

METALİK BİYOMALZEMELERDE İYON SALINIMI PROBLEMİ

İlhan ÇELİK^{*1}

¹ Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, Türkiye

Anahtar Kelimeler

İmplant Malzemeler
İyon Salınımı
Yüzey İşlemleri

Özet

Kaybedilen bir uzvun işlevini yerine getirmek, zarar görmüş biyolojik bir yapıyı destelemek veya var olan biyolojik bir yapıyı geliştirmek için günümüzde sıklıkla kullanılan implant malzemelerin gerek mekanik gerekse tribolojik özelliklerinin insan vücuduyla uyumlu olması gerekmektedir. Biyoyuymulukları yüksek olan implant malzemeler, çoğunluğu sıvıdan müteşekkil ve korozif bir ortam olan insan vücuduyla etkileşime girdiğinde iyon salınımı eğilimi göstermektedir. Bunun sonucunda implant çevresinde arzu edilmeyen hasar mekanizmaları (iltihaplanma, implant gevşemesi vs.) oluşabilmektedir. Bu çalışmada, konuyla ilgili literatürde mevcut olan araştırmalar özetlenmiş ve bu soruna çözüm olabilecek öneriler paylaşılmıştır.

ION RELEASE PROBLEM IN THE METALLIC BIOMATERIALS

Keywords

Implant Materials
Ion Release
Surface Treatments

Abstract:

An implant is a material manufactured to replace a missing biological structure, enhance an existing biological structure, or support a damaged biological structure. Implant materials should be biocompatible in terms of both mechanical and tribological properties with human body. Biomaterials with high biocompatibility show a tendency to ion release when they interact with the human body and consequently undesirable damage mechanisms (inflammation, implant unwind etc.) can occur around the implant. In the present study, the existing researches in the literature are summarized and the studies that may be solution to this problem were shared.

1. Giriş

İnsan vücudu; kemikler, kıkırdaklar, iskelet kasları, tendonlar, bağlar ve diğer bağ dokularından oluşan biyolojik bir kas-iskelet sistemidir (Şekil 1). Kas-iskelet sisteminin en önemli fonksiyonları; insanın hareket edebilmesini, dengede durabilmesini ve beden yapısının korunabilmesini sağlamaktır (Ren vd., 2014). Bu fonksiyonlardan birinin ya da bir kaçının işlevini yitirmesi veya tam olarak yerine getirememesi durumunda insanların bu yöndeki ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla biyomalzemeler (implant) kullanılmaktadır. Nitekim kaza, savaş ve yaşlılık gibi nedenlerden dolayı dünya nüfusunun yaklaşık %10'u bu yönde bir tedaviye ihtiyaç duymaktadır (Çelik, 2010). Malzeme biliminde de bu gelişmelerle birlikte hızlı bir ilerleme kaydedilmiş ve birçok farklı tanıma sahip biyomalzeme terimi ortaya çıkmıştır. En genel anlamda biyomalzeme, insan vücudundaki zarar görmüş organ veya dokuların fonksiyonlarını yerine getirmek ya da onları destelemek için kullanılan ve canlı dokularla temas ettiğinde arzu edilmeyen tepkiler oluşturmayan sentetik ya da doğal ürün olarak tanımlanmaktadır (Gümüşderelioğlu, 2002).

Biyomalzemeler, insan vücudunda farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Damar yolu tıkanıklıklarında stent (Lamichhane vd., 2014), diş bozukluklarının tedavisinde diş teli (Hillebrand vd., 2013), çürüyen ya da kopan dişlerin tedavisinde implant (Palanivelu vd., 2014), kalça protezi (Boutin, 2014) ve kemik kırıklarının tedavisinde vida ve plaka (Tan vd., 2014) gibi pek çok uygulamada biyomalzemelerden faydalanılmaktadır.



Şekil 1. Kas-iskelet sistemi (Ren vd., 2014)

* İlgili yazar: ilh.celik@gmail.com

2. İyon Salınımı

Titanyum ve alaşımları, paslanmaz çelikler ve kobalt-krom alaşımları implant olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Shackelford, 1999). Ancak bu malzemeler her ne kadar biyoyumlu olsalar da belli bir süreden sonra bu implantlardan vücut içerisine metal iyonları salınmaktadır. Nitekim en yaygın olarak kullanılan Ti-6Al-4V alaşımının ihtiva ettiği alüminyum, vücutta alerjik etkilere ve nörolojik sistemi etkileyerek Alzheimer hastalığına sebep olmaktadır. Vanadyum alaşım elementi ise vücutta toksik etkilere neden olmakta ve uzun süreli kullanımlarda kanser gibi önemli rahatsızlıkların ortaya çıkmasını tetikleyebilmektedir (Hallab vd., 2002). Ti-6Al-7Nb ve Ti-5Al-2.5Fe $\alpha+\beta$ tipi alaşımlar, vanadyumun olumsuz etkileri nedeniyle vanadyum yerine niyobyum ve demir kullanılarak geliştirilmiş; tribolojik ve mekanik olarak Ti-6Al-4V alaşımına yakın özellikler sergilemelerine rağmen, bu alaşımlarda da alüminyumun mevcut olması, biyomedikal uygulamalar için söz konusu olan problemin hâlâ devam ettiğini göstermektedir (Niinomi, 2002; Mark vd., 2007). Titanyum alaşımlarının bu olumsuz etkilerinden dolayı saf titanyumun mukavemet değerlerinin artırılması için çalışmalar yapılmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır (Alsaran vd., 2011). Ancak hem aşınma direncinin zayıf olması hem de titanyum iyonlarının karaciğer, böbrek ve kalp gibi organlarda birikiyor olması önemli bir sorun teşkil etmektedir (Köse, 2013).

Ortodontik tedavilerde tel olarak ve damar yolu tıkanıklıklarında ise stent olarak yaygın bir şekilde kullanılan TiNi alaşımlarındaki nikel, direkt ortamda bulunmasıyla ya da deri ve mukozaya temasıyla alerjik etkilere neden olabilmektedir (Köse, 2013; Toms, 1988). Nikel hassasiyeti yüksek olan hastalarda alerjik semptomlar sıklıkla görülürken, çoğu zaman nikel salınımının toksik seviyelere ulaşmadığı bildirilmektedir (Doğan vd., 2013). Ortodontik tedavilerde TiNi alaşımlarının yanında paslanmaz çelikler ve krom-kobalt alaşımları da tel olarak kullanılabilir. TiNi alaşımı ve paslanmaz çelik tellerden salınan nikel oranında ciddi farklar bulunamamıştır. Ayrıca ağızda sabit olarak bulunan ortodontik aygıtın ağız içindeki krom, kobalt ve nikel konsantrasyonları incelenmiş; kobalt ve krom birbirine yakın seviyelerdeyken en yüksek değer nikelde tespit edilmiştir (Amini vd., 2008).

3. Sonuç

İmplant olarak kullanılan biyomalzemeler, biyoyumlulukları yüksek olmasına karşın iyon salınımı problemiyle karşı karşıyadır. İmplant malzemelere uygulanan yüzey işlemleriyle hem aşınma ve korozyon özellikleri iyileştirilirken hem de metal iyonlarının salınım süreleri geciktirilebilmektedir. Ancak metal iyonlarının

vücuda salınıyor olması, özellikle eklem implantlarında vücut tarafından yabancı cisim olarak algılanmasına neden olabilmektedir. Nitekim implant gevşemesinin tespit edildiği hastaların %64'ünde, sorunun metal alerjisi kaynaklı olduğu görülmüştür (Köse, 2013). Bu bağlamda, eğer bir hastaya implant uygulanacaksa, o hastanın bağışıklık sisteminin hangi metallere nasıl tepki verdiği tespit edilmeli ve en uygun malzemeden yapılmış implant kullanılmalıdır. Böylece risk, en aza indirilebilecektir.

Conflict Of Interest

No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar

Alsaran, A., Purcek, G., Hacisalioğlu, I., Vangolu, Y., Bayrak, O., Karaman, I., Çelik, A., 2011. Hydroxyapatite production on ultrafine-grained pure titanium by micro-arc oxidation and hydrothermal treatment. *Surface & Coatings Technology*, 205, S537-S542.

Amini, F., Borzabadi Farahani, A., Jafari, A., Rabbani, M., 2008. In vivo study of metal content of oral mucosa cells in patients with and without fixed orthodontic appliances. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 11, 51-56.

Boutin, P., 2014. Total arthroplasty of the hip by fritted alumina prosthesis. Experimental study and 1st clinical applications. *Orthopaedics & Traumatology-Surgery & Research*, 100, 15-21.

Çelik, İ., 2010. Ultra İnce Taneli Saf Titanyumun Farklı Yüzey Yöntemleriyle Oksidasyonu, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 72s, Erzurum.

Doğan, M., Ulusoy, Ç., 2013. Ortodontide Biyoyumluluk. *Acta Odontol Turc*, 30, 110-114.

Gümüşderelioğlu, M., 2002. Biyomalzemeler, Bilim ve Teknik Dergisi, Temmuz Sayısı.

Hallab, N.J., Vermes, C., Messina, C., Roebuck, K.A., Glant, T.T., Jacobs, J.J., 2002. Concentration- and composition-dependent effects of metal ions on human MG-63 osteoblasts. *Journal of Biomedical Materials Research*, 60, 420-433.

Hillebrand, A., Fazio, P., de Munck, J.C., van Dijk, B.W., 2013. Feasibility of clinical Magnetoencephalography (MEG) functional mapping in the presence of dental artefacts. *Clinical Neurophysiology*, 124, 107-113.

Köse, N., 2013. Biyomalzemeler ve İmplantlara Biyolojik Yanıt, Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği, <http://www.totbid.org.tr/upload/files/Modul1->

Biyomalzeme ve BiyomekanikBiyolojikYanıt.pdf,
Erişim Tarihi: 26 Eylül 2014.

Lamichhane, S., Gallo, A., Mani, G., 2014. A Polymer-Free Paclitaxel Eluting Coronary Stent: Effects of Solvents, Drug Concentrations and Coating Methods. *Annals of Biomedical Engineering*, 42, 1170-1184.

Mark, J.J., Waqar, A., 2007. Titanium and Titanium Alloy Applications in Medicine. *Surface Engineered Surgical Tools and Medical Devices*, Springer, 533-576.

Niinomi, M., 2002. Recent metallic materials for biomedical applications. *Metallurgical and Materials Transactions a-Physical Metallurgy and Materials Science*, 33, 477-486.

Palanivelu, R., Kalainathan, S., Kumar, A.R., 2014. Characterization studies on plasma sprayed (AT/HA) bi-layered nano ceramics coating on biomedical commercially pure titanium dental implant. *Ceramics International*, 40, 7745-7751.

Ren, L., Qian, Z.H., Ren, L.Q., 2014. Biomechanics of Musculoskeletal System and Its Biomimetic Implications: A Review. *Journal of Bionic Engineering*, 11, 159-175.

Shackelford, J.F., 1999. Bioceramics - Current status and future trends. *Bioceramics*, 293, 99-106.

Tan, L.L., Wang, Q., Lin, X., Wan, P., Zhang, G.D., Zhang, Q., Yang, K., 2014. Loss of mechanical properties in vivo and bone-implant interface strength of AZ31B magnesium alloy screws with Si-containing coating. *Acta Biomaterialia*, 10, 2333-2340.

Toms, A.P., 1988. The Corrosion of Orthodontic Wire. *European Journal of Orthodontics*, 10, 87-97.