



Sinais eletromiográficos como ferramenta de avaliação e *hardware* para comunicação alternativa

Electromyographic signals as analytical and hardware tool for alternative communication

Signos electromiográficos como herramienta de evaluación y *hardware* para la comunicación alternativa

*Edênia da Cunha Menezes**
*Vera Lúcia de Oliveira Ralin**
*Rosana Carla do Nascimento Givigi**

Resumo

O presente trabalho apresenta a interface do Eletromiógrafo como alternativa de controle positivo para escolha de recursos de Comunicação Alternativa e Ampliada (CAA). O objetivo deste trabalho foi relacionar sinais eletromiográficos como dispositivos de entrada para controle positivo para escolha de acionadores para CAA. Foi respaldado no método clínico-qualitativo e descritivo, foram selecionados três sujeitos para participar da pesquisa, dois sujeitos com diagnóstico de paralisia cerebral e um com diagnóstico de Amiotrofia Espinhal Progressiva tipo um. Após a seleção dos sujeitos, foram realizadas avaliações utilizando o protocolo de Avaliação Neurofuncional para Comunicação Alternativa e Ampliada (ACADM). De modo que a avaliação neurofuncional utilizando o ACADM norteou a escolha do tipo e região do acionador. Após a confecção do acionador, foi realizado no dia da testagem coleta dos sinais eletromiográficos. Os achados encontrados no Eletromiógrafo confirmam o potencial do grupo muscular escolhido pelo protocolo ACADM, e indica a escolha do acionador correto. Os testes com o EMG facilitaram e confirmaram as escolhas dos acionadores com o apoio do controle positivo.

Palavras-chave: Auxiliares de Comunicação para Pessoas com Deficiência;, Eletromiografia; Fonoaudiologia

*Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

Contribuição dos autores:

ECM e VLOR coleta de dados e sua análise, construção das conclusões do estudo e da escrita do manuscrito; RCNG administração do projeto e concepção do estudo.

E-mail para correspondência: Edênia da Cunha Menezes - edeniamenezes@gmail.com

Recebido: 09/09/2017

Aprovado: 27/02/2018



Abstract

The present study shows electromyography interface as positive control for Alternative and Augmentative Communication (AAC). The aim of this work was to relate electromyography signal as entrance device for positive control to choose switches on AAC. This had support on clinical-qualitative and descriptive methods, three subjects were selected for this research, two with cerebral palsy and one with Spinal Muscular Atrophy. After the selection of the subjects, were made evaluations with Alternative Augmentative Communication Neurofunctional for Choosing Switches Protocol (AACNS). In this context, the neurofunctional evaluation using the AACNS guided the selection of switches regions; after the switches were made, electromyography test in instrumentalization day was realized. The results found using EMG confirm the group muscle group chose by AACNS indicate the correct switches. EMG tests facilitate and confirm the switches chooses with support of positive control.

Keywords: Communication Aids for Disabled; Electromyography; Speech, Language and Hearing Sciences

Resumen

El presente trabajo presenta la interfaz con el Electromiógrafo como una alternativa de control positivo para elegir recursos Aumentativos y Alternativos de Comunicación (CAA). El objetivo de este trabajo fue relacionar las señales electromiográficas como dispositivos de entrada para el control positivo para la elección de disparadores para CAA. Se apoyo en el método clínico-cualitativo y descriptivo. Se seleccionaron tres sujetos para participar del estudio, dos con diagnóstico de parálisis cerebral y uno con diagnóstico de Amiotrofia Espinal Progresiva tipo uno. Después de la selección de los sujetos, se realizaron evaluaciones utilizando el protocolo de Evaluación Neurofuncional para Comunicación Alternativa y Aumentada (ACADM). Por lo tanto, la evaluación neurofuncional utilizando el ACADM guió la elección del tipo y región del disparador. Después de la confección del disparador, en el día de la recolección se realizo prueba de señales electromiográficas. Los hallazgos encontrados en el electromiógrafo confirman el potencial del grupo muscular elegido por el protocolo ACDAM y indican la elección del disparador correcto. Las pruebas con el EMG facilitaron y confirmaron las elecciones de los disparadores con el apoyo del control positivo.

Palabras claves: Auxiliares de Comunicación para Personas con Discapacidad; Electromiografía; Fonaudiología

Introdução

O presente trabalho apresenta a interface do Eletromiógrafo como alternativa de controle positivo para escolha de recursos de Comunicação Alternativa e Ampliada (CAA). A ferramenta desenvolvida foi projetada para servir como instrumento de avaliação e como possibilidade de adaptação terapêutica. A interface sujeito-computador foi mediada através do registro de um sinal eletromiográfico (EMG) em tempo real e no uso funcional.

O sistema nervoso controla a atividade muscular-contracção e relaxamento. O EMG é utilizado como ferramenta de diagnóstico em doenças neuromusculares. Percebendo que a população que

necessita de adaptações de alta tecnologia para se comunicar pode fazer uso do EMG como *hardware* de acesso ao computador. Vendo que o mesmo já utilizado para controlar mão, resposta cognitiva e interação homem-máquina¹.

As conseqüências do prejuízo motor através de problemas no sistema nervoso central são comuns na clínica, especificamente na Comunicação Alternativa. De modo que o EMG pode ser um *hardware* que pode ser usado em muitos casos clínicos, pois pode-se aproveitar o grupo muscular de predominância volitiva no paciente^{2,3}. Percebendo a possibilidade de informações de movimentação de alguma parte do corpo gerar algum biosinal que ative um sistema de computador BCI (brain computer interface). As aplicações para sistema

de comunicação podem ser: controle de equipamentos, substituindo mouse, uso conjugado com acelerômetro, para reconhecimento automático de fala analisando os sinais dos músculos: mentalis, depressor do ângulo da boca, masseter, digástrico, zigomático maior, levantador do ângulo da boca, platísmo, e orbicular dos olhos².

Hidden Markov Models usam mapa muscular para ativação dos fonemas, este mapa através de probabilidade estatística de transição do estado, através de reconhecimento de padrões através de algoritmos. Eletrooculografia também foi um método utilizado, como clique para ativar o computador⁵⁻⁷. Pelo menos em vinte anos avanços tecnológicos de equipamentos para Comunicação Alternativa vêm crescendo numerosamente. O acesso a CAA e equipamentos do bio sinais elétricos, no qual pode controlar computador na presença de desordem motora severa^{5,8,9}.

A vantagem do uso do EMG é que tem resposta instantânea nos músculos viáveis de possível controle motor. Pode ser usado em movimentos diagonais para executar movimentos verticais e horizontais. Além de poder processar a informação com processador TMS320C31 em tempo real¹⁰. O EMG consegue analisar a função muscular através da análise do sinal elétrico produzido pelo músculo durante o movimento. O potencial de ação gerado durante a contração muscular é captado pelos eletrodos na superfície da pele, na região do grupo muscular desejado¹¹. Alguns testes realizados mostraram que o sistema de comunicação assistiva em questão tem grande potencial para o auxílio de usuários que não conseguem se comunicar devido a disfunções motoras graves e perda da fala^{12,13}.

A necessidade de recursos de adaptação, implica na necessidade de saber sobre o quadro motor e ferramentas de baixo e alto custo que proporcionem a adaptação¹⁴. É visível que o EMG é um recurso tecnológico de médio custo de fácil adaptação, mesmo em sujeito com comprometimento motor severo, mas há escassez na Literatura relacionando o EMG com patologia, condição neuromuscular e adaptações, além da importância do momento da avaliação e controle positivo da musculatura de interesse para adaptação da interface, pois é recorrente na área da CAA, pacientes gastarem muito em adaptações que não são funcionais ou eficientes para sua condição neuromuscular.

No caso das pessoas com deficiência motora que apresentam transtorno no desenvolvimento da

fala devido a problemas neurológicos, com capacidade cognitiva preservada, estão comprometidos principalmente os aspectos motores expressivos da linguagem, havendo necessidade de adaptação de recursos de comunicação¹. Quando trabalhamos com CAA é recorrente a necessidade de escolher um acionador, assim usar o registro do sinal eletromiográfico facilita no processo de avaliação para a escolha de acionador que será utilizado para cada sujeito especificamente.

Em uma revisão de literatura, a fim de investigar a eficácia do *biofeedback* eletromiográfico para o trabalho de reabilitação fonoaudiológica das musculaturas orofaciais, tendo como critério de inclusão o estudo com pacientes neurológicos. Por fim, o estudo revela que o uso do sinal eletromiográfico no momento do exercício de reabilitação dá ao paciente uma resposta positiva e visual da eficácia de seu movimento⁴.

Mudanças nas políticas de saúde pública no Brasil e no mundo, mostram que a taxa de mortalidade de pessoas com deficiência diminuiu e cada dia mais há a necessidade da inclusão e necessidade de criação de recursos de adaptação a atividades diárias e a comunicação³. É vigente a necessidade de avanços tecnológicos que colaborem com a inclusão para pensar a curto e longo prazo as adaptações.

A EMG é um recurso tecnológico de médio custo e de fácil adaptação, mesmo em sujeito com o comprometimento motor severo. Este trabalho buscou compreender como o uso do EMG pode colaborar na avaliação e no uso terapêutico do acionador, ou seja, interface sujeito-computador em tempo real, e no uso funcional. Para avaliação foi usado o protocolo Avaliação Neurofuncional para Comunicação Alternativa e Ampliada (ACADM), que fez a definição do grupo muscular, logo após foi utilizado o EMG para confirmação do grupo e melhor posicionamento da interface construída ao paciente.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi relacionar sinais eletromiográficos com dispositivos de entrada para controle positivo para escolha de acionadores para Comunicação Alternativa.

Método

Este trabalho foi respaldado no método clínico-qualitativo e descritivo, foi desenvolvido no Grupo de Pesquisa de Estudos da Linguagem e

Comunicação da Universidade Federal de Sergipe (UFS). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe (UFS) sob o CAAE:15822613.7.0000.5546.

Foram selecionados três sujeitos para participar da pesquisa, dois sujeitos com diagnóstico de paralisia cerebral e um com diagnóstico de

Amiotrofia Espinhal Progressiva tipo um. Os sujeitos da pesquisa foram selecionados a partir de alguns critérios de inclusão: possuir necessidade de recursos de adaptação, Comunicação Alternativa e não ter alterações cognitivas. Na tabela 1 está a apresentação de cada sujeito com sua idade, sexo, diagnóstico e situação linguística².

Tabela 1. Apresentação dos sujeitos

Sujeito	Idade	Sexo	Diagnóstico	Situação linguística
1	15 anos	M	Paralisia Cerebral Espástica Severa	Compreende perguntas simples e linguagem figurativa; se comunica piscando o olho
2	9 anos	M	Paralisia Cerebral Atetóide Moderada	Compreende perguntas simples; se comunica indicando e falando pouco
3	5 anos	F	Amiotrófica Espinhal Progressiva tipo 1	Compreende perguntas simples; se comunica piscando o olho

Após a seleção dos sujeitos, foram realizadas avaliações utilizando o protocolo de Avaliação Neurofuncional para Comunicação Alternativa e Ampliada (ACADM). O ACADEM é dividido em articulações, movimentos voluntários e involuntários,

reflexos fisiológicos e patológicos. Dentro destas variáveis são analisados força, resistência, mobilidade, estabilidade, controle, rigidez, espasmo⁶. Na tabela 2 são apresentadas todas as etapas realizadas para alcançar os objetivos desta pesquisa.

Tabela 2. Etapas da pesquisa

Etapas	Conteúdo
1	Seleção dos sujeitos
2	Aplicação do protocolo de Avaliação Neurofuncional para Comunicação Alternativa e Ampliada (ACADM)
3	Instrumentalização do Acionador e avaliação com Eletromiógrafo

De modo que a avaliação neurofuncional utilizando o ACADEM norteou a escolha do tipo e região do acionador, após a confecção do acionador foi realizado no dia da testagem coleta dos sinais

eletromiográficos. As avaliações neurofuncionais norteadas pelo protocolo foram realizadas no *setting* terapêutico. O protocolo utilizado para realizar a aquisição do sinal EMG está descrito na Tabela 3.

Tabela 3. Protocolo para aquisição do sinal Eletromiográfico

Sujeitos	Período Basal Sem contração	Contração Máxima	Período de Ativação
1	15 segundos	3 segundos	Ciclos:10 segundos de contração e 5 segundos pausa
2	15 segundos	3 segundos	Ciclos:10 segundos de contração e 5 segundos pausa
3	5 segundos	3 segundos	Ciclos:5 segundos de contração e 5 segundos pausa

É possível observar que no sujeito 3, por possuir o diagnóstico de uma distrofia muscular, foi necessário a redução do tempo basal e na contração no período de ativação. Foi utilizado o *software* Miograph o qual permite a captação e análise de sinais Eletromiográficos das variáveis: força, ângulos, aceleração e pressão. O aparelho utilizado foi o Miotool 200/400, o qual efetua aquisições de sinais de Eletromiografia de Superfície através de sensores adequados, possui 4 canais e uma entrada do sensor de referência. Foi utilizado o filtro ativo passa-baixa de dois polos com frequência de corte 1 kHz, eliminou frequências altas indejadas.

Resultados

Tendo em vista a crucial importância e dependência do aprimoramento de métodos de avaliação e de adaptação para a efetivação da Comunicação e Alternativa e Ampliada, o presente estudo traz à tona a possibilidade do uso da Eletromiografia como método de médio custo e fácil

adaptação interface-computador na clínica da CAA na avaliação.

Como explicado no método, primeiramente foi realizado a aplicação do protocolo ACADM. Após a aplicação do ACADM, constatou-se que o **Sujeito 1** - necessitava de um acionador nos olhos, **Sujeito 2** - necessitava de um acionador no movimento da perna direita, enquanto **Sujeito 3** - necessitava de acionador no punho direito. A tabela 4 relaciona o acionador ao grupo muscular.

A construção do acionador juntamente com a parceria do Departamento da Ciências da Computação da Universidade Federal de Sergipe (UFS), possibilitou que fosse realizada a instrumentalização dos sujeitos ao acionador. Como descrito na tabela 4, Sujeito 1 óculos com sensor infravermelho, onde o piscar dos olhos ativa o uso do computador. Sujeito 2 usando acionador de pressão ativado com o movimento do pé direito, no qual apresentou respostas consistentes e na instrumentalização. O Sujeito 3 usando acelerômetro no punho direito, no qual apresenta uma resposta mais lenta, mas suficiente para o software perceber a intenção do sujeito ao acionar.

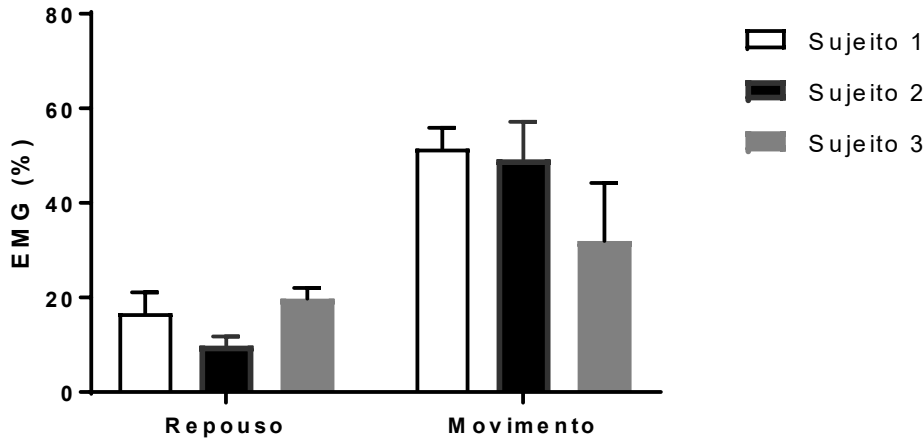
Tabela 4. Relação acionador ao grupo muscular testado na Eletromiografia

Sujeito	Acionador	Grupo muscular avaliado no EMG
1	Óculos com sensor infravermelho	Músculo orbicular dos olhos
2	Acionador de pressão ativado com o movimento do pé direito	Bíceps Femoral direito
3	Acelerômetro no punho direito	Extensor comum dos dedos

Os achados encontrados no Eletromiograma confirmam o potencial do grupo muscular escolhido e o quanto o protocolo ACADM indica a escolha

do acionador correto. Também confirma sobre o posicionamento do acionador, em regiões onde o sinal elétrico prevalece.

Gráfico 1. Avaliação da eficácia da escolha de acionadores através da EMG, dados apresentados em percentagem em relação ao CVM (contração voluntária máxima isométrica).



O gráfico 1 mostra que nos sujeitos 1 e 2 existe uma diferença maior em percentagem de microvolts entre o momento do repouso quando comparado ao momento da ativação. O sujeito 3 não apresenta diferença significativa entre o momento do repouso quando comparado ao momento da ativação. Ressaltando que o Sujeito 1 e 2 apresentam o diagnóstico de paralisia cerebral enquanto o Sujeito 3 amiotrofia espinhal tipo 1. Desta forma, abre-se a possibilidade do uso do EMG como interface terapêutica para pacientes que tenham alterações motoras de origem do sistema nervoso central, não muscular esquelética.

Verifica-se a possibilidade e necessidade de usar a avaliação eletromiográfica para confirmação do grupo muscular eficaz para adaptação e construção do acionador. Entretanto, o EMG, a partir de achados encontrados neste estudo, passa a não ser aplicável como acionador de longo prazo em doenças neuromusculares, com fisiopatologia no metabolismo muscular e alterações na junção neuromuscular. O delta entre repouso e ativação não é suficiente para utilizá-lo como acionador de longo prazo neste tipo de fisiopatologia, diferentemente do observado na paralisia cerebral.

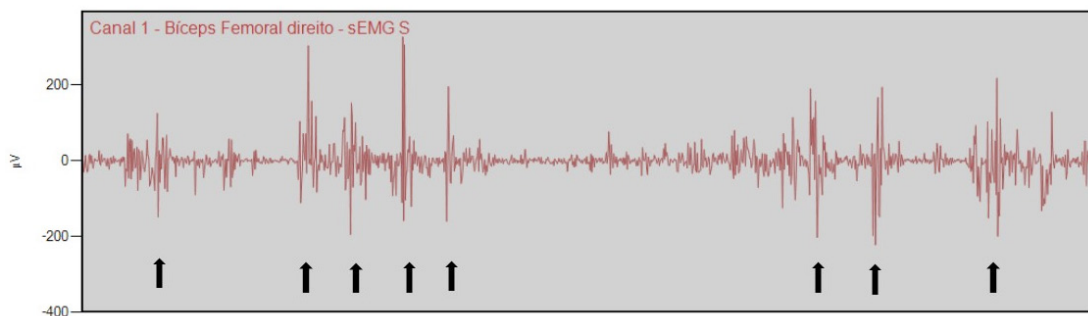


Figura 1. Demonstração do sinal eletromiográfico do sujeito 2

A figura 1 mostra como os momentos de ativação indicados pelas setas apresentam o delta satisfatório em um teste realizado no sujeito 2 no biceps femoral direito, acionador de pressão ativado com o movimento do pé direito. A diferença na

voltagem entre o repouso e a contração se mostra um fator importante para o software entender o que é ruído, resposta e repouso, e assim usar com eficácia o sistema de comunicação alternativa.

Os testes com o EMG facilitaram e confirmaram as escolhas dos acionadores com o apoio do controle positivo na avaliação através dos sinais bioelétricos Eletromiográficos. Diante dos testes realizados, constatamos que o sinal eletromiográfico confirma a precisão e eficácia do controle da musculatura do sujeito ainda com a presença de movimentos involuntários das musculaturas. Os resultados mostram que, mesmo sem controle total do movimento do músculo, os sinais de resposta no momento da atividade é preciso e coerente.

Considerando que os nossos pacientes apresentaram sinais EMG semelhantes aos encontrados na literatura que faz corroborar ao nosso estudo, para consistência dos dados apresentados. A distinção clínica foi essencial para a decisão clínica, vindo que a fisiopatologia músculo esquelética do distúrbio motor é essencial para escolha do recurso de adaptação à Comunicação.

Discussão

O processo de avaliação dos sujeitos explanados acima colocou em discussão a afirmativa da necessidade de aperfeiçoar ferramentas de avaliação e classificação para escolha de acionadores, assim como proporcionar eficácia e agilidade no momento da escolha do acionador a longo prazo. Especialmente nos casos dos sujeitos com comprometimento motor severo, a seleção de ferramentas de CAA foi mais bem norteada com a avaliação usando o protocolo ACADM junto com o controle positivo do EMG.

O uso ACADM, em seguida o uso da instrumentalização com o EMG, permitiu um melhor posicionamento do acionador escolhido, além da confirmação do grupo muscular de interesse para adaptação do acionador. O sistema de captação do EMG já pode ser feito na Universidade Federal de Sergipe (UFS), junto com a parceria do Departamento de Ciências da Computação.

Visto que a contração e funções motoras funcionais na paralisia cerebral mostra-se consistente, mesmo com as alterações de força e coordenação, além de reflexos patológicos associados. Na paralisia cerebral, o grupo muscular escolhido pelo ACADM, de que o paciente apresenta controle e consistência no movimento, não se desorganiza e não perde funcionalidade¹⁶. Podendo usar agonista e antagonista¹⁷.

O sujeito 3 apresenta Amiotrofia Espinal Progressiva (AEP) que é uma doença genética progressiva de herança autossômica do gene 1 de sobrevivência do motoneurônio (SMN), localizado na região telomérica do cromossomo 5q13, ou seja, afeta o corpo do neurônio motor no corno anterior da medula espinhal^{18,19}. A AEP apresenta desnervação, com observação de fibrilação no repouso em casos de desnervação, no corno anterior da medula espinhal; são encontrados potenciais de unidade motora de duração e amplitude aumentada e com redução da velocidade de contração²⁰.

O sujeito 3 apresenta hipotonia e fraqueza muscular progressiva difusa e simétrica. Estes achados no EMG da literatura corroboram com os achados encontrados no nosso estudo, reafirmando a necessidade do uso no momento da instrumentalização do acionador para escolha do melhor posicionamento do acionador e percebendo que não é viável o uso do EMG como acionador de longo prazo ao paciente com distrofia muscular, apenas no momento da instrumentalização.

Conclusão

O trabalho mostrou de maneira inédita o uso da EMG na instrumentalização de acionadores na CAA, com a proposta do uso terapêutico, relacionando dois tipos de distúrbios neurológicos, a paralisia cerebral e a Amiotrofia Espinal Progressiva. Foi visto que para paralisia cerebral pode ser utilizado como recurso na instrumentalização do acionador e como recurso terapêutico. Diferentemente do observado na AEP, que o EMG é essencial apenas no momento da instrumentalização, pois a fraqueza muscular progressiva difusa simétrica não possibilitou ter o delta suficiente para defini-lo como recurso terapêutico.

Percebendo a necessidade da continuação da pesquisa, o próximo passo será a avaliação clínica abrangendo mais distúrbios motores que necessitem de adaptações para a Comunicação. O projeto continua em andamento na Universidade Federal de Sergipe (UFS) com o trabalho de parceria do grupo de pesquisa de Estudos da Linguagem e Comunicação do Departamento de Fonoaudiologia e do Departamento de Ciências da Computação. O objetivo deste projeto é tentar finalizar a criação de hardwares que consigam ser acionados através do potencial de ação do músculo, de baixo custo e acessíveis à sociedade. Além da criação

de processamento de algoritmos de sinais que codifiquem na contração muscular e promovam o reconhecimento de informações através do sistema EMG de CAA.

Referências bibliográficas

1. Raez MBI, Hussain MS, Mohd-Yasin F. Techniques of EMG signal analysis: detection, processing, classification and applications. *Biol Proced Online* 2006Mar; 8(1): 11–35.
2. Pinheiro CG, Naves EL, Pino P, Losson E, Andrade AO, Bourhis G. Alternative communication systems for people with severe motor disabilities: a survey. *Biomed Eng OnLine* 2011Abr; 10(1): 1-3.
3. Perez-Maldonado C, Wexler AS, Joshi SS. Two-dimensional cursor-to-target control from single muscle site sEMG signals. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng Publ IEEE Eng Med Biol Soc* 2010Abr; 18(2): 203–9.
4. Freitas GS, Mituuti CT, Furkim AM, Busanello-Stella AR, Stefani FM, Arone MMAS et al. Electromyography biofeedback in the treatment of neurogenic orofacial disorders: systematic review of the literature. *Audiol - Commun Res* 2016Out; 21(3): 1-10.
5. Monteiro LG, Oliveira SMQ, Rodrigues SM, Dias CA. Corporate social responsibility: inclusion of people with disabilities in the work market. *Rev Bras Educ Espec* 2011Set; 17(3): 459–80.
6. Huang CN, Chen CH, Chung HY. Application of facial electromyography in computer mouse access for people with disabilities. *Disabil Rehabil* 2006Feb; 28(4): 231–7.
7. Lee KS. EMG-Based Speech Recognition Using Hidden Markov Models With Global Control Variables. *IEEE Trans Biomed Eng* 2008Feb; 55(3): 930–40.
8. Han JS, Bien ZZ, Kim DJ, et al. Human-machine interface for wheelchair control with EMG and its evaluation. *IEEE Trans Biomed Eng* 2003Set; 2(21): 1602–05.
9. Choi C, Kim J. A Real-time EMG-based Assistive Computer Interface for the Upper Limb Disabled. *IEEE Trans Biomed Eng* 2007. 459–62.
10. Chang GC, Kang WJ, Luh JJ, et al. Real-time implementation of electromyogram pattern recognition as a control command of man-machine interface. *Med Eng Phys* 1996; 18(7): 529–37.
11. Garcia-Conde B, James CJ. On the development of a low-cost EMG switch for communication using minimal muscle contractions. *Conf Proc Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*; 2016Mai; 29(1):1668–71
12. Santos AC, Silva CAB. Surface electromyography of masseter and temporal muscles with use percentage while chewing on candidates for gastroplasty. *Arq Bras Cir Dig ABCD* 2016 Mai; 29(1): 48–52
13. Tarng YH, Chang GC, Lai JS, et al. Design of the human/computer interface for human with disability using myoelectric signal control. In: *Proceedings of the 19th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*; 1997Aug; 1909–10
14. Maier-Hein L, Metze F, Schultz T, et al. Session independent non-audible speech recognition using surface electromyography. In: *IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding*, 2005. 331–6.
15. Gôes UM, Menezes EC, Givigi RCN. Protocolo de avaliação neurofuncional como norteador da seleção de ferramentas de CAA em sujeitos com paralisia cerebral. *Distúrb Comun* 2017Mar; 29(1): 133–43.
16. Damiano DL, Martellotta TL, Sullivan DJ, Granata KP, Abel MF. Muscle force production and functional performance in spastic cerebral palsy: Relationship of cocontraction. *Arch Phys Med Rehabil* 2000Jul; 81(1): 895–900.
17. Lam WK, Leong JCY, Li YH, Hu Y, Lu WW. Biomechanical and electromyographic evaluation of ankle foot orthosis and dynamic ankle foot orthosis in spastic cerebral palsy. *Gait Posture* 2005Set; 22(1): 189–97.
18. Araújo AP, Ramos VG, Cabello PH. Spinal muscular atrophy diagnostic difficulties. *Arq Neuropsiquiatr* 2005Mar; 63(1): 145–9.
19. Roso V, Bitu S de OB, Zanoteli E, Beteta JT, Castro RC de, Fernandes AC. Surgical treatment of scoliosis in spinal muscular atrophy. *Arq Neuropsiquiatr* 2003Mar; 61: 631–8.
20. Ferraz MR, Zanoteli E, Oliveira ASB, Gabbai AA. Progressive muscular atrophy: clinical and laboratory study in eleven patients. *Arq Neuropsiquiatr* 2004Mar; 62(1): 119–26.