



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Educação e Humanidades

Instituto de Educação Física e Desportos

Anthoni Jorge Santoro

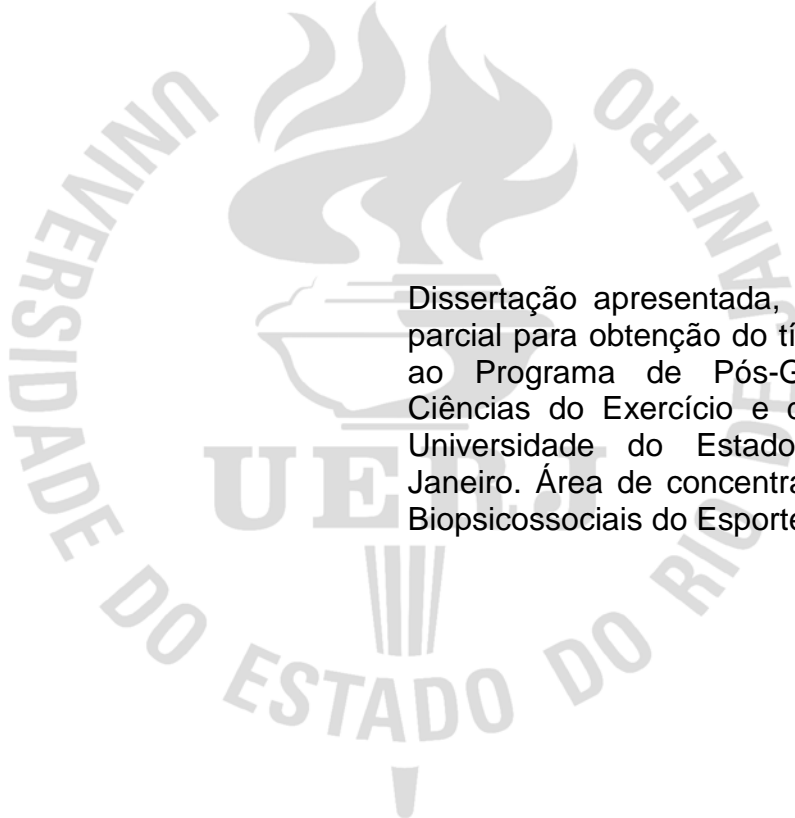
**O efeito da eletroestimulação transcraniana por corrente contínua
no controle inibitório e no desempenho físico de atletas de rugby
em cadeira de rodas**

Rio de Janeiro

2019

Anthoni Jorge Santoro

O efeito da eletroestimulação transcraniana por corrente contínua no controle inibitório e no desempenho físico de atletas de rugby em cadeira de rodas



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Fabrício Vieira do Amaral Vasconcellos

Coorientador: Prof. Dr. Felipe Amorim da Cunha

Rio de Janeiro

2019

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CEH/B

S237 Santoro, Anthoni Jorge.
O efeito da eletroestimulação transcraniana por corrente contínua no controle inibitório e no desempenho físico de atletas de rugby em cadeira de rodas / Anthoni Jorge Santoro. – 2019.
53 f. : il.

Orientador: Fabrício Vieira do Amaral Vasconcellos.
Coorientador: Felipe Amorim da Cunha.
Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Educação Física e Desportos.

1. Rugby em cadeira de rodas – Testes de aptidão – Teses. 2. Atletas com deficiência – Teses. 3. Estimulação elétrica transcutânea do nervo – Teses. I. Vasconcellos, Fabrício Vieira do Amaral. II. Cunha, Felipe Amorim da. III Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Educação Física e Desportos. IV. Título.

CDU 796.333-056.26

Bibliotecária: Eliane de Almeida Prata. CRB7 4578/94

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Anthoni Jorge Santoro

O efeito da eletroestimulação transcraniana por corrente contínua no controle inibitório e no desempenho físico de atletas de rugby em cadeira de rodas

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Esporte.

Aprovado em 27 de agosto de 2019

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Fabrício Vieira do Amaral Vasconcellos (Orientador)
Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

Prof. Dr. Felipe Amorim da Cunha (Coorientador)
Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

Prof^a. Dra. Patrícia dos Santos Vigário
Centro Universitário Augusto Motta

Prof. Dr. Alberto José Filgueiras Gonçalves
Instituto de Educação Física e Desportos - UERJ

Rio de Janeiro

2019

DEDICATÓRIA

À minha mãe. Por tudo. Para todo o sempre.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Fabrício Vasconcellos, por me abrir as portas do Mestrado e mostrar que podemos nos reinventar mesmo no meio da caminhada profissional. Novos aprendizados e a busca incessante pelo conhecimento renovam a vida e serão sempre bem-vindos. Muito obrigado – de coração! Gratidão!

Ao professor Felipe Cunha, pela possibilidade, em um segundo momento, de pertencer ao universo acadêmico.

Ao Labsau e ao Labesfut, pela oportunidade de convívio e interação mútua.

À Deborah, Daniel, Diego Augusto, Celso, Lucas Tavares, Raphael e Karynne pela mão amiga, boa vontade e total disponibilidade em colaborar. Parceria.

À professora Patrícia Vigário, pelos ensinamentos, solicitude e correções pontuais.

Ao professor Alberto Figueiras, pela louca circuitaria neural.

Ao professor Jeter Pereira, pela cooperação e paciência em passar informações e ciência.

À equipe Santer Rio Rugby e todos os atletas, pela superação, boa vontade e disponibilidade em ajudar o projeto.

À professora e amiga Renata Mousinho, pela sapiência e capacidade irrestrita de ajudar, dispondo de amor e carinho nas palavras.

À amiga Lucia, pelas manifestações de incentivo e amizade.

Ao primo Antônio Eduardo, pela referência de vida e fonte inesgotável de saber.

À Luciana e Alessandra, mulheres que ajudaram no meu caminhar.

À Thaís, por tudo de maravilhoso que há de vir na estrada da vida para percorrermos... juntos!

Ao futebol, que me fez enxergar o Mestrado com outros olhos.

À vida!

RESUMO

SANTORO, Anthoni Jorge. *O efeito da eletroestimulação transcraniana por corrente contínua no controle inibitório e no desempenho físico de atletas de rugby em cadeira de rodas*. 2019. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Exercício e do Esporte) – Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

O rugby em cadeira de rodas (RCR), por ser um esporte relativamente novo, ainda se desenvolve com poucos estudos específicos, e, fundamentalmente, os avanços nos métodos de avaliação e treinamento são necessários para a evolução dessa modalidade esportiva. Na atualidade, pesquisas têm comprovado que a eletroestimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) exerce um efeito positivo sobre o desempenho físico e também em diferentes quadros clínicos. O presente estudo, de natureza experimental (ensaio clínico não-controlado crossover) relacionou o RCR com a técnica do ETCC buscando, como objetivo, investigar e achar respostas sobre o efeito do método de estimulação sobre o controle inibitório e desempenho físico dos atletas. A amostra foi composta por dez atletas de RCR, homens e mulheres, com idades entre 16 e 46 anos, com lesão medular alta (C4, C5, C6, C7) incompleta (tetraplegia) ou tetraequivalência, com no mínimo seis meses de prática sistemática de treinos e jogos da modalidade e que não apresentavam nenhum tipo de dano cerebral que comprometessem suas funções cognitivas. Em um ambiente controlado, os 10 atletas, após permanecerem em repouso por 10 minutos sentados na cadeira de rodas, foram submetidos à aplicação da ETCC (em ordem contrabalanceada por sorteio) anódica ou placebo/sham, 2mA/20 min, em seguida realizaram um teste específico para avaliar o controle inibitório - o Stroop Test -, posteriormente, um teste de desempenho físico aeróbio/ cardiorrespiratório (12 minutos) protocolado para cadeirantes e finalizando com 5 minutos de recuperação passiva. O estudo atestou que a ETCC anódica estimulada sobre a região F3 do córtex pré-frontal é uma técnica capaz de melhorar o controle inibitório dos atletas de RCR. Na realização da terceira fase do Stroop Test, na condição sham os valores de média e desvio-padrão foram, respectivamente, $19,3 \pm 6s$. Enquanto na condição anódica foram de $16,9 \pm 6s$, considerando que a significância encontrada foi $p = 0,025$. E com o mesmo protocolo do ETCC, a pesquisa demonstrou que o desempenho físico dos atletas do RCR, no teste físico, não melhorou após a estimulação.

Palavras-chave: Rugby. Cadeira de rodas. Eletroestimulação. TDCS. Função executiva. Desempenho físico

ABSTRACT

SANTORO, Anthoni Jorge. *The effect of transcranial direct current stimulation on the inhibitory control and physical performance of wheelchair rugby*. 2019. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Exercício e do Esporte) – Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

Wheelchair rugby (WCR) is a relatively new sport and there are still few specific studies in this field, hence there is fundamental necessity for advances in assessment and training methods for the evolution of this sport. Nowadays, research has shown that transcranial direct current stimulation (TDCS) has a positive effect on physical performance and also on different clinical conditions. The present study and uncontrolled cross-over clinical trial related and put together WCR and the TDCS technique aiming to investigate and find answers about the effect of the stimulation method on the inhibitory control and physical performance of WCR athletes. The sample consisted of ten WCR athletes, men and women, aged between 16 and 46, with incomplete high spinal cord injury (C4, C5, C6, C7) or quadriplegia and at least six months of systematic practice, training and games that do not present any type of brain damage that compromises the cognitive functions. In a controlled environment, the 10 athletes, after resting for 10 minutes seated in the wheelchair, were submitted to an anodic TDCS (in drawn counterbalanced order) or placebo / sham, 2mA / 20 min, followed by a specific test to evaluate the inhibitory control - Stroop Test -, a physical performance test (12 minutes) for wheelchair users and than 5 minute rest. The study attested that the anodic TDCS stimulation of the F3 region of the prefrontal cortex is a technique that can improve the inhibitory control of wheelchair rugby athletes. In the third phase of Stroop Test, in sham condition the mean and standard deviation values were, respectively, $19.3 \pm 6s$. While in the anodic condition were $16.9 \pm 6s$, considering that the significance found was $p = 0.025$. And with the same ETCC protocol, research has shown that the physical performance of RCR athletes in the physical test did not improve after stimulation.

Keywords: Rugby. Wheelchair. Electric stimulation. TDCS. Executive function.
Physical performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cadeiras de rodas usada para o Rugby de cadeira de rodas.....	13
Figura 2 - Desenho experimental do estudo.....	26
Figura 3 - Densitometria por dupla emissão de raios-X (DEXA).....	28
Figura 4 - Aparelho de eletroestimulação transcraniana por corrente contínua.....	30
Figura 5 - a) visão do lado esquerdo. b) visão sobre a cabeça e os pontos F3 e F4 onde foram aplicados a corrente elétrica.....	31
Figura 6 - Estímulo folha 1 stroop test.....	33
Figura 7 - Estimulo folha 2 stroop test.....	33
Figura 8 - Estimulo folha 3 stroop test.....	34
Figura 9 - Pista do teste de 12 min.....	36
Figura 10 - Analisador de gases metabólicos VO2000.....	36
Figura 11 - Alterações na frequência cardíaca (FC) pico, os valores em média e desvio-padrão para a condição sham e anódica em batimentos por minutos (bpm).....	39
Figura 12 - Alterações no VO2 pico, os valores em média e desvio-padrão para a condição sham e anódica.....	39
Figura 13 - Alterações na distância percorrida, os valores em média e desvio-padrão para a condição sham e anódica.....	40
Figura 14 - Alterações na percepção subjetiva de esforço, os valores em média e desvio-padrão para a condição sham e anódica.....	40
Figura 15 - Alterações no stroop incongruente e efeito stroop, os valores em média e desvio-padrão para a condição sham e anódica.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados em média e desvio-padrão das características da amostra...38

LISTA DE ABREVIATURAS

ABRC	Associação Brasileira de Rugby em Cadeira de Rodas
CF	Classificação Funcional
CPFDL	Córtex Pré-Frontal Dorso Lateral
DEXA	<i>Dual-energy X-ray Absorptiometry</i>
EEG	Eletroencefalograma
ETCC	Eletroestimulação Transcraniana por Corrente Contínua
FC	Frequência Cardíaca
FCmax	Frequência Cardíaca Máxima
FE	Função Executiva
ISAK	<i>International Society for the Advancement of Kinanthropometry</i> LME: Lesão Medular Espinhal
PSE	Percepção Subjetiva de Esforço
RCR	Rugby em Cadeira de Rodas
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento
VO ₂	Volume de Oxigênio
VO _{2max}	Volume Máximo de Oxigênio

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
1 JUSTIFICATIVA.....	22
2 OBJETIVOS.....	23
2.1 Objetivo Geral.....	23
2.2 Objetivos Específicos.....	23
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
3.1 Critério de Inclusão.....	24
3.2 Critério de Exclusão.....	24
3.3 Amostra.....	25
3.4 Desenho Experimental:.....	25
4 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA E DA COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	28
5 ELETROESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA (ETCC).....	29
6 STROOP TEST.....	32
7 TESTE DE ESFORÇO DE 12 MINUTOS.....	35
8 PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DOS DADOS.....	37
9 RESULTADOS.....	38
10 DISCUSSÃO.....	42
CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS.....	47

INTRODUÇÃO

O Rugby em Cadeira de Rodas (RCR) é um esporte praticado por cadeirantes lesados medulares como também por tetraequivalentes, com a invenção datada dos anos 70, em Winnipeg, Canadá. Pelo universo agressivo do jogo, o RCR ficou conhecido como *murderball*. No começo, o RCR era uma possibilidade de prática esportiva para indivíduos com tetraplegia (ou um quadro equivalente) e com restrições de força nos membros superiores, e que, por isso, levavam enorme desvantagem na técnica do basquete em cadeira de rodas (YILLA, AB.; SHERRILL, C., 1998). A modalidade participou como esporte exibição nas Paralimpíadas de 1996, em Atlanta, e passou a compor o programa oficial dos Jogos Paralímpicos a partir da edição de 2000, em Sidney (IWRF, 2019).

Devido ao grande dinamismo da sua prática, o RCR é apontado como uma das modalidades paradesportivas com maior crescimento desde a sua introdução no programa dos Jogos Paralímpicos (PORRETTA, DL., 2004). Hoje, mais de 25 países estão ranqueados e participam das competições nacionais e internacionais chanceladas pela Federação Internacional de Rugby em Cadeira de Rodas (IWRF, 2019).

O crescimento e o desenvolvimento dos esportes Paralímpicos estão relacionados a três causas: a incontestabilidade da importância do esporte no processo de reabilitação dos indivíduos, o direito à prática esportiva das pessoas com deficiência e o entretenimento e lazer fomentados por cada modalidade (TWEEDY, S.; HOWE, D., 2011).

Em 2008, o RCR surge oficialmente no Brasil com a fundação da Associação Brasileira de Rugby em Cadeira de Rodas (ABRC), apesar do primeiro registro ser datado de 2005, com a realização dos Jogos Mundiais em Cadeira de Rodas (SANT'ANNA, MMS.; PRATES, R., 2002). Desde então, procedimentos foram empreendidos para amplificar o número de equipes e profissionais envolvidos com o RCR, tais como: demonstrações em eventos, campeonatos com cadeirantes e clínicas de formação de árbitros e classificadores funcionais (SANT'ANNA, MMS.; PRATES, R., 2002).

A prática do RCR pode ocorrer com indivíduos que apresentem quadro de lesão parcial da medula espinhal (LME) acima da primeira vértebra torácica, provocador de um estado de tetraplegia, ou com pessoas que tenham sequelas de poliomielite ou ainda com quadros de tetra-equivalência (má-formação congênita, amputações de quatro membros e algumas síndromes que agridem o funcionamento motor de todos os membros). (IWRF, 2019)

Para a participação oficial em competições de RCR, é necessário que o jogador seja submetido a uma classificação funcional (CF) de acordo com o Manual de Classificação da Federação Internacional de Rugby em Cadeira de Rodas (IWRF, 2019). Esta classificação tem como objetivo tornar a competição mais equilibrada, honesta e justa, equiparando os atletas por nível de comprometimento funcional e não somente pela característica da lesão.

O sistema de CF no RCR apresenta-se com sete classes que variam de 0,5 (classificação mais baixa; maior comprometimento funcional) a 3,5 (classificação mais alta; menor comprometimento funcional) pontos (IWRF, 2019). Os atletas que recebem a classificação esportiva entre 0,5 e 1,5, habitualmente são de defesa. Já os jogadores que têm a classificação entre 2,0 e 3,5, normalmente são de ataque (IWRF, 2019). Cada equipe é formada por 10 atletas na relação de jogo e 4 jogadores por vez em quadra. A classificação funcional influencia diretamente na formação das equipes, e o somatório dos pontos dos quatro atletas em quadra não pode ultrapassar 8 pontos, exceto quando a equipe for mista (constituída por homens e mulheres), podendo, então, chegar a 8,5 pontos. Os treinadores devem levar em consideração os aspectos específicos de cada classe, assim como sua função de cada jogador em quadra.

A prática do RCR é, geralmente, realizada em quadras de piso rígido (ginásios ou espaços cobertos) que não atrapalhem o desenvolvimento das cadeiras de rodas. Por ser um esporte dinâmico, movimentado e ágil e com esforços intervalados durante os quatro tempos de oito minutos cada, há uma inevitabilidade de níveis elevados de condicionamento físico bem como agilidade na cadeira de rodas para manusear a bola em constantes mudanças de direção, acelerações e desacelerações (YILLA, AB.; SHERRILL, C., 1998 e GORLA, J.I. *et al.*, 2012). A área de pontuação é demarcada por 2 cones. O ponto (gol) é anotado quando o

atleta passa com pelo menos duas rodas (da frente ou de trás) da cadeira pela linha de fundo adversária no espaço delimitado de 8 metros entre os cones, sem tocá-los, tendo domínio sobre a bola (IWRF, 2019). Cada vez que o jogo é paralisado, por falta, pela bola ter saído da quadra ou por ter sido marcado um gol, o cronômetro regressivo também é paralisado (IWRF, 2019). O RCR é muito parecido com o Rugby tradicional, principalmente por ter objetivos análogos, bastante contato físico e, primordialmente, necessidade de níveis altos de condicionamento físico (YILLA, AB.; SHERRILL, C., 1998).

As cadeiras de rodas do RCR são específicas para o desenvolvimento do jogo, facilitam a prática e o desempenho no esporte, além de apresentarem uma maior segurança para os cadeirantes. Elas são divididas em dois tipos: as cadeiras de ataque e as cadeiras de defesa (Figura 1). As luvas especiais ajudam à aderência à bola e são importantes para que os jogadores protejam as suas mãos sem machucá-las. Ginásios muito quentes sem ventilação apropriada e quadras externas, abertas, expostas ao sol são normalmente evitados porque os lesados medulares altos têm comprometimento na resposta da regulação térmica (ARES, M.; CRISTANTE, A., 2012) Um borrifador deve ser usado regularmente para respingar água nos atletas, bem como as toalhas molhadas podem ajudar no arrefecimento corporal. Ambos são materiais de apoio imprescindíveis que a comissão técnica deve utilizar para minorar o desconforto térmico.

Figura 1 - Cadeiras de rodas do RCR



Legenda: À esquerda, a cadeira de rodas com o para-choque preto usada para a defesa, à direita, a cadeira dos jogadores de ataque.

Fonte: Foto retirada do site da FAPERJ

Com o passar do tempo e dos anos, vários estudos concentraram-se os seus esforços nos indivíduos de cadeiras de rodas e de forma significativa em atletas cadeirantes. Muitos testes de campo e de laboratório foram validados objetivando novos protocolos para a avaliação física dos atletas de esportes em cadeiras de rodas (MORGULEC, N. *et al.*, 2006; VANDERTHOMMEN, M. *et al.*, 2002; NLANDEWIJCK, Y. *et al.*, 2006 e VINET, A. *et al.*, 2002). Os indivíduos com LME alta têm o restringimento da atuação do sistema nervoso simpático e diminuição da massa muscular funcional. Concomitantemente, há perda da capacidade de trabalho corporal e, conseqüentemente, reduções na capacidade cardiorrespiratória e na frequência cardíaca máxima (FCmax) (NASH, M.S.,2015 e HAISMA, J.A. *et al.*,2016).

Considerando o meio esportivo e dependendo da modalidade praticada, a capacidade aeróbica é uma relevante variável a ser mensurada nos indivíduos integrantes de esportes em cadeira de rodas (GOOSEY-TOLFREY, V.; TOLFREY, K., 2008), na medida em que há uma necessidade de uma rápida recuperação metabólica em virtude dos estímulos intensos e vigorosos (HUNTER, G.R. *et al.*, 2012). O metabolismo aeróbio é importantíssimo no RCR e, por isso, se faz necessária uma avaliação regular da capacidade aeróbica nos jogadores para ajustar os treinamentos diários, porque todos os atletas - com deficiência física ou não - podem, regularmente, gerar em seus organismos alterações fisiológicas e metabólicas que comprometam o funcionamento dos sistemas circulatório, muscular e respiratório (TANHOFFER, R.A. *et al.*, 2012; GOOSEY-TOLFREY, V., 2011 e BHAMBHANI, Y., 2002).

O consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) é um fator preponderante para o prognóstico da capacidade aeróbica - seja em indivíduos cadeirantes ou andantes. Diversos estudos evidenciam que os valores do $VO_{2máx}$ nos jogadores com LME alta são mais baixos quando confrontados aos indivíduos sem deficiência. A frequência cardíaca (FC) e a ventilação pulmonar reduzidas proporcionam a diminuição no valor do $VO_{2máx}$. (HOUNKER, M. *et al.*, 1998; WILLIAWS, P., 1997 e VINET, A. *et al.*,2002). Também há a redução da circulação sanguínea na musculatura funcional bem como uma mudança no controle do sistema nervoso simpático. Isso tudo vai ocasionar uma perturbação da FC e do $VO_{2máx}$. (THIJSEN, D.; STEENDIJK, S.; HOPMAN, M. ,2009).

As avaliações físicas de um grupo de atletas de uma determinada modalidade, com as devidas referências de $VO_{2m\acute{a}x}$, são necessárias para balizar os treinamentos que serão prescritos. Essas avaliações fornecem informações relevantes sobre a capacidade aeróbica individual e coletiva. Ao mesmo tempo, o elevado custo dos equipamentos, o tempo despendido para cada teste e as adaptações necessárias para os cadeirantes tornam complexas e difíceis as avaliações em laboratório. Por isso, as avaliações em quadras, campos e pistas tornaram-se importantes para os atletas de modalidades praticadas em cadeira de rodas (VANLANDEWIJCK, Y. *et al.*, 2006; HAISMA, J.A. *et al.*, 2006 e GOOSEY-TOLFREY, V.; TOLFREY, K., 2008). Testes de campo e com fácil acessibilidade servem como instrumentos no auxílio da evolução o desempenho atlético dos esportivas – sejam cadeirantes ou não (VANDERTHOMMEN, M. *et al.*, 2002 e VINET, A. *et al.*, 2002).

Mesmo com o desenvolvimento específico das avaliações físicas, verifica-se que há poucos estudos científicos com dados tabulados das variáveis fisiológicas para ajudar no controle de treinamento dos atletas cadeirantes. Talvez, pela falta de uniformidade nas diferentes lesões e respectivos comprometimentos, não tenhamos dados constantes e regulares, valores de referência e normativos, para a melhor prescrição das atividades (FRANKLIN, B. *et al.*, 1990 e JANSSEN, T., 2002).

Devido ao crescimento do RCR, percebe-se a indispensabilidade de um melhor desenvolvimento de atividades específicas que dialoguem com as demandas físicas do jogo como também com as táticas e técnicas do esporte. Dessa forma, identifica-se que o desempenho tático tem um espaço determinante para o alcance do alto rendimento no RCR. Assim, para atingir uma alta performance tática, os jogadores devem possuir habilidades cognitivas bem desenvolvidas (CASANOVA, F. *et al.*, 2009)

É muito importante que os jogadores realizem, frequentemente, observações e interpretações de tudo que envolve o jogo em si, exigindo, assim, empenho e performance cognitiva (WILLIAMS, AM.; ERICSSON, KA., 2005). A efetividade dos comportamentos estratégicos dos jogadores de um determinado time está diretamente ligada a rapidez das respostas executadas (VESTBERG, T. *et al.*, 2012), isto quer dizer que a velocidade e a qualidade no processamento das informações resultam em uma melhor resposta a ser tomada no jogo (HUIJGEN, B. *et al.* e VESTBERG, T. *et al.*, 2015)

Todo atleta precisa estar preparado para elaborar e adequar as respostas motoras através dos múltiplos processos cognitivos (JURADO, MB.; ROSSELLI, M., 2007) que se complementam e agem na planificação, padronização e definição do gesto motor final (DIAMOND A, 2013; CHAN, R. *et al.*, 2008; STRAUSS, E.; SHERMAN, E.; PREEN, O., 2006 e FRIEDMAN, NP *et al.*, 2006). Esses procedimentos cognitivos, que são conhecidos na neuropsicologia por funções executivas, ajudam os atletas a adotar as melhores decisões em uma partida (STRAUSS, E.; SHERMAN, E.; SPREEN, O., 2006). Evidencia-se, dessa forma, a relevância das funções executivas como um mecanismo complexo que coordena diferentes subprocessos objetivando um fim determinado.

Compreendendo a relação entre as diversas funções executivas, o conjunto de habilidades cognitivas são agregadas sinalizando condutas e metas através de ações voluntárias. Dessa forma, elege-se as melhores e mais eficazes estratégias dissolvendo problemas de curto, médio ou longo prazo (CAPOVILLA, A.; ASSEF, E.; COZZA, E., 2007; MALLOY-DINIZ, LF. *et al.*, 2008 e SANTOS, F., 2004). O termo Função Executiva (FE) é utilizado para estabelecer a base de gerenciamento das habilidades cognitivas requeridas e direcionados aos objetivos. São funções executivas: a flexibilidade cognitiva, o controle inibitório, a tomada de decisão, a atenção, o planejamento, a memória e a resolução de problemas (ALLAIN, P. *et al.*, 2005); FAW, B., 2003; GOLDBERG, E., 2002; FUNAHASHI, S., 2001 e STUSS, DT., 1992).

As funções executivas são governadas por inúmeros circuitos neurais situados na região anterior do cérebro, abrangendo o córtex pré-frontal, área mais anterior dos hemisférios cerebrais e o local encarregado do raciocínio, aprendizagem e planejamento (ALLAIN, P. *et al.*, 2005), e as suas incontáveis conexões com diversas áreas corticais (MALLOY-DINIZ, LF. *et al.*, 2008 e SANTOS, F., 2004). O córtex pré-frontal é dividido em 3 regiões: a dorsolateral, a orbito-frontal e a cíngulada/média (ALLAIN, P. *et al.*, 2005) que são compostas por diversos circuitos neurais (circuitaria neural) que, de forma integrada, atuam na regulação das funções executivas (FAW, B., 2003).

Por isso, é complexo estabelecer qual função executiva ocorre em determinada área cerebral (ROCCA, C.; LAFER, B., 2006). Por conseguinte, torna-se significativo que o atleta de RCR seja estimulado a desenvolver as funções

executivas nos treinamentos com uma boa estratégia pedagógica de ensino, uma vez que esse desenvolvimento tem relação com a maturação funcional do córtex pré-frontal e com as modificações na estrutura neuro funcional (FUSTER, JM., 2000; STUSS, DT.; ALEXANDER, MP., 2000); FAW, B., 2003; COLLINS, A.; KOECHLIN, E., 2012 e LEHTO, JE. *et al.*, 2003).

O modelo conceitual de (DIAMOND A., 2013) sugere a classificação das funções executivas por hierarquia, as mais complexas – planejamento, solução de problemas raciocínio (MIYAKE, A. *et al.*, 2000) - se alojam sobre as funções executivas principais: o controle inibitório, a memória de trabalho e a flexibilidade cognitiva (TSUJIMOTO, S., 2008). E em uma partida de RCR, considerando as características do jogo, especula-se que essas funções principais trabalham em simultaneidade, todas em prol de um objetivo motor comum.

Controle Inibitório motor é a habilidade e a competência de inibir respostas indesejáveis que resultariam em uma ação motora, além de ser uma das funções executivas mais importantes. (MANN, D. *et al.*, 2007), preservando o foco e a atenção e evitando que a impulsividade interceda nas respostas (LOGAN, G.; SCHACHAR, R.; TANNOCK, R., 1997). Isto quer dizer que na prática, em uma partida, o atleta precisa controlar a ansiedade e a pressa para que a impulsividade não o faça realizar movimentos errados e, conseqüentemente, cometer erros técnicos e táticos nas tomadas de decisão. E o Stroop Test tem a função de avaliar esse controle inibitório e a atenção seletiva, aferindo a habilidade de mudar as exigências e substituindo uma resposta óbvia por outra, porém diferente (LEZAK, MD., 1995).

Nos esportes coletivos - como é o caso do futebol -, há décadas, as valências físicas recebiam uma maior atenção sobre qualquer outro atributo dos atletas, sendo o principal aspecto a nortear os elevados índices de desempenho (EKBLUM, B ,1986). Contudo, com a evolução das sessões de treinamento, algumas atividades de campo foram destacadas para o desenvolvimento das habilidades táticas, fator importante para a melhoria da performance dos atletas de esportes coletivos (GRÉHAIGNE, J.; GODBOUT, P.,1995). As habilidades táticas referem-se à capacidade de um jogador em executar uma decisão apropriada em qualquer situação. Em geral, os atletas com uma melhor compreensão do jogo são capazes

de tomar decisões táticas mais corretas, o que lhes permite obter um elevado nível de desempenho (GRÉHAIGNE, J.; GODBOUT, P., 1995).

Neste contexto, a investigação sobre a tomada de decisão no desporto tem aumentado de forma significativa (WILLIAMS, A.; DAVIDS, K.; WILLIAMS, J., 1999). Grande parte dos estudos tem se centrado na distinção entre níveis de perícia (i.e., entre *experts* e principiantes) em habilidades perceptivo-cognitivas associadas à tomada de decisão. O melhor desempenho dos *experts*, que habitualmente possuem melhores resultados em tarefas de julgamento/antecipação, atenção visual e reconhecimento de sequências de jogo, tem sido justificado por uma capacidade superior em reconhecerem padrões visuais e os integrarem às representações armazenadas nos sistemas de memórias (WILLIAMS, A.; DAVIDS, K.; WILLIAMS, J., 1999). Neste sentido, escolher estratégias e métodos que possam melhorar o controle inibitório de atletas de esportes coletivos podem ter influência direta no desempenho destes jogadores.

As evidências suportam a importância do controle inibitório para o desempenho esportivo. Uma meta-análise realizada por (MANN, D. *et al.*, 2007) mostraram que especialistas – atletas inseridos no contexto competitivo - na prática de esportes coletivos são melhores do que os não-especialistas – pessoas que não praticam o esporte como competição - na execução de tarefas cognitivas. A melhoria das funções executivas pode ser importante para um bom desempenho no esporte, porque essas funções facilitam a adaptação às situações novas (WILLIAMS, A. M.; ERICSSON, K. A., 2005).

O aperfeiçoamento das funções executivas e, diretamente proporcional, do controle inibitório caminham de forma inseparável do crescimento corporal (BARKLEY, RA., 2001). E também há técnicas e métodos de estimulação e capacitação para o progresso cognitivo, tais como: atividades esportivas e treinamento computadorizado. Um melhor desenvolvimento das funções executivas provocaria um encadeamento de vantagens na prática esportiva e pessoal (DIAMOND A., 2013).

Além do processo de treinamento que, sem dúvidas, é o meio mais eficaz para este aumento do rendimento esportivo (LUSSAC, R., 2008), outros métodos podem ser agregados com intuito de maximizar os efeitos do treino. Dentre estes métodos pode ser destacado o uso de novas tecnologias para estimular regiões cerebrais com a intenção de aumentar a excitabilidade de algumas áreas do encéfalo melhorando o desempenho do controle inibitório (MONTENEGRO, R. *et al.*, 2011). É neste contexto que a estimulação transcraniana por corrente contínua de baixa intensidade (ETCC) surge como uma alternativa. A estimulação ETCC é uma técnica que vem se mostrando capaz de modular a função cerebral.

A possibilidade do uso simples e seguro desta técnica tem demonstrado resultados positivos na modulação da atividade cerebral (LOGAN, G.; SCHACHAR, R.; TANNOCK, R., 1997). A partir da década de 60, as observações sobre a técnica da ETCC principiaram o desenvolvimento dos estudos nessa área, e inúmeros pesquisadores, através de investigações, começaram a aplicar correntes de intensidade baixa no córtex de animais (BINDMAN, L.; LIPPOLD, O.; REDFEARN, J., 1964). Os estudos realizados nesses animais acusaram efeitos sobre os neurônios e projetaram novos experimentos. Recentemente, percebe-se de forma inequívoca, que a modulação dos neurônios feita pela ETCC age de maneira positiva ao instigar também a atividade cortical em seres humanos (FREGNI, F. *et al.*, 2006) e NITSCHKE, MA. *et al.*, 2003). Os eletrodos são posicionados estrategicamente sobre o escalpo. Os pontos de estimulação dependem do objetivo da ETCC. Correntes diretas de baixa intensidade são empregadas sobre esses pontos. As correntes adentram pelo crânio chegando às regiões do encéfalo, modificando os níveis de excitabilidade neuronais, despolarizando a membrana neuronal, modulando os circuitos neuronais e gerando novas circuitarias (FREGNI, F. *et al.*, 2006).

Além de ser um procedimento indolor e não invasivo, o uso da ETCC não causa efeitos colaterais nos indivíduos porque é uma técnica de fraca intensidade. Também não ocasionam lesões cerebrais, visto que os eletrodos que são utilizados no método não se relacionam com o córtex cerebral não havendo, portanto, a elaboração de produtos tóxicos (NITSCHKE, MA. *et al.*, 2003). E as esponjas que protegem os tais eletrodos são embebidas em solução salina e, por isso, evitam lesões dermatológicas na relação pele-eletrodo. O desconforto auditivo e, por vezes,

sensitivo, causado por outros métodos de estimulação cerebral, como por exemplo a magnética, não acontecem na ETCC (NITSCHKE, MA. *et al.*, 2003). Também não há nenhum tipo de alterações fisiológicas causadas pela estimulação ao final dos 20 minutos, tempo-médio utilizado pela estimulação elétrica (ACCORNERO, N. *et al.*, 2007).

A ETCC utiliza-se de correntes anódicas (polo positivo) - aumento da excitabilidade cortical -, e correntes catódicas (polo negativo) - diminuição da excitabilidade cortical (NITSCHKE, M.; PAULUS, W., 2000). Essas correntes modulam a atividade cerebral, podendo alterar a excitabilidade cortical por um pequeno tempo além da estimulação (NITSCHKE, M. *et al.*, 2008).

Um vasto campo de aplicabilidade da ETCC tem sido documentado na literatura acadêmica, estendendo-se ao tratamento de diferentes distúrbios neurológicos. A estimulação anódica sobre o córtex motor primário gerando uma melhoria do desempenho motor em indivíduos saudáveis foi investigado em diferentes trabalhos (LOGAN, G.; SCHACHAR, R.; TANNOCK, R., 1997); BOGGIO, P. S., 2006); (74HUMMEL, F. *et al.*, 2005) e MÁRQUEZ-RUIZ, J. *et al.*, 2014). A restituição de déficits motores em pacientes com desordens neurológicas como, por exemplo, o acidente vascular cerebral (AVC) também já foi investigado (REIS, J.; FRITSCH, B., 2011) e (SCHAMBRA, H. *et al.*, 2011).

Os efeitos da ETCC anódica aplicada sobre áreas do córtex em indivíduos com a doença de Alzheimer ocasionou a melhoria significativa da memória dos pacientes (REIS, J.; FRITSCH, B., 2011) e SCHAMBRA, H. *et al.*, 2011). A estimulação da região do CPFDL esquerdo - F3 - (30 min a 2 mA), área vinculada as funções executivas de pacientes acometidos pelo Alzheimer - mostrou a efetividade clínica e terapêutica da técnica, e também para a possibilidade de acarretar melhorias no desempenho físico, cognitivo, metabólico, gerenciamento da pressão arterial e controle autonômico cardíaco (MONTENEGRO, R. *et al.*, 2011) e (OKANO, A. *et al.*, 2013). Efeitos neuroplásticos da ETCC também têm sido mostrados na área de desempenho físico. Nesse caso, melhorias foram observadas em relação ao aumento da produção de força e na capacidade de manter determinada carga durante um período, bem como na melhora da capacidade aeróbia (OKANO, A. *et al.*, 2013) e (REGO, J., 2014) investigaram o efeito da ETCC sobre o controle do

movimento em para-halterofilistas e os achados do estudo sugeriram que a ETCC aplicada previamente ao exercício sobre o cerebelo em para-halterofilistas atua de forma diferenciada de acordo com a deficiência, melhorando o desempenho dos atletas.

O esporte paralímpico tem alcançado um satisfatório desenvolvimento com os estudos específicos que consideram a deficiência como fator interveniente, através do crescimento nos últimos anos e com os avanços nos métodos de avaliação e treinamento. Entretanto, excetuando os testes com o para-halterofilismo, nenhum estudo até o presente momento centrou esforços para relacionar o uso da técnica do ETCC com a melhora das funções executivas e, também, do desempenho físico dos atletas do RCR. Portanto, é nesta lacuna da literatura que se insere o presente estudo, cujo objetivo é investigar se as funções executivas e o desempenho físico melhoram após a ETCC em atletas do RCR.

1 JUSTIFICATIVA

Investigar uma nova técnica, um método específico que como um recurso ergogênico proporcione significativos avanços científicos para a prática regular e sistemática do RCR, e que possa contribuir para a melhoria no processo de treinamento e desenvolvimento do RCR. A ETCC parece capaz de ser apontada como um desses métodos novos de modulação cognitiva e que pode gerar, efetivamente, a melhoria do desempenho esportivo (OKANO, A. *et al.*, 2013). As competências relacionadas aos atletas de RCR não devem abranger, exclusivamente, os atributos físicos e técnicos dos jogadores, mas, também, compreender e englobar as capacidades cognitivas para o bom entendimento da prática esportiva.

A compreensão dos valores do funcionamento cognitivo corrobora com a importância das funções executivas e o caráter imprescindível ao comportamento no jogo, podendo ou não interferir nas variáveis de desempenho físico. Assim, coube a investigação e a realização dos testes para a comprovação do estudo. Pesquisar sobre o ETCC - esse método não invasivo, indolor, e que, facilmente, é capaz de ser agregado a sessões de treinamento - pode contribuir para que a comunidade científica e treinadores despertem o interesse pela utilização desta técnica, com intuito de melhorar as funções executivas e o desempenho físico dos atletas do RCR, especialmente em um nível mais avançado de competição. Faz-se, então, necessário conhecer o efeito deste tipo de estimulação na performance cognitiva e física.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este estudo teve como objetivo investigar o efeito da Eletroestimulação Transcraniana de Corrente Contínua (ETCC) sobre o controle inibitório e o desempenho físico aeróbio em atletas do rugby em cadeira de rodas (RCR).

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar o efeito da ETCC nos atletas do RCR sobre o controle inibitório.

Avaliar o efeito da ETCC nos atletas do RCR sobre o VO₂ pico (Teste de 12 minutos), percepção subjetiva de esforço, e FC pico (Teste de 12 minutos).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa institucional por meio da Plataforma Brasil, teve o parecer favorável (CAAE número 3.408.503) (colocar o aceite como anexo), e se insere em todas as normas sobre pesquisas envolvendo seres humanos de acordo com a resolução 466/ 2012, do Conselho Nacional de Saúde. Todos os indivíduos que aceitaram participar do estudo foram informados verbalmente e por escrito sobre os procedimentos, compreendidos em: objetivos, procedimentos dos testes, possíveis riscos e consequências, caráter de voluntariedade da participação do indivíduo e dos objetivos do pesquisador com o projeto. Todos os atletas concordaram com a participação na coleta dos dados e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento (TCLE) (Colocar o TCLE em anexo).

3.1 Critérios de Inclusão

Homens com idade acima de 18 anos, com lesão medular incompleta C4, C5, C6, C7 e que estejam inseridos, no mínimo, há 6 meses, na prática sistemática de treinos, jogos e competições da modalidade e que não apresentem nenhum tipo de dano cerebral que comprometa suas funções cognitivas, bem como apresentar lesões dissipadas do tecido cerebral, provenientes de contusão ou doenças pré-existentes, tais quais: psicoses ou demência que produzam alterações neurológicas e que contraindique a aplicação da ETCC

3.2 Critério de Exclusão

Os atletas não podem apresentar dor ou lesões musculoesqueléticas que limitassem a realização das avaliações propostas. Os atletas que apresentaram lesões medulares que não tenham sido causadas por traumatismos diretos foram excluídos da análise estatística.

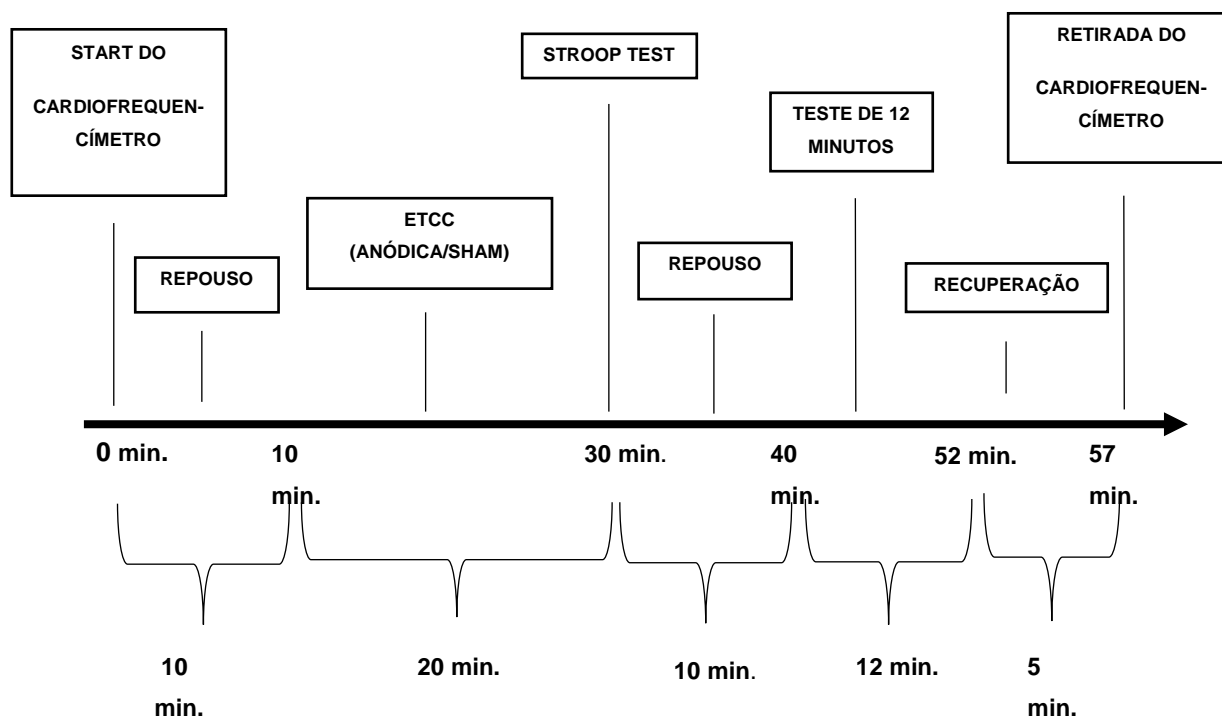
3.3 Amostra

A amostra da pesquisa foi composta por 10 atletas de RCR da equipe Santer Rio Rugby, selecionados por conveniência. No momento da coleta dos dados, a equipe possuía 12 atletas, porém, dois não concordaram em participar do estudo. Posteriormente, dos 10 atletas selecionados para a coleta, 2 indivíduos - que apresentaram, respectivamente, síndrome de *Guillain Barrè* e *mielomeningocele* - foram excluídos das análises estatísticas por não possuírem lesões medulares causadas por traumatismos diretos.

3.4 Desenho Experimental

Foi feito um convite para que a equipe de RCR, Santer Rio Rugby, participasse do estudo. Aqueles que responderam positivamente foram convidados a fazer três visitas: duas ao laboratório de atividade física e promoção da saúde (LABSAU) e à sala de atividade multidisciplinar, localizados no nono andar da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), onde realizaram as avaliações, foram informados sobre a pesquisa e assinaram o TCLE, e uma ao Departamento de Nutrição (UERJ) para a avaliação da composição corporal (DEXA).

Figura 2 - Desenho Experimental dos 2 dias de avaliação com o ETCC



Descrição: O desenho do estudo é o mesmo para essas duas visitas de realização do teste. O que muda de uma visita para a outra é apenas a estimulação, anódica ou sham.

O período de coleta de dados de cada indivíduo foi organizado para durar sete dias, ou seja, um intervalo de uma semana entre a primeira e a segunda ida à sala de atividade multidisciplinar. As visitas dos indivíduos ocorreram sempre no final do turno da tarde e começo do turno da noite, e os testes aplicados de segunda-feira até sexta-feira em um ambiente controlado, sem ruídos, com a temperatura controlada a 21 graus.

Os atletas foram monitorados durante a coleta por um cardiofrequencímetro da marca Polar (Finlândia), modelo RS800CX. O frequencímetro foi colocado na região torácica dos atletas e, além das cintas que o prendem ao corpo, para uma melhor acomodação e fixação do monitor, utilizou-se uma fita elástica na região anterior do tórax, para fixar firme o aparelho na derme dos indivíduos, controlando o tronco e hiperfiose. Os valores da frequência cardíaca durante toda a coleta foram monitorados pelas cintas e, transmitidas em tempo real para o relógio que se encontrava anexado à cadeira de rodas.

Nos primeiros dez minutos da coleta, os participantes do estudo permaneceram em repouso, sentados na cadeira de rodas. Após a passagem do tempo estabelecido, foi aplicada a ETCC por 20 minutos. Previamente, os indivíduos foram sorteados para saber quem receberia a estimulação anódica ou a simulada na primeira visita ao laboratório. Os nomes dos 10 participantes da coleta foram escritos em 10 pedaços de papel e sorteados. A ordem da estimulação foi contrabalanceada, ou seja, na primeira visita os 5 primeiros nomes da amostra que foram sorteados pelo pesquisador receberam a estimulação anódica (que tem como objetivo aumentar a excitabilidade cortical) e os outros 5 receberam a placebo ou sham (condição simulada), sem que os sujeitos da amostra soubessem. Imediatamente após o ETCC foi aplicado o teste de STROOP (controle inibitório). Em seguida permaneceram mais 10 minutos em repouso na mesma posição do início do teste, retirou-se o aparelho de ETCC, colocou-se o analisador metabólico de gases ventilatórios (VO_{2000}) e, logo após, os atletas realizaram o teste de desempenho físico (12 minutos) e finalizaram com 5 minutos de recuperação, sentados na cadeira de rodas.

Todas as avaliações foram realizadas nos dias em que não havia treinamentos da equipe Santer Rio Rugby.

4 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA E DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

Para caracterização da amostra foram realizadas as medidas da estatura, massa corporal total e circunferência do abdômen nos procedimentos padronizados pelo ISAK (*International Society for the Advancement of Kinanthropometry*) (referência). Para a avaliação da massa corporal de cada indivíduo foi utilizada a balança adaptada para usuários de cadeira de rodas com escala digital (Filizola SP, Brasil). A estatura foi medida na posição supina (deitado em decúbito dorsal), com uma fita metálica da região plantar ao vértex, por somatório. E a circunferência abdominal com uma fita metálica graduada em milímetros da marca Cescorf. A avaliação da composição corporal foi realizada através da densitometria com emissão de raios-x de dupla energia (DEXA) (DPX-IQ, Lunar Radiation Corporation, Madison, WI, EUA). O equipamento foi calibrado e as análises dos dados foram realizadas e enviadas por um técnico do laboratório de Nutrição da UERJ com experiência nesse tipo de avaliação.

Figura 3 - Densitometria por dupla emissão de raios-X (DEXA).



Fonte: Foto retirada do site da www.dexaservices.com

5 ELETROESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA (ETCC)

Antes da montagem do equipamento, o couro cabeludo dos indivíduos foi limpo com um pedaço de algodão embebido no álcool para evitar a impedância, ou seja, para que não exista uma resistência à passagem da corrente elétrica. O uso do aparelho de ETCC - o DC-Stimulator modelo PLUS (da marca Neuroconn) fabricado na Alemanha e usado para investigações científicas e que produz uma estimulação com correntes fracas - compreendeu a colocação de dois eletrodos de borracha de 35 cm², encapados por um par de esponjas (azul e vermelha) que foram umedecidas em solução salina e fixadas por tiras de elástico no couro cabeludo. Um eletrodo serviu como polo positivo (anódico) e o outro como polo negativo (catódico). Uma corrente elétrica contínua e constante, com um erro padrão de $\pm 1,5\%$, foi gerada por uma bateria e aplicada por esses dois eletrodos.

A ETCC (figura 4) foi realizada com uma corrente positiva, excitatória, de fio vermelho (anodo), de 2 mA por 20 minutos sobre a região F3 (segundo o sistema internacional 10-20 do EEG) e outro polo, corrente negativa, inibitória, de fio azul (catodo) sobre a região F4 (figura 5). Dessa forma torna-se atual as descobertas de Brodmann, reiteradas por (Damiani *et al*, 2017) que escreveram sobre o legado de Brodmann no século XXI. Brodmann, no começo do século passado, publicou uma monografia dissecando as áreas do cérebro em 52 regiões e denominou a superfície B9 de córtex pré-frontal dorsolateral – uma das áreas da função executiva, regiões F3 e F4 do EEG (90). Essa pesquisa de mais de 100 anos ainda é referência nos dias de hoje.

Com o ETCC montado dessa forma, houve uma passagem do fluxo da corrente elétrica do polo positivo para o negativo através do couro cabeludo e movendo-se em direção ao córtex cerebral. Isso levou a um aumento (ou diminuição) da excitabilidade do córtex cerebral, dependendo da polaridade da estimulação, ou seja, se a estimulação foi do polo positivo levou à excitabilidade cortical, enquanto a estimulação catódica a diminui. Para executar a situação simulada (sham), os eletrodos foram colocados na mesma posição da estimulação

anódica. No entanto, o estimulador foi desligado após 30s e os atletas permaneceram com os eletrodos posicionados na cabeça como se estivessem sendo estimulados pelos tais 20 minutos.

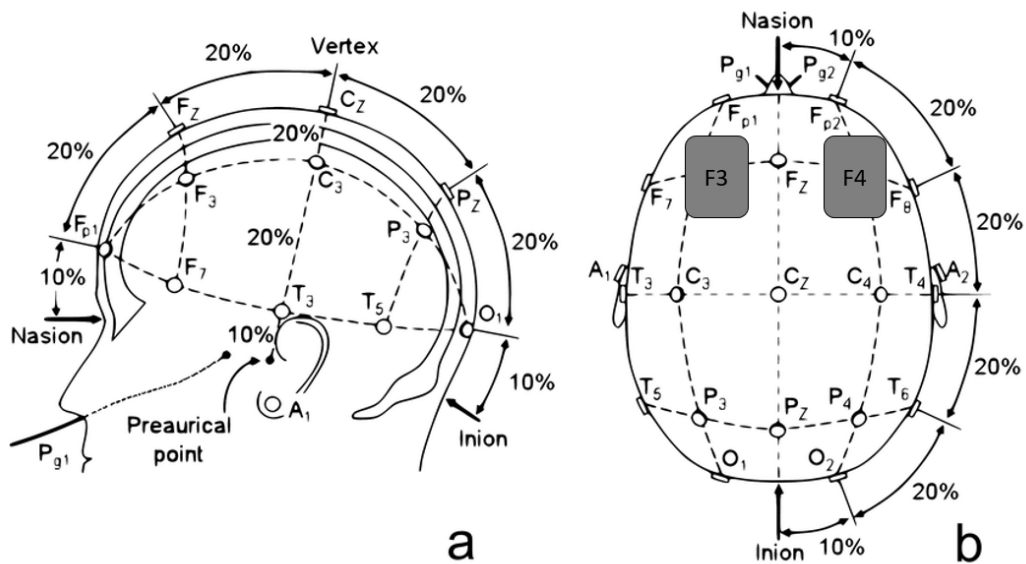
Os riscos associados aos procedimentos que foram empregados no presente projeto são praticamente inexistentes. Em geral, os desconfortos envolvem uma leve sensação de formigamento ou coceira no local aonde a estimulação for aplicada. O uso da ETCC não causa efeitos colaterais nos indivíduos porque é uma técnica de baixa intensidade. Também não ocasionam lesões cerebrais, visto que os eletrodos que são utilizados no método não interagem com o córtex cerebral não havendo, portanto, a elaboração de produtos tóxicos. E as esponjas que protegem os tais eletrodos são embebidas em solução salina e, por isso, evitam lesões dermatológicas na relação pele-eletrodo. A concentração de enolase – marcador biológico de morte neuronal – não se altera e reforça a segurança do método (65). Não há nenhum tipo de alterações fisiológicas causadas pela estimulação ao final dos 20 minutos, tempo-médio utilizado pela estimulação elétrica (70).

Figura 4 - Aparelho de ETCC



Fonte: Foto retirada do site www.poribras.com.br

Figura 5 - a) visão do lado esquerdo. b) visão sobre a cabeça e os pontos F3 e F4 onde foram aplicados a corrente elétrica.



Fonte: Foto retirada do site da www.kandel.com.br

6 STROOP TEST

O Stroop Test tem a função de avaliar a atenção seletiva e o controle inibitório, aferindo a habilidade de mudar as exigências e substituindo uma resposta óbvia por outra, porém diferente (80).

O protocolo do Stroop Test foi plenamente concebido e elaborado por Stroop (1935). Na literatura, há uma grande quantidade de versões, contudo uma das mais usadas em testes e estudos é a versão Victoria (82). O protocolo do Stroop Test versão Victoria se apresenta com 3 fases distintas. Cada etapa compreende vinte e quatro estímulos (no total são setenta e dois) divididos em quatro colunas e seis linhas. Na primeira parte, sempre respondendo de cima para baixo e da esquerda para a direita, os indivíduos dizem o nome das cores que foram utilizadas para colorir os vinte e quatro quadrados (Figura 6).

Na segunda fase, 24 palavras estavam escritas com diferentes colorações, e os indivíduos precisariam falar com quais cores as palavras foram escritas (Figura 7). E na última etapa, as cores eram escritas com diferentes colorações, ou seja, havia uma incongruência entre o que estava escrito e a cor utilizada para escrever cada palavra. Por exemplo, a cor amarela poderia estar escrita de cor verde, e a finalidade dos indivíduos era falar com qual cor a palavra estava escrita (Figura 8). A avaliação do Stroop Test é realizada calculando o tempo, geralmente em segundos, que os indivíduos levaram para completar cada fase. Se o indivíduo se equivocar com a palavra ou a cor ainda na primeira linha, ele é avisado do erro e continua até acertar. Se o erro não for na primeira linha, é computado o erro no final de cada fase. Os números de acertos e erros fornecidos pelo teste, além de serem anotados, podem servir como bases para pesquisas.

No estudo, foram calculadas as estatísticas de duas variáveis: o tempo, em segundos, para execução da terceira fase do Stroop Test e também o efeito Stroop. A terceira fase do Stroop Test mede a habilidade de mudar uma resposta óbvia por uma outra, acentuando assim o controle inibitório. O efeito Stroop é a diferença do tempo gasto entre a terceira fase (incongruente e mais difícil) e a primeira fase

(congruente e mais fácil). Geralmente, o resultado é em segundos, e é a comprovação de interferência no tempo de reação de uma tarefa, quando ocorre um atraso no processamento.

Figura 6 - Estímulo folha 1

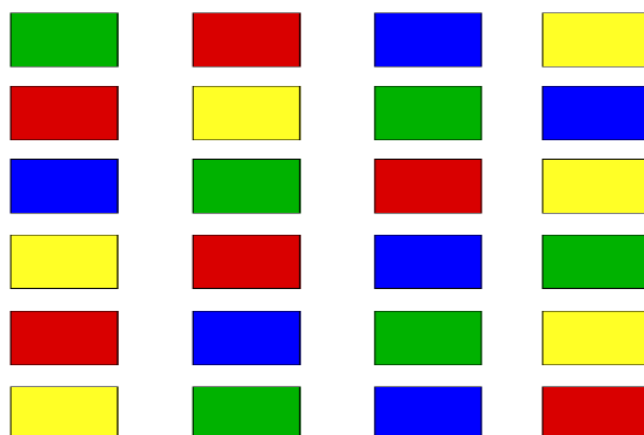


Figura 7 - Estímulo folha 2

CADA	NUNCA	HOJE	TUDO
HOJE	TUDO	NUNCA	CADA
NUNCA	CADA	TUDO	HOJE
TUDO	HOJE	CADA	NUNCA
CADA	NUNCA	HOJE	TUDO
NUNCA	TUDO	CADA	HOJE

Figura 8 - Estímulo folha 3

AMARELO	AZUL	VERMELHO	VERDE
AZUL	VERDE	AMARELO	VERMELHO
AMARELO	VERMELHO	VERDE	AZUL
VERDE	AZUL	VERMELHO	AMARELO
AMARELO	VERDE	AZUL	VERMELHO
VERMELHO	AZUL	VERDE	AMARELO

7 TESTE DE ESFORÇO DE 12 MINUTOS

O teste foi executado em conformidade com o protocolo indicado por Franklin *et al.* (27), mas houve, pela limitação do espaço físico, uma adaptação nas dimensões da quadra de 25 x 15 metros para 30 x 11 metros, demarcado na forma de um retângulo - de piso endurecido e não resvaladiço - , onde foram dispostos cones (marcadores) em cada um dos quatro cantos e igualmente a cada 2 metros dos respectivos vértices. O perímetro total foi de 77,32 metros.

No tempo de 12 minutos, pré-estabelecido pelo teste, os atletas que estavam sentados nas específicas cadeiras de rodas do RCR, tiveram que circular a maior distância possível pelo retângulo. A cada volta completada, um dos avaliadores anotava. E ao soar o apito do fim do teste, o atleta interrompia o movimento instantaneamente, e o avaliador travava o cronômetro e utilizava a trena para aferir a metragem que faltava para uma volta completa pelo retângulo. Assim, somando as voltas completas com a metragem da última volta incompleta, calculava-se a distância em metros percorrida por cada atleta.

O analisador metabólico de gases ventilatórios (VO2000; Medgraphs) foi utilizado pelos atletas durante o teste. A telemetria captou os sinais de os sinais da ventilação pulmonar e frações expiradas de oxigênio e gás carbônico. Também durante o teste, um dos avaliadores perguntava de 1 em 1 minuto qual era a PSE (percepção subjetiva do esforço) dos atletas (de 0 a 10). Os atletas foram motivados durante os 12 minutos do teste, bem como monitorados por um monitor de frequência cardíaca da marca Polar (Finlândia), modelo RS800CX, fixado na altura do peito. Foram medidas a distância máxima percorrida e o VO2PICO.

Os seguintes critérios foram observados para obtenção dos valores do VO2 PICO e FC PICO: a) presença de platô de FC durante a realização do teste (variação de 2 bpm entre dois minutos consecutivos), b) presença de platô no consumo de oxigênio (VO2) durante o teste (variação menor que 2,1 mL·kg⁻¹ ·min⁻¹ entre dois minutos consecutivas); de acordo com o proposto por Howley, Bassett e Welch (87).

Figura 9 - Pista do teste de 12 min.

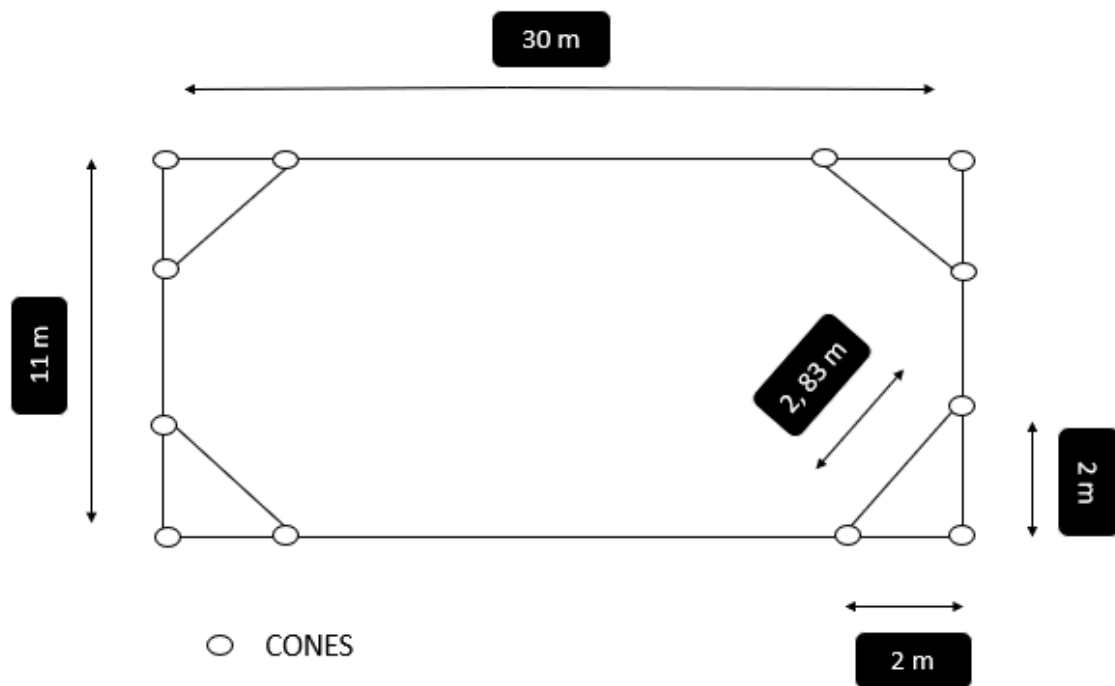


Figura 10 - Analisador de gases metabólicos VO2000.



8 PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DOS DADOS

Foi realizado o teste de Shapiro - Wilk para verificar a normalidade dos dados e os mesmos foram expressos por meio da estatística descritiva em média e desvio-padrão. O teste *t-student* pareado foi realizado para as comparações entre as médias e para os dados não normais foi realizado o teste de Wilcoxon. Todos os procedimentos foram realizados no software *IBM Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 23.0. O p-valor adotado como estatisticamente significativo foi de 0,05.

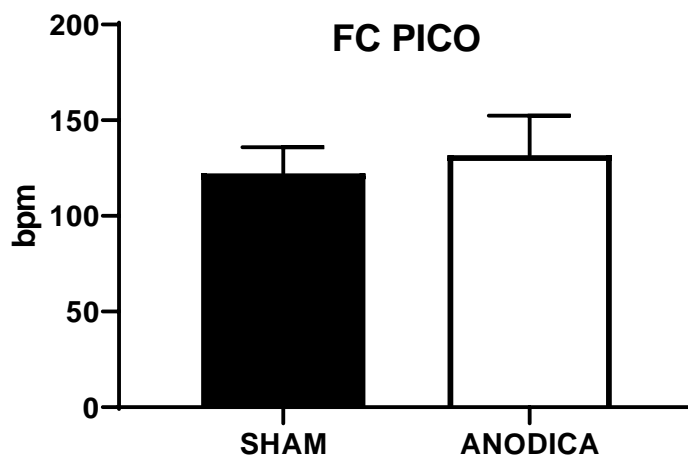
9 RESULTADOS

Os resultados encontrados foram apresentados nas Figuras 11, 12, 13, 14, 15 e na tabela 1 que se refere as características da amostra. Como pode ser observado na Figura 11, não foi encontrada diferença significativa entre as condições Sham e Anódica para a frequência cardíaca de pico avaliada durante o teste 12 minutos ($t=1,47$; $p=0,192$).

Tabela 1 - Características gerais da amostra, valores em média e desvio-padrão.

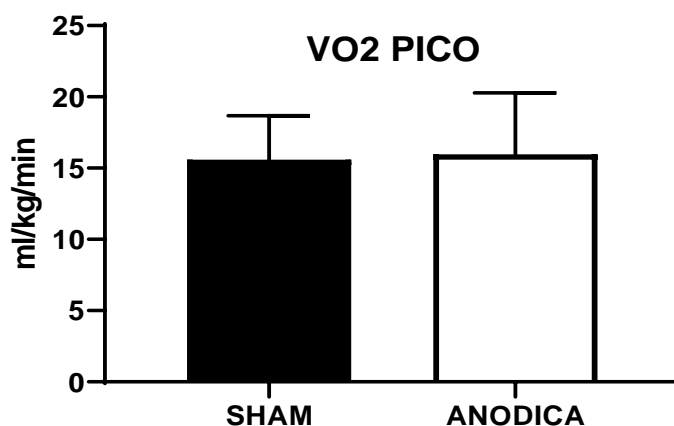
Idade (anos)	33,0 ± 8,7
Tempo de lesão (anos)	10,4 ± 3,4
Tempo de prática de RCR (anos)	5,8 ± 3,6
Tempo da Lesão	10,1 ± 3,0
Estatura cm	177,1 ± 9,2
IMC (kg/m²)	22,4 ± 2,8
Gordura (%)	31,3 ± 7,4
Massa total (kg)	69,9 ± 14,1
Massa gorda (g)	21059,2 ± 5930,7
Massa magra (g)	46187,2 ± 10174,5
Massa óssea (g)	2630,4 ± 641,2

Figura 11 - Valores absolutos da frequência cardíaca (FC) pico, os valores em média e desvio-padrão para a condição sham e anódica em batimentos por minutos (bpm).



Na Figura 12, os valores em média e desvio-padrão demonstram que também não houve diferenças significativas entre as duas condições para a variável VO2 pico, avaliado durante o teste 12 minutos. ($t=0,257$; $p=0,805$).

Figura 12 - Valores absolutos no VO2 pico, os valores em média e desvio-padrão para a condição sham e anódica.



Quanto à distância percorrida durante os 12 minutos, como pode ser observado na Figura 13, não houve diferenças significativas entre as condições ($t=0,982$; $p=0,982$). Assim, na Figura 14, pode-se observar que também não houve

nenhuma diferença entre as condições Sham e Anódica para a percepção subjetiva de esforço ($t=741$; $p=0,483$).

Figura 13 - Valores absolutos na distância percorrida, os valores em média e desvio-padrão para a condição sham e anódica.

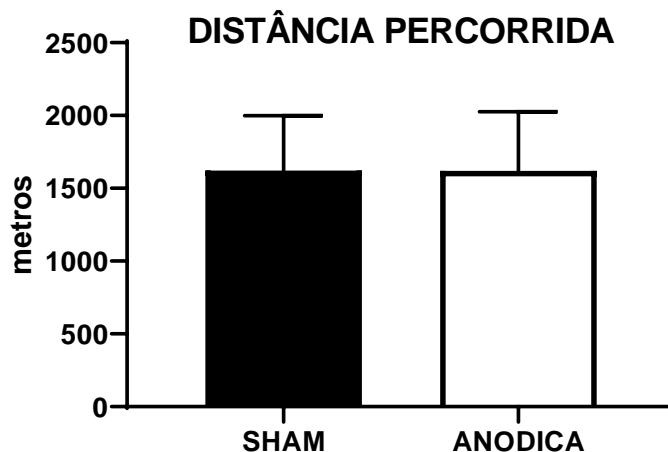
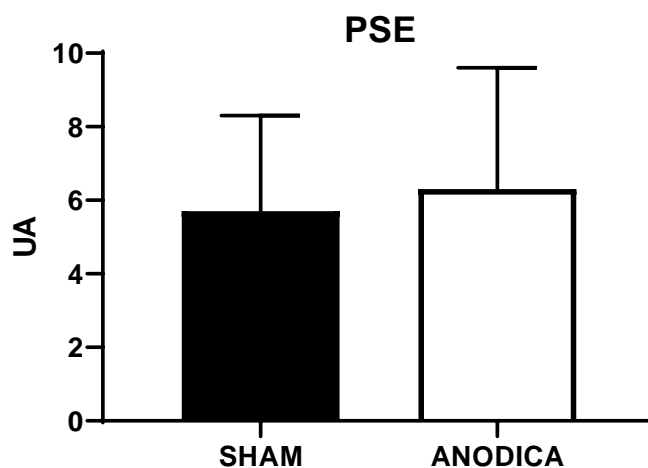
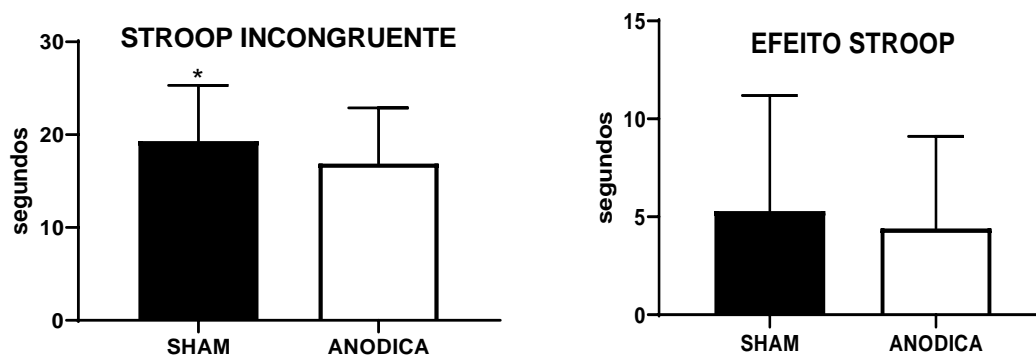


Figura 14 - Valores absolutos na percepção subjetiva de esforço (PSE), os valores em média e desvio-padrão para a condição sham e anódica.



No entanto, com relação ao stroop incongruente foi encontrado diferenças significativas, observa-se que na condição Sham o tempo gasto em segundos é maior quando comparado com a condição Anódica (Figura 15). A referência é a terceira etapa do Stroop test ($p=0,025$). Já para o efeito stroop não houve diferença significativas ($p=0,310$).

Figura 15 - Valores absolutos do stroop incongruente e efeito stroop, os valores em média e desvio-padrão para a condição sham e anódica. * Diferença significativa em relação as condições ($p < 0,05$)



10 DISCUSSÃO

O presente estudo verificou o efeito da ETCC sobre o controle inibitório e o desempenho físico em atletas de RCR. Os resultados mostraram que a ETCC anódica realizada na área de F3 não foi efetiva para melhorar o desempenho no teste de 12 minutos, assim como não causou modificações na FC pico, VO2 pico e na percepção subjetiva de esforço. No entanto, foi capaz de melhorar o controle inibitório desses atletas. Sendo assim, o principal achado desse estudo sugere que aplicação do ETCC na região de F3 foi ineficaz para a melhora do desempenho físico dos atletas de RCR, porém causa melhorias no controle inibitório.

Resultados de pesquisas têm sugerido que a ETCC além de ser uma técnica acessível, portátil, segura, não medicamentosa, indolor e sem efeitos colaterais ajuda no tratamento de transtornos neuropsiquiátricos, tais como na depressão (BOGGIO, P. S., 2006). Além disso, outras investigações também têm reforçado que o ETCC pode ser um favorável recurso ergogênico na prática desportiva, melhorando o desempenho e a performance dos atletas (VITOR-COSTA, M. *et al.*, 2012). A literatura científica tem certificado que existem diferentes combinações entre os polos positivo (anodo) e negativo (catodo) gerando distintas circuitarias neurais, e sugerindo, assim, que a aplicação da ETCC possa modular a excitabilidade dos neurônios inibitórios e da mesma maneira dos neurônios excitatórios.

No caso específico do estudo, a hipótese era que modulássemos as áreas F3 e F4 (B9 de Brodmann, denominadas de córtex pré-frontal dorso-lateral) de acordo com o sistema internacional 10-20 do EEG. F3 e F4, conhecidas como regiões das funções executivas, foram provocadas, respectivamente, com estimulação anódica (excitatória) na área F3 e com estimulação catódica (inibitória) na região F4. Ao analisar os dados, percebeu-se uma melhoria no tempo de resposta da fase 3 do Stroop Test dos indivíduos que receberam a estimulação anódica (excitatória) quando comparados com a estimulação sham (placebo). A terceira parte do Stroop Test compreendia uma fase incongruente entre palavras e cores, e os atletas obtiveram uma redução no tempo de resposta certa, o que pode caracterizar um

melhor desenvolvimento das funções executivas, mais especificamente o controle inibitório, a memória e a atenção, e pode sugerir uma performance cognitiva mais satisfatória dos atletas do RCR em treinos e jogos.

Os resultados encontrados para a melhoria da função executiva está de acordo com a investigação de (Borducchi *et al.*, 2016), que observou que na estimulação com 2 mA/20 minutos com o ânodo sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo (F3), atletas de elite (judô, natação, ginástica rítmica) obtiveram uma superioridade no desempenho cognitivo englobando uma melhora expressiva na atenção. (Ianni *et al.*, 2017) em um estudo com atletas de elite do vôlei, e com o mesmo protocolo de estimulação (ânodo sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo F3, o catodo na região contralateral à direita, e corrente de 2mA, aplicada por 20 minutos), obtiveram resultados que sugerem um efeito positivo da ETCC tanto para a performance cognitiva quanto para esportiva.

(Steinberg *et al.*, 2018) em um estudo apontam que meta-análises e revisões sistemáticas mostraram efeitos agudos da ETCC na cognição e que suportam respostas heterogênea.,sobre a eficiência da técnica da estimulação elétrica em modular áreas da performance cognitiva. (Dedoncker *et al.*, 2016) em uma revisão sistemática e meta-análise (com 233 ensaios) dos efeitos da ETCC no córtex dorsolateral pré-frontal (F3) sustentou que há respostas mais rápidas e/ou mais precisas nos testes cognitivos após a ETCC e que os diferentes protocolos para a utilização da técnica de estimulação podem gerar diversos efeitos. Em mais um estudo, agora de revisão de literatura, (Pesente *et al.*, 2015) agruparam todas as pesquisas que aplicaram a ETCC anódica na área do córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo (F3) e constataram que os indivíduos saudáveis que receberam a ETCC tiveram um desempenho bem melhor que o grupo controle nos testes de função executiva (89).

Os resultados alcançados neste estudo mostraram que a ETCC anódica nas áreas do córtex pré-frontal não melhoraram o desempenho físico dos atletas de rugby em cadeiras de rodas abalizado nos marcadores fisiológicos da FCpico e VO2pico, o que pode reforçar a tese que a melhoria da performance física através do ETCC acontece quando há a estimulação dos neurônios da área do córtex motor ou do cerebelo.

Os estudos que encontraram melhoras no desempenho físico, são associados a outros protocolos que não sejam a modulação anódica sobre a área do córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo. Os achados do estudo de (Rego *et al.*, 2014) sugerem que a ETCC aplicada anteriormente ao exercício e sobre o cerebelo nos atletas para-halterofilistas, age de forma diferenciada de acordo com grau de deficiência. Em uma outra pesquisa com atletas, jogadoras de handebol (STEINBERG, F.; PIXA, N.; FREGNI, F, 2018), os resultados indicaram que a estimulação transcraniana por corrente contínua aumenta a força isométrica dos músculos rotadores do ombro das jogadoras. O eletrodo com carga positiva/ânodo foi colocado em C3 ou C4 (contralateral ao membro dominante) e o eletrodo com carga negativa/catódo) na região supraorbital ipsilateral do membro.

Nessa relação cérebro-comportamento, e no que diz respeito a maneira pela qual a técnica do ETCC interage fisiologicamente com processos cerebrais, Nitsche *et al.* Constataram que a estimulação elétrica não gera apenas modificações neurais durante a aplicação, mas também é capaz de provocar alterações duradouras. A ETCC mesmo não ocasionando potenciais de ação em neurônios, consegue modular as práticas de disparo através de alterações sublimiáres dos potenciais de repouso (68,71), ou seja, de acordo com sentido dos neurônios, em relação à direção do fluxo de corrente, os compartimentos neuronais podem ser mais ou menos polarizados (BIKSON, M. *et al.*, 2004). E mediante a vários estudos de neuroimagem e neuromodulação evidenciou-se as mudanças na atividade neural, a plasticidade e as oscilações cerebrais provocadas pela ETCC (PASCUAL-LEONE *et al.*, 1994).

Os achados deste estudo apontam para a possibilidade, que, a curto e médio prazos, as comissões técnicas do RCR poderão avaliar a importância do controle inibitório nos jogadores de RCR e impulsionar em tão alto grau os treinamentos com estímulos visuais e sonoros e com múltiplas tomadas de decisão, ou seja, atividades geradoras dos estímulos necessários para o melhor desenvolvimento do controle inibitório. Quando um atleta de RCR tem inúmeras possibilidades de construção para uma jogada, seja passando a bola, conduzindo a mesma ou se movimentando, as diversas opções táticas fazem com que ele potencialize e otimize as melhores decisões, inibindo os estímulos irrelevantes (adversários e impulsividade, por

exemplo) solucionado da forma mais adequada um determinado problema durante o treino ou jogo. Isto é o controle inibitório motor. Por conseguinte, os campos da aprendizagem e do controle motor se associam à cognição e a percepção, e os estudos desse segmento têm se convergido no binómio padrão motor-nível de execução (habilidade) (RUBIO, Katia., 1994). E assim, concomitantemente, fomenta-se a utilização da eletroestimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) nas áreas do córtex pré-frontal, como um recurso ergogênico capaz de melhorar o controle inibitório dos atletas e, seguidamente, impulsionando o desenvolvimento técnico e tático dos jogadores nos treinos e jogos do RCR.

O presente estudo reconhece como limitação o pequeno número de indivíduos coletados, mesmo identificando que a quantidade de jogadores que participaram dos testes é significativa se pensarmos no pequeno universo de equipes e de atletas de RCR que existem no Rio de Janeiro e no Brasil. Também reconhece como limitação não incluir nas análises estatísticas os dois atletas que apresentaram lesões que não tenham sido causadas por traumatismos diretos - síndrome de Guillain Barré e mielomeningocele – mesmo esses atletas tendo a elegibilidade para a prática desportiva em competições do RCR. Sendo assim, o presente trabalho sugere que as próximas pesquisas investiguem se a altura da lesão medular na tetraplegia (C4, C5, C6, C7), o período ocorrido do dano medular, a idade dos atletas quando aconteceram as lesões e o tempo de prática no RCR influenciam - positivamente ou não - nos resultados do Stroop Test e, conseqüentemente, nas funções executivas.

CONCLUSÃO

O estudo atestou que a ETCC anódica estimulada sobre a região F3 do córtex pré-frontal é uma técnica capaz de melhorar o controle inibitório dos atletas de rugby em cadeira de rodas. E com o mesmo protocolo do ETCC, a pesquisa demonstrou que o desempenho físico dos atletas do RCR no teste físico aeróbio - no que diz respeito ao VO₂ pico, FC pico e percepção subjetiva do esforço - não melhorou após a estimulação.

Assim sendo, é sensato constatar que a ETCC comporta um grande potencial para melhorar o controle inibitório dos atletas e, conseqüentemente, proporcionar novos e vastíssimos horizontes profissionais.

REFERÊNCIAS

- ABRC- **Associação Brasileira De Rugby Em Cadeira De Rodas**, 2011
www.rugbiabrc.org.br
- ACCORNERO, N. *et al.* Visual evoked potentials modulation during direct current cortical polarization. **Exp Brain Res** v.178, p.261–266, 2007.
- ALLAIN, P. *et al.* Executive functioning in normal aging: a study of action planning using the zoo map test. **Brain and Cognition**, v.57, p. 4-7, 2005.
- ARES, M.; CRISTANTE, A. Reabilitação da medula espinal: tratamento *In*: GREVE, J. **Tratado de medicina e reabilitação**. São Paulo: Editora Roca, 2007.
- BARKLEY, RA. The executive functions and self-regulation: An evolutionary neuropsychological perspective. **Neuropsychology review**, v.11, p.1-29, 2001.
- BHAMBHANI, Y. Physiology of wheelchair racing in athletes with spinal cord injury. **Sports Medicine**, Auckland, v.32, n.1, p. 23-51, 2002.
- BIKSON, M. *et al.* **Effects of uniform extracellular DC electric fields on excitability in rat hippocampal slices in vitro**. **J Physiol**, v 557, p. 175–190, 2004.
- BINDMAN, L.; LIPPOLD, O.; REDFEARN, J. 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. **J. Physiol**, Londres, v.172, p.369–382, 1964.
- BOGGIO, P. S. **Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua sobre memória operacional e controle motor**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- BORDUCCHI, D. *et al.* Transcranial Direct Current Stimulation Effects on Athletes' Cognitive Performance: An Exploratory Proof of Concept Trial. **Frontiers in Psychiatry**. v.7, p.183, 2016.
- CAPOVILLA, A.; ASSEF, E.; COZZA, E. Avaliação neuropsicológica das funções executivas e relação com desatenção e hiperatividade. **Avaliação Psicológica**, v.6, p.51-60, 2007.
- CASANOVA, F. *et al.* Expertise and perceptual-cognitive performance in soccer: a review. **Revista Portuguesa Ciências do Desporto**, Porto, v. 9, n. 1, p.115-122, 2009.
- CHAN, R. *et al.* Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. **Archives of clinical neuropsychology**, v.17, p.213-333, 2008.
- COLLINS, A.; KOEHLIN, E. Reasoning, learning, and creativity: frontal lobe function and human decision-making. **PLoS biology**, v.10, 2012.

DAMIANI, D.; NASCIMENTO, A.; PEREIRA, L. Funções corticais cerebrais – o legado de Brodmann no século XXI. **Arq Bras Neurocir**, 2017.

DEDONCKER, J. *et al.* Uma revisão sistemática e meta-análise dos efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua (etcc) sobre o córtex pré-frontal dorsolateral em amostras saudáveis e neuropsiquiátricas: influência dos parâmetros de estimulação. **Brain Stimul**, v.9, p.501-517, 2016.

DIAMOND A. Executive functions. **Annual review of psychology**, v.64, p. 135-168, 2013.

EKBLOM, B. Applied physiology of soccer. **Sports Med.**, v.3, 1986.

FAW, B. Pre-frontal executive committee for perception, working memory, attention, long-term memory, motor control, and thinking: A tutorial review. **Consciousness and Cognition**, v.12, p.83-139, 2003.

FAW, B. Pre-frontal executive committee for perception, working memory, attention, long-term memory, motor control, and thinking: a tutorial review. **Consciousness and cognition**. v.12, p.83-139, 2003.

FRANKLIN, B. *et al.* Field test estimation of maximal oxygen consumption in wheelchair users. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. Reston, v.71, n. 8, p. 574-578, 1990.

FREGNI, F. *et al.* Treatment of major depression with transcranial direct current stimulation. **Bipolar Disord**, v.8, p.203–204, 2006.

FREGNI, F. *et al.* A randomized clinical trial of repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with refractory epilepsy. **Ann Neurol.**, v.60, p.447–455, 2006.

FRIEDMAN, NP *et al.* Not all executive functions are related to intelligence. **Psychological science**, v.17, p.172-179, 2006.

FUNAHASHI, S. Neuronal mechanisms of executive control by the prefrontal cortex. **Neuroscience Research**, v.39, p.47-165, 2001.

FUSTER, JM. Executive frontal functions. **Experimental brain research**, v.133, p.66-70, 2000.

GOLDBERG, E. **O cérebro executivo: lobos frontais e mente civilizada**. Rio de Janeiro: Imago, 2002.

GOOSEY-TOLFREY, V. Influence of Varied Tempo Music on Wheelchair Mechanical Efficiency Following 3-Week Practice. **Int J Sports Med.**, v.32, p.126-131, 2011.

GOOSEY-TOLFREY, V.; TOLFREY, K. The multi-stage fitness test as a predictor of endurance fitness in wheelchair athletes. **Journal of sports sciences**, Londres, v.26, n. 5, p. 511-517, 2008.

GORLA, J.I. *et al.* Correlação da Classificação funcional com o Desempenho motor em atletas praticantes de rugby em cadeiras de rodas. **Rev Bras Cienc Mov.**, v.20, p.25-31, 2012.

GRÉHAIGNE, J.; GODBOUT, P. Tactical Knowledge in Team Sports From a Constructivist and Cognitivist Perspective. **Quest.**, v.47, p.490-505, 1995.

HAISMA, J.A. *et al.* Physical capacity in wheelchair-dependent persons with a spinal cord injury: a critical review of the literature. **Spinal Cord**, Edegem, v. 44, p. 642–652, 2006.

HAZIM, FA. **Estimulação corrente directa transcraniana anodal (tdcs) aumenta a força isométrica dos rotadores de ombro os músculos em jogadores de handball**, 2017.

HOUNKER, M. *et al.* Cardiovascular differences between sedentary and wheelchair trained subjects with paraplegia. **Medicine Science and Sports and Exercise**, Indianapolis, v. 30, p. 609-613, 1998.

HUIJGEN, B. *et al.* **Cognitive functions in elite and sub-elite youth soccer players**, v. 10, 2015.

HUMMEL, F. *et al.* Effects of non-invasive cortical stimulation on skilled motor function in chronic stroke. **Brain**. v. 128, p. 490-499, Mar. 2005.

HUNTER, G.R. *et al.* Aerobic and anaerobic power. In: VANLANDEWIICK, Y.; THOMPSON, W. (org.). **The Paralympic Athletes**. Handbook of Sports Medicine and Science. Wiley-Blackwell. 2011.

IANNI R. **Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua no desempenho cognitivo de atletas de voleibol**. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 2017.

IWRF - **International Weelchair Rugby Federation**, 2019. Disponível em: <http://www.iwrf.com>.

JANSSEN, T. Normative values and determinants of physical capacity in individuals with spinal cord injury. **Journal of Rehabilitation Research and Development.**, Baltimore, v.39, n.1, p. 29–39, 2002.

JURADO, MB.; ROSSELLI, M. The elusive nature of executive functions: a review of our current understanding. **Neuropsychology review**, v. 17 p. 213-33, 2007.

LEHTO, JE. *et al.* Dimensions of executive functioning: Evidence from children. **British Journal of Developmental Psychology**. v.21, p.59-80, 2003.

LEZAK, MD. **Avaliação neuropsicológica**. 3. ed. Nova Iorque: Oxford University Press, 1995.

LOGAN, G.; SCHACHAR, R.; TANNOCK, R. **Impulsivity and inhibitory control**. **Psychological science**, v.8, p.60-64, 1997.

LUSSAC, R. Psicomotricidade: história, desenvolvimento, conceitos, definições e intervenção profissional. **Lecturas, Educación Física y Deportes**. Revista Digital. ano 13, n. 126, 2008.

MALLOY-DINIZ, LF. *et al.* **Neuropsicologia: teoria e prática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

MANN, D. *et al.* Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. **J. Sport Exercise Psychol.**, v.29, p. 457-478, 2007.

MÁRQUEZ-RUIZ, J. *et al.* Transcranial electrical-current stimulation in animals. *In*: COHEN KADOSH, R. **The stimulated brain: cognitive enhancement using non-invasive brain stimulation**. Amsterdam: Elsevier, 2014. p.117–143.

MIYAKE, A. *et al.* The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. **Cognitive psychology**, v.41, p 49-100, 2000.

MONTENEGRO, R. *et al.* Transcranial direct current stimulation influences the cardiac autonomic nervous control. **Neuroscience Letters**., v. 497, n.1, p. 32-36, 2011.

MORGULEC, N. *et al.* The effect of training on aerobic performance in wheelchair rugby players. **Agencja Wydawnicza Medsportpress**, Varsóvia, v. 12, n. 2, p. 195-198, 2006.

NASH, M.S. Exercise as a Health-Promoting activity Following Spinal Cord Injury. **Journal of Neurological Physical Therapy**, New York, v. 29, n. 2, p. 87-106, 2005.

NITSCHKE, M. *et al.* Transcranial direct current stimulation: state of the art. **Journal of Physiology**, v.1, n. 3, p. 206-223, 2008.

NITSCHKE, M.; PAULUS, W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. **Journal of Physiology**, Paris, v. 527, p.633-639, 2000.

NITSCHKE, MA. *et al.* Level of action of cathodal DC polarisation induced inhibition of the human motor cortex. **Clin Neurophysiol.**, v.114, p.600–604, 2003.

OKANO, A. *et al.* Brain stimulation modulates the autonomic nervous system, rating of perceived exertion and performance during maximal exercise. **Sports Med**, 2013.

PASCUAL-LEONE *et al.* Responses to rapid-rate transcranial magnetic stimulation of the human motor cortex. **Brain**, v.117 p. 847-58, 1994.

PESENTE, L. *et al.* Efeitos da estimulação elétrica transcraniana na performance de tarefas executivas. **Psicol. hosp.**, São Paulo v. 13, n. 1, p. 91-109, jan. 2015.

PORRETTA, DL. Esportes coletivos. *In*: WINNICK, JP, LOPES FA, tradutores. **Educação física e esportes adaptados**. Barueri: Manole, 2004.

REGO, J. **Effect of anodal transcranial direct current stimulation on movement control in para-powerlifters**. 2014. 63 f. Dissertação (Mestrado em Movimento Humano, Cultura e Educação, Saúde e Desempenho) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

REIS, J.; FRITSCH, B. Modulation of motor performance and motor learning by transcranial direct current stimulation. **Current Opinion in Neurology**, v.24, p. 90-596, 2011.

ROCCA, C.; LAFER, B. **Neuropsicologia: teoria e prática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2006.

RUBIO, Katia. Entre a psicologia e o esporte: as matrizes teóricas da psicologia e sua aplicação ao esporte. **Temas psicol.**, Ribeirão Preto, v. 12,n. 2, p. 93-104, 2004.

SANT'ANNA, MMS.; PRATES, R. História do rúgbi em cadeira de rodas no Brasil. **Adapta**. v.8, p.32-38, 2012.

SANTOS, F. Funções executivas. *In*: ANDRADE, VM.; SANTOS, FH.; BUENO, O. (ed.). **Neuropsicologia hoje**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.125-134.

SARRO, KJ. *et al.* Tracking of wheelchair rugby players in 2008 Demolition Derby final. **J Sports Sci**. v.28, p.193-200, 2010.

SCHAMBRA, H. *et al.* Probing for hemispheric specialization for motor skill learning: a transcranial direct current stimulation study. **J Neurophysiol.**, v.106, p.652–661, 2011.

SPREEN O, STRAUSS E. **Um compêndio de testes neuropsicológicos**. Nova Iorque: Oxford University Press, 1998. p.326-340.

STEINBERG, F.; PIXA, N.; FREGNI, F. A review of acute aerobic exercise and transcranial direct current stimulation effects on cognitive functions and their potential synergies. **Front. Hum. Neurosci.**, 2018.

STRAUSS, E.; SHERMAN, E.; SPREEN, O. Compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary. **American Chemical Society**, 2006.

STROOP, JR. Studies of interference in serial verbal reactions. **Journal of Experimental Psychology: General**. v.121, p.15, 1992.

STUSS, DT. Biological and psychological development of executive functions. **Brain and cognition**, v.20, p.8-23, 1992.

STUSS, DT.; Alexander, MP. Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. **Psychological research**. v.63, p.289-98, 2000.

TANHOFFER, R.A. *et al.* Comparison of methods to assess energy expenditure and physical activity in people with spinal cord injury. **Journal of Spinal Cord Medicine**, Cleveland, v.35, n.1, p.35-45, 2012.

TEOLDO, I. *et al.* Influence of relative age effects and quality of tactical behaviour in the performance of youth soccer players. **International Journal of Performance Analysis of Sport**, Cardiff, v. 10, p. 82-97, 2010.

THIJSSSEN, D.; STEENDIJK, S.; HOPMAN, M. Blood redistribution during exercise in subjects with spinal cord. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 41, n. 6, p. 1249-1254, 2009.

TSUJIMOTO, S. The prefrontal cortex: Functional neural development during early childhood. **The Neuroscientist**. v.14, p.345-58, 2008.

TWEEDY, S.; HOWE, D. Introduction to the paralympic movement. In: Vanlandewijck Y, Thompson W. (ed.). **The paralympic athlete**. Singapore: Wiley-Blackwell, 2011. p. 294.

VANDERTHOMMEN, M. *et al.* A multistage field test of wheelchair users for evaluation of fitness and prediction of peak oxygen consumption. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, Baltimore, v.39, n.6, p.685-692, 2002.

VANLANDEWIJCK, Y. *et al.* Determinants of shuttle run performance in the prediction of peak VO₂ in wheelchair users. **Disability and Rehabilitation**, Suffolk, v.28, n.20, p.1259-1266, 2006.

VESTBERG, T. *et al.* Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. **PloS one**, v.12, 2017.

VESTBERG, T. *et al.* Executive functions predict the success of top-soccer players. **PloS one**, v.4, 2012.

VINET, A. *et al.* Prediction of VO₂peak in wheelchair-dependent athletes from the adapted Leger and Boucher test. **Spinal Cord**, Edegem, v.40, n.10, p.507-512, 2002.

VINET, A. *et al.* Prediction of VO₂peak in wheelchair-dependent athletes from the adapted Leger and Boucher test. **Spinal Cord**, Edegem, v.40, n.10, p.507-512, 2002.

VITOR-COSTA, M. *et al.* A estimulação transcraniana por corrente contínua como recurso ergogênico: uma nova perspectiva no meio esportivo. **Rev Educ Fis/UEM**. v.23, p.167-74, 2012.

WEBBORN, N.; WILLICK, S.; REESER, J.C. Injuries among Disabled Athletes during the 2002 Winter Paralympic Games. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 38, n. 5, p. 811–815, 2006.

WILLIAMS, A. M.; ERICSSON, K. A. Perceptual-cognitive expertise in sport: some considerations when applying the expert performance approach. **Human Movement Science**, Amsterdam, v.24, p.283-307. 2005.

WILLIAMS, A.; DAVIDS, K.; WILLIAMS, J. **Visual perception and action in sport**. London: E & FN Spon, 1999.

WILLIAMS, P. Unstable cervical spine injuries em rugby – a 20 years review. **The British Journal of Accident Surgery**. v.18, n.5, p. 329-332, 1987.

YILLA, AB.; SHERRILL, C. Validating the beck battery of quad rugby skill tests. **Adapt Phys Activ Q.**, v.15, p.155-167, 1998.