

Dispositivo para transdução de força em uma cadeira de Bonett

Giovanni L.F. Mendonça¹; José G. Almeida²; José Tadeu F. Leite¹;
Jerônimo F. de Alencar³; José Jamacy de A. Ferreira³

¹ Núcleo de Estudos e Tecnologia em Engenharia Biomédica/UFPB

² Departamento de Tecnologia Mecânica/CCT/UFPB

³ Departamento de Fisioterapia/CCS/UFPB

email: tadleite@mail.openline.com.br

Resumo - Este trabalho propõe um mecanismo de automação para uma Cadeira de Bonett adaptada, visando uma avaliação do ganho real de força obtido através de dois métodos de fortalecimento muscular, DE LORME e DAPRE.

Abstract - This paper describes a device for the automation of Bonett chair, with the aim to compare the real gain of strength, using two methods of analyzing muscular strengthening, proposed by DE LORME and DAPRE.

Introdução

As técnicas de fortalecimento muscular visando o treinamento de atletas e a aceleração do processo de reabilitação de indivíduos lesionados têm evoluído enormemente nas últimas décadas, devido sobretudo ao crescente desenvolvimento tecnológico.

Dentre as diversas técnicas já bastante difundidas e aplicadas em larga escala, destaca-se o método preconizado por De Lorme que, durante a segunda guerra mundial propôs a técnica de resistência progressiva, com o objetivo de tratar músculos após traumatismo, buscando o seu fortalecimento (BRUSNNSTROM 1987)⁽¹⁾. De Lorme estabeleceu como princípio básico para o fortalecimento, a técnica da resistência máxima, fixando um índice de resistência máxima, a partir do qual eram estabelecidas cargas submáximas, através da utilização de 4 séries diárias, com 10 repetições cada e cargas progressivas com reajuste semanal.

Posteriormente, KNIGHT 1979⁽²⁾, propôs o método DAPRE (do inglês, *The Daily Adjustable Progressive Resistive Exercise*), que se baseia no treinamento com cargas progressivas e número de repetições determinado pela capacidade de cada indivíduo, sendo a carga máxima ajustável diariamente.

Ambos os métodos buscam o fortalecimento muscular, mas apresentam, no entanto, eficiências distintas no ganho de força, na resistência e na hipertrofia muscular. Visando a comparação e a execução de técnicas de fortalecimento muscular, propõe-se neste trabalho incorporar a uma Cadeira de Bonett, um sistema para medição do ganho real de força exercido pelos indivíduos, a nível de musculatura do quadríceps.

Para tanto, foi desenvolvido inicialmente um transdutor de força baseado em extensômetros e adaptado ao braço esquerdo da alavanca da cadeira.

Para a aplicação do transdutor, foi empregada uma Cadeira de Bonett adaptada que está sendo desenvolvida para o Laboratório de Fortalecimento Muscular do Curso de Fisioterapia/UFPB.

Materiais e Métodos

O transdutor de força é composto por uma célula de carga e uma ponte amplificadora. A força aplicada na célula provoca deformação elástica ($\epsilon = \Delta l/l$), sendo estas deformações transformadas em variações de resistência elétrica ($\Delta R/R$), através de extensômetros de resistência colados na célula. Os extensômetros, com resistência nominal de 110 ohms, são configurados em circuito tipo ponte completa, que fornece um sinal elétrico de desbalanço ($\Delta V/V$) proporcional a ($\Delta R/R$). O sinal fornecido pela ponte é amplificado por um amplificador de instrumentação (Burr-Brown INA114).

Como a informação sofre vários estágios de processamento, desde a excitação (força) até a resposta ($\Delta V/V$), pode-se definir a sensibilidade para cada estágio conversor da informação:

$$S_c = (\Delta l/l)/(F).$$

$$K = (\Delta R/R)/(\Delta l/l);$$

$$S_p = (\Delta V/V)/(\Delta R/R);$$

onde,

S_c = sensibilidade da célula de carga.

K = sensibilidade dos extensômetros

S_p = sensibilidade da ponte

Levando-se em consideração uma plena escala de 50 Kgf, é necessário um ganho de 2730 para obtenção de uma tensão final de +5 volts.

O sinal fornecido pelo transdutor é amostrado por um microcomputador PC, através de um conversor analógico digital com tensão de entrada ± 5 Volts e 10 bits de resolução. Assim, a resolução do sistema é de 0,097 Kgf. O transdutor de força é calibrado no início de cada sessão, adotando-se como procedimento a medida inicial do zero, seguida da aplicação de um peso conhecido, exatamente no ponto de apoio da perna do indivíduo com o braço de alavanca da cadeira. Este ponto de apoio é ajustado para cada indivíduo, visto que depende da sua estatura. Durante a calibração o sistema obtém a média de 50 valores correspondentes ao zero e ao peso conhecido (normalmente, 5 Kgf), calculando um fator de calibração que será usado, deste modo, nos procedimentos de medida da sessão em curso.

Resultados

O sistema foi avaliado inicialmente do ponto de vista da linearidade e de simetria com relação as forças ascendente e descendente.

Nos testes de linearidade constatou-se em uma série de 5 medidas que a sensibilidade do transdutor é independente do valor do mesurando para forças ascendentes ($y=0,0684x-0,0056$, $r=0,98$) e descendentes ($y=0,0994x-0,0040$, $r=0,99$). No entanto, observa-se uma sensibilidade menor para as forças ascendentes do que para as forças descendentes.

Foi observada no sistema uma deriva térmica inicial, estabilizada após 20 minutos de alimentação do circuito.

Conclusões

A não simetria do sistema pode ser justificada pelas diferentes formas com que estas forças foram aplicadas. Enquanto que nas forças descendentes os pesos foram colocados diretamente nos pontos de apoio, no caso das forças ascendentes empregou-se um sistema de cabo e roletes, submetido a perdas por atrito.

Como próxima etapa do projeto, será implementada uma outra célula de carga, a ser implantada no braço de alavanca direito da cadeira.

Para a medida das forças isométricas desenvolvidas pelo indivíduo o *software* apresenta como resultado a maior força aplicada em um intervalo de tempo determinado pelo operador.

Referências

1. LEHMKUHL, L.D. and SMITH, L.K., Cinesiologia Clínica de Brunstron, 4º edição, Ed. Manole Ltda, São Paulo, 1987.
2. KNIGHT, K. L., "Knee rehabilitation by the Daily Adjustable Progressive Resistive Exercise Technique", *Am J. Sport Med.*, 1979, 7(1):366-367.