

Avaliação da estimulação elétrica neuromuscular de média frequência (corrente Aussie) na força muscular do tríceps braquial em mulheres não praticantes de atividade física

Evaluation of Medium Frequency Neuromuscular Electric Stimulation (Aussie Current) in the Brachial Triceps Muscle Strength in a Non-Physically Active Woman

Lais Galvão Lemos Santana¹; Roberta de Souza Rebequi²; José Renato Romero³
Eduardo Filoni⁴; Leandro Lazzareschi⁵; Everton Luiz dos Santos⁶
Carlos Alberto dos Santos⁷; Alexandre Ribeiro Alcaide⁸; Alexandre Sabbag da Silva⁹

Resumo: Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) é a ação de estímulos elétricos aplicados no tecido muscular através do sistema nervoso periférico íntegro. O objetivo neste artigo foi o de verificar a melhora da força muscular dos extensores do cotovelo com um dinamômetro portátil em mulheres após a utilização da EENM de média frequência. Trata-se de uma série de casos com 9 mulheres, com índice de massa corpórea normal e não praticantes de atividade física, com idade entre 18 e 27 anos, realizando a corrente Aussie por um tempo total de 20 minutos no músculo tríceps braquial, por um período de cinco semanas. Foi utilizado um dinamômetro portátil anteriormente e ao final, para avaliar possíveis ganhos de força. Os resultados demonstraram que houve aumento significativo da força muscular em ambos os braços, sendo a média de ganho de 10,3 libras no tríceps que recebeu a EENM e 3,5 libras no controle. A EENM foi eficiente no ganho de força do tríceps braquial das voluntárias da pesquisa.

Palavras-chave: Terapia por Estimulação Elétrica; Força Muscular; Modalidades de Fisioterapia.

Abstract: Neuromuscular electrical stimulation (NMES) is the action of electrical stimuli applied in muscle tissue through the intact peripheral nervous system. The objective in this article was to verify the improvement of muscle strength of elbow extensors in women after the use of the medium frequency NMES. This is a case series study with 9 women with normal body mass index and no physical activity practitioners aged 18-27, performing the Aussie current for a total time of 20 minutes in the triceps brachial muscle for a period of five weeks. A portable dynamometer was used previously and at the end, to evaluate possible force gains. The results demonstrated that there was a significant increase in muscle strength in both arms, with a mean gain of 10.3 pounds in the triceps receiving the NMES and 3.5 pounds in the control. The NMES was efficient in the brachial triceps strength gain of the research volunteers.

Keywords: Electric Stimulation Therapy; Muscle Strength; Physical Therapy Modalities.

¹ Universidade Guarulhos (UnG). Rua Engenheiro Prestes Maia, 88, Guarulhos (SP), CEP 07023-070.
E-mail: laisle mossantana@gmail.com

² Universidade Guarulhos (UnG). Rua Engenheiro Prestes Maia, 88, Guarulhos (SP), CEP 07023-070.
E-mail: roberta.srebequi@gmail.com

³ Universidade Guarulhos (UnG). Rua Engenheiro Prestes Maia, 88, Guarulhos (SP), CEP 07023-070.
E-mail: fisioterapia.gua@ung.br

⁴ Universidade de Mogi das Cruzes (UMC). Av. Dr. Cândido Xavier de Almeida Souza, 200, Mogi das Cruzes (SP), CEP 08780-911. E-mail: edufiloni@hotmail.com

⁵ Universidade de Mogi das Cruzes (UMC). Av. Dr. Cândido Xavier de Almeida Souza, 200, Mogi das Cruzes (SP), CEP 08780-911. E-mail: leandrolazzareschi@umc.br

⁶ Universidade Guarulhos (UnG). Rua Engenheiro Prestes Maia, 88, Guarulhos (SP), CEP 07023-070.
E-mail: elsantos@prof.ung.br

⁷ Centro Universitário Braz Cubas. Av. Francisco Rodrigues Filho, 1233, Mogi das Cruzes (SP), CEP 08773-380. E-mail: fisiocarlos1969@gmail.com

⁸ Centro Universitário São Camilo. Av. Nazaré, 1501, São Paulo (SP), CEP 04263-200. E-mail: aribeiro88@terra.com.br

⁹ Universidade Guarulhos (UnG). Rua Engenheiro Prestes Maia, 88, Guarulhos (SP), CEP 07023-070.
E-mail: alexandre_sabbag@hotmail.com

Introdução

Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) é a ação de estímulos terapêuticos elétricos aplicados no tecido muscular através do sistema nervoso periférico íntegro. O uso deste recurso eletroterapêutico foi explorado por vários anos no campo da reabilitação e do condicionamento físico humano (BRASILEIRO, 2000).

Para os fisioterapeutas, a EENM tem sido, ao lado da cinesioterapia, um dos recursos mais empregados durante tratamentos que requeiram melhora do desempenho muscular, podendo ser utilizada de forma isolada ou associada com exercício físico (MARQUES, 2010).

A estimulação elétrica no treinamento de força muscular teve seu avanço por meio das pesquisas do cientista Russo Yakov Kots em meados dos anos 1970. Ele foi o primeiro a utilizar uma corrente alternada de média frequência para o fortalecimento muscular. Em suas pesquisas, ele estimulou grupos musculares de atletas e indivíduos saudáveis. O mesmo concluiu que a estimulação direta do músculo a uma frequência de 2.500Hz era a menos desconfortável e de maior contração. Desde então, essa EENM de média frequência ganhou o nome de Corrente Russa (CR) (BRIEL, 2003).

A corrente Aussie foi desenvolvida pelo pesquisador Alex Ward, da Universidade de LaTrobe, em Melbourne, Austrália. Trata-se de uma corrente elétrica terapêutica alternada com frequência portadora na faixa de quilohertz (kHz) e modulação em baixa frequência, com alguma semelhança em relação à terapia interferencial e a corrente Russa; a diferença está no valor da corrente de kHz utilizada bem como no formato de onda. Para contração muscular, a corrente Aussie utiliza frequência de um kHz combinada com *burst* de duração igual a dois milissegundos. Dessa forma, a produção de torque é máxima quando comparada à de outras correntes comerciais (SANT'ANNA, 2010).

A avaliação da força muscular de forma simples e objetiva faz parte de um dos componentes necessários para os fisioterapeutas, voltados para a obtenção de informações clínico-científicas e para traçar um diagnóstico. São encontrados na literatura diferentes métodos de avaliação: subjetivos (teste de força manual) e objetivos (dinamômetro portátil e dinamômetro isocinético). Entretanto, ainda é

discutida a confiabilidade dos métodos empregados para tal função. O teste manual de força é o mais utilizado na clínica fisioterapêutica, devido a seu baixo custo, entretanto possui de 60% a 65% de precisão (Marques, 2010). O dinamômetro isocinético, padrão-ouro nos teste de força muscular devido sua alta confiabilidade, torna-se de difícil acesso por demandar grande espaço e depender de alto custo. Por esse fato, o uso do dinamômetro portátil surgiu como forma alternativa e de menor custo, consolidando-se nas investigações científicas (CAMARGO, 2009; ROBINSON, 2007).

Dessa forma, nota-se que há a necessidade de um recurso de fácil aplicabilidade na clínica fisioterapêutica, que possua acurácia e precisão para mensurar a força muscular. Neste estudo propôs-se avaliar a força com um dinamômetro portátil, para verificar a eficácia da EENM isolada no tríceps braquial de mulheres não praticantes de atividade física, demonstrando de forma quantitativa a evolução do grupo muscular escolhido após o treinamento.

Métodos

Sujeitos da pesquisa

O presente estudo foi realizado na Clínica de Fisioterapia da Universidade Guarulhos, na cidade de Guarulhos, estado de São Paulo. Por conveniência, foram selecionadas nove mulheres, previamente saudáveis, sem comorbidades, com Índice de Massa Corpórea (IMC) variando de 18,5 a 24,9 kg/m², considerado normal, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), com idade entre 18 e 27 anos, com média de 20 anos. As participantes não poderiam apresentar história prévia de prática de atividades físicas regulares e/ou exercícios resistidos com objetivo de treinamento muscular nos últimos seis meses e durante o estudo; não poderiam ser obesas, nem apresentarem doenças associadas (como diabetes, hipertensão arterial e comorbidades) e alterações ortopédicas e traumatológicas em membros superiores que poderiam prejudicar o rendimento do teste (contusões, entorses, tendinites, bursites, entre outras). Foram excluídas também mulheres que se recusaram a receber a intervenção proposta. O processo de seleção das participantes ocorreu por conveniência e convite verbal. Logo após, elas foram chamadas para uma reunião de esclarecimentos sobre a pesquisa, os

riscos e os benefícios. Em seguida, receberam termo de imagem e de consentimento livre e esclarecido (TCLE). As participantes foram incluídas no estudo após concordância e preenchimento do o TCLE. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, sob o número de registro CAEE 73918817.0.0000.5506., nº parecer 2.353.628.

Protocolo da pesquisa

A aplicação da corrente elétrica (corrente Aussie) foi realizada por meio do aparelho Neurodyn Aussie Sport fabricado pela IBRAMED LTDA®, que possui corrente bifásica alternada de média frequência com pulso senoidal. Além do aparelho, foram utilizados algodão e álcool etílico para a limpeza dos locais a serem colocados os eletrodos, estes autoadesivos modelo Carci Ltda.®, no tamanho de 5X9cm para o uso no tríceps braquial.

Inicialmente foi realizada uma anamnese, para coletar os dados referentes à idade e lado de dominância do membro superior. Logo após, foi realizada a pesagem quando foi utilizada uma balança Filizola® modelo Personal line e, para mensuração da estatura, foi utilizado um Estadiômetro TBW®. A partir dessas medidas foi calculado o IMC. Em seguida, as participantes foram avaliadas quanto à força muscular dos extensores de cotovelo do membro superior não dominante e dominante, utilizando-se o Dinamômetro Digital da marca Lafayette Manual Muscle Tester por um avaliador cego. Estudos têm demonstrado que esse equipamento tem excelente confiabilidade para avaliação intra e inter avaliadores (SANT'ANNA, 2010; CAMARGO, 2009).

A metodologia utilizada para a avaliação da força muscular foi baseada no estudo realizado por Marques (*et al.*, 2010). As participantes foram posicionadas em uma maca em decúbito dorsal, seu membro superior foi posicionado com o ombro abduzido a 30°, o cotovelo flexionado a 90° e o antebraço em supinação. Durante o teste, o instrumento foi colocado na parte posterior da região distal do antebraço. O examinador aplicou força no sentido contrário ao movimento de extensão de cotovelo das participantes. Após o comando verbal do avaliador, as voluntárias exerceram uma força gradativa até atingir a contração máxima de extensão do cotovelo durante cinco segundos (Figura 1). Foram realizadas três mensurações com dois minutos de intervalo entre elas. Foi utilizado o valor de pico máximo como

referência em cada execução e feita a média dos valores dos três testes. Esse procedimento foi realizado antes e após o protocolo de EENM, para posterior comparação e avaliação do efeito da EENM no ganho de força muscular. Dois dias após a avaliação de força, foi iniciado o protocolo de EENM.

Figura 1: Avaliação da força muscular do tríceps braquial com dinamômetro.



Os parâmetros da corrente foram: frequência de 50Hz, tempo de contração (ON) e repouso (OFF) de 20 segundos, tempo de subida e descida de dois segundos e intensidade suficiente para produzir contração muscular até a tolerabilidade de cada participante sem, no entanto, causar dor. Os participantes foram orientados a não realizar contração voluntária, conjunta à da corrente, para avaliar o efeito isolado da mesma no ganho de força muscular. O procedimento durou 20 minutos.

As participantes receberam limpeza prévia da região a ser estimulada (ventre muscular do tríceps braquial) com álcool etílico e algodão, para fixação dos eletrodos. Foram posicionadas sentadas em uma cadeira com os joelhos flexionados e, assim, foram colocados os eletrodos (cinco por nove centímetros) autoadesivos próximos à origem e à inserção do músculo a ser estimulado durante um período de 20 minutos. O tríceps braquial do membro superior mais forte não foi estimulado e serviu como controle. A intensidade da corrente foi aumentada três vezes em tempos de cinco em cinco minutos, respeitando-se sempre a tolerabilidade da voluntária, para que a contração muscular fosse a mais forte

possível durante todo o tempo do protocolo, tornando-se mais visível e evitando-se possíveis acomodações da corrente. O protocolo de intervenção com EENM ocorreu três vezes por semana, em dias alternados (segunda, quarta e sexta-feira), por um período de cinco semanas.

Análise estatística

Para a análise estatística dos resultados foi utilizado o teste t Student pareado e considerado o nível de significância de $p = 0,05$.

Resultados

A idade e as variáveis antropométricas que caracterizam os sujeitos da pesquisa são descritas na Tabela 1.

TABELA 1: Distribuição da frequência das participantes, segundo idade, peso, altura e IMC.

	Média/DP	Min	Max
Idade (anos)	20,5 (+/-1,60)	18	22
Massa Corporal (Kg)	50,2 (+/- 3,31)	48	63
Estatura (m)	1,60 (+/- 2)	1,53	1,65
IMC (Kg/m ²)	19,87 (+/- 2)	18,82	23,15

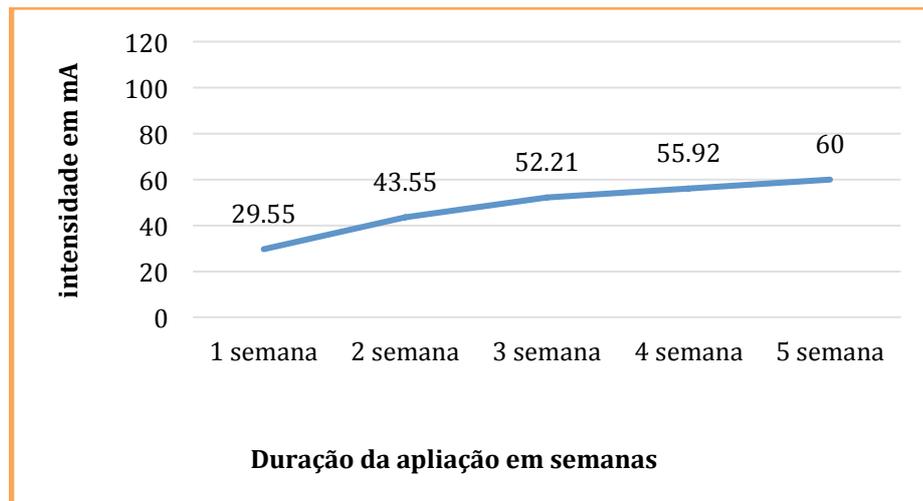
Para avaliar o resultado da EENM foi realizado a média da força no pré e pós-teste em ambos os braços (teste e controle). Houve um aumento de força em ambos os braços. Os extensores estimulados obtiveram um aumento de força que variou de 5 a 17,5 libras com média de 10,3 libras sendo o ganho estatisticamente significativo. O membro não estimulado também apresentou aumento de força variando de 0,6 a 12 libras com média de 3,5 libras. A Tabela 2 mostra a avaliação da média da força muscular em libras do tríceps braquial pré e pós-teste.

TABELA 2: Avaliação da média da força muscular, em libras, do tríceps braquial pré e pós-teste.

Média	Pré-teste	Pós-teste	p
Braço Teste	32,2	42,5	0,000358856
Braço Controle	35,3	38,8	0,035040725

A intensidade da corrente variou de 13,66 a 47 mA na primeira semana, com média de 29,5 mA. Na última semana, variou de 40,3 a 67,66 mA, com média de 60 mA. O Gráfico 1 ilustra a média de intensidade da corrente (em miliamperes) durante as semanas do estudo.

Gráfico 1: Média de intensidade da corrente Aussie durante as semanas do estudo.



Para a realização desta pesquisa, foi selecionado o tríceps braquial, pois o esse músculo é menos utilizado frequentemente nas atividades convencionais de vida diária, comparado com os flexores, justificando-se assim sua escolha para a presente pesquisa, buscando-se evidenciar o resultado real da EENM com menor interferência externa possível.

As voluntárias apresentaram o IMC normal variando de 18,5 a 24,9 kg/m², não sendo, portanto obesas. A escolha dentro de uma faixa de IMC normal foi determinada para minimizar discrepâncias antropométricas que pudessem interferir na intensidade da corrente e conseqüentemente no ganho de força ao final do estudo.

As participantes não poderiam estar inseridas com atividades físicas regulares, para não interferir no objetivo principal do trabalho que foi o de avaliar exclusivamente a atuação da ENNM.

Discussão

No presente trabalho, foram utilizados os parâmetros que a literatura descreve atualmente como sendo os ideais no ganho de força muscular utilizando-se a corrente Aussie. Utilizou-se a frequência de pulso de 50Hz, similar aos estudos de Ward (WARD *et al.*, 2001) e Medeiros (MEDEIROS *et al.*, 2014), e duração de burst de dois milissegundos, descritos como sendo ideal no ganho de força muscular, utilizando-se a corrente Aussie, como demonstrado no trabalho de Medeiros (*et al.*, 2014).

Há trabalhos que demonstram o efeito da corrente Aussie por meio de terapia combinada com Ultrassom no tratamento da lipodistrofia ginóide e da gordura localizada, através de um aparelho específico que possui as duas modalidades (COSTA, 2014; BERTOLOTTI, 2016). Outros avaliaram o efeito da EENM no desempenho físico em funções específicas, como a marcha após artroplastia total de quadril (ABREU, 2011).

Com relação à intensidade da corrente, incentivou-se as participantes durante todo período de realização da pesquisa a utilizarem a mais alta intensidade tolerável, por existir uma relação linear entre o aumento da força e a intensidade de corrente aplicada (AVILA, 2008; GUIRRO, 2000).

Um dado importante a ser observado durante a execução do protocolo é que, no decorrer dos dias, a intensidade apresentou aumentos sucessivos e, ao término do trabalho, todas as voluntárias apresentaram um nível de intensidade superior ao alcançado no início. Dados semelhantes foram apresentados nos estudos pesquisados (MARQUES, 2010; WARD, 2002).

CHAVES (*et al.*, 2011) defendeu que o aumento de força muscular induzida eletricamente ocorre devido ao aumento do fluxo sanguíneo, que pode ser de 20% após um minuto de sua aplicação e pode pendurar depois. Isso significa que a contração muscular induzida eletricamente pode ter a vantagem do suprimento sanguíneo, melhorando desse modo o desempenho muscular.

Outro fator que pode estar relacionado ao ganho de força acompanhada de hipertrofia é que a estimulação induzida eletricamente ativa maior número de unidades motoras que um indivíduo poderia ativar voluntariamente (BRIEL, 2003).

O aumento de força por meio da EENM também é justificado devido ao aprendizado motor e à facilitação neural, que levaria a um padrão mais eficiente de recrutamento das unidades motoras, com maior número delas disparando impulsos a uma maior frequência (CHAVES, 2011).

Para melhora do desempenho muscular, alguns fatores são cruciais, como o número de aplicações e a quantidade de estímulos diários. Tais fatores caminham juntos com os parâmetros empregados, sabendo-se que o sucesso do tratamento está diretamente relacionado com a combinação correta, como a intensidade e duração de estímulo, tempo de recuperação, duração do tratamento, músculo estimulado e população empregada (WARD, 2002; SILVA, 2012).

A pesquisa apresentada mostrou haver melhora da força muscular com uso da EENM isoladamente, porém, neste estudo tratou-se de uma série de casos com apenas nove indivíduos, portanto, ainda são necessárias novas comprovações científicas.

Conclusão

Pôde-se concluir, com base nos resultados apresentados, que o uso da EENM nos parâmetros utilizados na pesquisa, de forma isolada, em músculo sadio, mostrou-se eficaz para o aumento de força muscular dos extensores de cotovelo das voluntárias da pesquisa.

Referências

ABREU, M. B.; BATISTA, D. R.; GASPAR, D. M. B.; SANTANA, C.G., SOARES, M. A., INÁCIO, G. S. S. G. Artroplastia total de quadril em idosos: impacto na funcionalidade. **Rev. Brasileira de Fisioterapia**, v.15, n.2, p.123-30, 2011.

AVILA M. A.; BRASILEIRO, J. S.; SALVINI, T. F. Estimulação elétrica e treinamento isocinético: efeitos na força e propriedades neuromusculares de jovens adultos saudáveis. **Rev. Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v.12, n.6, nov. 2008.

BERTOLOTI, L. O. **Estudo comparativo dos efeitos da terapia combinada ultrassom + corrente aussie e extrato seco de laranja vermelha na redução de gordura abdominal.** Bragança Paulista, Curso de Biomedicina da Universidade São Francisco, 2016.

BRASILEIRO, J. S.; CASTRO, C. E. S.; PARIZOTTO, N. A.; SANDOVAL, M. C. Estudio comparativo entre la capacidad de generación de torque y l incomodidad sensorial producidos por dos formas de estimulación eléctrica neuromuscular en sujetos sanos. **Rev. Iberoam Fisioter Kinesiología**, v.3, n.2, 2000.

BRIEL, A. F.; PINHEIRO, M. F.; LOPES, L. G. Influência da corrente russa no ganho de força e trofismo muscular dos flexores no antebraço não dominante. **Arq. Ciências da Saúde Unipar**, v.7, n.4, p. 205-10, 2003.

CAMARGO, M. R.; FREGONESI, C. E. P. T.; NOZABIELI, A. J. L.; FARIA, C. R. S. Measurement of Ankle Isometric Muscular Strength. Dynamometer: A New Method Description. **Rev. Brasileira de Ciências da Saúde**, v.13, n.2 p. 89-96, 2009.

CHAVES, J. J. C. **Efeitos da eletroestimulação neuromuscular sobre a atividade elétrica e força do músculo bíceps braquial.** Criciúma, Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Curso de Fisioterapia, 2011.

COSTA, R. B.; GARCEZ, V. F.; SILVA, G. M. A.; CRISTOFOLLI, L.; PANICHELLA, E. G.; NASCIMENTO, M. C. A. M. *et al.* Efeitos das terapias combinadas ultrassom + corrente aussie e ultrassom + corrente estereodinâmica no tratamento de gordura abdominal: estudo de casos. **Rev. Brasileira de Pesquisa e Saúde**, Vitória, v.16, n.4, p.136-44, out./dez., 2014.

GUIRRO, R.; NUNES, C. V.; DAVINI, R. Comparação dos efeitos de dois protocolos de estimulação elétrica neuromuscular sobre a força muscular isométrica do quadríceps. **Rev. Fisioterapia. Univ. São Paulo**, v.7, n.1, p.10-5, 2000 .

MARQUES, M. A.; SANTOS, C. A.; FREITAS, S. T. T.; SILVA, A. S. Avaliação da força muscular dos flexores de cotovelo após estimulação elétrica neuromuscular. **Rev. Fisioterapia Ser**, v.11, n.2, p.190, 2010.

MEDEIROS, F. V. **Influência de correntes de média e baixa frequência e da dobra cutânea sobre o desconforto sensorial e o pico de torque extensor do joelho.** Brasília, Universidade de Brasília, Faculdade de Educação Física, Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Educação Física, 2014.

MICHAEL, P. W.; HUMBER, T. B. Design and Testing of an Instrumentation System to Reduce Stimulus Pulse Amplitude Requirements During FES. *In: 30th Annual International IEE Embs*. Conference Vancouver. British Columbia, Canadá, ago. 2008.

ROBINSON, R.L.; NEE, R.J. Analysis of Hip Strength in Females Seeking Physical Therapy Treatment for Unilateral Patellofemoral Pain Syndrome. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v.37, n.5, p.232-8, 2007.

SANT'ANA, E. M. C. Fundamentação teórica para terapia combinada Heccus® - ultrassom e corrente aussie no tratamento da lipodistrofia ginóide e da gordura localizada. **Rev. Brasileira de Ciência & Estética**, v.1, n.1, 2010.

SILVA R. T.; KNORR, L. F.; LOPES, R. F. *et al.* Comparação entre os efeitos do uso de eletroestimulação neuromuscular associada ao treinamento de força com somente treinamento de força em exercícios de membros inferiores durante oito semanas. **Rev. Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. São Paulo, v.1, n.5, set./out.,2007.

SILVA, T. A.; AGUIAR, F.; MAYER, A; VAZ, M. A.; KAROLCZACK, A. P. B. Comparação dos efeitos agudos de dois protocolos de estimulação elétrica neuromuscular. **Rev. Cippus-Unilasalle**, v.1, n.2, p. 201-15, nov. 2012.

WARD, A. R.; SHKURATOVA, N. Russian Electrical Stimulation: The Early Experiments. **Physical Therapy**, v.82, n.1, p.1019-30, out. 2002.