

DESENVOLVIMENTO DE CÉLULA DE CARGA ÓPTICA PARA AVALIAR FORÇA DE MORDIDA

Motta, Alberto J.C.M.¹; Schreiner, Renan O.²; Lima, Carlos José³

¹Universidade do Vale do Paraíba / Engenharia Biomédica, bebetomotta@bol.com.br,
renanschr@bol.com.br, lima@univap.br

Resumo- A mastigação é um ato fisiológico com a finalidade de fragmentar o alimento em partículas menores, preparando-as para a deglutição e a digestão. Enquanto as funções respiração, sucção e deglutição são inatas e inicialmente controladas de forma reflexa, a mastigação é uma função aprendida. Para medir a força aplicada pela mandíbula normalmente usa-se uma célula de carga na qual a sua base de funcionamento é um *strain gage*. Uma maneira de se criar uma célula de carga é desenvolver um sistema óptico, no qual uma fonte irradie luz, passando por um meio espalhador e atingindo um fotorreceptor. Quando esse meio espalhador sofre uma deformação, a quantidade de luz que incide o fotorreceptor se altera, alterando também a queda de tensão em cima do mesmo. Assim tornando possível relacionar a queda de tensão com a força utilizada no sistema.

Palavras-chave: sensor, óptico, força, mordida.

Área do Conhecimento: III Engenharia

Introdução

A mastigação

A mastigação é um ato fisiológico com a finalidade de fragmentar o alimento em partículas menores, preparando-as para a deglutição e a digestão. Enquanto as funções respiração, sucção e deglutição são inatas e inicialmente controladas de forma reflexa, a mastigação é uma função aprendida. (Pizzol, 2004)

Músculos da mastigação

Para a mastigação são importantes quatro pares de músculos: masseteres, pterigóideo lateral e medial, e temporal.

O músculo masseter se origina do arco zigomático e passa inferior e posteriormente, para se inserir na superfície externa do ramo mandibular. Este músculo é dividido em uma porção superficial e outra profunda. As fibras do músculo masseter, quando se contraem, projetam a mandíbula para cima e os dentes são trazidos para o contato. Ele é um músculo poderoso que fornece força necessária para uma mastigação eficiente.

O músculo pterigóideo lateral externo consiste numa cabeça grande inferiormente e pequena superiormente; ambas agindo separadamente. O músculo geralmente repousa em um plano horizontal, correndo posterior e lateralmente. A cabeça inferior nasce da superfície lateral da placa pterigóidea lateral e se estende até a superfície anterior do colo condilar. A cabeça superior nasce da superfície infratemporal da

grande asa do osso esfenóide e se estende até o disco articular.

O músculo pterigóideo medial interno é quase perpendicular ao músculo pterigóideo lateral, originando-se sobre a superfície medial da placa pterigóidea lateral. Ele se insere na superfície mandibular, formando a porção mais interna do apoio mandibular. Sua forma e direção antero-posterior são similares as do músculo masseter. Entretanto, suas fibras estão dirigidas medialmente.

O músculo temporal em forma de leque origina-se da fossa temporal e se insere por intermédio de um forte tendão no processo coronóide da mandíbula. Em função de sua ampla origem e estreita inserção, este músculo é bem adaptado para delicadas alterações posicionais da mandíbula. (Kelencz et al 2006)

Medidor de força

Para se medir a força empregada em uma mordida, ou melhor, a força mandibular, é utilizada geralmente uma célula de carga. Esta por sua vez é composta por um *strain gage*. Quando o Strain Gage sobre alguma deformação a sua resistência Ôhmica varia, com isso é possível relacionar a força utilizada com a variação Ôhmica.

Uma outra maneira de se criar uma célula de carga é desenvolver um sistema óptico, no qual uma fonte (como por exemplo, um LED) irradie luz, que passa por um meio espalhador e atinja um fotorreceptor. Quando esse meio espalhador sofre uma deformação, a quantidade de luz que incide o fotorreceptor se altera, alterando também a queda de tensão em cima do mesmo. Assim tornando

possível relacionar a queda de tensão com a força utilizada no sistema.

Com isso o objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema de célula de carga óptica para a utilização na mensuração da força de mordida ou mastigatória.

Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento da célula de carga óptica utilizou-se LEDs de alto brilho vermelho (3 mm), fotodiodo (til 78 de 3 mm), silicone e tubo de alumínio.

Primeiramente foi desenvolvido o invólucro do sensor. Para isso foi utilizado o tubo de alumínio de 20 mm de diâmetro externo e 16 mm de altura. Com o torno criou-se um espaço na superfície superior de 16,08 mm de diâmetro e 12 mm de profundidade. Em sua lateral externa, a 6 mm de altura da base criou-se um orifício de 3 mm de diâmetro. O mesmo procedimento foi realizado no lado oposto (180°). Após o desenvolvimento deste, criou-se um cilindro de 16 mm de diâmetro por 6,5 mm de altura para servir como pistão. Essas duas peças foram anodizadas e coradas de preto fosco.

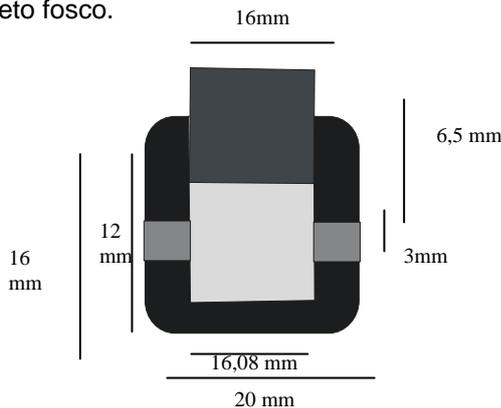


Fig. 1: esquema da dimensão do invólucro do sensor.

Preencheu-se, o espaço criado no invólucro, por silicone com bolhas. Para isso foi desenvolvido uma mini bateadeira com motor DC de 6V com aproximadamente 1000 rpm ao qual sua extremidade foi adaptado um batedor de haste de cobre. Preenchido com o silicone, fixou-se o LED e o TIL nos orifícios criados na lateral do invólucro, ficando um de frente para o outro (como mostrado na figura 2). Passou-se resina Epóxi preta na base do LED e do TIL para não haver influencia da luz do meio externo.

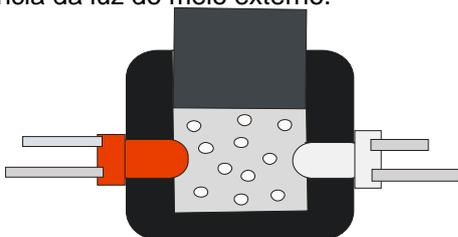


Fig. 2: Esquema do sensor de força por sistema óptico.

Para observar o sinal gerado pelo sensor criou-se um amplificador de sinal (AmpOp) com dois CI LM 741, como o esquema elétrico abaixo.

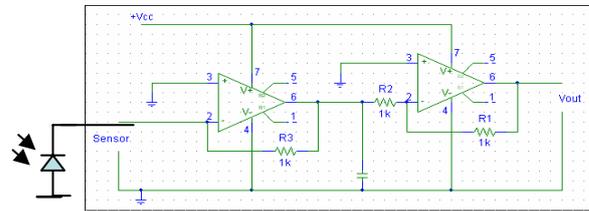


Fig. 3: Esquema elétrico da etapa conversora e amplificadora.

Para a obtenção dos dados desenvolveu-se um sistema no qual fixou o sensor na parte superior de uma tábua de madeira que se encontrava a 40 cm do chão. Criou-se também um sistema para conectar os pesos, ficando esses suspensos por cabos e conectados a uma peça com a função de pressionar o pistão do sensor. A cada quilograma adicionado obteve-se a tensão equivalente do sistema, através de um multímetro (Minipa ET-1001).

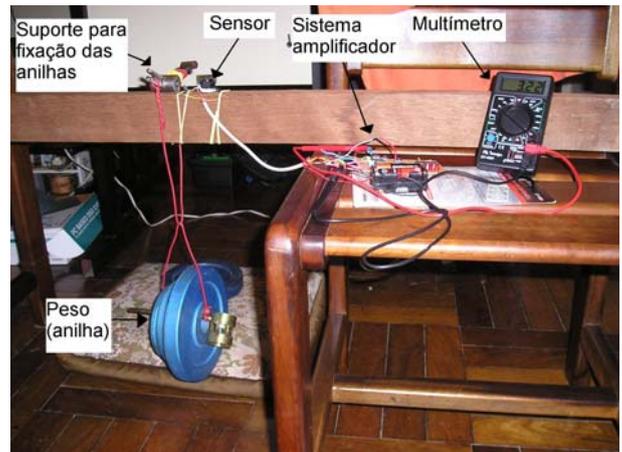


Fig. 4: Sistema desenvolvido para testar o sensor.

Resultados

Sensor desenvolvido.

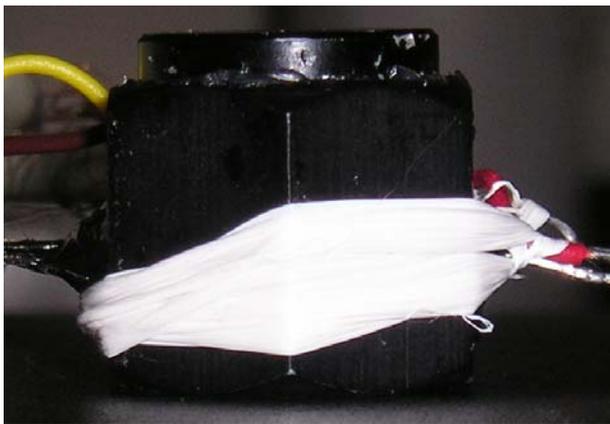


Fig.5 Sensor desenvolvido.

Com os dados adquiridos criou-se o gráfico 1.

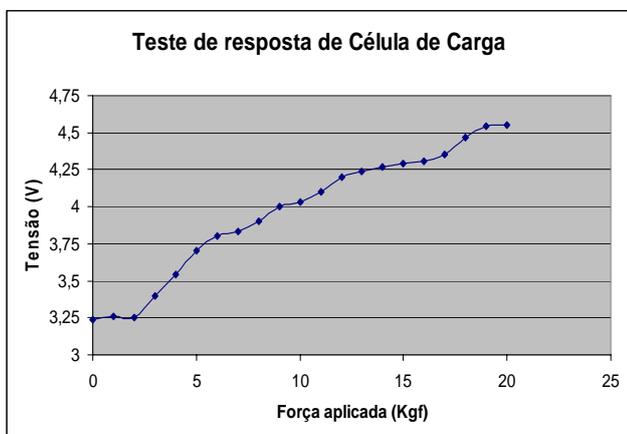


Gráfico 1: Este gráfico demonstra a curva gerada com a aplicação de forças variando de 0 a 20 Kgf em 1 em 1 Kgf.

Discussão

O sensor foi criado em um tamanho que anatomicamente possa medir a força de mordida dos molares sem que haja um grande desconforto como os sensores utilizados normalmente em pesquisas. O silicone que separa o LED do fotodiodo serve como um meio espalhador de luz. Com a sua compressão é dificultada a passagem de luz, variando assim a luminosidade que chega ao fotorreceptor. As bolhas de ar contida no silicone serviram para deixar o sistema mais compressível e também para criar meios espalhadores de luz. Assim quando o silicone é comprimido as bolas de ar sofrem deformações e mudam a quantidade de luz que atinge o fotorreceptor. Mas como essas bolhas estão espalhadas de uma forma não alinhada, com a compressão do pistão hora destas bolas podem estar na frente do LED ou do TIL e hora não podem estar. Podendo assim ser uma das causas da não linearidade da curva gerada no resultado.

Outro fator que pode gerar essa não linearidade é o tamanho desregular das bolhas criadas no silicone. Mesmo com o sistema de criação de bolhas criando bolhas pequenas, suas dimensões não podem ser dita como regulares.

Para a obtenção dos dados é necessária a utilização de amplificadores, pois o sinal gerado é muito baixo. Esse amplificador contém duas etapas, a primeira que converte a corrente, que é o sinal puro do sensor, em tensão, para ser observada no multímetro ou em outro sistema. Também há um ganho que é calibrado através de um trimpot que sai do pino 2 do primeiro CI LM741 e vai para o pino 6 do mesmo. A saída do primeiro estágio vai para a entrada do segundo estágio que tem um galho fixo de 2,2. Do pino seis do segundo estágio sai o sinal para o multímetro que também está aterrado.

Sabemos que a força gerada pelos dentes molares na ocasião da mordida ou até mesmo na mastigação é superior à força gerada pelos dentes incisivos. Segundo Kononen et al e Ahlberg et al (em Kagawa 2005) os dentes molares exerce uma força máxima de aproximadamente 88 Kgf para o homem e 69 Kgf para a mulher, já o dente incisivo alcança a força máxima de 28 Kgf para homens e 22 Kgf para mulheres.

Já o trabalho realizado por Kagawa (2005) mostrou que as medias de força máxima de mordida humana, sem Disfunção Temporomandibular, medidas por um sistema com célula de carga, manteve uma média de 32 ± 12 Kgf.

Conclusão

Sabendo dos valores máximos que a força de uma mordida pode chegar e observando os dados obtidos nesse trabalho podemos ver que a faixa com maior linearidade se encontra próximo da faixa de força exercida pelos dentes incisivos. Mas para uma melhor linearidade e aumento da capacidade de detecção de força do sensor está sendo estudadas melhorias no sistema atual, seguindo assim com esse projeto adiante.

Referências

- 1- Pizzol, K. E. D. C.; Influência da mastigação unilateral no desenvolvimento da assimetria facial; revista Uniara, n.15, 2004.
- 2- Kelencz, C. A.; Muñoz, I. S. S.; Nicolau, R. A.; Análise eletromiográfica do músculo masséter após indução de fadiga com aplicação de LED; UNISA e UNIVAP, 2006.
- 3- Kagawa, Evelyn Mikaela; Avaliação da discriminação interoclusal para microespessuras e da força máxima de

mordida em paciente portadores de disfunções temporomandibular. Faculdade de Odontologia de Bauru; 2005. Disponível em www.teses.usp.br/teses/disponiveis/25/25135/tde-22092005-093310 acessado em 28 junho de 2006.

- 4- Dangelo, José G.; Fattini, Carlo A.; Anatomia Humana Básica; Editora Atheneu; 2ª edição.
- 5- Lütjen-Drecoll, Elke; Rohen, Johannes W. Atlas de Anatomia; editora Manole; 1ª edição.
- 6- Wikipédia, a enciclopédia livre. Disponível em : <http://pt.wikipedia.org/wiki/LED> . Acessado em 14 março 2006.
- 7- Braga, N. C.; Curso Básico de eletrônica, 5 edição, editora Saber LTDA
- 8- Braga, N. C.; Eletrônica básica para mecatrônica ; 1ª edição, editora Saber LTDA
- 9- Revista Eletrônica total, editora Saber, nº113, :Jan-Fev/06.