

# EFEITO DA IMAGÉTICA MOTORA CINESTÉSICA CERVICAL SOBRE O CONTROLE POSTURAL

Effect of cervical kinesthetic motor imagery on postural control

Nélio Silva de Souza<sup>1</sup>, Ana Carolina Gomes Martins<sup>1</sup>, Caroline Ferreira<sup>2</sup>, Yasmin Motizuki<sup>2</sup>,  
Christiano Machado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Docente do Curso de Graduação em Fisioterapia do UNIFESO – Teresópolis – RJ – BR, <sup>2</sup>Discente do Curso de Graduação em Fisioterapia do UNIFESO – Teresópolis – RJ – BR

## Resumo

**Introdução:** Imagética motora (IM) é ato de codificar o ensaio mental de uma tarefa pretendida, sem executá-la. Existem evidências de modulações do controle postural em tarefas do tronco/quadril e tornozelo, entretanto, não existem evidências com tarefas envolvendo a região da coluna cervical. **Objetivo:** investigar se a IM cinestésica da região cervical induz a modulações no controle postural ortostático. **Materiais e métodos:** Os participantes (n=20) foram posicionados sobre a plataforma do Nintendo Wii® e orientados a executar e imaginar três tarefas durante 60 segundos: (1) olhos fechados; (2) flexão e (3) inclinação cervical. O número de repetições executadas e imaginadas foram contabilizados e, ao final de cada tarefa, foi quantificada a vividez de sensação do movimento imaginado. **Resultados:** Foram observados três efeitos relevantes: (1) não houve diferença entre o número de repetições executadas e imaginadas, indicando que os participantes de fato imaginaram as tarefas propostas; (2) uma maior modulação do centro de pressão (CP) no eixo ântero-posterior na tarefa de IM cinestésica de inclinação cervical e (3) não houve diferença entre as variáveis do CP no eixo médio-lateral ao comparar todas as tarefas, independentemente do sexo, vividez do movimento imaginado ou das amplitudes do CP e da coluna cervical. **Conclusão:** Os resultados do presente estudo indicam que tarefas de IM cinestésica cervical induzem a modulações no controle postural ortostático e podem ser utilizadas em práticas clínicas.

**Palavras-chave:** imagética motora cinestésica e controle postural.

## Abstract

**Introduction:** Motor imagery (MI) is the act of coding the mental essay of an intended task, without executing it. There is evidence of modulation of postural control in trunk/hip and ankle tasks, however, there is no evidence with tasks involving the cervical spine region. **Objective:** to investigate if the kinesthetic MI of the cervical region induces modulations in orthostatic postural control. **Materials and methods:** Participants (n = 20) were positioned on the Wii Balance Board® and were instructed to perform and imagine three tasks during 60 seconds: (1) closed eyes; cervical (2) flexion and (3) inclination. The number of repetitions executed and imagined were counted and at the end of each task, the vividness of the imagined movement was quantified. **Results:** 3 relevant effects were observed: (1) there was no difference between the number of repetitions performed and imagined, indicating that the participants actually imagined the proposed tasks; (2) a greater modulation of the center of pressure (CoP) in the anteroposterior axis in the task of cervical inclination kinesthetic MI, and (3) there was no difference between the CoP variables in the mid-lateral axis when comparing all tasks independently sex, vividness of the imagined movement or the amplitudes of CoP and cervical spine. **Conclusion:** The results of the present study indicate that cervical kinesthetic MI tasks induce modulations in orthostatic postural control and can be used in clinical practice.

**Keywords:** kinesthetic motor imagery and postural control.

## INTRODUÇÃO

A imaginação e a sensação de um movimento são fenômenos rigorosamente

relacionados e possuem um perfil de controle motor totalmente voluntário (JEANNEROD; DECETY, 1995). Imagética motora (IM) é definida como o ato de

reproduzir mentalmente uma ação, sem executá-la (JEANNEROD, 1994; SIRIGU; DUHAMEL, 2001). Basicamente, existem duas estratégias de IM, que são a cinestésica e a visual. A primeira simulação ocorre a partir de informações sensorio-motoras (proprioceptivas) e a segunda é baseada na percepção visual do movimento imaginado (DECETY; JEANNEROD, 1995). Embora exista um substrato neural comum entre essas duas estratégias (DECETY, 1996a; JEANNEROD, 1994), circuitos neurais distintos são acessados em cada uma delas ao imaginar uma mesma tarefa (RUBY; DECETY, 2001; SIRIGU; DUHAMEL, 2001). Estudos têm evidenciado que a IM cinestésica apresenta uma maior modulação no controle postural ortostático em comparação a IM visual (GRANGEON; GUILLOT; COLLET, 2011; RODRIGUES et al., 2003, 2010), e este efeito tem sido relacionado com o nível de vividez do movimento imaginado (LEMOS et al., 2014).

Até o presente momento, só existem evidências de que a IM cinestésica de movimentos da região plantar (RODRIGUES et al., 2003, 2010), dos membros inferiores (GRANGEON; GUILLOT; COLLET, 2011) e do tronco/quadril (LEMOS et al., 2014) podem modular o controle postural. Contudo, não existem evidências de que tarefas de IM cinestésica da região cervical podem modular o controle postural na posição ortostática. Portanto, o objetivo do presente estudo é investigar se a IM cinestésica da região cervical especificamente induz a modulações no controle postural ortostático.

## **METODOLOGIA**

Foi realizado um estudo transversal com 20 sujeitos saudáveis (10 mulheres e 10 homens), estudantes do curso de graduação em fisioterapia do Centro Universitário Serra dos Órgãos (UNIFESO). Todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre

e esclarecido e a pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética local (CAAE: 54519816.1.0000.5247). Os critérios de exclusão foram: história de doença ortopédica e/ou neurológica que comprometesse o controle postural; alterações osteomioarticular no último mês; restrição de amplitude de movimento ativo cervical; bem como a realização de atividade física, o uso de substâncias psicoativas e/ou álcool em um período inferior a 24 horas antes da coleta dos dados.

### *Questionário de imagética motora visual e cinestésica*

A habilidade dos voluntários para realizar a IM foi avaliada a partir de uma versão de 10 itens do Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ-10). O questionário inclui uma escala contendo cinco movimentos para cada estratégia de IM (visual e cinestésica). Este instrumento mensura de forma subjetiva a clareza (para a modalidade visual) e a intensidade da sensação (para a modalidade cinestésica) em duas escalas ordinais de cinco pontos (MALOUIN et al., 2007).

### *Plataforma do Nintendo Wii®*

A plataforma do Nintendo Wii® tem sido utilizada como uma técnica de posturografia, com a finalidade de estudar o comportamento postural como um indicador de estabilidade (LLORENS et al., 2016), bem como um preditor do risco de quedas em idosos (KWOK; CLARK; PUA, 2015). Estudos comparativos entre as plataformas de força (estabilometria) e a plataforma do Nintendo Wii® não observaram diferença estatística entre a medições das coordenadas do centro de pressão (CLARK et al., 2010; HUURNINK et al., 2013; LLORENS et al., 2016) ou na sua acurácia (BARTLETT; TING; BINGHAM, 2014), considerando um instrumento válido, confiável e com baixo custo para a pesquisa (LEACH et al., 2014;

LLORENS et al., 2016). A plataforma do Nintendo Wii® possui quatro transdutores de pressão (sensores piezoelétricos de equilíbrio), monitorando as forças no sentido vertical (eixo Z) e horizontal, nas direções anteroposterior (AP, eixo Y) e médio-lateral (ML, eixo X) (BARTLETT; TING; BINGHAM, 2014).

Para a mensuração das coordenadas do centro de pressão (CP), foi utilizada uma plataforma de equilíbrio do Nintendo Wii® (Wii Balance Board™, Nintendo CO., LTD., Kyoto, Japan, número de série BC431808347, medindo 32 x 52cm x 5,5cm), com quatro sensores de equilíbrio e quatro células de carga que suportam no máximo 150Kg (330 lbs). O aparelho foi alimentado por quatro pilhas recarregáveis (tamanho AA, 1.2V e 2.700mAh) que permitem 60 horas de utilização. A comunicação da plataforma com um notebook foi realizada via Bluetooth, permitindo uma transmissão de 60 sinais do CP por segundo (OKAMOTO; KASAMATSU, 2009). Para a aquisição desse sinal posturográfico, foi utilizado um programa customizado (BrainBlox; disponível em: <http://www.colorado.edu>) e a análise do sinal do CP (amplitude e velocidade) em cada direção (AP e ML) foi realizada em ambiente Matlab R2015a (MathWorks Inc., USA). Basicamente, o equilíbrio corporal ocorre quando a somatória ( $\Sigma$ ) de todas as forças (F) e momentos de força (M) é igual a zero ( $\Sigma F = 0$  e  $M = 0$ ). Para calcular a velocidade média (VM) do centro de pressão (CP) nas duas direções (AP e ML), foi empregada a seguinte fórmula:  $VM = L / n \cdot \Delta t$ , onde L é o comprimento total do CP (path length); n é o número de quadros e  $\Delta t$  é o intervalo de tempo. Para calcular a amplitude (ou desvio-padrão, DP) do CP, foi empregada a fórmula a seguir, onde:  $X_{ap}$  e  $X_{ml}$  representam a posição do CP nas direções AP e ML;  $\bar{a}_p$  e  $\bar{m}_l$  representam o ajuste da média zero da posição central nas direções AP e ML e  $N =$  total de pontos percorridos no comprimento da oscilação (DOYLE et al., 2007).

$$SD_{ML} = \left[ \frac{\sum_{n=1}^N (x_{ML(n)} - \bar{x}_{ML})^2}{N-1} \right]^{1/2}$$

$$SD_{AP} = \left[ \frac{\sum_{n=1}^N (x_{AP(n)} - \bar{x}_{AP})^2}{N-1} \right]^{1/2}$$

### *Goniometria digital*

Para a mensuração da amplitude de movimento (ADM) cervical foi utilizado um goniômetro digital iGAGING® (10" Digital Protractor/Goniometer – Enjoy Accuracy®, USA, número de série 204781). Para a mensuração da ADM cervical no movimento de flexão, o eixo do goniômetro foi posicionado ao nível da sétima vértebra cervical, o braço fixo mantido paralelo ao solo e, ao final do movimento, o braço móvel foi alinhado ao lóbulo da orelha. Para a mensuração da ADM cervical no movimento de inclinação lateral, o eixo do goniômetro foi posicionado sobre o processo espinhoso de C7, o braço fixo colocado perpendicular ao solo, e o braço móvel na linha média da coluna cervical (CHAVES et al., 2008). Em todas as mensurações, o goniômetro foi posicionado primeiro nos pontos anatômicos mencionados e, em seguida, foi zerado (calibração do aparelho). Posteriormente a sua calibração, foi realizada a mensuração da ADM três vezes para cada movimento.

### *Protocolo experimental*

O voluntário foi posicionado sobre a plataforma de força, descalço, com os pés unidos na linha média e os braços ao longo do corpo. O participante foi instruído a não movimentar os braços ou a cabeça durante

as tarefas de IM. Inicialmente, o participante permaneceu durante 60 segundos (s) em duas condições: (1) em pé, sobre a plataforma com os olhos abertos (tarefa de adaptação) e (2) em pé, com os olhos fechados (tarefa controle). Em seguida, o voluntário realizou dois blocos de tarefas, sendo no primeiro a execução e no segundo a IM cinestésica dos seguintes movimentos: (1) flexão cervical (instrução para a execução: “flexione a cervical e retorne para a posição inicial repetidas vezes”; instrução para a IM: “se imagine flexionando a cervical e retornando para a posição inicial repetidas vezes. Você deve se sentir realizando o movimento”); (2) Inclinação lateral para a direita (instrução para a execução: “incline a cabeça para o lado direito aproximando a orelha do ombro repetidas vezes”; instrução para a IM: “se imagine inclinando a cabeça para o lado direito aproximando a orelha do ombro repetidas vezes. Você deve se sentir realizando o movimento”). As execuções destas tarefas foram realizadas com os olhos abertos e a IM cinestésica com os olhos fechados durante 60 segundos. Foi realizada uma randomização simples das tarefas entre os voluntários, mantendo-se a mesma ordem para os blocos de execução e imagética. Durante os blocos de tarefas foram adquiridos os sinais referentes às oscilações do CP.

Cada tarefa (flexão e inclinação cervical) foi demonstrada pelo experimentador, sendo permitido ao voluntário a sua execução até que este se sentisse confortável em realizá-la nas condições experimentais, ou seja, sobre a plataforma. Não foram fornecidas instruções sobre a frequência e velocidade dos movimentos executados ou imaginados. No bloco de execução, o experimentador contabilizou o número de repetições e, durante o bloco de imagética, o participante foi orientado a contar mentalmente o número de repetições em cada tarefa. Após as tarefas de IM cinestésica, foi aplicada a escala de vividez do KVIQ-10 (MALOUIN et al., 2007).

### *Análise dos dados*

Inicialmente, foi verificada a distribuição dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk. Para a análise comparativa dos parâmetros posturográficos entre as condições de IM cinestésica (flexão e inclinação cervical) e a condição controle (olhos fechados), foi empregada uma análise de variância não paramétrica (ANOVA de Friedman). O teste de Wilcoxon foi empregado para comparar o número de repetições realizadas durante a execução e a IM cinestésica em cada tarefa. O teste de correlação de Spearman foi empregado para verificar o grau de associação das variáveis do CP (amplitude e velocidade média) e a ADM cervical em cada tarefa e direção. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, versão 20), assumindo um nível de significância alfa de  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

### *Sujeitos e características do grupo*

Os dados descritivos relacionados às variáveis da amostra (n=20) estão descritos nas tabelas 1 e 2.

**Tabela 1:** Dados descritivos relacionados à amostra.

Dados descritivos	Idade (anos)	IMC (Kg/m <sup>2</sup> )
Média ± DP	22,65 ± 4,09	25,20 ± 4,10
Mínima	19	18,81
Máxima	36	34,32

Legenda: DP = desvio-padrão; IMC = Índice de massa corporal.

**Tabela 2:** Percentual dos sinais e sintomas que podem influenciar o controle postural.

Sinais e sintomas	Valor percentual médio da amostra
Praticantes de atividade física	50%
Dor crônica	70%
Dormência	0%
Tremor	0%
Inchaço	15%
Outros sintomas	10%
Vertigem	15%
Tontura	40%
Zumbido	20%
Limitação na ADM	20%
Uso de óculos	30%
Etilista social	45%
Tabagista	0%

ADM = Amplitude de movimento.

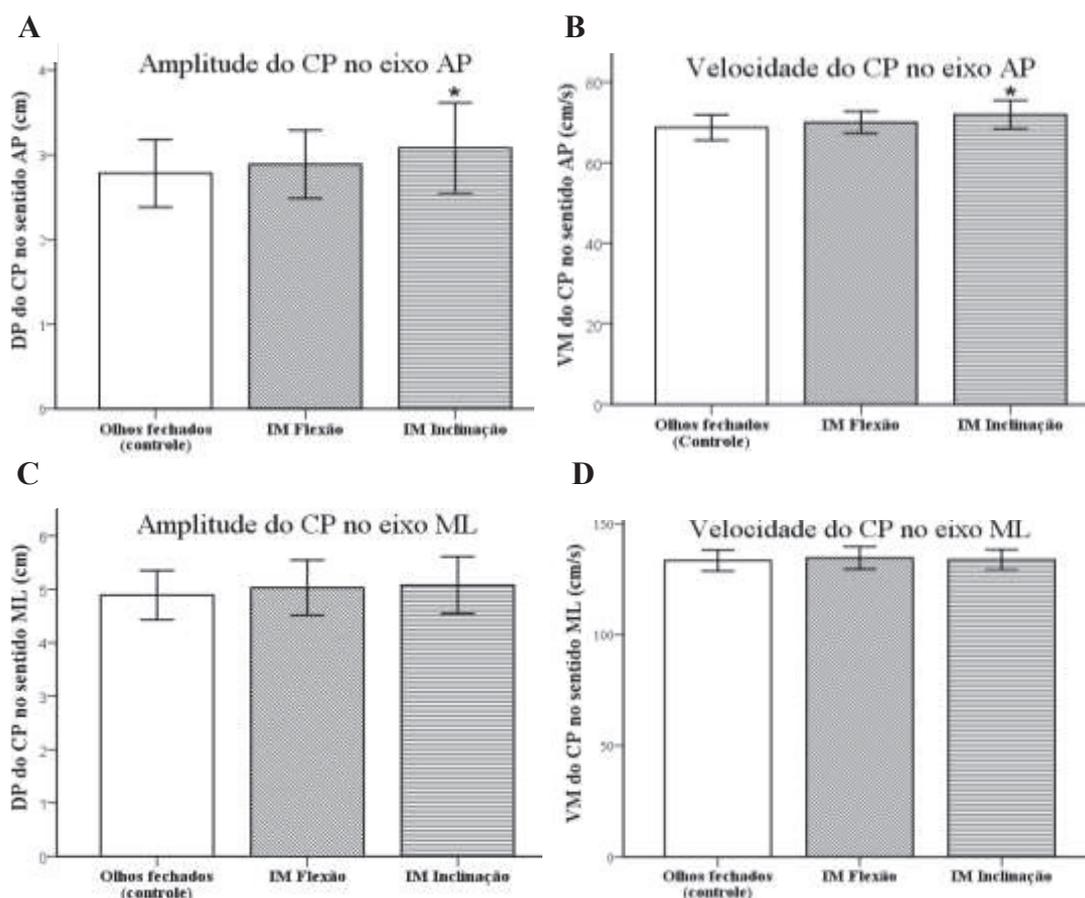
### *Comparação entre a execução e a imaginação das tarefas*

A comparação do número de repetições durante a execução e a IM cinestésica cervical não apresentou

diferenças em nenhuma das tarefas. O número de movimentos executados e imaginados, apresentados como média (mínimo-máximo), foram respectivamente: 18,5 (12-27) e 17,4 (4-32) para IM de flexão cervical ( $z = -0,56$ ;  $p = 0,58$ ); 18,8 (10-27) e 17,7 (3-37) para IM de inclinação cervical ( $z = -0,85$ ,  $p = 0,40$ ). O fato de não haver diferença estatística entre a execução e a imaginação dos movimentos indica que os participantes de fato imaginaram as tarefas propostas, pois existem similaridade entre a execução e imaginação (princípio de isocronia).

### *Efeito da imagética motora cinestésica cervical sobre o controle postural*

Todas as medidas (média  $\pm$  erro-padrão) dos parâmetros posturográficos estão apresentadas na Figura 1. Os participantes apresentaram maior amplitude (Friedman  $\chi^2 = 8,52$ ;  $p = 0,01$ ) e velocidade média (Friedman  $\chi^2 = 8,40$ ;  $p = 0,01$ ) de oscilação do CP no sentido AP na tarefa de IM de inclinação cervical, em comparação com as demais tarefas (controle e IM de flexão cervical). No sentido ML, não houve diferença tanto na amplitude (Friedman  $\chi^2 = 2,10$ ;  $p > 0,05$ ) quanto na VM (Friedman  $\chi^2 = 2,15$ ;  $p > 0,05$ ) de oscilação do CP ao comparar todas as tarefas (ver figura 1).

**Figura 1:** Amplitude e velocidade média de oscilação postural em cada eixo.

Legenda: Desvio-padrão (DP) e velocidade média (VM) do centro de pressão (CP) nos eixos anteroposterior (AP) e médio-lateral (ML), comparando as tarefas de olhos fechados (controle), imagética motora (IM) de flexão e inclinação cervical. Note que existe diferença estatística entre a tarefa de IM inclinação com as demais tarefas (figuras 1A e 1B; \* $p = 0.01$ ). No eixo ML não houve diferença estatística (figuras 1C e 1D;  $p > 0,05$ ).

### Outras correlações

Ao comparar os parâmetros do CP (DP e VM) em cada tarefa (olhos fechados, IM de flexão e inclinação) entre os sexos masculino ( $n=10$ ) e feminino ( $n=10$ ), não se observou diferença estatística nos eixos AP e ML (Friedman  $\chi^2 > 4,00$ ;  $p > 0,05$ ), indicando que os efeitos observados não têm relação com os sexos. Ao separar os sujeitos ( $n=20$ ) de acordo com a vividez associada ao movimento imaginado (KVIQ  $> 3$  [ $n=14$ ] e KVIQ  $< 2$  [ $n=6$ ]) não se observou diferença estatística entre as variáveis do CP (DP e VM) em cada tarefa (olhos fechados, IM flexão e inclinação) nos eixos AP e ML (Friedman  $\chi^2 > 4,00$ ;  $p > 0,05$ ), indicando que os efeitos observados não estavam relacionados com a vividez da sensação associada ao movimento imaginado

(KVIQ-10). Finalmente, quando comparado o DP do CP em cada direção (AP e ML) com a respectiva ADM cervical (flexão e inclinação) não houve diferença estatística ( $\rho = 1,00$ ;  $p > 0,05$ ), indicando que a ADM cervical não influenciou na ADM do CP (DP) em cada direção (AP e ML).

### DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi investigar se a IM cinestésica da região cervical induz a modulações no controle postural ortostático. Em resumo, os resultados mostraram três efeitos relevantes: (1) não houve diferença entre o número de repetições executadas e imaginadas, indicando que os participantes de fato imaginaram as tarefas propostas; (2) uma maior modulação do CP no

eixo AP (DP e VM) na tarefa de IM cinestésica de inclinação cervical (figuras 1A e 1B) e (3) não houve diferença entre as variáveis do CP (DP e VM) no eixo ML ao comparar todas as tarefas (figuras 1C e 1D), independentemente do sexo, vividez (KVIQ-10) ou das ADM do CP e da cervical.

Algumas propriedades observadas durante a execução de movimento também estão presentes durante a IM (DECETY, 1996b; JEANNEROD, 1994, 1995; JEANNEROD; DECETY, 1995), pois existem similaridades nos estados mentais entre essas condições (ATHANASIOU et al., 2012; GUILLOT et al., 2008, 2009). Por exemplo, quando um indivíduo executa e imagina uma caminhada em uma distância fixa, o tempo gasto é similar, sem diferença estatística (DECETY; JEANNEROD; PRABLANC, 1989). De forma semelhante, o número de repetições de uma mesma tarefa executada e imaginada em uma janela de tempo fixa também não apresenta diferença estatística (LE MOS et al., 2014; RODRIGUES et al., 2003, 2010), corroborando os resultados observados no presente estudo (princípio de isocronia).

Estudos têm mostrado que a IM cinestésica apresenta um maior efeito de modulação sobre o controle postural ortostático, quando comparado com a IM visual (GRANGEON; GUILLOT; COLLET, 2011; RODRIGUES et al., 2003, 2010). Esses resultados têm mostrado uma relação com a vividez do movimento imaginado ( $KVIQ > 3$ ) (LE MOS et al., 2014) o que não foi observado no presente estudo, pois não existiram diferenças entre os altos ( $KVIQ > 3$ ) e baixos ( $KVIQ < 2$ ) níveis de vividez do movimento imaginado.

Diferentes tarefas de IM cinestésica têm apresentado efeitos em direções específicas de deslocamento do CP. Grangeon, Guillot e Collet (2011) observaram, em seus resultados, uma maior variabilidade de deslocamento do CP na direção vertical (eixo Z) durante a tarefa de IM cinestésica de um salto vertical (GRANGEON; GUILLOT; COLLET, 2011). Recentemente, foi observada uma maior variabilidade de deslocamento do CP no sentido ML durante a tarefa de IM cinestésica do movimento de alcance lateral (LE MOS et al., 2014). Rodrigues et al. (2003 e 2010)

evidenciaram que a IM cinestésica do movimento de flexão plantar bilateral induz a uma maior modulação do CP no sentido AP (RODRIGUES et al., 2003, 2010). No presente estudo, foi observada uma maior modulação das variáveis do CP (DP e VM) também no sentido AP durante a tarefa de IM de inclinação cervical (figuras 1A e 1B). Entretanto, até o presente momento, não existem evidências de que exista uma especificidade direcional de oscilação postural coerente com a direção do movimento imaginado.

## CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo indicam que tarefas de IM cinestésica cervical induzem a modulações no controle postural ortostático e podem ser utilizadas em práticas clínicas, indicando que as áreas encefálicas que modulam o controle postural são acessadas, independente da distância anatômica entre a região que simulou o movimento (cervical) e a base de suporte plantar. Mais estudos são necessários para evidenciar se tarefas de IM podem induzir a modulações em direções específicas de deslocamento do CP (hipótese de especificidade direcional de movimento imaginado).

## REFERÊNCIAS

- ATHANASIOU, A. et al. Source detection and functional connectivity of the sensorimotor cortex during actual and imaginary limb movement: A preliminary study on the implementation of econnectome in motor imagery protocols. *Advances in Human-Computer Interaction*, v. 2012, p. 1–10, 2012.
- BARTLETT, H. L.; TING, L. H.; BINGHAM, J. T. Accuracy of force and center of pressure measures of the Wii Balance Board. *Gait & Posture*, v. 39, n. 1, p. 224–228, 2014.
- CHAVES, T. C. et al. Confiabilidade da fleximetria e goniometria na avaliação da amplitude de movimento cervical em crianças. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v. 12, n. 4, p. 283–289, 2008.

CLARK, R. A. et al. Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait & Posture*, v. 31, n. 3, p. 307–310, 2010.

DECETY, J. Do imagined and executed actions share the same neural substrate? *Brain research. Cognitive brain research*, v. 3, n. 2, p. 87–93, mar. 1996a.

DECETY, J. The neurophysiological basis of motor imagery. *Behavioural brain research*, v. 77, n. 1–2, p. 45–52, maio 1996b.

DECETY, J.; JEANNEROD, M. Mentally simulated movements in virtual reality: does Fitt's law hold in motor imagery? *Behavioural brain research*, v. 72, n. 1, p. 127–134, 1995.

DECETY, J.; JEANNEROD, M.; PRABLANC, C. The timing of mentally represented actions. *Behavioural brain research*, v. 34, n. 1–2, p. 35–42, ago. 1989.

DOYLE, R. J. et al. Generalizability of center of pressure measures of quiet standing. *Gait & posture*, v. 25, n. 2, p. 166–71, 2007.

GRANGEON, M.; GUILLOT, A.; COLLET, C. Postural Control During Visual and Kinesthetic Motor Imagery. *Applied psychophysiology and biofeedback*, v. 36, n. 1, p. 47–56, 2011.

GUILLOT, A. et al. Functional neuroanatomical networks associated with expertise in motor imagery. *NeuroImage*, v. 41, n. 4, p. 1471–83, jul. 2008.

GUILLOT, A. et al. Brain activity during visual versus kinesthetic imagery: an fMRI study. *Human brain mapping*, v. 30, n. 7, p. 2157–72, jul. 2009.

HUURNINK, A. et al. Comparison of a laboratory grade force platform with a Nintendo Wii Balance Board on measurement of postural control in single-leg stance balance tasks. *Journal of Biomechanics*, v. 46, n. 7, p. 1392–1395, 2013.

JEANNEROD, M. *The representing brain: neural correlates of motor intention and imagery*. Cambridge University Press, v. 17, n. 2, p. 187–245, 1994.

JEANNEROD, M. Mental imagery in the motor context. *Neuropsychologia*, v. 33, n. 11, p. 1419–32, 1995.

JEANNEROD, M.; DECETY, J. Mental motor imagery: a window into the representational stages of action. *Current opinion in neurobiology*, v. 5, n. 6, p. 727–32, 1995.

KWOK, B. C.; CLARK, R. A.; PUA, Y. H. Novel use of the Wii Balance Board to prospectively predict falls in community-dwelling older adults. *Clinical Biomechanics*, v. 30, n. 5, p. 481–484, 2015.

LEACH, J. M. et al. Validating and calibrating the Nintendo Wii balance board to derive reliable center of pressure measures. *Sensors (Basel, Switzerland)*, v. 14, n. 10, p. 18244–67, 2014.

LEMOS, T. et al. Motor imagery modulation of body sway is task-dependent and relies on imagery ability. *Frontiers in human neuroscience*, v. 8, p. 1–9, 2014.

LLORENS, R. et al. Posturography using the Wii Balance Board™. A feasibility study with healthy adults and adults post-stroke. *Gait and Posture*, v. 43, p. 228–232, 2016.

MALOUIN, F. et al. The Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ) for assessing motor imagery in persons with physical disabilities: a reliability and construct validity study. *Journal of neurologic physical therapy : JNPT*, v. 31, n. 1, p. 20–29, 2007.

OKAMOTO, M.; KASAMATSU, S. "Storage Medium Storing a Load Detecting Program and Load Detecting Apparatus." United States Patent Application Publication, 2009.

RODRIGUES, E. C. et al. Mental stimulation strategy affects postural control. *Revista brasileira de psiquiatria (Sao Paulo, Brazil: 1999)*, v. 25, p. 33–35, 2003.

RODRIGUES, E. C. et al. Kinesthetic motor imagery modulates body sway. *Neuroscience*, v. 169, n. 2, p. 743–750, 2010.

RUBY, P.; DECETY, J. Effect of subjective perspective taking during simulation of action: a PET investigation of agency. *Nature neuroscience*, v. 4, n. 5, p. 546–50, 2001.

SIRIGU, A.; DUHAMEL, J. R. Motor and visual imagery as two complementary but neurally dissociable mental processes. *Journal of cognitive neuroscience*, v. 13, n. 7, p. 910–919, 2001.

---

**Contato:**

Nome: Nélío Silva de Souza  
e-mail: [neliosds@gmail.com](mailto:neliosds@gmail.com)

**Apoio financeiro:** PICPq - Programa de Iniciação Científica e Pesquisa do UNIFESO