

Resumo

Diversas tentativas têm sido feitas para produzir materiais cerâmicos bioativos com resistência mecânica e tenacidade à fractura próximas das do osso cortical. Nestes materiais incluem-se o fosfato de cálcio, os biovidros e os vidros cerâmicos. Apesar da boa ligação aos tecidos vivos, resultando numa interface saudável, é conhecida a sua limitação em termos da resistência às elevadas solicitações mecânicas verificadas em grande parte das aplicações biomédicas. Enquanto que o osso cortical apresenta uma tenacidade à fractura que pode atingir o valor de $6\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$, aqueles materiais apresentam valores inferiores a $2\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$.

O nitreto de silício (Si_3N_4) é caracterizado por possuir baixa massa específico ($3,2\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$), elevada dureza (18GPa), elevada tenacidade à fractura ($6\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$), boa estabilidade química, baixo coeficiente de atrito (0,4) e coeficiente de desgaste reduzido ($10\text{-}16\text{m}^3/\text{N}\cdot\text{m}$). Este cerâmico é usado em diversas aplicações de engenharia, como sejam chumaceiras em sistemas não lubrificados, válvulas de motores de combustão, componentes mecânicos de veículos da indústria aeroespacial e de sistemas avançados de produção de energia. No domínio biomédico, o Si_3N_4 foi considerado recentemente como um material biocompatível e bioinerte.

No presente trabalho desenvolveram-se novos compósitos bioativos com base numa matriz bioinerte e tenaz de Si_3N_4 com adições de um vidro bioactivo (Bioglass®45S5) baseado no sistema $\text{SiO}_2\text{-CaO-Na}_2\text{O}$. Este vidro, desenvolvido por L. Hench há cerca de 25 anos, têm a capacidade de se ligar ao tecido ósseo envolvente aos implantes.

Estes compósitos $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-Bioglass}®45\text{S5}$, foram preparados por prensagem a quente assistida por dilatométrica e caracterizados do ponto de vista das suas propriedades físico-químicas, mecânicas e de bioactividade in vitro.

Foi possível obter compósitos densos por esta técnica de processamento, nos quais a matriz de Si_3N_4 estava rodeada intergranularmente pelo biovidro. Os valores de dureza determinados situaram-se entre 5,33 e 11,8GPa, os de tenacidade à fractura entre 2,32 e $3,94\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ e o módulo de Young entre 180 e 200GPa, dependendo da quantidade de biovidro adicionada e das condições de processamento. Estes biocompósitos demonstraram capacidade de desenvolverem um filme de apatite superficial em soluções de SBF, a qual é considerada um requisito fundamental na ligação ao tecido ósseo.

Os novos biocompósitos poderão ser aplicados na regeneração dos tecidos ósseos, como osso alveolar na cirurgia dentária, como implantes de ligação óssea e implantes da coluna.

Resumo

Several attempts have been made to prepare bioactive ceramic materials that match cortical bone in terms of its mechanical strength and fracture toughness. These bioactive ceramics include calcium phosphates, glasses and glass-ceramics. Although they bond to local living tissues and a healthy interface is achieved, it is well recognised that they cannot withstand the high load requirements of many biomedical applications. As while cortical bone has a fracture toughness that can go up to $6\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$, these materials present values that are not higher than $2\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$.

Silicon nitride (Si_3N_4) presents low specific mass ($3.2\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$), high fracture toughness ($6\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$), good chemical stability, low coefficient of friction (0.4) and low wear rate ($10\text{-}16\text{m}^3/\text{N}\cdot\text{m}$). It has been used in many high performances engineering applications such as bearing elements for unlubricated systems, valves of internal combustion engines, machine elements in aerospace vehicles and components of energy efficient equipment. In the biomedical field, Si_3N_4 has recently been considered as a biocompatible and bioinert material in biological terms.

In this work novel bioactive composites were developed with a bioinert and tough Si_3N_4 matrix with additions of a bioactive glass (Bioglass®45S5) based on the $\text{SiO}_2\text{-CaO-Na}_2\text{O}$ system. This glass developed by L. Hench 25 years ago, has the ability to strongly bond to bone tissue.

Composites of Si_3N_4 / Bioglass were prepared using a hot pressing sintering technique assisted by dilatometry, physically, chemically and mechanically characterised and its behaviour in vitro studied.

Fully dense composites were obtained, being the Si_3N_4 matrix surrounded intergranularly by Bioglass®45S5. Depending on the amount of glass addition and processing conditions, values of hardness between 5.33 e 11.8GPa , values of fracture toughness between 2.32 e $3.94\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$, Young's modulus between 180 e 200GPa were obtained.

These new biocomposites could therefore be used in guided osseous regeneration, alveolar ridges in dental surgery, bone bridge implants and spinal implants.