

## Uso de biofeedback em paciente tetraplégica com sensação de membro fantasma

*Maria Inês Gandolfo Conceição*

*Lincoln da Silva Gimenes*

Universidade de Brasília

### RESUMO

A técnica de *biofeedback* tem sido utilizada no tratamento de uma grande variedade de patologias. Tem sido comum a sua utilização na reabilitação de pacientes com lesão medular, sobretudo no fortalecimento da atividade motora residual. No entanto, não há qualquer menção ao seu uso em pacientes com lesão medular associada a distúrbio da percepção corporal. O presente trabalho teve como propósito relatar uma experiência de uso do *biofeedback* por eletromiografia (EMG) associado ao treinamento físico-funcional de paciente portadora de lesão medular incompleta aguda com relato de sensação de membro fantasma na forma de duplicação de membros, no intuito de observar a eficácia da utilização da técnica na aquisição de movimento voluntário. Foram realizadas cinco sessões com o uso da técnica – intercaladas por atividades de fisioterapia – durante as quais foram coletados dados por meio da observação do comportamento motor dos membros superiores, do traçado eletromiográfico da atividade muscular e do relato da paciente. Após as cinco sessões ficou constatado ganho significativo de atividade motora voluntária, traçado eletromiográfico característico de contração voluntária, bem como, relato da ausência do distúrbio de sensação.

*Palavras-chave:* *biofeedback*; lesão medular; sensação de membro fantasma.

### ABSTRACT

#### **The use of biofeedback for a tetraplegic patient with phantom limb sensation**

Biofeedback techniques has been used in the treatment of a great variety of pathologies. It has been commonly utilized in the rehabilitation of spinal cord injury patients, primarily for strengthening residual motor activity. However, there is no mention on its utilization with spinal cord injury patients with bodily disturbance perception. The aim of this study is to report the use of electromyographic biofeedback associated with physical and functional training in the treatment of a patient with incomplete spinal cord injury in the acute phase of the lesion with phantom limb sensation. The purpose was to observe the efficacy of the technique in acquisition of voluntary movement of the upper limbs. Five electromyographic sessions were conducted, interspersed with physiotherapeutic sessions, and data were collected by observation of motor behavior, electromyographic signals of muscle activity and patient's own observations. At the completion of these sessions, significant gains in voluntary motor activity were registered, electromyographic signals of voluntary activity were observed as well as a marked absence of perception disturbances.

*Keywords:* biofeedback; spinal cord injury; phantom limb sensation.

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 (Brucker, 1980). Por meio do procedimento do *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.

O campo do *biofeedback* tem testemunhado um crescimento e um amadurecimento significativos nesta década e, hoje, há um grande número de distúrbios para os quais o *biofeedback* tem sido

utilizado. Tem-se constatado que todos os grandes centros de reabilitação usam técnicas de *biofeedback* em alguma medida (Goldsmith, 1985). Várias pesquisas reportando resultados consistentemente positivos consolidaram o valor do *biofeedback* no tratamento de diversos diagnósticos. Há várias publicações de experiências relatando amplo uso da técnica do *biofeedback* em reabilitação de pacientes com diversas patologias e lesões neurológicas, tais como lesão medular, acidente vascular cerebral, traumatismo crânio-encefálico e paralisia cerebral (Booker, Rubow & Coleman, 1969; Brucker, 1980; Carrobbles, 1983; Debacher, 1989; Miliver-Brown, Stein & Lee, 1974; Thomas, Stein, Gordon, Lee & Elleker, 1987; Wolf, 1989). Sua utilização tem sido invariavelmente associada a outros procedimentos fisioterápicos, visando sempre a ganhos funcionais.

A lesão medular é um dano neurológico de origem traumática ou não-traumática que acomete a medula espinhal e acarreta perda parcial ou total de movimento e sensibilidade. A lesão medular também altera as funções dos sistemas excretórios, respiratório, circulatório, reprodutivo e sexual. Dependendo do nível da lesão, ela resulta em paraplegia (lesão em nível de coluna torácica, lombar ou sacra que afeta o movimento e a sensibilidade dos membros inferiores) ou tetraplegia (lesão na coluna cervical que afeta o movimento e a sensibilidade dos membros superiores e inferiores). Quanto ao grau de lesão, ela pode ser completa ou incompleta. A lesão medular pode ser classificada quanto ao tipo, grau e nível, obedecendo às normas de padronização internacional ditadas pela *American Spinal Cord Injury Association – ASIA*.

A utilização da técnica do *biofeedback* em pacientes portadores de lesão medular é cada vez mais extensa. Dentre suas aplicações destacam-se: o controle de hipotensão postural, o controle de espasticidade, o relaxamento e o fortalecimento muscular. Algumas das vantagens da técnica são a flexibilidade e a abrangência de sua aplicação: podem ser beneficiados com tal técnica pacientes crônicos ou agudos (Seymour & Bassler, 1977), pacientes restritos ao leito (Nacht, Wolf & Coogler, 1982) e pacientes com lesões neurológicas completas ou incompletas (Conceição, 2000; Klose, Schmidt, Needhan, Brucker, Green & Ayyar, 1990); Stein, Brucker & Ayyar, 1990).

Uma modalidade de tratamento relativamente nova para pacientes com lesão medular incompleta é o *biofeedback* por eletromiografia (EMG) com eletrodos de superfície (Nacht & cols., 1982). O *feedback* eletromiográfico mensura a atividade elétrica dos músculos esqueléticos, a qual expressa o grau de contração ou relaxamento dos mesmos. A utilização desta técnica em reabilitação de pacientes com lesão medular incompleta tem apontado ganhos motores significativos ainda que, muitas vezes, isto não signifique recuperação total e sim, algum ganho funcional (Goldsmith, 1985).

Apesar de haver, na literatura, relatos de casos mostrando o emprego do *biofeedback* em pacientes com lesão medular, casos de lesão medular incompleta e casos de lesão aguda, não foi encontrado qualquer estudo descrevendo o uso da técnica em pacientes portadores de lesão medular que apresentam sensação de duplicação dos membros ou de sensação de “membro fantasma”.

O fenômeno da sensação de duplicação dos membros em pacientes com lesão medular é muito raramente documentado, embora na prática, tem sido crescente a recorrência de queixas semelhantes entre pacientes tetraplégicos em fase aguda de lesão. Apenas um artigo sobre o assunto foi encontrado na literatura publicado em 1989 por Ohry, Gur e Zeilig. O artigo relata um caso de duplicação de todos os membros nunca antes descrito em pacientes tetraplégicos. No caso relatado, o paciente referia ter uma vívida sensação de duplicação dos membros: dizia possuir um par de mãos que se situavam paralelamente às mãos normais e duas pernas

igualmente situadas paralelamente às pernas reais. O paciente também referia que o par de braços cruzavam em cima do peito e lhe causavam dificuldades respiratórias. Os autores acreditavam que este é um raro exemplo de preocupação com os membros paralisados, privação sensorial e uma possível reação medicamentosa inusual.

Muito embora não esteja clara a causa de tais fenômenos, evidências clínicas demonstraram que lesões no hemisfério direito causam uma disfunção visuo-espacial envolvendo a topografia. Fenômenos com algumas características semelhantes, tais como, a paramnésia reduplicativa ou síndrome de Capgras – na qual o paciente acredita que seus familiares foram substituídos por outros idênticos a eles – foram muito raramente descritos e estão associados a patologias do lobo frontal bilateral e do hemisfério direito (Alexander, Stuss & Benson, 1979).

Por sua vez, os distúrbios de sensação, tais como, sensação de dor em membros fantasmas são muito comumente referidos por pacientes com lesão medular. Durante milênios acreditava-se que estas sensações em partes ausentes do corpo eram de origem psíquica. A partir deste século, as explicações psíquicas foram cedendo lugar às explicações fisiológicas. Atualmente, acredita-se que a sensação de membro fantasma é melhor explicada como proposto por Melzack, ou seja, como um engrama sensorial. Esta hipótese vai ao encontro das atuais teorias de funcionamento do cérebro. Muito embora não exista um tratamento atual para esta sensação, seu tratamento deve fazer parte de um programa de reabilitação mais compreensivo com o objetivo de restaurar a função em todas as esferas da vida do indivíduo (Davis, 1993).

O objetivo do presente trabalho é descrever o uso de *biofeedback* em um paciente com tetraplegia incompleta, em fase aguda e com dificuldade de percepção corporal, com o objetivo de avaliar os ganhos apresentados durante e após o procedimento de

*biofeedback*. A queixa da paciente – sensação de duplicação de membros superiores – era bastante incapacitante, visto que a estava impedindo de responder à proposta de fisioterapia dos membros superiores. Foi solicitado ao serviço da psicologia uma intervenção visando à compreensão e o alívio da queixa, pelo que se optou pela técnica de *biofeedback* por EMG.

## MÉTODOS

### Participante

A metodologia empregada foi o estudo de caso relatado a seguir: Paciente CAA de sexo feminino, 26 anos, 2º grau completo, professora de 1º grau. A paciente envolveu-se em um acidente automobilístico tendo perdido a consciência no local do acidente e sofrido amnésia retroantrógrada. Foi levada para pronto socorro de um hospital geral e três dias depois foi transferida para um hospital de reabilitação. Os exames radiológicos da paciente indicaram fratura na base da segunda vértebra cervical, fratura com

acunhamento da quinta vértebra torácica, fratura de clavícula esquerda e derrame pleural.

No exame neurológico, a paciente foi diagnosticada como sendo portadora de tetraplegia traumática por acidente automobilístico, nível neurológico sensitivo e motor C3 e classificação ASIA C (função motora preservada abaixo do nível neurológico e maioria dos músculos abaixo do nível neurológico com grau menor que 3). Sua lesão apresentava características de síndrome centro-medular: lesão que ocorre quase exclusivamente na região cervical e que produz preservação da sensibilidade sacral e maior fraqueza nos membros superiores do que nos membros inferiores.

Durante sua hospitalização, a paciente esteve internada em unidade de cuidados intensivos e recobrou a consciência três dias após a internação. Apresentava escoriações na face e na região temporal, mostrava-se sonolenta e respirava espontaneamente. Enquanto sob cuidados intensivos, a paciente foi submetida a hidratação venosa, uso de corticóide e fisioterapia respiratória.

No 7º dia de internação teve alta dos cuidados intensivos e iniciou seu processo de reabilitação com equipe especializada em lesão medular. Uma vez no programa de reabilitação, a paciente recebeu tratamento conservador (colar cervical rígido). Apresentava queixas algícas importantes em região cervical e queixas de endurecimento do abdômen e dos membros inferiores. Apresentava dificuldade em realizar exercícios ativos de membros superiores, referindo-se a uma sensação do tipo “membro fantasma” ou duplicação de membros superiores: dizia estar sentindo a presença de quatro braços, sendo que os braços “reais” não obedeciam ao seu comando e os “imaginários” sim. Após avaliação multidisciplinar, foi afastada a possibilidade de lesão cerebral e optou-se por tratar a paciente com a técnica de *biofeedback* na tentativa de minimizar os efeitos da dissociação da percepção.

Na avaliação psicológica, constatou-se que a paciente considerava ridícula sua sensação de duplicação de membros e que, por tal motivo, não havia comentado nada sobre sua sensação, temendo ser considerada insana. Assim como ocorria no caso descrito por Alexander e cols. (1979), a paciente não tinha condições de usar sua consciência sobre a contradição de informações para modificar suas sensações de acordo com as pistas ambientais.

### Instrumentos

Os equipamentos utilizados foram programas de *biofeedback* computadorizados que permitem ao paciente ter *feedback* visual e auditivo simultaneamente para quatro músculos. O *feedback* visual consiste no traçado gráfico da atividade elétrica do músculo, cuja amplitude aumenta na proporção direta da contração muscular. Da mesma forma, o *feedback* auditivo aumenta de acordo com a força da contração muscular e consiste em um ruído branco.

Estes equipamentos consistem em computador PC – 50mhz, processador e monitor SVGA; conversor analógico digital (Tecmar LabPac); sistema EMG (Motion Analysis MA 100) composto por eletrodos de superfície e pre-amplificadores; amplificador de som convencional e *software*.

### Procedimentos

A paciente foi submetida a cinco sessões de *biofeedback* com duração de 30 minutos cada, ao longo de duas semanas. Foram trabalhados os músculos bíceps bilateralmente. Estes eram conectados ao sistema por meio de eletrodos de superfície, tendo-se utilizado o procedimento usual de preparação da pele – que consiste na remoção de impurezas com algodão embebido em álcool, no local preciso de colocação do eletrodo.

Os dados foram coletados durante as sessões por meio de um protocolo onde constam dados de identificação do sujeito, data, tempo de duração, tempo de captura do sinal, amostra de frequência, canal da amostra e registro eletromiográfico da sessão. Também foram observados os comportamentos motor e verbal do sujeito durante as sessões e foram registrados os relatos do sujeito após cada sessão. Foram feitas gravações em vídeo das sessões. Os dados fisiológicos dos sinais de EMG das sessões não foram gravados e a representação gráfica dos mesmos, disponível na tela de computador, foi registrada a cada sessão por meio das gravações realizadas em fitas VHS.

A paciente tinha acesso à tela de um computador onde podia ver uma linha sendo traçada. Inicialmente, durante o treino da técnica, sua tarefa era contrair voluntariamente os músculos indicados (bíceps direito e esquerdo). Não tendo havido resposta de contração muscular voluntária na primeira sessão de treino, a partir da segunda sessão, mudou-se o comando: sua tarefa agora era fazer com que a linha traçada na tela do computador apresentasse picos de maior amplitude e duração possíveis. Para isso, pediu-se à participante que, ao invés de continuar tentando contrair o músculo indicado, que ela voltasse sua atenção para a tela do computador e, retirando sua atenção de sobre o músculo, explorasse uma maneira de fazer a linha traçada se mexer sob um outro comando voluntário qualquer. Cada vez que emitia a resposta desejada, era reforçada com o sinal da tela, com o som emitido pelo equipamento e com o reforço verbal do aplicador.

Além dos três níveis de dados coletados durante as sessões de *biofeedback*, também foram utilizados os dados referentes aos resultados no teste que avalia a força muscular da paciente de dois momentos distintos: antes do treino e após o mesmo.

### RESULTADOS

A síntese dos dados obtidos nos três níveis de coleta – dados de observação, traçado eletromiográfico e relato da paciente – ao longo das cinco sessões é apresentada na tabela a seguir:

Tabela 1: Dados resultantes dos três níveis de coleta

SESSÃO	Dados de observação	Traçado eletromiográfico	Relato da paciente
1 (treino)	Ausência de resposta motora sob o comando de contrair o bíceps	Sinal de músculo em repouso	Refere sensação de possuir 4 membros superiores. Disse estar empregando toda a força para contrair o músculo
	Ausência de resposta motora sob o comando de contrair o bíceps	Sinal de músculo em repouso	Disse estar empregando toda a força para contrair o músculo
2	Contração discreta após comando de desfocar a atenção sobre o músculo	Sinal de contração muscular	Disse ter mexido o “membro imaginário”
	Aumento discreto na amplitude do movimento dos braços sob comando anterior	Aumento de amplitude e de duração	Relata estar mexendo o “membro imaginário” e vendo o braço real mexer
3	Movimento constante de braços sob comando anterior	Sinal de contração muscular	Disse ter esquecido a presença do o “membro imaginário” e estar atenta ao braço “real”
4	Movimento constante de braços sob comando anterior	Sinal de contração muscular com amplitude e duração constantes	Disse estar mexendo voluntariamente o braço “real”. Refere não sentir mais os braços “imaginários”

Antes de iniciar o treino do *biofeedback*, a paciente realizava mobilização passiva de membros superiores, ou seja, seu fisioterapeuta manipulava os braços visando a prevenção de complicações articulares. Esta mobilização consistia em um exercício de movimento dos braços sem a força ativa dos mesmos, uma vez que, a paciente não era capaz de realizar movimentos ativos com os braços. Durante as três primeiras sessões, continuou realizando paralelamente apenas mobilização passiva. A partir da 3ª sessão de *biofeedback*, seu fisioterapeuta relatou que a mesma iniciou mobilização ativa com carga gradativa.

Observou-se, após algumas sessões, que a paciente conseguiu anular a interferência dos braços “imaginários”. Para isto, também foi preciso que a paciente concentrasse sua atenção no movimento do traçado na tela do computador e não na tentativa de contrair os músculos dos braços “reais”.

A partir da 3ª. sessão de *biofeedback*, a paciente constatou que sua resposta provocava o movimento dos braços “reais” e, após algumas sessões, verbalizou estar mexendo-os voluntariamente, esquecendo a presença dos braços “imaginários”. A visualização dos braços em movimento sob seu comando passou a assumir um papel importante no controle e no

desempenho de contração desses músculos. A partir desse momento, os sinais de *feedback* emitidos pelo aparelho cedem seu valor reforçador à visão do movimento voluntário do braço. Por fim, após recuperar o controle voluntário da contração dos músculos dos braços, a paciente relatou o desaparecimento dos braços “imaginários” na última sessão de *biofeedback*.

Os dados obtidos na observação do comportamento durante as sessões e no traçado eletromiográfico foram compatíveis com os relatos da paciente, havendo coerência entre os três níveis.

O teste de força muscular da paciente foi realizado em dois momentos do processo: no dia em que ingressou no programa de reabilitação e no dia em que teve alta hospitalar. O teste utiliza uma escala de zero a cinco, onde: **zero** (0) significa ausência de contração muscular voluntária; **um** (1) significa esboço de contração voluntária; **dois** (2) movimento voluntário na ausência da força da gravidade; **três** (3) movimento voluntário na presença da força da gravidade; **quatro** (4) movimento voluntário com resistência e **cinco** (5) força de movimento voluntário preservada. Os resultados do teste dos membros superiores foram:

Tabela 2: Teste de força muscular de membros superiores realizados na admissão e na alta, em escala de zero a cinco

	Admissão		Alta	
	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
C5 deltóide/bíceps	0	0	4	3
C6 extensor de punho	0	0	4	3
C7 tríceps	0	0	4	4
C8 flexor prof. Dedos	0	0	4	4
T1 intrínsecos da mão	0	0	4	3

Os resultados mostram ganhos motores significativos quando da ocasião da alta da paciente. Observou-se maior ganho de força muscular em membro superior direito, tendo este apresentado

movimento voluntário com resistência em todos os músculos testados. O teste de força muscular do braço esquerdo também apontou ganhos motores significativos, apesar de ter apresentado, em alguns

músculos, escores mais baixos do que os do braço direito. Estes resultados se traduzem na possibilidade de total independência físico-funcional em suas atividades de vida diária.

## DISCUSSÃO

O presente estudo de caso sobre a utilização da técnica de *biofeedback* por EMG no tratamento de paciente portadora de tetraplegia traumática com queixa de sensação de membro fantasma (na forma de duplicação dos membros superiores) apresentou como resultado a eliminação total da queixa, resultando em recuperação da capacidade motora funcional da paciente. Os diferentes níveis de dados mostraram-se congruentes com o resultado final, bem como, com as informações complementares fornecidas pelos testes de avaliação motora.

O êxito alcançado no caso relatado não foi mérito exclusivo da técnica de *biofeedback*, uma vez que a sua associação com as atividades de fisioterapia foram determinantes. Porém, a técnica se prestou a devolver à paciente a conexão com sua propriocepção e a ampliar seu repertório comportamental por meio da tradução de informações proprioceptivas internas em informação externa, ensinando-a a desenvolver controle sensorio-motor sutil.

Muito embora a sensação de duplicação dos membros seja rara entre portadores de lesão medular, há casos, como o relatado, em que tal distúrbio dificulta a noção de posição segmentar e, conseqüentemente, o treino físico-funcional dos membros em questão.

Não foram encontradas explicações plausíveis para o fenômeno de sensação de duplicação de membros em pacientes com lesão medular, mas, acredita-se que este possa ser devido a distúrbios neurovegetativos próprios da lesão. Uma das possíveis explicações encontradas na literatura (Alexander & cols., 1979) sugerem a participação de regiões cerebrais abaladas pelo traumatismo. Nesse sentido, os resultados do presente trabalho – em consonância com os dados encontrados na literatura – apontam para um problema comum principalmente entre pacientes vítimas de politraumatismos – típico de acidentes de trânsito – nos quais não são diagnosticadas outras lesões neurológicas além da lesão medular, constatada pelo exame clínico e pelos exames radiológicos simples. Tem sido freqüente a constatação de negligência – provavelmente ditada pelo custo financeiro de uma investigação mais meticulosa – quanto ao aspecto de múltiplos acometimentos comum nos politraumatismos, levando a um tratamento parcial e, portanto, incompleto e arriscado para sua vítima.

Em suma, a utilização do *biofeedback* no caso relatado foi bem sucedido porque auxiliou a paciente a produzir movimentos voluntários e a anular os efeitos da sensação fantasma, bem como, a restaurar a função dos membros nas suas atividades de vida diária. Ainda que, esta experiência isolada não encontre similar na literatura, é por meio de aplicações como esta que se vai conferir *status* científico à técnica do *biofeedback*. Conclui-se, portanto, que o caso relatado aponta para

a eficácia do *biofeedback* no tratamento de paciente com lesão medular incompleta e com sensação de duplicação de membros. Certamente, o valor heurístico de qualquer estudo emerge da avaliação sistemática da prática cotidiana e da ousadia em se tentar novos caminhos para o tratamento de velhos problemas submetendo-o a julgamento e crítica.

No presente caso, optou-se pelo uso da técnica do *biofeedback* por esta ter uma ampla aplicação e porque fornece ao paciente habilidades que facilitam a tendência natural do corpo a retornar à saudável homeostase, assim como, habilidades para aumentar o bem-estar e prevenir doenças. Espera-se, em última instância, apontar para a necessidade de explorar a aplicação dos diversos recursos tecnológicos disponíveis e de baixo custo para otimizar os ganhos funcionais de pacientes portadores de lesões neurológicas.

A aceitação crescente de tal técnica pela comunidade médica, sua inclusão nos programas de saúde de reconhecidos centros clínicos de primeiro mundo e os resultados de pesquisas científicas apontando sua eficácia conferem ao *biofeedback* uma inegável credibilidade como instrumento complementar no tratamento de diversas patologias.

## Referências

- Alexander, M. P.; Stuss, D. T. & Benson, D. F. (1979). Capgras Syndrome: a reduplicative phenomenon. *Neurology*, 29, 334-339.
- Booker, H. E.; Rubow, R. T. & Coleman, P. J. (1969). Simplified Feedback in Neuromuscular Retraining: An Automated Approach Using Electromyographic Signals. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 50, 621-625.
- Brucker, B. S. (1980). Biofeedback and Rehabilitation. Em L. P. Ince (Org.), *Behavior Psychology in Rehabilitation Medicine: Clinical Applications* (pp. 188-217). Baltimore: Williams & Wilkins.
- Carrobbles, J. A. J. (1983). La Biorretroalimentación en la Rehabilitación Neuromuscular: Revisión y Estudio de Casos. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 15, 215-236.
- Conceição, M. I. G. (2000). *O uso da técnica de biofeedback por EMG na reabilitação de pacientes com lesão medular*. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília. Brasília, DF.
- Davis, R. W. (1993). Phantom sensation, phantom pain, and stump pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74, 79-91.
- Debacher, G. (1989). Biofeedback in Spasticity Control. Em J. V. Basmajian (Org.), *Biofeedback: Principles and Practice for Clinicians* (pp. 141-151). Baltimore: Williams & Wilkins.
- Goldsmith, M. F. (1985). Computerized Biofeedback Training Aids in Spinal Injury Rehabilitation. *Journal of American Medical Association*, 253, 8.
- Klose, K. J., Needham, B. M.; Schmidt, D.; Broton, J. & Green, B. A. (1993). An Assessment of the Contribution of Electromyographic Biofeedback as an Adjunct Therapy in the Physical Training of Spinal Cord Injured Persons. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74(5), 453-456.
- Miliver-Brown, H. S.; Stein, R. B. & Lee, R. G. (1974). Pattern of Recruitment Human Motor in Neuropathies and Motor Neurone Disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 37, 665-669.

- Nacht, M. B.; Wolf, S. L.; & Coogler, C. E. (1982). Use of Electromyographic Biofeedback During the Acute Phase of Spinal Cord Injury. *Physical Therapy*, 57, 290-294.
- Ohry, A.; Gur, S. & Zeilig, G. (1989). Duplicative Limbs' Sensation in Acute Traumatic Quadriplegia. *Paraplegia*, 2, 257-260.
- Seymour, R. J. & Bassler, C. R. (1977). Eletromyographic Biofeedback in the Treatment of Incomplete Paraplegia. *Physical Therapy*, 57, 1148-1150.
- Stein, R. B., Brucker, B. S., & Ayyar, D. R. (1990). Motor Units in Incomplete Spinal Cord Injury: Electrical Activity, Contractile Properties and Effects of Biofeedback. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 53, 880-885.
- Thomas, C. K.; Stein, R.B.; Gordon, T.; Lee, R. G. & Elleker, M. G. (1987). Patterns of Reinnervation and Motor Unit Recruitment in Human Hand Muscles After Complete Ulnar and Median Nerve Section and Resuture. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 50, 259-268.
- Wolf, S. L. (1989). Eletromyographic Feedback for Spinal Cord Injured Patients: A Realistic Perspective. Em J. V. Basmajian (Org.), *Biofeedback: Principles and Practice for Clinicians* (pp. 153-157). Baltimore: Williams & Wilkins.

Enviado: 10.03.2004

Revisado: 20.06.2004

Aceito: 30.06.2004

---

### Sobre os autores:

**Maria Inês Gandolfo Conceição:** Universidade de Brasília – UnB – Endereço eletrônico: inesgand@unb.br

**Lincoln da Silva Gimenes:** Universidade de Brasília – UnB

---