

Desenvolvimento de um Dispositivo para Estudar as Forças Plantares

Elaine Cristina Martinez Teodoro, Departamento de Fisioterapia, Faculdade de Pindamonhangaba - FAPI, e-mail: elaine.cristina@feg.unesp.br, home-page: <http://www.fapi.br>

José Elias Tomazini, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - UNESP, e-mail: tomazini@feg.unesp.br, home page: <http://www.feg.unesp.br>

Luiz Fernando Costa Nascimento, Departamento de Medicina, Universidade de Taubaté – UNITAU, e-mail: http://www.lfcn@feg.unesp.br, home page: <http://www.unitau.br>

Introdução

Estudos sobre medidas de distribuição de pressão entre a superfície do pé e o solo já foram desenvolvidos antes da passagem do século XIX.

Os métodos antigos utilizados para estimar as forças plantares baseavam-se apenas nas impressões fornecidas pelos pés, em materiais apropriados, como gesso e argila. Atualmente existem procedimentos mais sofisticados de registros de impressões plantares, tais como: ópticos, piezoelétricos, sensores resistivos e capacitivos, além de um diversificado desenvolvimento tecnológico quanto aos sistemas, princípios, componentes e dispositivos utilizados na biomecânica para a medição da distribuição da pressão plantar, denominado de podobarometria.

Alguns estudos mostram que nos dias atuais, os sistemas de podobarometria mais utilizados comercialmente são os sistemas Pedar® e F-Scan®, os quais apresentam uma série de limitações, como complexidade operacional, pouca exatidão, inabilidade em reproduzir as variações de pressão a baixa velocidade, curto tempo de vida útil e alto custo.

Assim, o objetivo deste trabalho foi construir um sensor funcional e com capacidade de medir as forças na sola dos pés, porém com custo reduzido.

Materiais e Métodos

O sensor pressórico é constituído por duas armações metálicas de aço com 25 cm de largura por 35 cm de comprimento, uma representando o pé direito e a outra o esquerdo.

Em cada armação foram soldadas 16 vigas prismáticas, onde a extremidade livre de

cada viga correspondia a um ponto específico do pé.

Em cada viga foram colados respectivamente dois extensômetros elétricos de resistência (strain gages) da marca Kyowa KFG-3-120-C1-11, com fator $k = 2,10$, um próximo à extremidade fixa superior da viga e outro próximo à extremidade fixa inferior, os quais através de um circuito de meia-ponte de Wheatstone, foram utilizados para a medição da força atuante na extremidade da viga.

Portanto, cada plataforma constituiu de um total de 32 extensômetros previamente colados. Nas terminações de cada extensômetro foram soldados dois fios de pequeno diâmetro, os quais foram acoplados na viga através de fita isolante. Esses fios foram fixados a um conector DB 15, sendo assim, totalizaram-se 16 conectores, um para cada viga.

Sobre as plataformas de força foram acopladas superfícies de borracha com 25 cm de largura por 35 cm de comprimento, onde no centro destas borrachas foi colada uma palmilha de papel sulfite de cor branca, de tamanho 37, para a plataforma direita e outra para a esquerda, com objetivo de orientar o sujeito quanto ao local correto para pisar, segundo ilustra a Figura 1.

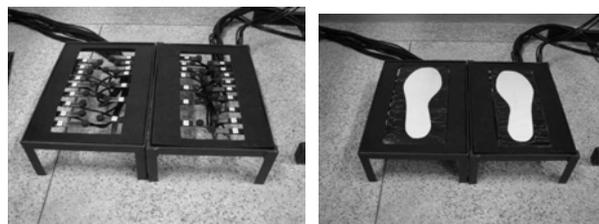


Figura 1 – Detalhe das plataformas de força esquerda e direita desenvolvidas no DME – FEG/UNESP.

Os valores numéricos dos parâmetros geométricos de uma das vigas construídas

foram, $l = 70\text{mm}$, $l_e = 55\text{ mm}$, $h = 3\text{ mm}$, $b = 12,7\text{ mm}$, $E = 200\text{ GPa}$.

As intensidades dos sinais elétricos obtidos em mV/V, provenientes dos extensômetros fixados nas vigas, são proporcionais às deformações ocorridas nas mesmas e portanto, às cargas aplicadas na extremidade.

Através de um sistema de aquisição e condicionamento de sinais, modelo Spider 8 (HBM, Darmstadt, Alemanha), os sinais elétricos provenientes dos extensômetros (mV/V), foram previamente amplificados e enviados para o microcomputador, onde através de um software conveniente Catman (versão 3.1, release 3, 1997-2000), foram coletados, armazenados e manipulados adequadamente. Foram aplicadas na extremidade livre de cada viga, massas de 1,89 kg, 3,02 kg e 4,04 kg correspondendo respectivamente às forças de 18,57 N, 29,68 N e 39,67 N. Dessa forma, obteve-se o sinal em mV/V proporcional às cargas aplicadas na extremidade livre de cada viga, sob a qual estavam fixados os extensômetros. Através do software Catman (versão 3.1, release 3, 1997-2000) foi possível efetuar uma calibração automática. O sinal proveniente da ponte montada com os extensômetros em mV/V era automaticamente “transformado” num sinal de força em [N], através da aplicação de pesos nas extremidades de cada viga componente do sensor. A frequência de aquisição dos dados utilizada foi de 10 Hz.

Resultados

O sensor construído mostrou-se eficiente a partir do processo de calibração, com alta linearidade entre o sinal elétrico e as forças aplicadas.

Durante a realização do procedimento experimental, a mesma eficiência foi notada através da obtenção precisa dos sinais elétricos, conforme ilustra a Figura 2.

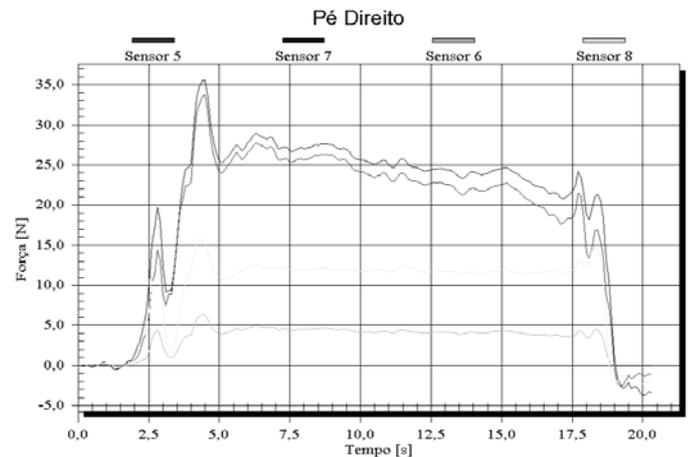


Figura 2 – Sinais obtidos nos sensores nº 5, 6, 7 e 8 da plataforma direita através do programa Catman®.

Discussão

Embora o dispositivo tenha sido construído utilizando-se um número reduzido de sensores, ele mostrou-se funcional. As plataformas já foram utilizadas em duas pesquisas: uma correlacionando pressão plantar com Hálux Valgo e outra relacionando pressão plantar e postura em crianças. Pequenas alterações nos pontos de aplicação das forças, devido à diferença do tamanho de pés, não prejudicaram de forma agressiva os resultados e os grandes desafios almejados que eram a eficiência e o custo reduzido foram obtidos.

Conclusão

Em relação à plataforma de força construída neste estudo, pode-se observar através dos testes, que os sensores responderam bem as alterações de força, demonstrando boa funcionalidade do dispositivo.

Referências bibliográficas

Domenech, S. C. et al., Estudo da preparação de circuitos flexíveis para uso em palmilhas sensorizadas, Revista Brasileira de Biomecânica, v. 4, n. 1, p. 83-91, 2003.

Faria, U. C. ; Carvalho, A. A., Implementação de Transdutores com Extensômetros para Monitorar Forças Exercidas pelos Membros Superiores e Inferiores de Pacientes, Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, v. 18, n. 3, p. 163-172, 2002.

Henning, E. M., The Evolution and Biomechanics of the Human Foot – Applied Research for Footwear, Revista Brasileira de Biomecânica, v. 4, n. 1, p. 7-14, 2003.