

Correlação entre as dimensões da impulsividade e o controle em uma tarefa motora de *timing*

Guilherme M. Lage¹, Leandro F. Malloy-Diniz², João V. A. P. Fialho³, Cristiano M. A. Gomes⁴, Maicon R. Albuquerque^{1,5} & Humberto Corrêa²

¹ Universidade FUMEC, Faculdade de Ciências Humanas, Sociais e da Saúde, Belo Horizonte, MG, SP, Brasil 30310-190

² Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina, Depto de Saúde Mental, Belo Horizonte, MG, Brasil 31270-901

³ University of Warwick, Department of Psychology, Coventry, UK CV47AL

⁴ Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Depto de Psicologia, Belo Horizonte, MG, Brasil 31270-901

⁵ Fundação Helena Antipoff, Instituto de Educação Superior Anísio Teixeira, Ibititê, MG, Brasil 32400-000

Correlation between impulsivity dimensions and the control in a motor timing task

Abstract: Little is known about the role of the attentional, motor and non-planning impulsivities in motor timing tasks. The aim of this study was to correlate the motor performance in a motor timing task with the performance in neuropsychological tests of twenty two volunteers. Before the execution of the motor task, participant wore a headphone and heard five times each temporal reference (2,500 and 3,500 msec) that consisted of two “bips”. After, the motor timing task was performed in five trials of each temporal reference. The task consisted in transporting tennis balls in a pre-defined sequence in each criterion time. It was evaluated: reaction time, movement time, constant error and absolute error. The neuropsychological tests IGT and CPT-II were applied to the evaluation of impulsivities. The findings indicated that attentional impulsivity was more related to the motor performance than the motor and non-planning impulsivities.

Key Words: Impulsivity, motor control, motor timing task.

Introdução

O estudo do comportamento motor em suas diferentes dimensões deve levar em consideração a influência de fatores psicológicos tais como os estados emocionais (Coombes, Duley, & Janelle, 2005), representações mentais (Munzert, Lorey, & Zentgraf, 2009) e processos cognitivos (Wenderoth & Weigelt, 2009). O desempenho motor, longe de envolver só a ativação de respostas motoras, envolve, entre outras variáveis, as formas como o indivíduo representa mentalmente tal atividade, a relação do indivíduo com o contexto em que a atividade ocorre e a ação conjunta de processos mentais como a atenção, memória, tomada de decisões e controle sobre respostas prepotentes (respostas automáticas, preponderantes).

Recentemente, os avanços nas diferentes ciências cognitivas e comportamentais têm

impulsionado o interesse pelo estudo das relações complexas entre variáveis como motricidade e cognição (Diamond, 2000). De acordo com Diamond (2007), evidências da existência de uma relativa sobreposição entre os circuitos neurais que subsidiam funções cognitivas e motoras têm destacado a interdependência no desenvolvimento da motricidade e da cognição.

De particular interesse, tem sido o estudo da relação entre funções cognitivas, denominadas funções executivas e o comportamento motor, tendo em vista que ambas estão relacionadas à atividade dopaminérgica de circuitos fronto-estriatais (Bradshaw, 2001). As funções executivas consistem em um conjunto de habilidades cognitivas que de forma integrada permitem ao indivíduo direcionarem comportamentos a metas, avaliar a eficácia e adequação destes comportamentos, abandonarem estratégias menos

eficazes em prol de outras mais eficientes e desse modo, resolver problemas em curto, médio e longo prazo (Malloy-Diniz, Sedo, Fuentes, & Leite, 2008).

Embora as funções executivas envolvam diferentes domínios cognitivos, um dos mais importantes para adaptação humana consiste no controle sobre o comportamento evitando respostas impulsivas. A impulsividade é um padrão comportamental caracterizado por várias manifestações como a produção de respostas rápidas sem uma reflexão adequada e erros devido ao baixo foco atencional e perceptivo na tarefa em questão (Mobini, Pearce, Grant, Mills, & Yeomans, 2006; Moeller, Barratt, Dougherty, Schmitz, & Swann, 2001). Resultados de estudos mostram que o nível de impulsividade do sujeito pode interferir no controle motor (Bachorowski & Newman, 1985, 1990; Barratt, 1967, 1981; Lemke et al., 2005). De forma geral, esses resultados mostram que pessoas mais impulsivas são mais rápidas em suas respostas, porém menos precisas que as menos impulsivas (Lage, Malloy-Diniz, Neves, Moraes, & Corrêa, no prelo).

Pesquisadores como Barkley (1997, 2001), Enticott, Ogloff e Bradshaw (2006) e Logan, Schachar e Tannock (1997) consideram que o déficit na inibição de respostas prepotentes é o principal mecanismo subjacente ao fenótipo impulsivo. No entanto, existem visões teóricas divergentes que entendem a impulsividade como um fenótipo composto por domínios independentes. Um dos modelos multidimensionais de impulsividade descrito na literatura é o modelo de tríplice impulsividade proposto por Barratt e colegas (Patton, Stanford, & Barratt, 1995). Nesse modelo o construto impulsividade é dividido em dimensões relativamente independentes. A primeira dimensão, definida como motora está relacionada a déficits na inibição de respostas prepotentes. A impulsividade motora é observada em situações em que um sujeito habituado a emitir uma rápida resposta a um determinado estímulo, não consegue suprimi-la quando o contexto é ligeiramente alterado, afetando assim sua capacidade adaptativa e gerando um erro na resposta. A impulsividade atencional, relacionada à incapacidade de resistir a estímulos distratores irrelevantes, é bem observada em situações nas quais a atenção sustentada e memória de trabalho são muito requeridas. Como exemplo, esse tipo de impulsividade é bem caracterizada em situações nas quais o sujeito executa uma tarefa que requer atenção, mas é constantemente acometido por pensamentos intrusivos que levam a queda ou falha no desempenho. E por fim, a impulsividade por falta

de planejamento se refere à baixa capacidade de análise das consequências de uma ação em escala temporal, priorizando de forma irrefletida os ganhos de curto prazo em detrimento de possíveis danos futuros. Esse tipo de comportamento é refletido, por exemplo, em situações nas quais o sujeito assume riscos futuros desproporcionais aos possíveis ganhos imediatos.

Apesar dos achados de estudos indicarem uma associação entre impulsividade e controle motor, esses estudos têm investigado a impulsividade como um construto único, relacionado somente ao déficit de inibição de respostas prepotentes. Pouco se sabe sobre o papel dos componentes da impulsividade (atencional, motora e por não planejamento) no desempenho motor. Lage *et al.* (no prelo) observaram que em uma tarefa discreta de apontamento manual, sujeitos mais impulsivos na dimensão motora apresentaram maior pico de velocidade durante o deslocamento da mão, foram mais imprecisos e apresentaram maior dificuldade na inibição de respostas prepotentes quando comparados com os menos impulsivos. Por outro lado, sujeitos menos impulsivos na dimensão por falta de planejamento foram menos precisos, quando comparados com os mais impulsivos, em uma condição de execução na qual o índice de dificuldade era alto. Esses resultados mostraram que em uma tarefa rápida de apontamento manual, a relação entre impulsividade e controle motor depende da interação entre o tipo de impulsividade analisada e o tipo de condição de execução requerida.

É possível que nas tarefas motoras que requerem a execução de uma sequência de movimentos em um alvo temporal específico, aqui definidas como tarefas de *timing* motor, a impulsividade atencional interfira mais na qualidade do controle motor do que as dimensões motora e por falta de planejamento. Modelos heurísticos que assumem a existência de um relógio interno (Gibbon, Church, & Meck, 1984) propõem de forma geral, um sistema de marca-passo (oscilador) que gera pulsos para um acumulador (contador) processando assim, informação temporal. Dentre os aspectos cognitivos de maior influência no número de pulsos no acumulador, estão os processos atencionais, que funcionam como uma chave entre o marca-passo e o acumulador (Wittmann & Paulus, 2008). Além disso, a divisão da atenção para aspectos temporais e espaciais durante o movimento corrente reduz a qualidade da discriminação temporal (Rammsayer & Ulrich, 2005). Dessa forma, é possível que a dimensão atencional da impulsividade possa apresentar maior impacto na qualidade ou forma de

organização das habilidades motoras com forte componente de *timing* do que as demais dimensões.

Assim, o principal objetivo do presente estudo foi investigar a correlação entre o controle motor em uma tarefa sequencial de *timing* e três tipos de impulsividade: motora, atencional e por não planejamento. Trata-se de um estudo exploratório, tendo em vista a não observância de estudos que tenham investigado especificamente essa relação. A tarefa motora foi realizada em duas diferentes condições: (1) condição lenta e (2) condição rápida. Nossa hipótese principal é de que o controle motor nesse tipo de tarefa está relacionado diferentemente aos três tipos de impulsividade, tendo a impulsividade atencional um maior impacto na qualidade e organização do controle motor. Uma hipótese complementar é a de que será observada uma relação mais pronunciada da impulsividade sobre o controle motor na condição de execução lenta, tendo em vista que nessa condição os requerimentos de atenção sustentada e memória de trabalho são maiores (Rubia, Noorloos, Smith, Gunning, & Sergeant, 2003). Para investigar o tema, realizamos um estudo correlacional em que os resultados de uma tarefa motora foram comparados ao de testes neuropsicológicos que avaliam as diferentes dimensões da impulsividade em uma amostra de estudantes de graduação.

Método

Participantes

Vinte e dois estudantes universitários (13 mulheres e 9 homens), destros, sem experiência prévia na tarefa, com idade média de $22,5 \pm 4,2$ anos participaram desse estudo como voluntários. Todos os participantes assinaram termo de consentimento livre e esclarecido após esclarecimentos sobre o estudo, o qual foi aprovado por um comitê de ética local.

Instrumentos e tarefa

A avaliação da impulsividade por meio de testes neuropsicológicos foi realizada conforme proposto por Malloy-Diniz, Fuentes, Leite, Corrêa e Bechara (2007). Foram utilizados o (1) *Continuous Performance Test* (CPT-II) para avaliação da impulsividade motora e atencional e o (2) *Iowa Gambling Task* (IGT) para avaliação da impulsividade por não planejamento.

O CPT-II (Conners, Epstein, Angold, & Klaric, 2003) provê medidas de atenção seletiva e controle inibitório. Durante a execução do teste, o sujeito é exposto durante 14 minutos a uma série de 360

letras apresentadas rapidamente na tela de um monitor de computador, uma de cada vez, em intervalos aleatórios e nos quais o sujeito deve pressionar a barra de espaço do teclado do computador cada vez que aparece uma letra. No entanto, essa regra só valerá se a letra não for X. Caso apareça a letra X o sujeito deverá inibir a resposta de apertar a barra de espaço do computador. Este teste fornece medidas sobre erros de ação (o sujeito pressiona a barra mediante a letra x), omissão (o sujeito não pressiona a barra quando vê uma determinada letra) e tempo de reação (para mais detalhes, veja em Conners *et al.*, 2003). A medida de número de erros por ação tem sido utilizada como avaliadora da impulsividade motora e a medida de número de erros por omissão como avaliadora da impulsividade atencional (Lage, Gallo, *et al.*, 2011; Lage, Malloy-Diniz, *et al.*, 2011; Lage, *et al.*, no prelo; Malloy-Diniz, *et al.*, 2007).

A versão brasileira computadorizada do IGT (Malloy-Diniz *et al.*, 2008) foi utilizada para a avaliação da medida de impulsividade por falta de planejamento. O IGT avalia o processo de tomadas de decisões, simulando situações da vida real. Os sujeitos se deparam com um computador onde estão quatro baralhos de cartas. Recebem inicialmente um “empréstimo” de 2 mil reais para que comecem a jogar. O sujeito deverá escolher cartas tirando-as uma a uma, de forma a ganhar o máximo de dinheiro. Tirar uma carta dá direito a um ganho imediato. No entanto, de maneira imprevisível, algumas cartas implicarão em perdas que irão variar em magnitude. Os baralhos A e B trazem ganhos grandes e imediatos, mas as cartas com “multas” são mais frequentes ou mais vultosas. Escolher mais vezes os baralhos A e B conduz a uma perda global. Já as cartas dos montes C e D levam a ganhos pequenos em curto prazo, mas perdas menos frequentes e de menor quantidade. Escolher mais vezes os baralhos C e D conduz a um ganho global. Os sujeitos não são informados dessa regra, devendo percebê-la na medida em que jogam. O jogo termina quando o sujeito escolhe a 100ª carta. O desempenho do sujeito nas 100 escolhas é dividido em cinco blocos de 20 escolhas. Para cada bloco é calculada a fórmula [(escolhas no monte C + escolhas no monte D) - (Escolhas no monte A + Escolhas no monte B)]. Ao final, o escore global é calculado somando-se o resultado da fórmula nos cinco blocos de escolhas. O escore final do IGT foi utilizado neste estudo para medir a impulsividade por falta de planejamento (Lage, Gallo, *et al.*, 2011; Lage, Malloy-Diniz, *et al.*, 2011; Lage, *et al.*, no prelo; Malloy-Diniz, *et al.*, 2007).

A tarefa motora consistiu em transportar três bolas de tênis com a mão direita em uma sequência alvo entre seis recipientes (12,5 cm de diâmetro), distantes 25 cm de centro a centro, numerados em uma caixa de madeira (comprimento: 1 m.; largura: 0,66 m.; Altura: 0,10 m.) disposta sobre uma mesa. Os participantes tiveram duas metas temporais de execução, sendo executado um bloco de 5 tentativas de uma condição rápida a 2.500 ms. e um bloco de 5 tentativas de uma condição lenta a 3.500 ms. Essas metas temporais foram definidas através de estudos anteriores que utilizaram tarefa similar (Gonçalves, Lage, Silva, Ugrinowitsch, & Benda, 2007; Silva, Lage, Gonçalves, Ugrinowitsch, & Benda, 2006). Antes do bloco de tentativas, o participante ouviu cinco vezes através de um fone de ouvido, o intervalo temporal alvo a ser reproduzido (dois “bips”). Após a modelagem auditiva, o participante tentava reproduzir esse intervalo de tempo transportando as bolas de tênis entre os recipientes.

Um dispositivo eletrônico inserido na caixa de madeira, um microcomputador e um software desenvolvido especialmente para controle da tarefa foram utilizados para (1) controlar o acendimento de um diodo emissor de luz (Led) que fornecia o estímulo para início do movimento e (2) controlar os sensores fotoelétricos inseridos nos recipientes utilizados para medir o tempo de reação e o tempo de movimento. A sequência de transporte das bolas foi do recipiente: 6 para 3; 5 para 2; 4 para 1 (Figura 1).

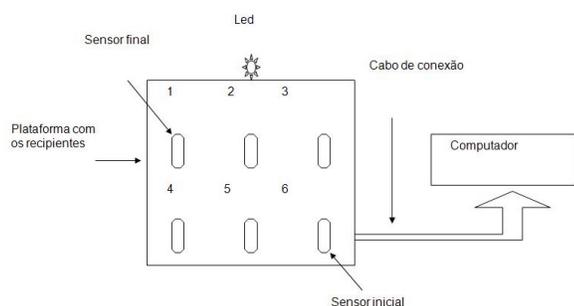


Figura 1: Representação esquemática do instrumento utilizado no estudo.

Procedimentos

Todos os participantes receberam instruções padronizadas sobre os testes neuropsicológicos e tarefa motora. A coleta de dados foi realizada individualmente em uma sala e a ordem de realização dos testes neuropsicológicos e tarefa motora foi contrabalançada entre os participantes.

No momento da execução da tarefa motora era fornecida a instrução “prepara” ao participante, que se encontrava em pé de frente para o aparato, para que o mesmo segurasse a primeira bola a ser transportada. Em um intervalo que variou aleatoriamente entre 3 e 5 segundos, o diodo emissor de luz era ativado, fornecendo o estímulo para o início da tarefa. Sensores fotoelétricos embutidos dentro do recipiente inicial e final registraram as medidas de desempenho, tempo de reação e tempo de movimento. Os dados foram registrados em um microcomputador ao final de cada tentativa. Cada participante executou dois blocos de 5 tentativas, sendo um bloco com a meta temporal de 2.500 ms. e outro bloco com a meta temporal de 3.500 ms. A ordem de execução dos blocos foi contrabalançada entre os participantes. Após cada tentativa não foi fornecido conhecimento de resultados (CR) em relação ao desempenho. O intervalo entre tentativas foi de 7 segundos.

Medidas e análises

As medidas de desempenho motor utilizadas foram o tempo de reação simples, o tempo de movimento, o erro constante e o erro absoluto. A medida de tempo de reação simples se refere ao intervalo de tempo entre o surgimento do estímulo (acendimento do diodo) e o início do movimento (desativação do primeiro sensor fotoelétrico). O tempo de reação nessa tarefa foi caracterizado como simples por haver somente um estímulo para uma única resposta (Schmidt & Lee, 1999).

A medida de tempo de movimento se refere ao intervalo de tempo entre o início do movimento, retirada da primeira bola do primeiro recipiente, e o fim do movimento, liberação da última bola no último recipiente.

A medida de erro constante refere-se ao desvio das execuções em relação à meta temporal e é freqüentemente interpretado como um viés da programação motora caracterizado por uma tendência no controle motor de errar para mais ou para menos (Schmidt & Lee, 1999). O erro constante é calculado através da fórmula abaixo, que representa a somatória da diferença entre o desempenho de cada tentativa (x_i) e a meta (A), dividido pelo número de tentativas.

$$\text{Erro constante} = \frac{\sum (x_i - A)}{n}$$

O erro absoluto foi interpretado como a dimensão dos erros cometidos durante uma série de

tentativas e representa uma medida do quão bem sucedido foi o sujeito no alcance da meta. O erro absoluto foi calculado pela seguinte fórmula, em que a diferença para o erro constante é que os valores são apresentados em módulo:

$$\text{Erro absoluto} = \frac{\sum |x_i - A|}{n}$$

Nos testes neuropsicológicos, os dados consistiram dos escores obtidos por cada participante. Altos escores obtidos no CPT-II indicam maiores níveis de impulsividade atencional e motora, enquanto escores mais altos no IGT indicam menor impulsividade por não planejamento. Em relação à tarefa motora, a média de cada bloco de tentativas (2.500 ms e 3.500 ms.) foi calculada para cada participante em cada uma das medidas utilizadas.

Devido ao pequeno tamanho da amostra, nós adotamos a abordagem estatística de reamostragem, mais especificamente a correlação com permutação de dados aleatórios. A maior vantagem de um método computacional intensivo, como a reamostragem, é a possibilidade de gerar inferências sobre parâmetros de uma população através de uma estrita amostra que o pesquisador tem em mãos, ao invés de fazer suposições irreais sobre a população (Stergiou, 2004). Essa técnica consiste em retirar de uma pequena amostra, outras amostras numerosas com reposição para que se chegue às distribuições amostrais de interesse (para maiores detalhes, Edginton & Onghena, 2007, pág. 178).

Foram correlacionadas as medidas de desempenho motor com as medidas neuropsicológicas. Foram realizadas 1000 reamostragens dos dados originais sendo que o nível de significância adotado foi de $p \leq 0,05$. Esse valor adotado de reamostragens foi baseado na literatura (Lage, Gallo, et al., 2011; Stergiou, 2004). O software utilizado foi o BioEstat versão 5.0.

Resultados

A análise descritiva das medidas de desempenho motor mostrou na tarefa lenta os seguintes resultados: média e desvio padrão do tempo de reação igual a 545 ± 199 milissegundos; média e desvio padrão do erro constante igual a 643 ± 973 milissegundos; média do erro absoluto igual a 950 ± 671 milissegundos. Na análise da tarefa rápida foi encontrado: média e desvio padrão do tempo de reação igual a 390 ± 94 milissegundos; média e

desvio padrão do erro constante igual a 575 ± 787 milissegundos; média e desvio padrão do erro absoluto igual a 701 ± 680 milissegundos.

A média e desvio padrão para a medida de erros de omissão do CPT-II (avaliadora da impulsividade atencional) foi igual a $2,3 \pm 3,8$ erros. Para a medida de erros de ação do CPT-II (avaliadora da impulsividade motora) foi encontrado média e desvio padrão igual a $12 \pm 8,1$ erros. E por fim, na análise da medida de escore total do IGT (avaliadora da impulsividade por falta de planejamento) foi encontrado média e desvio padrão igual a $13,4 \pm 24,6$ pontos.

Os dados apresentados em relação ao coeficiente de correlação (r_{orig}) correspondem aos dados originais e em relação ao valor de significância (p_{obt}) correspondem ao valor obtido após a reamostragem.

A análise da tarefa motora realizada na condição lenta (3.500 ms) mostrou uma correlação significativa entre a medida de impulsividade atencional medida através do CPT-II e o tempo de reação ($r_{orig} = 0,381$, $p_{obt} = 0,05$). Também foi encontrada uma correlação significativa entre a medida de impulsividade atencional e o erro constante ($r_{orig} = 0,351$, $p_{obt} = 0,05$). As demais correlações não foram significantes (Tabela 1).

Tabela 1: Correlações entre as medidas neuropsicológicas e medidas de desempenho motor na condição lenta (3.500 ms).

Medidas neuropsicológicas	Medidas de desempenho motor			
	Tempo de reação	Tempo de Movimento	Erro constante	Erro absoluto
Impulsividade atencional	$r_{orig} = 0,381$ $p_{obt} = 0,05^*$	$r_{orig} = 0,294$ $p_{obt} = 0,08$	$r_{orig} = 0,351$ $p_{obt} = 0,05^*$	$r_{orig} = 0,227$ $p_{obt} = 0,16$
Impulsividade motora	$r_{orig} = 0,381$ $p_{obt} = 0,07$	$r_{orig} = -0,198$ $p_{obt} = 0,19$	$r_{orig} = 0,149$ $p_{obt} = 0,27$	$r_{orig} = 0,132$ $p_{obt} = 0,27$
Impulsividade por não planejamento	$r_{orig} = -0,138$ $p_{obt} = 0,27$	$r_{orig} = 0,120$ $p_{obt} = 0,29$	$r_{orig} = -0,014$ $p_{obt} = 0,45$	$r_{orig} = -0,09$ $p_{obt} = 0,35$

* Valor de significância igual ou menor que 0,05.

A análise da tarefa motora realizada na condição rápida (2.500 ms.) não mostrou correlação significativa entre as medidas neuropsicológicas e de desempenho motor (Tabela 2).

Tabela 2: Correlações entre as medidas neuropsicológicas e medidas de desempenho motor na condição lenta (3.500 ms).

Medidas neuropsicológicas	Medidas de desempenho motor			
	Tempo de reação	Tempo de Movimento	Erro constante	Erro absoluto
Impulsividade atencional	$r_{orig} = -0,103$ $\rho_{obt} = 0,33$	$r_{orig} = 0,129$ $\rho_{obt} = 0,29$	$r_{orig} = -0,011$ $\rho_{obt} = 0,49$	$r_{orig} = -0,127$ $\rho_{obt} = 0,34$
Impulsividade motora	$r_{orig} = -0,232$ $\rho_{obt} = 0,15$	$r_{orig} = 0,299$ $\rho_{obt} = 0,07$	$r_{orig} = -0,173$ $\rho_{obt} = 0,214$	$r_{orig} = -0,296$ $\rho_{obt} = 0,06$
Impulsividade por não planejamento	$r_{orig} = -0,269$ $\rho_{obt} = 0,29$	$r_{orig} = 0,262$ $\rho_{obt} = 0,11$	$r_{orig} = -0,284$ $\rho_{obt} = 0,10$	$r_{orig} = 0,251$ $\rho_{obt} = 0,13$

* Valor de significância igual ou menor que 0,05.

Discussão

O objetivo do presente estudo foi investigar a relação entre o controle motor em uma tarefa de *timing* e diferentes aspectos da impulsividade. Apesar de as correlações apresentarem valores de correlação fraca (Dancey & Reidy, 2006), de forma geral, os resultados encontrados corroboram as hipóteses de que (1) a impulsividade atencional está mais relacionada à qualidade e a organização do controle motor quando a tarefa em questão apresenta uma alta demanda de organização temporal e que (2) a relação entre impulsividade e controle motor é mais pronunciada na condição de execução lenta.

A condição de execução lenta, em comparação à condição de execução rápida, parece demandar maior envolvimento de processos cognitivos relacionados às funções executivas, principalmente no tocante ao controle do foco da atenção. A impulsividade atencional mostrou-se relacionada ao tempo de reação e erro constante na tarefa lenta. Mesmo considerando as limitações de caráter descritivo do estudo, o que nos impossibilita uma inferência direta sobre causa e efeito, é possível deduzir que a impulsividade por desatenção tenha algum impacto sobre o planejamento de *timing* refletindo em maior tempo de reação e na qualidade temporal da resposta emitida, o que foi observado no desvio das execuções em relação à meta temporal. Expósito e Andrés-Pueyo (1997) observaram que sujeitos mais impulsivos apresentaram maior latência de respostas em uma tarefa de tempo de reação de escolha quando comparados a sujeitos menos impulsivos. Apesar da tarefa aplicada em nosso estudo apresentar natureza distinta da tarefa aplicada por Expósito e Andrés-Pueyo (1997) no que tange número de estímulos e respostas e a não obrigatoriedade de responder “o mais rápido possível”, os nossos achados reforçam a noção de que a impulsividade

tem influência sobre o tempo de preparação do movimento.

A proposição de que na condição de execução lenta o tempo de reação e o desvio da meta temporal são influenciados pela impulsividade atencional se apóia na noção de que o planejamento temporal ocorre na preparação do movimento (Barratt & Patton, 1983; Weiss, Jeannerod, Paulignan, & Freund, 2000) e que sujeitos mais impulsivos tendem a apresentar um déficit na percepção temporal (Berlin, Rolls, & Kischka, 2004; Smith, Taylor, Rogers, Newman, & Rubia, 2002). Um resultado que fortalece a noção de que a impulsividade por desatenção está mais relacionada ao planejamento de *timing* do que o monitoramento temporal durante a execução do movimento foi a falta de correlação significativa entre tempo de movimento e os escores de impulsividade atencional. Dentre os fatores cognitivos que apresentam potencial para gerar alterações na qualidade do planejamento de *timing* ressalta-se a o nível de prontidão (Wittmann & Paulus, 2008). Nesse sentido, mecanismos atencionais podem gerar prejuízos tanto na codificação de um determinado intervalo, quanto na manutenção de sua representação na memória de trabalho. Wittmann e Paulus (2008) observaram que em intervalos que variaram até 2 segundos, o controle de *timing* não foi mediado por processos atencionais e de memória de trabalho. Nesse sentido, é possível que na condição de execução rápida (2,5 segundos) o controle seja realizado de forma mais automática e seja mediado por outros processos cognitivos.

Em suma, é possível inferir que o aumento da impulsividade atencional, geralmente relacionado a prejuízos na inibição de distratores potenciais, pode levar (1) a um aumento da latência para o início da resposta, (2) a uma menor qualidade no processamento temporal durante esse período de latência, (3) tendo como consequência, um maior desvio na precisão temporal, principalmente em condições de execução que demandam intervalos temporais mais extensos.

É importante ressaltar as limitações do presente estudo devido ao tamanho relativamente pequeno da amostra, o que limita a generalização dos resultados e não permite a comparação entre os grupos de acordo com diferentes níveis de impulsividade. Outra possível limitação foi o nível baixo, apesar de significativo, das correlações encontradas, fator esse que sugere cautela em nossas conclusões. Outro aspecto a ser destacado é a natureza da tarefa motora investigada, sugerem-se novos estudos que avaliem tarefas motoras de *timing* que apresentem referência visual para o

controle motor, assim como tarefas que enfatizem a velocidade e a precisão espacial, tendo em vista que a relação impulsividade e controle motor parece ser específica às características da tarefa. Dessa forma, poderemos avançar nossos conhecimentos a fim de elucidar quais mecanismos e processos estão na base da relação entre as diferentes dimensões da impulsividade e o comportamento motor.

Referências

- Bachorowski, J.-A., & Newman, J. P. (1985). Impulsivity in adults: motor inhibition and time-interval estimation. *Personality and Individual Differences*, 6(1), 133-136.
- Bachorowski, J.-A., & Newman, J. P. (1990). Impulsive Motor Behavior: Effects of Personality and Goal Salience. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58(3), 512-518.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral Inhibition, Sustained Attention, and Executive Functions: Constructing a Unifying Theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65-94.
- Barkley, R. A. (2001). The Executive Functions and Self-Regulation: An Evolutionary Neuropsychological Perspective. *Neuropsychology Review*, 11(1), 1-29.
- Barratt, E. S. (1967). Perceptual-motor performance related to impulsiveness and anxiety. *Perceptual and Motor Skills*, 25(2), 485-492.
- Barratt, E. S. (1981). Time perception, cortical evoked potentials and impulsiveness among three groups of adolescents. In J. K. Hays, T. K. Roberts & K. S. Solway (Eds.), *Violence and the violent individual* (pp. 87-95). New York: Spectrum Publications.
- Barratt, E. S., & Patton, J. H. (1983). Cognitive, behavioral and psychophysiological correlates. In M. Zuckerman (Ed.), *Biological bases of impulsiveness and sensation seeking* (pp. 77-122). Hillsdale: Erlbaum.
- Berlin, H. A., Rolls, E. T., & Kischka, U. (2004). Impulsivity, time perception, emotion and reinforcement sensitivity in patients with orbitofrontal cortex lesions. *Brain*, 127(5), 1108-1126.
- Bradshaw, J. L. (2001). *Developmental disorders of the frontostriatal system: Neuropsychological, neuropsychiatric, and evolutionary perspectives (Brain damage, behaviour, and cognition series)*. Hove: Psychology Press Ltd.
- Conners, C. K., Epstein, J. N., Angold, A., & Klaric, J. (2003). Continuous Performance Test performance in a normative epidemiological sample. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 31(5), 555-562.
- Coombes, S. A., Duley, A. R., & Janelle, C. M. (2005). Emotion and motor control: movement attributes following affective picture processing. *Journal of Motor Behavior*, 37(6), 425-436.
- Dancey, C. P., & Reidy, J. (2006). *Estatística sem matemática para psicologia: usando SPSS para Windows* (3ª ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child Development*, 71(1), 44-56.
- Diamond, A. (2007). Interrelated and interdependent. *Developmental Science*, 10(1), 152-158.
- Edgington, E. S., & Onghena, P. (2007). *Randomization tests* (4ª ed.). Raton: Chapman & Hall/CRC.
- Enticott, P. G., Oglhoff, J. R. P., & Bradshaw, J. L. (2006). Associations between laboratory measures of executive inhibitory control and self-reported impulsivity. *Personality and Individual Differences*, 41(2), 285-294.
- Expósito, J., & Andrés-Pueyo, A. (1997). The effects of impulsivity on the perceptual and decision stages in a choice reaction time task. *Personality and Individual Differences*, 22(5), 693-697.
- Gibbon, J., Church, R. M., & Meck, W. H. (1984). Scalar timing in memory. In J. Gibbon & L. G. Allan (Eds.), *Timing and time perception* (pp. 52-77). New York: The New York Academy of Sciences.
- Gonçalves, W. R., Lage, G. M., Silva, A. B. d., Ugrinowitsch, H., & Benda, R. N. (2007). O efeito da interferência contextual em idosos. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 7(2), 217-224.
- Lage, G. M., Gallo, L. G., Cassiano, G. J. M., Lobo, I. L. B., Vieira, M. V., Salgado, J. V., et al. (2011). Correlations between Impulsivity and Technical Performance in Handball Female Athletes. *Psychology*, 2(7), 721-726.
- Lage, G. M., Malloy-Diniz, L. F., Matos, L. O., Bastos, M. A. R., Abrantes, S. S. C., & Corrêa, H. (2011). Impulsivity and the 5-HTTLPR polymorphism in a non-clinical sample. *Plos One*, 6(2), e16927.
- Lage, G. M., Malloy-Diniz, L. F., Neves, F. S., Moraes, P. H. P. d., & Corrêa, H. (no prelo). A kinematic analysis of the association between impulsivity and manual aiming control. *Human Movement Science*.
- Lemke, M. R., Fischer, C. J., Wendorff, T., Fritzer, G., Rupp, Z., & Tetzlaff, S. (2005). Modulation

- of involuntary and voluntary behavior following emotional stimuli in healthy subjects. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 29(1), 69-76.
- Logan, G. D., Schachar, R. J., & Tannock, R. (1997). Impulsivity and Inhibitory Control. *Psychological Science*, 8(1), 60-64.
- Malloy-Diniz, L. F., Fuentes, D., Leite, W. B., Corrêa, H., & Bechara, A. (2007). Impulsive behavior in adults with attention deficit/hyperactivity disorder: Characterization of attentional, motor and cognitive impulsiveness. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13(4), 693-698.
- Malloy-Diniz, L. F., Mattos, P., Moraes, P. H. P. d., Corrêa, H., Bechara, A., & Fuentes, D. (2008). Brazilian Portuguese version of the Iowa Gambling Task: transcultural adaptation and discriminant validity. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 30(2), 144-148.
- Malloy-Diniz, L. F., Sedo, M., Fuentes, D., & Leite, W. B. (2008). Neuropsicologia das funções executivas. In D. Fuentes, L. F. Malloy-Diniz, C. H. P. Camargo & R. M. Cosenza (Eds.), *Neuropsicologia: teoria e prática*. Porto Alegre: Artmed.
- Mobini, S., Pearce, M., Grant, A., Mills, J., & Yeomans, M. R. (2006). The relationship between cognitive distortions, impulsivity, and sensation seeking in a non-clinical population sample. *Personality and Individual Differences*, 40(6), 1153-1163.
- Moeller, F. G., Barratt, E. S., Dougherty, D. M., Schmitz, J. M., & Swann, A. C. (2001). Psychiatric Aspects of Impulsivity. *The American Journal of Psychiatry*, 158(11), 1783-1793.
- Munzert, J., Lorey, B., & Zentgraf, K. (2009). Cognitive motor processes: The role of motor imagery in the study of motor representations. *Brain Research Reviews*, 60(2), 306-326.
- Patton, J. H., Stanford, M. S., & Barratt, E. S. (1995). Factor structure of the Barratt Impulsiveness Scale. *Journal of Clinical Psychology*, 51(6), 768-774.
- Rammsayer, T., & Ulrich, R. (2005). No evidence for qualitative differences in the processing of short and long temporal intervals. *Acta Psychologica*, 120(2), 141-171.
- Rubia, K., Noorloos, J., Smith, A., Gunning, B., & Sergeant, J. (2003). Motor Timing Deficits in Community and Clinical Boys with Hyperactive Behavior: The Effect of Methylphenidate on Motor Timing. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 31(3), 301-313.
- Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (1999). *Motor control and learning: a behavioral emphasis* (3rd ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Silva, A. B., Lage, G. M., Gonçalves, W. R., Ugrinowitsch, H., & Benda, R. N. (2006). O efeito da interferência contextual: manipulação de programas motores e parâmetros em tarefas seriadas de posicionamento. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 20(3), 185-194.
- Smith, A., Taylor, E., Rogers, J. W., Newman, S., & Rubia, K. (2002). Evidence for a pure time perception deficit in children with ADHD. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 43(4), 529-542.
- Stergiou, N. (2004). *Innovative analyses of human movement*. Champaign: Human Kinetics.
- Weiss, P. H., Jeannerod, M., Paulignan, Y., & Freund, H. J. (2000). Is the organisation of goal-directed action modality specific? A common temporal structure. *Neuropsychologia*, 38(8), 1136-1147.
- Wenderoth, N., & Weigelt, M. (2009). Visual cues influence motor coordination: behavioral results and potential neural mechanisms mediating perception-action coupling and response selection. *Progress in Brain Research*, 174, 179-188.
- Wittmann, M., & Paulus, M. P. (2008). Decision making, impulsivity and time perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(1), 7-12.

Endereço para correspondência:

A/C Prof. Guilherme Menezes Lage
Universidade FUMEC_ Faculdade de Ciências Humanas,
Sociais e da Saúde
Rua Cobre, 200
Bairro Cruzeiro
CEP: 30.310-190
Belo Horizonte / MG
Email: menezeslage@gmail.com

Submetido: 10/11/2010

Revisado: 12/03/2011

Aceito: 04/06/2011