

UNIVERSIDADE SALGADO DE OLIVEIRA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ATIVIDADE FÍSICA

GUILHERME MORAES RODRIGUES

Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua anódica sobre o volume repetições e percepção de dor no exercício supino reto

Niterói
2021

GUILHERME MORAES RODRIGUES

Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua anódica sobre o volume repetições e percepção de dor no exercício supino reto

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ciências da Atividade Física da Universidade Salgado de Oliveira, como pré-requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Atividade Física.

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Lattari Rayol Prati

Co-orientador: Prof. Dr. Sérgio Eduardo de Carvalho Machado

Niterói
2021

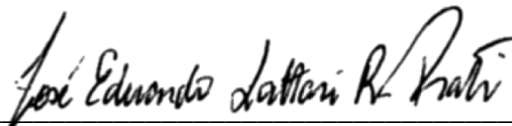
CIP - Catalogação na Publicação

R696	<p>Rodrigues, Guilherme Moraes. Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua anódica sobre o volume repetições e percepção de dor no exercício supino reto. / Guilherme Moraes Rodrigues. -- Niterói, RJ, 2021. xiii, 14-67p.; il. [Numeração da publicação: [i] – xiii, 14-67]. Referências: P. 52-57. Anexo: P. 58-67.</p> <p>Orientador: PhD. José Eduardo Lattari Rayol Prati. Coorientador: PhD. Sérgio Eduardo de Carvalho Machado Dissertação (Mestrado em Ciências da Atividade Física) – Universidade Salgado de Oliveira, 2021.</p> <p>1. Exercícios físicos. 2. Aptidão física. 3. Músculos – Fisiologia. 4. Neuromodulação. I. TÍTULO.</p> <p style="text-align: right;">CDD 613.7</p>
------	--

GUILHERME MORAES RODRIGUES

“EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA ANÓDICA SOBRE O VOLUME DE REPETIÇÕES E PERCEPÇÃO DE DOR NO EXERCÍCIO SUPINO RETO.”

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física da Universidade Salgado de Oliveira, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências da Atividade Física, aprovada no dia 26 de abril de 2021 pela banca examinadora, composta pelos professores:



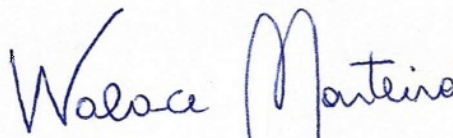
Prof. Dr. José Eduardo Lattari Rayol Prati

Professor do PPG em Ciências da Atividade Física da Universidade Salgado de Oliveira
(UNIVERSO)



Prof. Dr. Bruno Ribeiro Ramalho de Oliveira

Professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ



Prof. Dr. Wallace David Monteiro

Professor do PPG em Ciências da Atividade Física da Universidade Salgado de Oliveira
(UNIVERSO)

LISTA DE ABREVIATURAS

1RM - Uma repetição máxima;
ACSM - American College of Sports Medicine;
AIQ – Amplitude Interquartil
AIVD - Atividades Instrumentais da Vida Diária;
AMPA - *alpha-amino-3-hydroxy-5-methyl-4-isoxazolpropionic*;
ANOVA - Análise de Variância;
AVI – Atividades da Vida Diária;
Ca⁺ - Íon de Cálcio;
CCI - Coeficiente de Correlação Intraclasse;
CPFDL – Córtex pré-frontal dorsolateral;
CPFDLE - Córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo;
CSO – Córtex supra orbital;
DLD - Depressão de longa duração.
DP – Desvio Padrão;
EEG – Eletroencefalografia;
EMG – Eletromiografia;
EMT – Estimulação Magnética Transcraniana;
EMTr – Estimulação Magnética Transcraniana repetida;
ETCC - Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua;
ETCC-a - Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua Anódica;
ETCC-c - Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua Catódica;
GABA - ácido gama-aminobutírico;
KG – Quilograma;
M – Média;
mA – Miliampères;
MED – Mediana;
Min – Minutos;
mV – Milivolts;
Na⁺ - Íon de Sódio;
NMDA - *N-methyl-D-aspartate*;
PAR-Q – Questionário de Prontidão para Atividade Física;
PLD - Potenciação de longa duração;
PSE - Percepção Subjetiva de Esforço;
Sham – Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua Placebo;
SR – Supino Reto;
TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;
TR – Treinamento resistido.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Procedimentos experimentais da pesquisa Pág. 38
- Figura 2 – Comparação dos protocolos de ETCC-a e *Sham* Pág. 40
- Figura 3 – Total de repetições nas condições ETCC-a e Sham com Pág. 45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Respostas da percepção de dor	Pág. 43
Tabela 2 – Sensações percebida nas diferentes condições experimentais	Pág. 43

LISTA DE ANEXOS

Anexo I – Questionário de prontidão para a atividade física (PAR-Q)	Pág. 58
Anexo II – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)	Pág. 59
Anexo III – Parecer Consubstanciado do CEP.....	Pág. 62
Anexo IV – Anamnese	Pág. 65
Anexo V – Tabela adaptada CR10 de Borg (1998)	Pág. 66
Anexo VI – Questionário de sensações relacionadas à ETCC	Pág. 67

RESUMO

RODRIGUES, Guilherme Moraes. Universidade Salgado de Oliveira. Dissertação de Mestrado. **Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua anódica sobre o volume repetições e percepção de dor no exercício supino reto.** 67 pp., 2021.

Introdução: No treinamento resistido, o volume tem se apresentado como uma importante variável para os ganhos de força muscular. Contudo, este pode ser limitado pela fadiga e sensações desagradáveis associadas aos exercícios extenuantes. Nesse sentido, a estimulação transcraniana por corrente contínua anódica (ETCC-a), tem demonstrado possíveis redução da percepção subjetiva de dor, além das evidências em favor do aumento do volume de treinamento. Porém, até o momento, os possíveis efeitos desta técnica não foram investigados em um protocolo que possa ser generalizado para a prática das academias de musculação. **Objetivo:** Investigar o efeito da ETCC-a sobre o volume de treinamento e a percepção da dor no supino reto em homens avançados no treinamento resistido. **Métodos:** Doze homens treinados em força foram submetidos a quatro visitas, sendo duas referentes às avaliações iniciais e duas da fase experimental. Na primeira visita os sujeitos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), responderam ao questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q), realizaram o teste da carga de 1RM, familiarização com a escala de Borg (1998) e procedimentos experimentais. Na segunda visita, realizaram o reteste da carga de 1RM e foram familiarizados com a escala de Borg (1998) e com os procedimentos experimentais novamente. Na fase experimental, os sujeitos realizaram, de forma cruzada e randomizada, duas condições experimentais: ETCC-a e Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua placebo (*Sham*). Na ETCC-a, foi aplicado uma corrente de 2mA por 20 min. Já na condição *Sham*, foi realizado um procedimento de cegamento com 1min de estimulação ativa e o restante dos 20min com o posicionamento dos eletrodos preservados, porém sem haver estimulação. Após a estimulação, foram realizadas 2 séries de 5 repetições, seguida de uma série de repetições máximas no supino reto. A carga utilizada foi de 70% de 1RM com 1 min de intervalo entre as séries. O volume de treinamento foi registrado através do número de repetições totais e a percepção da dor foi mensurada ao final de cada série do exercício por meio da escala CR10 de

Borg (1998). **Resultados:** Não foi observada uma diferença significativa ($p>0,05$) entre as condições para o volume de treinamento (ETCC-a: $19,5 \pm 2,7$ repetições e *Sham*: $19,3 \pm 2,5$ repetições) ou para a percepção de dor (ETCC-a: $3,5 \pm 4$ e *Sham*: $3 \pm 3,5$). **Conclusão:** A ETCC-a, aplicada sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo parece não influenciar o volume de treinamento ou percepção de dor no supino reto, em homens avançados no treinamento resistido.

Palavras-Chave: exercício físico; treinamento resistido; neuromodulação; força muscular.

ABSTRACT

RODRIGUES, Guilherme Moraes. Universidade Salgado de Oliveira. Dissertação de Mestrado. **Effects of anodal transcranial direct current stimulation on repetition volume and pain perception in the bench press exercise.** 67 pp., 2021.

Introduction: In resistance training, volume has been shown to be an important variable for muscular strength gains. However, this can be limited by fatigue and unpleasant sensations associated with strenuous exercise. In this sense, anodic transcranial direct current stimulation (a-tDCS) has shown a possible reduction in the subjective perception of pain, in addition of evidence of its capacity of increasing training volume. However, until now, the possible effects of this technique have not been investigated in a protocol that can be generalized for practical strength training, as in gyms. **Objective:** To investigate the effect of a-tDCS on training volume and pain perception in the bench press in advanced resistance trained men. **Methods:** Twelve advanced strength-trained men underwent four visits, two referring to the initial assessments and two to the experimental phase. In the initial evaluations, the subjects signed the informed consent form (ICF), answered the physical activity readiness questionnaire (PAR-Q), performed a test and retest of the 1RM load in the bench press and were familiarized with the Borg scale (1998) and with the experimental procedures. In the experimental phase, the subjects performed, in a crossed and randomized way, two experimental conditions: a-tDCS and a placebo transcranial direct current stimulation (Sham). In a-tDCS, a current of 2mA was applied for 20 min. In the Sham condition, a blinding procedure was performed with 1 minute of active stimulation and the rest of the 20 min with electrode positioning maintained, but without active stimulation. After stimulation conditions, 2 sets of 5 repetitions were performed, followed by a set of maximum repetitions in the bench press. The load used was 70% of 1RM with a 1 min interval between series. The training volume was recorded through the number of total repetitions and the perception of pain was measured at the end of each exercise series using the CR10 scale by Borg (1998). **Results:** There was no significant difference ($p > 0.05$) between the conditions for the training volume (a-tDCS: 19.5 ± 2.7 and Sham: 19.3 ± 2.5) or for the perception of pain (ETCC-a: 3.5 ± 4 repetitions e Sham: 3 ± 3.5 repetitions). **Conclusion:** a-tDCS, applied to the left

dorsolateral prefrontal cortex of trained men does not seem to influence the training volume or pain perception in the bench press.

Keywords: physical exercise; resistance training; neuromodulation; muscular strength.

Sumário	Pág.
Capítulo 1 - Introdução	14
1.1. Objetivo geral.....	16
1.1.1. Objetivos específicos.....	17
1.2. Hipótese.....	17
1.3. Relevância e justificativa.....	17
Capítulo 2 - Estado da arte	19
2.1. Força Muscular	19
2.2. Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC)	20
2.2.1. Perspectiva histórica da ETCC	20
2.2.2. Conceituação da ETCC.....	22
2.2.3. Mensurando a excitabilidade cortical: estimulação magnética transcraniana (EMT) e eletroencefalografia (EEG).	23
2.2.4. Mecanismos de ação da ETCC	25
2.3. ETCC e Força Muscular.....	28
2.4. ETCC e Dor.....	31
Capítulo 3 - Métodos.....	35
3.1. Participantes.....	35
3.2. Procedimentos experimentais	35
3.3. Medidas antropométricas.....	37
3.4. Aplicação da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC).....	39
3.5. Determinação da carga no teste de uma repetição máxima (1RM).....	40
3.6. Supino Reto (SR).....	41
3.7. Volume de repetições.....	42
3.8. Percepção Subjetiva da Dor	42
3.9. Sensações relacionadas à ETCC	43
3.10. Análises estatísticas	43
Capítulo 4 - Resultados	45
4.1. CCI para o teste de 1RM.....	45
4.2. Número de repetições	45
4.3. Percepção subjetiva de dor.....	46
4.4. Sensações relacionadas à ETCC.....	46
Capítulo 5 - Discussão.....	47
Capítulo 6 - Conclusão	51

ANEXO I – QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA A ATIVIDADE FÍSICA (PARQ).....	58
ANEXO II – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	59
ANEXO III – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	62
ANEXO IV - ANAMNESE	65
ANEXO V – TABELA ADAPTADA CR10 DE BORG (1998)	66
ANEXO VI – QUESTIONÁRIO ADAPTADO DE SENSações RELACIONADAS À ETCC.....	67

Capítulo 1 - Introdução

Há tempos a literatura tem comparado diferentes programas de treinamento resistido (TR) com o objetivo de potencializar o aumento da força e massa muscular (PETERSON *et al.*, 2004; PETERSON *et al.*, 2005; SCHOENFELD *et al.*, 2016). Nesse contexto, grande atenção tem se dado a estabelecer as relações de dose-resposta entre variáveis como o volume, intensidade e a frequência de treinamento com os ganhos de força (PETERSON *et al.*, 2004; PETERSON *et al.*, 2005). O volume em específico tem apresentado grande importância, tanto para o aumento de força (PETERSON *et al.*, 2004) quanto para a hipertrofia (SCHOENFELD *et al.*, 2016). O volume, no TR, é frequentemente definido através do número total de repetições realizadas em um exercício (ACSM, 2018). Em uma meta-análise de Ralston *et al.* (2017) foi observado que em indivíduos avançados no TR, maiores volumes produziram ganhos maiores de força. Contudo, um dos principais fatores limitantes ao aumento do volume no TR é a fadiga neuromuscular decorrente dos próprios exercícios realizados (DAVIES *et al.*, 2016; GANDEVIA *et al.*, 2001). Inclusive, nos modelos de treinamento em que um exercício é realizado até a falha concêntrica, a fadiga culmina na terminação do exercício, uma vez que não seja possível realizar nenhuma repetição adicional (DAVIES *et al.*, 2016). Assim, a descoberta e o desenvolvimento de novas técnicas que possibilitem o aumento do volume de repetições em uma sessão de treinamento se tornam interessantes para praticantes do TR que buscam aumento de força e massa muscular.

Entre as diversas técnicas existentes para este fim (CHRUSCH *et al.*, 2001; GREEN *et al.*, 2007), a estimulação transcraniana por corrente contínua anódica (ETCC-a) tem recebido grande interesse da literatura recente (LATTARI *et al.*, 2018b; LATTARI *et al.*, 2019; JESSE *et al.*, 2018; GRONFELDT *et al.*, 2020). A ETCC-a é uma técnica não invasiva, econômica e relativamente simples de modulação da função cerebral capaz de gerar alterações sobre a excitabilidade cortical (NITSCHKE *et al.*, 2000). Através disso, a ETCC-a já demonstrou efeitos agudos benéficos sobre a força muscular (LATTARI *et al.*, 2017), tempo de tolerância ao exercício aeróbio (LATTARI *et al.*, 2018a), percepção subjetiva de esforço (PSE) (WILLIAMS *et al.*, 2013; LATTARI *et al.*, 2016) e percepção subjetiva de dor (BOGGIO *et al.*, 2009). Os principais mecanismos relacionados com essa melhora do desempenho físico produzida por esta técnica têm sido atribuídos ao aumento do potencial de repouso

da membrana neuronal assim como da modulação de fatores neurotróficos, que resultam em uma maior excitabilidade cortical da região estimulada (MONTENEGRO *et al.*, 2013; HAZIME *et al.*, 2017). Deste modo, quando aplicada sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo (CPFDLE), a ETCC-a demonstrou a capacidade de simultaneamente aumentar a tolerância ao exercício, reduzir respostas perceptivas negativas associadas ao exercício, assim como aumentar o controle inibitório (ANGIUS *et al.*, 2019). Nesse sentido, tem sido atribuído ao controle inibitório a capacidade de mitigar essas sensações desagradáveis presentes em exercícios intensos como dor e desconforto (HAGGER *et al.*, 2010). Com isto, sugere-se que a maior excitabilidade cortical na região do CPFDLE possa aumentar o controle inibitório e sua capacidade atenuar as respostas perceptivas negativas, consequentemente aumentando a tolerância ao exercício (ANGIUS *et al.*, 2019).

Especificamente dentro do contexto do TR, a aplicação da ETCC-a sobre o CPFDLE com o objetivo de aumentar o volume de treinamento demonstrou um aumento no número de repetições no leg press (LATTARI *et al.*, 2018b), na flexão de cotovelo (LATTARI *et al.*, 2016) e no supino reto (ALIX-FAGES *et al.*, 2020). Lattari e colaboradores (2016 e 2018b) avaliaram as repetições realizadas em séries únicas dos exercícios, de modo que o estudo de Alix-Fages *et al.* (2020) com o exercício do supino reto foi o único a avaliar as repetições realizadas ao longo de séries múltiplas, buscando assim se aproximar mais de um cenário prático do treinamento resistido como o realizado em academias (ALIX-FAGES *et al.*, 2020). Neste cenário, Alix-Fages *et al.* (2020) encontraram que a ETCC-a foi capaz de aumentar o número de repetições totais realizadas no supino reto em um protocolo que utilizou uma carga de 75% de 1 repetição máxima (1RM) e séries consecutivas de 5 repetições até a falha muscular, com um minuto de intervalo entre as séries. Além disso, os autores também evidenciaram que a ETCC-a comparada a condição placebo promoveu menor PSE ao longo de todas as séries executadas no supino reto (ALIX-FAGES *et al.*, 2020). Além do mais, essa redução da PSE que foi observada em associação com um aumento do volume de treinamento no artigo de Alix-Fages *et al.* (2020) já foi observada anteriormente em diversas outras pesquisas (OKANO *et al.*, 2015; ANGIUS *et al.*, 2016; ANGIUS *et al.*, 2018), sendo a PSE uma das variáveis mais investigadas em pesquisas que avaliam os efeitos da ETCC-a no exercício físico (ANGIUS *et al.*, 2017).

Apesar disto, o protocolo de exercícios utilizado no estudo de Alix-Fages et al. (2020) acabou atingindo somatório de repetições muito altas, entre 58 (*Sham*) e 77 (ETCC-a), o que corresponde às médias de 12 (*Sham*) a 16 (ETCC-a) séries realizadas no supino reto. Isto poderia dificultar a generalização dos resultados encontrados para o contexto prático do treinamento resistido, onde dificilmente são realizadas essa quantidade elevada de séries em um mesmo exercício. Assim, a literatura parece carecer de evidências em favor do uso da ETCC-a em protocolos com maior aplicabilidade prática no cenário do treinamento resistido (ALIX-FAGES *et al.*, 2020). Além disto, apesar das significativas evidências corroborando a redução da PSE que a ETCC-a é capaz de proporcionar em exercícios diversos (OKANO *et al.*, 2015; ANGIUS *et al.*, 2016; ANGIUS *et al.*, 2018), não há o mesmo número de estudos avaliando outras respostas perceptivas em configurações semelhantes. Tratando-se da percepção de dor em particular, embora existam diversos estudos mostrando a eficiência da ETCC-a aplicada sobre o CPFLE em reduzir a dor em diferentes contextos (BOGGIO *et al.*, 2009; VASEGHI *et al.*, 2014; FLOOD *et al.*, 2017), não há nenhum artigo até o momento que tenha investigado a percepção de dor decorrente do exercício em associação com o número de repetições realizadas. Isso seria particularmente interessante porque a dor ou desconforto associada a exercícios extenuantes pode ser um fator contribuinte para a tomada de decisão envolvida na terminação da realização de um exercício (HAGGER *et al.*, 2010). Nesse sentido, é possível que a ETCC-a, aplicada sobre o CPFLE, seja capaz de reduzir a percepção de dor ao longo de um protocolo de 3 séries do supino reto em sujeitos treinados, e conseqüentemente, aumentar o volume de repetições. Entretanto, a literatura ainda não investigou tais questões, tendo a presente dissertação o intuito de verificar essas possibilidades supramencionadas.

1.1. Objetivo geral

Investigar o efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua anódica (ETCC-a) sobre o volume de repetições e a percepção da dor em um protocolo de supino reto que se aproxime da prática das academias (SR) em homens avançados no treinamento resistido (TR).

1.1.1. Objetivos específicos

- Comparar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua anódica com a condição placebo (*Sham*) sobre o volume de repetições no exercício do SR;
- Comparar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua anódica com a condição placebo (*Sham*) sobre a percepção subjetiva de dor no exercício do SR.

1.2. Hipótese

A hipótese é de que a estimulação transcraniana por corrente contínua anódica, aplicada sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo, promoverá um aumento no número de repetições e conseqüentemente no volume de repetições no exercício supino reto em homens treinados, assim como uma menor percepção subjetiva de dor, quando comparado à condição placebo (*Sham*).

1.3. Relevância e justificativa

O aumento da força muscular, através da progressão no treinamento de força tem sido uma das principais recomendações para melhoria da saúde e funcionalidade pelo *American College of Sports Medicine (ACSM)* (ACSM, 2018). Além disso, o aumento da força muscular está associado diretamente e indiretamente ao aumento da performance na maioria das modalidades esportivas que atualmente conhecemos (SUCHOMEL, NIMPHIUS & STONE, 2016), sendo fundamental o controle das variáveis de treinamento para a maximização dos ganhos de força dentro de um programa de treinamento (PETERSON *et al.*, 2004; PETERSON *et al.*, 2005; SCHOENFELD *et al.*, 2016). Dentre essas variáveis, o volume de repetições parece desempenhar um importante papel (PETERSON *et al.*, 2004), e por esse motivo, diversas investigações têm buscado seu aumento através de recursos ergogênicos diversos. Nesse contexto, a ETCC-a tem se apresentado como uma estratégia interessante para o aumento do volume de treinamento (LATTARI *et al.*, 2016; LATTARI *et al.*, 2018b; ALIX-FAGES *et al.*, 2020). Contudo, ainda faltam estudos com protocolos de treinamento que se aproximem da prática das academias, como preconizado pelo ACSM (ACSM, 2018). Além do mais, a aplicação desta técnica sobre

CPFDLE, apesar de contar com interessantes evidências a favor, ainda requer um melhor entendimento sobre os mecanismos envolvidos e como outras respostas perceptivas, como a dor, podem estar associadas. Deste modo, a ETCC-a, aplicada sobre o CPFDLE pode ser capaz de reduzir a percepção subjetiva de dor (BOGGIO *et al.*, 2009) e conseqüentemente aumentar o volume de carga (ANGIUS *et al.*, 2019). Assim, os resultados dessa pesquisa podem vir a auxiliar praticantes avançados do treinamento de força a se beneficiarem do uso da ETCC-a como uma estratégia eficiente para o aumento do volume de repetições e conseqüentemente para o aumento da força muscular no longo prazo (PETERSON *et al.*, 2004; PETERSON *et al.*, 2005).

Capítulo 2 - Estado da arte

2.1. Força Muscular

A força muscular pode ser definida como a capacidade de um indivíduo, através do uso de um ou mais grupamentos musculares, de exercer força sobre um objeto ou resistência externa (ZATSIORSKY, 1992). Deste modo, caracteriza-se como uma valência física essencial para a realização de qualquer atividade física cotidiana, sendo um importante componente, tanto do condicionamento físico como do desempenho esportivo (MAIOR, 2011; SUCHOMEL, NIMPHIUS & STONE, 2016). A fim de que ocorra uma produção eficiente da força muscular, é necessária a combinação de diversos fatores morfológicos e neurais (FLECK & KRAEMER, 2017), dentre os quais, podemos destacar a ativação e sincronização de unidades motores em músculos agonistas e a coordenação destes músculos com os antagonistas, assim como a arquitetura muscular e capacidade mecânica dos diversos segmentos corporais (JENSEN & FISHER, 1979). A força muscular pode ser subdividida em três tipos mais específicos (MAIOR, 2011): a força máxima, relacionada à capacidade absoluta máxima de produção de força como resultante de uma contração muscular (PLATONOV & BULATOVA, 1998); a força de potência, que se relaciona com a velocidade em que uma força pode ser produzida (MAIOR, 2011); e a força de resistência, que é a capacidade do sistema neuromuscular de produzir o maior número de impulsos consecutivos (GOMES & TEIXEIRA, 1998).

No contexto do desempenho esportivo, cada modalidade utiliza essas forças de formas distintas, seja manipulando a própria massa corporal contra a gravidade (ginástica olímpica, corridas, natação e outros), manipulando a massa corporal de um adversário (lutas, rugby e outros) ou mesmo na aplicação de força sobre projéteis (levantamento de peso, futebol, arremessos do atletismo e outros) (SUCHOMEL, NIMPHIUS & STONE, 2016). Contudo, um fator comum a todas essas modalidades, independente das predominâncias das diferentes formas de força, é a limitação à performance que a força muscular dos indivíduos representa (SUCHOMEL, NIMPHIUS & STONE, 2016). De modo complementar, o aumento da força muscular está associado a um aumento de desempenho no salto vertical (WISLOFF et al., 2004), salto horizontal (STONE et al., 2002), aceleração (WISLOFF et al., 2004) e

agilidade (SUCHOMEL, NIMPHIUS & STONE, 2016). Além disso, o treinamento de força é capaz de reduzir lesões em atletas em até um terço (LAUERSEN, BERTELSEN & ANDERSEN, 2014).

Para além da performance esportiva, os níveis de força muscular têm grande importância na vida dos indivíduos, melhorando suas capacidades funcionais e contribuindo positivamente na saúde (MAIOR, 2011). Nesse sentido, Li e colaboradores (2018) realizaram um estudo de coorte prospectivo, avaliando a associação da força e massa muscular com a mortalidade por todas as causas em 4.449 participantes. Foi encontrada uma significativa associação entre baixos níveis de força muscular e um aumento do risco de mortalidade por todas as causas, além de evidências sugerindo uma maior importância deste fator como preditor da saúde do que a massa muscular (LI et al., 2018). Em relação à funcionalidade, uma meta-análise desenvolvida por Wang e colaboradores (2019) demonstrou a capacidade da força muscular como preditora da independência funcional para as atividades da vida diária (AVD), assim como para as atividades instrumentais da vida diária (AIVD). Sendo as AVD, aquelas consideradas essenciais para uma vida independente, como o autocuidado, mobilidade e alimentação e as AIVD, aquelas que necessitam de um grau maior de autônoma, envolvendo a tomada de decisão e interação com o ambiente, como realizar compras, preparar alimentos e cuidar das finanças pessoais (MILLÁN-CALENTI et al., 2010). Em vista desses benefícios, assim como em função das melhorias no controle da pressão arterial (PESCATELLO et al., 2004), redução do risco cardíaco (GARBER et al., 2011), melhora da composição corporal e sensibilidade à insulina (COLBERG et al., 2010) entre outros benefícios associados à maiores níveis de força muscular, o ACSM tem recomendado o treinamento de força como recurso essencial à manutenção e melhoria da saúde desde 1975 (ACSM, 1975).

2.2. Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC)

2.2.1. Perspectiva histórica da ETCC

Diversas tentativas de uso terapêutico de correntes elétricas vêm sendo utilizadas, de forma rudimentar, ao menos desde o século I, com descargas de peixes elétricos no tratamento de dores de cabeça (PRIORI, 2003). Desde então, diversas técnicas de estimulação elétrica têm sido desenvolvidas, tendo a ETCC recebido

grande destaque a partir da década de 1960 (PRIORI, 2003), com alguns experimentos que puderam demonstrar uma capacidade modulatória da ETCC sobre a excitabilidade cortical em animais (BINDMAN, LIPPOLD & REDFEARN, 1964; PURPURA & MCMURTRY, 1965). Nos anos seguintes, a possibilidade desta técnica de gerar efeitos fisiológicos e funcionais em sujeitos saudáveis assim como naqueles com doenças psiquiátricas foi demonstrada em testes com modelos cerebrais (RUSH & DRISCOLL, 1968) e relatos de casos (DYMOND et al., 1975; LOLAS, 1977). Contudo, devido à falta de ferramentas para adequadamente avaliar os efeitos heterogêneos encontrados, a produção científica entorno desta da técnica foi significativamente reduzida até o início dos anos 2000 (LEFAUCHEUR et al., 2017).

Reinserindo a área no escopo acadêmico, Nietsche e Paulus (2000) avaliaram os efeitos neuromodulatórios da ETCC em seres humanos utilizando a estimulação magnética transcraniana (EMT). O EMT é uma ferramenta não invasiva e indolor comumente utilizada na mensuração de respostas corticais motoras, através da qual se obtém a amplitude do potencial evocado motor (PEM), medida representativa do nível de excitabilidade cortical (BRUNONI et al., 2016). Deste modo, demonstraram a capacidade de se alterar a excitabilidade do córtex motor em até 40% e por até 5 min após o estímulo utilizando intensidades de correntes de 0,2mA até 1mA e tempos de estímulo de 1min a 5min (NITSCHKE & PAULUS, 2000). Adicionalmente, foi confirmada a hipótese de que o estímulo anódico promove um efeito excitatório sobre o córtex motor, aumentando a amplitude do PEM enquanto o estímulo catódico resulta em um efeito inverso, causando uma inibição cortical, simbolizada pela redução da amplitude do PEM (NITSCHKE & PAULUS, 2000). Por fim, esse mesmo estudo, encontrou também valores mínimos de intensidade da corrente e duração da estimulação (1 mA por 3min ou 0,6mA por 5min) para que se atinjam efeitos excitatórios ou inibitórios, assim como uma relação de dose-resposta desses efeitos.

Contudo, sendo um estudo pioneiro, foram utilizados parâmetros (intensidade e duração da corrente) menores que os necessários para obter alterações fisiológicas que pudessem representar maior validade clínica, demandando assim, mais investigações a fim de se descobrir como prolongar esses efeitos (NITSCHKE & PAULUS, 2000). Nesse sentido, Nitsche e Paulus (2001) conduziram uma nova investigação acerca do tema, buscando descobrir se alterações mais duradouras na excitabilidade cortical poderiam ser obtidas utilizando-se uma estimulação mais prolongada. Foram avaliadas 5 condições, com ETCC-a com uma intensidade fixa de

1mA e durações variando de 5 min a 13 min (5, 7, 9, 11 e 13 min). As condições com durações menores, de 5 min e 7 min, resultaram em aumentos de excitabilidade pós estimulação de até 5min, similares às evidências anteriores. Já nas outras condições, de 9 min, 11 min e 13 min, foram encontrados aumentos de excitabilidade por 30 min, 60 min e 90 min, respectivamente. Todas as condições atingiram um pico de amplitude do PEM cerca de 150% maior que os valores de referência (pré-estimulação), sem grandes diferenças entre condições, porém com significativa variação individual. Assim, evidencia-se a associação do tempo de estímulo com o tempo de duração dos efeitos excitatórios pós estimulação, e da magnitude destes efeitos com a intensidade da corrente utilizada (NITSCHE & PAULUS, 2001).

Em suma, os promissores e consistentes resultados destes pioneiros trabalhos de Nitsche e Paulus (2000, 2001 e 2003) conseguiram evidenciar importantes conceitos-chave que fundamentam a aplicação clínica e pesquisa em ETCC até os dias atuais. Seus principais achados serão listados a seguir.

- 1- Demonstraram a capacidade neuromodulatória da ETCC sobre o córtex motor,
- 2- Determinaram as relações polaridade dependente da ETCC (excitação com ETCC-a e inibição com ETCC-c).
- 3- Encontraram intensidades de corrente e durações de estimulação mínimas para se obter respostas excitatórias e inibitórias no córtex motor.
- 4- Evidenciaram as relações de dose-resposta entre a intensidade do estímulo e magnitude dos efeitos pós estimulação, assim como a duração destes efeitos com a duração da estimulação.

Com isto, nos anos seguintes, a pesquisa em ETCC tornou a se intensificar, principalmente em torno das aplicações terapêuticas em condições neuropsiquiátricas como na depressão, reabilitação de acidente vascular cerebral e em pacientes com dor crônica (BRUNONI et al., 2016). Para além destas pesquisas de escopo prático, diversos pesquisadores também tornaram a buscar melhor entender os mecanismos de ação subjacentes a esses efeitos benéficos promovidos pela ETCC.

2.2.2. Conceituação da ETCC

A estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) se caracteriza, portanto, como uma técnica não invasiva de modulação da função cerebral que consiste na aplicação de uma baixa corrente elétrica contínua (1~2mA por 10~20min)

sobre o escalpo, provocando alterações na excitabilidade cortical e influenciando funções cerebrais (NITSCHKE & PAULUS, 2000; DEDONCKER et al., 2016). Devido à essas capacidades neuromodulatórias, a ETCC tem sido vastamente investigada como recurso terapêutico psiquiátrico (DEDONCKER et al., 2016) e mais recentemente como possível recurso ergogênico também (LATTARI et al., 2018). Para a sua aplicação, é utilizado um aparelho de estimulação específico e de um par de eletrodos de superfície embebidos em solução salina, sendo um anódico (polo positivo) e um catódico (polo negativo) (WOODS et al., 2016). Quando o eletrodo anódico é posicionado sobre a área de estimulação alvo a técnica é convencionalmente denominada de ETCC-a e no caso do eletrodo catódico sobre a área alvo é denominada como estimulação transcraniana por corrente contínua catódica (ETCC-c) (BRUNONI et al., 2016). A ETCC-a está associada a um aumento da excitabilidade cortical da região cerebral subjacente ao eletrodo, e de forma antagônica, a ETCC-c é responsável por uma redução dessa excitabilidade cortical na área próxima ao eletrodo catódico (NITSCHKE & PAULUS, 2001). Por fim, há ainda a *Sham*, que consiste em uma série de diferentes protocolos de estimulação placebo que utilizam intensidades (0~2mA) e durações (30s~1min) inferiores às necessárias para respostas fisiológicas significativas, assim como períodos de uso do equipamento sem estimulação ativa (20~30min), com o objetivo de cegamento dos participantes em relação à aplicação da ETCC em estudos clínicos randomizados (GANDIGA, HUMMEL & COHEN, 2006; RUSSO et al., 2013). Contudo, variações nos parâmetros de estimulação, como intensidade e duração da corrente, tamanho dos eletrodos, entre outros fatores, podem influenciar a magnitude e duração dos efeitos neuromodulatórios desta técnica (BRUNONI et al., 2016).

2.2.3. Mensurando a excitabilidade cortical: estimulação magnética transcraniana (EMT) e eletroencefalografia (EEG).

A EMT é uma técnica neuromodulatória desenvolvida na década de 1980, que consiste na aplicação de um campo eletromagnético pulsante sobre tecidos neuronais alvos, a serem estimulados de forma não invasiva, sem haver contato físico ou qualquer uso de eletrodos (BARKER et al., 1985). Essa técnica funciona com base na indução eletromagnética, onde um campo eletromagnético é gerado através da passagem de uma intensa e uma rápida corrente elétrica por uma bobina condutora

ligada a um aparelho de estimulação magnética, resultando na indução ortogonal de um campo elétrico sobre o tecido neuronal subjacente (HALLETT & CHOKROVERTY, 2005). Deste modo, a EMT tem a capacidade de estimular tanto as estruturas centrais como o córtex e a medula, assim como estruturas periféricas como os nervos cranianos (BRUNONI et al., 2016). Contudo, a estimulação do córtex se torna particularmente eficiente devido a facilidade deste campo eletromagnético de ultrapassar estruturas de alta resistência elétrica como o crânio, com reduzida ou até insignificante impedância, penetrando diretamente ao cérebro (BARKER et al., 1985; ROTHWELL et al., 1999). Baseando-se nisto, a EMT tem sido investigada desde então com relação a suas aplicações terapêuticas em pacientes com depressão, ansiedade, quadros dolorosos crônicos, mal de Parkinson entre outros, demonstrando resultados interessantes, porém variados (LEFAUCHEUR et al., 2014).

Além disso, as principais metodologias utilizadas para investigar os mecanismos fisiológicos subjacentes aos efeitos da ETCC contemporânea tem envolvido a análise das alterações na excitabilidade cortical motora através da EMT (BRUNONI et al., 2016). Isso é possível devido a capacidade dos pulsos magnéticos da EMT, quando aplicados sobre o córtex motor primário, de despolarizarem os neurônios motores para além do limiar excitatório e assim provocarem respostas motoras interpretáveis (BARKER et al., 1985). Assim, a utilização da EMT como ferramenta avaliativa da excitabilidade cortical motora consiste na aplicação do campo magnético de forma pulsada sobre a área cortical motora associada à região muscular investigada de forma contralateral (NITSCHKE & PAULUS, 2001). Com isso, é possível realizar a captação das respostas motoras eliciadas na musculatura alvo através de um eletromiógrafo de superfície (EMG) (NITSCHKE & PAULUS, 2001). Para este processo, é realizado primeiramente a mensuração de um valor de referência (*baseline*) da amplitude do potencial evocado motor (PEM), precedendo a intervenção com a ETCC (NITSCHKE & PAULUS, 2001). Após a aplicação da ETCC este protocolo de avaliação pode ser repetido uma vez, a fim de se determinar a variação da amplitude do PEM após a ETCC comparada aos valores de referência, ou múltiplas vezes, em distintos marcos temporais após a ETCC, a fim de investigar a variação desta medida de excitabilidade em função do tempo decorrido após a sessão de ETCC (NITSCHKE & PAULUS, 2001).

Contudo, a EMT como ferramenta de avaliação da excitabilidade cortical provocada pela ETCC possui algumas limitações, sendo a primeira, a incapacidade

de uso em outros córtices cerebrais que não o motor primário (DASKALAKIS et al., 2008), como por exemplo o CPFLE, que tem sido alvo de diversas investigações com fins terapêuticos neuropsiquiátricos (DEDONCKER et al., 2016) assim como no desempenho físico (LATTARI et al., 2018c). Outra importante limitação é a impossibilidade deste método de mensurar a excitabilidade do córtex motor de forma direta, uma vez que a amplitude do PEM é uma medida que reflete sem distinções as possíveis alterações do córtex assim como as de todo o trato corticoespinal (DASKALAKIS et al., 2008). Deste modo, buscando solucionar estas significativas limitações, Daskalakis e colaboradores (2008) pesquisaram a efetividade de se associar a EMT à eletroencefalografia na avaliação da inibição cortical no CPFLE e no córtex motor primário. Esses autores também compararam as medidas obtidas no córtex motor com as respectivas respostas eletromiográficas, a fim de se correlacionar as variações de excitabilidade do córtex motor primário obtidas pelas duas medições distintas (EMG e EEG). Com isso, encontraram uma forte correlação entre a inibição da atividade cortical evocada, avaliada pela EEG, com a medida correspondente de inibição cortical de intervalo longo, obtida pelo EMG. Além disso, foi também evidenciada uma supressão da atividade cortical evocada similar, tanto no córtex motor, quanto no CPFLE, sugerindo assim a validade de se mensurar a excitabilidade cortical de regiões não motoras através da EEG. Desde então diversas pesquisas têm corroborado esses resultados (GEBODH et al., 2019), assim como prosseguido a utilizar a EEG na avaliação da excitabilidade do CPFLE associada à ETCC (DUBREUIL-VALL et al., 2019; GORDON et al., 2018).

2.2.4. Mecanismos de ação da ETCC

Os efeitos neuromodulatórios da ETCC sobre a excitabilidade cortical, como abordado anteriormente, podem ocorrer durante a aplicação da técnica, extinguindo-se ao término da aplicação, assim como perdurar por diversos minutos após, a depender, principalmente, do controle das variáveis de duração e intensidade da estimulação (PRIORI et al., 1998; NITSCHKE & PAULUS, 2001). De forma complementar, estes efeitos podem ser respectivamente categorizados como efeitos agudos ou efeitos tardios da ETCC (BRUNONI et al., 2016). Esta distinção se faz importante nesta seção devido às diferenças encontradas nos mecanismos de ação associados à cada uma (BRUNONI et al., 2016). Inicialmente, serão abordados os

principais mecanismos relacionados aos efeitos agudos da ETCC, que de forma primária, relacionam-se com uma modulação do potencial de repouso da membrana neuronal e consequente modulação da frequência de disparos espontâneos destas células (LEFAUCHEUR et al., 2017).

Diferindo de outras técnicas de estimulação, como da EMT por exemplo, a alteração do potencial de repouso provocada pela ETCC é inferior ao limiar excitatório da membrana, sendo insuficiente para gerar um potencial de ação (LEFAUCHEUR et al., 2017). No caso da ETCC-a, ocorre então uma despolarização sublimiar dessa membrana neuronal, enquanto na modalidade catódica, ocorre o inverso, havendo uma hiperpolarização da mesma, de modo que a polaridade da corrente determina o efeito obtido (BINDMAN, LIPPOLD & REDFEARN, 1964; PURPURA & MCMURTRY, 1965). Para além deste mecanismo principal, sugere-se como um mecanismo secundário a modulação da condutividade dos canais iônicos (BRUNONI et al., 2016).

Corroborando o racional teórico em favor desses mecanismos, Nitsche e colaboradores (2003) demonstraram a capacidade de se anular os efeitos agudos da ETCC-a através do uso de fármacos bloqueadores de canais de sódio (Na^+), assim como reduzir esses mesmos efeitos através do uso fármacos bloqueadores de canais de cálcio (Ca^{2+}). Por outro lado, essas relações não foram observadas em relação aos efeitos agudos da ETCC-c, uma vez que os fármacos bloqueadores de Na^+ e de Ca^{2+} não modificaram a redução da excitabilidade promovida por esta forma de estimulação. Isto pode ser explicado pela hiperpolarização neuronal gerada pela ETCC catódica, o que já desativaria estes canais iônicos devido as suas características voltagem dependentes, de forma que a administração desses fármacos bloqueadores, não poderia gerar alterações ou efeitos adicionais (NITSCHKE et al., 2003). Ainda investigando os efeitos agudos da ETCC, Nitsche e colaboradores (2003) também avaliaram a influência dos receptores glutamatérgicos *N-methyl-D-aspartate* (NMDA), que dada a sua localização na membrana pós-sináptica e permeabilidade ao Ca^{2+} , possuem um importante papel na plasticidade sináptica (BRUNONI et al., 2016). Contudo, a ausência de alterações na excitabilidade induzida pela ETCC sob uso de fármacos antagonistas desses receptores sugere uma não dependência entre esses efeitos agudos da ETCC e a eficiência dos receptores NMDA (NITSCHKE et al., 2003). Assim, os efeitos agudos da ETCC parecem estar apenas associados às alterações envolvendo a mudança do potencial de repouso da

membrana neuronal, sem envolvimento de mecanismos de plasticidade sináptica (BRUNONI et al., 2016).

Por outro lado, em relação aos efeitos tardios da ETCC sobre a excitabilidade cortical, parece haver, para além dos mecanismos já abordados, o envolvimento de alguns outros sistemas neurais associados à neuroplasticidade, como os sistemas glutamatérgicos e GABAérgicos (BRUNONI et al., 2016). Descobriu-se por exemplo, que diferente do encontrado de modo agudo, a administração dos mesmos fármacos antagonistas dos receptores NMDA são capazes de anular completamente os efeitos tardios da ETCC sobre a excitabilidade cortical, enquanto um agonista desses receptores prolonga esses efeitos (NITSCHKE et al., 2003; NITSCHKE et al., 2004). Isso sendo válido tanto para o aumento da excitabilidade provocado pela ETCC-a quanto a redução provocada pela ETCC-c (NITSCHKE et al., 2003; NITSCHKE et al., 2004). Outra evidência que corrobora o papel dos receptores NMDA, assim como o papel das variações do potencial de repouso da membrana neural, é a abolição dos efeitos tardios da ETCC com o bloqueio dos canais de Ca^{2+} , visto que a permeabilidade ao influxo de Ca^{2+} é uma das principais ferramentas de comunicação neural desse receptor (NITSCHKE et al., 2003; PAOLETTI et al., 2013). Essas evidências sugerem uma importante participação de mecanismos associados à neuroplasticidade, como a plasticidade dos sistemas glutamatérgicos, mais especificamente a potenciação de longa duração (PLD) e depressão de longa duração (DLD) (NITSCHKE et al., 2003). Mais especificamente, sabe-se que o influxo de Ca^{2+} mediado pelos receptores NMDA ativa cascatas de sinalização intracelular que resultam na inserção ou remoção dos também receptores glutamatérgicos *alpha-amino-3-hydroxy-5-methyl-4-isoxazolpropionic* (AMPA), que por sua vez desempenha papel central nos mecanismos de PLD e DLD, respectivamente (BRUNONI et al., 2016). Assim, sugere-se que os efeitos neuroplásticos excitatórios encontrados na ETCC-a estejam associados à PLD, e os inibitórios observados na ETCC-c estejam associados à DLD (BRUNONI et al., 2016).

Esses efeitos de plasticidade cortical dependem, além dos sistemas glutamatérgicos, de outro importante neurotransmissor inibitório do sistema nervoso central, o ácido gama-aminobutírico (GABA) (STAGG et al., 2009). Isso porque a atividade dos sistemas GABAérgicos é capaz de reduzir as alterações neuroplásticas mediadas pelos receptores NMDA, como as associadas à PLD e a DLD (NITSCHKE et al., 2004). Nesse sentido, Nitsche e colaboradores (2004) investigaram a influência do GABA

sobre os efeitos excitatórios tardios da ETCC dependentes dos receptores NMDA. Através do uso de um fármaco agonista do receptor GABA_A, os pesquisadores observaram um atraso na elevação da excitabilidade induzida pela ETCC-a seguida por uma então potencialização e prolongação destes efeitos excitatórios, corroborando a influência desses sistemas GABAérgicos nos efeitos tardios da ETCC. Para melhor elucidar esse envolvimento do GABA, assim como a sua relação com os sistemas glutamatérgicos, Stagg e colaboradores (2009) realizaram um experimento com espectroscopia de ressonância magnética, que permitiu visualizar a concentração desses neurotransmissores em função de diferentes polaridades de ETCC. Com isso, demonstraram que após a ETCC-a ocorre uma significativa redução da concentração de GABA no córtex, enquanto na ETCC-c ocorre uma significativa redução da concentração de glutamato, correlacionada com uma redução de GABA também. Esses resultados sugerem, portanto, que os efeitos excitatórios tardios da ETCC-a são parcialmente mediados pela redução da inibição GABAérgica, para além da dependência já demonstrada dos receptores NMDA, e que os efeitos inibitórios tardios da ETCC-c são mediados por uma redução da neurotransmissão excitatória glutamatérgica (STAGG et al., 2009).

2.3. ETCC e Força Muscular

Um dos primeiros estudos randomizados que investigou os efeitos da ETCC aplicada ao treinamento de força foi o de Cogiamanian *et al.*, (2007). Para essa pesquisa foram selecionados ao todo 24 sujeitos destros e saudáveis, sendo 14 homens e 10 mulheres, para receberem a ETCC (ETCC-a e ETCC-c) sobre o córtex motor direito a uma intensidade de 1.5 mA durante 10 min. Através desse protocolo de estimulação foi possível verificar um aumento do tempo até a fadiga em uma contração isométrica com uma carga equivalente a 35% da contração voluntária isométrica máxima após o uso da ETCC-a em comparação com a ETCC-c e o grupo controle. Por outro lado, não foi observado um aumento da contração voluntária máxima em nenhuma das condições, sugerindo um interessante potencial da ETCC-a em tarefas relacionadas à resistência muscular (*endurance*), sem necessariamente haver um aumento da capacidade máxima de produção de força de forma aguda. Adicionalmente, foi mensurado também o PEM com uso de EMT, que revelou um aumento de cerca de 30% na amplitude deste sinal, estando alinhando com resultados

prévios da literatura em relação à capacidade excitatória da ETCC-a sobre o córtex motor (NITSCHE & PAULUS, 2000; PRIORI, 2003). Com isso, os autores concluem que a principal forma pelo qual a ETCC-a aumentou a resistência muscular foi através de um processo de facilitação corticoespinal prolongada, caracterizado por uma maior excitabilidade corticoespinal. Contudo, já neste artigo pioneiro, os autores preconizam que os mecanismos pelos quais a ETCC-a aumentou a resistência muscular podem ser variados, sugerindo desde o aumento da excitabilidade cortical motora de forma direta até a influência sobre áreas pré motoras adjacentes, possivelmente reduzindo a dor muscular relacionada à fadiga, aumentando a desinibição comportamental ou ampliando a motivação.

Por outro lado, utilizando uma metodologia similar à de Cogiamanian *et al.*, (2007), Kan *et al.*, (2013), não encontraram alterações significativas no tempo até a fadiga quando compararam a ETCC-a à uma condição controle. Neste estudo, porém, houve algumas diferenças metodológicas que podem explicar as diferenças obtidas. Entre elas, a menor carga utilizada (20% da contração voluntária isométrica máxima) que pode ter ocasionado a terminação do exercício antes da fadiga, o uso de apenas participantes do sexo masculino, a intensidade de aplicação do estímulo (2 mA) e o posicionamento diferente do braço dos sujeitos na tarefa de resistência. Kan *et al.*, também não utilizaram o EMT para mensurar a amplitude do PEM, não verificando assim se houve ou não uma maior excitabilidade corticoespinal promovida pela ETCC-a. Posteriormente, uma série de estudos seguiu a encontrar resultados conflitantes sobre a capacidade neuromodulatória da ETCC-a, tanto em contrações voluntárias isométricas máximas quanto em investigações relacionadas ao tempo até a fadiga, também em contrações isométricas (LATTARI *et al.*, 2018c). Com isso, apesar de se delinearem interessantes possibilidades para o campo da pesquisa na área de ETCC e desempenho muscular, tornou-se evidente a alta variabilidade dos resultados obtidos entre os estudos. Por um lado, essa elevada inconsistência entre os artigos reflete as diferenças metodológicas existentes entre os protocolos, por outro, essa alta variabilidade também existe entre os sujeitos submetidos à ETCC-a sobre o córtex motor, refletindo a necessidade de se entender melhor os fatores individuais que determinam a responsividade (WIETHOFF *et al.*, 2014).

Nesse sentido, buscando melhor entender os parâmetros de aplicação da ETCC, assim como seus possíveis efeitos sobre o desempenho muscular, alguns pesquisadores começaram a explorar diferentes tipos de montagens, intensidades e

durações de estimulação. Além disso, diferentes regiões corticais e tipos de tarefas motoras também foram exploradas. Assim, algumas investigações encontraram resultados promissores associados à melhora do desempenho físico após a aplicação da ETCC-a sobre o CPFLE. A primeira delas, de Lattari et al. (2016), aplicou uma corrente de 2mA de intensidade nessa região cortical por 20 min em 10 homens treinados. Após a ETCC-a foi observado um aumento no número de repetições realizadas em uma série única de flexão de cotovelo com uma carga de 10RM, quando comparado com uma estimulação catódica ou placebo. Além disso, os autores também reportaram uma redução da PSE, mensurada através da escala OMNI-RES, na condição de ETCC-a. Corroborando esses achados, Lattari et al. (2018a) avaliaram o efeito da ETCC-a, com os mesmos parâmetros de estimulação, sobre o tempo até fadiga no ciclo ergômetro, em uma potência de pico, em 11 mulheres fisicamente ativas. Nesse estudo foi encontrado um aumento do tempo até a fadiga à uma potência de pico após a aplicação ETCC-a, contudo, a PSE mensurada pela escala CR10 de Borg (1998) não demonstrou alterações. Com uma metodologia similar à de Lattari et al. (2016), Lattari et al. (2018b) avaliaram os efeitos da ETCC-a aplicada sobre o CPFLE no número de repetições em uma série única do exercício de leg press 45° com uma carga de 10RM. Os resultados desse estudo também foram similares ao de Lattari et al. (2016), encontrando um aumento no número de repetições e uma redução da PSE após a ETCC-a.

Mais recentemente, um estudo de Alix-Fages et al. (2020) também encontrou resultados similares com um protocolo de exercício com múltiplas séries do supino reto. Foi observado um aumento no número de repetições totais assim com uma redução da PSE após a aplicação de 15min de ETCC-a sobre o CPFLE com uma intensidade de 2mA também. Deste modo, a literatura acerca dos efeitos ergogênicos da ETCC-a sobre o CPFLE têm demonstrado certa concordância sobre a capacidade desta técnica neuromodulatória de aumentar o volume de treinamento e possivelmente reduzir a PSE. A principal hipótese que tem sustentado esses efeitos deriva de uma suposta capacidade limitada do córtex motor em sustentar exercícios extenuantes por um longo período (GANDEVIA et al., 2001; TAYLOR et al., 2016). Nesse contexto, o córtex pré-frontal já demonstrou a capacidade de exercer uma função suplementar e compensatória frente a uma redução da atividade do córtex motor frente a situações de fadiga (MENOTTI et al., 2014). Como uma hipótese secundária e complementar, porém ainda associada à principal, existe o papel

regulador do controle inibitório sobre exercícios extenuantes (HAGGER et al., 2010). Mais precisamente, o controle inibitório exercido pelo córtex pré-frontal teria uma importante função em mitigar as sensações ruins associadas aos exercícios, como dor muscular ou desconforto (HAGGER et al., 2010). Assim, conforme a duração do exercício progride e a fadiga aumenta, mais controle inibitório seria necessário para se evitar o desengajamento da atividade executada (ANGIUS et al., 2019). Corroborando essa hipótese, Angius et al. (2019) encontraram um aumento no tempo até a fadiga no ciclo ergômetro (70% da potência de pico) assim como um aumento no controle inibitório após a aplicação da ETCC-a sobre o CPFLE por 30min a uma intensidade de 2mA. Esse achado está em linha com artigos anteriores que obtiveram resultados melhores em testes dependentes do controle inibitório após a aplicação da ETCC-a sobre CPFLE (HSU et al., 2011; LOFTUS et al., 2015).

2.4. ETCC e Dor

Desde a década de 1990 a literatura apresenta resultados promissores em relação à modulação da dor através de formas invasivas de estimulação cerebral do córtex motor (TSUBOKAWA et al., 1993). Mais adiante, no início dos anos 2000, a estimulação magnética transcraniana repetitiva (EMTr) demonstrou possibilidades similares para as formas não invasivas de estimulação cerebral (LEFAUCHEUR et al., 2004; PLEGER et al., 2004). Através da aplicação desta técnica, também sobre o córtex motor, foi observada a redução de dor neurogênica (LEFAUCHEUR et al., 2004) assim como uma redução da percepção de dor relacionada a lesões traumáticas (PLEGER et al., 2004). Portanto, baseando se nestas evidências e nos achados acerca da modulação da excitabilidade cortical promovida pela ETCC que Nietsche e Paulus (2001) demonstraram, alguns estudos começaram a investigar os efeitos da ETCC sobre a modulação da dor. O primeiro deles, de Fregni et al. (2006), aplicou uma corrente anódica de 2mA sobre o córtex motor de indivíduos com lesões na medula espinal por 20 min. A decisão por usar pacientes com esse tipo de lesão na pesquisa se deu devido às frequentes manifestações dolorosas que eles possuem, assim como a associação desse quadro doloroso a disfunções da atividade cerebral (FREGNI et al., 2006). Através deste protocolo de ETCC-a, os autores encontraram uma significativa redução média de 58% da percepção da dor nos pacientes em comparação com uma condição placebo (FREGNI et al., 2006). Deste modo, o

resultado foi inclusive superior àqueles encontrados anteriormente com uso da EMTr, que variaram de 20% a 45% de redução da dor (LEFAUCHEUR et al., 2001; KHEDR et al., 2005). Contudo, a taxa de responsividade dos sujeitos à intervenção com ETCC-a foi de 63% (FREGNI et al., 2006), inferior aos 75% encontrados com a EMTr (KHEDR et al., 2005).

Posteriormente, buscando melhor entender as potencialidades e limitações da ETCC-a em indivíduos saudáveis, Boggio et al. (2008) investigaram os efeitos dessa técnica, aplicada sobre diferentes regiões corticais, sobre o limiar de percepção e limiar de dor. Para isso, após os 3 primeiros minutos de ETCC-a foi aplicada também uma corrente elétrica de 0.1 mA no dedo indicador dos participantes. Essa corrente aumentou progressivamente em 0.1 mA por vez até que os participantes reportassem uma sensação proveniente da corrente, em seguida os incrementos na intensidade da corrente continuaram até que fosse reportada a dor. Esse primeiro limiar foi considerado o limiar de percepção e o segundo, o limiar de dor. Com isso, o primeiro importante achado dos autores foi que a ETCC-a aplicada sobre o córtex motor de indivíduos saudáveis também promove uma redução da dor. Assim, os efeitos dessa técnica podem não estar limitados às situações em que há uma configuração alterada dessa região cortical, como no caso dos pacientes com lesões medulares. Além disso, outro importante achado dessa pesquisa foi que a ETCC-a, quando aplicada sobre o córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL), foi capaz de aumentar o limiar de, porém, sem alterar significativamente o limiar de percepção. De forma contrária, o estímulo sobre o córtex motor provocou um aumento tanto do limiar de dor, quanto do limiar de percepção. Portanto, os autores concluem que a ETCC-a, aplicada tanto sobre o córtex motor quanto sobre o CPFDL pode reduzir a percepção de dor induzida por um estímulo externo em sujeitos saudáveis. Contudo, as evidências encontradas sugerem que os mecanismos pelos quais a redução da dor ocorre são distintos. Enquanto a ETCC-a sobre o córtex motor parece modular o processamento somatossensorial, o uso da mesma técnica sobre o CPFDL parece modular a dimensão afetiva da dor, sem nenhum efeito sobre a percepção sensorial (BOGGIO, ZAGHI & FREGNI, 2009).

Nesse contexto, Boggio, Zaghi & Fregni (2009) realizaram um experimento com objetivo de melhorar explorar os possíveis aspectos emocionais ligados à modulação da dor promovida pela ETCC-a sobre o CPFDL. Nesse estudo, durante a ETCC-a, foram mostradas imagens emocionalmente perturbadoras que demonstravam situações associadas à dor humana para que os participantes avaliassem em relação

à valência afetiva e desconforto emocional delas. Através esse desenho experimental, os autores encontraram uma redução da dor ou desconforto emocionais em resposta às imagens. Como esperado, essa redução só ocorreu na condição em que o estímulo foi aplicado sobre o CPFDL. Já a ETCC-a sobre o córtex motor, assim como as 2 condições de estimulação placebo utilizadas também não resultaram em diferenças significativas. Corroborando esse achado, pesquisas anteriores já relataram essa divisão da dor em dois componentes distintos: o sensorial-discriminativo e o afetivo-motivacional (TREEDE et al., 1999; LORENZ et al., 2003). O primeiro componente relaciona-se mais diretamente com a nocicepção, fornecendo informações sobre o local, tipo e intensidade do estímulo doloroso (BOGGIO et al., 2009). Já o componente afetivo-motivacional se refere às respostas emocionais que surgem a partir de um estímulo doloroso, como o medo, tristeza, exaustão, ansiedade e outros que possam contribuir para que o indivíduo tome uma atitude no sentido de interromper o agente causador da dor (BOGGIO et al., 2009). Nesse cenário, é sugerido que o papel do CPFDL no controle da dor esteja associado a esse componente emocional do processamento da dor (LORENZ et al., 2003). Essa hipótese é consistente com a elevada eficiência de performance do CPFDL frente a estímulos conflitantes (MACDONALD et al., 2000; BUNGE et al., 2001), sendo uma região cortical solicitada em tarefas de memória de trabalho com elevada demanda de controle executivo (SMITH & JONIDES et al., 1999; FUNAHASHI, 2001). Deste modo, é possível que o CPFDL atue na sustentação momentânea da memória de trabalho frente a estímulos distrativos, contribuindo assim para a realização da tarefa alvo (SAKAI et al., 2002).

Tratando-se especificamente da capacidade modulatória da ETCC-a sobre a dor induzida pelo exercício, a literatura tem demonstrado resultados interessantes, apesar de escassos. Em linha com os primeiros trabalhos que avaliaram os efeitos da ETCC-a sobre a dor de forma genérica, Angius et al. (2015) aplicaram esse estímulo sobre o córtex motor de indivíduos saudáveis buscando obter uma redução da dor assim como um aumento no tempo até a exaustão em um cicloergômetro. Contudo, não foram encontradas diferenças significativas em comparação com uma condição placebo através dessa montagem focada em estimular o córtex motor. Assim, foi sugerido que uma montagem de ETCC-a sobre o CPFDL poderia apresentar resultados mais interessantes, contribuindo para uma redução da percepção da dor induzida pelo exercício através de uma modulação dos aspectos emocionais associados à percepção de dor (ANGIUS et al., 2015). Apesar disso, as evidências

em favor dos efeitos dessa configuração de montagem sobre a percepção de dor induzida pelo exercício ainda são escassas.

Capítulo 3 - Métodos

3.1. Participantes

A amostra foi selecionada por conveniência, composta por 12 estudantes de educação física da Universidade Salgado Oliveira, Niterói. Foram selecionados homens saudáveis e treinados, dentro dos seguintes critérios de elegibilidade:

- Idade entre 18 e 40 anos, sem histórico de doença crônica pré-existente como hipertensão arterial, diabetes, doenças cardiovasculares, pulmonares, neurológicas, mentais ou implantes metálicos.
- Classificados como aptos à prática de atividade física, de acordo com o Questionário de prontidão para a atividade física (PAR-Q) (Anexo I);
- Classificados como avançados no treinamento de força segundo os critérios do ACSM, que estabelece um mínimo de um ano de treinamento, sendo o treinamento realizado de 4 a 5 vezes por semana com uma variação de cargas entre 1 e 12 repetições máximas em um modelo periodizado de força (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009);
- Sem histórico de lesões ósseas, musculares ou ligamentares;
- Não fumantes e que não façam uso de bebidas alcoólicas de forma regular.

Os participantes da pesquisa foram orientados quanto aos procedimentos experimentais da pesquisa que estão em acordo com a resolução nacional nº 466/2012 que trata de pesquisas e testes em seres humanos e, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo II) para participarem da pesquisa. Esse projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Salgado de Oliveira sob o número de protocolo 3.778.917 (Anexo III).

3.2. Procedimentos experimentais

Os participantes realizaram um total de quatro visitas ao laboratório de cineantropometria, como detalhado na Figura 1. As duas visitas iniciais foram denominadas como avaliações iniciais. No primeiro dia os participantes receberam orientações e esclarecimentos sobre todos os procedimentos experimentais envolvidos na pesquisa e em seguida, leram e assinaram o TCLE (Anexo II). Ainda na primeira visita foi realizada a anamnese (Anexo IV), a avaliação antropométrica, o

teste de 1RM para o exercício SR e a familiarização com a escala CR10 de Borg (1998) (Anexo V). No segundo dia de visita ao laboratório, após um intervalo de 48 - 72 horas da primeira visita, foi realizado novamente o teste de 1RM, a fim de se verificar a reprodutibilidade das cargas, e novamente a familiarização com a escala CR10 de Borg (1998). Os procedimentos utilizados nos testes de 1RM estão descritos na seção: '*Determinação da carga no teste de uma repetição máxima (1RM)*'.

A seguir os participantes foram submetidos aos protocolos experimentais, constituídos de duas visitas em ordens aleatórias com intervalos de 48 - 72 horas entre si. A randomização das condições experimentais foi contrabalaneada e realizada através do web site Randomization.com (<http://www.randomization.com>). Foram realizados dois protocolos experimentais, cada um com uma condição de ETCC diferente: ETCC-a e Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua placebo (*Sham*). A ETCC-a foi aplicada sobre o CPFLE, com uma intensidade de 2mA, durante 20 min. No protocolo *Sham*, os participantes permaneceram sentados durante o mesmo tempo, porém recebendo um protocolo de estimulação placebo adaptado de Russo e colaboradores (2013). Esse protocolo está descrito em mais detalhes na seção '*Aplicação da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC)*'. Imediatamente após o fim da ETCC (ETCC-a ou *Sham*), os participantes realizaram duas séries de 10 repetições com uma carga de 35% de 1RM no SR como aquecimento. Seguindo, foram realizadas de 3 séries de SR com 70% de 1RM. Nas 2 primeiras séries foram realizadas 5 repetições e na terceira série foram realizadas o máximos de repetições, até a falha muscular concêntrica, que foi estabelecida na incapacidade de se realizar uma repetição adicional dentro dos parâmetros estabelecidos no teste de 1RM. Imediatamente após a realização de cada série de SR, os participantes responderam à escala CR10 de Borg (1998) para avaliação da percepção subjetiva de dor. O volume de repetições foi mensurado pelo número de repetições totais de cada sujeito, sem considerar o aquecimento. Por fim, ao final de cada sessão, houve o preenchimento de um questionário (Anexo VI) adaptado de Fertoni, Ferrari & Miniussi (2015) de sensações relacionadas à ETCC para avaliar a percepção dos participantes em relação à estimulação e avaliar se houve o cegamento adequado deles.

Todas as fases experimentais foram realizadas no mesmo horário do dia (i.e., 14:00 às 17:00 horas) e a temperatura ambiental foi ajustada entre 21-23° C. Os participantes foram solicitados a manterem a dieta de costume e não utilizarem

qualquer tipo de suplemento alimentar por um tempo mínimo de 48 horas antes da realização das condições experimentais. Dois avaliadores independentes participaram das sessões experimentais, o primeiro realizou a aplicação da condição de ETCC e o outro o acompanhamento do protocolo de treinamento de força, apresentação das escalas e preenchimento do questionário de sensações relacionadas à ETCC. Deste modo, houve o cegamento deste último avaliador em relação à condição de estimulação utilizada.

3.3. Medidas antropométricas

Foi mensurada a massa corporal e estatura dos participantes através de uma balança e estadiômetro (Filizola modelo 31, Filizola S.A., São Paulo). Em seguida, as dobras cutâneas abdominal, peitoral e da coxa medial foram mensuradas com um compasso de dobras cutâneas (Sanny modelo AD1007, Sanny®, American Medical do Brasil Ltda., São Bernardo do Campo, SP). Os cálculos utilizados para estimar a densidade corporal e percentual de gordura, foram realizados através da equação proposta por Siri (1956) e o protocolo de 3 dobras de Jackson e Pollock (1978), respectivamente. Todos os procedimentos de antropometria seguiram as recomendações do ACSM (ACSM, 2018).

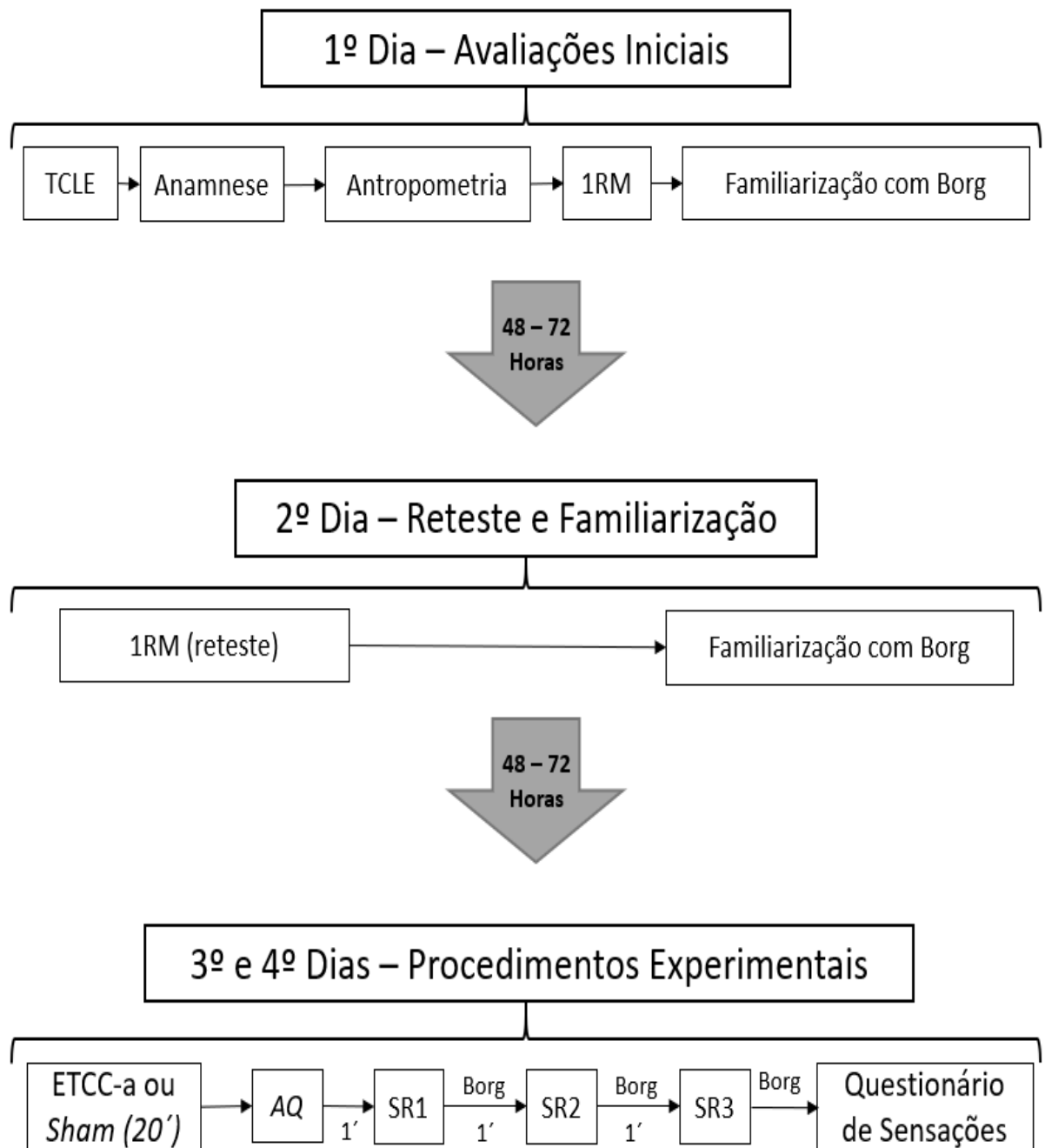


Figura 1- Procedimentos experimentais da pesquisa.

Legenda: TCLE = Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; 1RM = teste de uma repetição máxima; Familiarização com Borg = Familiarização com a escala CR10 de Borg (1998); BORG = Percepção de dor na escala de CR10 de Borg (1998); SR1 = primeira série de supino reto; SR2 = segunda série de supino reto; SR3 = terceira série de supino reto; ETCC-a = Estimulação transcraniana por corrente contínua anódica; sham = Estimulação transcraniana por corrente contínua placebo.

3.4. Aplicação da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC)

Os participantes permaneceram, confortavelmente, sentados em uma cadeira no interior do laboratório durante todo o procedimento. Um par de eletrodos de silicone (5x7 cm) foi envolto em esponjas e embebido em uma solução salina (NaCl 140 mMol dissolvidos em água Milli-Q). Os eletrodos, conectados a um dispositivo de estimulação (modelo TCT *Research tDCS 1ch stimulator*, TCT, China), serão então posicionados sobre o escalpo e fixados com elásticos. Nas duas condições de estimulação, ETCC-a e *sham*, o eletrodo anódico foi posicionado sobre o CPFLE e o eletrodo catódico (referência) posicionado sobre o córtex supra orbital (CSO) direito (LATTARI *et al.*, 2017; LATTARI *et al.*, 2018a; LATTARI *et al.*, 2018b; VASEGHI, ZOGHI & JABERZADEH, 2014), respectivamente nas áreas F3 e Fp2 do Sistema Internacional de Eletroencefalografia 10-20 (JASPER, 1958).

Na condição ETCC-a, a intensidade do estímulo foi gradualmente incrementada ao longo de 30s, até atingir 2mA (RUSSO *et al.*, 2013), e então foi mantida por 20 minutos (LATTARI *et al.*, 2017; LATTARI *et al.*, 2018b), por fim, foi gradualmente reduzida até 0mA, ao longo de 30s (RUSSO *et al.*, 2013) (Figura 2). Já na condição *Sham*, a intensidade do estímulo foi gradualmente incrementada ao longo de 30s, até atingir 2mA, e então foi mantida por 60s, e após, foi gradualmente reduzida até 0mA, ao longo de 30s, por fim, a montagem foi mantida com o aparelho de estimulação desligado por 19 minutos adicionais, para fins de cegamento dos participantes (RUSSO *et al.*, 2013) (Figura 2). Esse modelo de cegamento foi selecionado devido às evidências em favor de sua eficácia para protocolos de ETCC-a envolvendo o CPFLE (RUSSO *et al.*, 2013). Adicionalmente, nenhum dos participantes foi informado que seria submetido à estimulação placebo (*Sham*) (RUSSO *et al.*, 2013).

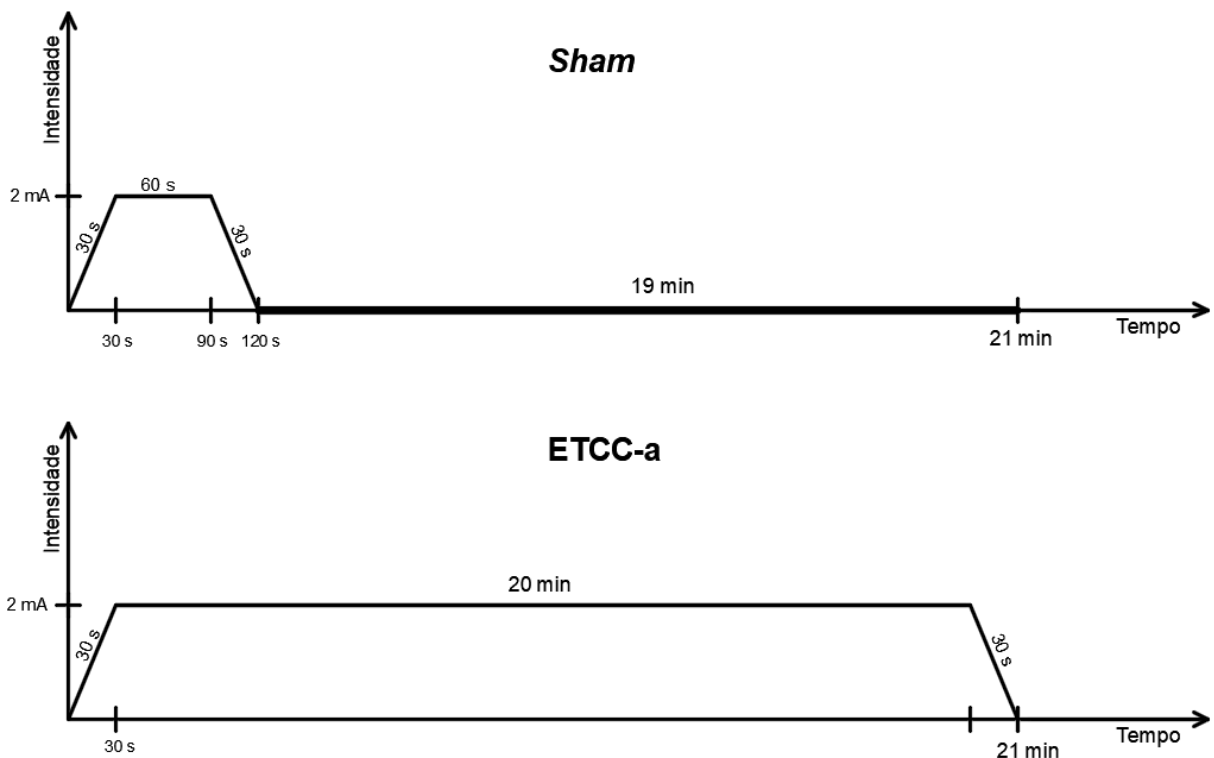


Figura 2 – Comparação dos protocolos de Estimulação transcraniana por corrente contínua anódica com o estimulação placebo (*Sham*).

Legenda: sham = Estimulação transcraniana por corrente contínua placebo; ETCC-a = Estimulação transcraniana por corrente contínua anódica; mA = miliamperes; s= segundos; min = minutos.

3.5. Determinação da carga no teste de uma repetição máxima (1RM)

O protocolo de teste de 1RM adotado seguiu os parâmetros estabelecidos por Baechle, Earle e Wathen (2008). Primeiramente será realizado um aquecimento em 3 fases, com utilização de carga que possibilite a realização de 5 a 10 repetições na primeira delas. Após um minuto de intervalo os participantes realizarão 3 a 5 repetições com um incremento de 5% a 10% de carga em relação à primeira série realizada. Na terceira e última fase, após 2 minutos de intervalo da série anterior, será realizado um novo incremento de 5% a 10% para a realização de 2 a 3 repetições. Concluído o aquecimento, haverá um intervalo de 4 minutos até a primeira tentativa de 1RM. Serão ao total 5 tentativas, intervaladas entre si também em 4 minutos, com incrementos de carga de 2,5% a 5% a cada tentativa.

Com objetivo de minimizar os possíveis erros inerentes ao teste de 1RM:

1) Os participantes serão instruídos adequadamente em relação ao protocolo de testes e às técnicas de execução dos exercícios;

- 2) As repetições que apresentarem erros de execução serão invalidadas;
- 3) Os participantes executarão os testes e retestes sempre no mesmo horário do dia;
- 4) Os equipamentos utilizados serão verificados antes da utilização de cada participante.

O padrão de execução do exercício SR foi estabelecido com a posição inicial do participante em decúbito dorsal sobre um banco reto, com os braços elevados sustentando a barra, joelhos e quadris parcialmente flexionados, com os pés sobre o apoio do próprio aparelho. A pegada utilizada teve o distanciamento mínimo equivalente à largura dos ombros, sendo permitido o autoajuste por se tratar de sujeitos avançados no treinamento de força (TREBS, BRANDENBURG & PITNEY, 2010). Contudo, largura da pegada e a variação angular deverão se manter entre os dias de teste e reteste. O desenvolvimento do exercício se dará a partir da fase excêntrica, iniciado na completa extensão dos cotovelos e adução horizontal dos ombros, será realizado a flexão dos cotovelos e abdução horizontal dos ombros até que a barra se aproxime de tocar o tórax (2 a 3 centímetros dos mamilos) e então uma extensão total cotovelos e adução horizontal do ombro, configurando a fase concêntrica e fim do movimento (MONTEIRO, SIMÃO & FARINATTI, 2005).

Os participantes foram submetidos a dois dias de testes de 1RM (teste e reteste), com intervalo de 48-72 horas entre os procedimentos de determinação da carga. A reprodutibilidade das cargas no teste de 1RM foi analisada pelo coeficiente de correlação intraclassa (CCI). A escolha do exercício foi orientada por ser multiarticular e de grande utilização prática no treinamento de força em membros superiores.

3.6. Supino Reto (SR)

O protocolo de exercício foi adaptado de Alix-Fages et al. (2020), porém, com uma limitação do número de séries em 3 visando aproximar-se de um modelo prático de treinamento resistido (ACSM, 2014). Assim, as repetições foram limitadas em 5 nas 2 séries iniciais e realizadas até a falha muscular concêntrica na terceira e última série. Adicionalmente, utilizamos uma carga 5% menor que a de Alix-Fages et al. (2020) devido à dificuldade encontrada pela amostra em realizar as repetições estipuladas na avaliação piloto. O intervalo de 1 minuto foi mantido a fim de prover uma recuperação incompleta dos indivíduos durante as séries (ALIX-FAGES et al.,

2020).

Assim, foi realizado o exercício do SR por 2 séries de 5 repetições com 70% de 1RM, seguido de uma terceira série de repetições máximas com a mesma carga de 70% de 1RM, com intervalos de 1 minuto entre as séries (ALIX-FAGES et al., 2020). Os participantes foram instruídos a utilizarem a mesma técnica de execução e amplitude de movimento determinados no teste de 1RM. Adicionalmente, visando reduzir a influência da energia elástica na produção de força da fase concêntrica, a fase excêntrica teve sua cadência estabelecida em 2 segundos (WILSON & FLANAGAN, 2008), controlado com uso de um metrônomo (Seiko / DM-50, Brasil). Já na fase concêntrica, os participantes foram instruídos a realizar de forma explosiva, com a maior velocidade possível.

3.7. Volume de repetições

Uma vez que a carga, amplitude de movimento, cadência de execução e número de séries foi inalterada entre as condições (ETCC-a e *Sham*), as repetições foram uma medida representativa do volume total do treino (TRAN & DOCHERTY, 2006). Deste modo, as repetições totais realizadas por cada indivíduo foram contabilizadas ao longo da execução do exercício até se atingir a falha muscular concêntrica, que foi estabelecida na incapacidade de se realizar um movimento adicional com a amplitude total de movimento (DAVIES et al., 2016). Assim, foram registradas e contabilizadas apenas as repetições realizadas com amplitude total, sendo desconsiderada a última repetição realizada de forma parcial devido à falha muscular concêntrica.

3.8. Percepção Subjetiva da Dor

A percepção subjetiva da dor foi avaliada imediatamente após a finalização de cada série do SR através da escala CR10 de Borg (2008) (Anexo V). As instruções utilizadas na orientação dos participantes foram as mesmas recomendadas por Borg (2008), devidamente traduzidas ao português. As orientações foram:

- 1) Quais são suas piores experiências de dor? Se você usar 10 como a maior dor que você já experienciou ou pode pensar, quão forte você diria que suas três piores experiências de dor foram (BORG, 2008)?
- 2) “10 Extremamente forte” é o seu ponto principal de referência. Está ancorado na sua pior experiência passada de dor, que você acabou de descrever.
- 3) A pior dor que você já experienciou, o “Extremamente forte” pode não ser o nível mais alto possível de dor. Pode existir um nível de dor que ainda é mais forte que o seu 10, então você dirá 11 ou 12. Se for muito mais forte, por exemplo, 1.5 vezes o “Extremamente forte”, você vai dizer 15! Alguma pergunta (BORG, 2008)?

Adicionalmente, os participantes foram instruídos a diferenciarem a percepção subjetiva da dor da percepção subjetiva do esforço (PSE), devendo relacionar a dor a danos musculares ou possíveis danos musculares e não a sensações de fadiga ou exaustão (HOLLANDER *et al.*, 2003).

3.9. Sensações relacionadas à ETCC

Após o fim de cada sessão experimental o questionário de sensações relacionadas à ETCC, adaptado de Fertoni, Ferrari & Miniussi (2015), foi preenchido pelos participantes. O questionário apresentou um quadro com 10 sensações frequentemente associadas à ETCC. Para cada sensação os participantes responderam o quanto de desconforto foi percebido através de um dos 4 descritores apresentados: nenhum, leve, moderado e forte. Posteriormente, os descritores foram respectivamente ranqueados de 0 (leve) até 4 (forte) e utilizados para se comparar as percepções entre as condições.

Além disso, os participantes responderam ao final da segunda sessão de estimulação, independente da ordem realizada, se acreditavam que em cada uma das sessões eles haviam sido submetidos a uma forma de estimulação Real ou Placebo. O questionário completo utilizado encontra-se no Anexo VI.

3.10. Análises estatísticas

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade da distribuição dos dados. O CCI foi calculado para determinar a confiabilidade no teste de 1RM entre

os diferentes dias, onde foi utilizado o modelo misto de dois fatores. O CCI foi interpretado com valor abaixo de 0,5 indicando baixa confiabilidade, entre 0,5 e 0,75 indicando moderada confiabilidade, entre 0,75 e 0,9 indicando boa confiabilidade e valor acima de 0,9 indicando excelente confiabilidade. Além disso, o teste t pareado foi utilizado para comparar as diferenças entre as cargas obtidas no teste e reteste de 1RM. Para comparar o volume de repetições desempenhadas entre as duas condições experimentais (ETCC-a e *Sham*), também foi utilizado o teste t pareado. Todos os dados descritivos foram reportados como média (M) e desvio padrão (DP) para as análises estatísticas paramétricas. Já o teste de Friedman foi utilizado para explorar os efeitos das condições experimentais (ETCC-a e *Sham*) sobre a percepção de dor relatada em cada série, seguidos pelo teste de Wilcoxon acompanhados pelo fator de correção de Bonferroni para comparações múltiplas. Para as análises não paramétricas, os dados foram reportados como mediana (MED) e amplitude interquartil (AIQ). O teste de Wilcoxon foi realizado para verificar as diferenças entre as condições quanto as sensações percebidas. Além disso, o teste exato de Fisher foi utilizado para aferir uma possível associação entre as condições de estímulo e a identificação das condições experimentais por parte dos sujeitos. Em adição, uma análise da razão de chance (RC) também foi conduzida entre as condições e a identificação dos estímulos. A magnitude da diferença entre as condições também foi calculada através do tamanho de efeito d de Cohen para o volume de repetições. O tamanho de efeito foi interpretado da seguinte maneira: insignificante (< 0.2), pequeno (0.2–0.5), moderado (0.5–0.8) e grande (≥ 0.8) (Cohen, 1988). As análises estatísticas foram realizadas pelo programa Pacote Estatístico em Ciências Sociais (IBM SPSS versão 22.0, Chicago, IL, USA). Diferenças significativas foram consideradas com o valor de probabilidade menor do que 5% (i.e., $p < 0,05$).

Capítulo 4 - Resultados

4.1. CCI para o teste de 1RM

As cargas obtidas no teste e reteste de 1RM apresentaram normalidade quanto a distribuição de dados ($p > 0,05$). As cargas obtidas entre o teste ($73,6 \pm 25,8$ kg) e reteste de 1RM ($73,8 \pm 25,3$ kg) no exercício de supino apresentaram excelente CCI ($0,99$; $IC95\% = 0,990 - 0,999$). Além disso, segundo o teste t pareado, nenhuma diferença foi encontrada quanto aos valores de carga obtidos no teste e reteste ($t = -0,313$; $gl = 11$; $p = 0,76$; média da diferença = $0,25$ kg).

4.2. Número de repetições

Em ambas as condições foram encontradas normalidade quanto a distribuição dos dados ($p > 0,05$). Para a condição anódica, os sujeitos realizaram $19,5 \pm 2,7$ repetições, sendo que na condição *Sham* foram realizadas $19,3 \pm 2,5$ repetições. Com isso, nenhuma diferença foi observada entre as condições anódica e *Sham* ($t = 0,325$; $gl = 11$; $p = 0,75$; $d = 0,08$; Classificação = insignificante; média da diferença = $0,3$ repetições) (Figura 3).

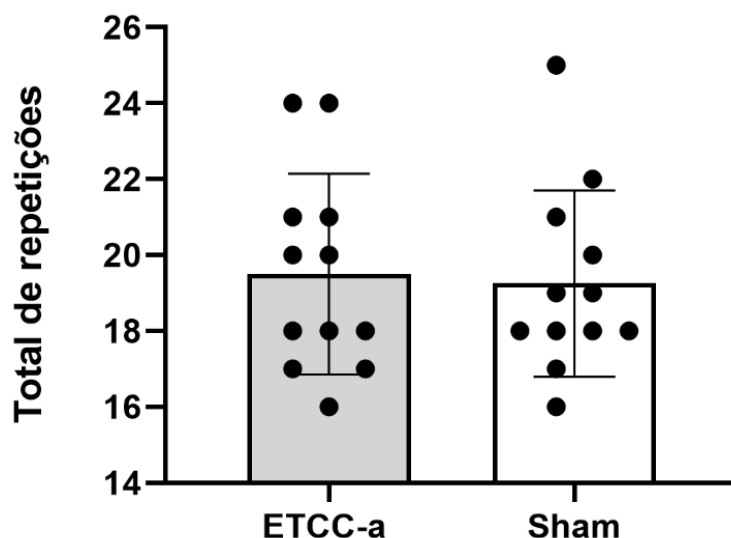


Figura 3 - Número total de repetições nas condições ETCC-a e Sham com o tamanho das colunas representando as médias respectivas e as barras de desvio padrão.

Legenda: ETCC-a: Estimulação transcraniana por corrente contínua anódica; Sham: Estimulação transcraniana por corrente contínua placebo.

4.3. Percepção subjetiva de dor

Quanto a resposta de dor percebida, o teste de Friedman indicou a rejeição da hipótese nula ($X_{(5)} = 18,654$; $p = 0,002$). Contudo, após o ajustamento de Bonferroni, nenhuma diferença específica foi demonstrada entre as condições ($p > 0,05$). Os dados descritivos estão representados na Tabela 1.

Tabela 1 - Respostas relacionadas à percepção de dor nas diferentes condições experimentais e séries.

	ETCC-a		Sham	
	MED	AIQ	MED	AIQ
Série 1	2,0	4,0	2,0	2,1
Série 2	3,0	2,0	2,3	2,6
Série 3	3,5	4,0	3,0	3,5

Legenda: ETCC-a: Estimulação transcraniana por corrente contínua anódica; Sham: Estimulação transcraniana por corrente contínua placebo; MED = mediana; AIQ = amplitude interquartil

4.4. Sensações relacionadas à ETCC

Quanto às sensações percebidas, o teste de Wilcoxon não demonstrou qualquer diferença entre as condições experimentais ($p > 0,05$). Os dados descritivos estão representados na Tabela 2.

Tabela 2 – Sensação percebida nas diferentes condições experimentais.

Sensações	ETCC-a		Sham		z	p
	MED	AIQ	MED	AIQ		
Coceira	1.0	1.0	0.5	1.0	-0.577	0.564
Dor no couro cabeludo	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.000	0.317
Dores no pescoço	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.000	0.317
Queimadura no escalpo	0.0	0.8	0.0	0.8	-0.447	0.655

Maior estado de alerta	0.0	0.8	0.0	0.8	-1.414	0.157
Vermelhidão da pele	0.0	1.0	0.0	0.0	-1.414	0.157
Sonolência	0.5	1.0	1.0	1.0	-0.447	0.655
Falta de concentração	0.0	0.0	0.0	0.8	-1.000	0.317
Mudança de humor	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	1.000
Gosto metálico na boca	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.000	0.317

Legenda: ETCC-a: Estimulação transcraniana por corrente contínua anódica; Sham: Estimulação transcraniana por corrente contínua placebo; MED = mediana; AIQ = amplitude interquartil

Deste modo, as sensações mais relatadas em ambas as condições foram a coceira (7 na ETCC-a e 6 na Sham) e a sonolência (6 na ETCC-a e 7 na Sham), cada uma tendo sido relatada um total de 13 vezes de 24 possíveis (12 ETCC-a + 12 Sham). A seguir, foram relatadas 6 vezes as sensações de queimação (3 ETCC-a e 3 Sham), maior estado de alerta (3 ETCC-a e 3 Sham) e vermelhidão na pele (4 ETCC-a e 2 Sham). Com valores próximos a falta de concentração foi relatada 5 vezes (2 ETCC-a e 3 Sham) e a mudança de humor 4 (2 ETCC-a e 2 Sham). Por fim, as sensações de dor no couro cabeludo (1 ETCC-a e 1 Sham), dor no pescoço (0 ETCC-a e 1 Sham) e gosto metálico na boca (1 ETCC-a e 0 Sham) foram relatadas por apenas 1 participante cada.

De forma descritiva, 10 de 12 sujeitos identificaram a condição ETCC-a (83,3%), sendo que apenas dois sujeitos não foram capazes de identificar a condição ETCC-a (16,7%). Por sua vez, nove de 12 sujeitos reportaram que a condição era real (75%), quando na verdade era uma condição placebo (i.e., Sham). Apenas três sujeitos identificaram de forma correta a condição Sham (25%). O teste exato de Fisher mostrou que não existiu associação entre as condições experimentais e a resposta reportada ($X_{(1)} = 0.889$; $p = 0.640$). Em adição, os sujeitos não foram capazes de identificar a condição real de estímulo (i.e., ETCC-a) ($RC = 1,3$; $IC_{95\%} = 0,8 - 2,0$).

Capítulo 5 - Discussão

O objetivo deste trabalho foi investigar o efeito da ETCC-a sobre o volume de repetições e a percepção da dor no SR em homens avançados no TR. A hipótese proposta foi de que a ETCC-a, quando aplicada sobre o CPFDLE, promoveria um aumento no número de repetições e conseqüentemente no volume de repetições,

assim como uma redução da percepção subjetiva de dor, quando comparada à condição placebo (*Sham*). Contudo, não houve diferença estatisticamente significativa no número de repetições e nem na percepção de dor entre as condições experimentais. Em relação ao volume de treinamento no SR, somente uma pesquisa anterior, de Alix-Fages et al (2020), utilizou uma montagem e parâmetros de estimulação similares, encontrando resultados divergentes dos observados nesse estudo. Ao aplicar um estímulo de 2mA de intensidade por 15min sobre o CPFLE, Alix-Fages et al. (2020) encontraram um aumento no número de repetições totais em um protocolo de séries consecutivas até a falha muscular concêntrica utilizando uma carga de 75% de 1RM, 5 repetições por série e um intervalo de 1min entre as séries.

A primeira diferença metodológica que pode explicar as diferenças encontradas entre os dois estudos é o número de séries utilizadas para se chegar à falha muscular concêntrica. Enquanto na presente pesquisa foram utilizadas 2 séries com 5 repetições cada, seguida de uma terceira série de repetições máximas totalizando 3 séries, na pesquisa de Alix-Fages et al. (2020) os sujeitos realizaram em média de 12 (*Sham*) a 16 (ETCC-a) séries em cada condição. Deste modo, é possível que uma distribuição uniforme das repetições ao longo das séries executadas, como a realizada por Alix-Fages et al. (2020), aumente o tempo total realizando o exercício e assim possibilite uma maior contribuição de mecanismos associados à fadiga mental na determinação do cessamento do exercício. Corroborando, a literatura apresenta diversos relatos da influência da fadiga mental experimentalmente induzida na redução do volume de treinamento em exercícios submáximos (MARCORA, STAIANO & MANNING, 2009; PAGEAUX et al., 2013; SMITH, MARCORA & COUTTS, 2015). Porém, de forma antagônica, a fadiga mental parece não impactar exercícios de intensidades elevadas com curta duração (i.e., 3min) (PAGEAUX et al., 2013; MARTIN et al., 2015; QUEIROS et al., 2021), como é o caso do protocolo de SR proposto pelo presente estudo. Esse fenômeno pode ser justificado pela incapacidade da fadiga mental de afetar negativamente o recrutamento muscular por parte do sistema nervoso central, alterar as propriedades contráteis do músculo (PAGEAUX et al., 2013; PAGEAUX et al., 2015) ou quaisquer outros aspectos fisiológicos relacionados à performance de curta duração e alta intensidade (WEAVIL & AMANN, 2019). Assim, considerando-se que o CPFLE contra atua a fadiga mental e outros aspectos negativos do exercício através do controle inibitório (ANGIUS et al., 2019), é possível as características do protocolo de exercícios não tenham elicitado

as respostas negativas que essa região cortical contrapõe. No entanto, não sendo o escopo de investigação da presente pesquisa, as variáveis relacionadas à fadiga mental não foram avaliadas.

Outra importante diferença metodológica que também deriva do protocolo de exercício adotado é o limite de 5 repetições por série no estudo de Alix-Fages et al. (2020) em contraposição com as repetições até a falha na terceira série do presente estudo. A definição de um limite superior fechado para as repetições por série pode ter caracterizado um objetivo externo mais palpável e acessível do que o limite superior aberto de se realizar o máximo de repetições até a falha. Nesse contexto, o CPFDL desempenha um importante papel no controle inibitório necessário para mitigar sensações desagradáveis que surgem em resposta a exercício extenuantes, evitando o desengajamento da tarefa (HAGGER et al., 2010; ANGIUS et al., 2019). Assim, uma maior palpabilidade da finalização da tarefa alvo pode ter contribuído para um controle inibitório mais eficiente visando a sua conclusão.

Com relação à percepção da dor induzida pelo exercício, a ausência de diferenças significativas após a aplicação da ETCC-a sobre o CPFDL é corroborada pelos resultados recentes da literatura. Nesse contexto, Bryne et al. (2019), observaram que a ETCC-a não foi capaz de reduzir a percepção de dor ao longo de uma contração isométrica sustentada do quadríceps e nem de aumentar o tempo até a fadiga. Judge, Hopker & Mauger (2021), também não encontraram efeitos da ETCC-a sobre a percepção de dor ou performance em um teste incremental no cicloergômetro. Por fim, Angius et al. (2019) realizaram um experimento no cicloergômetro similar a este último, e também não encontraram melhoras da percepção de dor após a ETCC-a sobre o CPFDL. Contudo, os autores observaram um aumento significativo no tempo até a exaustão, assim como um aumento no controle inibitório e ainda uma redução da PSE. Portanto, é possível que os efeitos ergogênicos da ETCC-a sobre o CPFDL, envolvam mecanismos associados ao controle inibitório, como proposto na presente pesquisa, porém influenciando outras respostas subjetivas que não a percepção de dor, como por exemplo a PSE (Angius et al., 2019; Lattari et al., 2018a). Além disso, nota-se, que assim como na ETCC-a sobre o córtex motor (LATTARI et al., 2018c), as respostas ergogênicas do CPFDL com a estimulação também apresentam alta variabilidade entre as diferentes pesquisas. Isso pode se dar em parte pela elevada variabilidade na responsividade dos indivíduos à ETCC sobre o CPFDL, assim como pela grande quantidade de

funções cognitivas que podem ser moduladas simultaneamente através dessa região cortical (TREMBLAY et al., 2014). Deste modo, a atribuição de efeitos observáveis a tarefas cognitivas específicas se torna difícil (TREMBLAY et al., 2014).

É importante destacar que além dos pontos discutidos anteriormente, houve também limitações que precisam ser pontuadas para uma interpretação adequada dos achados. Entre elas, se destaca primeiramente o reduzido tamanho da amostra, que foi selecionada por conveniência e contou com apenas 12 participantes. É possível que, devido à alta variação na responsividade dos indivíduos aos efeitos da ETCC-a sobre o CPDFLE (TREMBLAY et al., 2014), um número maior de participantes pudesse dar mais solidez aos achados. O nível de treinamento dos sujeitos avaliados na presente dissertação também pode ter configurado uma limitação. Isso porque foram utilizados sujeitos avançados no TR, nos quais um possível efeito teto a nível corticoespinal pode existir (KAN et al., 2013). Outra limitação, apesar de se distanciar do escopo do trabalho, foi a não avaliação de variáveis psicológicas ou cognitivas associadas ao processo de fadiga no exercício, como a motivação, afeto e controle inibitório por exemplo. Por fim, apesar dos esforços realizados no processo de ancoragem nas escalas de dor através das sessões de familiarização, do uso das recomendações exatas de Borg (1998) e da diferenciação entre dor e PSE, é possível que uma interpretação inadequada das escalas possa ter ocorrido por parte dos indivíduos. Nesse sentido, poderiam ter sido adicionalmente utilizadas outras escalas mais específicas aos aspectos emocionais ou afetivos da dor (GREENSPAN et al., 2003), ou que ao menos diferenciassem a percepção dor da percepção de desconforto.

Capítulo 6 - Conclusão

Os achados da presente dissertação demonstraram que a ETCC-a aplicada sobre o CPFDE de homens treinados parece não influenciar o volume de treinamento ou a percepção de dor em um protocolo de treinamento com 2 séries de 5 repetições e uma série de repetições máximas, com carga de 70% de 1 RM no exercício do SR. Contudo, devido à alta variabilidade das respostas observadas em pesquisas envolvendo a neuromodulação do CPFDE (TREMBLAY et al., 2014), tanto os efeitos sobre a dor quanto sobre o exercício têm apresentado resultados diversos e inconsistentes na literatura (VASEGHI, ZOGHI, & JABERZADEH, 2014; JUDGE, HOPKER & MAUGER, 2021; BRYNE et al., 2019; ALIX-FAGES et al., 2020). Assim, é sugerido que mais pesquisas sejam desenvolvidas a fim de se melhor entender os parâmetros específicos que influenciam na responsividade à esta técnica neuromodulatória. Adicionalmente, para um melhor entendimento dos mecanismos envolvidos, é sugerido que variáveis cognitivas e psicológicas também sejam avaliadas em pesquisas que investiguem os efeitos ergogênicos da ETCC-a aplicada no CPFDE sobre o volume de treinamento.

REFERÊNCIAS

- ALIX-FAGES, Carlos et al. Anodal transcranial direct current stimulation enhances strength training volume but not the force–velocity profile. **European Journal of Applied Physiology**, v. 120, n. 8, p. 1881-1891, 2020.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p.687-708, 2009.
- ANGIUS, Luca et al. Bilateral extracephalic transcranial direct current stimulation improves endurance performance in healthy individuals. **Brain stimulation**, v. 11, n. 1, p. 108-117, 2018.
- ANGIUS, Luca et al. Transcranial direct current stimulation improves isometric time to exhaustion of the knee extensors. **Neuroscience**, v. 339, p. 363-375, 2016.
- ANGIUS, Luca et al. Transcranial direct current stimulation over the left dorsolateral prefrontal cortex improves inhibitory control and endurance performance in healthy individuals. **Neuroscience**, v. 419, p. 34-45, 2019.
- ANGIUS, Luca; HOPKER, James; MAUGER, Alexis R. The ergogenic effects of transcranial direct current stimulation on exercise performance. **Frontiers in physiology**, v. 8, p. 90, 2017.
- ASPER, Herbert H. Report of the committee on methods of clinical examination in electroencephalography. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, v. 10, n. 2, p.370-375,1958
- BAECHLE, Thomas; EARLE, Roger. **Essentials of Strength Training and Conditioning**. 3. ed.: Il: Human Kinetics, 2008.
- BINDMAN, Lynn J.; LIPPOLD, O. C. J.; REDFEARN, J. W. T. The action of brief polarizing currents on the cerebral cortex of the rat (1) during current flow and (2) in the production of long-lasting after-effects. **The Journal of Physiology**, v. 172, n. 3, p. 369-382, 1964.
- BOGGIO, Paulo S. et al. Modulatory effects of anodal transcranial direct current stimulation on perception and pain thresholds in healthy volunteers. **European Journal of Neurology**, v. 15, n. 10, p. 1124-1130, 2008.
- BOGGIO, Paulo S.; ZAGHI, Soroush; FREGNI, Felipe. Modulation of emotions associated with images of human pain using anodal transcranial direct current stimulation (tDCS). **Neuropsychologia**, v. 47, n. 1, p.212-217, 2009.
- BORG, Gunnar. **Borg's perceived exertion and pain scales**. Human kinetics, 1998.
- BRUNONI, Andre et al. **Princípios e Práticas do Uso da Neuromodulação Não Invasiva em Psiquiatria**. 1. ed., 2016.
- BUNGE, Mary Bartlett. Book review: bridging areas of injury in the spinal cord. **The Neuroscientist**, v. 7, n. 4, p. 325-339, 2001.
- BYRNE, Rebecca; FLOOD, Andrew. The influence of transcranial direct current stimulation on pain affect and endurance exercise. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 45, p. 101554, 2019.
- COGIAMANIAN, F. et al. 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.
- COLBERG, Sheri R. et al. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. **Diabetes care**, v. 33, n. 12, p. e147-e167, 2010.
- CHRUSCH, Murray J. et al. Creatine supplementation combined with resistance training in older men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 12, p. 2111-2117, 2001.

- DAVIES, Tim et al. Effect of training leading to repetition failure on muscular strength: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 46, n. 4, p. 487-502, 2016
- DEDONCKER, Josefien et al. A systematic review and meta-analysis of the effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) over the dorsolateral prefrontal cortex in healthy and neuropsychiatric samples: influence of stimulation parameters. **Brain stimulation**, v. 9, n. 4, p. 501-517, 2016.
- DISSANAYAKA, Thusharika et al. Does transcranial electrical stimulation enhance corticospinal excitability of the motor cortex in healthy individuals? A systematic review and meta-analysis. **European Journal of Neuroscience**, v. 46, n. 4, p.1968-1990, 2017.
- FERTONANI, Anna; FERRARI, Clarissa; MINIUSSI, Carlo. What do you feel if I apply transcranial electric stimulation? Safety, sensations and secondary induced effects. **Clinical Neurophysiology**, v.126, n. 11, p.2181-2188, 2015.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. Artmed Editora. 2017
- FLOOD, Andrew et al. The effects of elevated pain inhibition on endurance exercise performance. **PeerJ**, v. 5, p. e3028, 2017.
- FREGNI, Felipe et al. A sham-controlled, phase II trial of transcranial direct current stimulation for the treatment of central pain in traumatic spinal cord injury. **Pain**, v. 122, n. 1-2, p. 197-209, 2006.
- FREGNI, Felipe et al. Anodal transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex enhances working memory. **Experimental brain research**, v. 166, n. 1, p. 23-30, 2005.
- FUNAHASHI, Shintaro. Neuronal mechanisms of executive control by the prefrontal cortex. **Neuroscience research**, v. 39, n. 2, p. 147-165, 2001.
- GANDEVIA, Simon C. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. **Physiological reviews**, 2001.
- GANDIGA, Prateek C.; HUMMEL, Friedhelm C.; COHEN, Leonardo G. Transcranial DC stimulation (tDCS): A tool for double-blind sham-controlled clinical studies in brain stimulation. **Clinical Neurophysiology**, v. 117, n. 4, p.845-850, 2006.
- GARBER, Carol Ewing et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.
- GOMES, A. C.; TEIXEIRA, M. **Aspectos da preparação física no voleibol de alto rendimento. Treinamento Desportivo**, v. 3, n. 2, p. 105-11, 1998.
- GREEN, J. Matt et al. Effects of caffeine on repetitions to failure and ratings of perceived exertion during resistance training. **International journal of sports physiology and performance**, v. 2, n. 3, p. 250-259, 2007.
- GREENSPAN, Joel D. et al. Thermosensory intensity and affect throughout the perceptible range. **Somatosensory & motor research**, v. 20, n. 1, p. 19-26, 2003.
- HAGGER, Martin S. et al. Self-regulation and self-control in exercise: The strength-energy model. **International Review of Sport and Exercise Psychology**, v. 3, n. 1, p. 62-86, 2010.
- HALPERIN, Israel; PYNE, David B.; MARTIN, David T. Threats to Internal Validity in Exercise Science: A Review of Overlooked Confounding Variables. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 10, n. 7, p.823-829, 2015
- HAZIME, Fuad Ahmad et al. Anodal transcranial direct current stimulation (TDCS) increases isometric strength of shoulder rotators muscles in handball players. **Journal of Sports Physical Therapy**, v. 3, n. 12, p.402-407, 2017.

HOLLANDER, Daniel B. et al. RPE, Pain, and Physiological Adjustment to Concentric and Eccentric Contractions. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 6, p.1017-1025,2003.

HSU, Tzu-Yu et al. Modulating inhibitory control with direct current stimulation of the superior medial frontal cortex. **Neuroimage**, v. 56, n. 4, p. 2249-2257, 2011.

JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, n. 40, p.497-504, 1978.

JENSEN, C. R., & Fisher, A. G. (1979). **Power, Speed and Reaction Time. Scientific Basis of Athletic Conditioning**, 177-197.

JUDGE, Megan; HOPKER, James; MAUGER, Alexis R. The effect of tDCS applied to the dorsolateral prefrontal cortex on cycling performance and the modulation of exercise induced pain. **Neuroscience Letters**, v. 743, p. 135584, 2021.

KAN, Benjamin; DUNDAS, Jane E.; NOSAKA, Kazunori. Effect of transcranial direct current stimulation on elbow flexor maximal voluntary isometric strength and endurance. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 38, n. 7, p. 734-739, 2013.

KHEDR, E. M. et al. Longlasting analgic effects of daily sessions of repetitive transcranial magnetic stimulation in central and peripheral neuropathic pain. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v. 76, n. 6, p. 833-838, 2005.

KUO, Min-fang; CHEN, Po-see; NITSCHKE, Michael A. The application of tDCS for the treatment of psychiatric diseases. **International Review of Psychiatry**, v. 29, n. 2, p.146-167 2017.

LATTARI, Eduardo et al. Acute effects of single dose transcranial direct current stimulation on muscle strength: A systematic review and meta-analysis. **PLoS one**, v. 13, n. 12, 2018c.

LATTARI, Eduardo et al. Can transcranial direct current stimulation improve muscle power in individuals with advanced resistance training experience? **Journal of Strength and Conditioning Research**, p.1-25, 2017.

LATTARI, Eduardo et al. Can Transcranial Direct Current Stimulation Improve the Resistance Strength and Decrease the Rating Perceived Scale in Recreational Weight-Training Experience? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 12, p.3381-3387, 2016.

LATTARI, Eduardo et al. Effects of transcranial direct current stimulation on time limit and ratings of perceived exertion in physically active women. **Neuroscience Letters**, v. 662, p.12-16, 2018a.

LATTARI, Eduardo et al. Effects of Transcranial Direct Current Stimulation With Caffeine Intake on Muscular Strength and Perceived Exertion. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 33, n. 5, p. 1237-1243, 2019.

LATTARI, Eduardo et al. Effects on Volume Load and Ratings of Perceived Exertion in Individuals Advanced Weight-Training After Transcranial Direct Current Stimulation. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p.1-2, 2018b.

LAUERSEN, J.B., Bertelsen D.M., Andersen L.B. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **Br J Sports Med**. 2014;48(11):871–7

LEFAUCHEUR, J. P. et al. Neurogenic pain relief by repetitive transcranial magnetic cortical stimulation depends on the origin and the site of pain. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v. 75, n. 4, p. 612-616, 2004

LEFAUCHEUR, Jean-Pascal et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS). **Clinical Neurophysiology**, v. 128, n. 1, p. 56-92, 2017.

LEFAUCHEUR, Jean-Pascal et al. Pain relief induced by repetitive transcranial magnetic stimulation of precentral cortex. **Neuroreport**, v. 12, n. 13, p. 2963-2965, 2001.

- LI, Ran et al. Associations of muscle mass and strength with all-cause mortality among US older adults. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 50, n. 3, p. 458, 2018.
- LOFTUS, Andrea M. et al. The impact of transcranial direct current stimulation on inhibitory control in young adults. **Brain and behavior**, v. 5, n. 5, p. e00332, 2015.
- LUEBBERS, Paul E. et al. The Effects of a 7-Week Practical Blood Flow Restriction Program on Well-Trained Collegiate Athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 8, p.2270-2280, 2014.
- MACDONALD, Angus W. et al. Dissociating the role of the dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex in cognitive control. **Science**, v. 288, n. 5472, p. 1835-1838, 2000.
- MAIOR, Alex Souto. **Fisiologia dos exercícios resistidos**. Phorte Editora LTDA, 2011.
- MALMIVUO, Jaakko et al. **Bioelectromagnetism: principles and applications of bioelectric and biomagnetic fields**. Oxford University Press, USA, 1995.
- MARCORA, Samuele M.; STAIANO, Walter; MANNING, Victoria. Mental fatigue impairs physical performance in humans. **Journal of applied physiology**, 2009.
- MARTIN, Kristy et al. Mental fatigue does not affect maximal anaerobic exercise performance. **European journal of applied physiology**, v. 115, n. 4, p. 715-725, 2015.
- MENOTTI, Federica et al. The role of the prefrontal cortex in the development of muscle fatigue in Charcot–Marie–Tooth 1A patients. **Neuromuscular Disorders**, v. 24, n. 6, p. 516-523, 2014.
- MILLÁN-CALENTI, José C. et al. Prevalence of functional disability in activities of daily living (ADL), instrumental activities of daily living (IADL) and associated factors, as predictors of morbidity and mortality. **Archives of gerontology and geriatrics**, v. 50, n. 3, p. 306-310, 2010.
- MONTEIRO, Wallace; SIMÃO, Roberto; FARINATTI, Paulo. Manipulação na ordem dos exercícios e sua influência sobre número de repetições e percepção subjetiva de esforço em mulheres treinadas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 2, p.146-150, 2005.
- MONTENEGRO, Rafael A. et al. Estimulação transcraniana por corrente contínua: da aplicação clínica ao desempenho físico. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v. 12, n. 4, p.27-37, 2013.
- NAKAJIMA, T.; MORITA, T.; SATO, Y. Key considerations when conducting KAATSU training. **International Journal of Kaatsu Training Research**, v. 7, n. 1, p.1-6, 2011.
- NITSCHKE, Michael A.; PAULUS, Walter. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. **The Journal of physiology**, v. 527, n. 3, p. 633-639, 2000.
- NITSCHKE, Michael A.; PAULUS, Walter. Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans. **Neurology**, v. 57, n. 10, p. 1899-1901, 2001.
- OHTA, Haruyasuet al. Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. **Acta OrthopaedicaScandinavica**, v. 74, n. 1, p.62-68, 2003.
- OKANO, Alexandre Hideki et al. Brain stimulation modulates the autonomic nervous system, rating of perceived exertion and performance during maximal exercise. **British journal of sports medicine**, v. 49, n. 18, p. 1213-1218, 2015.
- PAGEAUX, Benjamin et al. Mental fatigue induced by prolonged self-regulation does not exacerbate central fatigue during subsequent whole-body endurance exercise. **Frontiers in human neuroscience**, v. 9, p. 67, 2015.
- PAGEAUX, Benjamin; MARCORA, Samuele M.; LEPERS, Romuald. Prolonged mental exertion does not alter neuromuscular function of the knee extensors. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 45, n. 12, p. 2254-2264, 2013.

PESCATELLO, Linda S. et al. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 10. ed.:** Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins, 2018.

PESCATELLO, Linda S. et al. Exercise and hypertension. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 36, n. 3, p. 533-553, 2004.

PETERSON, Mark D.; RHEA, Matthew R.; ALVAR, Brent A. Maximizing Strength Development in Athletes: A Meta-Analysis to Determine the Dose-Response Relationship. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 2, p.377-382, 2004.

PETERSON, Mark D.; RHEA, Matthew R.; ALVAR, Brent A. Applications of the Dose-Response for Muscular Strength Development: A Review of Meta-Analytic Efficacy and Reliability for Designing Training Prescription. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 4, p.950-958, 2005.

PLATONOV, V. N.; BULATOVA, M. M. La preparación física: Deporte e entrenamiento. [S.l]: Paidotribo, 1998.

PLEGER, Burkhard et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation of the motor cortex attenuates pain perception in complex regional pain syndrome type I. **Neuroscience Letters**, v. 356, n. 2, p. 87-90, 2004.

PRIORI, Alberto. Brain polarization in humans: a reappraisal of an old tool for prolonged non-invasive modulation of brain excitability. **Clinical neurophysiology**, v. 114, n. 4, p. 589-595, 2003.

PURPURA, Dominick P.; MCMURTRY, James G. Intracellular activities and evoked potential changes during polarization of motor cortex. **Journal of neurophysiology**, v. 28, n. 1, p. 166-185, 1965.

QUEIROS, Victor Sabino de et al. Mental Fatigue Reduces Training Volume in Resistance Exercise: A Cross-Over and Randomized Study. **Perceptual and Motor Skills**, v. 128, n. 1, p. 409-423, 2021.

RUSSO, Riccardo et al. Perception of Comfort During Active and Sham Transcranial Direct Current Stimulation: A Double-Blind Study. **Brain Stimulation**, v. 6, n. 6, p.946-951, 2013.

RALSTON, Grant W. et al. The effect of weekly set volume on strength gain: a meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 2585-2601, 2017.

SAKAI, Katsuyuki; ROWE, James B.; PASSINGHAM, Richard E. Active maintenance in prefrontal area 46 creates distractor-resistant memory. **Nature neuroscience**, v. 5, n. 5, p. 479-484, 2002.

SALLES, Belmiro Freitas de et al. Rest Interval between Sets in Strength Training. **Sports Medicine**, v. 39, n. 9, p.765-777, 2009.

SCHOENFELD, Brad J.; OGBORN, Dan; KRIEGER, James W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 11, p.1073-1082, 2016.

SIRI, We. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. **Lawrence Radiation Laboratory**, 1956.

SMITH, Edward E.; JONIDES, John. Storage and executive processes in the frontal lobes. **Science**, v. 283, n. 5408, p. 1657-1661, 1999.

SMITH, Mitchell R.; MARCORA, Samuele M.; COUTTS, Aaron J. Mental fatigue impairs intermittent running performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 47, n. 8, p. 1682-90, 2015.

STONE, MH, MOIR G, GLAISTER M, et al. How much strength is necessary? **Phys Ther Sport**. 2002;3(2):88-96.

SUCHOMEL, T. J., NIMPHIUS, S., & STONE, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. **Sports medicine**, 46(10), 1419-1449.

- TAYLOR, Janet L. et al. Neural contributions to muscle fatigue: from the brain to the muscle and back again. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 48, n. 11, p. 2294, 2016.
- TRAN, Quan T.; DOCHERTY, David. Dynamic training volume: a construct of both time under tension and volume load. **Journal of sports science & medicine**, v.5, n.4 p.707-713,2006.
- TREBS, Arthur; BRANDENBURG, Jason P; PITNEY, William. An Electromyography Analysis of 3 Muscles Surrounding the Shoulder Joint During the Performance of a Chest Press Exercise at Several Angles. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 7, p.1925-1930, 2010.
- TREEDE, Rolf-Detlef et al. The cortical representation of pain. **Pain**, v. 79, n. 2-3, p. 105-111, 1999.
- TREMBLAY, Sara et al. The uncertain outcome of prefrontal tDCS. **Brain stimulation**, v. 7, n. 6, p. 773-783, 2014.
- TSUBOKAWA, Takashi et al. Chronic motor cortex stimulation in patients with thalamic pain. **Journal of neurosurgery**, v. 78, n. 3, p. 393-401, 1993.
- VASEGHI, B.; ZOGHI, M.; JABERZADEH, S.Does anodal transcranial direct current stimulation modulate sensory perception and pain? A meta-analysis study. **Clinical Neurophysiology**, v. 125, n. 9, p.1847-1858, 2014.
- WANG, Daniel XM et al. Muscle mass, strength, and physical performance predicting activities of daily living: a meta-analysis. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, 2019.
- WASHABAUGH, Edward P. et al. Low-level intermittent quadriceps activity during transcranial direct current stimulation facilitates knee extensor force-generating capacity. **Neuroscience**, v. 329, p. 93-97, 2016.
- WEAVIL, Joshua C.; AMANN, Markus. Neuromuscular fatigue during whole body exercise. **Current opinion in physiology**, v. 10, p. 128-136, 2019.
- WIETHOFF, Sarah; HAMADA, Masashi; ROTHWELL, John C. Variability in response to transcranial direct current stimulation of the motor cortex. **Brain stimulation**, v. 7, n. 3, p. 468-475, 2014.
- WILLIAMS, Petra S.; HOFFMAN, Richard L.; CLARK, Brian C. Preliminary Evidence That Anodal Transcranial Direct Current Stimulation Enhances Time to Task Failure of a Sustained Submaximal Contraction. **Plos One**, v. 8, n. 12, p.e81418, 2013
- WILSON, Jacob M.; FLANAGAN, Eamonn P. The role of elastic energy in activities with high force and power requirements: a brief review. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 5, p. 1705-1715, 2008.
- Wisløff U, Castagna C, Helgerud J, et al. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. **Br J Sports Med**. 2004;38(3):285–8
- WOODS, Adam J. et al. A technical guide to tDCS, and related non-invasive brain stimulation tools. **Clinical Neurophysiology**, v. 127, n. 2, p. 1031-1048, 2016.
- ZATSIORSKY, Vladimir M. Biomechanical basis of strength training. In: **ISBS-Conference Proceedings Archive**. 1992.

**ANEXO I – QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA A ATIVIDADE FÍSICA
(PARQ)**

QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA A ATIVIDADE FÍSICA

O bom senso é o seu melhor guia para responder a estas perguntas. Por favor, leia cada pergunta cuidadosamente e responda com honestidade: marque SIM ou NÃO

1. Algum médico já disse que você possui algum problema de coração e que só deveria realizar atividade física supervisionado por profissionais de saúde?

Sim Não

2. Você sente dores no peito quando pratica atividade física?

Sim Não

3. No último mês, você sentiu dores no peito quando praticou atividade física?

Sim Não

4. Você apresenta desequilíbrio devido à tontura e/ ou perda de consciência?

Sim Não

5. Você possui algum problema ósseo ou articular que poderia ser piorado pela atividade física?

Sim Não

6. Você toma atualmente algum medicamento para pressão arterial e/ou problema de coração?

Sim Não



7. Sabe de alguma outra razão pela qual você não deve praticar atividade física?

Sim Não

Nome completo

Idade: _____

ANEXO II – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

	UNIVERSIDADE SALGADO DE OLIVEIRA Mestrado em Ciências da Atividade Física	
---	--	---

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título do projeto de pesquisa: Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua anódica sobre o volume repetições e percepção de dor no exercício supino reto.

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa sobre “*estratégias para melhora do desempenho humano*”. Sua participação não é obrigatória.

Os pesquisadores Guilherme Moraes Rodrigues e José Eduardo Lattari Rayol Prati (da Universidade Salgado de Oliveira) pretendem realizar um estudo com as seguintes características:

Objetivo do estudo: Verificar o efeito da ETCC-a sobre a força muscular e percepção de dor em 3 séries do exercício supino reto.

Descrição dos procedimentos metodológicos: a) mensuração de medidas antropométricas para caracterização da amostra (com instrumentos e roupas adequadas); b) teste de força de repetição máxima (1RM) para o exercícios supino reto no equipamento *Smith machine*; c) estimulação transcraniana de corrente contínua anódica, catódica ou sham; d) protocolo de treinamento proposto (realização de 3 séries, com a carga de 70% de 1RM, até a falha involuntária, com 1 minuto de intervalo entre séries; e) resposta das escalas CR10 (percepção subjetiva de dor).

Descrição de riscos e desconfortos: durante a realização da pesquisa os procedimentos não apresentam risco à sua vida. Contudo, a medida do teste de 1RM pode levar um desconforto muscular pelo fato de levar o indivíduo a uma fadiga aguda. Durante a aplicação da ETCC, alguns voluntários podem reportar sensação de formigamento, porém isto não ocorre em todos.

Benefícios aos participantes: o presente estudo poderá beneficiá-lo diretamente, uma vez que fornecerá dados em relação a força muscular e a composição corporal. Além disto, poderá contribuir na compreensão da utilização da ETCC no desempenho da força muscular, percepção subjetiva de dor quando realizado o treinamento somado a aplicação da ETCC.

Garantia de acesso aos pesquisadores: Em qualquer fase do estudo você terá pleno acesso aos pesquisadores responsáveis pelo projeto na Universidade Salgado de Oliveira, Rua Marechal Deodoro 217, 2º Andar - Centro - Niterói - RJ ou pelo telefone 2138 4927.

Garantia de liberdade: A participação neste estudo é absolutamente voluntária. Dentro desta premissa, todos os participantes estão integralmente livres para, a qualquer momento, negar o consentimento ou desistir de participar e retirar o consentimento, sem que isto provoque qualquer tipo de penalização para você. Lembramos, assim, que a sua recusa não trará nenhum prejuízo à relação com o pesquisador ou com a instituição e a sua participação não é obrigatória. Mediante a aceitação, espera-se que você esteja nos dias e horários marcados e, acima de tudo, siga as instruções determinadas pelos pesquisadores responsáveis.

Direito de confidencialidade: os dados colhidos na presente investigação serão utilizados para subsidiar a confecção de artigos científicos. Porém, todas as informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o absoluto sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar a identificação do participante e ninguém, a não ser o próprio pesquisador, poderá ter acesso aos resultados da pesquisa de forma individual.

Direito de acessibilidade: cada participante poderá ter acesso aos resultados de suas próprias medidas, bem como, asseguramos a necessária interpretação e informações cabíveis sobre os dados coletados. Contudo

Despesas e compensações: o participante, em qualquer fase do estudo não terá despesas financeiras pessoais. As despesas, assim, se porventura ocorrer, deverão ser de responsabilidade dos próprios pesquisadores. Também, não haverá compensação financeira relacionada à sua participação.

Os materiais utilizados para coleta de dados serão armazenados por 5 (cinco) anos, após descartados, conforme preconizado pela Resolução CNS nº. 466 de 12 de dezembro de 2012.

Em caso de dúvidas ou questionamentos, queira se manifestar, agora ou em qualquer momento do estudo, para explicações adicionais.

Consentimento

Eu, _____,
acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações sobre o estudo acima citado.

Declaro, assim, que discuti com os Pesquisadores Guilherme Moraes Rodrigues e/ou José Eduardo Lattari Rayol Prati sobre minha decisão em participar desse estudo. Ficaram claros para mim quais são os objetivos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesa. Concordo, voluntariamente, em participar desse estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidade ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido em seu atendimento nesta instituição. Eu receberei uma cópia desse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a outra ficará com o pesquisador responsável por essa pesquisa. Além disso, estou ciente de que eu e o pesquisador responsável deveremos rubricar todas as folhas desse TCLE e assinar na última folha.

Niterói, ____ de _____ de 20__

Nome

Assinatura

Pesquisador responsável

ANEXO III – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



UNIVERSIDADE SALGADO DE
OLIVEIRA - UNIVERSO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua em diferentes ordenações dos exercícios de força sobre a força muscular e percepção subjetiva de esforço em homens treinados

Pesquisador: JOSE EDUARDO LATTARI RAYOL PRATI

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 24420319.7.0000.5289

Instituição Proponente: ASSOCIACAO SALGADO DE OLIVEIRA DE EDUCACAO E CULTURA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.778.917

Apresentação do Projeto:

A estimulação transcraniana por corrente contínua de polaridade anódica (ETCC-a) tem demonstrado melhora no desempenho da força muscular, além da redução da percepção subjetiva de esforço (PSE) em exercícios isolados do treinamento de força. Porém, são escassos na literatura os efeitos da ETCC-a sobre a força muscular e a PSE em uma sessão de treinamento de força, tampouco sobre diferentes ordenações dos exercícios de força.

Objetivo da Pesquisa:

Verificar o efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua de polaridade anódica (ETCC-a) sobre a força muscular e PSE em uma sessão de TF com diferentes ordenações.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

RISCOS: Os procedimentos não apresentam risco à sua vida. Contudo, a realização dos exercícios poderá acarretar em leve desconforto muscular. Durante a aplicação da estimulação transcraniana por corrente contínua, é possível que ocorram relatos de sensação de formigamento, assim como leve vermelhidão no local de aplicação, que cessam após o término da estimulação.

BENEFÍCIOS: O presente estudo poderá beneficiá-lo diretamente, uma vez que fornecerá dados em relação à força muscular e a composição corporal.

Endereço: MARECHAL DEODORO, 263 Bl. B - térreo			
Bairro: CENTRO		CEP: 24.030-060	
UF: RJ	Município: NITEROI		
Telefone: (21)2138-4905	Fax: (21)2138-4983	E-mail: cepuniverso@nt.universo.edu.br	



Continuação do Parecer: 3.778.917

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Sem pendências

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Sem pendências

Recomendações:

Acrescentar cronograma e orçamento em projetos futuros.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

TCLE - OK

Projeto - OK

Folha de Rosto - OK

Carta de Anuência - dispensa

Considerações Finais a critério do CEP:

Recomenda-se apenas acrescentar cronograma e orçamento em projetos futuros.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1450999.pdf	24/10/2019 09:05:37		Aceito
Folha de Rosto	Folha_rosto.pdf	24/10/2019 08:55:42	JOSE EDUARDO LATTARI RAYOL PRATI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	16/10/2019 16:11:18	JOSE EDUARDO LATTARI RAYOL PRATI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DETALHADO.docx	16/10/2019 16:11:01	JOSE EDUARDO LATTARI RAYOL PRATI	Aceito

Endereço: MARECHAL DEODORO, 263 Bl. B - térreo
Bairro: CENTRO **CEP:** 24.030-060
UF: RJ **Município:** NITEROI
Telefone: (21)2138-4905 **Fax:** (21)2138-4983 **E-mail:** cepuniverso@nt.universo.edu.br



UNIVERSIDADE SALGADO DE
OLIVEIRA - UNIVERSO



Continuação do Parecer: 3.778.917

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

NITEROI, 17 de Dezembro de 2019

Assinado por:
SUZIANE HERMES DE MENDONCA SOARES
(Coordenador(a))

Endereço: MARECHAL DEODORO, 263 Bl. B - térreo
Bairro: CENTRO **CEP:** 24.030-060
UF: RJ **Município:** NITEROI
Telefone: (21)2138-4905 **Fax:** (21)2138-4983 **E-mail:** cepuniverso@nt.universo.edu.br

ANEXO IV - ANAMNESE

Anamnese

Nome: _____ data: __ / __ / __

Telefone: _____

Histórico de treinamento

Tempo de TF: ___ meses

Média de frequência semanal: ___ vezes por semana

Duração do treino: ___ minutos

Histórico de lesões

Possui alguma lesão que te impeça para a realização do exercício? () sim () não

Qual: _____

Já teve alguma lesão? () sim () não. Qual? _____

Quanto tempo atrás? _____ anos _____ meses

Doenças pré-existentes (Utilizar o PARQ)

Fumante: () sim () não () parou. Quanto tempo? ___ anos ___ meses

Bebida: () sim () não () parou. Frequência semanal: ___ vezes por semana

Características antropométricas

Idade: ___ anos; Massa corporal: ___ kg; Estatura: ___ kg

DC: ___ mm (tríceps) ___ mm (abdômen) ___ mm (coxa)

Perímetria: ___ cm (BD relaxado) ___ cm (BD contraído)

___ cm (BE relaxado) ___ cm (BD contraído)

Distância da pegada: _____ com (entre os dedos indicadores)

Posição da esponja: _____ (entre o processo xifóide e manúbrio [no centro])

Teste de 1RM

Supino: _____ kg (data : __ / __ / __); _____ kg (data : __ / __ / __)

Tríceps: _____ kg (data : __ / __ / __); _____ kg (data : __ / __ / __)

ANEXO V – TABELA ADAPTADA CR10 DE BORG (1998)***Escala CR-10***

0	Absolutamente nada
0,5	Extremamente fraco (apenas perceptível)
1	Muito fraco
2	Fraco (leve)
3	Moderado
4	-
5	Forte (Intenso)
6	-
7	Muito forte
8	-
9	-
10	Extremamente forte (quase máximo)
■	Máximo

Legenda: Escala CR-10 de percepção de dor. Adaptado de Borg (1998).

ANEXO VI – QUESTIONÁRIO ADAPTADO DE SENSACIONES RELACIONADAS À ETCC

Pesquisador:

Nome do participante:

Data: __/__/__ Ordem:_____

A presente amostra experimentou a estimulação transcraniana anteriormente?

SIM () NÃO ()

Qual a intensidade? _____ mA (Caso SIM) Polaridade:_____

Dimensão dos eletrodos: _____x_____ cm; (_____cm²)

Indique o grau de desconforto de acordo com a seguinte escala:

Efeitos adversos	Nenhuma	Leve	Moderada	Forte
Coceira (P)				
Dor no couro cabeludo (DC)				
Dores no pescoço (DP)				
Queimadura no escalpo (Q)				
Maior estado de alerta (A)				
Vermelhidão da pele (V)				
Sonolência (S)				
Falta de concentração (C)				
Mudança de humor (H)				
Gosto metálico na boca (GM)				

Com base na sua percepção ao longo das sessões de estimulação elétrica, você acredita que a estimulação foi:

- () Real nas duas sessões
- () Real na 1ª visita real e placebo na 2ª visita
- () Placebo na 1ª visita e real na 2ª visita
- () Placebo nas duas sessões