

Influência do nível de atividade física sobre o desempenho cognitivo no teste de Stroop

Influence of the physical activity level on cognitive performance in the Stroop test

João Francisco Barbieri¹; Luz Albany Arcila Castaño²; Ricardo Aurélio Carvalho Sampaio³; Priscila Yukari Sewo Sampaio⁴; Marco Carlos Uchida²

1 Departamento de Educação Física - Centro Universitário Max Planck - UniMax. Indaiatuba, SP - Brasil.

2 Departamento de Atividade Física Adaptada - Faculdade de Educação Física - Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Campinas, SP - Brasil.

3 Departamento de Educação Física - Centro Universitário Ages - UniAges. Paripiranga, BA - Brasil.

4 Departamento de Terapia ocupacional - Universidade Federal de Sergipe - UFS. Lagarto, SE - Brasil.

Endereço para correspondência:

João Francisco Barbieri
Faculdade de Educação Física, Universidade
Estadual de Campinas - São Paulo - UNICAMP
Av. Érico Veríssimo, 701
13083-851 - Campinas - SP [Brasil]
joao.francisco.barbieri@gmail.com

Resumo

Introdução: O teste de Stroop é comumente utilizado para avaliar a flexibilidade cognitiva e função executiva. O teste mostrou correlacionar-se com variáveis como idade, nível educacional e atividade física, porém, pouco se sabe sobre as variáveis relacionadas ao desempenho no teste em populações previamente ativas. **Objetivo:** Avaliar o desempenho no teste de Stroop em população fisicamente ativa. **Métodos:** 89 estudantes foram recrutados, os mesmos tiveram seus níveis de atividade física avaliados por questionário e composição corporal avaliada por bioimpedância. **Resultado:** Observamos que as variáveis relacionadas à prática de atividade física não apresentaram correlação com o teste de Stroop. Foi identificada correlação do teste com as variáveis peso corporal e índice de massa corporal (IMC), sendo que maiores valores de peso e IMC resultaram em melhor desempenho no teste. **Conclusão:** Para indivíduos fisicamente ativos, outros fatores parecem ser preponderantes à atividade física com relação ao desempenho no teste de Stroop.

Descritores: Exercício Físico; Teste de Stroop; Função Executiva.

Abstract

Introduction: The Stroop test is commonly used to assess cognitive flexibility and executive function. The test was correlated with variables such as age, educational level and physical activity, but little is known about variables related to performance in this test in previously active populations. **Objective:** To evaluate Stroop performance in a physically active population. **Methods:** 89 recruited students had their physical activity levels assessed by questionnaire and body composition evaluated by bioimpedance. **Result:** We observed that variables related to the physical activity level did not present correlation with the Stroop test. Was identified correlation of the test with the variables body weight and body mass index (BMI), being that higher values of weight and BMI resulted in better Stroop performance. **Conclusion:** For physical active individuals, other factors may be preponderant to physical activity in relation to Stroop performance.

Keywords: Exercise; Stroop test; Executive Function.

Introdução

O sedentarismo é tido como uma das principais causas de mortalidade a nível mundial, pois está associado ao surgimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como doenças cardiovasculares, câncer e diabetes¹. O sedentarismo também é um importante cofator para o surgimento de disfunções cerebrais e problemas neurodegenerativos². A prática regular de exercício físico tem demonstrado trazer benefícios para o aprendizado e a memória, reduzindo os riscos do surgimento de doenças neurodegenerativas², pois mobilizam componentes celulares e moleculares do cérebro, os quais trazem melhoras cognitivas para seus praticantes³.

Postula-se que o início do comprometimento cognitivo não esteja atrelado somente ao sedentarismo⁴, mas também à baixos níveis educacionais⁵, maus hábitos alimentares⁶ e estresse⁷. Adicionalmente, acredita-se que o declínio cognitivo, tenha início aproximadamente na segunda e terceira décadas de vida⁸.

Diversos testes têm sido propostos para avaliar a função cognitiva. Em geral, o mini-exame do estado mental, mini-cog e ace-r demonstraram ser ferramentas fidedignas na detecção de demência. Já o teste *Montreal Cognitive Assessment* demonstrou ser uma boa alternativa para identificar comprometimentos moderados na cognição⁹. Mais especificamente, no campo da função executiva, destaca-se o teste de Stroop. Originalmente criado por J. R. Stroop, este teste tem sido amplamente utilizado para avaliar aspectos como: flexibilidade cognitiva, funções executivas e suscetibilidade a interferência de estímulos externos. O teste de Stroop mostrou-se aplicável tanto para jovens como para idosos¹⁰. O teste é caracterizado pelo seu efeito de “interferência”, também chamado de efeito Stroop, onde estímulos condicionados competem pela atenção de uma resposta saliente. O efeito de interferência causado pelo teste possui correlação com a atividade do córtex pré-frontal, em especial a área dorso lateral,

relacionada com o controle cognitivo e função inibitória¹¹.

O teste de Stroop se destaca entre os testes cognitivos pela fácil aplicabilidade e boa reprodutibilidade. O teste mede a habilidade do indivíduo de manter o objetivo enquanto se inibi uma resposta automática, no caso, esta resposta automática seria a leitura de palavras, que é considerada uma habilidade amplamente treinada. Enquanto a nomeação de cores, que é uma etapa fundamental do teste de Stroop, é uma habilidade não tão familiar quanto a leitura de palavras^{10,12}.

Estudos correlacionais prospectivos têm demonstrado algumas variáveis ligadas ao desempenho no teste de Stroop como a prática de atividade física, tanto de maneira aguda¹¹ como crônica¹³, o nível educacional e idade¹². Porém, pouco tem sido estudado sobre as variáveis ligadas ao desempenho no teste de Stroop em populações de jovens fisicamente ativos. Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar a influência do nível de atividade física sobre a função executiva, analisada através do desempenho no teste de Stroop.

Métodos

Sujeitos

O presente estudo caracteriza-se como descritivo com delineamento transversal. Foi utilizada uma amostra representativa (n=89) de jovens universitários estudantes de educação física, pertencentes a uma universidade no sudeste Brasileiro. Todos os participantes foram informados do objetivo da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da UNICAMP sob o parecer consubstanciado de número 938.574.

Foram selecionados estudantes de educação física para compor a amostra, uma vez que o nível de atividade física desta população é mais elevado quando comparado com os valores normativos para a mesma faixa etária¹⁴



Os critérios de inclusão foram: possuir idade entre 18 e 30 anos e ser estudante regular do curso de educação física (graduação ou pós-graduação). Como critérios de exclusão foram adotadas as seguintes medidas: não poderiam participar indivíduos com presença de patologias crônicas, inicialmente descritas na anamnese, ou portadores de marca-passo (devido à utilização da bioimpedância elétrica).

Instrumentos

Foram identificadas características socio-demográficas da amostra (idade, sexo). A composição corporal foi avaliada por meio de bioimpedância elétrica. O nível de atividade física foi avaliado por meio do *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) - versão curta e validada em português¹⁵. A função cognitiva foi avaliada por meio do *Color Stroop Test* (TESTINPACS). Já a duração do sono foi avaliada através de questionário.

Composição corporal

A composição corporal foi avaliada por meio de uma balança de bioimpedância elétrica (Tanita BC – 108; Tóquio, Japão) validada para grandes amostras¹⁶. A balança usa oito eletrodos, quatro sob os pés e dois em cada mão, para estimar o percentual de gordura corporal (% gordura), gordura absoluta e segmentada por membros. Além disso, também apresenta os valores de massa muscular absoluta e segmentada por membros.

Nível de atividade física

O nível de atividade física foi avaliado por meio do IPAQ. Para a estimativa da atividade física foram consideradas a duração (em horas) e a frequência semanal (em dias) de caminhada, atividades moderadas e atividades vigorosas.

Os resultados do IPAQ foram expressos em equivalentes metabólicos (METs). O cálculo

de METs foi realizado a partir da intensidade de cada atividade, para tal, foram utilizados os valores de referência do guia de processamento, informação e análises do IPAQ, sendo adotado para atividades vigorosas 8 METs, para as atividades moderadas 4 METs e para caminhada 3,3 METs¹⁵.

Teste de Stroop

O teste de Stroop foi avaliado por meio de um software (TESTINPACS)¹⁷. Para a estimativa da função executiva foi considerada a duração expressa em milissegundos das respostas corretas. Os participantes, primeiramente, foram familiarizados com o instrumento, realizando 3 testes completos.

O teste de Stroop divide-se em três fases, em cada uma utiliza-se as setas da direita e da esquerda do teclado do computador para selecionar a opção correta. A primeira fase é chamada Stroop 1 ou fase de associação, na qual o participante escolhe a palavra (nome da cor) que corresponde à cor apresentada no quadro no topo da tela do computador. No Stroop 2 ou fase neutra, deve-se escolher a palavra (nome da cor) que corresponde à palavra apresentada no topo da tela do computador. Finalmente, no Stroop 3 ou fase de interferência, deve-se escolher a cor na qual a palavra no topo da tela do computador é apresentada, e não o nome da cor em si. O efeito de interferência é calculado como a diferença entre as fases Stroop 3 e Stroop 1¹⁰.

Procedimentos

Os questionários IPAQ foram entregues aos voluntários do estudo no momento que chegaram ao laboratório. Foi explicado previamente a maneira correta de se preencher os formulários, sendo esclarecidas as dúvidas durante a realização do mesmo. Em seguida, o teste de composição corporal foi realizado. O último teste a ser realizado foi o teste de Stroop.

Análise estatística

A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Descritivamente, os dados estão apresentados em média \pm desvio padrão. Os resultados do teste de Stroop foram agrupados para cada uma das 3 fases, e o tempo de interferência (TI) foi calculado como a diferença entre a fase 3 e a fase 1. Realizou-se teste T de *student* para amostras independentes entre homens e mulheres, para verificar possíveis diferenças entre gêneros. O teste de correlação de Pearson foi utilizado para verificar as associações entre variáveis. Os dados foram analisados no Software STATISTICA 6.0, sendo adotado como critério de significância o valor de $p < 0,05$.

Resultados

As características dos voluntários são apresentadas na Tabela 1. Nenhum estudante foi excluído do estudo com base nos critérios de exclusão. Os dados foram ini-

cialmente comparados entre os sexos (homens = 51; mulheres = 38), sendo obtido valores significativamente diferentes para as variáveis peso ($P < 0,001$), percentual de gordura ($P < 0,001$) e IMC ($P = 0,03$). Os valores médios para peso e IMC foram maiores para os homens e percentual de gordura maior para mulheres. Devido à semelhança encontrada nos pacotes de dados entre os sexos, ambos os grupos foram incluídos na mesma análise correlacional. O resultado da análise correlacional está apresentado na Tabela 2.

Tabela 1: Caracterização dos voluntários

Variável	n= 89	Homens (n 51)	Mulheres (n 38)	P
Idade (anos)	22 \pm 4	22,5 \pm 4	22,9 \pm 3,4	0,85
% Gordura	21 \pm 9	16,56 \pm 7,0	27,6 \pm 7,34	<0,001*
IMC (Kg/cm ²)	23 \pm 3	23,57 \pm 3,5	21,9 \pm 3,07	0,03*
Peso (Kg)	66 \pm 13	72,22 \pm 13,3	58,6 \pm 9,29	<0,001*
METs Total	3917 \pm 3320	4353,9 \pm 3590	3332,3 \pm 2861	0,15
TI	486,9 \pm 239,4	491 \pm 241,0	481,4 \pm 240,3	0,85
Horas de sono (h)	7 \pm 1	7,08 \pm 1,5	7,00 \pm 1	0,79
Horas Sentado (h)	8 \pm 3	7,74 \pm 3,4	7,66 \pm 2,4	0,83

IMC: índice de massa corporal; METs: equivalentes metabólicos; TI: tempo de interferência.

Fonte: Os autores.

Tabela 2: Correlação entre as variáveis

Variáveis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Idade	—												
2. Peso	0,18	—											
3. IMC	0,25*	0,87*	—										
4. % Gordura	0,23*	0,11	0,42*	—									
5. Dias de atividades vigorosas	-0,13	0,18	0,16	-0,22*	—								
6. METs total	-0,29*	0,01	0,01	-0,28*	0,59*	—							
7. METs de atividades vigorosas	-0,28*	0,19	0,18	-0,24*	0,76*	0,71*	—						
8. Horas sentado	-0,20	-0,02	-0,12	-0,11	-0,24*	-0,13	-0,09	—					
9. Horas de sono	-0,23*	-0,21*	-0,30*	-0,27*	0,03	0,09	0,05	-0,09	—				
10. Stroop 1	0,07	-0,03	0,03	0,10	-0,11	0,00	-0,10	-0,02	0,29*	—			
11. Stroop 2	0,13	-0,10	-0,08	0,03	0,07	0,01	-0,06	-0,22*	0,17	0,53*	—		
12. Stroop 3	-0,02	-0,24*	-0,20	-0,08	0,08	0,10	-0,01	-0,07	0,17	0,52*	0,49*	—	
13. TI	-0,08	-0,25*	-0,25*	-0,17	0,18	0,11	0,06	-0,06	-0,03	-0,19	0,15	0,74*	—

(*) $p < 0,05$. IMC: índice de massa corporal; METs: equivalentes metabólicos; TI: tempo de interferência.

Fonte: Os autores.



Discussão

No presente trabalho as variáveis entre homens e mulheres que apresentaram diferenças significativas foram peso, IMC e % de gordura. Estas diferenças morfológicas encontradas já foram bem caracterizadas na literatura¹⁸. O TI, expresso pelo tempo de execução da terceira fase do teste de Stroop menos o tempo de execução da primeira fase, não apresentou diferença significativa entre os sexos, corroborando com a literatura sobre o fato de que homens e mulheres estão suscetíveis ao efeito de interferência na mesma magnitude¹⁰.

Como principal achado deste estudo encontramos correlações negativas significativas entre TI e peso corporal (-0,25) e entre TI e IMC (-0,25). Isto quer dizer que os indivíduos de maior peso e IMC obtiveram os menores TI. Pelo nosso conhecimento, este é o primeiro estudo a demonstrar correlação negativa significativa entre essas variáveis.

É crescente na literatura o corpo de evidência demonstrando que indivíduos obesos (IMC > 30 kg/m²) possuem menor desempenho em tarefas cognitivas, dentre elas, o próprio teste de Stroop¹⁹. Porém, existem estudos que, embora achem menor desempenho para as tarefas cognitivas em indivíduos obesos, não encontraram diferenças no TI²⁰. Uma possível explicação para nosso achado é que, o peso de nossos voluntários se refletiu em maior massa muscular, uma vez que estes possuem elevados níveis de atividade física¹⁴. Sabendo que a musculatura esquelética possui papel endócrino, inclusive na liberação de fator neutrófico derivado do cérebro (BDNF)²¹, e que a prática de exercício regular demonstrou aumentar o desempenho cognitivo¹¹, a associação entre maior massa muscular e melhor desempenho cognitivo, para esta população, é plausível.

Como segunda hipótese, observamos que os indivíduos estudados no presente projeto, que apresentaram maior IMC, eram indivíduos mais velhos ($r = 0,25$). Encontramos na literatura diversos estudos demonstrando que a idade é

um fator determinante no desempenho do teste de Stroop^{10,22}. Em nosso estudo, os indivíduos apresentaram idades muito semelhantes, indicada pelo baixo desvio padrão 22 ± 4 anos. Ainda que se tem apontado que o declínio cognitivo decorrente da idade tenha início por volta dos 20 - 30 anos⁸, é pouco provável que observássemos déficits cognitivos devido ao processo natural de envelhecimento nessa amostra. Pelo contrário, os indivíduos mais velhos em uma amostra de estudantes universitários apresentaram maior tempo de estudo, fato que pode influenciar no melhor desempenho do teste de Stroop⁵.

Observando as correlações, constatamos que os indivíduos de maior IMC possuíam menor tempo de sono ($r = -0,30$). Este é um achado interessante, uma vez que maiores valores de IMC resultaram em menor TI, como já destacado. A literatura nos traz argumentos demonstrando que a privação de sono está relacionada com queda no desempenho cognitivo, inclusive para funções executivas e foco atencional²³. Identificamos que os indivíduos mais velhos são os que dormiam menos ($r = -0,23$). Provavelmente, são indivíduos que já iniciaram suas carreiras profissionais, seja no mercado de trabalho ou nos cursos de pós-graduação, o que estaria atrelado com o aumento das atividades intelectuais, podendo refletir em melhor desempenho no teste de Stroop⁵ e menor tempo de sono.

No presente trabalho, o IMC médio da amostra foi de 23 ± 3 kg/m², o que os classifica com distribuição de massa corporal normal. Já com relação às horas de sono, encontramos uma média de 7 ± 1 horas dormidas por noite entre nossos voluntários, o que possui representatividade na literatura para jovens adultos²³, não podendo ser considerados como em estado de privação de sono.

Não foi encontrada correlação do nível de atividade física (METs) com o teste de Stroop, o que possivelmente ocorreu por conta do alto nível de atividade física desta amostra.

A avaliação dos processos cognitivos é uma estratégia importante para que interven-

ções sejam prontamente direcionadas. Assim, é possível prevenir o declínio naqueles que já apresentam sinais e atuar antes que as mudanças cognitivas, que por ventura venham a acontecer, tornem-se irreversíveis. É importante que mais estudos e intervenções sejam realizados neste sentido, como o acompanhamento longitudinal neste tipo de amostra, ou ainda, com populações de diferentes níveis de atividade física (jovens ativos e sedentários, por exemplo).

Os questionários utilizados são uma das limitações deste estudo, já que são medidas indiretas, podendo apresentar grande variabilidade quando comparado com medidas diretas de gasto calórico²⁴.

Conclusão

O presente artigo se propôs a investigar os fatores correlacionais no desempenho cognitivo em uma população de jovens fisicamente ativos. Foi encontrado melhor desempenho cognitivo atrelado a maior peso corporal e IMC. Estas variáveis foram associadas a maior idade, o que neste caso, pode estar atrelado a maior nível educacional, que é um fator conhecido por influenciar positivamente no resultado do teste de Stroop. Finalmente, concluímos que fatores educacionais podem ser preponderantes ao nível de atividade física para o menor TI em uma amostra de indivíduos fisicamente ativos. Mais estudos que se proponham a investigar os efeitos do nível educacional e nível de atividade física sobre o TI, de maneira crônica, se fazem necessários.

Referências

1. Arena R, McNeil A, Sagner M, Hills AP. The Current Global State of Key Lifestyle Characteristics: Health and Economic Implications. *Progress in cardiovascular diseases*. 2017;59(5):422-9.
2. Cotman CW, Berchtold NC, Christie LA. Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in neurosciences*. 2007;30(9):464-72.
3. Neeper SA, Gomez-Pinilla F, Choi J, Cotman CW. Physical activity increases mRNA for brain-derived neurotrophic factor and nerve growth factor in rat brain. *Brain research*. 1996;726(1-2):49-56.
4. Sofi F, Valecchi D, Bacci D, Abbate R, Gensini GF, Casini A, et al. Physical activity and risk of cognitive decline: a meta-analysis of prospective studies. *Journal of internal medicine*. 2011;269(1):107-17.
5. Bennett DA, Wilson RS, Schneider JA, Evans DA, Mendes de Leon CF, Arnold SE, et al. Education modifies the relation of AD pathology to level of cognitive function in older persons. *Neurology*. 2003;60(12):1909-15.
6. Eskelinen MH, Ngandu T, Helkala EL, Tuomilehto J, Nissinen A, Soininen H, et al. Fat intake at midlife and cognitive impairment later in life: a population-based CAIDE study. *International journal of geriatric psychiatry*. 2008;23(7):741-7.
7. Jonsdottir IH, Nordlund A, Ellbin S, Ljung T, Glise K, Wahrborg P, et al. Cognitive impairment in patients with stress-related exhaustion. *Stress*. 2013;16(2):181-90.
8. Salthouse TA. Decomposing age correlations on neuropsychological and cognitive variables. *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS*. 2009;15(5):650-61.
9. Tsoi KK, Chan JY, Hirai HW, Wong SY, Kwok TC. Cognitive Tests to Detect Dementia: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA internal medicine*. 2015;175(9):1450-8.
10. MacLeod CM. Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review. *Psychological bulletin*. 1991;109(2):163-203.
11. Yanagisawa H, Dan I, Tsuzuki D, Kato M, Okamoto M, Kyutoku Y, et al. Acute moderate exercise elicits increased dorsolateral prefrontal activation and improves cognitive performance with Stroop test. *NeuroImage*. 2010;50(4):1702-10.
12. Tremblay MP, Potvin O, Belleville S, Bier N, Gagnon L, Blanchet S, et al. The Victoria Stroop Test: Normative Data in Quebec-French Adults and Elderly. *Archives of clinical neuropsychology: the official journal of the National Academy of Neuropsychologists*. 2016.



13. Geda YE, Roberts RO, Knopman DS, Christianson TJ, Pankratz VS, Ivnik RJ, et al. Physical exercise, aging, and mild cognitive impairment: a population-based study. *Archives of neurology*. 2010;67(1):80-6.
14. Castaño LAA, Uchida MC, Barbieri JF, Sampaio RAC, Sampaio PYS, Correia RF, et al. Comparison of physical activity level between Colombian and Brazilian physical education students. *MTP&RehabJournal*. 2017;15:466.
15. Pardini R, Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade E, Braggion G, et al. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ-versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. 2008;9(3):45-52.
16. Kriemler S, Puder J, Zahner L, Roth R, Braun-Fahrlander C, Bedogni G. Cross-validation of bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in a representative sample of 6- to 13-year-old children. *European journal of clinical nutrition*. 2009;63(5):619-26.
17. Córdova C, Karnikowski M, Pandossio JE, Nóbrega OT. Caracterização de respostas comportamentais para o teste de Stroop computadorizado-Testinpacs. *Neurociências*. 2008;4(2):75-9.
18. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance*: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
19. Verdejo-García A, Pérez-Expósito M, Schmidt-Río-Valle J, Fernández-Serrano MJ, Cruz F, Pérez-García M, et al. Selective alterations within executive functions in adolescents with excess weight. *Obesity*. 2010;18(8):1572-8.
20. Yau PL, Kang EH, Javier DC, Convit A. Preliminary evidence of cognitive and brain abnormalities in uncomplicated adolescent obesity. *Obesity*. 2014;22(8):1865-71.
21. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nature reviews Endocrinology*. 2012;8(8):457-65.
22. Cohn NB, Dustman RE, Bradford DC. Age-related decrements in Stroop Color Test performance. *Journal of clinical psychology*. 1984;40(5):1244-50.
23. Lowe CJ, Safati A, Hall PA. The neurocognitive consequences of sleep restriction: A meta-analytic review. *Neuroscience and biobehavioral reviews*. 2017;80:586-604.
24. Prince SA, Adamo KB, Hamel ME, Hardt J, Connor Gorber S, Tremblay M. A comparison of direct versus self-report measures for assessing physical activity in adults: a systematic review. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*. 2008;5:56.