

# Efeitos agudos de diferentes intensidades e volumes de exercício aeróbio sobre as concentrações de triptofano e serotonina em mulheres idosas fisicamente ativas

CDD. 20.ed. 574.192  
613.7

<http://dx.doi.org/10.1590/1807-55092014000400535>

Jônatas de França BARROS\*  
Marcelo Magalhães SALES\*\*/\*\*  
Rodrigo Alberto Vieira BROWNE\*  
Keila Maria Dias Carmo LOPES\*\*\*\*

\*Departamento de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.  
\*\*Faculdade de Educação Física, Universidade Católica de Brasília.  
\*\*\*Escola de Saúde, Centro Universitário do Distrito Federal.  
\*\*\*\*Faculdade de Educação Física, Universidade Paulista.

## Resumo

O envelhecimento provoca uma diminuição na concentração de serotonina, que por sua vez, pode produzir anormalidades de comportamento como: agressividade, insônia, comportamento suicida ou criminal e perda do desejo sexual. Entretanto, estudos demonstram que o exercício aeróbio parece aumentar agudamente as concentrações de triptofano e serotonina. Por outro lado, não há relatos na literatura de estudos que tenham investigado os efeitos de diferentes intensidades e volumes de exercício aeróbio sobre as concentrações de triptofano e serotonina em mulheres idosas. O objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos agudos de diferentes intensidades e volumes de exercício aeróbio sobre as concentrações de triptofano e serotonina em mulheres idosas fisicamente ativas. Para tanto, 49 mulheres idosas (idade entre 60 e 75 anos), fisicamente ativas, foram distribuídas em seis grupos: controle (GC; n = 8) e cinco experimentais: 1) exercício aeróbio realizado a 90% do limiar ventilatório (LV90; n = 8); 2) exercício realizado em intensidade de limiar ventilatório (LV; n = 8); 3) exercício realizado em intensidade relativa a 90% do ponto de compensação respiratório (PCR90; n = 8), todos com duração de 20 min; 4) teste de esforço máximo (Gmáx; n = 8); e 5) exercício realizado em intensidade de limiar ventilatório com duração de 60 min (LV60min; n = 9). Antes e após a realização das sessões de exercícios foram realizadas coletas de sangue venoso para quantificação das concentrações de triptofano e serotonina. Não foram identificadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre (GC, LV90, LV, PCR90, Gmáx e LV60min) e intragrupos (pré e pós) nas concentrações de serotonina e triptofano. Em conclusão, sessões agudas de exercício aeróbio realizado em diferentes intensidades e volumes não resultaram em alterações significativas nas concentrações de serotonina e triptofano em mulheres idosas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Envelhecimento; Neurotransmissores; Saúde da terceira idade; Marcadores bioquímicos; Exercício físico.

## Introdução

A prevalência da população idosa no Brasil vem aumentando sistematicamente<sup>1</sup>. No período de 2001 a 2011, o crescimento do número de idosos, ou seja, indivíduos com 60 anos ou mais de idade, foi marcante: passou de 15,5 milhões para 23,5 milhões de pessoas. No que se refere à participação relativa deste grupo na estrutura etária populacional, também nota-se um aumento importante, sendo de 9,0% no ano de 2001, para 12,1%, no ano de 2011<sup>1</sup>. Ademais, calcula-se que no ano de 2050, a população idosa mundial será de aproximadamente

dois bilhões de pessoas. Nessa data, apenas cinco países, entre eles o Brasil, deverão ter mais de 50 milhões de indivíduos com idade igual ou superior a 60 anos de idade<sup>2</sup>.

Apesar do aumento da expectativa de vida ser uma interessante modificação de nossa sociedade, uma variedade de funções fisiológicas tem demonstrado diminuir com o envelhecimento<sup>3</sup>. Este declínio das funções fisiológicas pode estar associado com um prejudicado funcionamento dos vários sistemas autonômicos no corpo humano. Um desses é o sistema

nervoso central, em que o envelhecimento provoca uma diminuição significativa de sua função, acompanhada por variações em diversas concentrações de neurotransmissores. Tem sido relatado que o envelhecimento provoca uma diminuição na concentração de vários neurotransmissores no cérebro, entre eles a serotonina<sup>4-6</sup>. Uma possível razão para a diminuição do nível de serotonina pode ser em parte explicado pela diminuição do transporte do aminoácido precursor (triptofano), através da barreira hematoencefálica<sup>6</sup>.

Alteração na concentração do neurotransmissor serotonina pode produzir anormalidades de comportamento como: agressividade, insônia, comportamento suicida ou criminal e perda do desejo sexual<sup>7</sup>. Além disso, a redução do nível de serotonina no envelhecimento pode servir como um fator de susceptibilidade para o desenvolvimento da depressão de início tardio<sup>8</sup>. Desta forma, investigações apontam haver uma maior prevalência de sintomas de depressão na população idosa quando comparado a indivíduos jovens<sup>9-11</sup>.

Entretanto, recentes estudos longitudinais e transversais, em adultos jovens<sup>12</sup> e em ratos<sup>13</sup>,

demonstram que o exercício aeróbio parece ser eficiente em aumentar agudamente as concentrações de triptofano<sup>13</sup> e serotonina<sup>14</sup>. Ademais, HEMAT-FAR et al.<sup>12</sup> ao submeterem 20 estudantes do sexo feminino, com idade entre 18 e 25 anos, a oito semanas de treinamento aeróbio realizado entre 60-65% da frequência cardíaca máxima, observaram haver um aumento, ainda que não significativo, de aproximadamente 63,7% das concentrações de serotonina. Somado a isso, uma revisão relativamente recente aponta o exercício físico, tanto agudo como crônico, ser uma interessante estratégia para aumentar as concentrações de serotonina de maneira não farmacológica<sup>15</sup>.

Por outro lado, não há relatos na literatura sobre estudos que tenham investigado os efeitos de diferentes intensidades e volumes de exercício aeróbio sobre as concentrações de triptofano e serotonina em mulheres idosas. Vale ressaltar que mulheres idosas consistem no segmento de mais rápido crescimento da população brasileira<sup>16</sup>, o que justifica a atenção para esse sexo e estrato de idade.

## Método

### Amostra

A amostra foi constituída por 49 mulheres idosas, selecionadas por conveniência, uma vez que todas as voluntárias faziam parte de um programa de atividade física da Universidade de Católica de Brasília. Os critérios de inclusão foram: possuir idade entre 60 e 75 anos; ser estratificadas como fisicamente independentes<sup>17</sup>, fisicamente ativas (mínimo seis meses), estar apta a prática de exercícios físicos, avaliado por meio do questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q), bem como por um exame médico, que consistiu em uma avaliação clínica e eletrocardiograma (ECG) de repouso, assim como não fazer uso de qualquer fármaco antidepressivo. Ademais, as participantes não deveriam fazer uso abusivo de bebidas alcoólicas, não fumantes e não possuir comorbidades capazes de interferir na realização dos procedimentos bem como nos resultados da presente investigação, como: diabetes, cardiopatias, acidente vascular cerebral, doença de Alzheimer, doença de Parkinson e distúrbios na tireoide, além de não poder possuir qualquer limitação osteomioarticular que impossibilitasse a realização dos procedimentos experimentais do presente estudo.

Como critérios de exclusão foram adotados as seguintes situações: não conseguir realizar algum dos testes até o final; não participar de todas as etapas do estudo; desistência voluntária ou apresentar alterações fisiológicas que impedisse de realizar os testes.

Dessa maneira, após examinar um grupo de 225 senhoras inseridas no programa mencionado acima, 147 idosas foram impossibilitadas de participar por apresentarem incompatibilidade com os critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos.

As voluntárias selecionadas (n = 49) foram distribuídas em seis grupos pareados pelo índice de massa corporal (IMC), consumo pico de oxigênio (VO<sub>2</sub>pico), tempo de duração no teste incremental na esteira e idade, sendo um grupo controle (GC; n = 8) e cinco grupos experimentais, são eles: 1) grupo de exercício aeróbio realizado a 90% do limiar ventilatório (LV90; n = 8), 2) grupo de exercício realizado em intensidade de limiar ventilatório (LV; n = 8), 3) grupo de exercício realizado em intensidade relativa a 90% do ponto de compensação respiratório (PCR90; n = 8), submetidos a sessão de exercícios em esteira, com duração de 20 min e, 4) grupo de exercício submetido a um teste de esforço máximo (Gmáx; n = 8). Adicionalmente, com o intuito de se verificar o efeito

do volume de exercício sobre os concentrações de triptofano e serotonina, um grupo 5) foi submetido a uma sessão de exercício realizado em intensidade correspondente a velocidade de limiar ventilatório (LV60min; n = 9) com duração de 60 min.

Antes da realização de qualquer procedimento, todas as voluntárias assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, conforme Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil<sup>18</sup>. Todos os procedimentos foram aprovados pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade de Brasília (parecer nº 071/2004).

### Medidas antropométricas

A massa corporal foi mensurada por meio de uma balança digital (Toledo 2096 PP), com resolução e capacidade de 0,05 e 200 kg, respectivamente. Antes de cada medida da massa corporal, as voluntárias foram orientadas a remover casacos, calçados e/ou qualquer objeto dos bolsos. Posteriormente, foi solicitado as participantes que permanecessem no centro da plataforma com o peso igualmente distribuído em ambos os pés. A balança foi posicionada em superfície firme e plana. Anteriormente as medidas de estatura, as voluntárias foram orientadas a retirar qualquer calçado. Posteriormente, as participantes foram instruídas a unir os calcanhares, posicionar os braços lateralmente ao corpo, pernas retas e ombros relaxados. Ademais, foi certificado que as participantes estavam com calcanhares, glúteos, ombros e cabeça em contato com o bordo vertical do estadiômetro (SECA® 214, USA). Para as participantes que não pudessem colocar todas as quatro partes do corpo em contato com o bordo, foi assegurado de que, pelo menos, os glúteos e calcanhares ou glúteos e cabeça estavam tocando a bordo. A cabeça das participantes foi alinhada seguindo o plano de Frankfurt.

Pouco antes de fazer a medida, foi solicitado as participantes para realizarem uma respiração profunda e em seguida segurá-la. Todas as medidas foram realizadas conforme procedimentos previamente descritos<sup>19</sup>. O IMC foi calculado considerando-se o quociente entre a massa corporal em quilogramas e a estatura em metros elevada à segunda potência ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ).

### Teste incremental máximo

Para avaliar a capacidade cardiorrespiratória, toda a amostra foi submetida a um teste incremental máximo realizado em esteira rolante (modelo RT 300

Pro, Moviment, Brasil). Os procedimentos foram realizados no Laboratório de Estudos em Educação Física e Saúde (LEEFS) da Universidade Católica de Brasília, com temperatura ambiente entre 18 e 22 °C e umidade relativa do ar entre 50 e 70%<sup>20</sup>. O laboratório apresenta infraestrutura adequada para uma eventual situação de emergência. Monitoração eletrocardiográfica (ECG Digital, Micromed, Brasil) foi realizada antes, durante e após esforço físico, obedecendo a seguinte sequência: eletrocardiograma de repouso (12 derivações padrão), durante toda a realização do esforço (três derivações: CM5, D2M e V2M) e seis minutos de recuperação. O exame foi supervisionado por um médico cardiologista e conduzido sob o protocolo de rampa, padronizado e adequado para o perfil da amostra após a realização de testes-piloto, para que a exaustão ocorresse entre oito e doze minutos. O teste consistiu inicialmente de uma velocidade de 2,0  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  e 0% de inclinação e, aos 10 minutos de teste, a velocidade e inclinação prevista foram de 6,0  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  e 6%, respectivamente.

A cada dois minutos a pressão arterial (PA) foi mensurada utilizando um esfigmomanômetro de coluna de mercúrio e estetoscópio. A percepção de esforço (PE) foi monitorada por meio de comunicação direta, utilizando como instrumento a escala de Borg<sup>21</sup>. Durante a realização do esforço, as voluntárias respiraram através de uma máscara de silicone (Hans Rudolf, Alemanha). O consumo de oxigênio ( $\text{VO}_2$ ), a produção de dióxido de carbono ( $\text{VCO}_2$ ) e a ventilação pulmonar (VE) foram mensurados a cada ciclo respiratório através de um analisador de gases (Metalyzer 3b, CórteX, Alemanha), que foi previamente calibrado antes de cada teste, utilizando-se de uma seringa de ar de três litros (calibração de fluxo) e um padrão misto de gases contendo 4,9% de  $\text{CO}_2$  e 17% de  $\text{O}_2$  (calibração de gases).

O software utilizado para gerenciar o exame foi o Ergo PC Elite for Windows (Micromed, Brasil), que controla a velocidade e a inclinação da esteira por meio de uma interface de comunicação com o computador.

Foram adotados como critérios de interrupção do teste: a exaustão voluntária, o aumento súbito da pressão arterial sistólica (PAS), acima de 250 mmHg, e da pressão arterial diastólica (PAD) acima de 140 mmHg, queda sustentada da PAS, PE na escala de Borg de 19-20<sup>21</sup>, manifestação clínica de dor ou queimação torácica, infradesnívelamento do segmento ST\_3mm, supradesnívelamento do segmento ST\_2mm em derivação sem presença de onda Q, arritmia ventricular complexa,

aparecimento de taquicardia supraventricular sustentada, taquicardia atrial, fibrilação atrial, bloqueio atrioventricular de 2º e 3º graus e sinais de insuficiência ventricular esquerda. Todos os parâmetros cardiovasculares utilizados para interrupção do teste foram avaliados por um médico cardiologista, presente em todas as avaliações.

Ademais, o teste incremental máximo (TI), foi também utilizado para determinação do limiar ventilatório (LV) e ponto de compensação respiratório (PCR). O LV foi determinado considerando o menor valor do equivalente ventilatório de  $O_2$  ( $VE/VO_2$ ) antes de seu aumento continuado, associado ao início do aumento abrupto e continuado do quociente respiratório (primeira inflexão das curvas). O PCR foi considerado o ponto em que os aumentos de  $VE/VO_2$ ,  $VE/VCO_2$  e pressão parcial de  $O_2$  ( $PETO_2$ ) coincidiram com a queda de pressão parcial de  $CO_2$  ( $PETCO_2$ )<sup>22</sup>. A prescrição das sessões de exercício dos grupos experimentais (LV90, LV, PCR90, LV60min e Gmáx) foram realizadas com base na frequência cardíaca (FC) e PE das intensidades selecionadas. Apesar de estabelecer uma zona-alvo de amplitude superior e inferior de 5 bpm, procurou-se manter a intensidade estabilizada o mais próximo possível da FC e PE alvo.

### Sessões de exercício dos grupos experimentais e controle

Antes de todas as visitas, todos os sujeitos foram submetidos a um jejum de 12 horas e a uma dieta de 24 horas, que restringia os alimentos ricos em triptofano, como: tomate, abacate, nozes, banana, picles e berinjela para a realização da coleta de sangue venoso, em que um volume de 5 ml de sangue foi coletado em tubos vacutainers com heparina, para a dosagem da cromatografia quantitativa de aminoácidos (triptofano) e 10 ml em tubos com EDTA, para a dosagem da serotonina. Posteriormente a realização da coleta de sangue venoso, foi oferecido um desjejum padrão 30 minutos antes do início do repouso inicial. A fim de se evitar qualquer influência do horário do dia, todas as coletas foram realizadas das 7h30 às 10h da manhã. Após ser oferecido um desjejum padrão, as voluntárias permaneceram em repouso, na posição sentada durante 20 minutos, em que a PA e FC foram coletadas a cada cinco minutos, totalizando quatro medidas de repouso. Os testes foram precedidos e sucedidos por um período de três minutos de aquecimento e desaquecimento, respectivamente. Como mencionado anteriormente, a definição da intensidade de exercício realizado

pelos diferentes grupos (LV90, LV, PCR90, Gmáx e LV60min) foram realizadas com base nos dados individuais obtidos no teste incremental máximo, em que foi pontuada a FC e a PE referente as intensidades de LV e PCR, em seguida calculou-se o percentual da intensidade desejada. Apesar de estabelecer uma zona-alvo de amplitude superior e inferior de 5 bpm, procurou-se manter a intensidade estabilizada o mais próximo possível da FC e PE alvo.

As voluntárias que compuseram os grupos LV, LV90 e PCR90, foram submetidas a 20 min de exercício em esteira em intensidades relativas ao LV (LV e LV90) e ao PCR (PCR90). Por outro lado, as voluntárias do grupo LV60min, foram submetidas a uma sessão de exercício aeróbio em esteira rolante em intensidade correspondente ao LV durante 60 min. O Gmáx foi submetido somente a realização do teste incremental máximo.

Imediatamente após a realização das sessões de exercícios, as voluntárias de todos os grupos foram novamente submetidas a uma coleta de sangue venoso para quantificação das concentrações de triptofano e serotonina.

### Dosagens de triptofano e serotonina

Após a realização da coleta de sangue, o mesmo foi centrifugado a 1200 rpm durante 20 min. Após a centrifugação, o plasma coletado em tubos com EDTA foi aliquoteado para dois tubos contendo 10 mg de EDTA e 75 mg de ácido ascórbico, e imediatamente centrifugado novamente. Todo o material foi congelado a -20 °C e a análise foi realizada em até sete dias.

Para a dosagem da serotonina, foi utilizado método de cromatografia líquida de alta eficiência com detector de fluorescência (High-performance liquid chromatographic - Fluorometric Detection - HPLC - FD). Esse sistema consistiu de uma bomba da marca Waters modelo 515 com detector de fluorescência da marca Waters, modelo 474 com comprimento de onda de excitação de 285 nm e comprimento de onda de emissão de 345 nm. A coluna analítica utilizada foi a Nova-Pack C 18 (3,9 x 150 nm) da marca Waters. A fase móvel consistiu de um tampão de 50,7 ml de hidróxido de amônia, 64,7 ml de ácido acético glacial e 0,2 g de EDTA dissódico e 1.760 ml de água destilada. O pH foi ajustado para 5,1 com 6 M de hidróxido de amônia e 325 ml de metanol, 15 min antes da utilização. Todos os procedimentos foram realizados conforme sugerido por PESCE e KAPLAN<sup>23</sup>.

Para a dosagem do triptofano, utilizou-se igualmente da técnica HPLC com detector de fluorescência. A coluna analítica utilizada foi a Tchsphere ODS 5 $\mu$  150 mm 4,6 mm. O fluxo foi de 0,9 ml/min, o comprimento da onda de excitação e de emissão foi de 330 nm e 418 nm, respectivamente. Para a fase móvel A: 40 mM Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> pH 7.8 [5.5 g NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, monohidrato + água, ajustado para o pH 7.8 com solução de NaOH (10N)] e para fase móvel B: ACN: MeOH: água (45:45:10, v/v)<sup>24</sup>.

Para ambos (serotonina e triptofano), foram calculados os coeficientes de variação (CV) entre e intra-grupos, sendo que, o CV intra-grupos para serotonina foi de: 20,4% para o GC, 20,6% para LV, 29,4% para PCR90, 31,3% para LV90, 23,8% para Gmáx e 30,3% para o LV60min. O CV obtido na análise entre grupos foi de 25,9%. No que se refere às medidas de triptofano, o CV foi de: 56; 51,3; 45,5; 66,3; 49,4 e 50,73% para os grupos controle, LV, PCR90, LV90, Gmáx e LV60min, respectivamente. O CV calculado para as análises entre grupos foi de 56,3%, o que segundo GOMES<sup>25</sup> estão estratificados entre alto e muito alto.

## Tratamento estatístico

A normalidade e a homogeneidade das variâncias dos dados foram testadas utilizando os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Os

dados referentes às concentrações de triptofano e serotonina passaram pela transformação logarítmica em função da alta variabilidade entre indivíduos que esses marcadores frequentemente apresentam. Posteriormente, os dados foram expressos em média e ( $\pm$ ) desvio padrão. “One way” ANOVA seguido do “Post-hoc” de Tukey, foram empregados para a comparação do IMC, VO<sub>2</sub>pico, tempo de duração no teste incremental na esteira, idade entre os grupos (GC, LV90, LV, PCR90, Gmáx e LV60min) e gasto energético entre as sessões experimentais (LV90, LV, PCR90, Gmáx e LV60min). Para a comparação das concentrações de serotonina e triptofano entre (GC, LV90, LV, PCR90, Gmáx e LV60min) e intra-grupos (pré-pós) utilizou-se a Análise de variância “Split-plot” seguido do “Post-hoc” de Scheffé. Caso nenhuma das variáveis independentes apresentasse esfericidade por meio do teste de Mauchly, o  $\epsilon$  de Greenhouse-Geisser foi utilizado para estatística F. Para o cálculo amostral, foi aplicado o poder estatístico (1- $\beta$ ) “a priori”, utilizando-se da análise de comparação empregada (“Split-Plot” ANOVA), um “Effect Size” de  $f = 0,30$ , seis grupos (GC, LV, LV90, PCR90, Gmáx e LV60min), duas repetições (pré e pós) e um alfa de 5%. Para tanto, o poder estatístico conferido a presente amostra foi de 88% (Power = 0,88). Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do Software Statistical Package for the Social Sciences 15.0 (SPSS 15.0) para Windows®.

## Resultados

Nenhuma diferença significativa ( $p < 0,05$ ) foi observada entre as variáveis idade, IMC, VO<sub>2</sub>pico e duração do TI entre os grupos. Por outro lado, o grupo que foi

submetido à sessão de exercício de maior volume (LV60min) apresentou um gasto energético estatisticamente ( $p < 0,0001$ ) superior ao das demais sessões (TABELA 1).

TABELA 1 - Comparação da Idade, IMC, VO<sub>2</sub>pico, tempo do teste incremental máximo (TI) entre os grupos (GC, LV90, LV, PCR90, Gmáx e LV60min) e gasto energético (cal) durante as sessões experimentais (LV90, LV, PCR90, Gmáx e LV60min).

Variáveis	GC (n = 8)	LV90 (n = 8)	LV (n = 8)	PCR90 (n = 8)	Gmáx (n = 8)	LV60min (n = 9)
Idade (anos)	62,6 $\pm$ 4,4	66,1 $\pm$ 3,6	65,5 $\pm$ 4,3	63,6 $\pm$ 3,5	63,6 $\pm$ 3,8	63,0 $\pm$ 2,5
IMC (kg·m <sup>-2</sup> )	26,8 $\pm$ 3,3	25,9 $\pm$ 4,2	27,1 $\pm$ 2,8	26,9 $\pm$ 2,8	26,4 $\pm$ 2,9	26,3 $\pm$ 2,2
VO <sub>2</sub> pico (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	20,1 $\pm$ 1,9	20,3 $\pm$ 3,2	19,4 $\pm$ 1,5	20,7 $\pm$ 2,7	22,0 $\pm$ 2,9	21,3 $\pm$ 1,8
Tempo do TI (min)	11,3 $\pm$ 1,5	12,1 $\pm$ 1,7	11,3 $\pm$ 1,5	11,5 $\pm$ 1,7	12,1 $\pm$ 1,2	12,2 $\pm$ 1,6
Gasto energético (cal)	-	66,8 $\pm$ 11,5	90,1 $\pm$ 12,7	104,6 $\pm$ 18,6	85,1 $\pm$ 19,2	410,9 $\pm$ 54,9*

Dados expressos em média e ( $\pm$ ) desvio padrão. GC = grupo controle; LV90 = grupo de exercício realizado a 90% do limiar ventilatório por 20 min; LV = grupo de exercício realizado no limiar ventilatório por 20 min; PCR90 = grupo de exercício realizado a 90% do ponto de compensação respiratória por 20 min; Gmáx = grupo de exercício submetido a teste incremental máximo; LV60min = grupo de exercício realizado no limiar ventilatório por 60 min; IMC = índice de massa corporal; VO<sub>2</sub>pico = consumo pico de oxigênio; TI = teste incremental máximo.

\* estatisticamente diferente ( $p < 0,0001$ ) dos demais grupos.



No que se refere à comparação entre as concentrações de serotonina e triptofano, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes ( $p > 0,05$ ) intragrupos (pré e pós), bem como entre grupos (GC, LV90, LV,

PCR90, Gmáx, LV60min), ou seja, o exercício agudo realizado nas intensidades e volumes investigados parece não interferir nas concentrações de serotonina e triptofano em mulheres idosas fisicamente ativas (TABELA 2).

Dados expressos em média e ( $\pm$ ) desvio padrão. GC = grupo controle; LV90 = grupo de exercício realizado a 90% do limiar ventilatório por 20 min; LV = grupo de exercício realizado no limiar ventilatório por 20 min; PCR90 = grupo de exercício realizado a 90% do ponto de compensação respiratória por 20 min; Gmáx = grupo de exercício submetido a teste incremental máximo; LV60min = grupo de exercício realizado no limiar ventilatório por 60 min.

TABELA 2 - Comparação das concentrações de serotonina e triptofano entre (GC, LV90, LV, PCR90, Gmáx e LV60min) e intragrupos (pré-pós).

	GC (n = 8)		LV90 (n = 8)		LV (n = 8)		PCR90 (n = 8)		Gmáx (n = 8)		LV60min (n = 9)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Log <sub>a</sub> Serotonina (ng.ml <sup>-1</sup> )	2,08 (0,08)	2,10 (0,14)	2,13 (0,15)	2,10 (0,10)	2,10 (0,16)	2,05 (0,15)	2,19 (0,09)	2,15 (0,13)	2,28 (0,09)	2,23 (0,10)	2,05 (0,08)	2,06 (0,09)
Log <sub>a</sub> Triptofano (ng.ml <sup>-1</sup> )	1,72 (0,11)	1,71 (0,19)	1,70 (0,34)	1,69 (0,37)	1,58 (0,21)	1,66 (0,34)	1,54 (0,12)	1,58 (0,21)	1,71 (0,22)	1,56 (0,27)	1,76 (0,18)	1,80 (0,21)

## Discussão

Apesar de estudos<sup>12-14</sup> apontarem o exercício físico, tanto agudo como crônico, como um interessante método alternativo para aumentar as concentrações de serotonina e seu precursor (triptofano), não é do nosso conhecimento estudos que tenham investigado os efeitos de diferentes intensidades e volumes de exercício aeróbio agudo sobre as concentrações de serotonina e triptofano em mulheres idosas, mesmo sendo essa população (idosos) frequentemente atingida por depressão<sup>9-11</sup> e, conhecidamente essa desordem estar associada às concentrações do neurotransmissor serotonina e seu precursor<sup>4-6</sup>, o que por si, justifica a presente investigação.

Os resultados da presente investigação indicam que o exercício físico aeróbio agudo, parece não aumentar as concentrações de serotonina e triptofano em mulheres idosas, independente da intensidade e volume em que o exercício é realizado. O que está parcialmente de acordo com os achados de CHAOULOFF et al.<sup>26-27</sup>, que não evidenciaram aumentos nas concentrações de serotonina em ratos fisicamente treinados<sup>27</sup> e não treinados<sup>26</sup>, submetidos a duas horas de exercício em esteira realizado em velocidade constante de 20 m.min<sup>-1</sup>.

Entretanto, no que se refere aos dados de triptofano, CHAOULOFF et al.<sup>26-27</sup>, demonstraram haver um aumento significativo após serem submetidos à sessão de exercício acima mencionada. Tal fato pode ser em parte explicado pelo volume do exercício realizado, uma vez que no presente estudo, as sessões de exercício apresentaram volume de apenas 20 e 60 minutos,

diferentemente dos estudos de CHAOULOFF et al.<sup>26-27</sup>, em que o exercício foi realizado por um período de 120 minutos, ou seja, o dobro de tempo do maior volume de exercício testado na presente investigação.

O fato do presente estudo não ter evidenciado diferenças ( $p > 0,05$ ) nas concentrações de triptofano e serotonina após as sessões de exercício pode realmente ser em parte explicado pelo gasto energético, que está intimamente relacionado à intensidade e especialmente do volume de exercício, que, no caso do presente estudo, parece ter sido demasiadamente baixo. O exercício prolongado favorece o aumento de ácidos graxos livres, e, como os ácidos graxos têm uma maior afinidade pela albumina (proteína transportadora) do que o triptofano, isto pode atenuar o grande aumento normal da razão triptofano/aminoácidos de cadeia ramificada (BCAAs) que se espera durante um exercício prolongado<sup>28</sup>. Contudo, devido às sessões de exercício do presente estudo apresentar um volume relativamente baixo, a resposta de aumento dos ácidos graxos mencionada acima, pode ter sido impedida.

Desta forma, torna-se aceitável inferir que as intensidades e, especialmente os volumes aqui investigados, não foram suficientes em induzir alterações nas concentrações de triptofano e serotonina. Vale ressaltar que os volumes testados no presente estudo (12,1  $\pm$  1,2; 20 e 60 minutos) partiu da curiosidade científica de se investigar diferentes volumes de exercício daqueles frequentemente testados (120 minutos).

Ademais, o fato de serem mulheres fisicamente ativas também pode ter afetado as respostas de

triptofano e, por conseguinte, de serotonina, frente à realização de exercício. STRACHAN e MAUGHAN<sup>29</sup>, ao comparar a densidade do transportador de serotonina na membrana de plaquetas entre indivíduos treinados (“endurance”) e sedentários, demonstrou que indivíduos aerobiamente treinados possuem uma maior densidade do transportador de serotonina na membrana de plaquetas do que seus pares sedentários, e que isto está inversamente relacionado com a concentração circulante do seu precursor, o triptofano. Em outras palavras, maior densidade do transportador de serotonina na membrana de plaquetas, menor concentração de triptofano.

Do mesmo modo, JAKEMAN et al.<sup>30</sup>, ao comparar a atividade serotoninérgica por meio da Prolactina entre indivíduos aerobiamente treinados (atletas de endurance) e não treinados, demonstraram que indivíduos treinados apresentam um pico de Prolactina ( $486 \pm 208$  mU l<sup>-1</sup>) estatisticamente inferior ( $p = 0,031$ ) em comparação aos sujeitos não treinados ( $1000 \pm 385$  mU l<sup>-1</sup>). O que em parte pode explicar a não ocorrência de aumento do triptofano e, presumivelmente, da síntese de serotonina no presente estudo. Todavia, vale ressaltar que não há relatos na literatura de estudos que tenham investigado os efeitos de diferentes intensidades e volumes sobre as concentrações de triptofano e serotonina em mulheres idosas, muito menos em mulheres idosas fisicamente ativas. O que por si, justifica a presente investigação, pois, independente do estado de treinamento (sedentário ou ativo), a literatura, até o presente momento, não disponibiliza nenhum estudo com a população investigada.

Por outro lado, STRACHAN e MAUGHAN<sup>31</sup>, ao comparar a atividade serotoninérgica entre indivíduos treinados (“endurance”) e sedentários, frente a um desafio não específico (resposta da administração oral de 30 mg do liberador de serotonina), não evidenciaram diferenças significativas ( $p = 0,81$ ) nas concentrações de Prolactina entre os grupos (treinados e não treinados), sugerindo que o treinamento físico pode não alterar o sistema serotoninérgico.

Outro aspecto que pode ter impedido a alteração nas concentrações de triptofano e serotonina, é o tempo de realização das coletas de sangue venoso. Não obstante, PARK et al.<sup>32</sup>, ao avaliarem os efeitos de uma sessão de exercício aeróbio agudo exaustivo sobre a cinética de triptofano, BCAAs, razão triptofano/BCAAs e ácidos graxos livres entre diferentes genótipos do gene da serotonina (SS, LL e LS) em 40 estudantes da Coreia, não evidenciaram diferenças nas concentrações de triptofano e razão triptofano/BCAAs entre os períodos

pré, imediatamente após o exercício, 30 minutos após e 24 horas após. Desta maneira, consideramos que o melhor momento para a realização da coleta foi o previamente estabelecido, ou seja, imediatamente após, e nenhuma outra coleta suplementar, evitando assim, desconfortos adicionais desnecessários relacionadas às coletas de sangue venoso.

Quanto aos declínios visuais, porém não significativos ( $p > 0,05$ ) das concentrações plasmáticas de triptofano e de serotonina, estes resultados podem estar em parte relacionados com o aumento da atividade da enzima triptofano pirolase, responsável pela atenuação das concentrações do triptofano, acionada por possível aumento da adrenalina e do cortisol em resposta ao exercício físico, especialmente aqueles de alta intensidade (adrenalina) e longa duração (cortisol), bem como também pode estar associado ao nível de estresse psicológico que esse tipo de protocolo pode induzir<sup>33</sup>.

Embora tratar-se de um estudo original, o mesmo apresenta limitações, uma delas foi não ter submetido os mesmos indivíduos as diferentes intensidades e volumes de exercício aqui investigados, o que poderia aumentar a validade interna do experimento. Tal fato pode ser em parte explicado pelo fato da presente investigação fazer parte de um grande projeto longitudinal que avaliou os efeitos de diferentes intensidades e volumes de exercício sobre marcadores bioquímicos e moleculares na população em questão, impossibilitando que os mesmos indivíduos realizassem todas as sessões de exercício.

Adicionalmente, a refeição padrão, também pode ter afetado, ainda que minimamente, os resultados da presente investigação, uma vez que, refeições ricas em aminoácidos e carboidratos, podem afetar significativamente as concentrações de triptofano e, por conseguinte, de serotonina<sup>34-35</sup>. Contudo, vale ressaltar que as refeições padrão oferecidas eram de baixo índice glicêmico (IG = 33,8) e pobre em BCAAs.

Reforçando que a refeição oferecida pode não ter afetado sobremaneira os resultados da presente investigação, LYONS e TRUSWELL<sup>34</sup>, demonstrou que a administração de refeições com carboidratos de alto índice glicêmico em repouso, ou seja, sem exercício físico, induzem um aumento da razão triptofano/BCAAs (ex: leucina, isoleucina, valina)<sup>28,36</sup> em comparação àquelas refeições com baixo índice glicêmico, sendo esta (baixo índice glicêmico), a refeição oferecida as participantes do presente estudo. O possível mecanismo para isso ocorrer, parece ser devido a uma ação direta da insulina, que promove uma captação seletiva de BCAAs pelo músculo esquelético<sup>35</sup>. Desta

maneira, o aumento dessa razão, pode favorecer uma maior entrada de triptofano no cérebro, que por sua vez, pode aumentar a síntese de serotonina<sup>28,37</sup>.

Diante do exposto, no presente estudo, durante o período de repouso, ou seja, pré-exercício, a administração da refeição parece não ter influenciado nos valores de triptofano e, por conseguinte de serotonina, tendo em vista a refeição apresentar um baixo índice glicêmico (IG = 33,8), com reduzida elevação da insulina em comparação com a refeição de alto índice glicêmico.

Por outro lado, durante o exercício físico, especialmente submáximo, caso da maioria das sessões de exercício físico realizadas no presente estudo (LV, LV90, PCR90 e LV60min), administração de carboidratos, ainda que de baixo índice glicêmico, pode modular as concentrações de triptofano e serotonina, na medida em que, o grande aumento na circulação de ácidos graxos que é observada durante o exercício submáximo e prolongado, parece ser, ao menos em parte, bloqueados pela ingestão de carboidratos<sup>28</sup>. E, como os ácidos graxos têm uma maior afinidade pela albumina do que o triptofano, ligado frouxamente, isto iria atenuar o grande aumento normal da razão triptofano/BCAAs que se espera durante um exercício prolongado<sup>28</sup>. No entanto, como mencionado anteriormente, como as sessões de exercício do presente estudo apresentam um volume relativamente baixo, a refeição padrão de baixo índice glicêmico pode não ter afetado sobremaneira as variáveis em questão, uma vez que a resposta acima mencionada ocorre em resposta do exercício prolongado.

No que se refere à ingestão de BCAAs, está pode reduzir a razão triptofano/BCAAs e, presumivelmente, a síntese de serotonina, devido à diminuição do transporte através da barreira hematoencefálica. Como os BCAAs competem com o triptofano pelo mesmo sítio de transporte através da barreira hematoencefálica, uma redução desta razão, pode, por sua vez, diminuir a quantidade de triptofano dentro do cérebro, limitando assim, a síntese de serotonina<sup>28,38</sup>. Entretanto, como previamente mencionado, a refeição padrão aqui oferecida continha baixas quantidades de BCAAs.

Dado os argumentos acima, torna-se crível assumir que o jejum oferecido pode não ter influenciado de maneira importante as concentrações de triptofano e, por conseguinte, serotonina no presente estudo, na medida em que, a refeição padrão oferecida às voluntárias era de baixo índice glicêmico e pobre em alimentos que contem BCAAs (alimentos à base de soja, carnes e peixes, leguminosas, produtos lácteos e ovos).

Todavia, muito embora o presente estudo apresente limitações, é válido destacar que não é do nosso conhecimento estudos que tenham investigado os efeitos de diferentes intensidades e volumes de exercício aeróbio sobre as concentrações de triptofano e serotonina em mulheres idosas.

Em conclusão, sessões agudas de exercícios físicos de natureza aeróbia, com duração de 20 ou 60 minutos, não apresentaram aumentos nas concentrações de serotonina e triptofano em mulheres idosas fisicamente ativas.

## Abstract

Acute effects of different intensities and amounts of aerobic exercise on the concentrations of tryptophan and serotonin in physically active elderly women

Aging causes a decrease in the concentration of serotonin, which in turn, can produce abnormalities of behavior as aggression, insomnia, suicidal or criminal behavior and loss of sexual desire. However, studies show that aerobic exercise seems to increase acutely the concentrations of tryptophan and serotonin. Furthermore, there are no reports of studies that have investigated the effects of different intensities and volumes of aerobic exercise on the concentrations of tryptophan and serotonin in older women physically active. The aim of this study was to determine the acute effects of different intensities and volumes of aerobic exercise on the levels of tryptophan and serotonin in older women. For this, 49 older women (aged 60 to 75 years) physically active were divided into six groups: being a control group (CG, n = 8) and five experimental groups: 1) aerobic exercise performed at 90% of ventilatory threshold (VT90, n = 8); 2) intensity exercise performed at ventilatory threshold (VT, n = 8); 3) intensity exercise performed on 90% of the respiratory compensation point (RCP90, n = 8), each with lasting 20 min; 4) maximal incremental test (MIT, n = 8); and 5) exercise held in ventilatory threshold intensity with lasting 60 min (VT60min, n = 9). Before and after completion of the exercise sessions, venous blood samples were collected to quantify the levels of tryptophan and serotonin. There were no differences ( $p > 0.05$ ) between and within groups in the concentrations of serotonin and tryptophan. In



conclusion, acute bouts of aerobic exercise performed at different intensities and volumes did not result in significant changes in the concentrations of serotonin and tryptophan in older women.

KEY WORDS: Aging; Neurotransmitter; Health of the elderly; Biological markers; Physical exercise.

## Notas

Jônatas de França Barros é docente do Programa de Pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Marcelo Magalhães Sales é discente do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Educação Física da Universidade Católica de Brasília.

Rodrigo Alberto Vieira Browne é discente do Programa de Pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## Referências

1. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira. Brasília: IBGE; 2012. [citado 25 jul. 2013]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/indicadoresminimos/sinteseindicsoais2012/default.shtm>.
2. UN. United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Nations U. World population ageing: 1950-2050. New York; 2001. p.11-3. Available from: <http://www.un.org/esa/population/publications/worldageing19502050/>.
3. Guimarães LHCT, Galdino DCA, Martins FLM, Vitorino DFM, Pereira KL, Carvalho EM. Comparação da propensão de quedas entre idosos que praticam atividade física e idosos sedentários. *Rev Neurocienc.* 2004;12:68-72.
4. Meek JL, Bertilsson L, Cheney DL, Zsilla G, Costa E. Aging-induced changes in acetylcholine and serotonin content of discrete brain nuclei. *J Gerontol.* 1977;32:129-31.
5. Sparks DL, Markesbery WR, Slevin JT. Age-associated alteration of serotonergic synaptic neurochemistry in rat rostral hypothalamus. *Neurobiol Aging.* 1985;6:213-7.
6. Hussain AM, Mitra AK. Effect of aging on tryptophan hydroxylase in rat brain: implications on serotonin level. *Drug Metab Dispos.* 2000;28:1038-42.
7. Frazer A, Hensler J. Serotonin. In: Siegel G, Agranoff B, Albers R, Molinoff B, editors. *Basic neurochemistry: molecular and medical aspects.* 5th ed. New York: Raven Press; 1994. p.283-308.
8. Lerer B, Gillon D, Lichtenberg P, Gorfine M, Gelfin Y, Shapira B. Interrelationship of age, depression, and central serotonergic function: evidence from fenfluramine challenge studies. *Int Psychogeriatr.* 1996;8:83-102.
9. Newmann JP. Aging and depression. *Psychol Aging.* 1989;4:150-65.
10. Kasl-Godley JE, Gatz M, Fiske A. Depression and depressive symptoms in old age. In: Nordhus IH, VandenBos GR, Bergstrom SM, Fromholt P, editors. *Clinical geropsychology.* Washington: American Psychological Association; 1998. p.211-7.
11. Fiske A, Kasl-Godley JE, Gatz M. Mood disorders in late life. In: Bellack A, Hersen M, editors. *Comprehensive clinical psychology.* Oxford: Elsevier Science; 1998. p.193-229.
12. Hemat-Far A, Shahsavari A, Mousavi SR. Effects of selected aerobic exercises on the depression and concentrations of plasma serotonin in the depressed female students aged 18 to 25. *J Appl Res Clin Exp Ther.* 2012;12:47-52.
13. Mazzola PN, Moraes TB, Pederzoli CD, et al. Exercício aeróbico agudo restaura a concentração de triptofano em cérebro de ratos com hiperfenilalaninemia. *Rev Bras Med Esporte.* 2009;18:338-40.
14. Chaouloff F. Influence of physical exercise on 5-HT1A receptor- and anxiety-related behaviours. *Neurosci Lett.* 1994; 176:226-30.
15. Young SN. How to increase serotonin in the human brain without drugs. *J Psychiatry Neurosci.* 2007;32:394-9.
16. Nóbrega OT, Faleiros VP, Telles JL. Gerontology in the developing Brazil: achievements and challenges in public policies. *Geriatr Gerontol Int.* 2009;9:135-9.
17. Spirduso WW, Francis LD, McRae PG. *Physical dimension of aging.* 2nd ed. Champaign: Human Kinetics; 2005.
18. Brasil. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução n.466, de 12 de dezembro de 2012. *Diário Oficial da União, Brasília* (13 jun. 2013); Sec.1:59. Disponível em: [http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/reso\\_12.htm](http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/reso_12.htm).

19. Lohman T, Roache A, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics; 1988.
20. Guimarães J, Stein R, Vilas-Boas F. Normatização de técnicas e equipamentos para realização de exames em ergometria e ergoespirometria. *Arq Bras Cardiol.* 2003;80:457-64.
21. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14:377-81.
22. Skinner JS, McLellan TH. The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Res Q Exerc Sport.* 1980;51:234-48.
23. Pesce AJ, Kaplan LA. *Methods in clinical chemistry.* Washington: C.V. Mosby; 1987.
24. Woodward C, Henderson Junior JW. High-speed amino acid analysis (AAA) on 1.8  $\mu$ m reversed-phase (RP) columns. Santa Clara: Agilent Technologies; 2007. p.1-14. [cited 2013 Jul 31]. Available from: <http://www.chem.agilent.com/Library/support/documents/5989-6297en.pdf>.
25. Gomes FP. *Curso de estatística experimental.* 13a ed. São Paulo: ESALQ/USP; 1985.
26. Chaouloff F, Kennett GA, Serrurier B, Merino D, Curzon G. Amino acid analysis demonstrates that increased plasma free tryptophan causes the increase of brain tryptophan during exercise in the rat. *J Neurochem.* 1986;46:1647-50.
27. Chaouloff F, Laude D, Merino D, Serrurier B, Guezennec Y, Elghozi JL. Amphetamine and alpha-methyl-p-tyrosine affect the exercise-induced imbalance between the availability of tryptophan and synthesis of serotonin in the brain of the rat. *Neuropharmacology.* 1987;26:1099-106.
28. Davis JM, Alderson NL, Welsh RS. Serotonin and central nervous system fatigue: nutritional considerations. *Am J Clin Nutr.* 2000;72:573S-8S.
29. Strachan AT, Maughan RJ. Platelet serotonin transporter density and related parameters in endurance-trained and sedentary male subjects. *Acta Physiol Scand.* 1998;163:165-71.
30. Jakeman PM, Hawthorne JE, Maxwell SR, Kendall MJ, Holder G. Evidence for downregulation of hypothalamic 5-hydroxytryptamine receptor function in endurance-trained athletes. *Exp Physiol.* 1994;79:461-4.
31. Strachan AT, Maughan RJ. The hormonal response to a d-fenfluramine challenge in trained and sedentary men. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31:547-53.
32. Park, DH, Kim CS, Joung, DS, et al. Responses of blood FFA, f-Trp, BCAAs and the ratio of f-Trp/BCAAs to an exhaustive exercise according to the polymorphism of serotonin transporter gene. *Int J Appl Sport Sci.* 2006;18:74-95.
33. Strüder HK, Weicker H. Physiology and pathophysiology of the serotonergic system and its implications on mental and physical performance. Part I. *Int J Sports Med.* 2001;22:467-81.
34. Lyons P, Truswell A. Serotonin precursor influenced by type of carbohydrate meal in healthy adults. *Am J Clin Nutr.* 1988;47:433-9.
35. Berry EM, Growdon JH, Wurtman JJ, Caballero B, Wurtman RJ. A balanced carbohydrate: protein diet in the management of Parkinson's disease. *Neurology.* 1991;41:1295-7.
36. Fernstrom JD, Wurtman RJ. Brain serotonin content: physiological regulation by plasma neutral amino acids. *Science.* 1972;178:414-6.
37. Blum I, Vered Y, Graff E, et al. The influence of meal composition on plasma serotonin and norepinephrine concentrations. *Metabolism.* 1992;41:137-40.
38. Newsholme EA, Blomstrand E. The plasma level of some amino acids and physical and mental fatigue. *Experientia.* 1996;52:413-5.

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de estudo em nível de mestrado e doutorado.

### ENDEREÇO

Rodrigo Alberto Vieira Browne  
Programa de Pós-graduação em Educação Física  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Av. Senador Salgado Filho, 3000  
59078-970 - Natal - RN - BRASIL  
e-mail: rodrigodenatal@gmail.com

Recebido para publicação: 15/09/2013  
1a. Revisão: 11/03/2014  
Aceito: 10/06/2014