

Proposta de um sistema de biofeedback miográfico como apoio ao fortalecimento muscular

Ângela Abreu Rosa de Sá, Faculdade de Engenharia Elétrica, Laboratório de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Uberlândia, e-mail: angela_abreu@yahoo.com

Alcimar Barbosa Soares, Faculdade de Engenharia Elétrica, Laboratório de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Uberlândia, e-mail: alcimar@ufu.br

Adriano de O. Andrade, Faculdade de Engenharia Elétrica, Laboratório de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Uberlândia, e-mail: aoandrade@eletrica.ufu.br

Introdução

O *biofeedback* pode ser definido como uma técnica de condicionamento operante ou instrumental usada na aprendizagem de controle voluntário de respostas fisiológicas específicas. A aprendizagem se dá por meio de estímulos reforçadores que consistem nas próprias informações biológicas do indivíduo, sendo este levado a controlar suas respostas fisiológicas (Simon, 2002). Por meio do instrumento de *biofeedback*, o indivíduo toma consciência imediata de respostas de seu organismo que comumente não seriam perceptíveis sem o uso de instrumentos próprios, que convertem os dados sobre o estado biológico em informação acessível para o sujeito (Schwartz, 1995). Assim, o biofeedback pode ser usado para informar o paciente acerca dos movimentos, atividade muscular, força, deslocamento articular, ou outras informações fisiológicas, mediante a amplificação e exibição destas informações, de modo que o paciente possa aprender a controlar estes sinais (Basmajian, 1989).

Dentre as várias aplicações do biofeedback, destacam-se a reabilitação motora (fortalecimento de grupos musculares, melhora da coordenação intra e intermuscular e redução de espasticidade), o treinamento esportivo, a reabilitação de lesões esportivas e o controle emocional (ansiedade, estresse, medo, raiva, etc.) (Sherman, 2002).

Em reabilitação física, feedback muscular ou eletromiográfico é o mais freqüentemente empregado. Feedback muscular se refere ao uso de instrumentação para traduzir informação sobre a contratilidade muscular proveniente dos sensores ou eletrodos colocados dentro do músculo ou na superfície da pele sobre o músculo. A melhora da atividade motora voluntária com a

intervenção do biofeedback baseia-se, hipoteticamente, no mecanismo de plasticidade do sistema nervoso central. A plasticidade consiste no potencial de reorganização funcional neural e resulta da adaptação a uma nova demanda. A quantidade de feedback visual ou auditivo é diretamente proporcional à magnitude de contração que é sentida ou captada pelos eletrodos e amplificada (Cruz, 2003).

Esse trabalho tem como objetivo apresentar o projeto e o desenvolvimento de um sistema computacional, em tempo real, para terapias de biofeedback, composto de ambientes virtuais e multimídia, que pode ser utilizado no treinamento de reforço muscular.

Sistema Desenvolvido

O sistema se caracteriza por utilizar diferentes modalidades de biofeedback em sessões que podem ser configuradas para diferentes ambientes virtuais e armazenar os dados das mesmas para posteriores análises e impressões de relatórios.

O sistema está preparado para fornecer ao paciente os seguintes tipos de biofeedback:

- 1) *Auditivo* - O som se altera de acordo com a variação do sinal coletado para feedback;
- 2) *Visual* - Ambientes com elementos 3D que são controlados pelos sinais captados pelos sensores;

Para o feedback miográfico, o equipamento foi projetado para captação diferencial de sinais provenientes de um par de eletrodos passivos tipo Beckman, de Ag/AgCl. O sinal captado pelo eletrodo é amplificado de 1.000 a 10.000 vezes, dependendo do ganho necessário para cada músculo. Em seguida, é aplicado um filtro passa-alta sintonizado em 15Hz e outro passa-baixa sintonizado em 1Khz. Em seguida, realiza-se uma retificação em onda completa e uma filtragem passa-baixa a 10Hz para se obter apenas a envoltória do sinal.

Materiais e métodos

O sistema foi projetado utilizando a técnica de orientação a objetos e implementado na linguagem Visual C++ 6.0, utilizando programação concorrente e com acesso ao banco de dados MS-Access. Os ambientes virtuais foram criados no software 3D Studio Max e renderizados, em tempo de execução, utilizando recursos da biblioteca gráfica Direct X.

Em um dos ambientes desenvolvidos para feedback mioelétrico, um quadro se quebra em vários pedaços, como se fosse um quebra-cabeça (Figura 1). Para remontar o quadro o paciente deverá reforçar o músculo de interesse, e as peças voltam para o local de origem a medida que o paciente atinge o limiar estabelecido, pelo terapeuta, para a contração muscular.

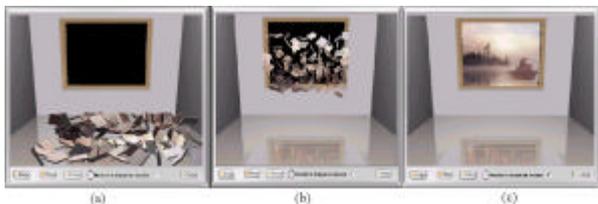


Figura 1: Ambiente Quebra-Cabeça: (a) Paciente afastando-se do limiar estabelecido; (b) Paciente atingindo o estabelecido; (c) Quadro remontado após o paciente atingir o limiar estabelecido.

Resultado

Para realizar o teste do sistema, eletrodos passivos foram posicionados sobre o ventre da cabeça longa do bíceps direito a 15 mm de distância um do outro. A posição dos eletrodos foi ainda definida de modo que uma reta imaginária passando por seus centros estivesse paralela ao sentido das fibras musculares, e o eletrodo de referência foi fixado no punho direito (Figura 2).



Figura 2: Feedback fornecido à voluntária: (a) Voluntária executando uma contração muscular e se aproximando do limiar desejado; (b) Voluntária relaxando o músculo e se distanciando do limiar desejado.

A voluntária relatou grande facilidade para compreender a interação com o sistema e a

dinâmica da sessão, pois a forma diferenciada de biofeedback (através de ambiente tridimensional), tornou a terapia mais fácil, agradável e simples de ser seguida.

Conclusão

A partir dos testes realizados, pode-se afirmar que o sistema desenvolvido possui potencialidade para tratamento de diversas patologias e disfunções mioelétricas, visto que o feedback fornecido pode encorajar e motivar as pessoas, ensinando-as a fazer algo por elas mesmas, aumentando sua confiança. E ainda, o feedback fornecido em tempo real, é muito importante para o treinamento, pois o princípio básico da aprendizagem motora é que quanto mais específica a informação e quanto mais rápido ela é fornecida ao indivíduo, maior é o aprendizado (ou reaprendizado) (Wolf e Binder-Macleod, 1989).

Referências bibliográficas

Basmajian, J. V. Biofeedback - principles and practice for clinicians. 1989

Cruz, C. F. Sistema de biofeedback para otimização de movimento de membros superiores de corredores com paralisia cerebral (Dissertação). Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. 77 p.

Schwartz, M. S. Biofeedback - a practitioner's guide: Guilford. 1995

Sherman, R., Ed. The future of biofeedback instrumentation: Applied Psychophysiology and biofeedback, v.30, p.35ed. 2002.

Simon, M. Biofeedback. In: (Ed.). Manual de técnicas de terapia e modificação do comportamento: Editora Santos, 2002. Biofeedback, p.335-358

Wolf, S. L. e S. A. Binder-Macleod. Neurophysiological factors in electromyographic feedback for neuromotor disturbance. In: J. V. Basmajian (Ed.). Biofeedback: principles and practice for clinicians. Baltimore: Williams&Wilkins, 1989. Neurophysiological factors in electromyographic feedback for neuromotor disturbance