



# Análise da complexidade da tarefa na assimetria manual no Grooved Pegboard Test

LIDIANE APARECIDA FERNANDES | BÁRBARA GABRIELA CRISPIM SANTOS DE SOUZA | IZABELLA DE SOUZA SALES | TÉRCIO APOLINÁRIO-SOUZA |

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.

Correspondência para: Lidiane Aparecida Fernandes, Universidade Federal de Minas Gerais, BRASIL.  
email [lidianefernandes12@yahoo.com.br](mailto:lidianefernandes12@yahoo.com.br)

## A PRIMEIRA VISTA

O estudo investigou o impacto do aumento da complexidade da tarefa na assimetria utilizando a medida tradicional do Grooved Pegboard Test e mais duas outras medidas. A utilização do acelerômetro permitiu identificar diferentes momentos do movimento. Além disso, foi possível levantar questões relativas às diferenças entre as mãos no controle motor.

## ABBREVIACÕES

IA	índice de assimetria
ID	índice de dificuldade
MD	mão direita
ME	mão esquerda
MP	mão preferida
MNP	mão não preferida
TM	tempo de movimento
TR	tempo de reação
Tresp	tempo de resposta

## DATA DE PUBLICAÇÃO

Recebido 19 Fev 2018  
Aceito 13 Ago 2018  
Publicado 13 Ago 2018

**INTRODUÇÃO:** Uma questão relacionada a assimetria é se o aumento da complexidade da tarefa aumenta a assimetria e se as mãos se comportam de forma distinta para diferentes componentes do movimento devido a especialização hemisférica. A utilização do Grooved Pegboard Test com um acelerômetro possibilita análise da resposta total e a identificação de componentes temporais do movimento como o tempo de reação (TR) e tempo de movimento (TM).

**OBJETIVO:** Analisar se o aumento da complexidade da tarefa impacta na assimetria manual no *Grooved Pegboard Test* utilizando um acelerômetro.

**MÉTODO:** Dez voluntários realizaram o Grooved Pegboard Test nas condições de maior e menor complexidade da tarefa com ambas as mãos. Foram analisadas as medidas de tempo de reação (TR), tempo de movimento (TM) e tempo de resposta (Tresp).

**RESULTADOS:** Os resultados mostraram que houve diferenças na assimetria com o aumento da complexidade da tarefa apenas para o TM e que para o Tresp a mão preferida apresentou melhor desempenho em relação à mão não preferida apenas na condição de maior complexidade.

**CONCLUSÃO:** O aumento da complexidade aumentou parcialmente a assimetria. A análise do TR e TM identificou distintos comportamentos das mãos. Sendo que a mão preferida, utilizando de forma mais eficiente o *feedback online*, aumentou a assimetria com o aumento da complexidade, mas, o mesmo não ocorreu no TR. A utilização do acelerômetro pode significar um avanço no entendimento das diferenças no desempenho das mãos.

**Palavra-chave:** Assimetrias Manuais | *Grooved Pegboard Test* | Acelerômetro | Controle Motor

**BACKGROUND:** A question related to the asymmetries is whether the increase in the complexity of the task increases the asymmetries and if the hands behave differently for different components of the movement due to hemispheric specialization. The use of the Grooved Pegboard Test with an accelerometer makes it possible to analyze the total response and the temporal component identification of the movement as the reaction time (RT) and the time of movement (MT).

**AIM:** This study aimed to analyze the manual asymmetries in the Grooved Pegboard Test using an accelerometer.

**METHOD:** Ten subjects performed the Grooved Pegboard Test under the conditions of highest and lowest index of difficulty (ID) in the task with both hands. The measures of reaction time (RT), time of movement (MT) and response time (RespT) were analyzed.

**RESULTS:** The results showed that there were differences in the asymmetries with the increase of ID only for MT and that for RespT the preferred hand was superior to the non preferred hand only in the condition of higher ID.

**CONCLUSION:** The increase in complexity partially increased the asymmetries. The TR and TM analysis identified distinct hand behaviors. The preferred hand, which used online feedback more efficiently, increased the asymmetries with increasing complexity but the same did not occur in the RT. Using the accelerometer can mean a breakthrough in understanding differences in hand performance.

**Keyword:** Manual asymmetries | Grooved Pegboard Test | Accelerometer | Motor control

As assimetrias laterais observadas no comportamento motor apresentam duas dimensões, preferência e desempenho<sup>1</sup>. A assimetria de preferência frequentemente é tratada como sinônimo de dominância lateral, conceito que expressa a supremacia de preferência de um membro em relação ao membro contralateral homólogo.<sup>1</sup> A assimetria de desempenho se refere à diferença na capacidade de controle dos segmentos corporais em diferentes aspectos da motricidade, tais como precisão, velocidade de execução, coordenação e latência para iniciar movimentos.<sup>2</sup> A assimetria de desempenho pode se manifestar através do melhor desempenho dos membros preferidos sobre os membros não preferidos em uma série de tarefas motoras, como exemplo, às relacionados à escrita,<sup>3,4</sup> em tarefas de movimentos direcionados a um alvo,<sup>5,6</sup> de toques repetidos<sup>7</sup> e de destreza manual.<sup>8,9</sup>

Um dos aspectos relacionados as assimetrias é que certas tarefas tendem a apresentar diferenças mais evidentes do que outras, no mesmo indivíduo<sup>10</sup>. De acordo com Bryden et al.,<sup>11</sup> a resposta para explicar o porquê de determinadas tarefas provocarem diferenças mais evidentes no desempenho entre os dois lados ainda não é bem compreendida. Mas, provavelmente, um dos motivos seja o grau de habilidade associado à tarefa, quanto mais complexa ou difícil, mais evidentes serão as diferenças entre as mãos.<sup>11</sup>

Para analisar as diferenças na performance das mãos o *Grooved Pegboard Test* tem sido utilizado em diversos estudos.<sup>11,9,8</sup> A meta da tarefa consiste em transportar pinos para os receptáculos com diferentes reentrâncias, o mais rápido possível. Esse teste permite realizar movimentos com diferentes níveis de complexidade sendo que, durante o posicionamento dos pinos a tarefa apresenta maior índice de dificuldade (ID) e durante a retirada dos pinos apresenta menor ID.<sup>11</sup> Neste estudo, maior ID é reportado como tarefa mais complexa e, menor ID, menos complexa, o ID é calculado de acordo com a Lei de Fitts<sup>i</sup>. O estudo de Vasconcelos e Rodrigues<sup>12</sup> mostrou que a complexidade da tarefa está associada à performance motora, gerando maiores ou menores níveis de assimetrias laterais. Esse achado é confirmado por outros estudos.<sup>13,14,15,9,6</sup> O aumento do ID acarreta em um tempo de resposta (Tresp) mais longo e isso parece estar mais acentuado no desempenho da mão não preferida. Dessa forma, é esperado que com o aumento da complexidade da tarefa ocorra um aumento da assimetria no Tresp.

O *Grooved Pegboard Test* foi elaborado para avaliar o desempenho das mãos em relação ao tempo total de execução. Dessa forma, não há como analisar componentes do tempo total ou tempo de resposta (Tresp), tais como o tempo de preparação do movimento, definido como tempo de reação (TR) e o tempo para executar os deslocamentos e inserções dos pinos, definido como o tempo de movimento (TM). A análise fragmentada dos momentos que compõe o movimento permite identificar distintos comportamentos das mãos. Tem sido evidenciado que a mão não preferida apresenta menor TR, já a mão preferida, apresenta menor TM quando comparado a mão preferida.<sup>16</sup> Essas diferentes proficiências são atribuídas à Especialização Hemisférica, conceituada como uma proficiência relativa dos hemisférios em realizar determinadas tarefas. O menor TM apresentado pela mão preferida é fruto do envolvimento do hemisfério esquerdo na realização de ajustes na trajetória do movimento. Já o menor TR apresentado pela mão não preferida decorre do envolvimento do hemisfério direito nos estágios iniciais do planejamento do movimento.

<sup>16</sup> Deste modo, é esperado distintas superioridades entre as mãos para TR e TM, ou seja, é esperado que para o TR a mão não preferida apresente melhor desempenho enquanto a mão preferida, melhor desempenho para TM.

Uma das formas de garantir a observação mais detalhada do controle do movimento consiste na utilização de um acelerômetro, possibilitando a identificação de momentos do movimento como o tempo de reação e tempo de movimento gasto na tarefa. Assim, o presente estudo tem como objetivo analisar se o aumento da complexidade da tarefa impacta na assimetria manual no *Grooved Pegboard Test* utilizando um acelerômetro. Duas hipóteses foram levantadas: a) o aumento da complexidade da tarefa gera um aumento da assimetria no tempo de resposta (Tresp), tempo de movimento (TM) e tempo de reação (TR); b) o aumento da complexidade da tarefa gera aumento da assimetria, com distintas superioridades entre as mãos para o tempo de reação (TR) e tempo de movimento (TM).

## MÉTODOS

### Participantes

A amostra foi composta por 10 estudantes universitários, voluntários, saudáveis, com idade entre 20 e 40 anos (idade média de 28 anos), do sexo masculino. Como critério de inclusão o voluntário deveria ser destro e apresentar índice de lateralidade superior a 80 pontos no Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo.<sup>17</sup> Todos os voluntários assinaram o consentimento livre e esclarecido. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade onde foi desenvolvido, sob o protocolo nº 24116513.2.000.5149.

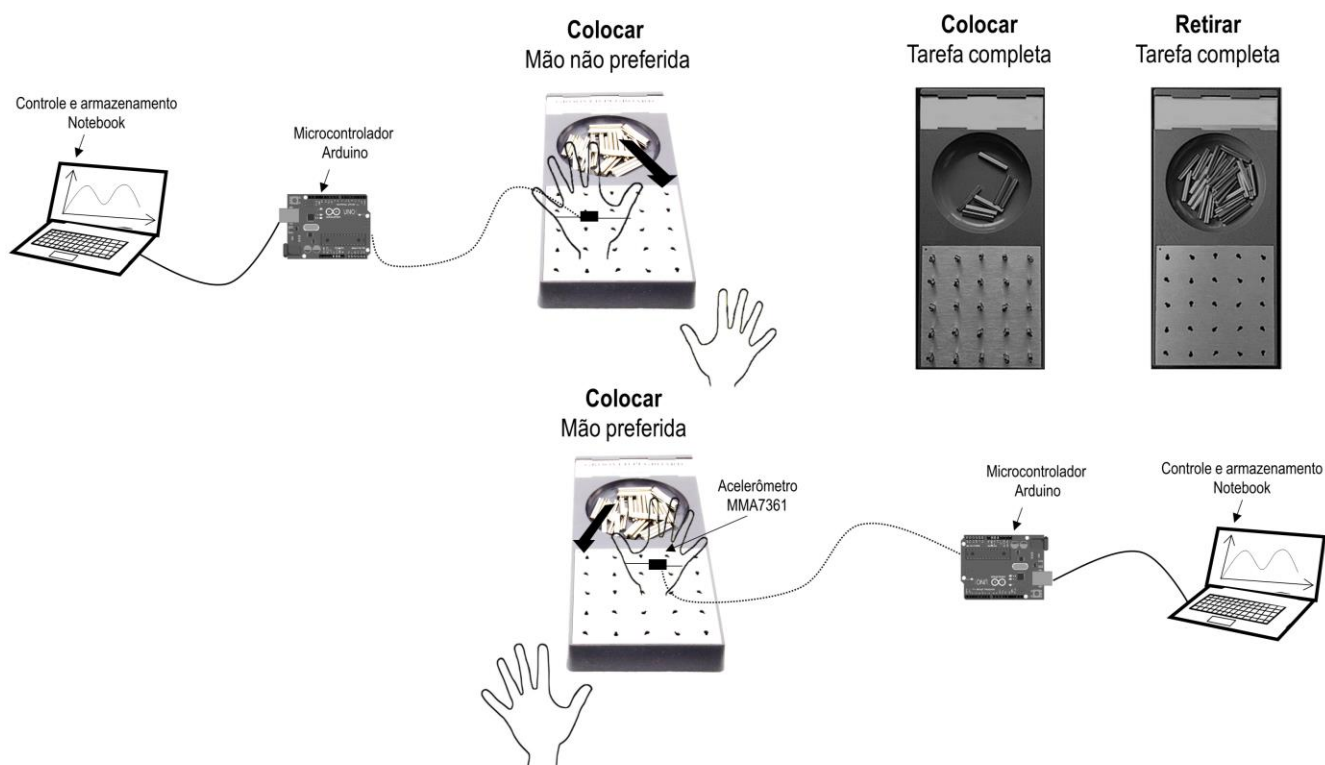
### Instrumentos e tarefa

Para a determinação do índice de lateralidade, foi empregado o Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo.<sup>17</sup> Foi utilizado um acelerômetro (*Accelero MMA7361*), localizado na mão do voluntário para identificação do TR, TM e TResp da tarefa de destreza manual. O instrumento utilizado para realizar o teste de destreza manual foi o *Grooved Pegboard Test* (*Lafayette Instrument Company*, modelo nº 32025). O *Grooved Pegboard* é composto por uma superfície com 25 orifícios, cada um possuindo uma reentrância posicionada em diferentes direções, e uma superfície côncava onde são colocados os pinos. Os pinos também possuem uma reentrância, que deve coincidir espacialmente com a do orifício para que haja encaixe.<sup>8</sup> A meta da tarefa consiste em encaixar 25 pinos em um receptáculo, um a cada vez, o mais rápido possível, em uma ordem prescrita. Para realizar a tarefa com a mão preferida o preenchimento dos receptáculos deveria ocorrer da esquerda para a direita, de cima para baixo. Para os movimentos realizados com a mão não preferida, o sentido inverso, da direita para esquerda, de cima para baixo, conforme a Figura 1. Após o encaixe dos pinos, inicia-se a segunda forma de execução. Os 25 pinos encaixados no orifício devem ser retirados e depositados novamente no receptáculo, um a cada vez, o mais rápido possível, na ordem e direção prescritas.<sup>18</sup> A ordem na qual os membros iniciaram o teste foi contrabalançada entre participantes para eliminar qualquer efeito que a ordem de execução possa ter sobre o desempenho motor.

As medidas analisadas foram: (a) tempo de reação (TR) que corresponde ao intervalo de tempo entre o surgimento do estímulo e o início do movimento; (b) tempo de

movimento (TM) que compreende o intervalo de tempo entre o início e o fim do movimento e c) tempo de resposta (Tresp) que corresponde o somatório de TR e TM. Em todas as tentativas foi utilizado o acelerômetro manual para obter precisão nos resultados.

Os dados obtidos pelo acelerômetro foram adquiridos com a frequência de aquisição de 200 Hz e filtrado utilizado o filtro Butterworth 3ª ordem, do tipo passa baixa como o valor de atenuação de 12 Hz. Como critério para início e fim do movimento foi adotado o valor de 5% do pico absoluto de aceleração, esse mesmo valor deveria ser mantido por 500 ms, tanto para o início do movimento, quanto para o fim do movimento. O intervalo entre a apresentação do estímulo e o alcance do critério supracitado para início do movimento foi denominado TR.



**Figura 1.** Tarefa de avaliação da destreza manual *Grooved Pegboard* e a ordem prescrita de execução.

### Procedimentos

Inicialmente os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, afirmando estar de acordo com a participação voluntária no estudo. Em seguida, a coleta de dados foi realizada. O voluntário foi orientado a sentar-se confortavelmente, com a linha média do corpo alinhada ao *Grooved Pegboard Test*. Na mesa, a qual o voluntário realizou a tarefa, foi disponibilizado marcas de orientação ao posicionamento corporal do voluntário, sendo elas: a) central, alinhamento corporal do voluntário; b) MD: posicionamento da mão direita e c) ME: posicionamento da mão esquerda. As marcas foram utilizadas como forma de garantir que todos os executantes iniciassem e finalizassem o movimento do mesmo ponto. O acelerômetro foi posicionado no dorso da

mão. Todos os participantes receberam instruções verbais padronizadas sobre o experimento e como forma de ambientação houve o preenchimento e a retirada dos pinos das duas primeiras fileiras de reentrâncias, apenas com a mão de início na tarefa.

Posteriormente, foi aplicado o teste que consistiu na realização da tarefa com ambas as mãos. O voluntário realizou duas tentativas da tarefa de colocar e duas de retirar os pinos com cada mão. Após finalizar as duas execuções com a mão inicial o voluntário executou o movimento com a mão contralateral.

### Análise de dados

Foi realizada uma estatística descritiva caracterizada pela média das variáveis. O teste de Shapiro-Wilk foi conduzido para avaliação da normalidade dos dados ( $p > 0,05$ ). Para análise do desempenho das mãos foi calculado a média das duas tentativas realizadas com cada mão. Os dados foram separados por: 1) colocar MD; 2) colocar ME; 3) retirar MD; 4) retirar ME e 5) índice de assimetria. Para cada variável foi calculado o índice de assimetria (IA) através da diferença do desempenho da MD pela ME ( $IA=MD-ME$ ). Os sinais do IA indicam a direção da assimetria, valores positivos indicam superioridade da mão não preferida e valores negativos da mão preferida. Foi utilizado um teste  $t$  pareado para comparar os valores dos desempenhos das mãos e os índices de assimetria. O valor de significância adotado foi de  $p < 0,05$ . O pacote estático SPSS (versão 19. Chicago: EUA) foi utilizado no presente trabalho.

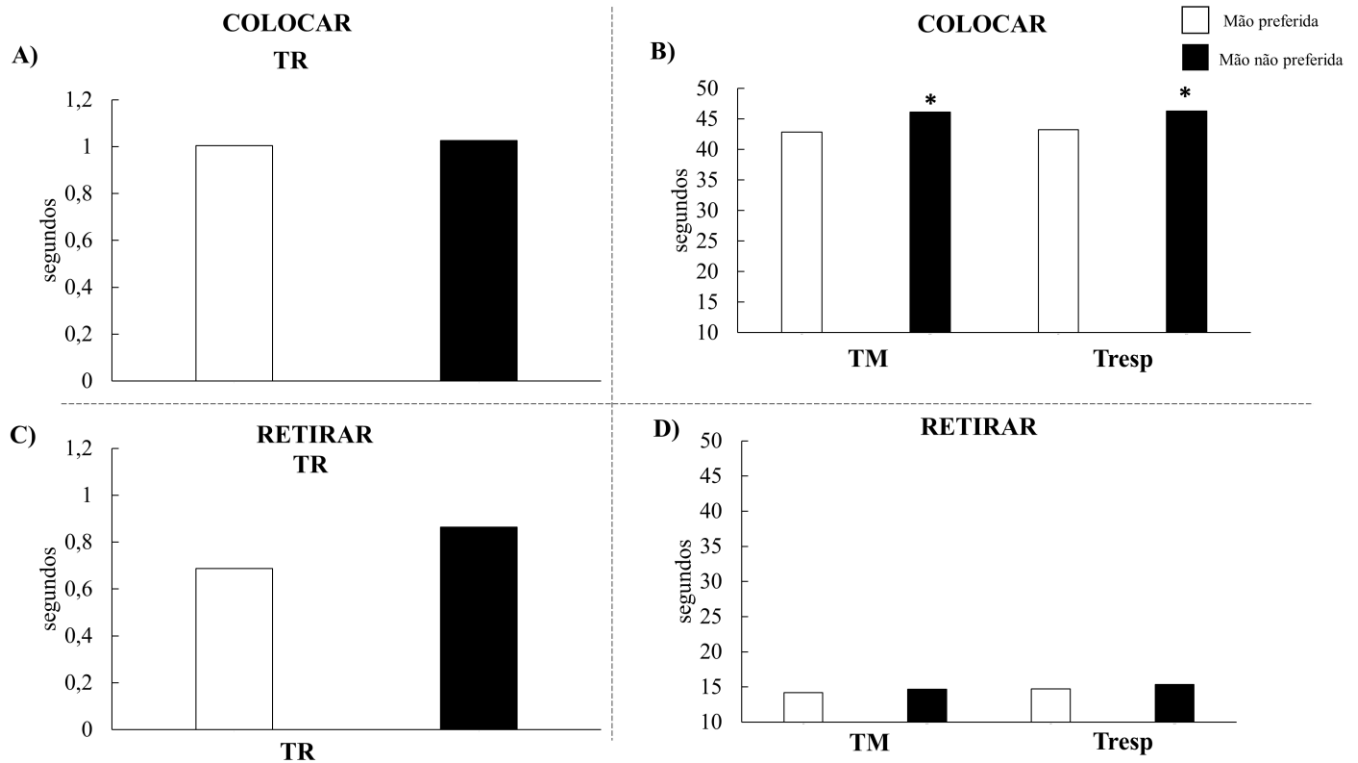
## RESULTADOS

### Colocar os pinos

O teste  $t$  mostrou diferenças significativas entre o desempenho das mãos durante a tarefa de colocar os pinos para o Tresp [ $t(9) = -2,3, p < 0,05$ ] e para o TM [ $t(9) = -2,3, p < 0,05$ ]. Em ambas as medidas, a mão preferida apresentou melhor desempenho (Figuras 2B). Para o TR, o teste não indicou diferenças significativas entre as mãos [ $t(9) = -0,2, p > 0,05$ ], conforme apresentado nas Figuras 2A, B e C.

### Retirar os pinos

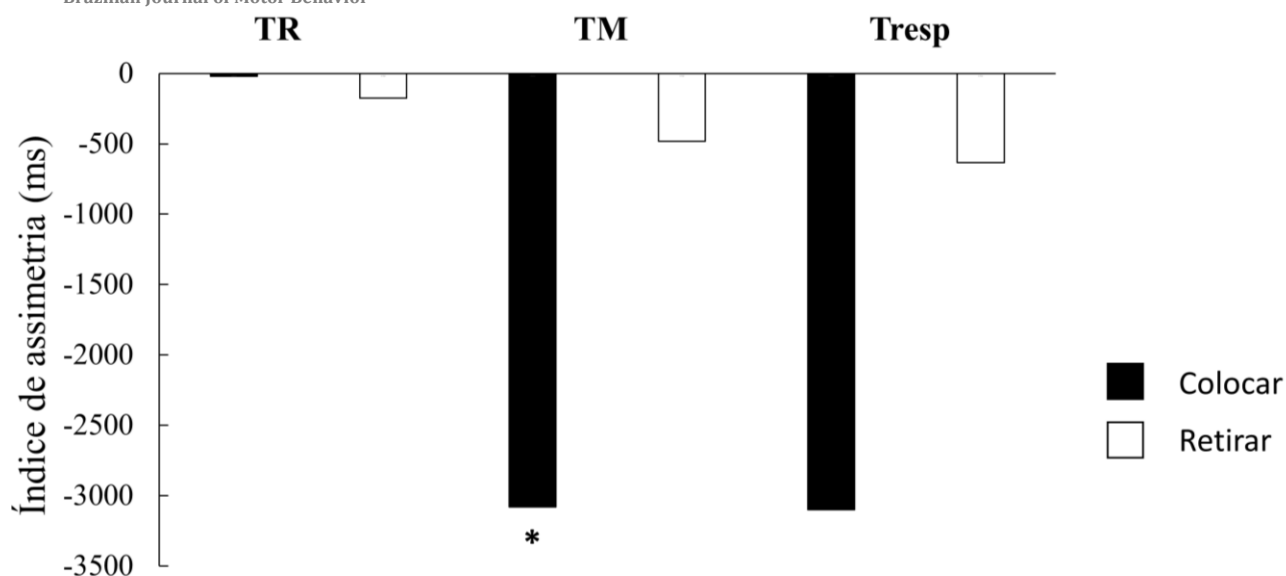
Para a condição de retirada dos pinos, não foi observada diferenças significativas em nenhuma das variáveis, TR [ $t(9), -0,9, p > 0,05$ ], TM [ $t(9), -1,1, p > 0,05$ ] e Tresp [ $t(9), -3,0, p > 0,05$ ], conforme Figura 2A, B e C.



**Figura 2.** Média do tempo de reação (TR) (A); média do tempo de movimento (TM) e tempo de resposta (Tresp) (B) na condição de colocar os pinos. Médias das variáveis TR (C), TM e Tresp (D) na condição de retirar os pinos.

### Índice de assimetria (IA)

Para análise do IA foram observadas diferenças significativas entre os IAs nas condições de colocar e retirar os pinos para a variável TM [ $t(9) = -2,3, p < 0,05$ ]. O IA foi menor na condição de retirar quando comparado a condição de colocar os pinos (Figura 3). Para o TR [ $t(9) = 0,8, p > 0,05$ ] e Tresp [ $t(9) = -2,0, p > 0,05$ ] não foi observado diferenças significativas entre as condições (Figura 3).



**Figura 3.** Média do índice de assimetria das variáveis tempo de reação (TR), tempo de movimento (TM) e tempo de resposta (Tresp) nas condições de colocar e retirar.

## DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar se o aumento da complexidade da tarefa impacta na assimetria manual no Grooved Pegboard Test utilizando um acelerômetro. Ao conhecimento dos autores esse é o primeiro trabalho que utilizou um equipamento que permitiu analisar os componentes do tempo total ou tempo de resposta (Tresp), tais como o tempo de reação (TR) e o tempo de movimento (TM). Foram levantadas duas hipóteses: a) o aumento da complexidade da tarefa gera um aumento da assimetria no tempo de resposta (Tresp), tempo de movimento (TM) e tempo de reação (TR); e b) o aumento da complexidade da tarefa gera aumento da assimetria, com distintas superioridades entre as mãos para o tempo de reação (TR) e tempo de movimento (TM). A primeira hipótese foi parcialmente confirmada, pois não houve diferenças na assimetria com o aumento da complexidade da tarefa no Tresp e TR, mas houve diferenças no TM. A segunda hipótese foi parcialmente confirmada, pois o aumento da complexidade da tarefa impactou somente no TM e a superioridade da mão só foi evidenciada para o TM na condição de colocar os pinos.

Na análise do índice de assimetria (IA) não foi observado diferenças entre as condições para o Tresp, contrariando a primeira hipótese do estudo. No entanto, quando observado o desempenho entre as mãos nas condições, apenas na condição de maior ID foi observada diferenças entre as mãos, sendo que a mão preferida apresentou melhor desempenho, estes resultados corroboram os achados de Bryden et al. <sup>11</sup> Segundo os autores a condição mais complexa exige maior precisão e modulação de força, assim, é possível que as diferenças tenham uma magnitude maior quando há uma maior exigência dos parâmetros citados. A análise do IA do TR não indicou diferenças, diferentemente da análise do IA do TM. Possivelmente esses resultados são decorrentes das características da tarefa, conforme será discutido posteriormente.



Em relação a segunda hipótese, o TR não se diferiu entre as condições, esse resultado não confirma a hipótese levantada. Conforme mencionado anteriormente, o hemisfério direito é especializado no processamento relacionado a preparação do movimento,<sup>16</sup> essa especialização privilegiaria a mão não dominante, assim, era esperado que o aumento na complexidade potencializaria a vantagem da mão não preferida para o TR. Diversos estudos suportam a proposição da superioridade da mão não preferida na medida de TR.<sup>16</sup> Esses estudos tentam explicar essa superioridade em duas direções. A primeira afirma que o hemisfério direito desempenha um papel fundamental na distribuição de recursos atencionais no espaço.<sup>19</sup> De forma geral, os mecanismos atencionais processados no hemisfério direito permitem uma orientação mais imediata e/ou ativação do sistema mão não preferida após a apresentação do estímulo. No presente estudo, a tarefa utilizada não requer um alto grau de atenção para a realização da tarefa, uma vez que, há apenas uma possível resposta para o estímulo apresentado. Quando há apenas uma resposta para um estímulo o sistema não necessita direcionar demasiadamente a atenção para os processos que ocorrem na preparação do movimento.<sup>20</sup> Esse tipo de TR, apenas um estímulo para uma resposta, é descrito na literatura como aquele que requer menor tempo de processamento de informação, em relação a outros tipos de TR, como o TR descritivo.<sup>20</sup> Um estudo que corrobora essa afirmativa foi o desenvolvido por Lelis-Torres et al.,<sup>21</sup> nesse estudo foi comparado o esforço cognitivo requerido quando se utiliza a mão preferida e não preferida no Grooved Pegboard Test, como bem sabido a atenção é um dos constructos da cognição.<sup>22</sup> Um dos achados desse estudo é que não há diferenças entre as mãos na medida de esforço cognitivo.<sup>20</sup> Desta forma, supostamente, não requer um alto grau de atenção para a realização da tarefa.

Já a segunda hipótese assume que o hemisfério direito se envolve nos estágios iniciais do movimento por meio da especificação tridimensional no espaço do alvo.<sup>16</sup> Experimentalmente esses estudos tem encontrado que quanto maior a incerteza da especificação tridimensional no espaço do alvo maior a superioridade da mão não dominante.<sup>16,23</sup> No presente estudo, a especificação tridimensional no espaço do alvo é altamente previsível, uma vez que, o equipamento para posicionar os pinos fica disponível para visualização durante toda preparação do movimento. É possível que o *Grooved Pegboard Test* não seja suficientemente desafiador para evidenciar a especialização do hemisfério direito, seja na distribuição de recursos atencionais no espaço (primeira explicação) ou pela especificação tridimensional no espaço do alvo, mas essa afirmativa carece de um estudo que contenha um delineamento específico. Assim, essas características da tarefa possivelmente impactaram na ausência de diferença no desempenho das mãos e na análise do IA.

Ainda sobre a segunda hipótese do presente estudo, quando observa-se o tempo para executar os deslocamentos e inserções dos pinos, definido como o tempo de movimento (TM), o aumento da complexidade impactou no aumento da assimetria, confirmando a proposição do trabalho. Esse impacto se deu primordialmente devido a superioridade da mão dominante na condição que mais lhe exigiu ajustes no movimento, ou seja, na condição de maior complexidade. O melhor desempenho da mão preferida é corroborado por estudos anteriores.<sup>06,08,09,11,13,14,15</sup> Uma possível explicação para a superioridade da mão preferida no TM é semelhante as explicações já mencionadas sobre a especialização hemisférica. Contudo, ao observar a característica da tarefa realizada é



possível especular outro mecanismo/estratégia associado ao melhor desempenho da mão preferida. Todor e Doane<sup>24</sup> e Sainburg et al.<sup>25</sup> associaram diferenças entre as mãos nas estratégias de utilização de informações para realizar o movimento. Segundo os autores a mão preferida possui maior facilidade para lidar com as informações de retorno durante a execução do movimento ou *feedback online*. A tarefa utilizada no presente estudo possui como característica marcante a utilização de *feedback online*, especificamente o *feedback online* visual para executar os deslocamentos e inserções dos pinos. Desta forma, ainda que ambas as mãos tiveram a mesma disponibilidade visual, a mão dominante, utiliza de forma mais eficiente o *feedback online* para executar os deslocamentos e inserções dos pinos, corroborando os achados de Roy, Kalbfleisch, Elliott.<sup>26</sup> Assim, essas características da tarefa possivelmente impactaram para encontrar diferenças no desempenho das mãos e na análise do IA.

## CONCLUSÃO

Em conclusão, o aumento da complexidade, aqui representada pelo aumento do ID, não aumentou a assimetria, entretanto, na condição de maior complexidade houve diferenças entre as mãos, indicando que de alguma forma o aumento da complexidade impacta nas diferenças entre as mãos. A análise fragmentada dos momentos (TR e TM) que compõe a resposta motora identificou distintos comportamentos das mãos. Sendo que, a mão preferida utilizou de forma mais eficiente o *feedback online*, aumentando a assimetria com o aumento da complexidade, porém, o mesmo não ocorreu para o TR.

Em suma, o aumento da complexidade impactou parcialmente na assimetria, seja pela resposta total ou pela análise fragmentada da resposta motora. A utilização de um acelerômetro permitiu identificar diferentes momentos do movimento, configurando um avanço na investigação das diferenças entre as mãos no Grooved Pegboard Test. Além disso, com a utilização do acelerômetro foi possível levantar questões que envolvem o controle motor e a especialização hemisférica quando observamos diferentes momentos da resposta motora. Estudos futuros podem ser desenvolvidos explorando outros componentes do movimento ou aspectos cinemáticos que compõem a ação motora.

## REFERÊNCIAS

1. Teixeira LA, Paroli E. Assimetrias laterais em ações motoras: preferência versus desempenho. *Motriz*, 2000 jan/jun; 06 (01): 01-08.
2. Teixeira LA. Controle Motor. 19ª ed. São Paulo: Manole; 2006.
3. Borod JC, Caron HS, Kolff E. Left-handers and right-handers compared on performance and preference measures of lateral dominance. *British Journal of Psychology*, 1984; 75: 177-186.
4. Provins KA, Milner AD, Kerr P. Asymmetry of manual preference and performance. *Perceptual and Motor Skills*, 1982; 54:179-194.
5. Woodworth RS. The Accuracy of voluntary movement. *Psychological Review*, 1899; 03: 1-114.

6. Fernandes LA, Apolinário-Souza T, Oliveira JRV, Oliveira SR, Lage GM. Aplicação da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua na melhoria do desempenho manual. *Rev. Port. Cien. Desp.*, 2017; 03: 13-24.
7. Todor JI, Kyprie PM, Price HL. Lateral asymmetries in arm, wrist and finger movements. *Cortex*, 1982; 18: 23-515.
8. Salvador M, Ugrinowitch H, Silva MAR, Miranda DM, Souza TA, Lage GM. Estimulação Transcraniana por corrente continua (ETCC) e assimetrias manual: o efeito da estimulação na destreza manual. *J. Phys. Educ.*, 2017; 28 (e2837).
9. Albuquerque M, Diniz L, SILVA M, Paula J, Neves M, Lage GM. Can Eye Fixation During the Grooved Pegboard Test Distinguish Between Planning and Online Correction?. *Perceptual and Motor Skills*, 2017; 124(2): 380–392.
10. Rodrigues PC, Vasconcelos O, Barreiros JM. Desenvolvimento da assimetria manual. *Rev. Port. Cien. Desp.*, 2010; 10 (1).
11. Bryden PJ, ROY EA, Rohr LE, Egilo S. Task demands affect manual asymmetries in pegboard performance. *Laterality*, 2007; 12 (4): 364 -377.
12. Vasconcelos O, Rodrigues P. Métodos de avaliação dos comportamentos de assimetria lateral: medidas de preferência e medidas de performance. In Catela D, Barreiros J, editores. *Des. Motor da Criança*. Lisboa: Edições FMH; 2002. p.105-114.
13. Vasconcelos O. Asymmetries of manual motor response in relation to age, sex, handedness, and occupational activities. *Perceptual and Motor Skills*, 1993; 77 (2): 691-700.
14. Vasconcelos MOF. Assessment of manual asymmetry: are proficiency and preference measure indicators of common underlying factor? In Serpa S, Alves J, Ferreira V, Paula Brito A, editors. *Proceeding of the 8<sup>th</sup> World Congress of Sport Psychology*. Sport Psychology. Lisboa: Edições FMH; 1993<sup>b</sup>. p. 504-507.
15. Fernandes LA, Apolinário-Souza T, Oliveira JRV, Ribeiro SRO, Lage GM. Aplicação da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua na melhoria do desempenho manual. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 2017; S3A: 13-24.
16. Carson RG, Chua R, Goodman D, Byblow WD, Elliott D. The preparation of aiming movements. *Brain and Cognition*, 28(2): Elsevier; 1996. p. 133-154.
17. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 1971; 9: 97-113.
18. Bryden P J, Roy EA. A new method of administering the grooved pegboard test: Performance as a function of handedness and sex. *Brain and Cognition*, 2005; 58(3): 258-268.
19. Heilman K,; Van Den Abell T. Right hemisphere dominance for mediating cerebral activation. *Neuropsychologia*, 17: Elsevier; 1979. p. 315-321.
20. Rosenbaum DA. Human movement initiation: specification of arm, direction, and extent. *J Exp Psychol Gen*. 1980;109(4):444-474. doi:10.1037/0096-3445.109.4.444. Marteniuk RG. Information processing in motor skill. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1976.

21. Leis-Torres N, Ugrinowitsch H, Albuquerque MR, Apolinário-Souza T, Lage GM. The level of mental workload related to the index of difficulty of the motor task and handedness. *Brazilian J Mot Behav Res.* 2017;11:1-10.
22. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ. *Principles of Neural Science.* 5th ed. New York: McGraw-Hill Professional; 2012.
23. Mieschke PE, Elliott D, Helsen WF, Carson RG, Coull JA. Manual asymmetries in the preparation and control of goal-directed movements. *Brain Cogn.* 001;45(1):129-140. doi:10.1006/brcg.2000.1262.
24. Todor JI, Doane T. Handedness and hemispheric asymmetry in the control of movements. *J Mot Behav.* 1978 Dec;10(4):295-300.
25. Sainburg RL. Convergent models of handedness and brain lateralization. *Frontiers in Psychology.* 2014;5:1092. doi:10.3389/fpsyg.2014.01092.
26. Roy EA, Kalbfleisch L.; Elliott D. Kinematic analysis of manual asymmetries in visual aiming movements. *Brain and Cognition*, 24: Elsevier; 1994, p. 289, 1994.

**Citação:** Fernandes et al. Análise da complexidade da tarefa na assimetria manual no Grooved Pegboard Test. *BJMB.* 2018; 12(1): 1-11.

**Editor:** Joao A. C. Barros, California State University Fullerton, Fullerton, CA, USA.

**Copyright:** © 2018 Fernandes et al. and BJMB. Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Internacional (Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License) que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor e a fonte originais sejam creditados.

**Financiamento:** Não houve financiamento para esse estudo.

**Conflito de interesse:** Os autores declararam não existir conflito de interesse.

**Download:** <http://socibracom.com/bjmb/index.php/bjmb/issue/view/12>

---

<sup>i</sup> Lei de Fitts foi formulada por Paul Fitts em 1954, prediz a relação entre velocidade e precisão através da equação matemática:  $T=a+b \log_2 (D/W+1)$ , para mais informações vide: Fitts PM. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 1954; 03: 262-269.