

Resumo

A estimulação da medula espinal (EME) foi primeiramente utilizada no tratamento de dor crônica em 1967 por Shealy *et al.* (1967) e desde então essa técnica vem ampliando suas aplicações. Fuentes *et al.* (2009) em estudo com roedores e doença de Parkinson (DP) demonstraram resultados promissores no alívio de sintomas motores com uso da EME. Apesar de demonstrados os efeitos positivos da EME, os mecanismos que a tornam eficaz ainda não são totalmente compreendidos, mas a variação no *design* do eletrodo, o nível medular e a escolha dos parâmetros da estimulação são sugeridos como fatores de contribuição para os efeitos alcançados (NICOLELIS *et al.*, 2010). Além disso, persistem problemas associados à interação do eletrodo com o tecido biológico, a migração em relação à medula espinal, limitações anatômicas para implante do eletrodo e quais parâmetros de estimulação alcançam os melhores efeitos terapêuticos.

Este trabalho traz a elaboração e o processo de manufatura de eletrodos medulares a serem utilizados em um sistema alternativo através da estimulação elétrica para diversas aplicações, como o alívio de sintomas motores da DP. Foram levados em consideração aspectos anatômicos, de biocompatibilidade, ancoramento e possibilidade para diferentes modos de estimulação. O resultado do *design* foi um eletrodo constituído de silicone médico, contatos de platina soldados em fios de aço inoxidável e dois ímãs: um no próprio eletrodo e outro que funciona como âncora e é cirurgicamente acoplado à lâmina vertebral.

Para avaliar a consistência biocompatível dos materiais, um teste de molhabilidade foi realizado e apontou que os materiais persistem, mesmo após intensos ciclos de estimulação elétrica, com comportamento hidrofóbico, que é desejável para dispositivos implantáveis que ficam em contato com tecidos moles.

As mensurações de impedância elétrica em três pares de eletrodos mostram diferenças significativas antes e depois da estimulação. Esse teste nos possibilita identificar se um eletrodo foi construído de uma forma muito discrepante em relação aos demais. Apesar de se ter tido aumento significativo na maioria dos contatos testados, foi importante observar, no processo de manufatura, a ordem de grandeza da impedância lida e isso sinalizar um meio de seleção *a priori* do implante em um animal. Valores entre 3 e 10 k Ω foram encontrados dentre os eletrodos, e valores discrepantes de um par chegou a níveis superiores a 16 k Ω , sendo este par excluído em triagem para implante.

Os animais do grupo piloto cujo objetivo foi de avaliar a potencialidade do uso do eletrodo desenvolvido mostraram um ancoramento eficiente por força magnética dos ímãs propostos no design, no entanto, para aplicações em animais de pequeno porte, a construção do eletrodo

de forma manual e com os componentes propostos ainda precisaria de uma reformulação com o intuito de proporcionar mais espaço livre no canal medular e eliminar a compressão medular observada neste estudo.

Palavras-chaves: Doença de Parkinson; Estimulação de Medula Espinal; *Design* de eletrodo.

Abstract

Spinal cord stimulation (SCS) was first used to treat chronic pain in 1967 by Shealy *et al.* (1967) and ever since this technique has been expanding its applications. Fuentes *et al.* (2009) in a study with rodents and Parkinson's disease (PD) have shown promising results in alleviating motor symptoms using SCS. Although demonstrated the positive effects of SCS, the mechanisms that make it effective are not yet fully understood, but the change in the electrode design, the spinal cord level and the choice of stimulation parameters are suggested as contributing factors to the effects achieved (NICOLELIS *et al.*, 2010). Moreover, there are remain problems associated with the interaction of electrodes with the biological tissue, such as migration in relation to the spinal cord, anatomical limitations for electrode implantation, inflammatory responses to implanted materials and stimulating parameters which achieve the best results.

This project presents the electrodes design and manufacturing process for its application as an alternative therapy for a variety of applications, including PD motor symptoms relief. Anatomical features, biocompatibility, anchoring and possibility for different stimulation modes were taken into account in this development. The result of the design is an electrode made of medical silicone, platinum contacts welded to stainless steel wires and two magnets: one within the electrode and another that works as an anchor which is surgically assembled to the vertebra.

To evaluate the biocompatible consistency of materials, a wettability test was conducted and it has indicated that the materials persisted (even after intensive cycles of electrical stimulation) with hydrophobic behavior, which is desirable for implantable devices in contact with soft tissue.

The electrical impedance measurements in three electrode pairs have shown significant differences before and after electrical stimulation. This test allows us to identify whether an electrode is built in a very different manner compared to the others. Although a significant increase in most tested contacts, it is important, in the manufacturing process, to control the magnitude of the read impedance. This means an a priori selection of the implant in an

animal. Values between 3 and 10 k Ω were found among the electrodes, and outliers of a pair reached levels above 16 k Ω , which lead to delete this pair in screening for implant.

Animals from pilot group, whose goal was to evaluate the proposed electrode potential to show a novel efficient manner for anchoring by magnetic force. However, for small sized animal use, the handcrafted electrode with the proposed construction and components still needs reformulation aiming to achieve more free space within the spinal cord canal and eliminate the mechanical compression that was observed in this study.

Keywords: Parkinson's Disease; Spinal Cord Stimulation; Electrode design.