

# INVESTIGAÇÃO DO CONFORTO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NERVOSA TRANSCUTÂNEA DE BAIXA E MÉDIA FREQUÊNCIA POR MEIO DA ANÁLISE DOS LIMIARES SENSITIVO, MOTOR E DOLOROSO

## Autores

---

Mariana de Brito Barbosa

## Orientador

---

Elaine Caldeira de Oliveira Guirro

## 1. Introdução

---

A estimulação elétrica neuromuscular transcutânea refere-se ao conjunto de correntes elétricas capazes de excitar tecidos nervosos e musculares (LOW; REED, 2001), de maneira eficaz e não-invasiva (LYON et al, 2004).

A combinação de diferentes parâmetros, como: frequência, amplitude, duração, tipos e formas de pulsos, caracterizam correntes excitomotoras variadas, se apresentando como um dos procedimentos de maior utilidade na reabilitação de uma série de enfermidades clínicas (GUIRRO; GUIRRO, 2002; DELITTO et al, 1992).

Dois dos tipos de estimulação mais comumente utilizados são as correntes de baixa frequência (1-150Hz) e as correntes de média frequência (2000 a 4000Hz), moduladas em frequências baixas, por recrutarem melhor as fibras tipo I e tipo II (DELITTO, SYNDER-MACKLER, ROBISON, 2003). Contudo, por, obrigatoriamente, eliciar estimulação de fibras sensoriais, o tratamento pode se apresentar desconfortável e, muitas vezes, ser motivo limitante ou de rejeição para utilização da técnica (GRACANIN; TRNKOCZY, 1975).

Sendo assim, muitos estudos se dedicam as combinações de parâmetros na tentativa de descobrir a melhor corrente para a estimulação neuromuscular e também a mais confortável.

## 2. Objetivos

---

Investigar os efeitos dos parâmetros de média e baixa frequência sob os limiares nervosos, e estabelecer a frequência que permita mais conforto para estimulação motora.

## 3. Desenvolvimento

---

Φοραμ ἀπαλιαδασ 30 μυληρες ασσιντομ(τιχασ, βρανχασ, σεδεν(ριασ, ν©ο-φυμαντες, χομ ιδαδε εντρε 18 ε 40 ανοσ (23,7±3,60), ἴνδιχε δε μασσα χορποραλ εντρε 18 ε 25κγ/μ" (21,15±2,32), χομ

δενσιδαδε δε γορδουρα (1,043±0,007), ε σεμ ηιστ (ρια δε δοεν| ασ νευρολ (γιασ ου μ|σχυλο-εσθυελ|τιχασ δε μεμβρο συπεριορ (ΜΣ).

A pesquisa conduzida de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Instituição sob protocolo 64/05.

A pesquisa foi realizada aproximadamente no mesmo horário para cada voluntária (VIEIRA, 2002) com temperatura mantida a 23±20C e umidade do ar a 70%, já que altas temperaturas geram menor nível de hidratação da queratina, e aumentam a resistência do tecido cutâneo podendo alterar a passagem da corrente (KUBISK, 2000).

Παρα χολετα δε δαδος φοι υτιλιζαδο υμ γεραδορ δε πυλσο, Δυαλπεξ 961<sup>→</sup>, δα μαρχα Θυαρκ, χομ υμα χορρεντε ελ|τριχα πυλσαδα δε φρεθ|| νχια φιξα εμ 50Ηζ τενδο χομο πυλσο β(σιχο, ονδα θυαδρ(τριχα βιφ(σιχα, σιμ|τριχα ε φασεσ παριανδο εμ 20, 50, 100μσ; ε υμα χορρεντε αλτερναδα βιφ(σιχα, σιμ|τριχα, δε ονδα σενοιδαλ δε μ|δια φρεθ|| νχια, 2500Ηζ, μοδυλαδα εμ βαιξα φρεθ|| νχια δε 50 Ηζ ε φασεσ παριανδο εμ 20, 50 ε 100μσ.

Para o procedimento experimental utilizaram-se dois eletrodos de silicone-carbono, novos, medindo 5x3 cm, acoplados à pele com 1mL de gel hidrossolúvel para cada eletrodo, dispostos sobre os ventres dos músculos flexores do punho e dedos, do membro não-dominante. De acordo com Guirro e Guirro (2002, p. 115) "a quantidade de gel entre eletrodo e pele pode ser um elemento de restrição à passagem da corrente elétrica". Robinson b (2001) completa afirmando que esta quantidade deve ser uniformemente distribuída sob as superfícies de cada eletrodo. Sendo assim, definiu-se 1mL de gel para cada eletrodo.

A sua colocação obedeceu ao sentido longitudinal das fibras musculares, sendo o primeiro acoplado a uma distância de 4 cm da interlinha articular do cotovelo e o segundo fixado a 4 cm do primeiro (KANTOR, ALON, HO, 1994), por meio de fita adesiva hipoalergênica, respeitando ao dermatomo C6-8 (LUND et al, 2005; Figura 1: posicionamento dos eletrodos).

O antebraço do membro não-dominante foi à região escolhida para a estimulação, primeiramente por ser uma área controle (WARD, ROBERSON, 1998 a) e de condições mais homogêneas para a passagem da corrente (poucos pêlos, menor deposição de gordura e mínima exposição solar) e segundo, por ser uma área relativamente pequena, necessitando de menor intensidade de estímulo para atingir respostas fisiológicas, pela superficialidade de músculos e pontos motores (ALONG, KANTOR, HO, 1994), conseqüentemente não trazendo risco de lesões às voluntárias.

O instrumento da coleta foi calibrado antes, durante e após o experimento por meio de osciloscópio digital (Tektronix TDS 210).

Antes da mensuração formal para o estudo, as voluntárias passaram por uma sessão de treinamento, com o intuito de se familiarizarem com o procedimento, bem como instruí-las a realizar o julgamento ideal dos limiares (TASSORELLI et al, 2002).

Todas foram informadas que iriam receber estímulos elétricos com aumento de intensidade e que teriam que avisar a sensação evocada ao estímulo nas diferentes condições testadas. Durante a execução do procedimento, as voluntárias permaneceram confortavelmente sentadas, com o antebraço não-dominante posicionado em supinação, apoiado à mesa de exames. Foi realizada assepsia local com álcool a 70% e realizado o acoplamento adequado dos eletrodos. Antes de iniciar a coleta, realizou-se um sorteio da ordem sequencial da aplicação das correntes. Em seguida, a voluntária foi orientada a relatar a primeira e qualquer sensação de formigamento, momento identificado como limiar sensitivo (LUND et al, 2005). Depois, a voluntária recebeu mais um aumento de intensidade para identificar, pela observação ou palpação a mínima, porém nítida contração muscular que foi entendida como limiar motor (KANTOR, ALON, HO, 1994) e, por fim, aumentou-se, mais uma vez a intensidade até se atingir a menor sensação dolorosa, identificada como

limiar doloroso (WARD; ROBERTSON, 1998 b).

Os limiares foram definidos pelo valor da amplitude de pulso, variando de 0-60 mA. Após a tomada da primeira medida, a intensidade foi reduzida a zero e o mesmo procedimento repetido imediatamente após modificação dos parâmetros de estimulação. O experimento foi repetido três vezes, com intervalo de 15 minuto entre as mensurações.

A associação de diversas combinações de parâmetros físicos, como frequências e durações de fase, se deu mediante as diferentes possibilidades de respostas fisiológicas (GUIRRO, BERZIN, 1998) e obedeceu as condições oferecidas pelo equipamento.

A estimativa ideal da amostra foi realizada pelo programa *Graphpad Statemat 2.0 (Power test)* que considerou um erro alfa de 0,05 e poder de teste de 90%, detectando estimativa mínima de 16 voluntárias. Todos os dados foram considerados não-paramétricos pelo teste estatístico de Shapiro-Wilk e, em seguida, foram analisados pelo teste de Wilcoxon para encontrar diferenciação entre as correntes.

#### 4. Resultados

---

Correntes elétricas de baixa frequência ou de média frequência moduladas em baixa criam um balanço entre conforto e produção de torque e permitem uma maior discriminação entre as respostas sensoriais e motoras (WARD; ROBERTSON, 1998 a), sendo recomendadas como ideais para a estimulação excitomotora (WARD; ROBERTSON, 1998 b).

Embora se saiba que os efeitos terapêuticos e fisiológicos de ambas correntes sejam os mesmos, observou-se para todas as correntes testadas que os limiares sensitivo, motor e doloroso, foram atingidos mais rapidamente e com maior discriminação com as correntes de média frequência, apresentando menores valores de intensidade quando comparados aos limiares da frequência de 50Hz.

Foram observados os seguintes valores para o limiar sensitivo (27,00, 40,30-18,30; 21,45, 44,30-13,00; 14,65, 26,30-9,30; 10,60, 19,00-7,60; 9,30, 16,30-6,30; 6,60, 14,00-5,00). Para o limiar motor (54, 30, 60,00-43,00; 54,65, 60,00-41,60; 30,30, 52,00-20,30; 23,15, 37,00-16,60; 17,45, 32,30-13,60; 14,15, 25,00-9,60), e limiar doloroso(60,00, 60,00-55,30; 60,00, 60,00-50,00; 44,1, 60,00- 33,00; 27,45, 47,00-19,60, 21,80, 46,30-14,00). Estes valores foram obtidos pelas correntes com parâmetros de 50Hz, com fase de 20us (B1), 2500Hz, modulada em 50Hz, fase de 20us (M1), 50Hz, com fase de 50us (B2), 2500Hz, modulada, com fase de 50us (M2), 50Hz, com fase de 100us (B3) e 2500Hz, modulada, com fase de 100us (M3), respectivamente. Os valores foram expressos em mediana, desvio máximo e mínimo, com  $p < 0,05$ , dados em miliâmperes (mA; ver tabela 1).

Os resultados obtidos nesse estudo confirmam os dados apresentados na literatura de que correntes de média frequência são moduladas em frequências baixas para obter efeitos terapêuticos (MORENO-ARANDA, SEIREG, 1981), e quanto mais alta for essa frequência, progressivamente menor será dissipação na epiderme superficial caracterizando uma maior facilidade de passagem do estímulo (WARD, ROBERSTON, MAKOWSKI, 2002).

De acordo com Reilly (1992), a corrente de média frequência garante uma proporção de energia elétrica mais alta, com propagação mais intensa do estímulo, permitindo o recrutamento de fibras

em tecidos mais profundos e garantindo uma contração mais eficaz e, ao mesmo tempo, mais confortável pela menor impedância da pele.

## 5. Considerações Finais

---

A corrente elétrica de média frequência (2500Hz, modulada em 50Hz) parece apresentar-se mais confortável para estimulação sensorial e motora, quando comparada a corrente de baixa frequência (50Hz), por atingir os limiares nervosos com menor amplitude de pulso.

## Referências Bibliográficas

---

GRACANIN, F, TRNKOCZY, A. Optimal stimulus parameters for minimum pain in the chronic stimulation of innervated muscle. **Arch. Phy. Méd. Rehabil.**, v.56, n.6, p.243-9, 1975.

GUIRRO, E.C.O., GUIRRO, R.R.J. **Fisioterapia Dermato-Funcional**. Fundamentos, Recursos e Patologias. 3. ed. Barueri: Manole, 2002.

KUBISK, L. The influence of storage time on the temperature dependence of the dc electrical conductivity of horn keratin. **Bioelectrochemistry** Mar. v.2, p.161-4, 2001.

LOW, J, REED, A. **Eletroterapia explicada**. 3 ed. Tamboé: Manole, 2001.

LUND, I. et al. Gender differences in electrical pain threshold responses to transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). **Neuroscience letters**. v.375, p.75-80, 2005.

LYONS, G.M. et al. An investigation of the effects of electrode size and electrode location on comfort during stimulation of the gastrocnemius muscle. **Medical Engineering & Physics**., v.26, p.873-878, 2004.

MORENO-ARANDA, J, SEIREG, A. Electrical parameters for over the skin muscle stimulation. **J. Biomech.**, v.14, p.579-85, 1981.

REILLY, J.P. **Electrical stimulation and electropathology**. Cambridge: Cambridge Univ Pr, 1992.

ROBINSON, A. J. Fisiologia do músculo e do nervo. In: ROBINSON, A.J, SNYDER- MACKLER, L. **Eletrofisiologia Clínica: eletroterapia e teste eletrofisiológico**. Porto Alegre: Artmed, 2001. p85-118.

TASSORELLI, C. et al. Changes in nociceptive flexion reflex threshold across the menstrual cycle in healthy women. **Psychosomatic Medicine**., v.6, p.4621-626, 2002.

VIEIRA, J.G.H. Avaliação dos potenciais problemas pré-analíticos e metodológicos em dosagens hormonais. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, v.46, n.1, p.9-14, 2002.

WARD, A.R., ROBERTSON, V.J. Variation in torque production with frequency using medium frequency alternating current. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, v.79, p.1399-1404, 1998.

\_\_\_\_\_. Sensory, motor and pain thresholds for stimulation with medium frequency alternating current. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, v.79, p.273 – 278, 1998.

WARD, A.R., ROBERTSON, V.J, MAKOWSKI, R.J. Optimal frequencies of electric stimulation using medium-frequency alternating current. **Arch. Phys. Med. Rehabil**, v.83, p.1024-1027, 2002.

KANTOR, G, ALON, G, HO, H.S. The effects of selected stimulus waveforms on pulse and phase characteristics at sensory and motor thresholds. **Phy. Ther.**, v.74, n.10, p.951-962, 1994.

## Anexos

TABELA 1: Comparação dos valores do limiar sensitivo, motor e doloroso entre as correntes de média e baixa frequência. \* $p < 0,05$  a respectiva, B1, B2 e B3.

		B1	M1		B2	M2		B3	M3	
LS	IC	26,19-30,38	21,33-		13,73-	10,78-		8,89-	6,61-8,28	
	Máx.	40,30	26,77	*	17,02	13,05	*	10,79	14,00	*
	MD	27,00	44,30		26,30	19,00		16,30	6,60	
L	Mín.	18,30	21,45		14,65	10,60		9,30	5,00	
	IC	52,09-	52,02-		28,70-	22,31-		17,55-	13,66-	
	Máx.	56,40	56,07	*	33,97	25,96	*	20,57	16,10	*
M	MD	60,00	60,00		52,00	37,00		32,30	25,00	
	Mín.	54,30	54,65		30,30	23,15		17,45	14,15	
	IC	43,00	41,60		20,30	16,60		13,60	9,60	
LD	Máx.	59,47-	58,09-		43,17-	33,73-		27,01-	20,44-	
	MD	60,12	59,75	*	49,83	41,40	*	32,90	25,82	*
	Mín.	60,00	60,00		60,00	60,00		47,00	46,30	
		60,00	60,00		44,1	33,80		27,45	21,80	
		55,30	50,00		33,00	25,30		19,60	14,00	

