Özellikle bellek T lenfositlerin yüzeyinde bulunan, hücreler arası adezyon molekülüdür (Diker, 1998).

CD3: Genellikle alfa ve beta TCR'ler ile bağlantı halinde oldukları, sitoplazmik uzantılarının TCR'lerden uzun olduğu için TCR'ler tarafından algılanan sinyallerin

çekirdeğe ulaştırılmasında görevli olduğu bildirilmiştir (Demiralp, 2008).

CD4 : Yardımcı T lenfositlerin yüzeyinde bulunan CD4'ün, yüzeyinde MHC-II molekülüne bulunan hücreler ile bağlantı kurarak yardımcı T lenfositlerin uyarılmasına neden olduğu belirtilmiştir (Wilson et al., 1996; Diker, 1998).

CD6: Olgun T hücreleri, timositler ve bazı B hücrelerinde bulunan hücre yüzey molekülüne olduğu ifade edilmiştir (Reinherz et al., 1982). Yapılan bazı çalışmalarda CD28 ile birlikte T hücrelerini aktifleştirip çoğalmasını sağladığı bildirilmiştir (Osorio et al., 1998).

CD7: Yapılan araştırmalarda hem CD4+ hemde CD8+ T lenfositlerin yüzeyinde bulunduğu (özellikle HodgkinLenfoma-HL-hastalığında) belirlenmiş ve bu durumun HL tanısında kullanılabilecek yararlı bir yöntem olabileceği ifade edilmiştir (Seemiller et al., 2009).

CD8: Sitotoksik T lenfositlerin yüzeyinde bulunan hücre adezyon molekülüne olduğu, MHC-I bulunduran hücrelerle iletişim sağlayarak T lenfositleri uyardığı bildirilmiştir (Diker, 1998).

CD11a: Bellek T lenfositlerin yüzeyinde bulunan hücre yüzey reseptörüdür (Arda ve ark., 1998).

CD21: Yardımcı T hücrelerinin yüzeyinde bulunarak sinyal iletiminde görev aldığı belirtilmiştir (Diker, 1998).

CD25:Yapılan bazı çalışmalarda CD4+T hücrelerinde yüksek düzeyde bulunduğu ve bazı otoimmün hastalıkların patogenezisinde rol alabileceği bildirilmiştir (Baecher-Allan et al., 2001; Reduta et al., 2011).

CD28 : CD4+ T hücrelerinin tamamında CD8+ T hücrelerinin de büyük çoğunluğunda bulunduğu bildirilmiştir (June et al., 1990; Linsley and Ledbetter, 1993). CD28 molekülünün TCR'lere yardımcı olup sinyal iletimini sağlayarak T hücrelerini aktive ettiği bildirilmiştir (Gross et al., 1992; Seemiller et al., 2009).

CD30: TNF reseptör ailesinden olan hücre yüzey molekülü olduğu ve B ve T lenfositler ve ayrıca NK hücrelerin yüzeyinde bulunarak aktivasyonda görev aldığı nakledilmiştir (Horie and Watanabe, 1998). Bu molekülün T hücre aktivasyonundan sonra çözülebilir halde dolaşıma verildiği bildirilmiştir. Buna paralel olarak kandaki CD30 düzeyinin T hücre düzeyi ile yakından ilişkili olduğu belirtilmiştir (Kadin, 2000).

CD40L: TNF ailesinden olan tip II transmembran proteini olduğu, T ve B hücreleri, plateletler, antijen sunan hücrelerde kostimülatör olduğu bildirilmiştir (Van Kooten, 2000).

3.2. B Lenfositlerin Yüzey Farklılaşma Antijenleri

CD5: B1 olarak isimlendirilen B lenfositlerin alt gruplarında bulunan hücre yüzey molekülüdür (Diker, 1998).

CD19: B hücrelerinin tam olarak aktive olabilmeleri için gerekli olduğu ve antijenik bir uyarımda T lenfositlerin yüzeyinde bulunan CD21 ile bağlanarak B hücresi reseptörlerindeki sinyal iletimini güçlendirdiği belirtilmiştir (Diker, 2005).

CD20: Olgun olan ve olmayan B hücrelerinin yüzeyinde bulunduğu ifade edilmiş (Özdemirli, 2004) ve yapılan çalışmalarda CD19 gibi B lenfositleri uyardığı bildirilmiştir (Kneiss et al., 2013).

CD21/CD35: Olgun B lenfositlerin yüzeyinde bulunan komplementler için gerekli olduğu belirtilmiş, C3b için komplement reseptör 1 (CR1/CD35) ve C3d için komplement reseptör 2 (CR2/CD21) bulunduğu nakledilmiştir (Diker, 1998).

CD22: B lenfositlerin yüzeyinde bulunan adezyon moleküllerinden olduğu (Sahay et al., 2011), yaklaşık olarak 135 kDa ağırlığında ve hücre içi reseptörler içeren stoplazmik uzantılara sahip olduğu ifade edilmiştir (Law et al., 1996).

CD23: B hücreleri, antijen bulduran hücreler ve hematopoietik hücrelerde bulunduğu IgE' nin ikinci temel alıcısı olarakda

tanımlanan hücre yüzey reseptörü olduğu ifade edilmiştir. Kalsiyum ve karbonhidrat bağlayıcı özel kanalları bulunduğu bildirilmiştir (Yuan et al., 2013).

CD24: Öncü B lenfositler, nötrofiller, nöroblastlar, bazı epitel hücreleri, keranositler ve renaltübülepitel hücreleri üzerinde bulunan hücre yüzey molekülü olduğu ifade edilmiştir (Overdeest et al., 2011).

CD27: Bellek B hücrelerinin yüzeyinde bulunan hücreler arası geçiş molekülü olduğu bildirilmiş, yapılan çalışmalarda B1 hücrelerinde B2 hücrelerine oranla daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiş ve bu değişimin yaşla ilgili değil antijenle karşılaşma durumundan sonra meydana geldiği nakledilmiştir. Bu durumun işlevsel değişikliklerden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Klein et al., 1988; Veneri et al., 2009).

CD40: Antijenle bir uyarım olduğunda B hücrelerinin yüzeyinde bulunan CD40 ile T hücrelerinin yüzeyinde bulunan CD40L'nin birleşerek bir kompleks oluşturduğu, böylece T hücrelerinden interlökin-4 salgılanarak B hücrelerini uyarıp apoptozisi engellediği ifade edilmiştir (Diker, 1998).

3.3. NK hücrelerinin Yüzey Farklılaşma Antijenleri

CD16: CD56dim taşıyan NK hücrelerinde yüksek düzeyde bulunduğu, CD56bright taşıyan NK hücrelerinde düşük düzeyde olduğu belirtilen hücre yüzey molekülüdür (Suzuki, 1991).

CD56: NK hücrelerinin alt gruplarında farklı düzeylerde olduğu ifade edilen hücre yüzey molekülüdür. Periferal kanda %10 oranında CD56bright, %90 oranında CD56dim olduğu belirtilmiştir. CD56bright'ın çoğalma ile ilgili olduğu ve sitotoksik aktivitesinin az olduğu, CD56dim'in ise farklılaşma ile ilgili olduğu ve sitotoksik aktivitesinin çok olduğu nakledilmiştir (Cooper et al., 2001; Nagler et al., 1989).

CD94: NK hücre yüzeyinde bulunarak MHC-Ib moleküllerine bağlandığı bildirilmiştir. Ayrıca CD94'ün NK hücrelerinin gelişimi sırasında tespit edildiği ancak farklılaşmasında görev almadığı ifade edilmiştir (Wu et al., 2010).

3.4. Makrofajların Yüzey Farklılaşma Antijenleri

CD11c: Özellikle makrofajların ve monositlerin ayrıca dendritik hücre yüzeyinde de bulunan beta 2 integrin ailesi üyesi olduğu bildirilmiştir (Wu et al., 2009). Ayrıca

CD11c'nin iltihaplı damar endoteli hücrelerine monositlerin yapışmasını sağladığı ve monositleri ve makrofajları aktive ettiği ifade edilmiştir (Zhao et al., 2004).

CD14: Makrofajlar, nötrofiller ve dendritik hücreler gibi miyeloid kökenli hücrelerde bulunan hücre yüzey molekülü olduğu belirtilmiş ve özellikle bakteriyel enfeksiyonlarda rolü olabileceği bildirilmiştir (Sahay et al., 2011).

CD68: Monositler ve makrofajların yüzeyinde bulunan ayrıca dendritik hücreler, fibroblastlar ve Langerhans hücrelerinde de görülebilen çöpçü reseptör ailesi üyesi hücre yüzey molekülü olduğu öne sürülmüştür (Fonseca, 2002; Nguyen, 2005).

CD163: Haptoglobulin-Hemoglobulin reseptörü olarak özellikle monositlerin ve makrofajların yüzeyinde tanımladığı, sistein bakımından zengin, çöpçü reseptör ailesi üyesi olan hücre yüzey molekülü olduğu belirtilmiştir (Madsen ve ark., 2004).

4. SONUÇ

Hücre yüzey reseptörleri hücreler arası sinyal iletimi, hücre farklılaşması, hücre aktivasyonu ve hücre ölümü gibi birçok faaliyeti organize etmektedir. Bağışıklık sistemi hücreleri ve antijenler arasındaki iletişim ve etkileşimler lenfositlerin yüzeyinde bulunan hücre yüzey reseptörleri aracılığı ile

gerçekleştirilir. Hücre yüzey reseptörlerinden biri olan CD molekülleri ise lökosit antijenlerinin isimlendirilmesinde kullanılan bir yöntemdir. Dünya Sağlık Örgütü ve Uluslararası İmmunoloji Dernekleri Birliği tarafından da kullanılması zorunlu hale getirilen CD belirteçleri: hücre lokalizasyonu, kantitasyonu ve tanınmasında ayrıca sağlık ve hastalık durumlarındaki birçok hücresel işlevin analizinde oldukça fayda sağlamaktadır.

5. KAYNAKLAR

- Arda M., Minbay A., Aydın N., Akay Ö., İzgür M. ve Diker S. (1998). İmmunoloji. İkinci Baskı, Medisan Yayınevi, Ankara, 127-164.
- Baecher-Allan C., Brown J.A., Freeman G.J. and Hafler D.A. (2001). CD4+CD25 High Regulatory Cells in Human Peripheral Blood. *The Journal of Immunology*, 167, 1245–1253.
- Cooper M.A., Fehniger T.A. and Turner S.C. (2001). Human Natural Killer Cells: A Unique Innate Immuno Regulatory Role for The Cd56 (Bright) Subset. *Blood Journal*, 97(10), 3146-3151.
- Demiralp E.E. (2008). Hücre Yüzey Antijenleri (Cd)'nin İmmunolojiye Katkıları. *Ankem*, 22, 98-103.
- Diker K.S. (1998). İmmunoloji. Birinci Baskı, Medisan Yayınevi, Ankara, 22-59.

- Diker K.S. (2005). İmmunoloji. İkinci Baskı, Medisan Yayınevi, Ankara, 1-26.
- Fonseca J.E. (2002). Macrophage Subpopulations in Rheumatoid Synovium: Reduced Cd163 Expression İn Cd4+t Lymphocyte-Rich Microenvironments. *Arthritis Rheumatology*, 46(5), 1210-1216.
- Gross J.A., Callas E. and Allison J.P. (1992). Identification and Distribution of The Costimulatory Receptor CD28 in The Mouse. *The Journal of Immunology*, 149, 380–388.
- Horie R. and Watanabe T. (1998). CD30: Expression And Function in Health and Disease. *Seminars in Immunology*, 10, 457-70.
- June C.H., Ledbetter J.A., Linsley P.S. and Thompson C.B. (1990). Role of The CD28 Receptor in T-Cell Activation. *Immunology Today*, 11, 211–216.
- Kadin M.E. (2000). Regulation of CD30 Antigen Expression and Its Potential Significance for Human Disease. *American Journal of Pathology*, 156, 1479-1484.
- Klein U., Rajewsky K. and Kuppers R. (1988). Human Immunoglobulin (Ig)M+IgD+ Peripheral Blood B Cells Expressing CD27 Cell Surface Antigen Carry Somatic Mutated Variable Region Genes: CD27 As A General Marker for Somatic Mutated (Memory) B Cells. *The Journal of Experimental Medicine*, 188, 1679-1689.
- Kneiss S., Zhou Q., Schwenkert M., Cosset F.L., Verhoeyen E. and Buchholz C.J. (2013). CD19 and Cd20 Targeted Vectors Induce Minimal Activation of Resting B Lymphocytes. *Plos One*, 8(11), 79047.
- Law C.L., Sidorenko S.P., Chandran K.A, Zhao Z., Shen S.H., Fischer E.H. and Clark E.A. (1996). CD22 Associates With Protein Tyrosine Phosphatase 1C, Syk, and Phospholipase C-Gamma(1) Upon B Cell Activation. *The Journal of Experimental Medicine*, 183, 547–60.
- Linsley P.S. and Ledbetter J.A. (1993). The Role of The CD28 Receptor During T Cell Responses to Antigen. *Annual Review Immunology*, 11, 191–212.
- Madsen M., Moller H.J., Nielsen M.J., Jacobsen C., Graversen J.H., Vanden Berg T. and Moestrup S.K. (2004). Molecular Characterization of The Haptoglobin Hemoglobin Receptor CD163. Ligand Binding Properties of The Scavenger Receptor Cysteine-Rich Domain Region. *The Journal of Biological Chemistry*, 279, 51561–51567.
- Nagler A., Lanier L.L., Cwirla S. and Phillips J.H. (1989). Comparative Studies of Human FcRIII-Positive and Negative Natural Killer Cells. *The Journal of Immunology*, 143(10), 3183-3191.
- Nguyen T.T. (2005). Expression of CD163 (Hemoglobin Scavenger Receptor) In

- Normal Tissues, Lymphomas, Carcinomas, and Sarcomas Is Largely Restricted to The Monocyte/Macrophage Lineage. *The American Journal of Surgical Pathology*, 29(5), 617-624.
- Osorio L.M., Rottenberg M., Jondal M. and Chow S.C. (1998). Simultaneous Cross-Linking of CD6 and CD28 Induces Cell Proliferation in Resting T Cells. *Immunology*, 93, 358-365.
- Overdevest J.B., Thomas S., Kristiansen G., Hansel D.E., Smith S.C. and Theodorescu D. (2011). CD24 Offers A Therapeutic Target For Control of Bladder Cancer Metastasis Based on A Requirement for Lung Colonization. *Cancer Research*, 71(11), 3802–3811.
- Özdemirli M. (2004). B Hücreli Lenfomalarda Morfolojik, İmmünolojik ve Sitogenetik Özellikler. XIII. TPOG Ulusal Pediatrik Kanser Kongresi, Non-Hodgkin Lenfoma. Mayıs, 18-22, Kapadokya-Türkiye.
- Protein Reviews on The Web (PROW). <http://mpr.nci.nih.gov/>. (06.12.2013)
- Reduta T., Stasiak-Barmuta A. and Laudańska H. (2011). CD4+CD25+ and CD4+CD25 High Regulatory T Cells in Disseminated and Localized Forms of Allergic Contact Dermatitis: Relation to Specific Cytokines. *Folia Histochemica et Cytobiologica*, 49, 255-262.
- Reinherz E.L., Meuer S.C., Fitzgerald K.A., Hussey R.E., Levmne H. and Schlossman S.F. (1982). Antigen Recognition by Human T Lymphocytes Is Linked to Surface Expression of The T3 Molecular Complex. *Cell*, 30, 735-743.
- Sahay B., Singh A., Gnanamani A., Patsey R.L., Blalock J.E. and Sellati T.J. (2011). CD14 Signaling Reciprocally Controls Collagen Deposition and Turnover to Regulate The Development of Lyme Arthritis. *The American Journal of Pathology*, 178(2), 724-34.
- Seemiller A.C., Karankidar N.J., Kroft S.H., McKenna R.W. and Xu Y. (2009). Overexpression of CD7 in Classical Hodgkin Lymphoma-Infiltrating T lymphocytes. *Cytometry Part B: Clinical Cytometry*, 76(3), 169–174.
- Suzuki N. (1991). Evidence for The Involvement of CD56 Molecules in Alloantigen Specific Recognition by Human Natural Killer Cells. *The Journal of Experimental Medicine*, 173, 1451–61.
- Van Kooten C., Banchereau J. (2000). CD40-CD40 Ligand. *Journal of Leukocyte Biology*, 67, 2–17.
- Veneri D., Ortolani R., Franchini M., Tridente G., Pizzolo G. and Vella A. (2009). Expression of CD27 and CD23 on Peripheral Blood B Lymphocytes in Humans of

- Different Ages. *Journal Blood of Transfusion*, 7, 29-34.
- Wilson R.A., Zolnai A., Rudas P., Frenyol L.V. (1996). T Cell Subset in Blood and Lymphoid Tissue Obtain from Fetal Calves, Maturing Calves and Adult Bovine. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 53, 49-60.
- Wu H., Gower R.M., Wang H., Perrard Y.D., Ma R.D., Bullard D.C., Burns A.R., Paul A., Smith C.W., Simon S.I. and Ballantyne C.M. (2009). Functional Role of CD11c Monocytes in Atherogenesis Associated With Hypercholesterolemia. *Circulation*, 119, 2708–17.
- Wu J., Orr M.T., Fang M., Sigal L.J., Spee P., Egebjerg T., Dissen E., Fossum S., Phillips J.H. and Lanier L.L. (2010). Development and Function of CD94-Deficient Natural Killer Cells. *Plos One*, 5, e15184.
- Yuan D., Keeble A.H., Hibbert R.G., Fabiane S., Gould H.J., McDonnell J.M., Beavil A.J., Sutton B.J. and Dhaliwal B. (2013). Ca²⁺-Dependent Structural Changes in The B-Cell Receptor CD23 Increase Its Affinity for Human Immunoglobulin E. *The Journal of Biological Chemistry*, 288, 21667-21677.
- Zhao L., Moos M.P., Grabner R., Pedrono F., Fan J., Kaiser B., John N., Schmidt S., Spanbroek R., Lotzer K., Huang L., Cui J., Rader D.J., Evans J.F., Habenicht A.J. and Funk C.D. (2004). The 5-Lipoxygenase Pathway Promotes Pathogenesis of Hyperlipidemia Dependent Aortic Aneurysm. *Nature Medicine*, 10, 966–973.
- Zola H. and Swart B. (2003). Human Leucocyte Differentiation Antigens. *Trends in Immunology*, 24(7), 353-354.
- Zola H., Swart B. and Banham A. (2007). CD Molecules 2006-Human Cell Differentiation Molecules. *Journal of Immunological Methods*, 319(1-2), 1-5.