

REEDUCAÇÃO DA SENSIBILIDADE DA MÃO: DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE LUVA SENSORIAL

RETRAINING THE SENSITIVITY OF THE HAND: DEVELOPMENT OF A SENSORY GLOVE MODEL

RAQUEL METZKER MENDES, NILTON MAZZER, STHELA ZANCHETA, JULIANA MARIA SOARES CAVALCANTE

RESUMO

Objetivo: Desenvolver um modelo de luva sensorial e testá-lo em indivíduos não portadores de alterações sensoriais dos membros superiores, treinados a substituir o tato pela audição. **Métodos:** Para a confecção do equipamento foram utilizados: luva de tecido, mini-microfones, amplificador e fones de ouvido. Sete sujeitos do sexo feminino, idade média de 26,28 anos ($\pm 1,03$), foram selecionados para utilizar o equipamento e diferenciar texturas após treinamento. O treinamento ocorreu por sete dias, quinze minutos diários e teve como objetivo a identificação de texturas pelo som, utilizando a luva sensorial. Ao final todos os sujeitos responderam a um questionário. **Resultados:** Todos os sujeitos classificaram o uso da luva como "confortável". Três sujeitos (42%) classificaram o aspecto estético do equipamento como "ótimo", dois sujeitos (28,57%) como "bom", e dois sujeitos (28,57%) como "regular". Seis sujeitos (85,7%) identificaram as texturas apenas pelo som e um sujeito (14,3%) relatou que foi auxiliado pelo tato. **Conclusão:** Foi viável a confecção de um modelo de luva sensorial com tecnologia nacional de fácil acesso e custo relativamente baixo, possibilitando a identificação de texturas pelo som durante o uso do equipamento por indivíduos treinados a substituir o tato pela audição. **Nível de Evidência II, Prospectivo Comparativo.**

Descritores: Nervos periféricos/lesões. Mãos. Reabilitação.

ABSTRACT

Objective: To develop a sensory glove model and test it in subjects with normal sensitivity in the upper limbs, who have been trained to replace hearing with touch. **Methods:** To make the equipment, a glove, mini-microphones, amplifier and headphones were used. Seven female subjects, with a mean age of 26.28 years (± 1.03) were selected to use the equipment and differentiate textures after training. The training took place over seven days, fifteen minutes a day, with the aim of identifying textures through sound, using the sensory glove. At the end all subjects answered a questionnaire. **Results:** All the subjects rated the use of the glove as "comfortable". Three subjects (42%) rated the aesthetic appearance of the equipment as "excellent", two subjects (28.57%) as "good", and two subjects (28.57%) as "regular." Six subjects (85.7%) identified the textures by sound alone, and one subject (14.3%) reported that he was aided by touch. **Conclusion:** It is feasible to manufacture a model of sensory glove using national technology that is readily accessible and relatively low cost, enabling the identification of textures through sound when the equipment is used by individuals trained to replace hearing with touch. **Level of Evidence: Level II, prospective comparative study.**

Keywords: Peripheral nerves/injuries. Hand. Rehabilitation.

Citação: Mendes RM, Mazzer N, Zancheta S, Cavalcante JMS. Reeducação da sensibilidade da mão: desenvolvimento de um modelo de luva sensorial. *Acta Ortop Bras.* [online]. 2011;19(5):289-92. Disponível em URL: <http://www.scielo.br/aob>.

Citation: Mendes RM, Mazzer N, Zancheta S, Cavalcante JMS. Retraining the sensitivity of the hand: development of a sensory glove model. *Acta Ortop Bras.* [online]. 2011;19(5):289-92. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>.

INTRODUÇÃO

Alterações da sensibilidade na mão afetam seriamente sua função, prejudicando o desempenho na realização das atividades de vida diária (AVD's) e diminuindo a qualidade de vida do indivíduo.^{1,2} A recuperação da função sensorial da mão após a lesão de nervos periféricos mostra-se insatisfatória na maior parte dos casos apesar dos avanços nas técnicas cirúrgicas e ainda constitui um desafio à cirurgia reconstrutiva e à reabilitação.^{1,3}

A percepção sensorial é uma experiência vivenciada pelo sistema nervoso central de forma a criar no córtex somatossensorial o

mapa somatotópico correspondente às diversas regiões da superfície corporal. A densidade de inervação bem como a contribuição com a percepção sensorial são os fatores determinantes do tamanho do território cortical ocupado por tais regiões. A região cortical de representação da mão e dos dedos está localizada na subárea 3b, inserida na grande área primária SI e tem sido extensivamente pesquisada, também em seres humanos por meio do advento de exames de imagem cerebral.^{1,4}

Por muito tempo acreditou-se que o mapa cortical estava totalmente estabelecido na idade adulta e que era incapaz de se reorga-

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Trabalho desenvolvido pelo Programa de Pós-Graduação do Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Correspondência: Av. Caramuru, 2200, ap. 1021, CEP 14030-000, República, Ribeirão Preto – SP Brasil. E-mail: raquelmetzker@bol.com.br

Artigo recebido em 29/04/10, aprovado em 25/08/10.

nizar. No entanto, nos últimos anos tem-se observado cada vez mais a alta capacidade plástica cerebral, mesmo em adultos¹. A reorganização cortical pode ocorrer como consequência de uma série de fatores e também após uma lesão nervosa periférica, por exemplo. Nesse tipo de lesão, os impulsos sensoriais oriundos da área lesada, não alcançam o sistema nervoso central¹ e, além disso, a área desnervada na pele irá gerar incorporação de áreas de representação cortical adjacentes a ela no córtex somatosensorial, acarretando ainda mais alterações sensoriais para o indivíduo.¹ Tais fatores associados à idade, o nível e a extensão da lesão,^{5,6} a quantidade de tecido cicatricial, a atrofia dos órgãos terminais e a ocorrência de reinervação cruzada, dentre outros, são determinantes para a recuperação da função sensorial no local afetado.^{5,7}

É nesse contexto que se destacam os programas de reeducação sensorial da mão, definidos por Dellon e Jabaley⁸ como um conjunto de técnicas que auxiliam o paciente a reinterpretar os impulsos neurais alterados que alcançam o córtex, quando a mão lesada é estimulada.⁶ Atualmente novas técnicas têm sido agregadas àquelas já consagradas, na tentativa de se iniciar precocemente a reeducação sensorial, tendo como objetivo a manutenção da maior integridade possível do mapa cortical da mão. A aplicação e integração de diferentes estímulos sensoriais logo após o reparo nervoso têm se mostrado uma forma eficaz na conquista desse objetivo.^{2,3,9,10}

Os sentidos do tato e da audição estão fortemente relacionados pelo fato de basearem-se na sensação de vibração, de modo que sinais vibracionais eliciados pelo tato, como o som de fricção emitido pelo toque em uma determinada textura, possam ser convertidos em estímulo vibroacústico, fazendo com que o indivíduo “escute aquilo que a mão sente”, como descreveu Lundborg et al.¹ A forma como ocorre a integração de estímulos sensoriais e auditivos no córtex sensorial, bem como as regiões onde ocorre, ainda são pouco conhecidas,^{11,12} mas sabe-se que ela está presente em muitas situações do cotidiano.

Assim, considerando as diversas informações a respeito da recuperação da sensibilidade da mão e baseando-se no princípio da capacidade cerebral de integração das funções tátil e auditiva,¹³ Lundborg et al.² desenvolveram um sistema de sensibilidade artificial denominado “luva sensorial”; o modelo ainda não é comercializado, daí a importância da confecção de um outro modelo possibilitando a realização de mais estudos na área.

Esse estudo teve como objetivo o desenvolvimento de um modelo de luva sensorial e a sua aplicação em indivíduos com a sensibilidade da mão preservada.

MATERIAL E MÉTODO

O projeto foi desenvolvido no Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), mediante parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa dessa instituição (Processo HCRP nº 1352/2009). Todos os sujeitos convidados, que concordaram em participar do estudo, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Desenvolvimento do equipamento

A luva sensorial foi desenvolvida tendo como base o modelo criado por Lundborg et al.², e é constituída por: luva de tecido; mini-

-microfones acoplados ao aparelho ungueal; amplificador e fones de ouvido.

Os materiais utilizados para a sua confecção foram: uma luva de tecido, cinco microfones de eletreto, cinco pré-amplificadores, um amplificador de sinal com cinco entradas, fones de ouvido, uma caixa plástica para acondicionamento, fio blindado para microfone e bateria. A construção da luva foi realizada por um técnico em eletrônica.

O tecido escolhido para a confecção da luva foi malha; a caixa plástica de acondicionamento tem as dimensões de nove centímetros de comprimento por seis de largura e dois de espessura e possui conforme ilustrado na Figura 1: botão para regulagem de volume, saída para os fones de ouvido e botão liga/desliga. Além disso, possui entrada para cinco *plugs* dos microfones e armazena todo o circuito de amplificação, além de bateria alcalina de nove volts.

O circuito não permite a captação seletiva do som a partir de um único microfone se os demais estiverem conectados, além disso, transmite o som de forma homogênea para os fones de ouvido. Assim, os microfones são fixados à luva por meio de fita velcro, que além de auxiliar na amplificação do som quando a textura é passada sobre ela, permite que se use apenas o número desejado desses microfones. Os fones de ouvido utilizados são da marca Philips, modelo SHPI 900.

Aplicação

Para a testagem do equipamento, foram selecionados sete sujeitos do sexo feminino, com idade média de 26,28 anos ($\pm 1,03$), dentre os funcionários do HCFMRP-USP e do Hospital Estadual de Ribeirão Preto (HE Ribeirão), que não possuíam história de perdas auditivas ou lesão nervosa central ou periférica envolvendo os membros superiores. Para a avaliação auditiva, todos os sujeitos foram submetidos ao exame de audiometria tonal limiar no setor de Fonoaudiologia do HCFMRP-USP e apresentaram limiares auditivos dentro do padrão de normalidade bilateralmente.

Os sujeitos foram treinados por sete dias utilizando a luva com apenas um microfone acoplado aparelho ungueal do segundo dedo, com o objetivo de identificação de cinco diferentes texturas apenas pelo som. O treino teve duração de 15 minutos por dia e foi realizado na presença do pesquisador, em ambiente silencioso. As



Figura 1. Componentes do modelo da luva sensorial: fones de ouvido, caixa de acondicionamento do circuito e luva de tecido.

texturas utilizadas estavam fixadas a pequenos bastões de madeira e constituíram-se de: velcro, veludo, feltro, juta e corvim áspero. Durante o treino, os sujeitos foram orientados a atender para o som produzido pelas texturas, enquanto tinham a polpa digital do segundo dedo da mão direita (coberta pelo tecido da luva e a fita de velcro) estimulada. O seguinte protocolo foi seguido: no primeiro dia, foram apresentadas, aleatoriamente, somente as texturas de velcro e veludo, e os sujeitos ouviram o som inicialmente com os olhos abertos e depois com os olhos fechados; ao final do treino, tinham que identificar a textura com os olhos fechados, apenas pelo som. Nos demais dias, as outras texturas foram introduzidas, também de forma aleatória, seguindo a mesma seqüência de olhos abertos, olhos fechados e identificação. Ao final dos sete dias, os sujeitos responderam a um questionário, contendo as seguintes perguntas: “Como você classifica o conforto durante a utilização da luva?”; “O que você achou do aspecto estético da luva?”; “Você foi capaz de, durante o treinamento, diferenciar as texturas apenas pelo som?” sendo as respostas possíveis, respectivamente: confortável, pouco confortável e regular; ótimo, bom, regular, ruim; sim e não.

RESULTADOS

A elaboração do projeto, a adaptação do modelo à tecnologia disponível e a confecção do sistema ocorreram aproximadamente em um período de cinco meses. Todos os sujeitos concluíram o treinamento de sete dias e responderam o questionário ao final desse período; na Tabela 1 estão demonstrados os resultados. Durante o treinamento, os indivíduos não tiveram dificuldades com relação à adaptação ao equipamento e compreenderam adequadamente a proposta do estudo, bem como foi percebida relativa facilidade em diferenciar as texturas pelo som já a partir do segundo ou terceiro dias de treinamento.

Com relação ao conforto durante a utilização da luva, todos os sujeitos classificaram o uso como “confortável”. Já com relação ao aspecto estético, três sujeitos (42%) classificaram-no como “ótimo”, dois sujeitos (28,57%) como “bom”, e dois sujeitos (28,57%)

como “regular”. Além disso, seis sujeitos (85,7%) foram capazes de identificar as texturas apenas pelo som e um sujeito (14,3%) relatou que foi auxiliado pelo “tato”, o que talvez possa ser melhor descrito como propriocepção.

DISCUSSÃO

Os diversos sistemas sensoriais contribuem com a percepção de objetos e eventos, de forma a confirmar ou complementar uns aos outros.¹⁴ Assim, na ausência ou alteração de um dos sentidos, outros podem agir na tentativa de substituí-lo ou auxiliá-lo nessa tarefa; é o que ocorre, por exemplo, com indivíduos cegos, que se utilizam do tato para a leitura.

De modo semelhante, quando uma determinada textura é tocada, o som de fricção emitido, pode passar despercebido, uma vez que os impulsos aferentes táteis promovem *feed-back* suficientemente adequado para a manipulação do objeto; já em uma situação de privação da sensibilidade da mão, a audição pode constituir um modo alternativo de se conseguir tal *feed-back*.¹⁵ Então, além da possibilidade de se distinguir diferentes texturas pelo som, informações proprioceptivas importantes podem ser desprezadas a partir da audição, como por exemplo, quando uma pressão maior é colocada durante o toque em um objeto, percebe-se um som mais alto, já com o toque mais suave, o contrário ocorre, e assim o indivíduo pode ajustar sua força de preensão.

Nesse contexto destaca-se a importância da luva sensorial, que ao permitir que impulsos aferentes alternativos, ou seja, auditivos, cheguem ao córtex cerebral vindos da mão com a sensibilidade alterada, possibilita a maior preservação do mapa cortical da mão em uma fase precoce pós-lesão e então uma melhor recuperação da função sensorial.¹⁰

Algumas dificuldades técnicas e limitações foram encontradas durante o desenvolvimento do equipamento. O tamanho da caixa de acondicionamento, dos materiais e a blindagem do circuito para possibilitar estudos envolvendo ressonância magnética foram as principais dificuldades encontradas. As dimensões finais da caixa de acondicionamento fazem do equipamento um modelo portátil, de fácil transporte e instalação, porém alterações ainda poderão ser realizadas no sentido de melhor acomodá-la a luva, bem como de dar-lhe mais leveza, conforto, e de melhorar seu aspecto estético. Os materiais utilizados foram facilmente encontrados e possuem relativo baixo-custo.

Já durante o treinamento, apesar de a maior parte dos sujeitos ter se dito capaz de identificar as texturas somente pelo som, é inegável o fato de que o estímulo proprioceptivo gerado pela vibração do toque da textura no dedo do indivíduo que possui a sensibilidade preservada constitui um facilitador na diferenciação dessas texturas.

Dessa forma, novos estudos deverão ser realizados com o objetivo de se verificar como indivíduos com alterações da sensibilidade da mão respondem ao uso do modelo de luva proposto, bem como a fim de se investigar melhor a ocorrência de integração sensorial cortical, por meio de exames de ressonância magnética funcional, contribuindo assim com os poucos estudos ainda existentes na área.

CONCLUSÃO

Esse estudo mostrou ser viável a confecção de um modelo de luva sensorial com tecnologia nacional de fácil acesso e custo relativamente baixo e que possibilitou a identificação de texturas pelo som a partir do uso do equipamento por indivíduos com a sensibilidade da mão preservada, mas previamente treinados a substituir o tato pela audição.

AGRADECIMENTO

Ao Sr. Mário Sandrin, pela disponibilidade e colaboração técnica durante o desenvolvimento do estudo e a FAEPA, pelo apoio financeiro.

Tabela 1. Respostas (%) obtidas em cada item do questionário de avaliação da luva.

	Conforto (Q1)	Estética (Q2)	Função (Q3)
Confortável	100%		
Regular	0		
Pouco confortável	0		
Ótimo		42%	
Bom		28,57%	
Regular		28,57%	
Ruim		0	
Sim			85,7%
Não			14,3%

Q1: questão 1/ Q2: questão 2/ Q3: questão 3-

REFERÊNCIAS

1. Lundborg G. Sensation and sensorimotor integration in hand function. In: Lundborg G. *Nerve injury and repair: regeneration, reconstruction and cortical remodeling*. 2nd ed. Churchill Livingstone; 2005. p.198-244
2. Lundborg G, Rosén B, Lindberg S. Hearing as substitution for sensation: a new principle for artificial sensibility. *J Hand Surg Am*. 1999;24:219-24.
3. Lundborg G, Rosén B, Lindström K, Lindberg S. Artificial sensibility based on the use of piezoresistive sensors. Preliminary observations. *J Hand Surg Br*. 1998;23:620-6.
4. Lundborg G. Brain plasticity and hand surgery: an overview. *J Hand Surg Br*. 2000;25:242-52.
5. Aleid CJR, Jaquet JB, Kalmijn S, Gisele H, Hovius SER. Median and ulnar nerve injuries: a meta-analysis of predictors of motor and sensory recovery after modern microsurgical nerve repair. *Plast Reconstr Surg*. 2005;116:484-94.
6. Fonseca MCR, Elui VMC, Nagima PYC, Mazzer N, Barbieri CH. Reeducação da sensibilidade na reabilitação da mão. In: Tatagiba M, Mazzer N, Aguiar HP, Pereira CU. *Nervos periféricos: diagnóstico e tratamento clínico e cirúrgico*. Rio de Janeiro: Revinter; 2003. p.198-203.
7. Rosén B, Lundborg G. A model instrument for the documentation of outcome after nerve repair. *J Hand Surg Am*. 2000;25:535-43.
8. Dellon AL, Jabaley ME. Reeducação de sensação in the hand following nerve suture. *Clin Orthop Relat Res*. 1982;(163):75-9.
9. Lundborg G, Rosén B. Enhanced sensory recovery after median nerve repair induced by artificial sensibility using the sensor glove system. *J Hand Surg Br*. 2006;31 (Suppl.1):50.
10. Rosén B, Lundborg G. Enhanced sensory recovery after median nerve repair using cortical audio-tactile interaction. A randomised multicentre study. *J Hand Surg Eur*. 2007;32:31-7.
11. Caetano G, Jousmäki V. Evidence of vibrotactile input to human auditory cortex. *Neuroimage*. 2006;29:15-28.
12. Schürmann M, Caetano G, Hlushchuk Y, Jousmäki V, Hari R. Touch activates human auditory cortex. *Neuroimage*. 2006;30:1325-31.
13. Lundborg G, Rosén B. The sensor glove in preoperative conditioning and postoperative rehabilitation. In: Lanzetta M, Dubernard JM. *Hand transplantation*. 1st ed. Springer; 2007. p.347-57.
14. Gobbelé R, Schürmann M, Forss N, Juottonen K, Buchner H, Hari R. Activation of the human posterior parietal and temporoparietal cortices during audiotactile interaction. *Neuroimage*. 2003;20:503-11.
15. Lundborg G, Björkman A, Hansson T, Nylander L, Nyman T, Rosén B. Artificial sensibility of the hand based on cortical audiotactile interaction: a study using functional magnetic resonance imaging. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*. 2005;39:370-2.