

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA ANÁLISE DE PRESSÃO DE CONTATO NO CORPO HUMANO

Julia Marinzeck de Alcântara Abdala,¹ Carlos Alberto Kelencz¹, Thaís Helena de Freitas¹, Francisco Antonio Rimolí², César F. Amorim³

¹Universidade do Vale do Paraíba/Laboratório de Matemática Aplicada do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento IP&D, Av. Shishima Hifumi, 1221, Urbanova, São José dos Campos - SP
kelencz@univap.br

²Johnson & Johnson/Engenharia e Desenvolvimento – Rod. Presidente Dutra, Km 154, São José dos Campos-SP, juabdala@yahoo.com.br

³EMG System do Brasil/Departamento, Av. Alfredo I.N.Penido,355 –S.508,São José dos Campos - SP, cesar@emgsystem.com.br

Resumo - Baseando-se na experiência e na necessidade de obter dados confiáveis na utilização de sensor para medida de pressão de contato no corpo humano o objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema para análise de pressão de contato, para assim ter parâmetros para realizar futuros testes em produtos de saúde. Espera-se com esse estudo fazer um modelo, para provar a aplicabilidade do sistema. Cinco voluntários participaram do estudo em que ficaram em posição unipodal apoiando sua força peso sobre o sistema de sensor, por um período de 15 segundos. Os resultados comprovam a aplicabilidade do sistema mostrando uma maior pressão unipodal em indivíduos com maior peso, o voluntário 3 possui maior pressão de 12,94 CmH₂O e peso de 97 Kg e voluntário 1 menor pressão de 4,22 CmH₂O e peso de 60Kg. O coeficiente de correlação entre a pressão unipodal e o peso corporal foi de $r = 0,84$., indicando uma forte tendência de correlação. Por isso presente estudo possui aplicabilidade, permitirá estudo de força de pressão plantar existente em indivíduos com diferentes pesos corporais .

Palavras-chave: Sensor de Pressão, Contato, Peso

Área do Conhecimento: Tecnologia em Saúde, Reabilitação

Introdução

Os sistemas biológicos podem ser representados através de relações do tipo entrada/saída. As relações de entrada/saída podem prever e fazer um modelo que permita analisar o comportamento em diferentes variáveis [WINTERS, J.M.; CRAGO, P.E. 2000], como por exemplo, a entrada de um sinal, temperatura, luz, umidade, pressão ou fluxo, fornecerá um sinal na saída proporcional esse e sinal gerado, trazendo informações quanto ao objeto analisado, exatamente como fazem os sensores.

Atualmente os sensores de pressão são amplamente utilizados nas aplicações médicas. Um sensor converte uma forma de energia em um sinal elétrico. A maioria dos dispositivos utilizados são os medidores eletrônicos de pressão do sangue para medir com precisão a pressão (0-300mmHg) e detectar o pulso, a pressão do cérebro, a pressão do coração ou outros líquidos dentro do corpo. Uma outra aplicação possível é o relógio de esporte que usa a indicação da pressão para determinar o esforço dos corredores (que detecta,

por exemplo, se o corredor está em subida ou descida de percurso) [STARCK, JASON, 2000]

A maioria de sensores pressóricos medem o deslocamento de um elemento estrutural para determinar força aplicada. As tecnologias mais comuns dos sensores de carga são piezoeletrico e de tensão.

Um modelo bastante interessante diz respeito a medida da pressão de contato sobre o corpo humano. Essa medida permitirá desde estudos do movimento humano até estudos com produtos da industria de saúde.

Uma forma de se estudar a pressão de contato pode ser feita utilizando-se o modelo de base de apoio humano, a análise de pressão de contato em indivíduos apoiados sobre o pé esquerdo em equilíbrio estático, na posição unipodal.

A área plantar é a primeira a tocar o chão ao ficar de pé e tem um papel extremamente importante: fornecer ao sistema nervoso informações como pressão e propriocepção. O sistema motor gera respostas motoras de acordo com cargas mecânicas recebidas pelo pé para atenuar a carga recebida. [ANJOS, D. M.C; OLIVEIRA, C.S.]

Como o pé não é arco fixado, a distribuição do peso corporal através dele depende da forma do arco e da localização da linha de gravidade num determinado momento. Na realidade a distribuição começa com o talo, no equilíbrio bilateral cada talo recebe 50% de toda pressão do peso corporal, num equilíbrio unilateral o peso sobre o talo é 100%. Num equilíbrio estático uni ou bi lateral 50% do peso recebido pelo talo passam através da articulação subtalar posterior em direção ao calcâneo e 50% passam anteriormente através das articulações talonavicular e calcaneocubóide em direção ao antepé. **[ANJOS, D. M.C; OLIVEIRA, C.S.]**

O centro de pressão é definido como o ponto central de força nas direções x e y que um indivíduo exerce numa plataforma de força enquanto tenta permanecer em pé. **[RIBEIRO, D.C.L; OLIVEIRA, C.L.]**

A distribuição de carga no pé reflete na postura e no equilíbrio postural. A posição ereta se configura como a “posição de repouso ou equilíbrio” favorecida pelo perfeito sinergismo entre os músculos agonistas e antagonistas que com sua tensão harmoniosa mantêm o corpo em um estado de repouso dinâmico.

Quando o pé está equilibrando o peso, exemplifica um suporte anatômico no qual o peso está distribuído entre as várias estruturas. O pé durante o equilíbrio de peso comporta-se como uma viga simples. Os suportes estão no calcanhar e nas articulações metatarsofalangianas e o peso é aplicado da tíbia ao tálus. Nessa situação os ossos do pé estão sujeitos à compressão considerando que a fásia plantar e os músculos dorsais estão sujeitos à tração. **[MC GINNIS, PETER M.]**

O centro de gravidade pode ser definido como um único ponto de um corpo, ao redor do qual, todas as partículas de sua massa estão igualmente distribuídas dentro da base do polígono de sustentação representado pela planta dos pés e pelas zonas que as separam. Um centro de gravidade fora do alinhamento diminui os limites de estabilidade do indivíduo, comprometendo os padrões normais do movimento. **[RIGUETO, R. R; OLIVEIRA, C.S.O; VILLAVERDE, A.G.J.B; OLIVEIRA, L.V.F.]**

Como a base de apoio (apoio bipodal) pode ser diferente para pessoas com diferentes peso e estatura corporal, e pode ser alterada dependendo do grau de obesidade de uma pessoa precisando ser maior em pessoas mais pesadas para uma maior distribuição de peso tendendo a andar com os pés mais afastados, acredita-se que a base de apoio unipodal talvez também seja diferente para pessoas com diferentes estaturas e peso. Lembrando que $P = F / A$, e que a F (força), pode ser caracterizada como a força peso do corpo, uma maior força peso distribuída em uma menor

área(base de apoio), caracterizará uma maior pressão, e uma maior área caracterizará uma menor pressão, sendo inversamente proporcionais.

Baseando-se nisso o objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema para análise de pressão em corpo humano testando em indivíduos com diferentes pesos corporais em posição unipodal, e verificar a relação entre pressão e peso, visando testes preliminares para se comprovar ou não a aplicabilidade do sistema.

Metodologia

Os testes em questão foram realizados na empresa Johnson & Johnson em um mesmo laboratório limpo e controlado obedecendo as normas do comitê de ética da empresa.

O estudo em questão utilizará um modelo que permitirá analisar a pressão da planta dos pés de um indivíduo na posição em pé e unipodal.

Cinco voluntários de diferentes peso e altura, de ambos os sexos de idade entre 21 e 50 anos. Antes da execução do teste, os sujeitos especificaram sua altura, peso e tamanho de calçado.

O sistema utilizado na coleta de dados tem os seguintes componentes: Placa de conversão Analógico / Digital – USB, amplificador com 01 canal, software de coleta de sinais, plataforma Windows XP/98/2000, 01 sensor de pressão absoluto, fonte de alimentação externa automática, frequência de amostragem máxima de 240Hz, comunicação USB.

O transdutor de pressão piezelétrico fornece sinal correspondente a pressão com calibração de leitura de 0 a 200 cm H₂O, registro de sinal na unidade real de medida. A calibração foi feita utilizando-se regressão linear em que coloca-se um valor conhecido para fazer a medida, a calibração foi feita em 700 cmH₂O, um elemento auxiliar na medida corresponde ao sinal de calibração (tensão conhecida).

Na saída do sensor, foi acoplada uma fina almofada plástica com ar em seu interior. Essa fina almofada foi usinada com as medidas, correspondentes a um tamanho de pé 44, de 290 mm de comprimento por 100 mm de largura

O voluntário apoiou seu pé esquerdo até sua força peso total sobre o almofada com ar. Cada voluntário ficou por um tempo de 15 segundos sobre o pé esquerdo em posição unipodal, permitindo sua força peso total sobre a almofada.

Após esta coleta os dados Pressão x Tempo foram tratados e enviados ao Software EMG System do Brasil, o software de coleta fez o armazenamento em disco durante a coleta.

Tabela 1 – Estatura e Peso e Comprimento do pé

esquerdo dos voluntários

Voluntário	Peso	Altura	Comprimento dos Pés	Número de calçado
1	60 Kg	1,57m	22,7 cm	35
2	80 Kg	1,79m	27,3 cm	42
3	97 Kg	1,79m	26,0 cm	40
4	105 Kg	1,90m	28,6 cm	44
5	80 Kg	1,72m	26,0cm	40

Os dados obtidos pelo sistema de coleta EMG System dos voluntários serão mostrados a seguir, sendo que o sistema já retira uma média da pressão de cada um. O voluntário 1 apresentou uma pressão média de 4,22 CmH₂O. O voluntário 2 apresentou uma pressão média de 10,13 CmH₂O. O voluntário 3 – apresentou uma pressão média de Pressão 12,94 CmH₂O. O voluntário 4 apresentou uma pressão média de 10,94 CmH₂O e o voluntário 5 uma pressão média de 11,09 CmH₂O.

O voluntário 1 apresentou menor pressão média de 4,22 CmH₂O e peso de 60 Kg com comprimento dos pés de 22,7 cm.

O voluntário 2 apresentou pressão média 10,13 CmH₂O, peso de 80 Kg e comprimento dos pés de 27,3 cm.

O voluntário 3 possui maior pressão unipodal de 12,94 CmH₂O peso de 97 Kg e comprimento dos pés de (26 cm).

O voluntário 4 apresentou uma pressão média de 11,09 CmH₂O peso de 105 Kg e comprimento dos pés de 28,6 cm.

O voluntário 5 apresentou uma pressão de 10,94 CmH₂O, peso de 80 Kg e comprimento dos pés de 26,0 cm. Foram feitas análises de correlação linear entre peso corporal e pressão unipodal e comprimento do pé esquerdo e pressão unipodal.

Gráfico 1 – Correlação Linear entre Peso Corporal e Pressão Unipodal

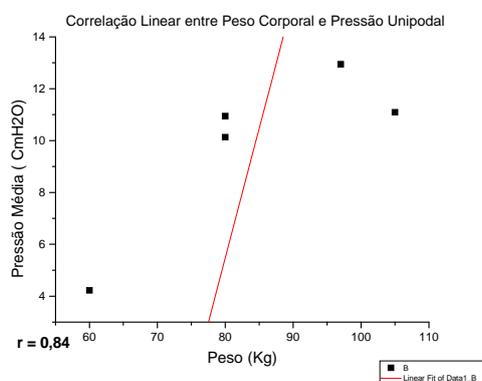
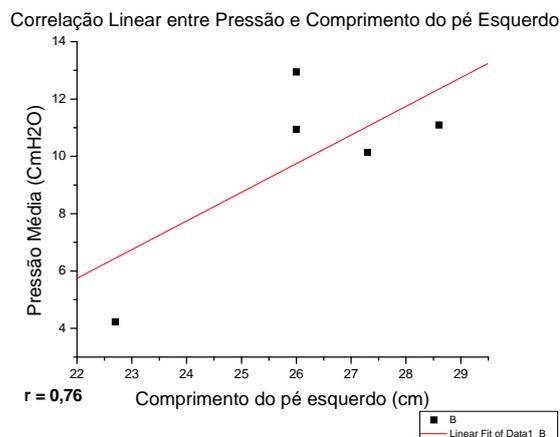


Gráfico 2 – Correlação Linear entre Comprimento do pé esquerdo e pressão.



Discussão

Os resultados podem ter sido influenciados pela área total que corresponde comprimento x largura, já que $P = F \times A$. Porém o objetivo não foi verificar a área somente o comprimento dos pés.

Ao analisar os dados pode-se observar que o voluntário 3 possui maior pressão unipodal, pois apresentou peso de 97 Kg e um comprimento unipodal relativamente pequena se comparada com os demais voluntários (26 cm), sendo sua estatura de 1,79m.

A segunda maior pressão ocorreu com o voluntário 4 apesar de apresentar o maior peso de 105 Kg. Acredita-se que isso ocorreu devido ao seu comprimento do pé esquerdo ser o maior de todos, de 28,6 cm, e estatura de 1,90m, permitindo assim uma maior distribuição de carga unipodal.

A terceira maior pressão ocorreu com o voluntário 5 com peso de 80 Kg e comprimento do pé relativamente pequeno de 26 cm e estatura de 1,79m.

A quarta pressão ocorreu com o voluntário 2, que apresentou um peso de 80Kg e comprimento do pé esquerdo de 27,3 cm, com estatura de 1,79m.

O voluntário 1 apresentou menor pressão devido ao seu peso de 60 Kg o mais baixo de todos, compatível com sua estatura de 1,60m e comprimento do pé esquerdo de 22,7cm.

O coeficiente de correlação entre a pressão unipodal e o peso corporal foi de $r = 0,84$., indicando uma forte tendência de correlação,

O coeficiente de correlação entre o comprimento do pé esquerdo e a pressão unipodal foi de 0,76, apresentando também uma forte tendência de correlação. Lembrando que o valor de r está sempre entre -1 e $+1$, com $r = 0$ correspondendo a não associação, quanto maior valor de r mais forte é a associação.

Conclusão

A partir dos dados conclui-se que o sistema desenvolvido para análise de pressão em indivíduos de diferentes peso e estatura possui aplicabilidade, e permitirá a estudos de força de pressão plantar unipodal existente em indivíduos com diferentes IMC.

Em relação à saúde poderá dar respostas quanto a doenças como a fascite plantar que refere-se a uma dor plantar, no ponto de origem da fascia plantar, na tuberosidade medial do calcâneo e surge em maior frequência em indivíduos obesos.

Auxílio com parâmetros para atender a tecnologia terapêutica, desenvolvimento de dispositivos e órteses, ajustes e suporte para biomecânica da pressão da pisada e contato sensorial, e dentro da indústria de saúde o presente estudo também permitirá auxílio na tecnologia terapêutica e na otimização na performance de desenvolvimento e processo de produtos, como joelheiras, luvas, absorventes entre outros.

Referências

- WINTERS, J.M.; CRAGO, P.E. Biomechanics and Neural Control of Posture and Movement. Springer Verlag. 2000 .

- STARCK, JASON Lessons In Electric Circuits -- Volume I, Chapter 9, junho, 2000 disponível em http://www.ibiblio.org/obp/electricCircuits/DC/DC_9.html, acesso em 24/05/07

- ANJOS, D. M.C; OLIVEIRA, C.S. Verificação da relação entre as alterações de pressão plantar e equilíbrio em pacientes diabéticos por meio de parâmetros Baropodométricos e Estabilométricos, 2006,83 f. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba, 2006.

- RIBEIRO, D.C.L; OLIVEIRA, C.L. Estudo do controle postural na posição ortostática de pacientes hemiparéticos por meio de análise de parâmetros estabilométricos, 2005, 68f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba, 2005.

- MC GINNIS, PETER M. Biomecânica do esporte e exercício. Porto Alegre; Artmed, 2002; p. 49-63; 74-75;216;185-186;224-225.

-RIGUETO, R. R; OLIVEIRA,C.S.O; VILLAVARDE, A.G.J.B; OLIVEIRA, L.V.F. Estudo do comportamento da distribuição plantar por meio da baropodometria em pacientes portadores de bruxismo do sono após uso de esplinte oclusal, 2005, 91f. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba, 2005.

