

Avaliação da Interação Multissensorial na “Ilusão da Mão de Borracha”

Assessment of Multisensory Interaction in “Illusion of the Rubber Hand”

Morgana Menezes Novaes¹, Gabriela Lopes Gama¹, Jamille Taveira Rocha Vieira de Melo², Doralúcia Pedrosa de Araújo³, Carlúcia Ithamar Fernandes Franco⁴

RESUMO

O conhecimento do mundo é construído através dos vários estímulos sensoriais, associados ou em situações conflitantes. **Objetivo.** Avaliar a percepção sensorial produzida diante de informações multissensoriais conflitantes entre propriocepção, visão e estímulos tátil e doloroso, comparando a ilusão após estimulação tátil com a ilusão após estímulo doloroso em ordens diferentes. **Método.** Estudo experimental com 22 alunos saudáveis, divididos em dois grupos: A – recebeu primeiro estímulo tátil e depois doloroso e B – primeiro estímulo doloroso e depois estímulo tátil. Materiais do experimento: caixa, mão de borracha, pincéis e palitos de madeira. Escalas de ilusão: questionário adaptado de Botvinick e Escala Visual Analógica. **Resultados.** Através do questionário identificou-se ilusão após estímulo tátil e doloroso. Quando comparada a ilusão após os estímulos, o doloroso apresentou maior ilusão que o tátil, para alguns itens, no grupo A e no grupo A + B. Através da escala visual analógica, o grupo A mostrou maior ilusão após estímulo doloroso que após estímulo tátil. **Conclusão.** Houve ilusão quando interagiu visão, propriocepção e tato e na interação entre visão, propriocepção e dor, com o estímulo doloroso proporcionando maior ilusão em alguns itens do questionário e na escala analógica, no grupo A.

Unitermos. Conflito, Sensação, Visão, Tato, Nocicepção e Propriocepção.

Citação. Novaes MM, Gama GL, Melo JTRV, Araújo DP, Franco CIF. Avaliação da Interação Multissensorial na “Ilusão da Mão de Borracha”.

Trabalho realizado no Departamento de Fisioterapia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande-PB, Brasil.

1. Fisioterapeuta, pós-graduanda em Fisioterapia Neurofuncional, Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Campina Grande-PB, Brasil.
2. Fisioterapeuta, Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Campina Grande-PB, Brasil.
3. Fisioterapeuta, pós-graduada pela Universidade de Brasília (UNB), Prof^a Dra do departamento de fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande-PB, Brasil.
4. Fisioterapeuta, pós-graduada pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Prof^a Dra do departamento de fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande-PB, Brasil.

ABSTRACT

The knowledge of the world is constructed through various sensory stimuli, associated or in conflicting situations. **Objective.** To assess the sensory perception produced on conflicting multisensory informations between proprioception, vision, tactile and painful stimuli, comparing the illusion after the tactile stimulation with the illusion after painful stimuli in different orders. **Method.** Experimental study with 22 healthy students divided into two groups: A - received first tactile and after painful stimuli and B - first painful and after tactile stimuli. Materials of the experiment: box, rubber hand, brush and toothpick. Scales of illusion: questionnaire adapted from Botvinick and Visual Analogical Scale. **Results.** Through the questionnaire it was identified illusion after tactile and painful stimulation. When compared the illusion after the stimuli, the painful showed higher illusion than tactile, for some items in group A and group A + B. Through the visual analogical scale group A showed bigger illusion after the painful stimulus than after tactile stimulation. **Conclusion.** There was illusion when interacted vision, proprioception and touch, and the interaction between vision, proprioception and pain, with painful stimulus providing bigger illusion on some items of the questionnaire and analogical scale in group A.

Keywords. Conflict, Sensation, Vision, Touch, Pain Measurement, Proprioception.

Citation. Novaes MM, Gama GL, Melo JTRV, Araújo DP, Franco CIF. Assessment of Multisensory Interaction in “Illusion of the Rubber Hand”.

Endereço para correspondência:

Morgana M Novaes
R Higino Pires, 759, Centro
CEP 56180-000, Cabrobó-PE, Brasil.
E-mail: ganinhafisio@hotmail.com;
gabrilopes_@hotmail.com; millejp@hotmail.com;
doraluciapedrosa@hotmail.com; cithamar@yahoo.com

Original

Recebido em: 31/08/09

Aceito em: 11/05/10

Conflito de interesses: não

INTRODUÇÃO

O sistema nervoso tem como um de seus objetivos principais, controlar e regular, diferentes funções orgânicas, através das inúmeras informações que recebe dos diferentes órgãos sensoriais e depois integra todas, para determinar respostas motoras e mentais que sejam apropriadas¹.

A sensação refere-se ao processo de sentir o meio ambiente através das cinco modalidades sensoriais principais: tato, visão, audição, olfato e paladar. Esta informação é enviada para o nosso cérebro de forma independente e inicia o processo de percepção, através da interpretação de todos os estímulos².

O esquema corporal é uma representação mental de como o corpo está anatomicamente disposto³. Corresponde a uma integração complexa da visão, tato e *feedback* motor, não sendo simplesmente a informação proprioceptiva, que deriva de forças locais agindo nos fusos musculares, receptores articulares e receptores tendíneos⁴.

Compreender como os vários sistemas interagem representa um desafio para análise neurobiológica da percepção⁵. Discrepâncias perceptivas durante a interpretação podem surgir a partir de condições idênticas de estimulação, sendo essas denominadas ilusões, e se originam dos mesmos mecanismos fisiológicos que produzem a nossa percepção cotidiana⁶.

A partir da hipótese de que a ordem dos estímulos (tátil e doloroso) pode interferir na intensidade da ilusão, tem-se como objetivo avaliar a percepção sensorial produzida quando o cérebro se depara com informações multisensoriais conflitantes entre propriocepção, visão e estímulos tátil e doloroso, comparando a ilusão após estimulação em ordens diferentes.

MÉTODO

Amostra

Estudo experimental, realizado no período entre março e abril de 2009, no departamento de Fisioterapia da UEPB. Participaram da pesquisa 22 alunos destros, de ambos os sexos, saudáveis, com idades variando de 16 a 25 anos e que não realizaram trata-

mento que pudesse alterar suas percepções e sensações. Os indivíduos foram divididos em dois grupos: grupo A – recebeu primeiro estímulo tátil e depois estímulo doloroso e grupo B - recebeu primeiro estímulo doloroso e depois estímulo tátil. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UEPB (protocolo 0310.0.133.000-07) e os pacientes assinaram o Termo de Consentimento Informado.

Procedimento

Para o experimento foram utilizados: uma caixa, um membro superior artificial esquerdo (mão de borracha), pincéis e palitos de madeira. Para a coleta dos dados foi utilizado o questionário adaptado de Botvinick e Cohen⁷ para sensações táteis e dolorosas, e a escala analógica de intensidade, na qual o indivíduo gradua a intensidade da ilusão dando uma nota de zero a dez. O questionário avalia a intensidade da ilusão vivenciada pelo indivíduo que participa do experimento da ilusão da mão de borracha após estimulação tátil; através de nove itens. O indivíduo responde se durante o experimento houve momentos em que: 1) Parecia que eu estava sentindo os toques no local onde eu via a mão de borracha sendo tocada; 2) Parecia que o toque que eu sentia era causado pelo pincel tocando a mão de borracha; 3) Eu senti como se a mão de borracha fosse a minha própria mão; 4) Eu senti como se a minha mão se deslocasse na direção da mão de borracha; 5) Parecia que eu tinha mais de um braço esquerdo; 6) Parecia que os toques que eu sentia provinham de algum lugar entre a minha mão e a mão de borracha; 7) Parecia que a minha mão estava ficando com consistência de borracha; 8) Parecia que a mão de borracha (visualmente) estava se deslocando para a esquerda em direção a minha mão; 9) A mão de borracha começou a ficar visualmente parecida com a minha mão, em termos de coloração, pintas, etc.

Para cada item o indivíduo responde em uma escala com sete graduações que variam de descordo totalmente (---) à concordo totalmente (+++). Se não houver ilusão, o indivíduo responde descordo totalmente (---), se o indivíduo vivencia uma ilusão muito

forte, responde concordo totalmente (+++). Na escala de sete graduações o indivíduo pode pontuar a intensidade da sua ilusão: --- -- - 0 + ++ +++. No resultado o '---' foi expresso como -3, o '--' foi expresso como -2 o '-' foi expresso como -1, o 0 como 0, o '+' como +1 o '++' como +2 e o '+++' como +3. O questionário de Botvinick e Cohen⁷ foi adaptado para estimulação dolorosa e ao invés de ter toque nos nove itens tinha a palavra picada. Por exemplo: 1) Parecia que eu estava sentindo as picadas no local onde eu via a mão de borracha sendo picada.

Inicialmente foi determinada a preferência lateral de cada indivíduo através do Inventário de dominância lateral de Edinburg⁸. Em seguida foi realizado o experimento com o sujeito sentado em frente ao pesquisador, com o membro superior esquerdo posicionado sobre a mesa dentro de uma caixa, de forma a não ser visualizado. Uma mão de borracha esquerda foi colocada na mesa em frente ao sujeito, com uma distância de 28 cm do membro superior esquerdo. O membro superior direito, que não participou do experimento, ficou repousando sobre as pernas do indivíduo.

O participante foi orientado a olhar fixamente para a mão de borracha enquanto o pesquisador realizava a estimulação, simultaneamente, na mão de borracha e no membro superior esquerdo, com tempo e velocidade iguais. Foram aplicados estímulos táteis (com pincel) e dolorosos (com palito de madeira) durante 4 minutos cada.

No grupo A foi aplicado primeiro o estímulo tátil, ao término o participante respondeu ao questionário a respeito das sensações táteis e, logo após, quantificou em uma escala visual analógica a intensidade da ilusão vivenciada. Foi dado um intervalo de cinco minutos e o estímulo doloroso foi aplicado (Figura 1). O participante, então, respondeu a novos questionários relacionados a este estímulo e marcou na escala visual analógica a sua intensidade, finalizando sua participação no experimento.

No grupo B, o primeiro estímulo aplicado foi o doloroso (Figura 1) e após cessar o estímulo o participante respondeu ao questionário, a respeito das sen-

sações dolorosas e em seguida quantificou, na escala visual analógica, a intensidade da ilusão. Foi dado um intervalo de cinco minutos e o estímulo tátil foi aplicado. O participante, então, respondeu a novos questionários relacionados a este estímulo e marcou na escala visual analógica a intensidade da ilusão, finalizando sua participação no experimento.



Figura 1. Ilustração do experimento com estimulação dolorosa.

Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, através do software Graph Pad Prim versão 3.02, inicialmente utilizando-se o Teste de *Shapiro-Wilk* para verificar a normalidade da amostra e posteriormente o teste *t-Student*. Os valores obtidos para cada grupo foram expressos em média \pm erro padrão e considerados como significativos quando apresentaram valores de $p < 0,05$.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os dados dos nove itens do questionário, expressos em média e erro padrão. Observa-se que as três primeiras questões: sensação na área da mão de borracha, sensação pelo pincel na mão de borracha e propriedade da mão de borracha provocaram ilusão mais intensa, após estimulação tátil e dolorosa. As outras questões também apresentaram ilusão, porém, com menor intensidade.

Quando comparada a ilusão após estímulo tátil e após estímulo doloroso, pode-se verificar que os itens

Tabela 1

Efeito dos estímulos tátil e doloroso sobre a ilusão da mão de borracha no grupo A

QUESTÕES	TÁTIL	DOLOROSO	p#
Q1) Sensação na área da mão de borracha	2,36 ± 0,47	2,73 ± 0,19	0,11
Q2) Sensação pelo pincel na mão de borracha	0,55 ± 0,64	0,55 ± 0,78	0,50
Q3) Propriedade da mão de borracha	-0,55 ± 0,78	0,73 ± 0,69	0,03*
Q4) Deslocamento da mão	-1,45 ± 0,56	-2,18 ± 0,55	0,08
Q5) Dois braços esquerdos	-1,27 ± 0,63	-1,27 ± 0,74	0,50
Q6) Toque vindo entre as mãos	-1,64 ± 0,72	-1,73 ± 0,66	0,17
Q7) Consistência de borracha	-1,73 ± 0,66	-0,18 ± 0,83	0,02*
Q8) Deslocamento da mão de borracha	-1,82 ± 0,62	-2,18 ± 0,48	0,19
Q9) Características própria na mão de borracha	-1,55 ± 0,69	-0,27 ± 0,75	0,03*

Resultados expressos em média e erro padrão.

Teste t de student * p<0,05. N=11.

referentes à propriedade da mão de borracha (como se a mão de borracha fosse a própria mão) (p=0,03), consistência de borracha na mão real (p=0,02) e características própria na mão de borracha (p=0,03) apresentaram diferenças significantes, com o estímulo doloroso apresentando maior ilusão que o tátil. Os outros itens não apresentaram diferenças estatisticamente significantes.

Com relação ao grupo B, podemos observar na

Tabela 2 que as três primeiras questões também provocaram ilusão mais intensa, após estimulação tátil e dolorosa. Verificou-se ilusão para as outras questões, porém, com menor intensidade. Quando comparada a intensidade da ilusão após os estímulos, não foram verificadas diferenças estatísticas para nenhum dos itens.

A Tabela 3 apresenta os dados para os nove itens do questionário, expressos em média e erro padrão para o grupo A + B. Verifica-se ilusão para todas as

Tabela 2

Efeito dos estímulos tátil e doloroso sobre a ilusão da mão de borracha no grupo B

QUESTÕES	DOLOROSO	TÁTIL	p#
Q1) Sensação na área da mão de borracha	2,55 ± 0,21	2,45 ± 0,28	0,39
Q2) Sensação pelo pincel na mão de borracha	1,64 ± 0,59	1,91 ± 0,41	0,36
Q3) Propriedade da mão de borracha	1,91 ± 0,25	1,09 ± 0,68	0,13
Q4) Deslocamento da mão	-1,00 ± 0,75	-0,91 ± 0,65	0,45
Q5) Dois braços esquerdos	-1,00 ± 0,70	-2,00 ± 0,54	0,08
Q6) Toque vindo entre as mãos	-0,73 ± 0,71	-1,36 ± 0,58	0,20
Q7) Consistência de borracha	-0,27 ± 0,80	0,64 ± 0,73	0,14
Q8) Deslocamento da mão de borracha	-1,64 ± 0,65	-2,00 ± 0,60	0,19
Q9) Características própria na mão de borracha	0,36 ± 0,77	-0,45 ± 0,67	0,05

Resultados expressos em média e erro padrão.

Teste t de student N=11.

Tabela 3

Efeito dos estímulos tátil e doloroso sobre a ilusão da mão de borracha no grupo A + B

QUESTÕES	TÁTIL	DOLOROSO	p#
Q1) Sensação na área da mão de borracha	2,41 ± 0,27	2,64 ± 0,14	0,14
Q2) Sensação pelo pincel na mão de borracha	1,23 ± 0,40	1,09 ± 0,49	0,38
Q3) Propriedade da mão de borracha	0,27 ± 0,54	1,32 ± 0,38	0,01*
Q4) Deslocamento da mão	-1,18 ± 0,43	-1,59 ± 0,47	0,17
Q5) Dois braços esquerdos	-1,64 ± 0,42	-1,14 ± 0,50	0,17
Q6) Toque vindo entre as mãos	-1,50 ± 0,45	-1,23 ± 0,49	0,23
Q7) Consistência de borracha	-0,55 ± 0,55	-0,23 ± 0,56	0,29
Q8) Deslocamento da mão de borracha	-1,91 ± 0,42	-1,91 ± 0,40	0,50
Q9) Características própria na mão de borracha	-1,00 ± 0,49	0,05 ± 0,53	0,01*

Resultados expressos em média e erro padrão.

Teste t de student * p<0,05. N=22.

questões, porém com mais intensidade para as três primeiras, após estimulação tátil e dolorosa.

Quando comparada a intensidade da ilusão após os estímulos, pode-se observar que os itens referentes à propriedade da mão de borracha (p=0,01) e características própria na mão de borracha (p=0,01) apresentaram diferenças estatisticamente significantes com o estímulo doloroso apresentando maior ilusão que o tátil. Não foi identificada diferenças estatisticamente significativas para os outros itens.

O gráfico 1 apresenta os dados referentes à análise sensorial dos estímulos pela escala analógica no grupo A. Houve aumento de intensidade da ilusão dos indivíduos que receberam estímulos dolorosos quando comparados com o estímulo tátil (p=0,002).

No grupo B, os dados referentes à análise sensorial dos estímulos pela escala analógica identificaram ilusão após estímulo tátil maior que a ilusão após estímulo doloroso, porém sem significância estatística (p=0,19).

O gráfico 2 ilustra à análise sensorial dos estímulos pela escala analógica no grupo A+B. A intensidade da ilusão após estímulo doloroso apresenta-se maior que a intensidade da ilusão após estímulo tátil. Esta diferença não é estatisticamente significante (p=0,17).

DISCUSSÃO

Quando o cérebro é submetido a estímulos multisensoriais conflitantes, há uma complexa interpretação cerebral, desde a desconsideração de alguns estímulos até alterações que ocorrem no esquema corporal. Estudos contribuíram significativamente para o entendimento de como o cérebro realiza a representação corporal, demonstrando que esta não é fixa⁹.

Foi identificada ilusão produzida pela discrepância espacial entre a visão e a sensação tátil, na ilusão da mão de borracha, demonstrando que o esquema corporal não é estático, mas continuamente atualizado pelo cérebro, baseado na congruência ou não das informações sensoriais⁷.

O estudo da “ilusão da mão de borracha” foi reproduzido utilizando a ressonância magnética funcional para investigar os mecanismos cerebrais relacionados à sensação de propriedades de partes corporais e foi identificado que a ilusão é acompanhada pela ativação do córtex pré-motor, estando o tempo de ativação desta área relacionada com o início da ilusão¹⁰.

Os resultados obtidos para o questionário no qual os indivíduos vivenciaram a ilusão com maior intensidade para as três primeiras questões, corroboram com o encontrado em estudos iniciais⁷. Os participan-

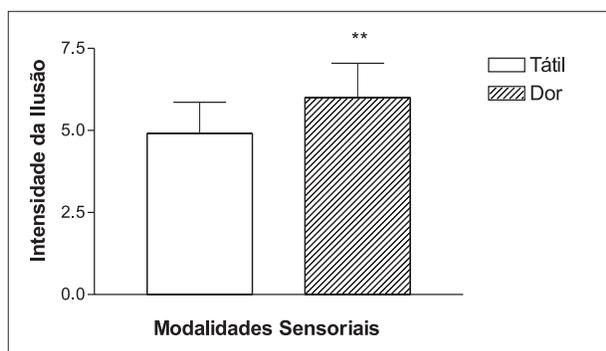


Gráfico 1. Efeito dos estímulos tátil e doloroso sobre a ilusão da mão de borracha no grupo A.

Resultados expressos em média e erro padrão ** $p < 0,01$. $N = 11$.

tes relataram como se estivessem sentindo o toque no local onde estavam olhando a mão de borracha ser tocada e ainda como se esta fosse a própria mão. Para as outras questões, apesar da ilusão ter sido em menor intensidade, foram experimentadas sensações de possuir mais de um braço esquerdo, características própria na mão de borracha (a mão de borracha começou a ficar visualmente parecida com a mão real, em termos de coloração, pintas, etc), sensações de deslocamento, e outras.

Identificou-se que a predominância visual pode ocorrer também como resultado da interação entre visão, propriocepção e dor, corroborando com outro estudo¹¹, que tinha como hipótese que a dor seria resistente a ilusão da mão de borracha, porém observou-se que esta estava presente após essa modalidade sensorial, não sendo encontrada diferença quando comparada a ilusão vivenciada após estímulo tátil e após estímulo doloroso, ao contrário do atual estudo.

Com relação ao questionário aplicado ao grupo A, que recebeu primeiro estimulação tátil, identificou-se diferenças significantes ($p < 0,05$), com o estímulo doloroso apresentando maior ilusão que o tátil para os itens referentes à propriedade da mão de borracha, consistência de borracha na mão real e características própria na mão de borracha. Um único estudo foi encontrado que verificou a ilusão após estímulo doloroso¹¹, porém não foi relacionada a intensidade da ilusão com a ordem dos estímulos, levando em consideração

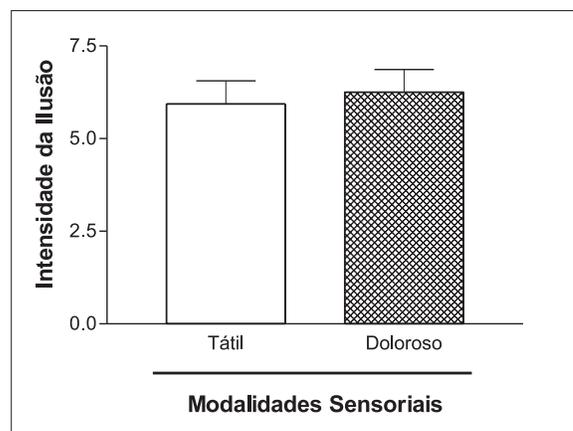


Gráfico 2. Efeito dos estímulos tátil e doloroso sobre a ilusão da mão de borracha no grupo A+ B.

Resultados expressos em média e erro padrão. $p = 0,17$. $N = 22$.

apenas o grupo geral (A + B), não sendo encontrada diferença significativa para intensidade da ilusão após os estímulos.

Em relação ao grupo B, não se identificou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os estímulos. Considera-se que os indivíduos já iniciaram o experimento com uma forte ilusão, não ocorrendo alteração relevante na intensidade. Nenhum estudo que tenha levado em consideração a ordem do estímulo na intensidade da ilusão foi encontrado.

No grupo geral (A+B), os itens referentes à propriedade da mão de borracha e características própria na mão de borracha apresentaram diferenças significantes ($p < 0,05$) com o estímulo doloroso apresentando maior ilusão que o tátil. Nesse caso, a ordem não influenciou na intensidade da ilusão, pois havia indivíduos que receberam primeiro estímulo tátil e outros que receberam primeiro estímulo doloroso.

Tem sido constantemente mostrado que a visão usualmente possui papel dominante sobre o toque e a propriocepção, pois para localizar os estímulos táteis, o cérebro se baseou na informação visual e descartou a informação tátil que estava recebendo, gerando uma falsa localização da aferência tátil e promovendo a ilusão⁷. Para conciliar as diferentes informações, o sistema nervoso tem que combinar avaliações ou escolher uma, ignorando assim as demais pistas em situações confi-

tantes¹². A visão tem sido considerada dominante nesse processo¹³.

Não foram encontrados trabalhos com falsas percepções visuais descritas no dia a dia que provocassem risco à sobrevivência humana, mas pelo contrário, os estudos obtinham vantagens desse fenômeno. Estudos usando a caixa de espelhos em indivíduos amputados com fortes dores fantasmas, através do reflexo do braço sadio no espelho provocou alívio desta dor¹⁴. Embora essa técnica, em alguns indivíduos, tenha se mostrado com grande valor terapêutico, para outros, não se mostrou tão benéfica. É necessário dar ênfase à pesquisas que identifiquem as variáveis que possam explicar as diferentes respostas dos indivíduos às manipulações com membros artificiais¹¹.

Através da escala analógica pode ser observada diferença significativa da intensidade da ilusão no grupo A. Após estimulação dolorosa (2º estímulo) a ilusão mostra-se mais intensa que após o estímulo tátil e acredita-se que esta diferença encontrada está relacionada ao conhecimento prévio do fenômeno pelo cérebro, além de outros fatores como o tempo e a ansiedade durante a realização do 1º estímulo, alterando sua concentração e conseqüentemente sua ilusão.

Quando comparado o grupo geral, para estimulação tátil e dolorosa, observou-se que o estímulo doloroso provocou maior ilusão, porém sem diferenças significativas, corroborando com estudo anterior¹¹.

Esse estudo mostrou uma intensidade de ilusão para os estímulos táteis e dolorosos no grupo geral (A + B) menor do que um estudo já realizado¹¹. Acredita-se que esta diferença deve-se ao fato deste ter sido realizado com a mão não dominante ao contrário do anterior¹¹ que foi realizado com a mão dominante; ambos de indivíduos destros.

A ilusão encontrada mostrou-se mais intensa quando o estímulo doloroso foi realizado primeiro (grupo B), tendo os maiores valores de ilusão, tanto tátil como dolorosa, quando comparado com o grupo A. Uma hipótese é que por o estímulo doloroso estar

relacionado com aspectos afetivos e emocionais e associado com danos teciduais, exige rapidez para resolução do problema, estando mais susceptível à ilusão. Além disso, o estímulo doloroso é mais preciso e mais intenso que o tátil, provocando uma maior fixação na estimulação e conseqüentemente maior ilusão.

CONCLUSÃO

Foi observado o importante papel da visão, que diante de informações sensoriais conflitantes (visão, propriocepção e tato e visão, propriocepção e dor) foi predominante sobre as outras informações, sendo então de fundamental importância o enfoque da visão, interagindo com outros estímulos agora não mais em situações conflitantes, para melhor eficácia na reabilitação.

Observou-se forte influência da estimulação dolorosa na ilusão que apresentou-se estatisticamente maior em alguns itens do questionário quando comparada com a tátil e quando foi o primeiro estímulo a ser aplicado mostrou as maiores intensidades de ilusão do experimento. Essa diferença de ilusão relacionada com a ordem dos estímulos precisa ser melhor investigada para entender de que forma a ordem da estimulação pode resultar em estimulação sensorial terapêutica mais eficaz em pacientes com alterações sensitivas.

Os estudos de falsas percepções têm fornecido uma rica fonte para guiar estudos neurobiológicos. Submeter o cérebro a situações conflitantes ajuda a entender como ele trabalha. Uma simples ilusão pode abrir um caminho para a investigação dos mecanismos neurais subjacentes à formação de nossas percepções e ações acerca do mundo⁶.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dr^a. Doralúcia Pedrosa de Araújo e a Prof^a Dr^a. Carlúcia Ithamar Fernandes Franco pela revisão crítica e contribuições ao texto deste manuscrito.

REFERÊNCIAS

1. Douglas CR. Tratado de fisiologia em Fisioterapia. 2ª. ed. Ribeirão Preto, SP: Tecmedd, 2004, 970p.
2. Coren S. Sensation and Perception. In: Nezu CM, Nezu AM, Geller PA (ed). Handbook of Psychology, Health Psychology. Canada: Copyright, 2003, 668p.
3. Ekman LL. Neurociência. Fundamentos para Reabilitação. 2ª. ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2004, 477p.
4. Graziano MSA, Botvinick MM. How the brain represents the body: insights from neurophysiology and psychology. In: Prinz W, Hommel B (eds). Common mechanisms in perception and action, attention and performance, Oxford: Oxford UP 2001;1:136-57.
5. Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM. Princípios da Neurociência. 4ª. ed. São Paulo, SP: Manole, 2002, 1430p.
6. Baldo MVC, Haddad H. Ilusões: o olho mágico da percepção. Rev Bras Psiquiatr, 2003;25:6-11.
7. Botvinick M, Cohen J. Rubber Hands "Feel" Touch That Eyes See. Nature 1998;391:756.
8. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh Inventory. Neuropsychologia 1971;9:97-113.
9. Ramachandran VS, Blakeslee S. Phantoms in the brain. New York: Quill, 1998, 328p.
10. Ehrsson HH, Spence C, Passingham RE. That's my hand! Activity in premotor cortex reflects feeling of ownership of a limb. Science 2004;305:875-7.
11. Capelari EDP. Avaliação da interação cerebral entre a visão, o tato, a propriocepção e a dor na "ilusão da mão de borracha" (Dissertação). Brasília: UNB, 2005, 42 p.
12. Hills JM, Ernst MO, Banks MS, Landy MS. Combining sensory information: mandatory fusion within, but not between, senses. Science 2002;298:1627-30.
13. Beers RJ, Wolpert DM, Haggard P. When feeling is more important than seeing in sensorimotor adaptation. Current Biology 2002;12:834-7.
14. Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D. Synaesthesia in phantom limbs induced with mirror. Proc. R. Soc. Lond 1996;263:377-86.