

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC
CURSO DE FISIOTERAPIA**

JOSIAS JUSTINO CAMBINJA CHAVES

**EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR SOBRE A
ATIVIDADE ELÉTRICA E FORÇA DO MÚSCULO BÍCEPS BRAQUIAL**

**CRICIÚMA
2011**

JOSIAS JUSTINO CAMBINJA CHAVES

**EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR SOBRE A
ATIVIDADE ELÉTRICA E FORÇA DO MÚSCULO BÍCEPS BRAQUIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Fisioterapeuta no curso de Fisioterapia da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Petrucci Freitas
Co-Orientador: Prof. MSc. Willians Cassiano Longen

**CRICIÚMA
2011**

JOSIAS JUSTINO CAMBINJA CHAVES

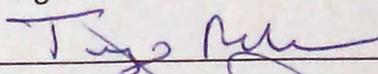
**EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR SOBRE A
ATIVIDADE ELÉTRICA E FORÇA DO MÚSCULO BÍCEPS BRAQUIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Fisioterapeuta, no Curso de Fisioterapia da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

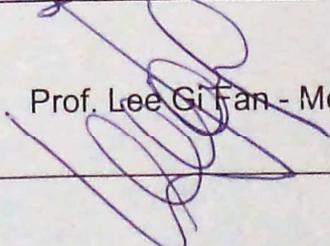
Criciúma, 22 de Novembro de 2011

BANCA EXAMINADORA

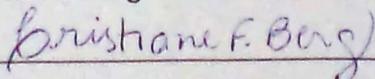
Prof. Tiago Petrucci de Freitas - Doutor - (UNESC) – Presidente



Prof. Lee Gi Fan - Mestre - (UNESC)



Prof. Cristiane Berg Fernandes - Especialista - (UNESC)



“Dedico este trabalho à família que Deus me deu, meu Pai, Mãe e irmãos que tem sido uma benção presente e constante na minha vida, exemplo de superação e inspiração.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela salvação em Jesus, pelo fôlego de vida, capacidade, proteção e saúde, pois, sem Ele nada sou.

Aos meus pais Mateus e Laurinda Chaves por me terem gerado e desde cedo me ensinado a caminhar na vida dando educação, direção, provisão, segurança, orações e exemplo de vida. Aos meus queridos irmãos Elizabeth e Abraão Sapalalo, Estevão e Josina Chaves e Teresa e Zoster Faustino pela força, amizade, unidade e apoio incondicional durante a minha formação.

A minha querida Zoia Bumba, pelo amor, carinho, amizade, apoio, tempo gasto comigo e acima de tudo por estar ao meu lado em todos os momentos.

Agradeço à Sonangol pela confiança depositada em mim para a realização desse sonho e à Sianorego pelo apoio durante o tempo de graduação.

Aos meus tios, primos e amigos Kapeth, Odília, Zorobabel, Gerson, Silas, Daniel, Alcina, Leila, Gad, Helder, Lizeth, Maristela, Zacarias, Vera, Deidre, José e Elsa Castro, Tony e Sandra Isaac, Sabino e Edna, Pio e Lena, Eugénio e Antónia, Preciosa e Belmiro.

Ao casal Otávio e Eliane que durante os 5 anos me acolheram como filho em Criciúma. Aos Pastores Claudiomar e Rosilene e toda a Igreja Celular da Família, pois mesmo distante da minha pátria, vocês se tornaram minha família.

Aos meus companheiros de apartamento Paulo, Ilídio, Dias, Festo, Wilson, Nicodemos e Diamantino pela convivência e compreensão. A Janete, pela convivência, amizade e (des) entendimento. A toda a comunidade Aguiarense e Angolana em Criciúma principalmente os participantes da pesquisa.

Agradeço aos Mestres por todo o ensinamento transmitido, pois, foi convosco que aprendi a valorizar e compreender o que é ser um Fisioterapeuta. Aos meus orientadores Tiago Freitas e Willians Longen pela amizade, compreensão e direcionamento para que este trabalho fosse uma realidade hoje.

Aos meus colegas de turma pela amizade e pelos momentos ímpares e inesquecíveis que passamos juntos tanto em sala de aula assim como nos estágios.

“Combati o bom combate, fiz o melhor que pude na corrida, cheguei até o fim, conservei a fé. E agora está me esperando o prêmio da vitória, que é dado para quem vive uma vida correta, o prêmio que o Senhor, o justo Juiz, me dará naquele dia, e não somente a mim, mas a todos os que esperam, com amor, a sua vinda.”

(Apóstolo Paulo)

SUMÁRIO

CAPÍTULO I: PROJETO DE PESQUISA	6
CAPÍTULO II: ARTIGO CIENTÍFICO.....	43
CAPÍTULO III: NORMAS DA REVISTA	56

CAPÍTULO I: PROJETO DE PESQUISA

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC
CURSO DE FISIOTERAPIA**

JOSIAS JUSTINO CAMBINJA CHAVES

**EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR SOBRE A
ATIVIDADE ELÉTRICA E FORÇA DO MÚSCULO BÍCEPS BRAQUIAL**

CRICIÚMA, MARÇO 2011

JOSIAS JUSTINO CAMBINJA CHAVES

**EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR SOBRE A
ATIVIDADE ELÉTRICA E FORÇA DO MÚSCULO BÍCEPS BRAQUIAL**

Projeto de pesquisa do programa de
Graduação em Ciências da Saúde destinado
à aprovação do Comitê de Ética.

Orientador Técnico: Tiago P. Freitas

Co-Orientador: Willians C. Longen

Orientador Metodológico: Lisiane Fabris
Chiumento

CRICIÚMA, MARÇO 2011

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Problematização	11
1.2 Hipóteses	12
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo Geral	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Eletroestimulação Neuromuscular	16
2.2 Atividade Elétrica Muscular.....	17
2.3 Força Muscular	18
2.4 Bíceps Braquial	19
3 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA.....	21
3.1 Características e Tipos de Pesquisa	21
3.2 Local e Amostra	21
3.3 Instrumentos de Pesquisa.....	22
3.3 Procedimentos de Pesquisa.....	23
3.4 Análise de Dados	25
4 CRONOGRAMA	26
5 ORÇAMENTO	27
REFERÊNCIAS.....	28
APÊNDICES	30
ANEXOS	38

1 INTRODUÇÃO

O condicionamento físico na atualidade está intimamente ligado com a qualidade de musculatura que o indivíduo apresenta.

Além de seu papel no movimento, os músculos exercem um papel importante no suporte das estruturas esqueléticas. O músculo deve ser suficientemente longo para permitir a mobilidade normal das articulações, mas deve ser curto o bastante para contribuir de maneira efetiva para a estabilidade articular (KENDALL, 2007).

Os elementos fundamentais do desempenho muscular são força, potência e resistência à fadiga. Quando uma ou mais dessas áreas de desempenho muscular está comprometida, podem surgir limitações funcionais e incapacidade ou aumento do risco de disfunção (KISNER, 2005).

A Eletroestimulação Neuromuscular (EENM) tem sido um dos recursos amplamente utilizado nos últimos anos na prevenção, tratamento e manutenção dos diferentes distúrbios neuromusculares a que o ser humano está exposto no seu dia a dia.

A EENM é uma técnica pela qual se aplica a corrente elétrica para evocar contrações musculares e produzir movimentos funcionais em indivíduos com doenças neurológicas ou promover fortalecimento muscular para melhora do desempenho físico (FALLER, 2009).

Um músculo pode ser estimulado pela passagem de corrente elétrica diretamente através dele ou de seu nervo motor. Essa técnica, denominada treinamento com estimulação elétrica, revelou-se eficaz no ambiente clínico (WILMORE & COSTILL, 2001).

O recente crescimento no uso da eletroterapia provavelmente está relacionado à melhoria dos equipamentos para eletroterapia que estão sendo produzidos, o que os torna mais fáceis de serem utilizados e fornecem mais opções de tratamento do que eram anteriormente disponíveis (ANDREWS, 2005).

Atualmente, estão disponíveis muitas modalidades de estimulação elétrica para serem utilizadas em programas terapêuticos. Quando empregadas judiciosamente, algumas são eficazes como adjuvantes de um programa terapêutico bem planejado (KENDALL, 2007).

1.1 Problematização

Nos diversos tipos de lesões musculares a força e a consequentemente a capacidade de transmissão do impulso elétrico, encontram-se prejudicadas.

Muitos fatores, como lesão, doença, imobilização, desuso ou inatividade, podem resultar em comprometimento do desempenho muscular, levando à fraqueza e atrofia muscular (KISNER, 2005).

Dentre os recursos fisioterapêuticos, encontra-se a EENM, disponível em diversos tipos de corrente, dentre as quais a corrente de média frequência, entre 2500 e 4000 Hz, conhecida como Corrente Russa a qual foi desenvolvida por Yakov Kots, onde seus estudos ficaram conhecidos após a utilização dos protocolos de eletroestimulação pelos membros olímpicos, como método coadjuvante dos programas tradicionais de treinamento para as Olimpíadas de Montreal em 1976, com o argumento de que o uso da estimulação elétrica recrutaria fibras de contração rápida, unidades motoras rapidamente fatigáveis associadas a movimentos rápidos, coordenação motora precisa e graciosidade do movimento, e também as fibras de contração lenta de maior capacidade para gerar energia aerobicamente (FALLER, 2007).

No entanto, apesar de amplamente empregue, a EENM ainda apresenta situações adversas no que tange aos efeitos da mesma sobre a atividade elétrica e força, pois existem literaturas que afirmam que “na condição voluntária os músculos mostram maior atividade; entretanto, sem diferenças entre si, ao passo que na presença do estímulo elétrico verifica-se uma diferenciação da atividade dos músculos (FRANCIULLI, 2008) diferentemente da teoria de Hoogland que afirma que “a corrente de média frequência tem maior eficácia no recrutamento de fibras do que a contração voluntária”. (COLSON, 2009) afirma que treinamento com eletromioestimulação é mais eficiente do que treinamento isométrico para aumento da força dinâmica assim como isométrica.

O controle do estímulo muscular por meio da EENM permite avaliar os mecanismos de regulação do torque e o sincronismo das unidades motoras (THORSEN; OCCHI; BOCCARDI; FERRARIN, 2006 *apud* FRANCIULLI, 2008).

Vários estudos têm sido realizados sobre os efeitos da EENM sobre o trofismo e força muscular, porém poucos têm sido realizados sobre os efeitos da EENM e a atividade elétrica muscular.

Com base no exposto, apresenta-se a seguinte **questão problema:**

Quais os efeitos da Eletroestimulação Neuromuscular sobre a atividade elétrica e força do músculo bíceps braquial?

Com base no problema de pesquisa, apontam-se as seguintes **questões norteadoras:**

1 Quais alterações podem ocorrer na velocidade de reação muscular do bíceps braquial dos indivíduos exposto a terapia por corrente de EENM?

2 Quais os resultados da aplicação de um protocolo de EENM sobre a condução elétrica muscular do bíceps braquial?

3 Quais os resultados da aplicação de um protocolo de EENM sobre a força muscular do músculo investigado?

1.2 Hipóteses

De forma a responder provisoriamente às questões de pesquisa, apontam-se as seguintes **hipóteses.**

1- A velocidade com que um músculo se contrai e produz uma força resultante e a relação entre a força e a velocidade, são os dois fatores que afetam a potência muscular (KISNER, 2005).

Em uma contração muscular voluntária, os motoneurônios menores, que inervam as fibras tônicas, são ativados primeiramente, sendo os motoneurônios com tamanho maior os responsáveis por inervar as fibras fásicas recrutadas posteriormente. Porém, a seqüência do recrutamento das fibras musculares durante a aplicação da EENM ocorre de forma inversa, sendo as fibras fásicas (menos resistentes a fadiga) recrutadas primeiramente (FALLER,

2009). Acredita-se que após a aplicação da EENM no músculo, aumentará a sua velocidade de reação.

2- Segundo Roberto (2006) a corrente elétrica pode aumentar o fluxo sanguíneo em 20% após 1 minuto de sua aplicação e perdurar 5 minutos após. Isso, portanto, pode colaborar com a discussão sobre a variação metabólica, dando a idéia de que a contração induzida eletricamente pode ter a vantagem do suprimento sanguíneo se comparado com a contração voluntária, deste modo melhorando a performance muscular. Acredita-se, ainda que o estímulo elétrico aplicado através da superfície da pele sobre uma parte do sistema neuromuscular intacto pode eliciar um potencial de ação na fibra muscular ou fibra nervosa parecido com aqueles gerados fisiologicamente. Esta forma artificial de despolarização torna possível, em teoria, ativar todas as unidades motoras simultaneamente, melhorando a sua atividade elétrica.

3- Compreende-se que a corrente elétrica terapêutica que recruta muitas unidades motoras (particularmente as maiores) com uma taxa de ativação alta, é a forma de EENM mais efetivas para produzir um aumento de força. Compreende-se também que a EENM aplicada de forma adequada, respeitando a característica da corrente, normalmente chamada de corrente Russa, é principalmente usada para aumentar a força muscular (Roberto, 2006). Sugerindo-se assim que, a EENM incrementará a força muscular.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Assim, o estudo apresenta como Objetivo Geral:

Verificar as alterações funcionais em relação à força e condução do estímulo elétrico, decorrentes da EENM na musculatura esquelética do bíceps braquial.

1.3.2 Objetivos específicos

1- Descrever as características da EENM e sua aplicação na musculatura esquelética.

2- Verificar através da eletromiografia (RMS) o comportamento da condução do estímulo elétrico antes e após a aplicação de um protocolo de EENM.

3- Analisar através de célula de carga da máquina *Scott* (Kgf) as alterações de força da musculatura esquelética antes e após a aplicação do protocolo de EENM.

A pesquisa **justifica-se**, pois, almeja-se contribuir para o avanço da pesquisa e dos estudos já têm sido feitos no sentido de melhorar a atividade muscular tanto em indivíduos saudáveis, desempenho de atletas, assim como nas diferentes patologias neuromusculares que comprometem a funcionalidade da musculatura esquelética. Sendo que a EENM é um importante recurso utilizado em medicina esportiva para acelerar processos de recuperação (MATHEUS,2007).

Durante a falta de uso, na imobilização ou na paralisia, a inatividade relativa dos músculos faz com que eles se atrofiem. Admite-se que a eletroterapia possa ser usada para causar contrações isométricas de baixa intensidade no músculo retardando o progresso da atrofia sem comprometer a imobilização (ANDREWS, 2005).

O uso da estimulação elétrica neuromuscular (EENM), ao lado da cinesioterapia, tem sido um dos recursos mais utilizados no fortalecimento muscular, assim como na prevenção de atrofia antes, durante e após os episódios de lesão (MATHEUS,2007).

A EENM vem se inserindo no contexto atual como um recurso terapêutico de forma a melhorar a abordagem no restabelecimento das funções normais da musculatura esquelética assim como no aumento do trofismo, força e

performance em pessoas normais sem a necessidade de se realizar tanto esforço como nos programas convencionais (ROBERTO, 2006).

Espera-se com este estudo, contribuir para o entendimento dos efeitos da EENM sobre a atividade elétrica e força da musculatura esquelética, assim como para o desenvolvimento da pesquisa tanto no meio acadêmico como na abordagem terapêutica nas diferentes situações ou patologias apresentadas, buscando melhorar a qualidade de vida dos clientes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Eletroestimulação Neuromuscular

Aplicações fisiológicas da eletroestimulação começaram no século XIX com Duchenne e Boulogne, usando a técnica de correntes indutivas desenvolvidas por Faraday em 1831, eles descreveram meticulosamente a cinesiologia muscular e seus limites (DEHAIL, 2008).

A Eletroestimulação neuromuscular (EENM) é uma técnica pela qual se aplica a corrente elétrica para evocar contrações musculares e produzir movimentos funcionais em indivíduos com doenças neurológicas ou promover fortalecimento muscular para melhora do desempenho físico (FALLER, 2009).

Essa forma de estimulação elétrica é usada comumente com intensidades suficientemente altas para produzir contração muscular e pode ser aplicada ao músculo durante o movimento ou sem que esteja ocorrendo movimento funcional (KITCHEN, 2003).

Estimulação motora significa produção de contração muscular pelo uso do estímulo elétrico, podendo ser uma estimulação da via de inervação motora para obter uma contração muscular ou, se o músculo estiver desnervado, a estimulação direta das fibras (ROBERTSON, 2009).

Os parâmetros estipulados ao aplicamos a EENM são: a forma de onda da corrente, a amplitude e duração do pulso, a frequência de pulso, o ciclo de serviço, modulação por “rampagem”, e duração do tratamento (KITCHEN, 2003).

A Corrente Russa consiste em uma corrente de média frequência homogeneamente alternada de 2.500Hz, aplicada como uma série de disparos separados. Cada disparo de 10ms contém 25 ciclos de corrente alternada, ou seja, 50 fases de 0,2ms de duração. Ocorrem, assim, 50 períodos de 20ms de duração que consistem em um disparo de 10ms e um intervalo de 10ms. (AGNE, 2005).

Na EENM o impulso elétrico é transferido para a musculatura através de eletrodos de borracha siliconada e autoadesivos posicionados nos pontos motores da musculatura a ser trabalhada. No mínimo dois eletrodos são

necessários para completar um circuito elétrico e levar a corrente do gerador até o tecido (ROBERTO, 2006).

2.2 Atividade Elétrica Muscular

As funções do corpo humano requerem uma interação química e elétrica entre as células do sistema nervoso. A memória que temos de nossas experiências e movimentos também decorre de uma grande variedade de interações químicas e elétricas no encéfalo (LUNDY-EKMAN, 2008).

A velocidade da condução Nervosa pode ser testada em qualquer nervo periférico que seja superficial o suficiente para ser estimulado através da pele em dois pontos diferentes (O'SULLIVAN, 2010).

Um neurônio motor alfa e todas as fibras musculares por ele inervadas formam, coletivamente, o componente básico do controle motor; Sherrington chamou a isso de Unidade Motora (BEAR, 2008).

As unidades motoras são compostas por uma célula do corno anterior, um axônio, suas junções neuromusculares e todas as fibras inervadas por ele. Cada axônio conduz um impulso para todas as fibras musculares, fazendo com que se despolarizem praticamente ao mesmo tempo. Essa despolarização produz uma atividade elétrica que se manifesta como um potencial de ação da unidade motora (PAUM) que é registrado e exibido graficamente como um sinal EMG (O'SULLIVAN, 2010).

Três tipos de potenciais elétricos nos neurônios são essenciais para a transmissão de informações: Potencial de Membrana em Repouso, Potenciais Locais e Potenciais de Ação (LUNDY-EKMAN, 2008).

A Eletromiografia (EMG) é o estudo da atividade elétrica do músculo e com ela é possível quantificar a magnitude da resposta elétrica dos músculos durante a tarefa (HAMILL, 2008).

O estímulo elétrico aplicado através da superfície da pele sobre uma parte do sistema neuromuscular intacto pode elicitar um potencial de ação na fibra muscular ou fibra nervosa parecido com aqueles gerados fisiologicamente (ROBERTO, 2006).

2.3 Força Muscular

Força é definida como a quantidade máxima de esforço produzido por um músculo ou grupo muscular no local de inserção no esqueleto. Em termos mecânicos, força é igual ao torque isométrico máximo em um ângulo específico (HAMILL, 2008).

Para uma fibra muscular exercer força, um impulso do nervo motor que a inerva deve resultar na propagação de uma ação potencial ao longo do sarcolema. Chegando a placa motora final, essa ação potencial provoca a liberação do neurotransmissor de acetilcolina, que atravessa a sinapse específica entre o nervo terminal e a fibra muscular e liga os receptores de acetilcolina ao sarcolema. Isso provoca a abertura dos canais de sódio, e conseqüentemente, influxo de sódio abaixo do seu gradiente de concentração na fibra do músculo, despolarização da membrana e início de ação potencial, que é então conduzida ao longo da fibra muscular do sarcolema em ambas direções e para baixo dos túbulos T, resultando na ativação completa da fibra muscular. (ROBERTO, 2006)

Os neurônios motores Alfa são diretamente responsáveis pela geração de força pelo músculo (BEAR, 2008).

Para uma pessoa prever as forças que serão aplicadas ao corpo, responder a elas, controlá-las e atender às demandas físicas da vida cotidiana de maneira segura e eficiente, seus músculos precisam ser capazes de produzir, manter e regular a tensão muscular de acordo com essas demandas (KISNER, 2005).

Contrações isotônicas envolvem encurtamento ativo dos músculos e contrações excêntricas envolvem alongamento ativo dos músculos. Contrações isométricas produzem altos níveis de tensão para contrações mantidas sem movimento premeditado (O'SULLIVAN, 2010).

O grupo de músculos flexores tem força quase igual ao dobro da dos extensores em todas as posições articulares, o que os torna melhores tracionadores do que impulsores (HAMILL, 2008).

Exercícios de fortalecimento (treinamento de força) é o procedimento sistemático, de um músculo ou grupo muscular, de levantar, abaixar ou controlar cargas pesadas (resistência) durante um número relativamente baixo de repetições ou um curto período de tempo (KISNER, 2005).

Força muscular se refere à força máxima que um músculo ou um grupo muscular pode gerar e é comumente expressa como uma repetição máxima ou 1-RM, a carga máxima que pode ser movida por meio de uma faixa de movimento quando em boa forma (POWERS, 2005).

Teste de força Máxima Dinâmica: Teste de 1 RM – Refere-se a um método dinâmico destinado a avaliar a força muscular. Tem como um dos objetivos, determinar o peso a ser utilizado no programa de acordo com os objetivos pré – determinados. Dependendo do grupo muscular, o aumento no peso oscila a de 1-5 Kg. O indivíduo repousa por 2 a 3 minutos entre as tentativas (MCARDLE, 2002).

O uso da estimulação elétrica neuromuscular (EENM), ao lado da cinesioterapia, tem sido um dos recursos mais utilizados no fortalecimento muscular, assim como na prevenção de atrofia antes, durante e após os episódios de lesão (MATHEUS,2007).

2.4 Bíceps Braquial

O músculo bíceps braquial (BB) é um músculo biarticular que atua para flexionar as juntas do ombro e do cotovelo.

Segundo Kendall (2007) o BB é composto por duas cabeças; a cabeça curta que tem origem no ápice do processo coracóide da escápula e a cabeça longa com origem no tubérculo supraglenóide da escápula, ambas com inserção na tuberosidade do rádio e aponeurose do BB (fáscia bicipital).

O número de fibras do tipo I (contração lenta) comprando com o número de fibras do tipo II (contração rápida) no músculo BB normal é quase igual: 52% de fibras tipo I em um estudo e 55% de fibras do tipo II em outro (SIMONS, 2005).

O BB tem a seguinte ação: Flexiona a articulação do cotovelo; supina o antebraço e a mão na articulação radioulnar, e é innervado pelo nervo musculocutâneo (VAN DE GRAAFF, 2003).

Em estudos que usam a estimulação elétrica de todo o bíceps, esse músculo supinou e flexionou fortemente o antebraço. A supinação era acentuada

mais fraca se o cotovelo estivesse totalmente estendido, ou se apenas a cabeça longa fosse estimulada (SIMONS, 2005).

O BB é mais efetivo como flexor na posição de supinação do antebraço. Na posição de pronação, o BB tem mínima contribuição, mesmo contra resistência. Este músculo dá a sua maior contribuição à ação de flexão, isto é, de 30° a 120° de flexão (HAMILL, 2008).

3 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

3.1 Características e Tipos de Pesquisa

Do ponto de vista da área de conhecimento será em Ciências da saúde, subárea Fisioterapia e Eletrotermofototerapia, em relação à natureza a pesquisa será Aplicada. Quanto à forma de abordagem do problema é classificada como Quali-Quantitativa, quanto aos objetivos a pesquisa será descritiva e prospectiva, quanto aos procedimentos técnicos de coleta será, experimental e estudo de caso. De acordo com as fontes de informação a pesquisa será de laboratório, experimental e bibliográfica.

3.2 Local e Amostra

O estudo será realizado no Laboratório de Biomecânica, localizado na Clínica de Fisioterapia da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), conforme autorização para tal (ANEXO 1).

A população do estudo será constituída por 47 acadêmicos angolanos matriculados nos diferentes cursos da UNESC no primeiro semestre de 2011, do sexo masculino, com idade compreendida entre 20-30 anos, todos destros, sedentários e que não pratiquem alguma atividade de alto rendimento, sem registro de dor ou disfunção atual e/ou recente no membro superior e coluna vertebral.

Serão excluídos da amostra os casos que registrarem a dominância sinistra, abaixo ou acima da idade pré-definida e dos outros critérios de inclusão, bem como, que venham a sofrer algum tipo de lesão ou disfunção musculoesquelética durante a aplicação dos procedimentos de pesquisa.

Os voluntários serão também informados quanto aos possíveis riscos e desconfortos à participação nos experimentos.

Previamente ao início da participação no estudo, todos os participantes assinarão um Termo de Consentimento Livre Esclarecido e Informado (TCLEI), (ANEXO 2) sendo que serão da mesma forma excluídos automaticamente os

indivíduos que não concederem com o seu consentimento voluntário para a participação na pesquisa.

A amostra será dividida em quatro (4) grupos experimentais distintos, que serão divididos e randomizados por meio de sorteio de envelope em:

- Grupo Eletroestimulado Passivamente (GEP)
- Grupos Eletroestimulado com Exercício (GEE)
- Grupo Exercício (GE)
- Grupo Controle - Não Estimulado e Sem Exercício (GC)

3.3 Instrumentos de Pesquisa

A Atividade Elétrica Muscular será avaliada através da eletromiografia de superfície apresentado em RMS, bem como a força muscular será avaliada através da célula de carga da máquina *Scott* acoplado ao eletromiógrafo da marca EMG System do Brasil, serão também utilizados eletrodos auto-adesivos da marca Meditrace para a captação do sinal eletromiográfico apresentados em Kgf (APÊNDICE 1).

Teste de força Máxima Dinâmica: Teste de 1 RM - É a quantidade máxima de peso levantado em um esforço simples máximo, onde o indivíduo completa todo o movimento que não poderá ser repetido uma segunda vez. Será utilizada a máquina *Scott* para a realização do referido teste.

A aplicação do protocolo de corrente russa será realizado através do aparelho Neurodyn, com dez (10) canais, da marca Imbramed.

Serão utilizados, ainda, algodão, álcool a 70%, lâmina e espuma de barbear, papel toalha descartável, eletrodos de borracha, gel condutor, fita métrica, lápis demográfico.

Para o registro de imagens será utilizada uma máquina fotográfica da marca Sony, modelo Cyber-shot, optical Zoom 4x, 28mm Wide-angle lens de 12.1 Mega pixels.

Os dados coletados ao início e término do protocolo proposto serão registrados em ficha de registro própria (APÊNDICE II).

3.3 Procedimentos de Pesquisa

Far-se-á o registro no Sistema Nacional de Estudos e Pesquisa (SISNEP), logo após, o projeto será submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa da UNESC, concedida a aprovação, será feito contato verbal com os possíveis participantes do estudo e agendado um encontro explicando o objetivo do estudo. Aqueles que aceitarem participar, assinarão o Termo de Consentimento Livre Esclarecido e Informado.

Após a assinatura do Termo de Consentimento livre Esclarecido, será agendada uma avaliação fisioterapêutica (APÊNDICE 2), testes pré-protocolo e posteriormente aplicação dos protocolos de treinamento com EENM.

Os protocolos para o estudo serão aplicados três vezes por semana, durante os meses de Abril e Maio de 2011, totalizando 12 sessões. Ao término da última sessão os participantes realizarão os testes pós-protocolo.

A avaliação da atividade elétrica e força do músculo BB será feita durante a Contração Isométrica Voluntária Máxima com resistência (CIVMR) a 90°, precedido de um comando de voz (1, 2, 3, já) para se dar início à coleta, dados estes que serão transferidos para o eletromiógrafo. A análise eletromiográfica será realizada com o eletromiógrafo EMG System do Brasil, com conversor analógico/digital CAD 12/32 de oito canais e com ganho de sinal 100 vezes, filtro de 500 Hz (passa baixa) e filtro de 20 Hz (passa alta), frequência de mostragem de 1000 Hz, software de aquisição de dados. Técnica bipolar com eletrodos de superfície auto-adesivos (meditrace) utilizado para captação de sinais, sendo que antes da colocação dos eletrodos na pele da porção ventral do músculo bíceps braquial, a mesma passará por um processo de higienização com o algodão embebido em álcool 70%, para melhor aderência dos eletrodos e diminuir a impedância, evitando menor precisão dos resultados. Caso necessário serão utilizadas lâminas de barbear descartáveis para tricotomia do local onde serão posicionados os eletrodos. Os resultados serão expressos em Média do Sinal Ratificado (RMS) para a atividade elétrica muscular e em Kilogramas/Força (Kgf) para a força muscular.

No teste de força Máxima Dinâmica, Teste de 1 RM – Será realizado na máquina Scott, com o voluntário na posição sentada, com a realização do movimento partindo da extensão total para a flexão de cotovelo com a quantidade

máxima de peso suportável levantado em um esforço simples máximo, onde o indivíduo completa todo o movimento que não poderá ser repetido uma segunda vez. O teste poderá ser repetido com um intervalo de 3-5 minutos de repouso com um acréscimo ou diminuição de peso entre 3-5 Kg.

Os dados dos testes serão registrados em ficha de acompanhamento própria (APÊNDICE 3) pré-protocolo e pós protocolo.

O protocolo de EENM (APÊNDICE 4) será realizado com Corrente Russa de média freqüência durante 4 semanas em sessões de 20 minutos. Segundo adaptação do protocolo proposto por Roberto et al.(2006), a EENM será realizada nos pontos motores do músculo bíceps braquial em duas fases:

Fase de adaptação ao aparelho: Os parâmetros utilizados serão: impulsos com duração de 200 μ s; freqüência de 10Hz; tempo *on* de 09 segundos; tempo *off* de 09 segundos e tempo total de 5 minutos.

Fase de fortalecimento: Os parâmetros utilizados serão: impulsos de 300 μ s; freqüência de 50Hz; tempo *on* de 09 segundos; tempo *off* de 9 segundos, duração de pulso: 0,3 ms, sendo 15 minutos total de aplicação, a amplitude da corrente será aumentada naqueles voluntários que se adaptarem facilmente (Roberto, 2006).

A amostra será dividida em quatro (4) grupos experimentais distintos, que serão divididos e randomizados por meio de sorteio de envelope em:

- Grupo Eletroestimulado Passivamente (GEP): Neste grupo será aplicado o protocolo de corrente russa com os parâmetros descritos, onde o voluntário permanecerá sentado na máquina Scott com o cotovelo flexionado a 90°, mão supinada e dedos flexionados, realizando uma contração isométrica, durante os 20 min preconizados pelo protocolo.

- Grupos Eletroestimulado com Exercício (GEE): Neste grupo será aplicado o protocolo de corrente russa com os parâmetros descritos, onde o voluntário permanecerá sentado na máquina Scott, realizando flexão e extensão do cotovelo num ângulo de 30° a 120° (HAMILL, 2008) contra a resistência com uma carga de 75% de 1 Repetição Máxima (1RM), realizando 3 séries de 12 repetições (POWERS, 2005).

- Grupo Exercício (GE): Neste grupo o voluntário permanecerá sentado na máquina Scott, realizando flexão do cotovelo num ângulo de 30° a 120° (HAMILL,

2008) contra a resistência com uma carga de 75% de 1 Repetição Máxima (1RM), realizando 3 séries de 12 repetições (POWERS, 2005).

- Grupo Controle - Não Estimulado e Sem Exercício (GC): Este grupo fará a avaliação no início e no final do protocolo sem que durante o tempo da pesquisa, realizem quaisquer atividades de fortalecimento muscular de membros superiores.

3.4 Análise de Dados

Os dados obtidos na pesquisa serão expressos e analisados estatisticamente utilizando o programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versão 17.0 *for Windows* como pacote estatístico. O nível de significância estabelecido para o teste estatístico será $\alpha = 0,05$ e o intervalo de confiança de 95%.

Os dados obtidos serão organizados através de gráficos e tabelas elaborados através do software Microsoft Excel versão 2007.

Serão realizadas comparações das variáveis quantitativas (força dinâmica, atividade elétrica e força isométrica) entre os grupos através da aplicação do teste H de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Dunn caso o primeiro mostre-se significativo ($p < 0,05$).

5 ORÇAMENTO

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	Valor UN	VALOR TOTAL R\$
Materiais de Consumo			
Eletrodos autoadesivos	50 unidades	R\$ 2.00	R\$ 100.00
Eletrodos para corrente russa	50 unidades	R\$ 2.00	R\$ 100.00
Gel condutor	2 L	R\$ 25.00	R\$ 50.00
Lâminas de barbear	50 unidades	R\$ 2.00	R\$ 100.00
Resma de papel	1 unidade	R\$ 15.00	R\$ 15.00
Papel Toalha	2 caixas	R\$ 15.00	R\$ 30.00
Lápis demográfico	1 unidade	R\$ 10.00	R\$ 10.00
Caneta	5 unidades	R\$ 2.00	R\$ 10.00
Esparadrapo	4 unidades	R\$ 5.00	R\$ 20.00
Álcool 70%	1 L	R\$ 10.00	R\$ 10.00
Algodão	1 rolo	R\$ 15.00	R\$ 15.00
Serviços de Terceiros - Pessoa Física			
Estatístico	2 consultas	R\$ 150.00	R\$ 300.00
Despesas de Capital - Material Permanente			
Computador Laptop de marca "TOSHIBA"	1 unidade	-	Já existente
Impressora	1 unidade	-	Já existente
Eletromiógrafo	1 unidade	-	Já existente
Máquina Fotográfica	1 unidade	-	Já existente
Maquina Scott	1 unidade	-	Já existente
Corrente russa	1 unidade	-	Já existente
Fita métrica	1 unidade	R\$ 15.00	R\$ 15.00
Material Bibliográfico	2 livros	R\$ 75.00	R\$ 150.00
TOTAL			R\$ 865.00

A pesquisa terá um custo aproximado de R\$ 865.00 (Oitocentos e Sessenta e Cinco reais) que serão de responsabilidade do acadêmico.

REFERÊNCIAS

- AGNE, Jones E. **Eletrotermoterapia: Teoria e prática**. Santa Maria: Orium, 2005.
- ANDREWS, James R. et al. **Reabilitação Física do Atleta**. 3.Ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- BEAR, Mark F. et al. **Neurociências: Desvendando o Sistema Nervoso**. 3.Ed. – Porto Alegre: Artmed, 2008.
- COLSON, S.S; MARTIN, A; VAN HOECKE, J. **Effects of electromyostimulation versus voluntary isometric training on elbow flexor muscle strength**. Journal of Electromyography and Kinesiology 19 (2009) e311–e319.
- DEHAIL, P. et al. **Electrical stimulation and muscle strengthening**. Annales de réadaptation et de médecine physique 51 (2008) 441–451.
- EVANGELISTA, A.R. et al. **Adaptação das fibras musculares por meio da eletroestimulação**. Revista Fisioterapia Brasil. v4, n.5, p.326-334, 2003.
- EVANGELISTA, A.R. et al. **Estudo comparativo do uso da eletroestimulação na mulher associada com atividade física visando à melhora na performance muscular e redução do perímetro abdominal**. v.4, n.1, p.49-59.
- FALLER, Lian et al. **Avaliação da fadiga muscular pela aplicação de um protocolo de EENM**. Rev Bras Fisioter, São Carlos, v. 13, n. 5, p. 422-9, set./out. 2009.
- FRANCIULLI, Patrícia Martins et al. **A somatória de estímulos voluntários e eletricamente eliciados aumenta o torque articular?** Biosci. J., Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 80-85, July/Sept. 2008.
- HAMILL, Joseph; KNUTZEN, Kathleen M. **Bases Biomecânicas do Movimento Humano**. 2.Ed. – Barueri, São Paulo: Manole, 2008.
- KENDALL, Florence Peterson et al. **Músculos: Provas e Funções**. 5.Ed. – Barueri, São Paulo: Manole, 2007.
- KISNER, Carolyn; COLBY, Lynn Allen. **Exercícios Terapêuticos**. 4.Ed. – Barueri, São Paulo: Manole, 2005.
- KITCHEN, Sheila. **Eletroterapia Prática Baseada em Evidências**. 11.Ed. – Barueri, São Paulo: Manole, 2003.
- LUNDY-EKMAN, Laurie. **Neurociências: Fundamentos para Reabilitação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MATHEUS, João Paulo Chierigato et al. **Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular durante a imobilização nas propriedades mecânicas do músculo esquelético.** Rev Bras Med Esporte _ Vol. 13, Nº 1 – Jan/Fev, 2007.

MCARDLE, William D. et al. **Fundamentos de Fisiologia do Exercício.** 2.Ed. – Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2002.

O’SULLIVAN, Susan B. **Fisioterapia: Avaliação e Tratamento.** 5.Ed. – Barueri, São Paulo: Manole, 2010.

POWERS, Scott K; HOWLEY, Edward T. **Fisiologia do Exercício: Teoria e aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho.** 5.Ed. – Barueri, São Paulo: Manole, 2005.

ROBERTO, A.E., **Eletroestimulação: o exercício do futuro.** São Paulo: Phorte, 2006.

ROBERTSON, VAL. **Eletroterapia Explicada: Princípios e Prática.** 4.Ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

SILVA, Mosiha Araújo. **Comparação dos efeitos da utilização da corrente russa e corrente interferencial para o ganho de trofismo muscular na estimulação do músculo bíceps.** Revista Cereus, v.01, n.01, agosto de 2009.

SIMONS, David G., TRAVEL, Janet G., SIMONS, Lois S., **Dor e disfunção miofascial: manual dos pontos gatilho.** 2 Ed. – Porto Alegre: Artmed, 2005.

VAN DE GRAAFF, Kent Maerchall. **Anatomia Humana.** 6. Ed. – Barueri, São Paulo: Manole, 2003.

WILMORE, Jack H. & COSTILL, David L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício.** Barueri, São Paulo: Manole, 2001.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Eletromiografia

Eletromiógrafo EMG System Brasil



Fonte: Pesquisador

Eletrodos Auto-adesivos



Fonte: Pesquisador

Máquina Scott



Fonte: Pesquisador

Célula de Carga



Fonte: Pesquisador

APÊNDICE 1 - FICHA DE AVALIAÇÃO

NÚMERO DO VOLUNTÁRIO: _____

NOME: _____

SEXO: () Masculino () Feminino

NACIONALIDADE: _____

ENDEREÇO: _____

DATA DE NASCIMENTO: ____/____/____ IDADE _____

TELEFONE: _____ CELULAR _____

ESTATURA (cm) _____ PESO (Kg) _____ IMC _____

PA (mmHg) _____ FC (bpm) _____ SpO₂ _____

LADO DOMINANTE: () Direito () Esquerdo () Ambidestro

1) Sofreu algum tipo de lesões nos membros superiores nos últimos doze meses?

Que tipo? Existem seqüelas?

2) Pratica atividade física de alto rendimento? () Sim () Não. Se a resposta for

“sim” Qual? _____

PALPAÇÃO: _____

PERIMETRIA:

Segmento	Braço	
	Ponta do Olécrano	
Ponto de Referência	Direito	Esquerdo
5 cm		
10 cm		
15 cm		

GONIOMETRIA

Movimentos	Membro Superior Direito	Membro Superior Esquerdo	Valores de Referência
Flexão do ombro			0 - 180°
Extensão do ombro			0 - 45°
Abdução do ombro			0 - 180°
Adução do ombro			0 - 40°
Rotação interna do ombro			0 - 90°
Rotação Externa do ombro			0 - 90°
Flexão do cotovelo			0 - 145°
Extensão do cotovelo			145° - 0°
Pronação			0 - 90°
Supinação			0 - 90°

Referência: Kendall (2006)

AVALIADOR: _____ DATA ____ / ____ / ____

APÊNDICE 3 - FICHA DE ACOMPANHAMENTO

Nome: _____ **Idade** _____

Grupos:

- () Grupo Eletroestimulado Passivamente (GEP)
- () Grupos Eletroestimulado com Exercício (GEE)
- () Grupo Exercício (GE)
- () Grupo Controle (GC)

Pré- Protocolo

DATA	Atividade Elétrica muscular (RMS)	Força Isométrica 4 seg (Kgf)	Teste de 1RM 4 seg (Kg)

Pós Protocolo

DATA	Atividade Elétrica muscular (RMS)	Força Isométrica 4 seg (Kgf)	Teste de 1RM 4 seg (Kg)

Intercorrências:

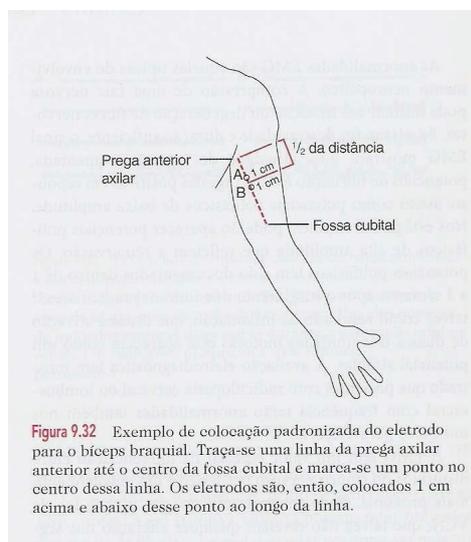
Avaliador: _____
 Data: _____ / _____ / _____

APÊNDICE 4 – PROTOCOLO

Teste de força Máxima Dinâmica: Teste de 1 RM - É a quantidade máxima de peso levantado em um esforço simples máximo, onde o indivíduo completa todo o movimento que não poderá ser repetido uma segunda vez. O teste poderá ser repetido com um intervalo de 3-5 minutos de repouso com um acréscimo ou diminuição de peso entre 3-5 Kg, para tal utilizar-se-ão pesos adicionais existentes na clínica. Objetivos: Mensurar a força máxima dinâmica e determinar o peso a ser utilizado no programa de acordo com os objetivos pré-determinados.

A avaliação da atividade elétrica e força do músculo Bíceps Braquial será feita durante a Contração Isométrica Voluntária Máxima com resistência (CIVMR), dados estes que serão transferidos para o eletromiógrafo. A análise eletromiográfica será realizada com o eletromiógrafo EMG System do Brasil, com conversor analógico/digital CAD 12/32 de oito canais e com ganho de sinal 100 vezes, filtro de 500 Hz (passa baixa) e filtro de 20 Hz (passa alta), frequência de mostragem de 1000 Hz, software de aquisição de dados.

Técnica bipolar com eletrodos de superfície auto-adesivos (meditrace) utilizado para captação de sinais, sendo que antes da colocação dos eletrodos na pele, a mesma passará por um processo de higienização com o algodão embebido em álcool 70%, para melhor aderência dos eletrodos e diminuir a impedância, evitando menor precisão dos resultados.



Fonte: O'SULLIVAN (2010)

Serão utilizadas lâminas de barbear descartáveis para tricotomia, caso necessário, do local onde serão posicionados os eletrodos.

Os resultados serão expressos em Média do Sinal Raticado (RMS) para a atividade muscular e em Kilogramas/Força (Kgf) para a força muscular.

Pré- Protocolo

DATA	Teste de 1RM 4 seg (Kg)	Atividade Elétrica muscular (RMS)	Força Isométrica 4 seg (Kgf)

Pós Protocolo

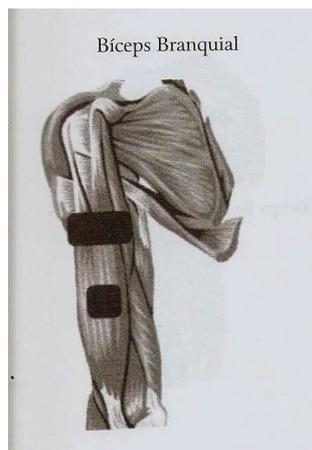
DATA	Teste de 1RM 4 seg (Kg)	Atividade Elétrica muscular (RMS)	Força Isométrica 4 seg (Kgf)

A fase composta pela aplicação da corrente Russa será dividida em dois momentos (Roberto, 2006):

1 – Corrente Russa (fase de adaptação ao aparelho): Os parâmetros utilizados serão: impulsos com duração de 200 μ s; freqüência de 10Hz; tempo *on* de 09 segundos; tempo *off* de 09 segundos e tempo total de 5 minutos.

2 – Corrente Russa (fase de fortalecimento): Os parâmetros utilizados serão: impulsos de 300 μ s; freqüência de 50Hz; tempo *on* de 09 segundos; tempo *off* de 09 segundos e tempo total de 15 minutos.

Os eletrodos serão posicionados nos pontos motores do músculo bíceps braquial.



Fonte: Roberto (2006)

A amostra será dividida em quatro (4) grupos experimentais distintos, que serão divididos e randomizados por meio de sorteio de envelope, e passarão por uma avaliação pré-protocolo e pós-protocolo, os protocolos serão especificados da seguinte maneira:

- **Grupo Eletroestimulado Passivamente (GEP):** Neste grupo será aplicado o protocolo de corrente russa com os parâmetros descritos, onde o voluntário permanecerá sentado na máquina *Scott* com o cotovelo flexionado a 90°, mão supinada e dedos flexionados, realizando uma contração isométrica, durante os 20 min preconizados pelo protocolo.

- **Grupos Eletroestimulado com Exercício (GEE):** Neste grupo será aplicado o protocolo de corrente russa com os parâmetros descritos, onde o voluntário permanecerá sentado na máquina *Scott*, realizando flexão e extensão do cotovelo num ângulo de 30° a 120° (HAMIL, 2009) contra a resistência com uma carga de 75% de 1 Repetição Máxima (1RM), realizando 3 séries de 12 repetições (POWERS, 2005).

- **Grupo Exercício (GE):** Neste grupo o voluntário permanecerá sentado na máquina *Scott*, realizando flexão e extensão do cotovelo num ângulo de 30° a 120° (HAMIL, 2009) contra a resistência com uma carga de 75% de 1 Repetição Máxima (1RM), realizando 3 séries de 12 repetições (POWERS, 2005).

- **Grupo Controle - Não Estimulado e Sem Exercício (GC):** Este grupo fará a avaliação no início e no final do protocolo sem que durante o tempo da pesquisa, realizem quaisquer atividades de fortalecimento muscular de membros superiores.

APÊNDICE 5 – APRECIÇÃO DO INSTRUMENTO DE PESQUISA

Acadêmico: Josias Justino Cambinja Chaves
 Professor Orientador: Tiago Petrucci de Freitas, PhD
 Professor Co-orientador: Willians Cassiano Longen, Msc
 Telefone: (48) 9901-2544/ email: josiaschaves@hotmail.com

Professor Avaliador: Anete S. Minetto
 Parecer: válido () não válido () válido com correções
 Ass: Anete S. Minetto
 Data: 06 / 04 / 2011.

Acadêmico: Josias Justino Cambinja Chaves
 Professor Orientador: Tiago Petrucci de Freitas, PhD
 Professor Co-orientador: Willians Cassiano Longen, Msc
 Telefone: (48) 9901-2544/ email: josiaschaves@hotmail.com

Professor Avaliador: Lee Yi Fann
 Parecer: válido () não válido () válido com correções
 Ass: [assinatura]
 Data: 08 / 04 / 2011.

Agradeço antecipadamente,

Acadêmico: Josias Justino Cambinja Chaves
 Professor Orientador: Tiago Petrucci de Freitas, PhD
 Professor Co-orientador: Willians Cassiano Longen, Msc
 Telefone: (48) 9901-2544/ email: josiaschaves@hotmail.com

Professor Avaliador: Barbara L. P. Calho
 Parecer: válido () não válido () válido com correções
 Ass: Barbara Calho
 Data: 08 / 04 / 2011.

ANEXOS

ANEXO I – AUTORIZAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DA CLÍNICA FISIOTERAPIA DA UNESC



CURSO DE FISIOTERAPIA
CLÍNICA DE FISIOTERAPIA DA UNESC



Acadêmico: JOSIAS JUSTINO CAMBINJA CHAVES

Fase: 9ª

Orientador: TIAGO PETRUCCI DE FREITAS

Co-Orientador: WILLIANS CASSIANO LONGEN

Eu, Acadêmico do Curso de Fisioterapia da UNESC, venho solicitar a utilização da Clínica de Fisioterapia da UNESC para realização de trabalho de conclusão de curso, sob a orientação do Professor acima identificado, que também assina o presente.

Dias de utilização da Clínica: Meses de Abril e Maio de 2011, (Três vezes por semana 2ª, 4ª, 6ª).

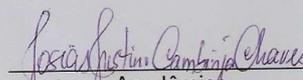
Horários de utilização da Clínica: Período Vespertino (das 13h30min às 17h30min).

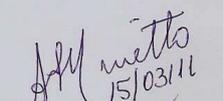
Materiais e Equipamentos necessários: Eletromiógrafo, Corrente Russa, Máquina Scott, Eletrodos de borracha.

Declaramos, ainda, que estamos cientes das normas de utilização da Clínica em anexo.

Criciúma, 10 de Março de 2011.


Professor Orientador


Acadêmico


15/03/11
autorizada o
agendamento

Prof. Ms Ariete Minetto
Coordenação Clínica Fisioterapia - UNESC
Fone: (48) 3431-2654

ANEXO 2 – Termo de Consentimento Livre Esclarecido e Informado

Título: Efeitos da eletroestimulação neuromuscular sobre a atividade elétrica e força do músculo bíceps braquial.

O senhor está sendo convidado a participar de um estudo que tem como finalidade verificar as alterações funcionais em relação à força e condução do estímulo elétrico, decorrentes da Eletroestimulação Neuromuscular (EENM) na musculatura esquelética do bíceps braquial. Outro objetivo será, o de verificar através da eletromiografia (RMS) o comportamento da condução do estímulo elétrico antes e após a aplicação de um protocolo de EENM e analisar através de célula de carga (Kgf) da máquina *Scott*, as alterações de força da musculatura esquelética antes e após a aplicação do protocolo de EENM.

Indivíduos: O Senhor será acompanhado por uma equipe treinada e qualificada com ampla experiência em todos os procedimentos aqui propostos. Após a concordância de sua colaboração, realizar-se-á uma avaliação fisioterapêutica, além dos seguintes procedimentos:

1 - Testes Eletromiográfico de atividade Elétrica e de Força Muscular: esse tipo de teste consiste em avaliar atividade elétrica do músculo bíceps assim como a sua força durante uma contração isométrica contra uma resistência. Será realizado numa máquina *Scott*, que é um equipamento desenvolvido para treinamento muscular que proporciona um maior conforto. Serão acoplados dois eletrodos no músculo bíceps braquial e pedir-se-á para o senhor realize uma contração isométrica máxima a 90 graus podendo assim ser verificada a atividade muscular em RMS e a força em Kgf.

2- Avaliação da força muscular dinâmica. Teste de 1 repetição máxima (1RM) – Esta avaliação consiste em realizar uma contração concêntrica do músculo bíceps braquial com o máximo peso possível sem compensação corporal realizando o arco de flexão de cotovelo partindo da extensão máxima.

3 – Aplicação da eletroestimulação: O pesquisador responsável irá utilizar uma corrente elétrica de média intensidade para proporcionar contração muscular na região do músculo bíceps braquial associado ou não a exercício, durante 20 minutos. Esse procedimento não causa nenhum desconforto como dor, queimação, ou pontada, apenas uma sensação de formigamento local e contração muscular que passa após alguns instantes. Serão colocados dois eletrodos auto-adesivos ou não na porção ventral do músculo com um gel condutor, que serão fixados com esparadrapo que proporcionarão a contração durante o protocolo.

Essa avaliação será executada pelos pesquisadores **Dr. Tiago Petrucci de Freitas, MSc. Willians Cassiano Longen** e/ou pelo acadêmico pesquisador **Josias Justino Cambinja Chaves**.

Assim, constituem-se em efeitos e riscos: dor momentânea no braço, limitação muscular momentânea. Caso venha sentir algum desses sintomas, acima relacionado, deverá ser informado prontamente ao pesquisador executor **Josias Justino Cambinja Chaves**. Como benefícios, citam-se a contribuição para o avanço da ciência.

No caso de dúvidas, o Senhor poderá solicitar esclarecimentos, assegurado o seu direito à resposta pelo o Dr. Tiago P. Freitas ou pelo pesquisador Josias Justino Cambinja Chaves no telefone (48) 99012544.

Caso o Senhor venha a desistir da participação no estudo, poderá retirar seu consentimento a qualquer momento sem que isto lhe traga qualquer forma de prejuízo ou punição.

As informações obtidas serão destinadas a fins científicos e em momento algum permitirão sua identificação ou interferência em sua privacidade.

Pela participação no estudo, o Senhor não receberá nenhuma forma de retribuição financeira e também não serão ressarcidas despesas com transporte e alimentação.

O abaixo assinado e identificado, sob a responsabilidade do **Dr. Tiago P. Freitas**, que assina este documento, declara ter recebido uma explicação clara e completa sobre a pesquisa acima mencionada a que se submete de livre e espontânea vontade, reconhecendo que:

- 1° - Foram explicadas as justificativas e os objetivos da pesquisa.
- 2° - Foram explicados os procedimentos que serão utilizados, incluindo os que ainda são experimentais.
- 3° - Foram descritos os desconfortos e riscos esperados.
- 4° - Foi dada garantia de receber resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento a qualquer dúvida acerca dos procedimentos, riscos, e outros assuntos relacionados com a pesquisa.
- 5° - Foi dada a liberdade de retirar meu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do Estudo, sem que isso traga prejuízo à continuação do meu cuidado e tratamento.
- 6° - Foi dada a garantia de não ser identificado e de ser mantido o caráter confidencial de informação em relação à minha privacidade.
- 7° - Foi assumido o compromisso de proporcionar-me informação atualizada obtida durante o estudo, ainda que esta possa afetar minha vontade em continuar participando.
- 8° - Foi informado que não haverá qualquer forma de retribuição financeira ou de ressarcimento com possíveis despesas.
- 9° - Assino o presente documento, em duas vias de igual teor, ficando uma em minha posse.

A minha assinatura neste *Consentimento Livre e Esclarecido* dará autorização ao pesquisador do estudo, ao comitê de ética desta universidade, de utilizarem os dados obtidos quando se fizer necessário, incluindo a divulgação dos mesmos, sempre preservando minha privacidade.

Reconheço e autorizo o registro de imagens fotográficas da minha pessoa e/ou participante do qual sou responsável.

Por este instrumento tomo parte voluntariamente do presente estudo

Criciúma, _____ de _____ de 2011.

Assinatura do participante: _____

Nome do responsável: _____

Assinatura do Responsável: _____

Declaro que este formulário foi lido para _____ (nome do voluntário) em ____/____/____ (data) por _____ - _____ (nome do pesquisador) enquanto eu estava presente.

Assinatura e Nome da Testemunha _____.

ANEXO III: CARTA DO COMITÊ DE ÉTICA**Universidade do Extremo Sul Catarinense UNESC
Comitê de Ética em Pesquisa - CEP****Resolução**

Comitê de Ética em Pesquisa, reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)/Ministério da Saúde analisou o projeto abaixo.

Projeto: 70/2011

Pesquisador:

TIAGO PETRUCCI DE FREITAS
Josias Justino Cambinja Chaves

Título: "Efeitos da Eletroestimulação neuromuscular sobre a atividade elétrica e força do músculo biceps braquial".

Este projeto foi Aprovado em seus aspectos éticos e metodológicos, de acordo com as Diretrizes e Normas Internacionais e Nacionais. Toda e qualquer alteração do Projeto deverá ser comunicado ao CEP. Os membros do CEP não participaram do processo de avaliação dos projetos onde constam como pesquisadores

Criciúma, 03 de maio de 2011.

Mágada T. Schwalm

Coordenadora do CEP

CAPÍTULO II: ARTIGO CIENTÍFICO

EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR SOBRE A ATIVIDADE ELÉTRICA E FORÇA DO MÚSCULO BÍCEPS BRAQUIAL

Effects Of Neuromuscular Electrical Stimulation On The Electrical Activity And Strength Of Biceps Brachii Muscle

Josias Justino Cambinja Chaves;Débora Mengue Maggi*; Willians Cassiano Longen, Ft, M.Sc**; Tiago Petrucci de Freitas, Ft, Phd****

** Graduando(a) do Curso de Fisioterapia da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)*

*** Fisioterapeuta, Professor do Curso de Fisioterapia da Universidade do Extremo Sul Catarinense, Mestre em Ergonomia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Doutorando em Ciências da Saúde pela Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)*

**** Fisioterapeuta, Professor do Curso de Fisioterapia da Universidade do Extremo Sul Catarinense, Doutor em Ciências da Saúde pela Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)*

Correspondência para: Tiago Petrucci de Freitas, e-mail: prof_tiaogofreitas@yahoo.com.br Telefone: +55 4899883427

RESUMO

A Eletroestimulação neuromuscular (EENM) é uma técnica utilizada para promover fortalecimento muscular e melhora do desempenho físico. O objetivo deste estudo é analisar os efeitos da EENM na atividade elétrica e força do músculo bíceps braquial antes e após um protocolo de correntes de média frequência. A atividade elétrica muscular e a força isométrica foram avaliadas durante uma contração isométrica voluntária máxima com resistência, através da Eletromiografia (EMG) realizou-se também o teste de 1 Repetição Máxima (1RM). Participaram deste estudo 22 indivíduos saudáveis com idade média de $26,77 \pm 2,45$, randomizados em quatro grupos: Grupo Controle (GC n=5), Grupo Exercício (GE n=8), Grupo Eletroestimulação + Contração Isotônica (GEE n=4) e Grupo Eletroestimulação + Contração Isométrica (n=5). O protocolo de Eletroestimulação e treinamento foi aplicado numa frequência de três vezes por semana, perfazendo um total de dez atendimentos. As estimulações foram realizadas nos pontos motores do músculo bíceps braquial. Os resultados deste estudo demonstram que o treinamento muscular voluntário, treinamento isotônico associado à eletroestimulação e treinamento isométrico associado à eletroestimulação, sugerem um aumento da atividade elétrica muscular, força isométrica e força dinâmica, porém, sem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

Palavras Chaves: Estimulação Elétrica Neuromuscular, Atividade elétrica muscular, força muscular.

ABSTRACT

The Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) is used to promote muscle strengthening and improvement of physical performance. The objective of this study is to analyze the effects of NMES on the electrical activity and strength of the biceps brachii muscle before and after medium frequency currents protocol. The muscle electrical activity and isometric force were assessed during a maximal voluntary isometric contraction with resistance by electromyography (EMG), it was also held the 1 Repetition Maximum (1RM). 22 healthy subjects participated in the study, with mean age $26,77 \pm 2,45$ randomized into four groups: Control Group (GC n=5), Exercise Group (GE n=8), Electrical Stimulation + Isotonic Contraction Group (GEE n=4) and Electrical Stimulation + Isometric Contraction Group (GEP n=5). The electrical stimulation and training protocol was applied in a frequency of three times per week totalizing ten sessions. The stimulations were performed in the motor points of the biceps brachii. The results of this study indicate that voluntary muscle training, isotonic training associated with electrical stimulation and isometric training associated with electrical stimulation suggests an increase of muscle electrical activity, isometric and dynamic strength, however, no statistically significant differences between groups.

Keywords: Neuromuscular Electrical Stimulation, muscle electrical activity, muscle strength.

INTRODUÇÃO

A Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) tem sido um dos recursos amplamente utilizado nos últimos anos na prevenção, tratamento e manutenção dos diferentes distúrbios neuromusculares que podem afetar o ser humano. A EENM é uma técnica pela qual se aplica a corrente elétrica para evocar contrações musculares e produzir movimentos funcionais em indivíduos com doenças neurológicas ou promover fortalecimento muscular para melhora do desempenho físico. [1]

Atualmente, estão disponíveis muitas modalidades de estimulação elétrica para serem utilizadas em programas terapêuticos. Quando empregadas judiciosamente, algumas são eficazes como adjuvantes de um programa terapêutico bem planejado [2]. No entanto, apesar de amplamente empregada, a EENM ainda apresenta situações adversas no que tange aos efeitos da mesma sobre a atividade elétrica e força, pois existem estudos que afirmam que “na condição voluntária os músculos mostram maior atividade; entretanto, sem diferenças entre si, ao passo que na presença do estímulo elétrico verifica-se uma diferenciação da atividade elétrica da musculatura” [3] diferentemente da teoria de Hoogland [19] que defende que “a corrente de média frequência tem maior eficácia no recrutamento de fibras do que a contração voluntária”. Colson et al. [4], em seus estudos, postula que treinamento com eletromioestimulação é mais eficiente do que treinamento isométrico para aumento da força dinâmica assim como força isométrica. Contrações isotônicas envolvem encurtamento ativo dos músculos e contrações excêntricas envolvem alongamento ativo dos músculos. Contrações isométricas produzem altos níveis de tensão para contrações mantidas sem movimento premeditado[5-6].

Segundo Roberto [7], a corrente elétrica pode aumentar o fluxo sanguíneo em 20% após 1 minuto de sua aplicação e perdurar 5 minutos após. Sendo que a EENM é um importante recurso utilizado em medicina esportiva para acelerar processos de recuperação e ganho de força [7-8].

A EENM vem se inserindo no contexto atual como um recurso terapêutico de forma a melhorar a abordagem no restabelecimento das funções normais da musculatura esquelética assim como no aumento do trofismo, força e desempenho em pessoas normais sem a necessidade de se realizar tanto esforço como nos programas convencionais [7,14,16].

Pode-se destacar que o músculo Bíceps Braquial (BB) é mais efetivo como flexor na posição de supinação do antebraço. Na posição de pronação, o BB tem mínima contribuição, mesmo contra resistência. Este músculo dá a sua maior contribuição à ação de flexão, isto é, de 30° a 120° de flexão. Através da Eletromiografia (EMG) realiza-se estudo da atividade elétrica do músculo e com ela é possível quantificar a magnitude da resposta elétrica dos músculos durante a tarefa [9].

O uso da estimulação elétrica neuromuscular (EENM), ao lado da cinesioterapia, tem sido um dos recursos mais utilizados no fortalecimento muscular, assim como na prevenção de hipotrofia antes, durante e após os episódios de lesão [8].

O presente estudo objetivou verificar as alterações funcionais em relação à força e condução do estímulo elétrico, decorrentes da aplicação de um protocolo de EENM na musculatura esquelética do bíceps braquial, assim como, verificar através da eletromiografia expressa em *Root Mean Square* (RMS) o comportamento da condução do estímulo elétrico durante uma contração isométrica voluntária máxima contra a resistência. Paralelamente buscou-se analisar através de célula de carga da máquina *Scott* em Quilogramas-força (Kgf) as alterações de força isométrica da musculatura esquelética e por fim levantar as alterações de força muscular dinâmica através de 1 Repetição Máxima (1RM), antes e após a aplicação de um protocolo de EENM.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo experimental com pré e pós-teste, prospectivo, descritivo, quali-quantitativo e cego. A coleta de dados e aplicação do protocolo foi realizada nos meses de Maio/Junho/Julho de 2011 no Laboratório de Biomecânica da Universidade do Extremo Sul Catarinense/SC.

Amostra

A população do estudo foi constituída por 47 indivíduos de nacionalidade angolana, do sexo masculino, saudáveis matriculados nos diferentes cursos da UNESC no primeiro semestre de 2011, 7 foram excluídos por não reunirem critérios de inclusão, 16 não compareceram nos dias da avaliação, 24 foram avaliados e 2 foram excluídos por desistência ao longo do programa restando 22 acadêmicos, com idade média de $26,77 \pm 2,45$ anos, todos destros, que não praticavam atividade física regularmente, sem registro de dor ou disfunção atual e/ou recente no membro superior e coluna vertebral.

O projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, Brasil (Parecer nº 70/2011) e realizada no Laboratório de Biomecânica, localizado na Clínica de Fisioterapia da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). Os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Instrumentação

A Atividade Elétrica Muscular foi avaliada através da eletromiografia de superfície apresentado em RMS. A força muscular estática foi avaliada através da célula de carga da máquina *Scott* acoplada ao eletromiógrafo da marca *EMG System* do Brasil, foram utilizados eletrodos auto-adesivos da marca *Meditrace* para a captação do sinal eletromiográfico apresentados em μV .

O Teste de força Máxima Dinâmica (Teste de 1 RM) foi realizado na máquina *Scott* tendo em conta a quantidade máxima de peso levantado em um esforço simples máximo fazendo o movimento de flexão do cotovelo contra resistência, onde o indivíduo completou todo o movimento sem que pudesse repetir uma segunda vez, com um acréscimo ou diminuição de 5 Kg, que em alguns casos foi repetido com um intervalo de 3-5 minutos de repouso.

Nos grupos que fizeram eletroestimulação, o protocolo de EENM foi realizado com Corrente Russa da marca Endophasys-R ET 9701 de média frequência (2500 Hz) durante quatro semanas em sessões de vinte minutos, para a estimulação elétrica foram utilizados eletrodos modelo silicone-carbono e gel hidrossolúvel, com a limpeza prévia da pele com álcool a 70% e algodão. Utilizou-se uma adaptação do protocolo proposto por Roberto et al. [7], realizada nos pontos motores do músculo bíceps braquial em duas fases:

Fase de adaptação ao aparelho: Os parâmetros utilizados foram de impulsos com duração de 200 μ s; frequência de 10Hz; tempo *on* de 9 segundos; tempo *off* de 9 segundos e tempo total de 5 minutos. Fase de fortalecimento: Os parâmetros utilizados foram de impulsos de 300 μ s; frequência de 50Hz; tempo *on* de 9 segundos; tempo *off* de 9 segundos, duração de pulso: 0,3 ms, sendo 15 minutos total de aplicação, a amplitude da corrente foi aumentada gradualmente àqueles voluntários que se adaptaram facilmente [6,7].

A amostra foi dividida em quatro grupos experimentais distintos, divididos e randomizados por meio de sorteio de envelope em:

- Grupo Eletroestimulado Passivamente (GEP $n=5$): Neste grupo foi aplicado o protocolo de corrente russa com os parâmetros descritos, onde o voluntário permaneceu sentado na máquina *Scott* com o cotovelo flexionado a 90° , mão supinada e dedos flexionados, realizando uma contração isométrica, durante os 15 min preconizados pelo protocolo.

- Grupos Eletroestimulado com Exercício (GEE $n=4$): Neste grupo foi aplicado o protocolo de corrente russa com os parâmetros descritos, onde o voluntário permaneceu sentado na máquina *Scott*, realizando flexão e extensão do cotovelo num ângulo de 30° a 120° [9] contra a resistência com uma carga de 75% de 1 Repetição Máxima (1RM), realizando 3 séries de 12 repetições [10].

- Grupo Exercício (GE $n=8$): Neste grupo o voluntário permaneceu sentado na máquina *Scott*, realizando flexão do cotovelo num ângulo de 30° a 120° [9] contra a resistência com uma carga de 75% de 1 Repetição Máxima (1RM), realizando 3 séries de 12 repetições [10].

- Grupo Controle - Não Estimulado e Sem Exercício (GC $n=5$): Este grupo foi avaliado no início e no final da aplicação protocolo sem que durante o tempo da pesquisa, realizassem quaisquer atividades de fortalecimento muscular de membros superiores.

Análise Estatística

Os dados obtidos na pesquisa foram expressos e analisados estatisticamente utilizando o programa *SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)* versão 18.0 *for Windows* como pacote estatístico. O nível de significância estabelecido para o teste estatístico foi $\alpha = 0,05$ e o intervalo de confiança de 95% e realizadas comparações das variáveis quantitativas (força dinâmica, atividade elétrica e força isométrica) entre os grupos através da aplicação do teste *T de Wilcoxon*, seguido do teste de *H de Kruskal-Wallis*.

Os valores das variáveis RMS, Kgf e 1RM foram expressos em Média \pm Desvio Padrão (DP) com nível de significância de $p < 0,05$.

Os dados obtidos foram organizados através de tabelas elaborados através do *Microsoft Office Excel* gráficos através do software *SPSS* versão 18.

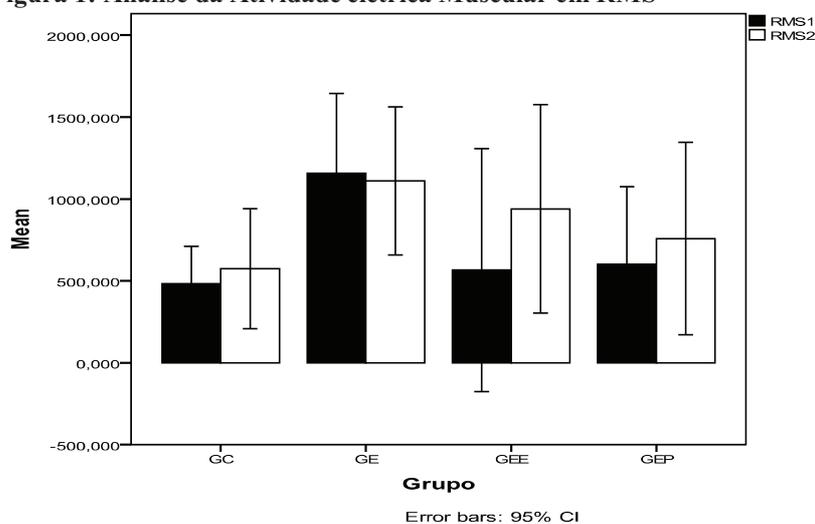
RESULTADOS

Atividade Elétrica Muscular em RMS

Após a aplicação do protocolo houve uma tendência ao aumento na atividade elétrica expressa em RMS dos grupos GC (antes $482,03 \pm 184,87$ e depois $547,64 \pm 294,72$) tal variação não mostrou diferença estatística significativa ($p=0,225$), GEE (antes $566,04 \pm 466,08$ e depois $939,34 \pm 399,71$) variação que não mostrou diferença estatística significativa ($p=0,068$) e GEP (antes $601,12 \pm 381,21$ e depois $758,20 \pm 473,23$) tal variação não mostrou diferença estatística significativa ($p=0,225$).

Houve uma leve tendência a diminuição da atividade elétrica no grupo GE (de $1157,76 \pm 582,64$ para $1110,13 \pm 540,83$) tal variação não mostrou diferença estatística significativa ($p=0,674$).

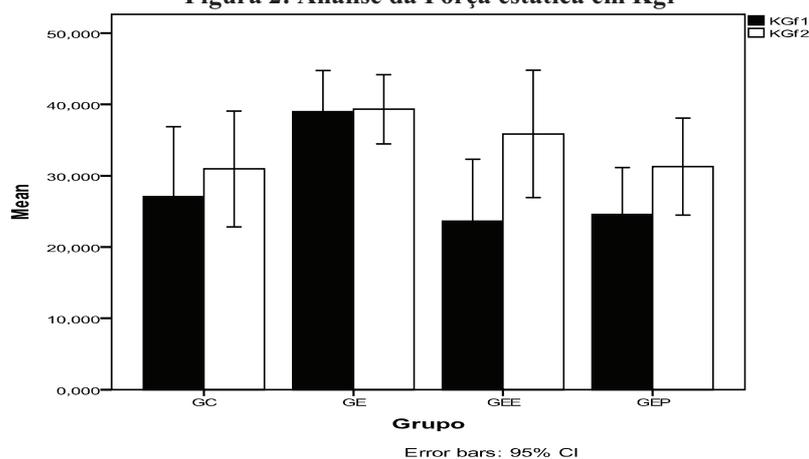
Comparando os grupos não se obteve resultados estatisticamente significativos ($p < 0,05$) sendo o valor de $p=0,277$.

Figura 1: Análise da Atividade elétrica Muscular em RMS

Média da atividade elétrica muscular em μV **RMS1**: Antes do protocolo de EENM e **RMS2**: Após o protocolo de EENM.

Força Isométrica em Kgf

Ao analisar a Força Estática (isométrica) nos diferentes grupos (gráfico 2) verifica-se no GC (antes $27,07 \pm 7,90$ e depois $30,95 \pm 6,54$) tal variação não mostrou diferença estatística significativa ($p=0,138$), GE (antes $39,00 \pm 6,90$ e depois $39,32 \pm 5,80$) variação que não mostrou diferença estatística significativa ($p=0,401$), GEE (antes $23,64 \pm 5,45$ e depois $35,85 \pm 5,62$) variação que não mostrou diferença estatística significativa ($p=0,068$) e GEP (antes $24,55 \pm 5,31$ e depois $31,27 \pm 5,49$) tal variação não mostrou diferença estatística significativa ($p=0,138$).

Figura 2: Análise da Força estática em Kgf

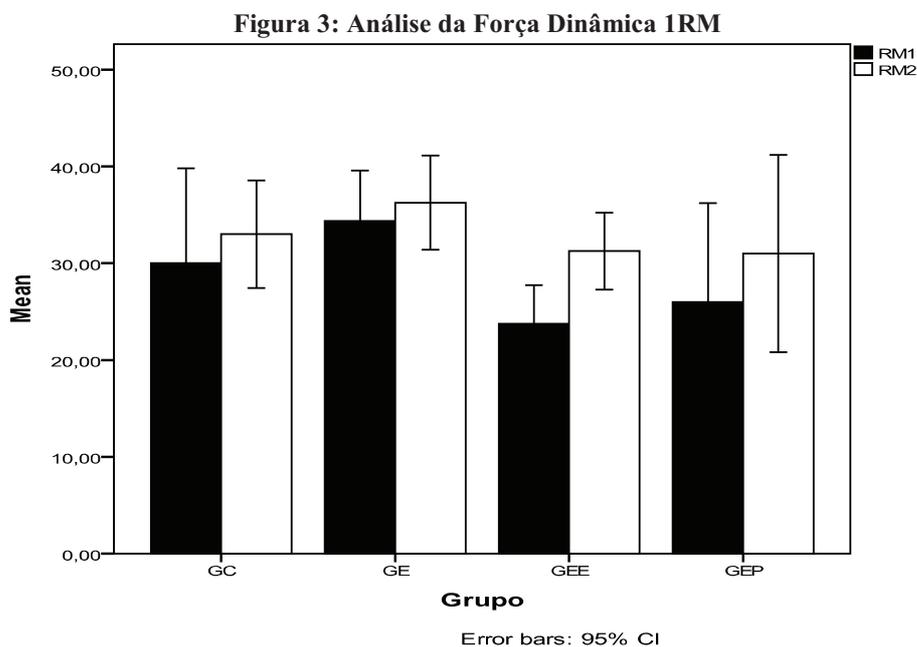
Média da Força Isométrica muscular em Kgf **Kgf1**: Antes do protocolo de EENM e **Kgf2**: Após o protocolo de EENM.

Comparando os grupos não se obteve resultados estatisticamente significativos ($p < 0,05$) sendo o valor de $p=0,052$.

Força dinâmica 1RM

Ao analisar os resultados verifica-se que não houve diferenças estatisticamente significativas no incremento na Força Dinâmica em 1 Repetição Máxima em todos os grupos (gráfico 3)

GC (antes $30,00 \pm 7,90$ e depois $33,00 \pm 4,47$) tal variação não mostrou diferença estatística significativa ($p=0,180$), GE (antes $34,38 \pm 6,23$ e depois $36,25 \pm 5,82$) variação que não mostrou diferença estatística significativa ($p=0,083$), GEE (antes $23,75 \pm 2,50$ e depois $31,25 \pm 2,50$) variação que não mostrou diferença estatística significativa ($p=0,063$) e GEP (antes $26,00 \pm 8,22$ e depois $31,00 \pm 8,22$) tal variação não mostrou diferença estatística significativa ($p=0,059$).



Média da Força muscular Dinâmica em Kg **RM1**: Antes do protocolo de EENM e **RM2**: Após o protocolo de EENM.

Comparando os grupos não se obteve resultados estatisticamente significativos ($p<0,05$) sendo o valor de $p=0,195$.

Tabela I: Análise das médias antes e após a aplicação do protocolo de EENM

		Antes (X ± DP)	Depois (x ± DP)	Valor de p Pareado	Valor de p
RMS	GC	482,03 ± (184,87)	547,64 ± (294,72)	0,225	0,277
	GE	1157,76 ± (582,64)	1110,13 ± (540,83)	0,674	
	GEE	566,04 ± (466,08)	939,34 ± (399,71)	0,068	
	GEP	601,12 ± (381,21)	758,20 ± (473,23)	0,225	
Kgf	GC	27,07 ± (7,90)	30,95 ± (6,54)	0,138	0,052
	GE	39,00 ± (6,90)	39,32 ± (5,80)	0,401	
	GEE	23,64 ± (5,45)	35,85 ± (5,62)	0,068	
	GEP	24,55 ± (5,31)	31,27 ± (5,49)	0,138	
1 RM	GC	30,00 ± (7,90)	33,00 ± (4,47)	0,180	0,194
	GE	34,38 ± (6,23)	36,25 ± (5,82)	0,083	
	GEE	23,75 ± (2,50)	31,25 ± (2,50)	0,063	
	GEP	26,00 ± (8,22)	31,00 ± (8,22)	0,059	

Ao serem comparados os grupos GC, GE, GEE e GEP, quanto as variáveis RMS, Kgf e 1RM antes e após a aplicação do protocolo, observou-se uma tendência a aumento da atividade elétrica muscular, força estática e força dinâmica, porém a diferença encontrada não foi estatisticamente significativa ($p>0,05$).

A comparação entre os grupos, após aplicação do protocolo, forneceu distintos valores, ficando evidente a maior atividade elétrica muscular no GE, porém, as diferenças observadas entre as médias dos grupos não foi estatisticamente significativa ($p>0,05$).

DISCUSSÃO

A Eletroestimulação Neuromuscular (EENM) tem sido um dos recursos que tem sido utilizado nos últimos anos na prevenção, tratamento e manutenção dos diferentes distúrbios neuromusculares a que o ser humano está exposto no seu dia a dia. A velocidade da condução Nervosa pode ser testada em qualquer nervo periférico que seja superficial o suficiente para ser estimulado através da pele em dois pontos diferentes [6]. Exercícios de fortalecimento (treinamento de força) é o procedimento sistemático, de um músculo ou grupo muscular, de levantar, abaixar ou controlar cargas pesadas (resistência) durante um número relativamente baixo de repetições ou um curto período de tempo [28].

O presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos da Eletroestimulação Neuromuscular sobre a atividade elétrica e força do músculo bíceps braquial.

Pode-se observar que houve uma maior tendência aumento na atividade elétrica muscular no grupo GEE do que GEP se comparada o antes e após a aplicação do protocolo de corrente russa o que vai de encontro com o estudo e revisão sistemática de Dehail [5] que afirma que técnicas de eletroestimulação combinadas são mais eficientes do que apenas a eletroestimulação. Estudo feito por Colson et al. [4] mostrou que o treinamento com eletroestimulação é mais eficiente do que treinamento isométrico voluntário tanto para a melhora da força isométrica como dinâmica, assim como no grupo GC. Houve uma leve diminuição da atividade elétrica no grupo GE o que é contraditório com o estudo de LaRoche[18] que após o treinamento, verificou um aumento da atividade

elétrica muscular através da EMG. Estudos de Oliveira [27] demonstram que nos diferentes posicionamentos da articulação do joelho, em todos os grupos analisados, os valores da atividade elétrica em RMS dos músculos Vasto Medial Oblíquo e Vasto Lateral Oblíquo, na análise intra-grupo, não apresentaram diferença estatisticamente significativa, pós-treinamento com EENM. De Luca [20] em seu estudo afirma que, os músculos com fibras de diâmetro maiores, tais como aquelas pertencentes às unidades motoras de limiar mais alto, teriam maiores velocidades de condução, que, por sua vez, mudariam o espectro de frequência em direção as altas taxas. Consequentemente, o valor da frequência mediana aumentaria.

Houve uma tendência a aumento na força muscular durante a contração isométrica voluntária máxima (CIVM) em nos grupos, GE, GEE e GEP. Achados em estudos anteriores de Ávila [15] demonstraram que houve um aumento da força isométrica após Exercício e Exercício + EENM porém não encontraram diferenças significativas entre grupos. Currier et al. [21] compararam o treinamento isométrico por meio da CVM e a associação desse exercício a EENM também em indivíduos saudáveis, os resultados apontaram que ambos os treinamentos produziram um ganho de torque semelhante, não havendo diferenças significativas. Selkowitz [22] em uma ampla revisão da EENM de média frequência, realizada em 1989, apresenta evidências convincentes de fortalecimento, entretanto, notou que há poucas evidências de que os ganhos de força sejam superiores aos exercícios voluntários ou associados à EENM. Fato que vai de encontro com Oliveira [27] que postula que não podemos afirmar que a associação da contração isométrica voluntária a EENM gera maiores valores de força muscular pós-treinamento. No caso da EENM, o aumento da força muscular pode se dar em virtude de adaptações orgânicas, como o aumento do fosfato de creatina, diminuição do consumo de adenosina trifosfato intramuscular e alterações no pH intracelular [23].

Verificou-se um aumento na força dinâmica mensurada através do teste de 1 repetição máxima (1RM) em todos os grupos com ênfase nos grupos GEE e GEP o que vai de acordo com estudos [12, 13, 16] que concluem que correntes de média frequência são eficientes quando a meta é produzir um torque máximo do músculo assim como para protocolos de reabilitação. Não houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo GE, GEE e GEP resultados que corroboram com o estudo feito por Ávila [15] onde os grupos aumentaram seu pico de torque em ambas as modalidades testadas, sem diferença entre o grupo Exercício e Exercício+EENM. Outra pesquisa descreve que houve aumento de força e hipertrofia em idosos em treinamentos com 50% de 1RM [17]. Estudos realizados por Callaghan et al. [24] compararam dois regimes de EENM para reabilitação do músculo quadríceps em indivíduos portadores da Disfunção Femuro Patelar, constatando que ambos os regimes geraram maiores valores de força muscular após o período de treinamento, demonstrando, assim, um efetivo fortalecimento do músculo quadríceps através da EENM. Delitto & Snyder-Mackler [25], afirmam que o aumento da força muscular pela EENM envolve o mesmo mecanismo do exercício voluntário, isto mostra que, o aumento de força depende do aumento da carga funcional o que pode ser associado à afirmação de que “quanto maior a capacidade de produção de força, maior a vantagem obtida com o uso da EENM” [26]

CONCLUSÃO

Um bom conhecimento da aplicação da EENM poderá otimizar o seu uso tanto para a clínica como para programas de reabilitação física que envolvem fortalecimento muscular.

Neste estudo os resultados sugerem que o treinamento muscular voluntário, treinamento isotônico associado à eletroestimulação e treinamento isométrico associado à eletroestimulação, demonstram uma tendência para o aumento da atividade elétrica, força isométrica e força dinâmica em jovens saudáveis sem diferenças estatisticamente significativas.

Os valores muito altos dos desvios-padrão, indicam dispersão considerável dos valores ao redor da média, o que pode ter ocorrido em função do tamanho reduzido dos grupos pesquisados.

Pode-se assim constatar que a EENM é efetiva para programas que visem o fortalecimento muscular e a melhoria da atividade elétrica muscular, porém sem diferença se comparada ao exercício voluntário.

Apesar de não apresentar diferenças significativas entre os grupos o presente estudo sugere deste modo, uma análise com um tempo maior de treinamento muscular para os diferentes grupos assim como maior tempo para adaptação neromuscular.

REFERÊNCIAS

- 1- Faller L, Neto GNN, Button VLSN, Nohama P. Avaliação da fadiga muscular pela aplicação de um protocolo de EENM. *Rev Bras Fisioter*, São Carlos, v. 13, n. 5, p. 422-9, set./out. 2009.
- 2- Kendall FP. *Músculos: Provas e Funções*. 5.Ed. – Barueri, São Paulo: Manole, 2007.
- 3- Franciulli PM; Bigongiari A, Souza FA, Araújo RC, Mochizuki L. A somatória de estímulos voluntários e eletricamente eliciados aumenta o torque articular? *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 80-85, July/Sept. 2008.
- 4- Colson SS, Martin A, Van Hoecke J. Effects of electromyostimulation versus voluntary isometric training on elbow flexor muscle strength. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 19 (2009) e311–e319.
- 5- Dehail P, Duclos C, Barat M. Electrical stimulation and muscle strengthening. *Annales de réadaptation et de médecine physique* 51 (2008) 441–451.
- 6- O’sullivan SB, *Fisioterapia: Avaliação e tratamento*. 5ª Ed. – São Paulo: Manole, 2010.
- 7- Roberto AE. *Eletroestimulação: o exercício do futuro*. São Paulo: Phorte, 2006.
- 8- Matheus JPC, Gomide LB, Oliveira JGP, Volpon JB, Shimano AC. Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular durante a imobilização nas propriedades mecânicas do músculo esquelético. *Rev Bras Med Esporte* _ Vol. 13, Nº 1 – Jan/Fev, 2007.
- 9- Hamill J, Knutzen KM. *Bases Biomecânicas do Movimento Humano*. 2.Ed. – Barueri, São Paulo: Manole, 2008.
- 10- Silva MA. Comparação dos efeitos da utilização da corrente russa e corrente interferencial para o ganho de trofismo muscular na estimulação do músculo bíceps. *Revista Cereus*, v.01, n.01, agosto de 2009.
- 11- Powers SK, Howley ET. *Fisiologia do Exercício: Teoria e aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho*. 5.Ed. – Barueri, São Paulo: Manole, 2005.
- 11- Garcia, PA.; Dias JMD, Dias RC, Santos P, Zampa CC. Estudo da relação entre função muscular, mobilidade funcional e nível de atividade física em idosos comunitários. *Rev. bras. fisioter.* [online]. 2011, vol.15, n.1, pp. 15-22.
- 12- Wayne BS, Causey JB, Marshall TL. Comparison of Maximum Tolerated Muscle Torques Produced by 2 Pulse Durations. *Physical Therapy*. 2009 Vol. 89 n. 8.
- 13- Pires KF. Análise dos efeitos de diferentes protocolos de eletroestimulação neuromuscular através da frequência mediana. *R. bras. Ci. e Mov. Brasília* v. 12 n. 2 p. 25-28 junho 2004.
- 14- Laufer Y, Michal E. Effect of Burst Frequency and Duration of Kilohertz-Frequency Alternating Currents and of Low-Frequency Pulsed currents on Strength of Contraction, Muscle Fatigue, and Perceived Discomfort. *Physical Therapy*. Vol. 88, N. 10, pp. 1167-1176, October 2008.
- 15- Avila MA, Brasileiro JS, Salvini TF. Estimulação elétrica e treinamento isocinético: efeitos na força e propriedades neuromusculares de adultos jovens saudáveis. *Rev Bras Fisioter*, São Carlos, v. 12, n. 6, p. 435-40, nov./dec. 2008.
- 16- Ward AR. Electrical Stimulation Using Kilohertz- Frequency Alternating Current. *Physical Therapy*. Vol. 89, N. 2, pp. 181-190, February 2009.
- 17- Takano Y, Haneda Y, Maeda T, Sakai Y, Matsuse H, Kawaguchi T, Tagawa Y, Shiba N. Increasing Muscle Strength and Mass Thigh in Elderly People with the Hybrid-Training Method of Electrical Stimulation and Volitional Contraction. *Tohoku J. Exp. Med*, 2010, vol.221, pp. 77-85.
- 18- LaRoche DP. Initial neuromuscular performance in older women influences response to explosive resistance training. *Isokinet Exerc Sci*. 2009 January 1; 17(4): 197.

- 19- Hoogland R. Strengthening and stretching of muscles using electrical current. Delft, Holanda: Enraf Nonius, 1988.
- 20- De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*. v. 13, p.135-63, 1997.
- 21- Currier DP, Mann R. Muscular strength development by electrical stimulation in healthy individuals. *Phys Ther*, v. 63, n. 6, p. 915-921, 1983.
- 22- Selkowitz DM. High frequency electrical stimulation in muscle strengthening. *Am J Sports Med.*, v.17, p.103-111, 1989.
- 23- Povilonis E, Mizuno M. Energy metabolism of the gastrocnemius and soleus muscles during isometric voluntary and electrically induced contractions in man. *J Physiology*, v. 2, p. 593-602, 1998.
- 24- Callaghan MJ, Jaqueline AO. Electric muscle stimulation of the quadriceps in the treatment of patellofemoral pain. *Arch Phys Med Rehabil.*, v. 85, p. 956-962, 2004.
- 25- Delitto A, Snyder-Mackler L, Robinson AJ. Estimulação elétrica do músculo: técnicas e aplicações. *Eletrofisiologia clínica*, 2.a edição. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- 26- Brasileiro JS, Salvini TF. Limites da estimulação elétrica neuromuscular no fortalecimento de músculos esqueléticos saudáveis e com déficit de força. *Fisioter Bras*, v. 5, p. 224-230, 2004.
- 27- Oliveira CA, Palomari ET. Alterações do músculo quadríceps sob o ponto de vista eletromiográfico pós-estimulação elétrica neuromuscular em indivíduos normais e portadores da disfunção femoropatelar. 2008. 141f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP.
- 28- Kisner C, Colby LA. *Exercícios Terapêuticos*. 4.Ed. – Barueri, São Paulo: Manole, 2005.

CAPÍTULO III: NORMAS DA REVISTA

Normas de Publicação - *Fisioterapia Brasil*

Revista Indexada na LILACS - Literatura Latinoamericana e do Caribe em Ciências da Saúde, CINAHL, LATINDEX

Abreviação para citação: Fisioter Bras

A revista *Fisioterapia Brasil* é uma publicação com periodicidade bimestral e está aberta para a publicação e divulgação de artigos científicos das várias áreas relacionadas à Fisioterapia.

Os artigos publicados em *Fisioterapia Brasil* poderão também ser publicados na versão eletrônica da revista (Internet) assim como em outros meios eletrônicos (CD-ROM) ou outros que surjam no futuro. Ao autorizar a publicação de seus artigos na revista, os autores concordam com estas condições.

A revista *Fisioterapia Brasil* assume o “estilo Vancouver” (*Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals*) preconizado pelo Comitê Internacional de Diretores de Revistas Médicas, com as especificações que são detalhadas a seguir. Ver o texto completo em inglês desses Requisitos Uniformes no site do International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), www.icmje.org, na versão atualizada de outubro de 2007.

Submissões devem ser enviadas por e-mail para o editor executivo (artigos@atlanticaeditora.com.br). A publicação dos artigos é uma decisão dos editores. Todas as contribuições que suscitarem interesse editorial serão submetidas à revisão por pares anônimos.

Segundo o Conselho Nacional de Saúde, resolução 196/96, para estudos em seres humanos, é obrigatório o envio da carta de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, independente do desenho de estudo adotado (observacionais, experimentais ou relatos de caso). Deve-se incluir o número do Parecer da aprovação da mesma pela Comissão de Ética em Pesquisa do Hospital ou Universidade, a qual seja devidamente registrada no Conselho Nacional de Saúde.

1. Editorial

O Editorial que abre cada número da *Fisioterapia Brasil* comenta acontecimentos recentes, inovações tecnológicas, ou destaca artigos importantes publicados na

própria revista. É realizada a pedido dos Editores, que podem publicar uma ou várias Opiniões de especialistas sobre temas de atualidade.

2. Artigos originais

São trabalhos resultantes de pesquisa científica apresentando dados originais com relação a aspectos experimentais ou observacionais, em estudos com animais ou humanos.

Formato: O texto dos Artigos originais é dividido em Resumo (inglês e português), Introdução, Material e métodos, Resultados, Discussão, Conclusão, Agradecimentos (optativo) e Referências.

Texto: A totalidade do texto, incluindo as referências e as legendas das figuras, não deve ultrapassar 30.000 caracteres (espaços incluídos), e não deve ser superior a 12 páginas A4, em espaço simples, fonte Times New Roman tamanho 12, com todas as formatações de texto, tais como negrito, itálico, sobre-escrito, etc.

Tabelas: Recomenda-se usar no máximo seis tabelas, no formato Excel ou Word.

Figuras: Máximo de 8 figuras, em formato .tif ou .gif, com resolução de 300 dpi.

Literatura citada: Máximo de 50 referências.

3. Revisão

São trabalhos que expõem criticamente o estado atual do conhecimento em alguma das áreas relacionadas à Fisioterapia. Revisões consistem necessariamente em análise, síntese, e avaliação de artigos originais já publicados em revistas científicas. Será dada preferência a revisões sistemáticas e, quando não realizadas, deve-se justificar o motivo pela escolha da metodologia empregada.

Formato: Embora tenham cunho histórico, Revisões não expõem necessariamente toda a história do seu tema, exceto quando a própria história da área for o objeto do artigo. O artigo deve conter resumo, introdução, metodologia, resultados (que podem ser subdivididos em tópicos), discussão, conclusão e referências.

Texto: A totalidade do texto, incluindo a literatura citada e as legendas das figuras, não deve ultrapassar 30.000 caracteres, incluindo espaços.

Figuras e Tabelas: mesmas limitações dos Artigos originais.

Literatura citada: Máximo de 50 referências.

4. Relato de caso

São artigos que apresentam dados descritivos de um ou mais casos clínicos ou terapêuticos com características semelhantes. Só serão aceitos relatos de casos não usuais, ou seja, doenças raras ou evoluções não esperadas.

Formato: O texto deve ser subdividido em Introdução, Apresentação do caso, Discussão, Conclusões e Referências.

Texto: A totalidade do texto, incluindo a literatura citada e as legendas das figuras, não deve ultrapassar 10.000 caracteres, incluindo espaços.

Figuras e Tabelas: máximo de duas tabelas e duas figuras.

Literatura citada: Máximo de 20 referências.

5. Opinião

Esta seção publica artigos curtos, que expressam a opinião pessoal dos autores: avanços recentes, política de saúde, novas idéias científicas e hipóteses, críticas à interpretação de estudos originais e propostas de interpretações alternativas, por exemplo. A publicação está condicionada a avaliação dos editores quanto à pertinência do tema abordado.

Formato: O texto de artigos de Opinião tem formato livre, e não traz um resumo destacado.

Texto: Não deve ultrapassar 5.000 caracteres, incluindo espaços.

Figuras e Tabelas: Máximo de uma tabela ou figura.

Literatura citada: Máximo de 20 referências.

6. Cartas

Esta seção publica correspondência recebida, necessariamente relacionada aos artigos publicados na *Fisioterapia Brasil* ou à linha editorial da revista. Demais contribuições devem ser endereçadas à seção Opinião. Os autores de artigos eventualmente citados em Cartas serão informados e terão direito de resposta, que será publicada simultaneamente. Cartas devem ser

breves e, se forem publicadas, poderão ser editadas para atender a limites de espaço. A publicação está condicionada a avaliação dos editores quanto à pertinência do tema abordado.

Preparação do original

Os artigos enviados deverão estar digitados em processador de texto (Word), em página A4, formatados da seguinte maneira: fonte Times New Roman tamanho 12, com todas as formatações de texto, tais como negrito, itálico, sobrescrito, etc.

Tabelas devem ser numeradas com algarismos romanos, e Figuras com algarismos arábicos.

Legendas para Tabelas e Figuras devem constar à parte, isoladas das ilustrações e do corpo do texto.

As imagens devem estar em preto e branco ou tons de cinza, e com resolução de qualidade gráfica (300 dpi). Fotos e desenhos devem estar digitalizados e nos formatos .tif ou .gif. Imagens coloridas serão aceitas excepcionalmente, quando forem indispensáveis à compreensão dos resultados (histologia, neuroimagem, etc).

Página de apresentação

-A primeira página do artigo traz as seguintes informações:

- Título do trabalho em português e inglês;
- Nome completo dos autores e titulação principal;
- Local de trabalho dos autores;
- Autor correspondente, com o respectivo endereço, telefone e E-mail;

Resumo e palavras-chave

A segunda página de todas as contribuições, exceto Opiniões, deverá conter resumos do trabalho em português e em inglês e cada versão não pode ultrapassar 200 palavras. Deve conter introdução, objetivo, metodologia, resultados e conclusão.

Abaixo do resumo, os autores deverão indicar 3 a 5 palavras-chave em português e em inglês para indexação do artigo. Recomenda-se empregar

termos utilizados na lista dos DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) da Biblioteca Virtual da Saúde, que se encontra em <http://decs.bvs.br>.

Agradecimentos

Agradecimentos a colaboradores, agências de fomento e técnicos devem ser inseridos no final do artigo, antes das Referências, em uma seção à parte.

Referências

As referências bibliográficas devem seguir o estilo Vancouver. As referências bibliográficas devem ser numeradas com algarismos arábicos, mencionadas no texto pelo número entre colchetes [], e relacionadas nas Referências na ordem em que aparecem no texto, seguindo as normas do ICMJE.

Os títulos das revistas são abreviados de acordo com a *List of Journals Indexed in Index Medicus* ou com a lista das revistas nacionais e latinoamericanas, disponível no site da Biblioteca Virtual de Saúde (www.bireme.br). Devem ser citados todos os autores até 6 autores. Quando mais de 6, colocar a abreviação latina et al.

Exemplos:

1. Phillips SJ, Hypertension and Stroke. In: Laragh JH, editor. Hypertension: pathophysiology, diagnosis and management. 2nd ed. New-York: Raven Press; 1995.p.465-78.

Yamamoto M, Sawaya R, Mohanam S. Expression and localization of urokinase-type plasminogen activator receptor in human gliomas. *Cancer Res* 1994;54:5016-20.

Envio dos trabalhos

A avaliação dos trabalhos, incluindo o envio de cartas de aceite, de listas de correções, de exemplares justificativos aos autores e de uma versão pdf do artigo publicado, exige o pagamento de uma taxa de R\$ 150,00 a ser depositada na conta da editora: Banco do Brasil, agência 3114-3, conta 5783-5,

titular: ATMC Ltda. Os assinantes da revista são dispensados do pagamento dessa taxa (Informar por e-mail com o envio do artigo).

Todas as contribuições devem ser enviadas por e-mail para o editor executivo, Jean-Louis Peytavin, através do e-mail artigos@atlanticaeditora.com.br. O corpo do e-mail deve ser uma carta do autor correspondente à Editora, e deve conter:

- Resumo de não mais que duas frases do conteúdo da contribuição;
- Uma frase garantindo que o conteúdo é original e não foi publicado em outros meios além de anais de congresso;
- Uma frase em que o autor correspondente assume a responsabilidade pelo conteúdo do artigo e garante que todos os outros autores estão cientes e de acordo com o envio do trabalho;
- Uma frase garantindo, quando aplicável, que todos os procedimentos e experimentos com humanos ou outros animais estão de acordo com as normas vigentes na Instituição e/ou Comitê de Ética responsável;
- Telefones de contato do autor correspondente.

- A área de conhecimento:

- | | |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Cardiovascular / pulmonar | <input type="checkbox"/> Saúde funcional do idoso |
| <input type="checkbox"/> Diagnóstico cinético-funcional | |
| <input type="checkbox"/> Terapia manual | <input type="checkbox"/> Eletrotermofototerapia |
| <input type="checkbox"/> Orteses, próteses e equipamento | |
| <input type="checkbox"/> Músculo-esquelético | <input type="checkbox"/> Neuromuscular |
| <input type="checkbox"/> Saúde funcional do trabalhador | |
| <input type="checkbox"/> Controle da dor | <input type="checkbox"/> Pesquisa experimental /básica |
| <input type="checkbox"/> Saúde funcional da criança | |
| <input type="checkbox"/> Metodologia da pesquisa | <input type="checkbox"/> Saúde funcional do homem |
| <input type="checkbox"/> Prática política, legislativa e educacional | |
| <input type="checkbox"/> Saúde funcional da mulher | <input type="checkbox"/> Saúde pública |
| <input type="checkbox"/> Outros | |

Observação: o artigo que não estiver de acordo com as normas de publicação da Revista *Fisioterapia Brasil* será devolvido ao autor correspondente para sua adequada formatação.

Atlantica Editora

www.atlanticaeditora.com.br

artigos@atlanticaeditora.com.br