



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Renan Bruno Fernandes Câncio

**CONTROLE POSTURAL APÓS CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO
REMOTO NA COXA**

Brasília

2017

Renan Bruno Fernandes Cândia

**CONTROLE POSTURAL APÓS CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO
REMOTO NA COXA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Educação Física
da Universidade de Brasília para obtenção do
título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Rinaldo André Mezzarane

Brasília

2017

Renan Bruno Fernandes Cândia

CONTROLE POSTURAL APÓS CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO REMOTO NA COXA

Monografia apresentada ao Programa de Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília como requisito para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Dr. Rinaldo André Mezzarane (Orientador) - UnB

Me. Igor Eduardo Jesus Magalhães (Membro da Banca) - UnB

Brasília, 04 de dezembro de 2017.

*A meu pai Francisco Cândia,
à minha mãe Adísia,
aos meus irmãos e namorada
pelo apoio incondicional.
E aos meus amados avós.*

AGRADECIMENTOS

Retribuo com gratidão a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador Rinaldo André Mezzarane, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

Ao amigo Ian Caetano pelos ensinamentos e paciência.

Aos colegas de laboratório que se mostraram prestativos quando necessário.

A todos os voluntários, pela participação.

“Paz não é aquilo que encontramos em um lugar sem ruídos, sem problemas, sem trabalho duro, mas o que permite manter a calma em nosso coração, mesmo no meio das situações mais adversas. Este é o seu verdadeiro e único significado”

Paulo Coelho

RESUMO

O presente trabalho avalia as alterações no controle do equilíbrio decorrentes de pré-condicionamento isquêmico remoto de membro inferior (PCIR). Utilizou-se uma plataforma de força para medir os deslocamentos ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) do centro de pressão (CP) em condições desafiadoras, como a permanência sobre uma espuma de alta densidade na presença e ausência de informação visual. Participaram do estudo onze homens, entre 18 e 35 anos, considerados fisicamente inativos. Os parâmetros analisados foram o deslocamento e a velocidade média (VM) do CP nos sentidos AP e ML. Dois protocolos de intervenção foram usados, um em que o PCIR ocasionou um bloqueio total da circulação (INT) e uma intervenção placebo em que o bloqueio não foi total (SHAM). Na primeira semana, a condição SHAM foi testada com o PCIR sendo induzido por 4 dias. No primeiro (pré) e no último dia da semana (pós) as medidas de oscilação postural foram realizadas. Na semana seguinte o procedimento foi repetido, mas com o PCIR INT. Na terceira semana foi realizada uma medida de acompanhamento (FU) para avaliar a retenção dos efeitos após 4 dias. Houve uma redução significativa ($p < 0,05$) na VM pós-intervenção do CP no sentido ML para ambos os protocolos INT e SHAM na presença de informação visual. Houve também diferença entre FU e pré INT ($p < 0,05$), indicando ausência de um efeito “washout”, ou seja, o efeito de diminuição da oscilação se manteve por vários dias após o PCIR.

Palavras-chave: *Manutenção do equilíbrio, centro de pressão, velocidade média, médio-lateral.*

ABSTRACT

The present work evaluates balance control alterations caused by remote ischemic pre-conditioning (RIPC) performed in remote limb. A force plate was used to measure anteroposterior (AP) and mediolateral (ML) displacement of the centre of pressure (CP) in challenging conditions, such as staying over a high-density foam with or without visual input. The study was performed with eleven physically inactive men (18 to 35 years old). The parameters analyzed were displacement and mean velocity of the CP in the ML and AP axis. Two intervention protocols were used, one in which RIPC caused total circulation blockage (INT) and one placebo intervention where blockage was only partial (SHAM). In the first week, SHAM was tested with RIPC being induced along four consecutive days. Measures of postural oscillation were obtained at the first (pre) and last (post) days of the week. In the following week, the procedure was repeated with RIPC INT. In the third week, a follow-up measurement (FU) was made to evaluate the retention of the effects after four days. There was a significant reduction ($p < 0,05$) in post intervention mean velocity of the CP in the ML axis for both the INT and SHAM protocols. A significant difference was also observed between FU and pre-INT conditions ($p < 0,05$), indicating absence of a “washout effect”. In other words, the oscillation reduction effect was maintained for several days after the remote ischemic conditioning.

Keywords: *Balance maintenance, centre of pressure, mean speed, mediolateral.*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.....	14
FIGURA 2.....	15
FIGURA 3.....	15
FIGURA 4.....	16

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.....	13
---------------	----

LISTA DE SIGLAS

AP	Ântero-posterior
CG	Centro de Gravidade
ML	Médio-Lateral
PCI	Pré-Condicionamento Isquêmico
PCIR	Pré-Condicionamento Isquêmico Remoto dos Membros
VM	Velocidade Média

Sumário

1. Introdução.....	1
1.1 Problema de Pesquisa	3
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo Geral.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 Justificativa.....	3
1.4 Hipóteses	4
1.5 Delimitações	4
2. Revisão da Literatura.....	5
2.1 Pré-Condicionamento Isquêmico	5
2.2 Controle Postural e Equilíbrio	6
3. Materiais e Métodos.....	8
3.1 Modelo do Estudo	8
3.2 Descrição da Amostra	8
3.3 Instrumentos	8
3.4 Procedimento de Coleta de Dados	9
3.5 Tratamento de Dados da Plataforma.....	10
3.6 Limitações do Estudo	10
4. Cronograma de execução do Trabalho de Conclusão de Curso.....	11
5. Custo do Projeto.....	11
6. Estatística.....	11
7. Resultados	13
9. Conclusão.....	18
Referências.....	19
Anexo.....	22

1. Introdução

A independência funcional e a autonomia do indivíduo ao longo da vida são de extrema importância. O déficit no equilíbrio está associado ao processo de envelhecimento e a diversas patologias. Por exemplo, lesões decorrentes de quedas geram tanto limitações físicas quanto psicológicas ao indivíduo. Para Buksman et al. (2008), as quedas ocorrem devido à perda de equilíbrio postural e tanto podem ser decorrentes de problemas primários do sistema osteoarticular quanto neurológico, quando uma condição clínica adversa afeta secundariamente os mecanismos do equilíbrio e estabilidade. Por isso, a queda pode ser um evento sinalizador do início do declínio da capacidade funcional, ou sintoma de uma nova doença.

Os custos relacionados a quedas e suas consequências são substanciais e tendem a aumentar nas próximas décadas, o último censo IBGE (2010), demonstrou um claro aumento na expectativa de vida e conseqüentemente um aumento da população idosa. Portanto, é importante entender os mecanismos neuromusculares e biomecânicos relacionados ao controle do equilíbrio para uma formulação eficiente de estratégias voltadas à prevenção e reabilitação em um contexto clínico.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia, queda pode ser definida como o deslocamento não intencional do corpo para um nível inferior à posição inicial com incapacidade de correção em tempo hábil, determinado por circunstâncias multifatoriais comprometendo a estabilidade. Análises do controle do equilíbrio e orientação corporal são de interesse de profissionais de diversas áreas relacionadas à saúde (DUARTE & FREITAS, 2010). A forma mais usual de avaliar o controle postural é por meio da análise do deslocamento do centro de pressão (CP). O CP é o ponto de aplicação da resultante das forças verticais que age sobre a superfície de suporte. A plataforma de força é considerada o equipamento mais utilizado para se obter o deslocamento do CP ao longo do tempo (DUARTE & FREITAS, 2010).

Cherry et al. (2015), demonstraram uma melhora no aprendizado motor após duas semanas de PCIR. Deste modo, há evidências que justificam pesquisas que associam a PCIR e o desempenho do sistema de controle postural. Tal investigação pode contribuir para uma melhora no entendimento do sistema de controle do equilíbrio e, conseqüentemente, contribuir para a diminuição da morbidade e mortalidade. Estas consequências têm ainda impacto nos custos hospitalares

decorrentes de quedas, e os protocolos de pesquisa associados (aqueles que indicam alterações em parâmetros posturográficos como, por exemplo, deslocamento do centro de pressão) podem representar uma importante ferramenta de diagnóstico.

Além das medidas de deslocamento do CP em ambas as direções, uma medida sensível utilizada para detectar alterações no controle da postura é a VM (SOSNOFF et al., 2010; MEZZARANE et al., 2008).

1.1 Problema de Pesquisa

Estudar os efeitos do PCIR sobre o controle postural.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar possíveis alterações no sistema de controle postural decorrentes do PCIR no membro inferior.

1.2.2 Objetivos Específicos

Analisar alterações no controle do equilíbrio usando uma plataforma de força para medir os deslocamentos AP e ML do CP em condições desafiadoras, como a permanência sobre uma espuma de alta densidade (que supostamente induziria alterações na informação proprioceptiva dos membros inferiores) na presença e ausência de informação visual, decorrentes do condicionamento isquêmico.

1.3 Justificativa

Existem poucos estudos relacionando PCIR e controle postural, um estudo recente de Cherry-Allen et al, mostrou uma correlação positiva entre PCIR e desempenho do controle postural. Segundo Bilgin-Freiert et al. (2012) e Gonzalez et al. (2014), PCIR poderia representar uma forma segura, barata e clinicamente viável para melhorar a aprendizagem motora em indivíduos que se encontram em processo de reabilitação por lesão ou outra deficiência motora. Alguns estudos sugerem que o PCIR poderia alterar a ação de mecanismos responsáveis pela plasticidade neural facilitando o aprendizado motor.

O presente estudo aponta para a possibilidade da utilização de uma metodologia inovadora, que contempla abordagens experimentais, podendo contribuir para a definição e/ou desenvolvimento de programas de reabilitação mais

eficientes. Isto auxiliará profissionais da área da saúde preocupados com o desenvolvimento de abordagens voltadas para a promoção da qualidade de vida em diversos tipos de populações.

1.4 Hipóteses

Acredita-se que o PCIR tenha uma correlação positiva com uma possível melhora em relação ao aprendizado motor. Ou seja, o PCIR estará diretamente relacionado à melhora do equilíbrio e, por ser realizado na coxa, os seus efeitos no controle do equilíbrio poderão ser facilmente mensuráveis utilizando uma plataforma de força.

1.5 Delimitações

Foi utilizada uma amostra composta por indivíduos que tinham a disponibilidade de deslocarem-se até a Universidade de Brasília durante as três semanas de realização de experimento, que se encaixassem nos critérios de inclusão.

Os critérios de inclusão foram: idade entre 18 e 35 anos, sexo masculino, pressão arterial normal, fisicamente inativo, sem lesões no aparelho vestibular, sem lesões neurológicas, lesões ortopédicas, e que estivesse de acordo com o termo de consentimento livre e esclarecido, por meio de assinatura. Foram excluídos da pesquisa os que não atenderam aos requisitos citados acima, faltaram pelo menos uma sessão, não conseguiram realizar algum dos testes propostos e que realizaram exercícios físicos ao longo do experimento.

2. Revisão da Literatura

2.1 Pré-Condicionamento Isquêmico

O pré-condicionamento isquêmico (PCI) é considerado um fenômeno endógeno no qual um órgão ou tecido, quando exposto a um ou mais episódios curtos de isquemia sub-letal, resulta em proteção do órgão ou tecido contra isquemias subsequentes (DIRNAGL et al. 2009; GIDDAY 2006; IADECOLA e ANRATHER 2011). O efeito protetivo do PCI já é bem relatado na literatura. Esta manipulação consiste na exposição de um tecido a breves períodos de isquemia, que leva à resistência contra lesões celulares causadas por isquemia prolongada e o estresse causado por reperfusão (MURRY et al., 1986).

Os efeitos benéficos do PCI foram demonstrados primeiramente no miocárdio (JENNINGS et al. 1991; MURRY et al. 1986). Segundo os autores, animais submetidos a breves períodos de isquemia coronariana antes da oclusão local da artéria coronariana tinham uma redução significativa da área infartada. Foi levantada a hipótese que breves períodos de isquemia não letal do miocárdio, seguido de reperfusão poderiam proteger a área em que o condicionamento isquêmico foi aplicado de episódios subsequentes de isquemia prolongada.

Também foram relatados efeitos neuroprotetores para o PCI. Wang et al. (2001) demonstraram que duas semanas de PCI foi capaz de aliviar o edema cerebral e reduzir a área infartada, após um acidente vascular cerebral. Em um estudo prospectivo randomizado Meng et al. (2012), demonstrou que uma isquemia bilateral nos membros superiores, mas precisamente nos braços, durante 300 dias consecutivos melhorou a perfusão cerebral e foi capaz de reduzir a incidência de AVC em comparação com o grupo controle.

De acordo com Cherry-Allen et al. (2015) os mecanismos responsáveis pelas adaptações constatadas após o PCIR ainda não são conhecidos, apesar de diversas hipóteses terem sido descritas na literatura. De acordo com Brooks & Andrews (2013) deve existir uma forma de comunicação entre o local que está sendo realizada a isquemia e o órgão-alvo. Segundo esses autores, dois caminhos já foram propostos: por vias neuronais e por vias humorais

Para às vias neuronais, alguns autores demonstraram que PCIR induz alterações no sistema nervoso autônomo (LOUKOGEORGAKIS et al., 2005; BASALAY et al., 2012; HESS et al., 2013), existindo a possibilidade de ocorrer adaptações no sistema neuro-motor, mas essa teoria ainda não foi testada.

2.2 Controle Postural e Equilíbrio

A manutenção do equilíbrio e da orientação corporal são tarefas motoras imprescindíveis uma vez que, por meio dessas tarefas, é possível executar atividades cotidianas e a prática de atividades físicas. De acordo com Kandel (2013), o equilíbrio e o controle postural são processos motores distintos. Sendo o equilíbrio postural uma resistência ativa a forças externas que agem sobre o corpo. A força externa dominante que afeta o equilíbrio é a gravidade. A orientação postural é o posicionamento dos segmentos corporais em relação aos outros e ao ambiente externo.

Segundo Horak e Macpherson (1995), o equilíbrio é básico para todos os tipos de movimentos e sofre a influência de estímulos visuais, somatossensoriais, vestibulares. Ele pode ser definido como a manutenção de determinada postura com o mínimo de oscilação (equilíbrio estático) ou durante o desempenho de alguma tarefa motora que tende a perturbar a estabilidade do corpo (equilíbrio dinâmico). De acordo com Horak (2006), as informações sensoriais dos sistemas somatossensoriais, vestibulares e visuais estão integradas no sistema nervoso central, e a importância colocada em cada uma dessas entradas depende dos objetivos da tarefa de movimento e contexto ambiental.

A posturografia é dividida em estática e dinâmica, sendo estática quando a postura ereta quieta do sujeito é estudada e dinâmica quando a resposta a uma perturbação aplicada sobre o sujeito é estudada, ou seja, quando uma perturbação de origem externa é aplicada (DUARTE & FREITAS, 2010).

A medida posturográfica mais comumente utilizada na avaliação do controle postural é o centro de pressão (CP). O CP é o ponto de aplicação da resultante das forças verticais agindo sobre a superfície de suporte, e a sua excursão pode ser relacionada ao deslocamento do centro de gravidade (CG) na postura ereta quieta. O equipamento mais utilizado para medir o deslocamento do CP é a plataforma de

força. A plataforma de força mede os três componentes da força, F_x , F_y e F_z (sendo x , y , z as direções AP, ML e vertical, respectivamente), também é possível mensurar os três componentes do momento de força ou torque, M_x , M_y e M_z agindo sob a plataforma. A partir desses sinais é possível estimar o deslocamento do CP do indivíduo.

Segundo Hasan et al. (1992), a avaliação do controle postural pode ser baseada na suposição de que o aumento da oscilação corporal, está associada a um maior esforço do sujeito em manter o equilíbrio. O deslocamento do CP é considerado uma medida de oscilação postural. Quanto maior a dificuldade para manter o equilíbrio, maior a variação do CP.

A melhora do equilíbrio dinâmico contribui para diminuir o risco de queda e para manter a estabilidade corpórea (TORAMAN & YILDIRIM 2010). Existe forte interesse no estudo da adaptação e melhora do equilíbrio, tanto para o aprendizado de crianças e adolescentes como para evitar futuras quedas em idosos (WINTER, 1995).

A instabilidade postural pode ser definida pela rapidez com o que o centro de massa se move em direção aos limites da base de sustentação e depende da proximidade desse limite está à projeção para baixo do centro de massa corporal (KANDEL, 2013).

Espera-se, que após a participação em sessões de condicionamento isquêmico, os voluntários mostrem alterações nos padrões de deslocamento do CP, no sentido ML e AP, que refletem a ação combinada de vários grupos musculares no controle motor. Estas alterações poderão indicar adaptações motoras que resultam em uma melhora no controle do equilíbrio.

3. Materiais e Métodos

3.1 Modelo do Estudo

Trata-se de uma pesquisa quantitativa, pré-experimental, longitudinal.

3.2 Descrição da Amostra

A amostra foi composta de 11 sujeitos para os protocolos SHAM, INT e CP. Todos homens, com $22,5 \pm 4,3$ anos de idade, $174,9 \pm 5,7$ cm de altura e $73,2 \pm 9,4$ kg de massa corpórea, fisicamente inativos, pressão arterial normal, sem lesões no aparelho vestibular, sem lesões neurológicas, nem lesões ortopédicas. Os participantes assinaram um termo de consentimento (anexo 1), compreendendo os procedimentos e as restrições de uso de substâncias psicotrópicas, depressoras ou excitatórias, além de não poder realizar atividades físicas nas três semanas enquanto duraram as coletas, podendo desistir de participar da coleta a qualquer momento. O protocolo experimental foi aprovado pelo comitê de ética da Faculdade de Saúde da Universidade de Brasília.

As intervenções e coletas de dados foram realizadas na Faculdade de Educação Física (FEF) da Universidade de Brasília (UnB) no Laboratório de Processamento de Sinais Biológicos e Controle Motor (LACOMOT).

3.3 Instrumentos

Os dados foram coletados pelo pesquisador, ou por outros alunos do laboratório, treinados pelo orientador. A coleta de dados foi realizada por meio de uma plataforma de força (AMTI), que é um instrumento que afere sinais de força (F_x , F_y e F_z) e momentos (M_x , M_y e M_z) nos três eixos ortogonais. Já a obstrução do fluxo sanguíneo foi realizada através de um manguito (Missouri). Para confirmação da pressão necessária do manguito, tanto para a PCIR SHAM quanto para a PCIR Condicionante, foram realizados PCIR com o auxílio de um ultrassom (Doppler GE Logic P5).

3.4 Procedimento de Coleta de Dados

Foi realizado um protocolo experimental de três semanas. Nos dias um e cinco da primeira semana o deslocamento do CP foi medido. Os participantes permaneceram sobre uma espuma de alta densidade posicionada sobre uma plataforma de força (AMTI) em duas condições (olhos abertos e olhos fechados), sendo cada uma delas executadas três vezes de maneira aleatória com intervalos de um minuto de descanso. Na primeira semana foi realizado um placebo em relação ao PCIR, pois a pressão gerada pelo manguito não foi suficiente para restringir o fluxo sanguíneo (PCIR SHAM). O PCIR SHAM foi realizado nos dias um, dois, três e quatro. No quinto dia foi realizada a medida do CP. Na segunda semana foi repetido o teste de deslocamento do CP, exatamente como na primeira semana, mas com uma isquemia real (a pressão realizado pelo manguito foi suficiente para interromper o fluxo sanguíneo) (PCIR INT). Na terceira semana, o sujeito compareceu ao laboratório para realizar o Protocolo *Follow-Up* (FU). Os testes foram sempre realizados nessa ordem para que o Protocolo INT não sofresse influência do Protocolo SHAM.

A isquemia foi realizada do seguinte modo: um manguito foi colocado na coxa do sujeito durante cinco minutos. A pressão gerada foi definida de acordo com os protocolos, ou seja, placebo para o protocolo SHAM e isquemia real para o protocolo INT, seguido de um intervalo de iguais cinco minutos, sem nenhuma pressão. Esse ciclo foi repetido cinco vezes.

Para confirmação da inflação necessária do manguito, tanto para a PCIR SHAM quanto para a PCIR INT, foram realizadas isquemias com o monitoramento por meio de um ultrassom em quatro sujeitos. Após a confirmação dos valores de pressão necessários para cada um dos Protocolos (SHAM ou INT), foi definida a pressão suficiente para não obstruir o fluxo sanguíneo para a PCIR SHAM e a pressão suficiente para obstruir o fluxo sanguíneo para a PCIR INT. Durante o Protocolo SHAM, os sujeitos foram levados a acreditar que estavam sob uma isquemia real, para evitar que fatores psicológicos influenciassem nas medidas.

3.5 Tratamento de Dados da Plataforma

Após a aquisição, os sinais da plataforma de força foram convertidos para ASCII e processados em ambiente Matlab (versão 2012b, Math Works, Inc.).

Para poder calcular a VM, foi obtida a diferença de cada ponto do sinal do CP no sentido ML e AP, usando a função *diff* do MATLAB, e após, calculada a média dos valores absolutos destas diferenças. A VM foi calculada pela relação distância/tempo, portanto, as distâncias entre os pontos do CP são divididas pelo intervalo entre as amostras ou pelo inverso da frequência de amostragem, (MEZZARANE & KOHN, 2008):

3.6 Limitações do Estudo

Como limitações do estudo, segundo Cherry et al. (2015), podemos citar o fato de ainda não existir um biomarcador sérico estabelecido de plasticidade que poderia ser usado para avaliar a resposta ao PCIR em seres humanos. Ainda segundo Cherry et al. (2015), no presente momento não existem marcadores séricos de neuroplasticidade que refletem os eventos fisiológicos subjacentes.

Podemos citar como limitação a falta de estudos que mostram a uniformização da pressão que é exercida nos membros inferiores e superiores. Portanto, ainda não há um consenso sobre qual é a pressão ideal para realização do protocolo de PCIR.

4. Cronograma de execução do Trabalho de Conclusão de Curso

Atividades	Mês/2017							
	5	6	7	8	9	10	11	12
Levantamento Bibliográfico	X	X	X	X	X	X	X	X
Início da coleta de dados	X							
Fim da Coleta de dados							X	
Recrutamento de sujeitos e experimentos pré- treinamento	X							
Análise dos dados coletados							X	
Redação de resumos científicos e manuscritos							X	
Revisão de texto e submissão								X
Provável Apresentação								X

5. Custo do Projeto

Para realização do estudo será utilizada a estrutura do Laboratório de Processamento de Sinais Biológicos e Controle Motor, onde também se encontra o manguito utilizado para o PCIR. A plataforma de força utilizada para os testes será cedida pelo Laboratório de Biomecânica da FEF, portanto o estudo não terá custos com equipamentos, pois a Faculdade de Educação Física já dispõe da estrutura necessária para a realização do estudo.

6. Estatística

Uma ANOVA de medidas repetidas de uma via foi usada para detectar diferenças nas variáveis biomecânicas entre as condições pré e pós SHAM e pré e pós INT. O fator “Tempo” da ANOVA é constituído pelos fatores pré e pós para cada condição (SHAM, INT e FU). O teste de Mauchly de esfericidade foi realizado para

verificar se uma população normal multivariada possui variâncias iguais e correlações nulas. Foram analisadas as situações pré e pós (PRESHAM-POSSHAM e PREINT-POSINT), o FU foi comparado com a situação controle anterior (PREINT). O nível de significância foi definido como $p < 0.05$. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa SPSS (16.0).

Para calcular o tamanho do efeito foi utilizado Eta quadrado (η^2), mostrado na equação V:

$$\eta^2 = \frac{S^2_2}{S^2_{total}} \quad V$$

na qual S^2_2 é a variância da intervenção, e S^2_{total} é a variância do grupo todo (sem intervenção S e com intervenção).

7. Resultados

Não houve alteração significativa para a variação da VM de CP no sentido AP, mas houve para ML (Figura 1). As situações que obtiveram diferenças significativas foram PRESHAM para POSSHAM ($p=0.046$), PREINT para POSINT ($p=0.024$) e PREINT para FU ($p=0.049$).

As variáveis analisadas foram: VM em centímetros por segundo (cm/s), e a oscilação do CP em ambas as direções, AP e ML, em centímetros (cm).

Tabela 1 – Velocidade média (cm/s)

	PRESHAM	POSSHAM	PREINT	POSINT	FOLLOWUP
Ântero-posterior (cm/s)					
OAAP	2,12 ($\pm 0,51$)	1,98 ($\pm 0,34$)	1,92 ($\pm 0,30$)	1,78 ($\pm 0,39$)	1,79 ($\pm 0,30$)
OFAP	3,92 ($\pm 0,77$)	3,94 ($\pm 0,67$)	3,71 ($\pm 0,69$)	3,92 ($\pm 1,07$)	3,48 ($\pm 0,72$)
Médio-lateral (cm/s)					
OAML	1,34 ($\pm 0,25$)*	1,25 ($\pm 0,20$) *	1,26 ($\pm 0,24$) ⁺	1,08 ($\pm 0,25$) ⁺	1,13 ($\pm 0,17$) [#]
OFML	2,08 ($\pm 0,76$)	2,15 ($\pm 0,36$)	1,99 ($\pm 0,41$)	1,74 ($\pm 0,44$)	1,76 ($\pm 0,26$)
Média (desvio padrão) da variável velocidade média.					
OAAP, olhos abertos, ântero-posterior; OFAP, olhos fechados, anteroposterior; OAML, olhos abertos, médio-lateral; OFML, olhos fechados, médio-lateral.					
*Estatisticamente significativo ($p < 0,05$) entre PRE E POSSHAM. + Estatisticamente significativo ($p < 0,05$) entre PRE E POSINT.					
[#] Estatisticamente significativo ($p < 0,05$) entre PREINT E FOLLOWUP.					

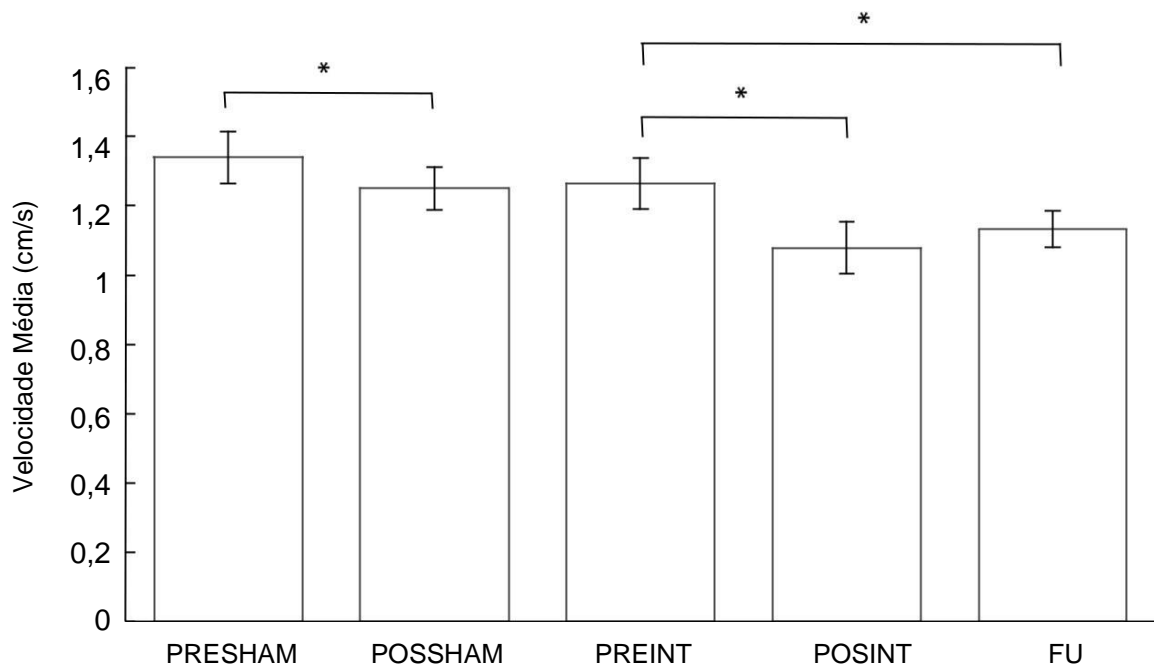


Figura 1: Comparação entre os dias de protocolos com variação da velocidade média de CP-ML significativa principalmente entre os dias POSSHAM e POSINT ($p < 0.05$) e PREINT e POSINT ($p < 0.05$) e PREINT e FU ($p < 0.05$).

Além da verificação da VM do CP, foi realizada também uma análise espectral, para avaliar a variação das componentes das oscilações posturais de alta e baixa frequência (Figura 2). Cada uma das componentes corresponde a um mecanismo de controle postural que opera a curto ou a longo prazo, e que se refletem nas oscilações de alta e baixa frequência (Figura 3 e 4), respectivamente. Frequências acima de 0.25Hz são consideradas frequências de oscilações rápidas e podem estar associadas a um controle postural de curto prazo que estaria intimamente relacionado à frequência de disparo de unidades motoras, enquanto as frequências abaixo de 0.25Hz são relacionadas com as propriedades inerciais do sistema biomecânico, atuando de forma mais lenta.

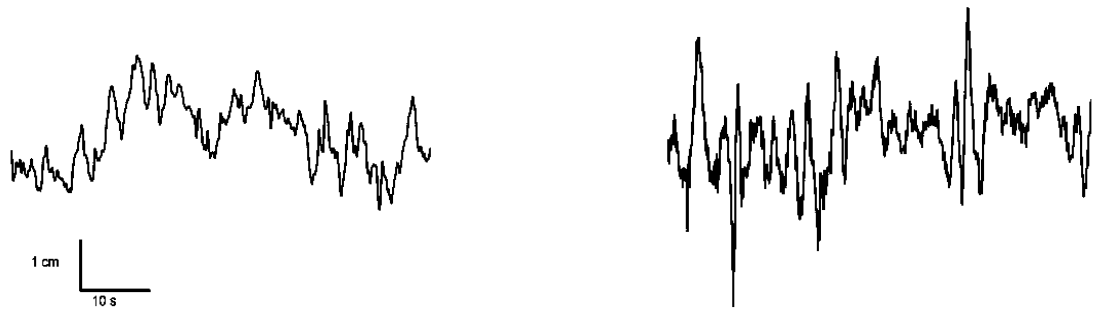


Figura 2. Deslocamento do CP no sentido ML de um sujeito na condição PREINT (registro da direita) e POSINT (registro da esquerda).

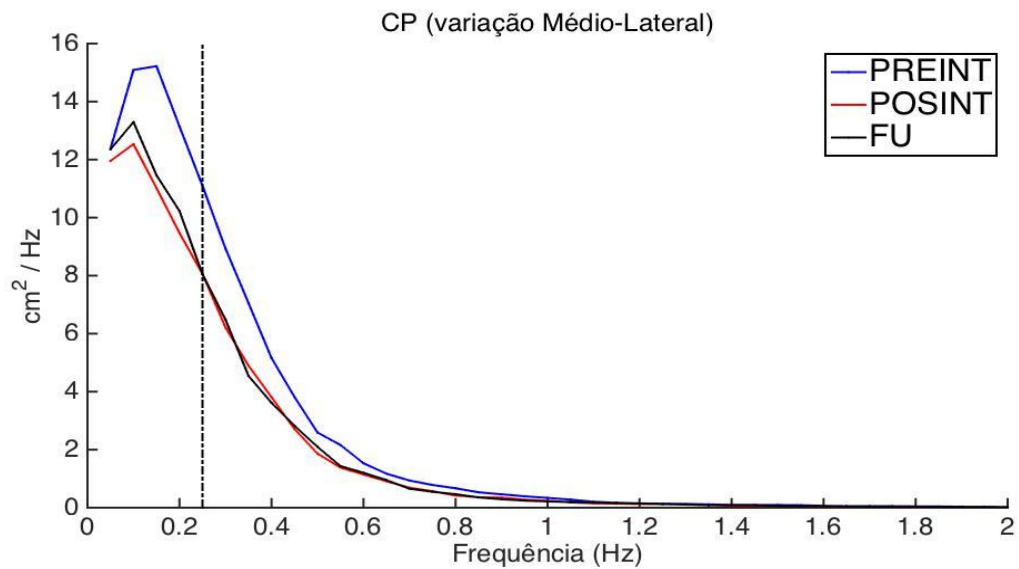


Figura 3: Espectro de potência médio (média de todos os sujeitos e todas as repetições) em cada uma das três condições, PREINT, POSINT e FU. A linha pontilhada vertical indica a frequência (0,25 Hz) que separa as duas áreas sob o espectro.

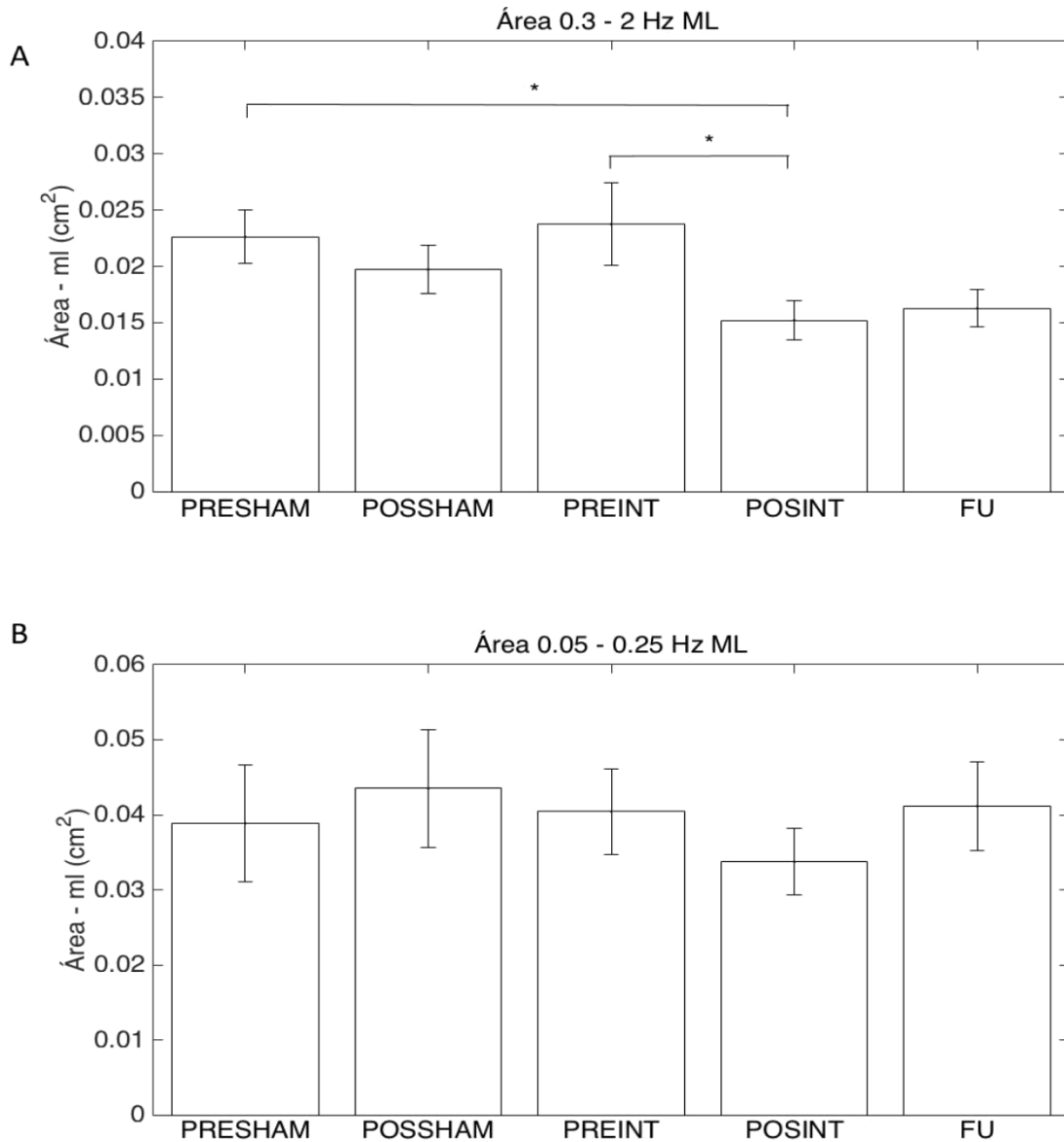


Figura 4: Médias e erro padrão (linha vertical) das áreas calculadas sob o espectro de potência do deslocamento do CP ML delimitadas pelas frequências 0,3 Hz e 2Hz (A) e no intervalo 0,05 Hz e 0,25 Hz (B) que, possivelmente, refletem a ação do sistema de controle postural de curto e longo prazo, respectivamente. Os valores foram comparados ao longo dos dias de teste (condições). Houve diferenças significativas ($p < 0.05$) entre PREINT e POSINT, PRESHAM e POSINT (indicadas com um asterisco) para as áreas delimitadas pelo intervalo de frequências maiores correspondentes às oscilações posturais mais rápidas.

As frequências menores, que indicam oscilações posturais mais lentas, não sofreram alterações significativas após o PCIR ($p > 0.05$), mas as frequências maiores, entre 0.3Hz e 2Hz, tiveram alterações significativas de PRESHAM para POSINT ($p < 0.05$) e PREINT para POSINT ($p < 0.05$) (Figura 4). Portanto, as frequências maiores, que correspondem ajustes posturais mais rápidos foram influenciadas pelo PCIR.

8. Discussão

A presente pesquisa teve como objetivo investigar os efeitos do PCIR, sobre as oscilações do CP, de indivíduos não praticantes de atividade física. Para isso, os participantes foram submetidos a sessões de PCIR no membro inferior. A partir de estudos anteriores (CHERRY-ALLEN et. al., 2015), nossa hipótese principal era que o PCIR estaria diretamente relacionado à melhora do equilíbrio e, por ser realizado na coxa, os seus efeitos no controle do equilíbrio poderiam ser facilmente mensurados.

A hipótese do estudo foi parcialmente respondida. As análises estatísticas demonstraram que houve uma diminuição significativa no valor da VM no eixo ML entre as condições pré e pós SHAM e pré e pós INT. Houve também diferença entre FU e PREINT, indicando ausência de um efeito “washout”, ou seja, o efeito de diminuição da oscilação se manteve dias após o condicionamento. Uma observação interessante foi a ausência de diferenças entre as condições POSSHAM e PREINT, sugerindo que o efeito placebo não persistiu (ao longo de apenas 3 dias) como foi o caso do efeito do PCIR real (que persistiu durante 5 dias).

A comparação dos dados entre os eixos AP e ML podem refletir o grau em que as diferentes entradas sensoriais são utilizadas durante a estabilização da postura (MAKI, 1994). Para o eixo ML a proposição é de que a estratégia mais comumente utilizada em resposta às perturbações no equilíbrio é a estratégia do quadril (MAKI, 1994; MOORE, 1988). Por outro lado, para o eixo AP, a principal estratégia de movimento em resposta a perturbações é a estratégia do tornozelo, embora a estratégia do quadril também seja utilizada (HORAK, 1987). Hale et al. (2014) sugerem que uma maior VM corresponde a um melhor controle postural associado à ação do sistema nervoso para controlar as oscilações mais rápidas (refletidas pelas componentes rápidas do sinal do CP no sentido ML; (MEZZARANE & KOHN, 2007).

Para Hilliard et al. (2008) a incapacidade dos músculos adutores do quadril em produzir um torque adequado, estaria intimamente ligada a um risco aumentado de quedas, portanto alterações no sentido ML podem ser uma importante ferramenta para avaliação de um possível declínio funcional.

9. Conclusão

O PCIR promoveu uma diminuição significativa no valor da VM do CP no sentido ML apenas para olhos abertos. Aparentemente, a melhora no controle postural se manifestou apenas quando a via sensorial da visão estava presente. Ainda, esses efeitos persistiram de maneira mais prolongada após o PCIR real (INT) e não no SHAM. Isso indica que apesar dos efeitos psicológicos, outros efeitos fisiológicos apresentam uma relevância significativa no controle da postura após o PCIR. Esse resultado ressalta a possibilidade de utilização desta intervenção para melhorar aspectos do controle motor em populações especiais. Também foram reportadas alterações significativas para altas frequências, ao analisar o espectro de potencia, que por sua vez está relacionado com a resposta muscular de ajuste de postura.

A realização de futuros estudos envolvendo o protocolo de PCIR em diferentes grupos e faixas etárias se fazem necessários para melhor compreensão de seus efeitos sobre o corpo humano.

Referências

- Basalay M, Barsukevich V, Mastitskaya S, Mrochek A, Pernow J, Sjöquist PO, et al. Remote ischaemic pre- and delayed postconditioning - similar degree of cardioprotection but distinct mechanisms. *Exp Physiol.* 2012;97(8):908-17.
- Bilgin-Freiert A, Dusick JR, Stein NR, Etchepare M, Vespa P, Gonzalez NR. Muscle microdialysis to confirm sublethal ischemia in the induction of remote ischemic preconditioning. *Transl Stroke Res.* 2012; 3(2):266-272
- Birnbaum Y., Hale SL., Kloner RA. Ischemic preconditioning at a distance: reduction of myocardial infarct size by partial reduction of blood supply combined with rapid stimulation of the gastrocnemius muscle in the rabbit. *Circulation.* 1997; 96(5):1641-1646.
- Brooke J, Cheng J, Collins D, Mcilroy W, Misiaszek J, Staines W. Sensori- sensory afferent conditioning with leg movement: gain control in spinal reflex and ascending paths. *Prog Neurobiol.* 1997; 51(4):393-421.
- Brooks M, Andrews D. Molecular mechanisms of ischemic conditioning: translation into patient outcomes. *Future Cardiol.* 2013; 9 (4):549-568.
- Buksman S, Vilela ALS, Pereira SRM, Lino VS, Santos VH. Quedas em Idosos: Prevenção. Brasil: Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia, 2008.
- Cherry-Allen K, Gidday J, Lee J, Hershey T, Lang C. Remote limb ischemic conditioning enhances motor learning in healthy humans. *J Neurophysiol.* 2015; 113(10):3708-19.
- Dirnagl U, Becker K, Meisel A. Preconditioning and tolerance against cerebral ischaemia: from experimental strategies to clinical use. *Lancet Neurol.* 2009; 8(9):398-412.
- Dong J., Liu Y., Ji E., He R. Limb ischemic preconditioning reduces infarct size following myocardial ischemia-reperfusion in rats. *Sheng Li Xue Bao.* 2004; 56(1):41-6.
- Duarte M, Freitas S. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14(3):183-92.
- Fujimoto C, Egami N, Demura S, Yamasoba T, Iwasaki S. The effect of aging on the center-of-pressure power spectrum in foam posturography. *Neurosci. Lett.* 2015;12(585):92-7.
- Gho B, Schoemaker R, Van Den Doel M, Duncker D, Verdouw P. Myocardial protection by brief ischemia in noncardiac tissue. *Circulation.* 1996;94(9):2193-200.
- Gonzalez NR, Connolly M, Dusick JR, Bhakta H, Vespa P. Phase I clinical trial for the feasibility and safety of remote ischemic conditioning for aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurosurgery.* 2014;75(5):590-8.
- Hasan SS, Robin DW, Shiavi RG. Drugs and Postural Sway. *Eng Med Biol Mag* 1992; 11(4):35-41.

- Hess DC, Hoda MN, Bhatia K. Remote limb preconditioning [corrected] and postconditioning: will it translate into a promising treatment for acute stroke? *Stroke*. 2013;44(4):1191-7.
- Hilliard MJ, Martinez KM, Janssen I, Edwards B, Mille MI, Zhang Y, et al. Lateral balance factors predict future falls in community-living older adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(9):1708-13.
- Hoda N, Siddiqui S, Herberg S, Periyasamy-Thandavan S, Bhatia K, Johnson M, et al. Remote ischemic preconditioning is effective alone and in combination with intravenous tissue plasminogen activator in murine model of embolic stroke. *Stroke*. 2012;43(10):2794-2799.
- Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Phys Ther*. 1987;67(12):1881-5.
- Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*. 2006;35(2):ii7-ii11.
- Horak FB; Macpherson JM. Postural orientation and equilibrium. In: Shepard, J.; Rowell, L., editors. *Handbook of Physiology: Section 12, Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems*. Oxford University Press; New York: 1996.
- Hu C, Peng J, Xiao L, Ye F, Deng H, Li Y. Effect of age on alpha-calcitonin gene-related peptide-mediated delayed cardioprotection induced by intestinal preconditioning in rats. *Regul Pept*. 2002; 107(1-3):137-43.
- Iadecola C, Anrather J. The immunology of stroke: from mechanisms to translation. *Nat Med*. 2011; 17(7):796-808.
- Iadecola C, Anrather J. The immunology of stroke: from mechanisms to translation. *Nat Med*. 2011;17(7):796-808.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico: 2010. Brasil: IBGE; 2010.
- Jennings RB, Murry CE, Reimer KA. Preconditioning myocardium with ischemia. *Cardiovasc Drugs Ther*. 1991; 5(5):933-938.
- Kandel, E., Schwartz, H., Jessell M., Siegelbaum, S., Hudspeth, A. *Principles of Neural Science, 5a. Ed., McGraw-Hill, 2013*.
- Loukogeorgakis SP, Panagiotidou AT, Broadhead MW, Donald A, Deanfield JE, Macallister RJ. Remote ischemic preconditioning provides early and late protection against endothelial ischemia-reperfusion injury in humans: role of the autonomic nervous system. *J Am Coll Cardiol*. 2005;46(3):450-6.
- Maki Be., Pamela J., Holliday, Topper AK. A Prospective Study of Postural Balance and Risk of Falling in an Ambulatory and Independent Elderly Population. *J Gerontol*. 1994; 49(2):72-84.
- Meng R, Asmaro K, Meng L, Liu Y, MA C, Xi C, et al. Upper limb ischemic preconditioning prevents recurrent stroke in intracranial arterial stenosis. *Neurology*. 2012; 79(18):1853-61.

- Mezzarane R., Kohn A. Control of upright stance over inclined surfaces. *Experimental Brain Research*. 2007; 180(2):377–388.
- Mochizuki L, Amandio AC. Aspectos biomecânicos da postura ereta: a relação entre o centro de massa e o centro de pressão. *Rev. Port. Ciênc Desp*. 2003;3(3):77–83.
- Moore SP, Rushmer DS, Windus SI, Nashner LM, *Human Automatic Postural Responses: responses horizontal perturbations of stance in multiple directions*. *Exp Brain*. 1988;73(3):648-658.
- Murry C, Jennings , Reimer K. Preconditioning with ischemia: a delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. *Circulation*. 1986;74(5):1124–1136.
- Nakajima T, Mezzarane R, Klarner T, Barss T, Hundza S, Komiyama T, et al. Neural mechanisms influencing interlimb coordination during locomotion in humans: presynaptic modulation of forearm H-reflexes during leg cycling. *PLoS One* 2013;8(10):76313.
- Nardone A, Schieppati M. Postural adjustments associated with voluntary contraction of leg muscles in standing man. *Exp. Brain Res*. 1988;69(3):469-480.
- Sosnoff JJ, Shin S, Motl RW. Multiple sclerosis and postural control: the role of spasticity. *Arch Phys Med Rehabi* 2010;91(1):93-9
- Toraman A, Yildirim N. The falling risk and physical fitness in older people. *Arch Gerontol Geriatr*. 2010;51(2):222-226.
- Vinten-Johansen J, Zhao Z, Nakamura M. Nitric oxide and the vascular endothelium in myocardial ischemia-reperfusion injury. *Ann N Y Acad Sci*. 1999;874:354-370.
- Winter DA. Human Balance during Standing and Walking. *Gait & Posture*. 1995;3(4):193-214.

Anexo

Anexo 1 - Termo de consentimento que será assinado pelos voluntários:



FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DARCY RIBEIRO
BRASÍLIA - DF

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Você está sendo convidado a participar do projeto “Impacto do condicionamento isquêmico sobre recrutamento de unidades motoras e mecanismos de regulação da excitabilidade reflexa” sob a responsabilidade do pesquisador Prof. Dr. Rinaldo André Mezzarane. O projeto consiste em realizar medidas reflexas antes e após um condicionamento isquêmico.

O objetivo da pesquisa é aprofundar o conhecimento da neurofisiologia da medula espinhal humana em resposta ao condicionamento isquêmico do membro inferior. Espera-se que o condicionamento resulte em alterações no ganho de vias reflexas que podem resultar em um melhor controle dos movimentos e do equilíbrio.

Todos os esclarecimentos necessários serão prestados antes e no decorrer da pesquisa e asseguramos que sua identidade será mantida no mais rigoroso sigilo.

A participação se dará por meio de visitas diárias ao laboratório, sempre no mesmo horário, durante duas semanas. Haverá também uma única visita na terceira semana. No primeiro e no último dia de cada semana (segunda e sexta) você será submetido a um teste em que permanecerá sentado em uma cadeira e serão aplicados estímulos elétricos de baixa intensidade, por meio de eletrodos localizados na região posterior da perna (na altura do joelho). Estes eletrodos serão fixados na perna por meio de uma fita antialérgica. Após estes testes, e nos outros dias da semana, você

permanecerá deitado sobre um colchonete e um aparelho de medir pressão será colocado na altura da coxa. O medidor será inflado até que ocorra o bloqueio da circulação na perna por 5 minutos. Haverá 5 minutos de descanso e o procedimento será repetido por 5 vezes. Este teste pode causar algum desconforto inicial. Você será monitorado ao longo de todos os testes pelos pesquisadores e deverá relatar em qualquer momento eventuais dores, podendo desistir do experimento em qualquer tempo se assim o desejar.

As medidas e as intervenções são extremamente seguras. Existe risco mínimo associado a dores ocasionais após as intervenções. Os experimentos serão realizados no Laboratório de Processamento de Sinais Biológicos e Controle Motor da Faculdade de Educação Física da UnB. O tempo estimado para a realização de todas as etapas do experimento será de aproximadamente duas horas.

Você pode se recusar a participar de qualquer procedimento ou responder qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para você e sem a necessidade de prover explicações adicionais. Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração. Despesas relacionadas diretamente ao projeto serão cobertas pelo pesquisador responsável. Caso haja algum dano direto resultante dos procedimentos de pesquisa, você poderá ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de no mínimo cinco anos, após isso serão destruídos ou mantidos na instituição.

Se você tiver qualquer dúvida adicional em relação à pesquisa, por favor telefone para: Prof. Dr. Rinaldo André Mezzarane (61) 3107-2526, da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília, no horário comercial. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do sujeito da pesquisa podem ser esclarecidas pelo telefone: (61) 3107-1947 ou pelo e-mail

cepfs@unb.br, horário de atendimento de 10hs às 12hs e de 14hs às 17hs, de segunda a sexta-feira. Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o sujeito da pesquisa.

Nome do Participante

Pesquisador: Rinaldo André Mezzarane

Brasília, ____ de _____ de _____.