ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA DE CORRENTE CONTINUA APLICADA EM ATLETAS DE CICLISMO: UMA ANÁLISE DE DESEMPENHO

Cristiano Guimarães Bento (CNPq), Julio Cezar Schamne, Nilo Massaru Okuno,
e-mail: nilookuno@yahoo.com.
Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Educação Física.

Área: Ciências da saúde
Subárea: Educação Física

Palavras-chave: Estimulação elétrica, Frequência cardíaca, Alto rendimento.

Resumo
A estimulação transcraniana de corrente contínua (ETCC) é uma técnica não invasiva neurorreguladora, que age facilitando a despolarização da membrana neuronal e que pode melhorar o desempenho físico. O objetivo do presente estudo foi verificar como a ETCC pode influenciar na frequência cardíaca (FC), percepção subjetiva de esforço (PSE) e no desempenho de ciclistas em uma prova de 10 km. O estudo foi composto por 14 ciclistas, submetidos a sessões de ETCC ou *sham* distribuídas aleatoriamente em dois dias não consecutivos, seguido por teste contrarrelógio de 10 km em um ciclossimulador. A análise de dados revelou que a ETCC diminuiu o tempo até a conclusão de prova (988 ± 39 s) em relação a situação *sham* (1013 ± 56 s; $p < 0,05$) e mostrou que não houve alteração na FC e PSE na comparação ETCC e *sham*. Conclui-se que a ETCC anódica pode aumentar o desempenho de atletas de ciclismo em uma prova simulada de 10 km realizada em um ciclossimulador, sem diferença na FC e na PSE em comparação a situação *sham*.

Introdução

A ETCC é uma técnica não-invasiva que consiste em uma estimulação de regiões do cérebro a fim de trazer efeitos neurorreguladores seguros (BOGGIO et al., 2006). Ela é considerada uma forma de tratamento para doenças cerebrais como Esquizofrenia (SHIOZAWA et al., 2013) e Fibromialgia (RIBERTO, 2008) e também tem sido empregada no aumento do desempenho físico (OKANO et al., 2013).

A ETCC está associada a mecanismos de ação que podem ser de característica facilitadora que é imposto pelo ânodo e característica inibitória este que é oriunda da estimulação do cátodo. Estudos buscam elucidar a influência da ação do cérebro no desempenho, relacionando a atividade cerebral com a sensação de fadiga. A fadiga muscular pode ser considerada como uma grande barreira para atletas, visto que um índice de fadiga maior pode reduzir o desempenho e aumentar a percepção subjetiva de esforço (PSE) (ENOKA e STUART, 1992).

Alguns trabalhos associaram a ETCC com o desempenho motor e melhora de performance devido ao aumento da excitabilidade do córtex motor. Cogiamanian et al. (2007) demonstraram que a ETCC anódica aplicada no córtex motor aumentou o tempo até a exaustão em um exercício isométrico de flexão de cotovelo. Willians et al. (2013) observaram que a ETCC anódica aumentou o tempo até a falha em uma contração isométrica submáxima. Já Vitor-Costa et al. (2015) verificaram que a ETCC anodal aumentou a tolerância em um teste de carga constante a 80% da

potência em um ciclossimulador sem alteração na PSE e na frequência cardíaca (FC) em relação a situação *sham*.

Em geral, as provas de estrada no ciclismo variam em relação a distância, altimetria e tempo de execução da prova. Em provas que têm maiores percursos é comum a utilização de estratégias de provas, e com característica de tarefa fechada (ex. distância fixa e velocidade variável). No entanto, a maioria dos estudos procura realizar protocolos com tarefa aberta (ex. intensidade fixa e tempo variável), o que influência em parte na validade ecológica pensando em desempenho .

Assim, este estudo buscou verificar o efeito da ETCC sobre o desempenho e as possíveis influências sobre a FC e PSE em uma prova de 10 km no ciclismo.

Material e Métodos

Participaram do estudo 14 atletas (idade = 30,7 ± 8,8 anos, estatura = 1,75 ± 0,04 m, massa corporal = 73,9 ± 8,2 kg, IMC = 23,5 ± 2,5 kg/m², percentual de gordura = 11,3 ± 1,7%) com no mínimo 6 meses de treinamento.

A coleta de dados foi realizada em dois dias não consecutivos. Os indivíduos foram orientados a não praticar atividade física, um período de 24 hrs antes dos testes. Todas as sessões foram conduzidas no mesmo período do dia. No primeiro dia foi realizada avaliações antropométricas. Em seguida, os atletas foram submetidos a ETCC ou situação *sham*, realizadas em dias diferentes de maneira aleatória, seguido pelo teste no ciclossimulador (1 ou 2): 1) Prova de 10 km com aplicação prévia de ETCC; 2) Prova de 10 km sem aplicação prévia de ETCC (*sham*). O intervalo entre as sessões foi de pelo menos 48h. Os procedimentos do estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual de Ponta Grossa (Parecer nº 2.623.968).
Antes do início dos testes foi realizado um trabalho de adaptação no ciclossimulador as características físicas de cada atleta e aquecimento. Em seguida, foi iniciado a gravação de FC (Polar V800) e dado início ao teste. A prova foi realizada em um ciclossimulador conectado a um *software* Race Mate One™. Nesse simulador de corridas, nele foi elaborado o trajeto de 10 Km sem mudanças na altimetria da prova. A potência foi registada, sendo considerada a média da prova, o tempo de prova foi cronometrado pelo software. A FC e a PSE foram registradas a cada 1 km de distância percorrida.
A ETCC foi conduzida de acordo com as orientações de Vitor-Costa et al. (2015). Dessa forma a corrente foi aplicada por um eletroestimulador (ApeX Type A) com dois eletrodos de 42 cm² embebidos em uma solução salina. Para o posicionamento dos eletrodos foi usado o sistema de mapeamento 10-20 do EEG, sendo posicionado o ânodo na região Cz, para que o estímulo atingisse ambos os hemisférios (exercício para ambos os membros inferiores), e o cátodo foi posicionado na protuberância occipital. A intensidade de corrente foi de 2 mA por 13 minutos, a situação *sham* teve duração igual e foi realizado a montagem dos elétrodos igual a situação com ETCC, mas a aplicação de corrente elétrica foi desligada após os primeiros 30s e ligada novamente nos 30s finais.
Os dados estão apresentados em média e desvio padrão. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. O tempo de prova, potência e velocidade média entre as duas situações foram comparados por meio do teste t de Student para amostras dependentes. A FC e a PSE a das sessões *sham* e ETCC foi comparada por meio do teste t de Student ou pelo teste de Wilcoxon, de acordo com a distribuição dos dados.

Resultados e Discussão

Nas variáveis do desempenho, o tempo de prova foi menor na situação ETCC (988 ± 39 s) em relação a situação *sham* (1013 ± 56 s, $p < 0,05$), enquanto que consequentemente a potência e a velocidade média durante a prova foram maiores na situação ETCC (potência = 256 ± 24 W; velocidade = 36,3 ± 1,4 km/h) em relação a situação *sham* (potência = 242 ± 29 W; velocidade = 35,6 ± 1,8 km/h; $p < 0,05$).

Não foram constatadas diferenças significativas nas variáveis de PSE e FC analisadas a cada 1 km quando comparadas a situação ETCC com a situação *sham* ($p > 0,05$).

Os principais achados deste estudo mostram que a ETCC foi capaz de aumentar o desempenho de atletas de ciclismo em uma prova de 10 km, sem que haja mudanças significativas nas variáveis FC e PSE dos atletas. Nossos resultados são semelhantes aos de Vitor-Costa et al. (2015), que investigaram os efeitos da ETCC no tempo até a exaustão em um exercício de carga constante de alta intensidade, concluindo que a ETCC foi capaz de aumentar a tolerância ao exercício sem mudanças em variáveis como FC, PSE e na eletromiografia.

Os achados também foram de acordo com os de Cogiamanian et al. (2007), que investigaram os efeitos da ETCC no tempo até a exaustão em uma contração isométrica submáxima dos flexores do cotovelo, e concluíram que a ETCC anódica aumentou o tempo de tolerância ao exercício.

Para os dados de PSE e FC, os dados vão de encontro com Okano et al. (2013), que verificaram os efeitos da ETCC sobre o desempenho, PSE e FC em um teste incremental realizado em um cicloergômetro. Em seu estudo os autores observaram que a ETCC aumentou o desempenho, porém a PSE e FC foram menores na situação com ETCC em relação a situação *sham*. Nesse estudo o eletrodo anódico foi posicionado na região T3 e o eletrodo catódico foi posicionado na região Fp2, visando modular a atividade com córtex temporal e córtex insular. Segundo os autores, o posicionamento dos eletrodos pode ter influenciado na atividade do córtex pré-frontal região envolvida no controle cortical da regulação cardíaca e também envolvida na tomada de decisões e PSE. A posição adotada em nosso estudo foi para aumentar a excitabilidade do córtex motor de ambos os hemisférios (posição Cz). Nessa configuração a corrente elétrica não interferiu nas atividades de regiões responsáveis pela PSE e regulação cardíaca.

Os achados evidenciam que a aplicação de ETCC pode aumentar a performance em atletas durante a realização de uma situação competitiva, supostamente devido ao aumento da excitabilidade da região do córtex motor. Com isso, os indivíduos tiveram aumento na excitabilidade e facilitação intracortical. A ETCC anódica pode aumentar a excitabilidade e diminuir o tempo de realização da tarefa imposta, e dependendo da região alvo, não interferir em variáveis fisiológicas (FC) e perceptíveis (PSE). Porém, outras regiões dos hemisférios cerebrais podem ser atingidas de maneira indireta. Mais estudos são necessários com a ETCC focando diferentes regiões alvos e relacioná-los ao desempenho atlético.

Conclusão

Conclui-se que a ETCC anódica aplicada ao córtex motor pode aumentar a performance de atletas de ciclismo em uma prova de 10 km em um ciclossimulador, sem alterar a FC e PSE em comparação a situação *sham*. A ETCC por se tratar de uma técnica de baixo custo e fácil acesso, é possível sua implementação no meio do alto rendimento, principalmente em provas de contrarrelógio do ciclismo.

ISSN 1676-0093

Agradecimentos
Gostaria de agradecer os voluntários que participaram do estudo, a UEPG que forneceu a estrutura necessária para a realização do estudo e ao CNPq pelo apoio financeiro.

Referências

BOGGIO, P. S.; FERRUCCI, R.; RIGONATTI, S. P.; COVRE, P.; NITSCHE, M.; PASCUAL-LEONE, A.; FREGNI, F. Effects of transcranial direct current stimulation on working memory in patients with Parkinson's disease. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 249, n. 1, p. 31-38, 2006.

COGIAMANIAN, F.; MARCEGLIA, S.; ARDOLINO, G.; BARBIERI, S.; PRIORI, A. Improved isometric force endurance after transcranial direct current stimulation over the human motor cortical areas**. European Journal of Neuroscience**, v. 26, n. 1, p. 242-249, 2007.

ENOKA, R. M.; STUART, D. G. Neurobiology of muscle fatigue. **Journal of Applied Physiology**., v. 72, n. 5, p.1631- 1648, 1992.

MURRAY, L. M.; EDWARDS, D. J.; RUFFINI, G.; LABAR, D.; SATAMPS, A.; PASCUAL-LEONE, A.; CORTES, M. Intensity dependent effects of transcranial direct current stimulation on corticospinal excitability in chronic spinal cord injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 96, n. 4, p. 114-121, 2015.

NITSCHE, M. A.; LIEBETANZ, D. ANTAL, A.; LANG, N.; TERGAU, F.; PAULUS, W. Modulation of cortical excitability by weak direct current stimulation-technical, safety and functional aspects. **Supplements to Clinical Neurophysiology**, v. 56, p. 255-276; 2003.

OKANO, A. H.; MONTENEGRO, R. A.; FARINATTI, P. T. V.; LI, M. N.; BRUNONI, A. R.; FONTES, E. B. Estimulação cerebral na promoção da saúde e melhoria do desempenho físico. **Revista Brasileira Educação Física e Esporte**, v. 27, n. 2, 2013.

RIBERTO, M.; ALFIERI, F. M.; PACHECO, K. M. B.; LEITE, V. D.; KAIHAMI, H. N.; FREGNI, F.; BATTISTELLA, L. R**.** Estimulação transcraniana com corrente contínua associada ao tratamento multidisciplinar da fibromialgia: um estudo duplo cego, aleatorizado e controlado**. The Open Rheumatology Journal**, v. 5, n.1, p. 45-50, 2011

SHIOZAWA, P.; SILVA, M. E.; FREGNI, F.; BRUNONI, A. R.; CORDEIRO, Q. Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua sobre memória operacional e controle motor. **Arquivos médicos dos hospitais e da Faculdade de ciências da medicina de São Paulo**. v. 58, 2013.

VITOR-COSTA, M.; OKUNO, N. M.; BORTOLOTTI, H.; BERTOLLO, M.; BOGGIO, P. S.; FREGNI, F.; ALTIMARI, L. R. Improving cycling performance: Transcranial direct current stimulation increases time to exhaustion in cycling**. Plos One**, v. 10, p. 1-15, 2015.

WILLIANS, P.S.; HOFFMAN, R. L.; CLARCK, B. C. Preliminary evidence that anodal transcranial direct current stimulation enhances time to task failure of a sustained submaximal contraction. **Plos One**, v.8, p.1371-1410, 2013.