

RESUMO

O tecido adiposo marrom (BAT) é essencial para o gasto energético. Sua ativação aumenta durante o exercício físico, contribuindo para a melhora do metabolismo. A atividade física pode estimular sua função, promovendo a regulação do peso corporal e impulsionando a saúde metabólica. A presente tese teve por objetivo, estudar a resposta termogênica do tecido adiposo marrom e a utilização de macronutrientes em indivíduos fisicamente ativos do sexo masculino após ingestão de cafeína e uma sessão de treinamento aeróbico de intensidade moderada e treinamento intervalado de alta intensidade. Este foi um estudo *quasi*-experimental cruzado. Os participantes (n = 36) eram jogadores de futebol profissionais. Os participantes foram estratificados em grupos com alta atividade do tecido adiposo marrom (HBAT) (n = 16) ou baixa atividade do tecido adiposo marrom (LBAT) (n = 20) usando termografia infravermelha (TI). Cada grupo completou aleatoriamente uma sessão de treinamento aeróbico contínuo (EX) e um treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) em duas sessões separadas, com 7 dias de intervalo. Uma hora antes das medições, cada sujeito foi aleatoriamente designado para consumir uma cápsula de cafeína (375 mg) ou placebo. Resultados metabólicos (gasto energético: EE; oxidação do substrato) foram monitorados por ergoespirometria respiração a respiração durante o exercício e 30 min de recuperação. Quanto aos resultados, a regressão polinomial revelou gasto energético (GE) significativamente maior nos grupos HBAT vs. LBAT (+25%, $p < 0,01$), com um pico de EE no HIIT-HBAT ($3,7 \pm 0,2$ vs. $2,9 \pm 0,3$ kcal min^{-1} no EX-LBAT; $p = 0,004$). O GE diminuiu linearmente em todos os grupos (R^2 ajustado = 0,93). A oxidação de carboidratos (CHO) mostrou um declínio bifásico (platô até 40 min, depois queda; $R^2 = 0,91$), sem diferenças entre os grupos ($p = 0,27$). A oxidação lipídica (LIP) atingiu o pico mais tarde nos grupos HBAT (50 min: +15% vs. LBAT; $p \leq 0,0003$), particularmente após HIIT ($R^2 = 0,89$). A oxidação proteica (PTN) permaneceu baixa e semelhante em todos os grupos ($p > 0,06$). Em conclusão, a atividade do BAT amplifica o GE induzido pelo exercício e aumenta a utilização do LIP ao final do exercício, com o HIIT produzindo os efeitos metabólicos mais intensos em indivíduos com HBAT. Esses achados destacam o papel do BAT na modulação do metabolismo do exercício. Além disso, um efeito sinérgico entre o BAT e a cafeína produziu maior GE em todos os grupos.

Palavras-chave: Cafeína, Tecido adiposo marrom, Termografia infravermelha, Exercício aeróbico, Exercício intervalado de alta intensidade, Metabolismo.

ABSTRACT

Brown adipose tissue (BAT) is essential for energy expenditure. Its activation increases during physical exercise, contributing to improved metabolism. Physical activity can stimulate its function, promote body weight regulation and boosting metabolic health. This thesis aimed to study the thermogenic response of BAT and macronutrient utilization in physically active male individuals after caffeine ingestion and a moderate-intensity aerobic training session and high-intensity interval training. This was a *quasi*-experimental, crossover study. Participants (n = 36) were professional soccer players. Participants were stratified into groups with high BAT activity (n = 16) or low BAT activity (n = 20) using infrared thermography (IT). Each group randomly completed a continuous aerobic training (EX) session and a high-intensity interval training (HIIT) session in two separate sessions, 7 days apart. One hour before measurements, each subject was randomly assigned to consume a caffeine capsule (375 mg) or placebo. Metabolic outcomes (energy expenditure: EE; substrate oxidation) were monitored by breath-by-breath ergospirometry during exercise and 30 min of recovery. The main results indicate that polynomial regression revealed significantly higher energy expenditure (EE) in the HBAT vs. LBAT groups (+25%, $p < 0.01$), with a peak EE in the HIIT-HBAT (3.7 ± 0.2 vs. 2.9 ± 0.3 kcal min⁻¹ in EX-LBAT; $p = 0.004$). EE decreased linearly in all groups (adjusted $R^2 = 0.93$). Carbohydrate oxidation (CHO) showed a biphasic decline (plateau until 40 min, then decline; $R^2 = 0.91$), with no differences between groups ($p = 0.27$). Lipid oxidation (LIP) peaked later in the HBAT groups (50 min: +15% vs. LBAT; $p \leq 0.0003$), particularly after HIIT ($R^2 = 0.89$). Protein oxidation (PTN) remained low and similar in all groups ($p > 0.06$). In conclusion, BAT activity amplifies exercise-induced EE and increases LIP utilization at the end of exercise, with HIIT producing the most intense metabolic effects in individuals with HBAT. These findings highlight the role of BAT in modulating exercise metabolism. Furthermore, a synergistic effect between BAT and caffeine produced greater EE in all groups.