

Comportamento celular em superfícies implantares com propriedades piezoelétricas

Fernandes, B.¹, Tiainen, L.², Gasik, M.³, Carvalho, O.², Marques, J.¹, Mata, A.^{4,5}

¹ Grupo de Investigação em Biologia e Bioquímica Oraís (GIBBO-UICOB), Faculdade de Medicina Dentária, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal;

² Center for Microelectromechanical Systems (CMECS), Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal

³ Department of Chemical and Metallurgical Engineering, Aalto University, Espoo, Finlândia

⁴ Grupo de Investigação em Biologia e Bioquímica Oraís – LIBPhys FCT UID/FIS/04559/2013, Faculdade de Medicina Dentária, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

⁵ CEMDBE – Cochrane Portugal, Faculdade de Medicina Dentária, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

INTRODUÇÃO E OBJETIVO

A osteointegração, fator de sucesso *major* dos implantes dentários, é o processo fisiológico que se define como sendo a conexão estrutural e funcional entre o osso e a superfície do implante sob carga.¹ Além da composição química, a topografia, a carga superficial e a molhabilidade das superfícies implantar influenciam o sucesso da osteointegração.² Tendo em vista a otimização da resposta biológica, várias estratégias têm vindo a ser investigadas.³

Uma vez que o tecido ósseo apresenta propriedades piezoelétricas, é expectável que a proliferação osteogénica e diferenciação possam ser aceleradas quando em contacto com superfícies com propriedades piezoelétricas.^{4,5} Contudo, o potencial efeito nos tecidos periimplantares não está definido.

O objetivo do estudo foi comparar o comportamento celular de osteoblastos humanos e fibroblastos gengivais em superfícies implantares de Zircónia com propriedades piezoelétricas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram produzidos discos de Zircónia estabilizada com Ítria (YSZ) com 5% de titanato de bário. Foi realizada polarização de contacto em banho de óleo de silício sob campo elétrico de 2kV/mm a 130°C durante 30min. Os discos de YSZ foram usados como controlo. Cada grupo apresentou um N=15. Os osteoblastos humanos (hFOB 1.19) e os fibroblastos gengivais (hTERT) foram cultivados nos discos. A morfologia e adesão celular foram observadas através de microscopia eletrónica de varrimento (BSE/SEM) e fluorescência. A área média ocupada por célula foi calculada através do programa ImageJ (versão 1.53 para Mac). A viabilidade celular foi avaliada aos 1, 3, 7 e 14 dias por um método à base de resazurina. A atividade da fosfatase alcalina (ALP) foi medida aos 7 e 14 dias através de técnica enzimática de coloração e a osteomíneralização foi visualizada e quantificada nas culturas de osteoblastos usando coloração de fluorescência de hidroxiapatite. Todos os resultados foram apresentados como média ± desvio padrão. Foram realizadas comparações entre grupos através do teste ANOVA ou teste de Mann-Whitney (teste post-hoc de Tukey) usando um software de estatística apropriada (IBM® SPSS® para Mac versão 27.0.1.0). A significância foi definida como p<0,05.

DISCUSSÃO

As superfícies de Zircónia com 5% de titanato de Bário polarizadas demonstraram resultados superiores de viabilidade e diferenciação celular inicial mais acelerada dos osteoblastos comparativamente às superfícies não polarizadas. Estes resultados estão de acordo com o descrito na literatura.^{4,5,6} O comportamento dos fibroblastos não parece ser influenciado por esta estratégia de polarização, contudo as imagens de fluorescência revelaram um padrão de alinhamento do núcleo e citoesqueleto nos fibroblastos mais evidenciado nos discos polarizados.

Os resultados deste estudo sugerem que as amostras de zircónia com 5% de titanato de bário não são quimicamente citotóxicas para as células dos tecidos periimplantares. Neste sentido, estudos posteriores para a avaliação do potencial piezoelétrico destas superfícies no tecido ósseo e conjuntivo aquando a aplicação da carga devem ser realizados.

CONCLUSÕES

As superfícies de compósitos de Zircónia com titanato de Bário parecem não apresentar toxicidade in vitro para as células dos tecidos peri implantares. Adicionalmente parecem acelerar a diferenciação inicial dos osteoblastos.

ACKNOWLEDGMENT

Este trabalho foi apoiado pela FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia - Portugal) sob o projeto FunImp 01-0145-FEDER-030498. Co-financiado por:

REFERÊNCIAS

- 1 - Cionca N, Hashim D, Mombelli A. Zirconia dental implants: where are we now, and where are we heading? *Periodontol* 2000. 2017;73(1):241-58.
- 2 - Carvalho BMP, E. P.; Moraes, Falcón-Antenucci, R. M.; Júnior, J. S. F. Tratamentos de superfície nos implantes dentários. *Rev Cir Traumatol Buco-Maxilo-fac*. 2009;9(1):123-30.
- 3 - Hirano T, Sasaki H, Honma S, Furuya Y, Miura T, Yajima Y, et al. Proliferation and osteogenic differentiation of human mesenchymal stem cells on zirconia and titanium with different surface topography. *Dent Mater J*. 2015;34(6):872-80.
- 4 - Furuya K, Morita Y, Tanaka K, Katayama T, Nakamachi E. Acceleration of osteogenesis by using barium titanate piezoelectric ceramic as an implant material. *Proc SPIE* 7975. *Biinspiration, Biomimetics, and Bioreplication*. 2011; 79750U
- 5 - Rocca A, Marino A, Rocca V, Moscatto S, de Vito G, Piazza V, Mazzolai B, Mattoli V, Ngo-Anh T, Ciofani G. Barium titanate nanoparticles and hypergravity stimulation improve differentiation of mesenchymal stem cells into Osteoblasts. *Int J Nanomedicine*. 2015;8(10):433-45.
- 6 - Fan B, Guo Z, Li X, Li S, Gao P, Xiao X, Wu J, Shen C, Jiao Y, Hou W. Electroactive barium titanate coated titanium scaffold improves osteogenesis and osseointegration with low-intensity pulsed ultrasound for large segmental bone defects. *Bioact Mater*. 2020 Jul 15;5(4):1087-1101.

RESULTADOS

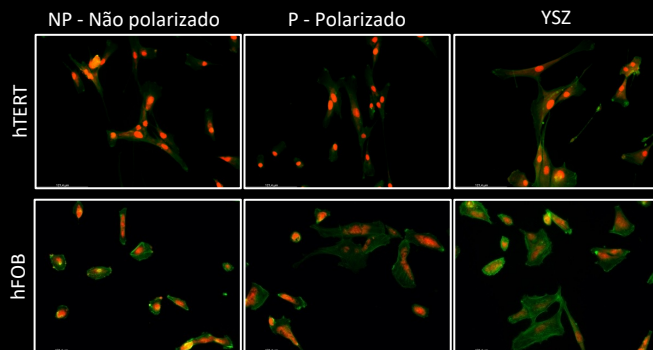


Figura 1 – Imagens de microscopia de fluorescência dos fibroblastos e osteoblastos após 1 dia de cultura celular.

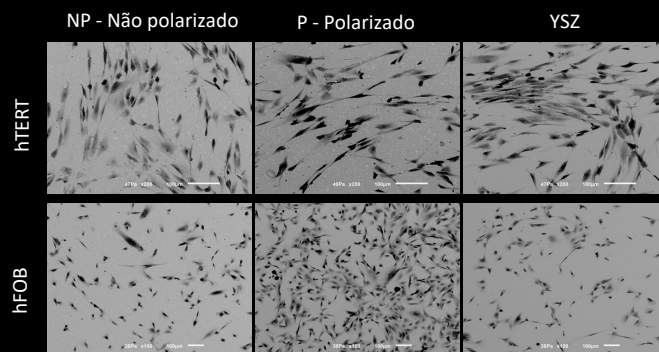


Figura 2 – Imagens de microscopia eletrónica de varrimento (BSE/SEM) dos fibroblastos e osteoblastos após 1 dia de cultura celular nos discos. Ampliação 100x.

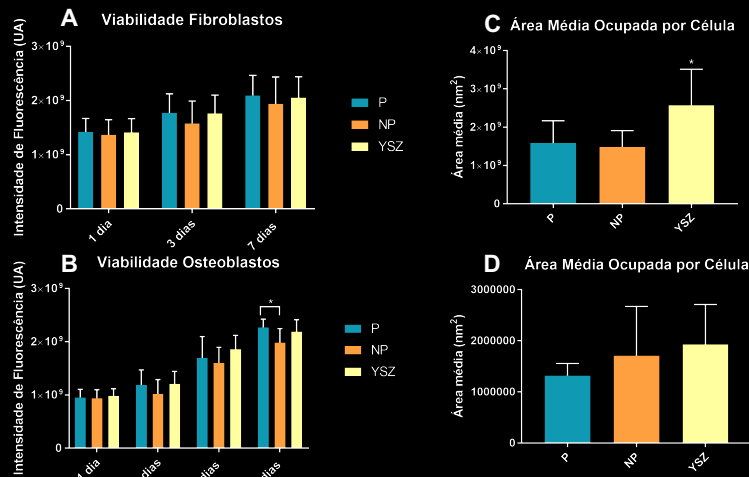


Figura 3 – Gráficos de barras representando a viabilidade dos fibroblastos (A) e dos osteoblastos (B) expressa em unidades arbitrárias (UA) de valores de intensidade de fluorescência como média e desvio padrão e a área média ocupada pelos fibroblastos (C) e osteoblastos (D) em nm². Significância estatística apresentada: *p<0,05.

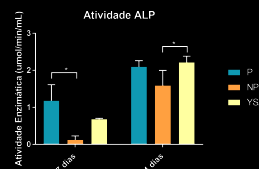


Figura 4 – Média da atividade da fosfatase alcalina em µmol/min/mL na cultura de osteoblastos aos 7 e 14 dias. Significância estatística apresentada: *p<0,05.

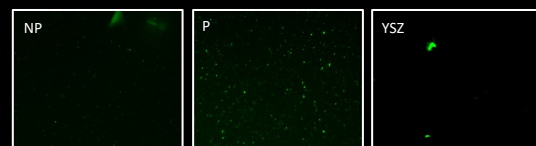


Figura 5 – Imagens de microscopia confocal de fluorescência aos 7 dias da técnica de osteomíneralização nas superfícies não polarizadas (NP), polarizadas (P) e de zircónia (YSZ).