

Modelo computacional para identificação do padrão de comportamento muscular utilizando sistema de inferência fuzzy

Carina Oliveira dos Santos (Doutoranda - MCTI), carina.oliveira@yahoo.com.br
Hernane B.B. Pereira (Orientador -MCTI), hbbpereira@gmail.com
Marcelo A. Moret (Co-Orientador -MCTI), mamoret@gmail.com
Faculdade SENAI CIMATEC

Palavras Chave: *modelos computacionais, lógica fuzzy, sistema muscular.*

Introdução

O sistema musculoesquelético é caracterizado como um sistema mecânico que tem como objetivos propiciar o suporte, proteger e mover o corpo além de ser capaz de se adaptar às demandas mecânicas as quais é submetido. Na realização de uma atividade física, diversos músculos são recrutados e o comportamento que assumem garante a qualidade do exercício. Desse modo, o grau de ativação muscular depende do papel do músculo na execução do movimento. (1)

Alguns exercícios físicos tais como, trampolim, corrida e musculação podem gerar lesões, sejam decorrentes da repetitividade dos movimentos ou do impacto às estruturas musculares por sobrecarga. (2) Dentre algumas regiões do corpo, os músculos do assoalho pélvico (MAP) podem ser sobrecarregados e danificados com a sobrecarga decorrente da atividade física como em agachamentos e a qualidade de contração dos MAP pode ser comprometida. Quando estes músculos sofrem danos, a sua disfunção é um dos fatores que podem levar às incontinências urinária e fecal e outras disfunções envolvendo essa musculatura.

A análise do comportamento muscular nas atividades físicas é realizada pelo especialista, através da avaliação da contração muscular. Esta avaliação pode ser realizada através do exame muscular manual, por aparelhos que captam a contração muscular, como a eletromiografia (3) e através de métodos computacionais que podem permitir a reprodução de rotinas executadas na área de saúde como avaliação, diagnóstico e tratamento (1). A utilização de métodos computacionais pela área de saúde cresceu com os avanços tecnológicos e proporcionou à comunidade científica de várias áreas do conhecimento, o estudo e aplicação desses métodos. (4)

O especialista pode utilizar modelos computacionais como ferramentas de auxílio à tomada de decisão, tanto na avaliação como na prescrição de exercícios.

Dentre esses modelos, existem aqueles baseados em sistemas especialistas, em particular lógica *fuzzy*, nos quais é possível abordar problemas que apresentem características de imprecisão, muito comuns na área de saúde no que se refere ao diagnóstico de doenças como também na determinação de padrões (5). Como exemplos de modelos computacionais na área de saúde desenvolvidos em lógica *fuzzy*, cita-se modelo de apoio à tomada de decisão na identificação de risco para transtorno dismórfico corporal (6) e no diagnóstico diferencial de disfunções urinárias (7).

As atividades físicas estão cada vez mais valorizadas na sociedade e a forma como são executadas podem levar a disfunções dos MAP e a ocorrência de patologias. Neste contexto, o objetivo deste estudo será elaborar um modelo computacional em lógica *fuzzy* para identificação do padrão de comportamento muscular do movimento de agachamento.

Metodologia

O trabalho será desenvolvido em duas etapas. Inicialmente será realizado um estudo transversal com mulheres atletas praticantes de Cross Fit, ou treinamento funcional, ou academia convencional, com idades entre 18 a 45 anos. Para a coleta dos dados serão utilizados os questionários, teste de bioimpedância e eletromiografia. Os questionários vão avaliar a função sexual e a imagem genital. No teste de bioimpedância será mensurado o percentual de gordura, massa magra, água extra e intracelular. A eletromiografia registrará a ativação mioelétrica dos MAP, dos músculos do abdome, lombo e membros inferiores. Após assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido, os sujeitos serão avaliados por uma fisioterapeuta experiente, em uma sala reservada e com atendimento individualizado. Serão aplicados questionários e será realizada avaliação física e eletromiográfica dos MAP em repouso e em contração conforme protocolo (8). Após essa etapa o sujeito permanecerá com os eletrodos nos MAP e será encaminhado para avaliação

eletromiográfica detodos os músculos no repouso e durante oexercício de agachamento total. Por fim será realizado o teste de bioimpedância.

O desenvolvimento do modelo computacional, proposto nesse trabalho, será feito a partir das variáveis obtidas através dos dados dos sujeitos da pesquisa. Serão utilizados testes estatísticos como: ANOVA para a avaliação eletromiográfica dos MAP e os testes de correlação de Pearson ou Spearman para variáveis contínuas. As variáveis categóricas não pareadas serão analisadas através dos teste qui-quadrado ou exato de Fisher, considerando $p=0,05$. Com os testes será verificada a consistência dos dados e seleção das variáveis para o modelo.

O modelo computacional de identificação de padrão de comportamento muscular será desenvolvido na segunda etapa do trabalho utilizando sistema de inferência baseado em lógica *fuzzy* que será implementado no ambiente computacional MATLAB. Uma parte dos dados coletados será utilizada para o desenvolvimento do modelo e a outra parte para sua validação. Para a construção do modelo serão mapeados os estudos em lógica *fuzzy* que abordem o sistema muscular(1)(9) ou das regiões do corpo estudadas(10), enfatizando o tratamento dos dados e as funções de pertinência mais utilizadas. Serão elencados estudos que abordem o comportamento dos músculos do estudo no movimento de agachamento.

Após desenvolver o modelo, os parâmetros serão ajustados para a realização de uma atividade física que preserve os MAP no movimento descrito. O modelo será validado e poderá ser utilizado como ferramenta de auxílio ao especialista na prescrição do treino envolvendo os movimentos de agachamento. Em seguida, o desempenho do modelo será verificado após simulações do comportamento muscular nas modalidades de atividade física: *Cross Fit*, academia convencional e treinamento funcional.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (CAAE: 46685615.3.0000.5544).

Resultados e Discussão

Como resultado do trabalho será obtido um modelo computacional em lógica *fuzzy* para identificação de padrão de comportamento muscular no movimento de agachamento. Existem outros modelos descritos na literatura que utilizam a lógica *fuzzy* em trabalhos similares com músculos ou relacionados a saúde da mulher (5),(6). A resposta obtida no estudo será um modelo do comportamento muscular que preserve os MAP no exercício realizado.

Com esse modelo, pretende-se minimizar os riscos da atividade física de alto impacto como a ocorrência de incontinência urinária e outros distúrbios que envolvam os MAP feminino. Espera-se também que o mesmo seja utilizado como ferramenta de auxílio ao especialista na prescrição do treino envolvendo o movimento de agachamento de mulheres que praticam as modalidades de atividade física: *Cross Fit*, academia convencional e treinamento funcional.

Conclusão

Espera-se obter um modelo computacional em lógica *fuzzy* para identificação do padrão de comportamento muscular no movimento de agachamento. Espera-se ainda que o mesmo seja utilizado como instrumento que auxilie a tomada de decisão do especialista sobre a preservação dos MAP de mulheres nos exercícios realizados. Por fim, que o trabalho se torne fonte de pesquisa, ampliando a inserção da modelagem computacional na área de saúde.

Referências

1. Naeem UJ, Xiong C, Science M, Collage E. FFM: A Muscle Fatigue Index Extraction by Utilizing Fuzzy Network and Mean Power Frequency. *Int J Eng Bus Enterp Appl*. 2013;3(1):25–35.
2. Eliasson K, Larsson T, Mattsson E. Prevalence of stress incontinence in nulliparous elite trampolinists. *Scand J Med Sci Sports*. 2002;12(2):106–10.
3. Gila L, Malanda a., Carreño IR, Falces JR, Navallas J. Métodos de procesamiento y análisis de señales electromiográficas. *An Sist Sanit Navar*. 2009;32 Suppl 3:27–43.
4. Sidaoui H, Pacheco MTT. Fuzzy algorithms in medical decision making processes. 1999 Third Int Conf Knowledge-Based Intell Inf Eng Syst Proc (Cat No99TH8410). 1999;000(3):0–4.
5. Padma T, Balasubramanie P. Knowledge based decision support system to assist work-related risk analysis in musculoskeletal disorder. *Knowledge-Based Syst [Internet]*. Elsevier B.V.; 2009;22(1):72–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.knosys.2008.07.001>
6. de Brito MJA, Nahas FX, Ortega NRS, Cordás TA, Dini GM, Neto MS, et al. Support system for decision making in the identification of risk for body dysmorphic disorder: A fuzzy model. *Int J Med Inform [Internet]*. Elsevier Ireland Ltd; 2013;82(9):844–53. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1386505613001032>
7. Lopes MHB de M, Ortega NRS, Silveira PSP, Massad E, Higa R, Marin H de F. Fuzzy cognitive map in differential diagnosis of alterations in urinary elimination: A nursing approach. *Int J Med Inform [Internet]*. Elsevier Ireland Ltd; 2013;82(3):201–8. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1386505612001062>
8. Glazer HI, Ph D, Romanzi L, Polaneczky M. Sep99: Pelvic Floor Muscle Surface Electromyography. *J Reprod Med*. 1999;44:779–82.
9. Karwowski W, Gaweda A, Marras WRS, Davis K, Zurada JM, Rodrick D. A fuzzy relational rule network modeling of electromyographical activity of trunk muscles in manual lifting based on trunk angles, moments, pelvic tilt and rotation angles. *Int J Ind Ergon [Internet]*. 2006 Oct [cited 2015 Oct 20];36(10):847–59. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169814106001247>
10. Halski T, Słupska L, Dymarek R, Bartnicki J, Halska U, Król A, et al. Evaluation of bioelectrical activity of pelvic floor muscles and synergistic muscles depending on orientation of pelvis in menopausal women with symptoms of stress urinary incontinence: A preliminary observational study. *Biomed Res Int*. 2014;2014.