

Ana Luiza Pereira

Kelly Samara Ferreira

ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR NA MUSCULATURA SUPRA
HIÓIDEA: DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE INTENSIDADE

Trabalho apresentado à banca examinadora para
conclusão do Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de
Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientadora: Laélia Cristina Caseiro Vicente

Coorientadoras: Andréa Rodrigues Motta

Gabriela de Oliveira

Belo Horizonte

2018

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Deus por nos dar forças, nos sustentar e nos permitir concluir essa etapa tão importante em nossas vidas.

Agradecemos aos nossos pais, por sonhar esse sonho conosco e nos motivar a nunca desistir, e aos nossos amigos pelo apoio, convivência e pelos bons movimentos compartilhados.

Agradecemos também a nossa orientadora Laelia, por nos dar a oportunidade de realizar essa pesquisa, que contribuiu para nosso crescimento e conhecimento.

Agradecemos também pela paciência conosco, sempre nos auxiliando e motivando.

Agradecemos as coorientadoras, Andrea e Gabriela e a parecerista Patrícia Marques, pela contribuição com este trabalho.

Aos participantes da pesquisa, que doaram seu tempo para contribuir com esse trabalho.

Resumo Expandido

Introdução: A eletroestimulação neuromuscular (EENM) é um dos recursos terapêuticos para o tratamento da disfagia orofaríngea, com a finalidade de promover a movimentação supra-hioidea, laríngea e favorecer a contração dos músculos envolvidos no processo da deglutição. A EENM consiste na aplicação de uma corrente elétrica através da pele, que despolariza o tecido nervoso ou muscular durante uma tarefa funcional, a fim de melhorar a amplitude do movimento muscular e sua resistência. Na literatura os parâmetros de intensidade utilizados são diversos, não havendo consenso entre os estudos. **Objetivos:** Verificar quais as intensidades médias de corrente elétrica geram estímulos sensoriais e motores, e se há associação entre os estímulos com possíveis fatores demográficos e físicos em indivíduos adultos. **Método:** Participaram deste estudo sessenta e um sujeitos, sendo quarenta e quatro mulheres e dezessete homens, com idade de 18 a 78 anos, de ambos os sexos, com cognitivo preservado e capacidade de comunicação oral, ausência de doenças neurológicas, deformidades craniofaciais e queixa de disfagia. Foram excluídos aqueles sujeitos usuários de marca-passo e que não toleraram o estímulo até 4mA de intensidade na EENM. A EENM foi realizada por meio do equipamento VitalStim, onde foram utilizadas quatro posições diferentes para os dois canais de eletrodos do equipamento, a fim de que cada posição estimulasse a musculatura específica e as sensações fossem comparadas. Os participantes foram submetidos à EENM cinco vezes, sendo a primeira delas apenas para habituação a fim de que tivessem a percepção de como seria o estímulo, sendo que o equipamento era desligado assim que os participantes referiam tolerância máxima, sem que fosse informado qual a intensidade de EENM que havia atingido na habituação. **Resultados:** A média do estímulo sensorial encontrado neste trabalho,

foi de 7,30 mA, havendo variação em relação à faixa etária, altura do pescoço e peso corporal no estímulo sensorial, já o limiar do estímulo motor foi de 12,21 mA, onde a única variação foi relacionada ao peso corporal. **Conclusão:** Neste estudo, a média de sensação de intensidade da corrente elétrica do estímulo sensorial foi de 7,30mA e do estímulo motor foi de 12,21 mA, havendo variações em relação à faixa etária, altura do pescoço e peso corporal. Nos idosos a média de intensidade da sensação do estímulo sensorial é maior que na faixa etária de 18 a 39 anos. Quanto ao peso corporal, seu aumento acarretou em aumento na média da intensidade dos estímulos sensorial e motor. Já a altura do pescoço, a sensação do estímulo é inversa, quanto mais alto o pescoço menor é a média da intensidade do estímulo sensorial.

Descritores

Terapia por Estimulação Elétrica; Eletroterapia; Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea; Eletroestimulação Nervosa Transcutânea; Estimulação Elétrica Transcutânea; Transtornos de Deglutição; Disfagia;

Introdução

A eletroestimulação neuromuscular (EENM) é um dos recursos terapêuticos para o tratamento da disfagia orofaríngea, utilizada desde 1997 nos Estados Unidos com a finalidade de promover a movimentação supra-hioidea, laríngea e favorecer a contração dos músculos envolvidos no processo da deglutição, tratando-se de uma técnica não invasiva, aplicada por meio de eletrodos de forma transcutânea⁽¹⁾.

A EENM consiste na aplicação de corrente elétrica através da pele, que despolariza o tecido nervoso ou muscular durante uma tarefa funcional, a fim de melhorar a amplitude do movimento muscular e sua resistência ⁽²⁾. Aplica-se a corrente de Estimulação Elétrica Funcional (FES) para promover contração e a Eletroestimulação Nervosa Transcutânea (TENS) para analgesia e relaxamento ⁽³⁾.

Os eletrodos são aderidos a pele, na região cervical, sendo um cátodo (eletrodo negativo) e um ânodo (eletrodo positivo) que conduzem pulsos elétricos responsáveis por excitar a musculatura envolvida, por meio de estímulos nervosos periféricos. Esses pulsos elétricos se caracterizam quanto à frequência, amplitude e duração, influenciando sobre a contração muscular⁽⁴⁾.

Acredita-se que outros fatores também podem influenciar neste resultado, como o posicionamento dos eletrodos, o peso, idade, sexo e diâmetro cervical dos indivíduos submetidos ao estímulo.

O estímulo se difere ainda em nível sensorial, que neste trabalho foi relacionado a sensação de formigamento ⁽⁵⁾, e em nível motor, sensação de apertamento/estrangulamento ⁽⁶⁾, no nível sensorial a intensidade da EENM é tida como baixa e incapaz de gerar contração muscular, ou seja os receptores sensoriais

da pele, são estimulados pelos elétrodos de superfície, já no nível motor, tanto fibras motoras como sensoriais são ativadas e resultam em contração muscular, pois a estimulação é desencadeada em nervos motores ⁽⁷⁾.

Alguns estudos demonstram diferentes resultados e formas de aplicação da EENM, o estímulo empregado geralmente utiliza-se a intensidade máxima tolerada pelo indivíduo em um tempo de aproximadamente uma hora. A estimulação unilateral dos músculos milo-hioideo e tireo-hioideo por meio da utilização de eletrodos de agulha, por exemplo, resultou em maior elevação laríngea e velocidade do movimento quando comparada a estimulação em um só músculo ⁽⁸⁾, já a utilização de eletrodos de superfície com posicionamentos diferentes na região anterior do pescoço, encontrou abaixamento da laringe e do osso hioide durante o repouso e redução do movimento dessas estruturas durante a deglutição ⁽⁹⁾. Outro estudo demonstrou que a utilização de EENM em musculatura submentoniana gerou diminuição tardia da pressão em oro e hipofaringe⁽¹⁰⁾. A EENM quando aplicada em indivíduos sem distúrbios de deglutição, há mínimo efeito imediato, no entanto possuem a capacidade de estimular certos grupos musculares na região anterior do pescoço e de caracterizar o estímulo ao qual está sendo submetido ⁽¹¹⁾.

A variação de parâmetros presentes na literatura que possam nortear a intensidade do estímulo na EENM, faz com que esta seja realizada de forma empírica, apenas com a percepção subjetiva do sujeito que está sendo submetido ao estímulo. A padronização da intensidade necessária para a efetividade da EENM nos níveis sensorial e motor é necessária, de forma que facilite a sua utilização em diferentes pacientes, incluindo aqueles que não possuem o cognitivo ou a comunicação preservada.

Diante disso, os objetivos deste estudo foram verificar quais as intensidades médias de corrente elétrica geram estímulos sensoriais e motores, e se há associação entre os estímulos com possíveis fatores demográficos e físicos em indivíduos adultos.

Método

Trata-se um estudo transversal, analítico e experimental com amostra não probabilística realizado no Observatório de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais sob protocolo número 43751215.5.0000.5149 (Anexo 1) e os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 2).

Os participantes incluídos eram adultos, com idade a partir dos 18 anos, de ambos os sexos, com cognitivo preservado e capacidade de comunicação oral, ausência de doenças neurológicas, deformidades craniofaciais e queixa de disfagia. Foram excluídos aqueles sujeitos usuários de marca-passo e que não toleraram o estímulo até 4mA de intensidade na EENM.

O recrutamento dos indivíduos foi realizado por meio de convites aos alunos e funcionários da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, e às pessoas do convívio das pesquisadoras envolvidas. Todos os participantes foram submetidos à triagem clínica para investigar os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos no estudo por meio de avaliação simplificada (Anexo 3).

Participaram sessenta e um sujeitos, sendo quarenta e quatro mulheres e dezessete homens, com idade de 18 a 78 anos.

Na primeira etapa da coleta de dados, com o participante sentado, com a cabeça ereta, em um ângulo de 90°, foram coletados o diâmetro cervical (cm), utilizado fita métrica, para medir a circunferência cervical a partir da proeminência da cartilagem tireoide; altura cervical (cm), coletada por meio de paquímetro, tendo como ponto de referência a protuberância mentoniana e a incisura jugular do osso esterno. Posteriormente, com o participante descalço sobre um tablado, foi realizada a medição da altura (cm), usando um estadiômetro (Estadiômetro Personal Caprice Portátil 2060 Sanny); e medição de peso corporal (Kg) e o Índice de Massa Corporal - IMC (Kg/m^2), obtido por meio da balança (Balança Monitor de Gordura e Água UM080- Tanita).

Em seguida a EENM foi realizada por meio do equipamento VitalStim, que possui dois canais com dois eletrodos cada, com os parâmetros de corrente fixa de 80 Hz e duração do pulso de 700 μs (VitalStim, Chattanooga Groups).

Foram utilizadas quatro posições diferentes para os dois canais de eletrodos do equipamento VitalStim, de acordo com as posições recomendadas pelos idealizadores do equipamento (Vasudev, Verma, 2009), a fim de que cada posição estimulasse a musculatura específica e as sensações fossem comparadas.

- Posição 1: Os quatro eletrodos eram dispostos verticalmente ao longo da linha média do pescoço, o primeiro eletrodo em cima do osso hioide, o segundo eletrodo logo abaixo e em cima da proeminência laríngea, o terceiro e o quarto eletrodos foram posicionados em distâncias iguais, abaixo dos dois primeiros eletrodos. (Figura 1)

>>>> FIGURA 1 <<<<

- Posição 2: No canal 1 os eletrodos eram alinhados horizontalmente no osso hioide e no canal 2, os eletrodos eram alinhados verticalmente ao longo da linha média, o eletrodo superior ficava no nível da proeminência laríngea. (Figura 2)

>>>> FIGURA 2 <<<<

- Posição 3: No canal 1, os eletrodos foram alinhados ao longo da linha média, em cima do ventre geniohioideo e no canal 2, os eletrodos eram posicionados no mesmo lado do entalhe tireóideo, em cima do ventre do músculo tireohioideo. (Figura 3)

>>>> FIGURA 3 <<<<

- Posição 4: No canal 1, os eletrodos foram alinhados horizontalmente no osso hioide e os eletrodos superiores eram posicionados bem abaixo do osso hioide, já os eletrodos inferiores ficavam em cima do músculo tireohioideo, no nível da proeminência laríngea. (Figura 4)

>>>> FIGURA 4 <<<<

Em cada participante foi realizada a randomização das posições dos eletrodos, para tanto o sorteio foi feito por meio de cartões confeccionados com numeração de 1 a 4 para definir qual a ordem de testagem de cada posição.

Antes de realizar a fixação dos eletrodos, utilizou-se algodão embebido em álcool em gel antisséptico 70%, para limpeza da pele da parte anterior do pescoço, de modo a serem retiradas sujidades que pudessem interferir na transmissão da corrente elétrica. Após essa higienização, as aplicadoras higienizaram as suas mãos, utilizando o mesmo álcool, para posteriormente realizar manipulação digital de laringe do participante, a fim de obter referência do osso hioide. Utilizou-se lápis para os olhos, da marca Contém 1g, para marcá-lo e tê-lo como referência no momento de colocação dos eletrodos.

Utilizou-se para cada participante um par de eletrodos da marca Ultra StimElectrodes, colados na pele por meio do Micropore – Nexcare, hipoalergênico, da marca 3M, a fim de proporcionar maior aderência dos eletrodos a pele, para que eles não soltassem durante os pulsos elétricos, estes micropores eram trocados a cada posição.

Após o posicionamento dos eletrodos o participante era orientado quanto ao preenchimento da folha “Percepção da Eletroestimulação” (Anexo 4), no qual a intensidade do estímulo foi aumentada de forma gradativa a cada 30 segundos em 0.5mA, até a sua tolerância máxima. A cada intensidade testada, o participante registrou na folha de resposta a sensação do estímulo da EENM que variava de formigamento, apertamento e estrangulamento.

O participante foi submetido à EENM cinco vezes, sendo a primeira delas apenas para habituação a fim de que ele tivesse a percepção de como seria o estímulo, sendo que o equipamento era desligado assim que o participante referia

tolerância máxima, sem que fosse informado a ele a intensidade de EENM que havia atingido na habituação. As quatro EENM seguintes se diferenciaram quanto ao posicionamento dos eletrodos na musculatura do pescoço e o participante preencheu a folha de “Percepção da Eletroestimulação”.

Para análise dos resultados, a variável resposta foi a sensação referida pelo participante quanto à intensidade do estímulo, sendo considerado estímulo sensorial quando referia formigamento ⁽¹²⁾ e estímulo motor quando referia apertamento ou estrangulamento ⁽¹³⁾. Para compreender se as características demográficas e físicas dos participantes interferiam na sensação, foram consideradas variáveis explicativas a idade, o sexo, o diâmetro cervical, o peso, a altura, o IMC e a altura do pescoço.

Os resultados descritivos foram apresentados na forma de frequência observada, porcentagem, valor mínimo e máximo, mediana, média e desvio padrão. Para verificar a associação entre os estímulos sensorial e motor e as variáveis explicativas foi realizada a regressão linear múltipla, por meio da média de cada frequência do estímulo sensorial (formigamento e apertamento/estrangulamento) nas quatro posições dos eletrodos. Para a variável idade, utilizou-se a faixa etária nas análises estatísticas - 18 a 39 anos, 40 a 59 anos e idosos (60 anos ou mais). O programa utilizado nas análises foi o IBM SPSS Statistics versão 24. O nível de significância adotado nas regressões foi de 5% e intervalo de confiança de 95%.

Resultados

Este estudo contou com uma amostra de 61 indivíduos, sendo a maioria do sexo feminino e com faixa etária de 18 a 39 anos. A média do diâmetro cervical dos participantes foi de 34,1 cm, do peso foi de 66,1 kg, da altura de 1,65 m, do IMC foi de 25,3 kg/m² e da altura do pescoço de 10,9 cm (Tabela 1).

>>>> TABELA 1 <<<<

Em relação as sensações de formigamento (sensorial) e de aperto/estrangulamento (motor) em cada posição, a análise mostrou que na posição 1 a percepção média do estímulo no nível sensorial foi de 7,2mA e do motor foi de 12,1mA. Na posição 2, a média no nível sensorial foi de 7,3mA e motor de 12,3mA. A posição 3 obteve média no nível sensorial de 7,4mA e motor de 11,4mA. Na posição 4, a média no nível sensorial foi de 7,3mA e motor de 12,4mA. Considerando as quatro posições, a média do nível sensorial foi de 7,3mA, enquanto do nível motor foi de 12,21mA (Tabela 2). Segundo os resultados foi possível observar que as médias isoladas de cada posição não apresentaram grandes variações entre si e em relação a média geral.

>>>> TABELA 2 <<<<

Em relação às variáveis explicativas como possíveis fatores de influência em relação ao estímulo sensorial, verificou-se que houve associação nas quatro posições com algumas variáveis. Houve associação com a faixa etária quando os eletrodos estavam nas posições 1 e 3, na faixa etária de 60 anos ou mais houve aumento na média do estímulo sensorial em 3,5mA e 3,3mA, respectivamente, em comparação a faixa etária de 18 a 39 anos. O peso nas posições 3 e 4, sendo que com o aumento de 1kg no peso houve aumento médio da sensação em 0,2 mA e 0,1mA, respectivamente. Quanto à altura do pescoço, nas posições 1 e 2 verificou-

se que a cada aumento de 1cm na altura do pescoço há redução na média do estímulo sensorial de 0,4mA e 0,5mA, respectivamente. Sexo, diâmetro cervical, altura (ou estatura) e IMC não influenciaram na sensação do estímulo sensorial (Tabela 3).

>>>> TABELA 3 <<<<

Quanto ao estímulo motor a única variável que houve associação foi o peso na posição 1 dos eletrodos, sendo que com o aumento de 1 kg no peso houve aumento médio da sensação em 0,2mA. As demais variáveis não influenciaram o nível de sensação do estímulo motor (Tabela 4).

>>>> TABELA 4 <<<<

Discussão

A média do estímulo sensorial encontrado neste trabalho, foi de 7,30 mA, havendo variação em relação à faixa etária, altura do pescoço e peso corporal, já o limiar do estímulo motor foi de 12,21 mA, onde a única variação foi relacionada ao peso corporal.

O limiar dos estímulo sensorial e motor na EENM sempre foi um desafio no processo terapêutico. A ausência de parâmetro de intensidade definido, implica na aplicação de estimulação até a tolerância máxima do indivíduo⁽¹⁴⁾. Essa tolerância pode ser definida pelo relato do paciente⁽¹⁵⁾ ou na observação da ação motora da

musculatura estimulada⁽¹⁶⁾. Entretanto, pacientes com comprometimentos cognitivos e alterações na linguagem, apresentam dificuldades em expressar e direcionar onde está sua tolerância máxima, o que acarreta na obtenção de resultados subjetivos na pesquisa, sendo este um critério de exclusão em alguns estudos^(12,17).

Neste estudo, encontrou-se como estímulo sensorial a intensidade média de 7,3mA, obtida a partir do relato dos indivíduos de sensação de formigamento na pele. A sensação de formigamento foi utilizada por alguns estudos para definir o estímulo sensorial^(12,18). A amplitude do nível de corrente elétrica descrita em um estudo foi de aproximadamente 7 mA, corroborando com o valor encontrado neste estudo⁽¹⁸⁾.

No que se refere ao estímulo motor, observou-se que os indivíduos relataram sensação de apertamento/estrangulamento na intensidade média de 12.2mA. Vários estudos utilizaram essas sensações para determinar o estímulo motor^(13,17,19,20,21). Há relatos de estimulação motora nas intensidades de 8,5 mA⁽¹³⁾ e entre 9 a 20mA⁽¹⁷⁾.

Tanto os resultados desse estudo como a literatura, notam-se variação grande na faixa de intensidade dos estímulos sensorial e motor na EENM, os limiares de sensação e tolerância são individuais e dependem de vários fatores. Na tentativa de verificar se os fatores demográficos e físicos dos indivíduos estavam associados a sensação do estímulo na EENM, observou-se que as variáveis faixa etária, peso corporal e altura do pescoço apresentaram influência.

Sabe-se que o envelhecimento é um processo que provoca alterações e desgastes em vários sistemas funcionais, ocorrendo de forma progressiva⁽²²⁾ e caracterizando-se pela diminuição da capacidade funcional dos diversos órgãos e

tecidos⁽²³⁾. É acompanhada por um menor desempenho neuromotor, associado à diminuição no número e tamanho das fibras musculares⁽²⁴⁾. A sarcopenia, definida como o declínio progressivo de massa muscular, força e qualidade de contração, é uma condição comum no idoso⁽²⁵⁾, e ocorre em função da hipoplasia das fibras musculares, alterações nos neurônios periféricos, além de modificações intrínsecas à célula⁽²⁶⁾.

Outra característica é que a pele do adulto sofre diversas e profundas transformações com o avanço da idade, onde há maior dificuldade em perceber estímulos, devido a capacidade reduzida dos receptores sensoriais⁽²⁷⁾. A pele apresenta corpúsculos nervosos espalhados nas diferentes regiões corpóreas e com capacidade de distinções sensitivas diversas. Com o envelhecimento, diminui a quantidade e o volume de alguns desses corpúsculos⁽²⁸⁾.

Estes fatores podem ser determinantes para que os idosos tenham a média da intensidade maior para perceber o estímulo sensorial em comparação a faixa etária de 18 a 39 anos, porém, a ausência de bibliografias que relacionem a percepção dos idosos em relação aos jovens dificultaram uma discussão mais profunda desse achado.

As variáveis peso corporal e altura do pescoço não são medidas recorrentes na literatura, desta forma, nesse estudo serão levantadas hipóteses baseadas na física.

Acredita-se que o peso corporal pode influenciar na sensação do estímulo elétrico uma vez que a corrente precisa percorrer uma distância maior entre a pele, onde estão fixados os eletrodos, e os neurônios periféricos. Segundo o princípio da eletrodinâmica, a energia dissipada se perde nesse caminho, ou seja, a percepção

da intensidade é menor quando chega aos neurônios periféricos. Assim, quanto maior a massa corporal maior a média de intensidade aplicada para os estímulos sensorial e motor.

Nota-se na literatura ausência de consenso quanto à localização dos eletrodos na musculatura do pescoço, tal fator é importante para determinar o grupo de fibras musculares específicas a serem estimuladas⁽²⁹⁾. Encontra-se diferentes fixações para os eletrodos, como um par de eletrodos colocado na região submental e o segundo par colocado adjacente a cartilagem tireoide⁽³⁰⁾; ambos os pares de eletrodos dispostos horizontalmente na região submental⁽¹²⁾; um par de eletrodos nos músculos supra hioideos logo acima da extremidade do osso hioide e o outro par nos músculos infra hioideos⁽³⁰⁾ e um par de eletrodos alinhados horizontalmente acima do osso hioide na região submental e o segundo par alinhado horizontalmente entre o osso hioide e a cartilagem tireoide, inferior e ligeiramente medial aos cornos posteriores do osso hioide⁽³¹⁾.

Neste estudo, optou-se por testar as quatro posições de fixação do eletrodo, propostas pelos idealizadores do VitalStim, buscando alguma variação no padrão de resposta, entretanto em nenhuma delas notou-se variação significativa. A literatura baseia-se majoritariamente em estudos com indivíduos com alguma patologia. Todavia este estudo objetivou pesquisar indivíduos com ausência de patologia capazes de direcionar quanto as suas sensações frente a eletroestimulação. Permitiu-se que o participante fosse até a tolerância máxima e os achados encontrados mostraram que independentemente da localização que os eletrodos estivessem fixados no pescoço, à medida que a intensidade aumentava, os participantes a graduavam como mais desconfortável e solicitavam que o estímulo fosse encerrado.

Alguns autores optaram por estudar população saudável⁽²⁰⁾, outros por população que apresentava alguma patologia de base e disfagia como consequência⁽³²⁾, contudo nenhum estabeleceu um protocolo de intensidade que pudesse ser padronizado.

A partir dos resultados encontrados neste estudo sugerimos que a intensidade média da estimulação sensorial seja 7,30 mA e a da estimulação motora seja 12,21mA, todavia a sensação do estímulo referida pelo indivíduo deve ser considerada também. A idade, o peso e a altura do pescoço das pessoas podem ser ponderados para definir a intensidade do estímulo na EENM.

Uma das limitações encontradas, foi a escassez de pesquisas que analisem as variáveis demográficas e físicas e suas interferências na aplicação da EENM.

Determinar parâmetros de intensidade na eletroestimulação é um grande desafio, sabe-se que o número de participantes e amostra homogênea é importante para obtenção dos resultados. Neste estudo, a amostra foi composta por um número de participantes reduzido, sendo o perfil predominantemente do sexo feminino, na faixa etária de 18 a 39 anos. A partir disso, sugere-se que outros estudos analisem os parâmetros de intensidade da EENM para que balizadores terapêuticos sejam estabelecidos e possam ser aplicados em indivíduos pouco responsivos. É importante ressaltar que essa pesquisa obteve resultados significativos que podem contribuir e direcionar na criação desses protocolos para padronização dos parâmetros que devem ser utilizados na aplicação da eletroestimulação.

Conclusões

Neste estudo, a média de sensação de intensidade da corrente elétrica do estímulo sensorial foi de 7,30 mA e do estímulo motor foi de 12,21 mA, havendo

variações em relação à faixa etária, altura do pescoço e peso corporal no estímulo sensorial e o peso corporal no estímulo motor. Nos idosos a média de intensidade da sensação do estímulo sensorial é maior do que os adultos, quanto maior a altura do pescoço menor é a média de sensação do estímulo sensorial e quanto maior for o peso do indivíduo maior é a média de intensidade da sensação dos estímulos sensorial e motor.

Referências bibliográficas

- 1 - Guimaraes BTL, Furkim AM, Silva RG et al. Eletroestimulação neuromuscular na reabilitação da disfagia orofaríngea. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2010;15:615-21
- 2 - Carbany-Mann GD, Crary MA et al. Examining the evidence on neuromuscular electrical stimulation for swallowing: a meta-analysis. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2007;133:564 -71.
- 3 - Lin PH1, Hsiao TY, Chang YC, Ting LL, Chen WS, Chen SC et al. Effects of functional electrical stimulation on dysphagia caused by radiation therapy in patients with nasopharyngeal carcinoma. 2011 Support Care Cancer.. Jan;19(1):91-9.
- 4 - Peckham PH, Knutson JS et al. Functional electrical stimulation for neuromuscular applications. Annu Rev Biomed Eng. 2005;7:327-60.
- 5 - Hamada S, Yamaguchi H, Hara H et al. Does sensory transcutaneous electrical stimulation prevent pneumonia in the acute stage of stroke? A preliminary study. Int J Rehabil Res. 2017 Mar;40(1):94-96.
- 6 - Frost J, Robinson HF, Hibberd J et al. A comparison of neuromuscular electrical stimulation and traditional therapy, versus traditional therapy in patients with longstanding dysphagia. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg. 2018 Jun;26(3):167-173

- 7 - Barikroo A, Lam PM et al. Comparing the effects of rehabilitation swallowing therapy vs. functional neuromuscular electrical stimulation therapy in an encephalitis patient: a case study. *Dysphagia*. 2011; 26(4): 418-23
- 8 - Christiaanse M, Glynn J, Bradshaw J et al. Experience with transcutaneous electrical stimulation: A new treatment option for the management of pediatric dysphagia. NCSHA. Charleston; 2003
- 9 - Humbert IA, Poletto CJ, Saxon KG, Kearney PR, Crujido L, Wright-Harp W, et al. The effect of surface electrical stimulation on hyolaryngeal movement in normal individuals at rest and during swallowing. *J Appl Physiol*. 2006;101(6):1657-63.
- 10 - Doeltgen SH, Dalrymple-Alford J, Ridding MC, Huckabee ML et al. Differential effects of neuromuscular electrical stimulation parameters on submental motor-evoked potentials. *Neurorehabil Neural Repair*. 2010;24(6): 519-27
- 11 - Berretin-Felix G et al. Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular na função de deglutição em jovens e idosos saudáveis. 2012. Tese (Livre Docência em Motricidade Orofacial) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2011.
- 12 - Hoo Young Lee, Ji Seong Hong, Kil Chan Lee, Yoon-Kyum Shin, Sung-Rae Cho et al. Changes in Hyolaryngeal Movement and Swallowing Function After Neuromuscular Electrical Stimulation in Patients With Dysphagia. *Ann Rehabil Med*. 2015 Apr; 39(2): 199–209.
- 13 - Doo-Ho Lee, Ji-Su Park, Seung-Woong Lee, Jong-Bae Choi et al. Effects of electrical stimulation combined with dysphagia therapy in elderly individual with oropharyngeal dysphagia: a case study. *J PhysTher Sci*. 2017 Mar; 29(3): 556–557.

- 14 - Jungheim M, Schubert C, Miller S, Ptok M et al. Swallowing Function After Continuous Neuromuscular Electrical Stimulation of the Submandibular Region Evaluated by High-Resolution Manometry. *Dysphagia*. 2017 Aug;32(4):501-508.
- 15 - Terre R, Martinell M, González B, Ejarque J, Mearin F et al. Treatment of oropharyngeal dysphagia with neuromuscular electrostimulation. *MedClin (Barc)*. 2013;140(4):157–160.
- 16 - Barikroo A, Carnaby G, Bolser D, Rozensky R, Crary M et al. Transcutaneous electrical stimulation on the anterior neck region: The impact of pulse duration and frequency on maximum amplitude tolerance and perceived discomfort. *J Oral Rehabil*. 2018 Jun;45(6):436-441.
- 17 - Park JS, Oh DH, Hwang NK, Lee JH et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation combined with effortful swallowing on post-stroke oropharyngeal dysphagia: a randomised controlled trial. *J Oral Rehabil*. 2016 Jun;43(6):426-34.
- 18 - Li L, Li Y, Huang R, Yin J, Shen Y, Shi J et al. The value of adding transcutaneous neuromuscular electrical stimulation (VitalStim) to traditional therapy for post-stroke dysphagia: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2015 Feb;51(1):71-8.
- 19 - Kushner DS¹, Peters K, Eroglu ST, Perless-Carroll M, Johnson-Greene D et al. Neuromuscular electrical stimulation efficacy in acute stroke feeding tube-dependent dysphagia during inpatient rehabilitation. *Send to Am J Phys Med Rehabil*. 2013 Jun;92(6):486-95.
20. Sae Hyun Kim, Byung-Mo Oh, Tae Ryun Han, HoJoongJeong, Young Joo Sim, et al. Different Movement of Hyolaryngeal Structures by Various Application of

Electrical Stimulation in Normal Individuals. *Ann Rehabil Med*. 2015 Aug; 39(4): 535–544.

21. Tang Y, Lin X, Lin XJ, Zheng W, Zheng ZK, Lin ZM et al. Therapeutic efficacy of neuromuscular electrical stimulation and electromyographic biofeedback on Alzheimer's disease patients with dysphagia. *Medicine (Baltimore)*. 2017 Sep;96(36):e8008.

22. Matsudo *et al.*, 2000) MATSUDO, S.M.; MATSUDO, V.K.R.; NETO B, T.L. Efeitos benéficos da atividade física na aptidão física e saúde mental durante o processo de envelhecimento. *RevBrasAtivFisSaude*. 5(2), 2000. p.60-76

23. Carvalho-Filho E. Fisiologia do Envelhecimento. In: Papaléo Netto M. *Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada*. São Paulo: Atheneu; 2002. p. 60-70.

24. Borges, O. Isometric and isokinetic knee extension and flexion torque in men and women aged 20-70. *Scand J Rehabil Med*, v.21, n.1, p.45-53. 1989.

25. Thompson LV. Age-related muscle dysfunction. *ExpGerontol* 2009;44(1-2):106-11

26 - Oyarzún M. Funciónrespiratoriaenlasenectud. *RevMéd Chile* 2009;137(3):411-8.

27. Santos VLCG. Avanços tecnológicos no tratamento de feridas e algumas aplicações em domicílio. In: Duarte YAO, Diogo MJD. *Atendimento domiciliar: um enfoque gerontológico*. São Paulo: Atheneu; 2000. p.265-306.

28. AZULAY, R.D., AZULAY, D.R. *Dermatologia*. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1999. p. 54-62.

29. Beom J, Kim SJ, Han TR. et al. Electrical Stimulation of the Suprahyoid Muscles in Brain-injured Patients with Dysphagia: A Pilot Study. *Ann Rehabil Med*. 2011 Jun;35(3):322-7.
30. Beom J, Oh BM, Choi KH, Kim W, Song YJ, You DS et al. Effect of Electrical Stimulation of the Suprahyoid Muscles in Brain-Injured Patients with Dysphagia. *Dysphagia*. 2015 Aug;30(4):423-9.)
31. Barikroo A, Berretin-Felix G, Carnaby G, Crary M et al. Effect of transcutaneous electrical stimulation amplitude on timing of swallow pressure peaks between healthy young and older adults. *Gerodontology*. 2017 Mar;34(1):24-32.
32. Sproson L1, Pownall S2, Enderby P3, Freeman J4. et al. Combined electrical stimulation and exercise for swallow rehabilitation post-stroke: a pilot randomized control trial. *Int J Lang CommunDisord*. 2018 Mar;53(2):405-417.

Anexos

Anexo 1 – Aprovação Comitê de ética e pesquisa da UFMG



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Projeto: CAAE – 43751215.5.0000.5149

Interessado(a): Prof^a. Laelia Cristina Caseiro Vicente
Departamento de Fonoaudiologia
Faculdade de Medicina- UFMG

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 06 de maio de 2015, o projeto de pesquisa intitulado "**Eletroestimulação neuromuscular na musculatura supraioidea: definição dos parâmetros de intensidade**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto através da Plataforma Brasil.

Profa. Dra. Telma Campos Medeiros Lorentz
Coordenadora do COEP-UFMG

Av. Pres. Antonio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II - 2º andar – Sala 2005 – Cep:31270-901 – BH-MG
Telefax: (031) 3409-4592 - e-mail: coep@prpq.ufmg.br

Anexo 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Eletroestimulação neuromuscular na musculatura supraioidea: definição dos parâmetros de intensidade”.

O motivo que nos leva a estudar esse assunto, é o fato de não existir na literatura valores padronizados de intensidade do estímulo na eletroestimulação. Sendo assim, esta é realizada de acordo com o relato individual, sem parâmetros definidos. A eletroestimulação é uma técnica nova e tem a finalidade de promover o aumento da sensibilidade e da força da musculatura do pescoço.

Para este estudo a eletroestimulação neuromuscular (EENM) será realizada no Laboratório de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais. Inicialmente serão posicionados eletrodos na região do pescoço e em seguida o aparelho será ligado e os estímulos serão dados e aumentados gradativamente. A cada aumento do estímulo, a sensação causada será anotada por você. O estímulo será interrompido automaticamente quando o desconforto for intenso e intolerável.

O Sr.(a) será submetido à eletroestimulação cinco vezes, sendo a primeira apenas para ter a percepção geral de como é o estímulo e as outras para classificar a sua sensação de acordo com a posição dos eletrodos no pescoço. A intensidade do estímulo vai ser aumentada de forma gradativa a cada 30 segundos, até a sua tolerância máxima.

Este estudo não acarretará riscos diretos à sua saúde, visto que é uma prática não invasiva. No entanto, pode submetê-lo a um desconforto decorrente dos pulsos elétricos disparados nos músculos. Em decorrência desse possível desconforto, o Sr.(a) poderá interromper a eletroestimulação, bem como se recusar a continuar participando do estudo em qualquer momento, sem qualquer consequência.

O estudo não apresenta benefícios diretos, contudo, é importante para uma pesquisa pouco explorada e para o avanço da ciência. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada e o seu nome e o material que indique sua participação não serão divulgados em qualquer hipótese.

Em caso de dúvida sobre os procedimentos, você poderá entrar em contato com as pesquisadoras Gabriela Oliveira (31)8285-4242, Mariane Andrade (31)9688-9168, Laelia Vicente (31)9619-1875, Eliene Ribeiro (31)8727-8733 e Andréa Motta (31)3409-9791. Sobre a autorização para realização deste estudo, você poderá entrar em contato com o Comitê de ética e pesquisa da UFMG (31)3409-4592, localizado na Av. Antônio Carlos, 6627; Unidade Administrativa II – 2ª andar – sala 2005; Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG – Brasil.

Eu, _____, portador do documento de Identidade _____ fui informado (a) dos objetivos do estudo “Eletroestimulação neuromuscular na musculatura supraioidea: definição dos parâmetros de intensidade”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Estou ciente que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, modificar minha decisão de participar se assim o desejar e que a minha identidade não será divulgada.

Declaro que concordo em participar desse estudo e a divulgação dos resultados. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome do participante _____ Assinatura _____ Data __/__/__

Nome do pesquisador _____ Assinatura _____ Data __/__/__

Nome da testemunha _____ Assinatura _____ Data __/__/__

Anexo 3

PROTOCOLO DE TRIAGEM PARA CRITÉRIO DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Nome: _____ Data: __/__/__

Data de Nascimento __/__/__ Sexo: _____ Idade: _____ Diâmetro]altura cervical _____
Peso/altura: _____ Imc _____

Histórico de doenças (incluindo doenças respiratórias, cardíacas e outras):

Usuário de marca passo () sim () não

Habilidade cognitiva:

	Compreende e executa o comando		
Ordens simples	Sim	Não	Com dificuldade
Coloque a mão no nariz			
Coloque a mão no chão			
Dobre o papel ao meio			
Ordens complexas			
Coloque a mão na boca e feche os olhos			
Coloque o papel no chão e pegue o lápis que está lá			
Pegue o papel dobre ao meio e coloque em cima da mesa			

Habilidade Comunicativa

	Compreende e executa o comando		
	Sim	Não	Com dificuldade
Conte de 1 a 10			
Fale os dias da semana			
Fale os meses do ano			
Nomeie os objetos (caneta, relógio e mesa)			

Anexo 4

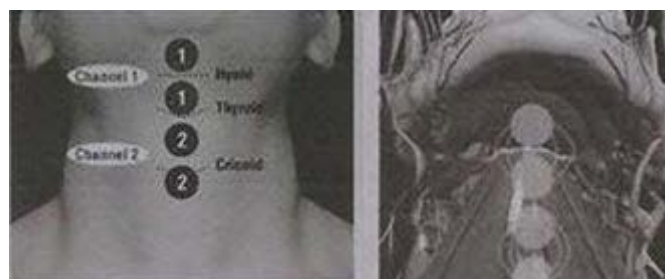
Percepção da eletroestimulação – Posição ____

Ordem de testagem: 1ª() 2ª () 3ª() 4ª()

Participante: _____ Data: __/__/__

Intensidade	Nível de sensação						
	Nenhum	Muito leve	Leve	Moderado	Forte	Forte mas Tolerável	Intolerável
1,0							
1,5							
2,0							
2,5							
3,0							
3,5							
4,0							
4,5							
5,0							
5,5							
6,0							
6,5							
7,0							
7,5							
8,0							
8,5							
9,0							
9,5							
10							
10,5							
11							
11,5							
12							
12,5							
13							
13,5							
14							
14,5							
15							
15,5							
16							
16,5							
17							
17,5							
18							
18,5							
19							
19,5							
20							
20,5							
21							
21,5							
22							
22,5							
23							
23,5							
24							
24,5							
25							

Figura 1



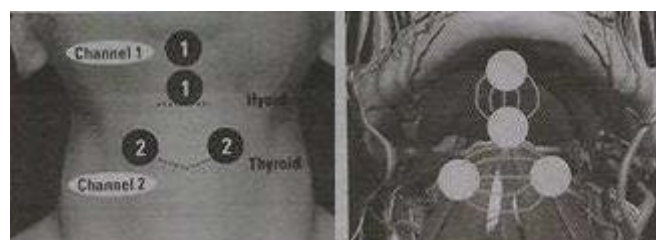
Fonte: VitalStim Therapy Training Manual – Electrode Placement Abstract

Figura 2



Fonte: VitalStim Therapy Training Manual – Electrode Placement Abstract

Figura 3



Fonte: VitalStim Therapy Training Manual – Electrode Placement Abstract

Figura 4



Fonte: VitalStim Therapy Training Manual – Electrode Placement Abstract

Tabelas

TABELA 1: Características demográficas e físicas dos participantes

		n	%			
Sexo	Masculino	17	27,87			
	Feminino	44	72,13			
Faixa etária	18 a 39 anos	44	72,13			
	40 a 59 anos	10	16,39			
	60 anos ou mais	7	11,48			
		Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio padrão
Idade	19	78	24	33,75	-	
Diâmetro cervical (cm)	28,00	45,00	33,00	34,07	3,59	
Peso (Kg)	43,00	101,30	63,80	66,09	13,12	
Altura (cm)	1,49	1,96	1,65	1,65	0,10	
IMC (kg/m²)	9,20	44,60	23,63	25,30	7,86	
Altura do pescoço (cm)	6,80	15,00	11,00	10,96	1,96	

Legenda: n = número de sujeitos; cm = centímetros; kg = quilograma; kg/m² = quilogramas por metro (altura) quadrado

TABELA 2: Resultado da sensação do estímulo da EENM em cada posição dos eletrodos e no geral (em mA)

	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio padrão
--	--------	--------	---------	-------	---------------

P1	Sensorial	2,50	17,00	6,50	7,21	2,79
	Motor	3,00	22,50	11,38	12,07	4,17
P2	Sensorial	3,25	19,00	6,50	7,26	3,06
	Motor	6,00	21,25	11,75	12,26	3,94
P3	Sensorial	2,75	15,75	7,00	7,41	3,07
	Motor	5,00	23,00	10,38	11,43	4,35
P4	Sensorial	2,63	15,50	6,92	7,35	2,81
	Motor	5,25	22,00	11,75	12,42	3,98
Geral	Sensorial	3,18	16,06	7,28	7,30	2,68
	Motor	5,64	21,72	1,98	12,21	3,95

Legenda: P = posição dos eletrodos; mA = miliamperes

TABELA 3: Associação do estímulo sensorial com as variáveis explicativas em cada posição dos eletrodos

Variáveis independentes	Variável dependente - Sensorial		
	β	Erro	Valor p* 95.0% de Intervalo de

				padrão		Confiança para β	
						Limite inferior	Limite superior
P1	Faixa etária	18 a 39 anos	0,000	-	-	-	-
		40 a 59 anos	0,874	1,195	0,469	-1,537	3,284
		60 anos ou mais	3,516	1,471	0,021	0,550	6,482
	Sexo	Masculino	0,000	-	-	-	-
		Feminino	2,288	1,769	0,203	-1,279	5,856
	Diâmetro cervical (cm)		0,128	0,274	0,644	-0,425	0,681
	Peso (Kg)		0,096	0,064	0,143	-0,034	0,226
	Altura (cm)		0,400	5,901	0,946	-11,500	12,300
	IMC (kg/m ²)		-0,098	0,080	0,226	-0,258	0,063
	Altura do pescoço (cm)		-0,437	0,209	0,042	-0,858	-0,016
P2	Faixa etária	18 a 39 anos	0,000	-	-	-	-
		40 a 59 anos	-0,544	1,205	0,654	-2,982	1,894
		60 anos ou mais	2,530	1,462	0,091	-0,426	5,487
	Sexo	Masculino	0,000	-	-	-	-
		Feminino	1,348	1,829	0,465	-2,351	5,047
	Diâmetro cervical (cm)		0,226	0,284	0,430	-0,348	0,800
	Peso (Kg)		0,073	0,063	0,256	-0,055	0,201
	Altura (cm)		-5,408	6,196	0,388	-17,940	7,124
	IMC (kg/m ²)		-0,055	0,082	0,508	-0,220	0,111
	Altura do pescoço (cm)		-0,448	0,210	0,039	-0,874	-0,023
P3	Faixa etária	18 a 39 anos	0,000	-	-	-	-
		40 a 59 anos	0,726	1,361	0,597	-2,027	3,478
		60 anos ou mais	3,330	1,649	0,050	-0,006	6,666
	Sexo	Masculino	0,000	-	-	-	-
		Feminino	1,440	2,111	0,499	-2,830	5,711
	Diâmetro cervical (cm)		-0,186	0,321	0,566	-0,835	0,464
	Peso (Kg)		0,190	0,072	0,011	0,045	0,335
	Altura (cm)		-1,692	6,851	0,806	-15,549	12,165
	IMC (kg/m ²)		-0,143	0,091	0,124	-0,328	0,041
	Altura do pescoço (cm)		-0,187	0,247	0,454	-0,685	0,312
P4	Faixa etária	18 a 39 anos	0,000	-	-	-	-
		40 a 59 anos	1,190	1,436	0,413	-1,721	4,100
		60 anos ou mais	2,651	1,641	0,115	-0,674	5,975
	Sexo	Masculino	0,000	-	-	-	-
		Feminino	1,601	2,191	0,470	-2,838	6,039
	Diâmetro cervical (cm)		-0,277	0,320	0,393	-0,926	0,372
	Peso (Kg)		0,144	0,069	0,045	0,004	0,284
	Altura (cm)		0,741	6,478	0,910	-12,385	13,866
	IMC (kg/m ²)		-0,082	0,092	0,376	-0,268	0,103
	Altura do pescoço (cm)		-0,276	0,227	0,230	-0,735	0,183

Legenda: P = Posição dos eletrodos; (β) = Coeficiente beta; (*) = Regressão linear múltipla; (0) = Categoria de referência; Estatisticamente significativo ao nível de 5%; cm = centímetro; kg = quilograma; kg/m² = quilogramas por metro (altura) quadrado

TABELA 4: Associação do estímulo motor com as variáveis explicativas em cada posição dos eletrodos

Variáveis independentes	Variável dependente -Motor
-------------------------	----------------------------

			β	Erro padrão	Valor p*	95.0% de Intervalo de Confiança para β	
						Limite inferior	Limite superior
P1	Faixa etária	18 a 39 anos	0,000	-	-	-	-
		40 a 59 anos	1,330	2,413	0,585	-3,555	6,215
		60 anos ou mais	1,878	2,866	0,516	-3,923	7,679
	Sexo	Masculino	0,000	-	-	-	-
		Feminino	-1,004	3,332	0,765	-7750	5,741
	Diâmetro cervical (cm)		-0,529	0,522	0,317	-1,587	0,528
	Peso (Kg)		0,230	0,112	0,047	0,003	0,457
	Altura (cm)		-8,542	11,188	0,450	-31,192	14,108
	IMC (kg/m²)		-0,177	0,141	0,217	-0,463	0,109
Altura do pescoço (cm)		0,089	0,421	0,834	-0,764	0,941	
P2	Faixa etária	18 a 39 anos	0,000	-	-	-	-
		40 a 59 anos	-1,429	2,000	0,479	-5,469	2,610
		60 anos ou mais	3,215	2,276	0,165	-1,381	7,812
	Sexo	Masculino	0,000	-	-	-	-
		Feminino	2,906	2,818	0,308	-2,784	8,597
	Diâmetro cervical (cm)		0,149	0,428	0,729	-0,716	1,014
	Peso (Kg)		0,172	0,098	0,088	-0,027	0,370
	Altura (cm)		0,149	9,364	0,987	-18,763	19,061
	IMC (kg/m²)		-0,136	0,124	0,278	-0,386	0,114
Altura do pescoço (cm)		-0,391	0,309	0,214	-1,015	0,234	
P3	Faixa etária	18 a 39 anos	0,000	-	-	-	-
		40 a 59 anos	-1,870	2,694	0,492	-7,323	3,583
		60 anos ou mais	0,840	2,909	0,774	-5,050	6,730
	Sexo	Masculino	0,000	-	-	-	-
		Feminino	-0,275	3,427	0,936	-7,214	6,663
	Diâmetro cervical (cm)		-0,081	0,523	0,878	-1,139	0,977
	Peso (Kg)		0,154	0,121	0,212	-0,092	0,399
	Altura (cm)		-5,004	11,615	0,669	-28,516	18,509
	IMC (kg/m²)		-0,032	0,150	0,830	-0,337	0,272
Altura do pescoço (cm)		-0,189	0,390	0,630	-0,978	0,599	
P4	Faixa etária	18 a 39 anos	0,000	-	-	-	-
		40 a 59 anos	-1,171	2,051	0,571	-5,312	2,971
		60 anos ou mais	2,358	2,382	0,328	-2,452	7,167
	Sexo	Masculino	0,000	-	-	-	-
		Feminino	3,702	2,894	0,208	-2,142	9,546
	Diâmetro cervical (cm)		0,037	0,447	0,935	-0,866	0,939
	Peso (Kg)		0,189	0,104	0,076	-0,021	0,399
	Altura (cm)		1,324	10,081	0,896	-19,035	21,683
	IMC (kg/m²)		-0,130	0,133	0,332	-0,399	0,138
Altura do pescoço (cm)		-0,392	0,328	0,239	-1,054	0,270	

Legenda: P = Posição dos eletrodos; (β) = Coeficiente beta; (*) = Regressão linear múltipla; (0) = Categoria de referência; Estatisticamente significativo ao nível de 5%; cm = centímetro; kg = quilograma; kg/m² = quilogramas por metro (altura) quadrado