



FMUC FACULDADE DE MEDICINA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Acupunctura e a atividade elétrica dos músculos

Estudo experimental

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Autor: Mélodi Guedes

Orientador: Mestre Eng. José Ricardo Cabeças

Co-Orientador: Professor Doutor António Silvério Cabrita

Coimbra, julho de 2016

Acupunctura e a Atividade Elétrica dos Músculos
Guedes, M.¹; Cabeças, J.²; Cabrita, A.³

¹ Aluna de Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

² Aluno de Doutoramento em Engenharia Biomédica da Universidade de Coimbra

³ Professor Doutor Auxiliar da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Área de Medicina Dentária, FMUC, Coimbra, Portugal
Avenida Bissaya Barreto, Blocos de Celas
3000-075 Coimbra
Tel.: +351 239 484 183
Fax: +351 239 402 910

“Já não é necessário passar centenas de horas a aprender artes mágicas complexas da Medicina Tradicional Chinesa. O caminho está agora aberto para novas descobertas resultantes da pesquisa científica, pois sabemos cada vez mais como a acupuntura consegue desencadear os seus efeitos. Esta técnica de estimulação neuroelétrica possibilita a estimulação dos mecanismos homeostáticos no Sistema Nervoso Central para controlo da dor e de outras patologias.”

George A. Ulett

Resumo

Introdução: A ativação da contração muscular inicia-se através de um estímulo que surge devido à transmissão de um impulso nervoso, designado de potencial de ação. O potencial de ação consiste na inversão das cargas elétricas ao longo da célula nervosa originando uma corrente elétrica, ou seja, assenta num fenómeno elétrico envolvendo as grandezas fundamentais da eletricidade. A acupunctura, em termos fisiológicos, consiste numa técnica de estimulação dos nervos periféricos sensitivos e autónomos que ativam vários mecanismos de autorregulação do organismo. **Objetivo:** Este estudo experimental tem como objetivo fazer a colheita dos potenciais de ação num estudo de superfície, avaliando a atividade elétrica na prática de punctura seca no masséter. **Material e Métodos:** O protocolo do estudo consistiu numa sessão com punctura em três locais (três centímetros à frente do buraco 05 San Jiao, região superior do masséter – canal 0 e região inferior do masséter – canal 1), com elétrodos acoplados a cada agulha para registar os potenciais elétricos durante cinco minutos, em trinta voluntários. **Resultados:** No canal 0 e 1, a densidade de potência ($\mu\text{V}^2/\text{Hz}$) apresenta uma média para todos os voluntários de $9,22 \pm 1,45$ e $9,46 \pm 1,77$, respetivamente. No canal 0 e 1, o valor efetivo da tensão (μV) apresenta uma média de todos os voluntários de $37,31 \pm 280,53$ e $55,67 \pm 377,07$, respetivamente. No canal 0 o valor da média final para o primeiro minuto foi $9814,42 \pm 2980,21$, $7684,34 \pm 1052,05$ para o segundo minuto, $7098,29 \pm 998,47$ para o terceiro minuto, para o quarto foi $5840,94 \pm 828,15$ e para o quinto minuto foi $4853,85 \pm 626,56$. No canal 1 os valores da média para cada minuto foram: para o primeiro minuto foi $-9204,35 \pm 2942,04$, $-7246,53 \pm 1042,39$ para o segundo minuto, $-5691,07 \pm 1095,92$ para o terceiro minuto, $-7685,49 \pm 836,32$ para o quarto e $-10867,78 \pm 650,55$ para o quinto minuto. Obtiveram-se valores estatisticamente significativos para o canal 0 no primeiro e segundo minuto referente ao estado emocional, $p = 0,01$ e $p = 0,04$, respetivamente. Para o canal 1 os valores estatisticamente significativos foram registado relativamente ao estado emocional em todos os minutos, $p = 0,02$, $p = 0,05$, $p = 0,03$, $p = 0,03$ e $p = 0,03$ e ao cansaço do segundo minuto ao quinto minuto, com $p = 0,04$, $p = 0,04$, $p = 0,05$ e $p = 0,04$, respetivamente. Para a densidade de potência para o canal 0 referente aos problemas sistémicos $p = 0,03$. **Discussão:** Os potenciais do canal 0 decresceram ao longo dos cinco minutos, no canal 1 ocorreu um decréscimo seguido de um aumento dos potenciais. Os valores estatisticamente significativos sugerem uma relação entre o estado emocional e a variação dos potenciais. **Conclusão:** Este estudo permitiu uma análise para tentar perceber o que acontece durante a Acupunctura, a reação do nosso organismo a nível químico e físico. **Palavras chave:** Potencial de ação, eletricidade, acupunctura, músculos mastigatórios.

Abstract

Introduction: The muscle contraction activation depends on a stimulus that arises from the transmission of a nervous impulse known as action potential. The action potential results in the inversion of the electrochemical gradient throughout the neuron creating the electric flow. We acknowledge that the muscle contraction settles in the big fundamentals of electricity. Acupuncture consists in a peripheral sensitive and motor nerve stimulation technique that activates many auto-regulatory mechanisms in the human body. **Objectives:** This experimental study aims to harvest the action potential data, in a surface study, through evaluation of the electrical activity in the practice of dry puncture, in the masseter. **Methods:** There were selected 30 volunteers. The protocol of each session consisted of the puncture of 3 holes: 3 cm ahead of the 05 San Jiao hole; top region of the masseter muscle – channel 0 and bottom region of the masseter muscle – channel 1, with combined electrode-needle systems to record the electrical potentials, during 5 minutes. **Results:** In the channels 0 and 1, the average power density ($\mu V^2/Hz$) for all volunteers was $9,22 \pm 1,45$ e $9,46 \pm 1,77$, respectively. On both channels, the average voltage root mean square (μV) was $37,31 \pm 280,53$ e $55,67 \pm 377,07$, respectively. For channel 0, the voltage's average value for the first minute was $7098,29 \pm 998,47$, $7684,34 \pm 1052,05$ for the second minute, $7098,29 \pm 998,47$ for the third minute, $5840,94 \pm 828,15$ for the fourth minute and $4853,85 \pm 626,56$ for the fifth minute. For channel 1, the voltage's average value for the first minute was $-9204,35 \pm 2942,04$, $-7246,53 \pm 1042,39$ for the second minute, $-5691,07 \pm 1095,92$ for the third minute, $-7685,49 \pm 836,32$ for the fourth minute and $-10867,78 \pm 650,55$ for the fifth minute. The results showed statistically significant values between channel 0's voltage, in the first and second minutes, and the emotional state, $p = 0,01$ and $p = 0,04$, respectively. For channel 1, statistically significant values were found between this channel's voltage values, in every minute, and the emotional state: $p = 0,02$, $p = 0,05$, $p = 0,03$, $p = 0,03$ e $p = 0,03$ and the fatigue between the second and fifth minutes: $p = 0,04$, $p = 0,04$, $p = 0,05$ e $p = 0,04$, respectively. The value of channel 0's power density and systemic disease was $p = 0,03$. **Discussion:** The channel 0 potentials decreased in every subsequent minute, whereas in channel 1, is first noticed a decrease, followed by an increase in the action potential. These results show a statistically significant relation between emotional state and the variation of the action potentials. **Conclusions:** This study allowed an in-depth analysis of the physicochemical reactions that occur in our organism during acupuncture. **Keywords:** Action potential, electricity, acupuncture, masticatory muscles

Abreviaturas

V – Tensão

I - Corrente elétrica

R - Resistência

V - Volt

A - Corrente em Ampère

Ω - Impedância em Ohm

MTC - Modelo Tradicional Chinês

Qi - Fluxo de energia no organismo

SPMA - Sociedade Portuguesa Médica de Acupunctura

CGRP - Gene da calcitonina

VIP - Péptido intestinal vasoativo

NGF - Fator de crescimento neural

VGF - Fator de crescimento neural

SNC - Sistema Nervoso Central

05 San Jiao – Buraco San Jiao

EEG - Eletroencefalografia

EMG – Eletromiografia

EKG – Eletrocardiograma

DP – Densidade de potência

VRMS – Valor efetivo da tensão

Índice de Figuras

- Figura 1** - Libertação de Acetilcolinas da membrana neural por exocitose para a fenda sináptica. Observa-se a proximidade entre os locais de libertação e os recetores de Acetilcolina da membrana muscular ⁽¹⁾.3
- Figura 2** - Músculo Masséter com inserção proximal na porção inferior medial do arco zigomático e inserção distal no processo coronóide e região lateral do ramo da mandíbula ⁽¹¹⁾.4
- Figura 3** - Distribuição dos iões com cargas positivas em redor da membrana celular, no líquido extracelular e iões com carga negativa ao longo da superfície interna da membrana celular. Gráfico com alteração do potencial da membrana ⁽¹⁾.6
- Figura 4** - Puntura no braço, três centímetros à frente do ponto 05 San Jiao - Ponto neutro. 10
- Figura 5** - Puntura na região superior e inferior do masséter. Canal 0 - cor verde; Canal 1 - cor branca. 11
- Figura 6** - Placa OpenBCL para registar a atividade elétrica do músculo masséter. 11
- Figura 7** - Potenciais por minuto para o Canal 0. 18
- Figura 8** - Potencias por minuto para o Canal 1. 18

Índice de Tabelas

Tabela I - Caracterização descritiva e dos dados clínicos da amostra.	12
Tabela II - Densidade de Potencial do Canal 0 e do Canal 1 em microvolt ao quadrado a dividir por Hertz ($\mu\text{V}^2/\text{Hz}$).	13
Tabela III - VRMS do Canal 0 e do Canal 1 em microvolts (μV).	14
Tabela IV - Potenciais por minuto para o Canal 0 em microvolts (μV).	16
Tabela V - Potenciais por minuto para o Canal 1 em microvolts (μV).	17
Tabela VI - Valor de p para o canal 0 por cada minuto (cinco minutos).....	19
Tabela VII - Valor de p para o canal 1 por cada minuto (cinco minutos).....	19
Tabela VIII - Valor de p para a densidade potência e valor efetivo da tensão para o Canal 0 e Canal 1	19

Índice

1. Introdução	1
1.1. Fisiologia e Potencial de ação muscular	1
1.2. Grandezas Elétricas.....	4
1.3. Acupuntura	6
1.4. Objetivo	8
2. Material e Métodos	9
3. Resultados	12
3.1. Análise descritiva e dos dados clínicos da amostra	12
3.2. Densidade de Potencial - Canal 0 e Canal 1	13
3.3. Valor efetivo da Tensão (VRMS) - Canal 0 e Canal 1	14
3.4. Potenciais por minuto.....	15
4. Discussão	20
5. Conclusão	23
Agradecimentos	24
Bibliografia	25

1. Introdução

Desde os nossos antepassados que o homem vem tentando conhecer-se melhor, conhecer o meio que o rodeia, distinguindo várias disciplinas que permitem o estudo mais aprofundado de tudo o que existe no universo.

1.1. Fisiologia e Potencial de ação muscular

As disciplinas básicas da saúde que devem constar no conhecimento médico são, a anatomia, a fisiologia, não esquecendo a física, a química e a matemática, sendo estas de extrema importância para compreender o que verdadeiramente acontece no corpo do ser humano ⁽¹⁾.

Avaliando o ser humano anatomicamente e fisiologicamente, sabe-se que este é constituído por tecido muscular que é um dos quatro tecidos básicos que constituem o organismo dos vertebrados, sendo a contractilidade uma característica comum à maioria das células ⁽¹⁻⁴⁾. A possibilidade de converter energia química em força mecânica é uma propriedade que se encontra altamente desenvolvida nas células do tecido muscular. Assim, considera-se a célula muscular ou fibra muscular, a unidade estrutural presente em todos os músculos ^(1,3,4).

O tecido muscular mais abundante no corpo dos vertebrados é o músculo estriado esquelético, que é classificado tendo por base uma perspectiva morfológica e uma perspectiva funcional ^(1,2,4). Morfologicamente, apresenta uma combinação alternada de bandas escuras e claras ao longo do comprimento de cada fibra muscular ^(1,2,4). A nível funcional, encontra-se associado ao movimento voluntário do esqueleto por ser inervado pelo sistema nervoso central que possibilita movimentos de elevação e extensão através da contração muscular ^(1,4).

O fenómeno da contração muscular consiste no deslizamento de vários filamentos presentes no interior da fibra muscular que é suportado pelos conhecimentos proporcionados pela bioquímica e a pela biologia molecular ^(1,3,4). Supõe-se que quando ocorre a contração muscular, os filamentos de actina e de miosina não alteram o seu comprimento, ocorrendo sim um deslizamento dos filamentos de actina para o interior da banda escura, diminuindo o comprimento do sarcómero, sendo este a unidade que se repete ao longo do comprimento das miofibrilas que constituem os filamentos musculares ^(1,4). O encurtamento de vários milhões de sarcómeros existentes em cada músculo, traduz-se na sua contração, o que corresponde a uma diminuição de cerca de um terço do comprimento em estado de relaxamento ^(1,4). A ativação da contração muscular inicia-se através de um estímulo que surge devido à transmissão de um impulso nervoso, que chega

à fibra muscular através de um nervo ^(1,5). Ou seja, é o sistema nervoso central que coordena e regula os atos conscientes e inconscientes do nosso organismo através de uma interação com estímulos provenientes quer do meio externo, quer do meio interno ^(1,5). Os elementos centrais que permitem esta interação são as células nervosas, capazes de transmitir um impulso nervoso até um órgão efector para originar uma resposta do corpo. Assim sendo, qualquer mudança no meio interno ou no meio externo, como um som, luz ou uma substância química, funciona como um estímulo que ao ser captado e transformado pode alterar o potencial de repouso destas células, uma vez que altera a permeabilidade da membrana celular aos iões, gerando um potencial de ação ^(1,5). O potencial de ação consiste numa inversão rápida e progressiva das cargas elétricas ao longo da célula nervosa e após esta inversão a célula volta ao potencial de repouso ^(1,4-7).

Quando o impulso nervoso atinge a extremidade da célula nervosa pode deparar-se com outra célula nervosa ou sarcolema da fibra muscular, existindo uma zona de comunicação entre ambos designada por fenda sináptica, através da qual ocorre a passagem da mensagem nervosa. Assim, quando o impulso nervoso alcança a extremidade de uma célula nervosa (pré-sináptica), a mensagem elétrica converte-se numa mensagem química, formando-se vesículas contendo neurotransmissores, como a acetilcolina, que se movem até à membrana celular, fundem-se e são libertados na fenda sináptica por exocitose (Figura 1) ^(1,4,6,7). Os neurotransmissores difundem-se e são recebidos por recetores específicos situados na célula seguinte (pós-sináptica) provocando uma alteração da permeabilidade da membrana celular, desencadeando um novo potencial de ação e dando assim continuidade à passagem da mensagem nervosa ^(1,4,5,7). Desta despolarização da membrana resulta a abertura de canais na membrana plasmática da célula muscular que permitem a entrada de sódio no sarcoplasma. Esse aumento da concentração de sódio no interior do citoplasma da célula muscular origina uma despolarização do sarcolema que gera o potencial de ação ^(1,5,8).

Durante o potencial de ação ocorre também a abertura de canais de cálcio com consequente libertação de cálcio dando início aos mecanismos moleculares que levam à contração muscular ^(1,5,8,9).

No entanto, quando o músculo permanece em contração por períodos prolongados e com intensidade, ocorre acumulação de cálcio em alguns locais, levando também ao reduzido aporte de nutrientes e a eliminação de metabolitos fica comprometida ^(7,8,10). Este estado de contração constante conduz à fadiga muscular e ao aparecimento de contraturas musculares ^(7,9,10). Desta forma, o músculo necessita de períodos de repouso conjugados com os períodos de contração de forma manter a vascularização com a chegada de

nutrientes e eliminação dos metabolitos resultantes da sua atividade, com constante utilização de cálcio ⁽⁷⁻⁹⁾.

Na Medicina Dentária, um dos músculos mais avaliados quanto à fadiga e ao fenómeno de contração é o masséter devido à sua íntima relação com a articulação temporomandibular (ATM), com inserção proximal na porção inferior medial do arco zigomático e inserção distal no processo coronóide e região lateral do ramo da mandíbula, innervado pelo nervo mandibular via nervo massetérico (Figura 2) ⁽¹¹⁾. Este corresponde a um músculo intermédio, estando relacionado de forma primária aos movimentos da mandíbula na mastigação, mordida e encerramento, e de forma secundária aos movimentos do côndilo. Assim sendo, trata-se de um músculo fortemente envolvido nos distúrbios da ATM ^(10,12,13).

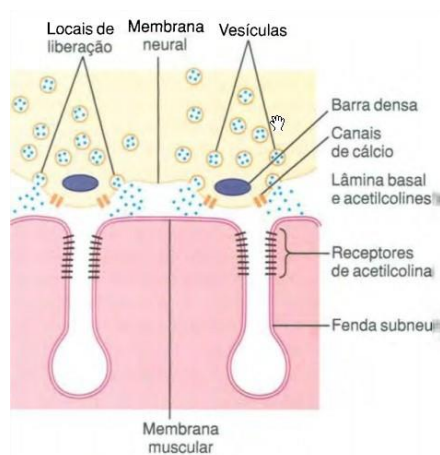


Figura 1 - Libertação de acetilcolinas da membrana neural por excitose para a fenda sináptica. Observa-se a proximidade entre os locais de liberação e os recetores de acetilcolina da membrana muscular ⁽¹⁾.

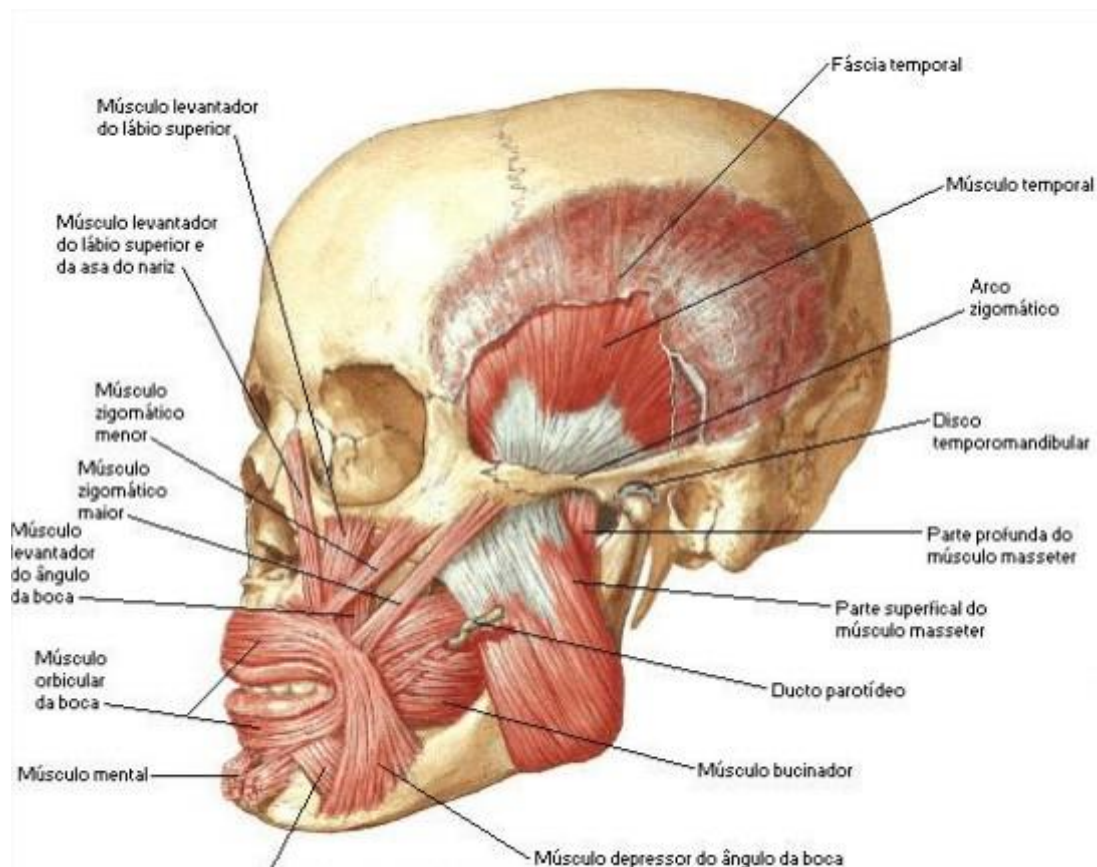


Figura 2 - Músculo masséter com inserção proximal na porção inferior medial do arco zigomático e inserção distal no processo coronóide e região lateral do ramo da mandíbula ⁽¹¹⁾.

1.2. Grandezas Elétricas

A nível físico e químico, a contração muscular assenta num fenómeno elétrico ^(6,14). As células nervosas encontram-se normalmente numa situação de repouso, com cargas negativas no interior da célula (citoplasma) e cargas positivas no fluido extracelular que a rodeia, ou seja, há uma distribuição assimétrica de iões nestes dois meios, o que gera um determinado potencial elétrico (Figura 3) ^(1,6,7). Este potencial corresponde à quantidade de energia gerada pela diferença de cargas elétricas no interior e no exterior da membrana celular ^(1,6,7). Portanto, sempre que ocorre uma diferença de potenciais gera-se uma corrente elétrica que consiste no fluxo ordenado de iões entre dois pontos num determinado meio e num período de tempo definido, sendo que iões positivos vão para o lado negativo e iões negativos vão para o lado positivo ^(7,14-16). Assim, considera-se que a intensidade da corrente elétrica depende diretamente do número de iões que passam por unidade de tempo ^(7,15). O número de iões de um material define a sua carga elétrica, isto é, se o material tiver um número de eletrões superior ao seu número de prótons, a sua carga é negativa e se tiver

mais prótons que elétrons, a carga é positiva. Cargas com o mesmo sinal repelam-se e cargas com sinais opostos atraem-se. A força de atração ou repulsão entre as cargas é conhecida como força eletrostática, definida pela lei de Coulomb ⁽⁶⁾. Representando essa carga por Q, podemos calcular a intensidade da corrente elétrica pela seguinte fórmula: $I = \Delta Q / \Delta t$ ^(7,15,16). Pode-se então considerar que as grandezas fundamentais para o estudo da eletricidade são, a corrente elétrica, a tensão, a resistência elétrica, a frequência e a densidade de potência, estando estas sempre presentes em qualquer circuito elétrico não podendo ser dissociadas ^(7,15,16).

A tensão elétrica é a diferença de potencial elétrico gerada entre dois pontos, positivo e negativo, e essa diferença é responsável por colocar em movimento as cargas elétricas livres do meio condutor ^(7,15). Isto deve-se ao facto de os iões se moverem num determinado sentido, sendo que para uma mesma resistência, quanto maior for a tensão maior será a passagem de iões.

A resistência elétrica é a propriedade do material que se opõe ao sentido da corrente elétrica, ou seja, num meio condutor com menor resistência as cargas elétricas movem-se com mais facilidade e nos materiais isolantes com maior resistência, a mobilidade das cargas é reduzida sendo praticamente nula ^(15,16). Assim, quando perante uma tensão muito alta, se a resistência também for alta, a corrente é baixa.

A frequência de uma corrente é o número de ciclos que ocorrem por segundo ⁽⁷⁾ e a densidade de potência corresponde à amplitude do sinal por frequência ⁽⁶⁾.

Para o estudo e melhor compreensão dos circuitos é também fundamental conhecer e perceber a Lei de Ohm que continua a ser a lei básica da eletricidade e da eletrónica ^(7,14-16). Esta lei estabelece uma relação entre as grandezas elétricas: tensão (V), corrente (I) e resistência (R) num circuito utilizando a seguinte equação: $V = I.R$. Com base nesta equação, enuncia-se a Lei de Ohm: “A intensidade da corrente elétrica num circuito é diretamente proporcional à tensão aplicada e inversamente proporcional à sua resistência” ⁽⁷⁾. Para que as equações decorrentes da Lei de Ohm sejam utilizadas, os valores das grandezas elétricas devem ser expressos nas unidades fundamentais: tensão em Volt (V), corrente em Ampère (A) e a resistência ou impedância em Ohm (Ω) ^(7,14-16).

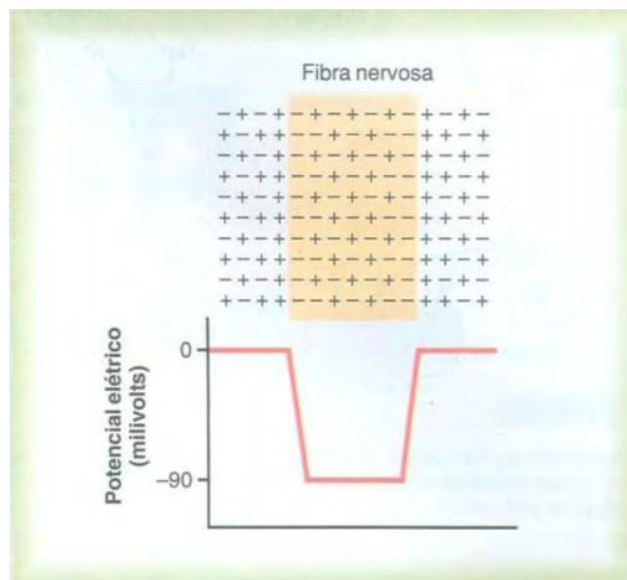


Figura 3 - Distribuição dos íons com cargas positivas em redor da membrana celular, no líquido extracelular e íons com carga negativa ao longo da superfície interna da membrana celular. Gráfico com alteração do potencial da membrana ⁽¹⁾.

1.3. Acupunctura

A Acupunctura é um método que provém da Medicina Milenar Chinesa ⁽¹⁷⁻¹⁹⁾ tal como a dietética, a massagem tuina, a fisioterapia e a moxibustão, que tem passado por várias civilizações e séculos permanecendo até aos dias de hoje e estando por isso inserida em dois modelos: Modelo Tradicional Chinês (MTC) e Modelo Médico Contemporâneo ^(19,20). O MTC baseia-se nas teorias do Yin-Yang e dos cinco elementos: madeira, fogo, terra, metal e água ^(17,21,22). Este tem como objetivo regular e restabelecer o equilíbrio energético do corpo, contribuindo para a saúde e o bem-estar do indivíduo, baseando-se na teoria do fluxo de energia no organismo (Qi) ^(17,21,23,24).

A acupunctura também pode ser definida como uma técnica terapêutica que consiste na estimulação de buracos de acupunctura situados em meridianos distribuídos por todo o organismo, tanto à superfície como em profundidade, através da introdução de agulhas na periferia do corpo humano ^(17,19,23). Desta forma, a acupunctura não visa tratar apenas um local comprometido mas atuar sobre todo o Sistema Nervoso, estimulando e possibilitando a modelação dos sistemas internos que asseguram a homeostase do corpo humano ^(17,21). Assim, está inerente um modelo de saúde com diagnóstico prévio, que contribui para a saúde do indivíduo não deixando de parte áreas como a Anatomia, Fisiologia, Terapêutica, Etiopatologia, Patologia, Prognóstico e a Ética ⁽¹⁹⁾.

A Sociedade Portuguesa Médica de Acupunctura (SPMA) refere que a acupunctura deve englobar um diagnóstico médico numa tentativa de avaliar e selecionar a melhor

técnica médica disponível comparando com a acupunctura, de informar o doente da melhor opção de tratamento e da escolha dos locais e métodos utilizados se a opção passar pela acupunctura, isto segundo o modelo de Acupunctura Médica Contemporânea ⁽¹⁹⁾.

A forma mais simples consiste na puntura com uma ou mais agulhas na pele ou músculo onde se pretende que ocorra o efeito, ou seja, no local inflamado ou com dor, sendo que as primeiras investigações científicas da acupunctura e a descoberta de que a mesma funciona através do sistema nervoso foram realizadas pelos chineses, permitindo perceber que com a introdução de agulhas em locais específicos era possível promover analgesia de determinadas áreas ⁽²⁵⁻²⁷⁾.

A acupunctura produz uma sensação de picada que os chineses chamam de qi ⁽²⁴⁾. Esta sensação é tradicionalmente descrita como tendo quatro componentes: entorpecimento, distensão/extensão, sensação de peso e sensação de fadiga muscular ⁽²⁴⁾. Para compreender o que acontece após a introdução de uma agulha num buraco de acupunctura (Acupunctura médica e científica) é fundamental ter em conta os modelos modernos de fisiopatologia e terapêutica. Através destes conceitos é possível demonstrar o seu mecanismo de ação ⁽¹⁷⁾.

Assim sendo, a acupunctura, em termos fisiológicos, consiste numa técnica de estimulação dos nervos periféricos sensitivos e autónomos com conseqüente estimulação de vários mecanismos de autorregulação do organismo pelo sistema nervoso, endócrino e imunológico ^(17,25). Para isso, a inserção das agulhas pode ser efetuada na pele, músculo, fácia, ligamentos, cápsula articular e inserções tendinosas, o que provoca a estimulação de terminações nervosas livres compostas predominantemente por fibras A δ e na pele e no músculo por fibras tipo II-III, que formam uma rede de transmissão de um estímulo aos vasos sanguíneos e às células imunológicas ^(19,25,26,28). A transmissão desse estímulo designa-se por "Reflexo axonal" que ocorre sem a integração num centro medular e promove um aumento do aporte sanguíneo local devido à atuação de substâncias vasoativas libertadas, como a substância P, bradicininas, polipéptido relacionado com o gene da calcitonina (CGRP), péptido intestinal vasoativo (VIP), histamina, serotonina, fator de crescimento neural (NGF) e fator de crescimento neural (VGF) ^(19,21,25,26). Estas substâncias têm uma ação local, promovendo a cicatrização com vasodilatação e neogénese de vasos sanguíneos causando rubor no local da inserção ^(27,28). Ocorre ainda a libertação de opióides como a β -endorfina por granulócitos em quantidades significativas que atuam em recetores periféricos sensitivos bloqueando-os e potenciando a analgesia local ^(19,21,25). Relacionado com estas alterações, pode ocorrer alguma parestesia, prurido, sensação de peso e ainda sensação de dor tipo "moinha" ⁽²⁴⁾.

A acupuntura, para além de uma ação local a curto prazo ⁽²⁹⁾, também apresenta uma ação segmentar, extra-segmentar e supra-espinal ^(19,21,30). A ação segmentar ocorre a nível da medula espinal nos cornos posteriores e a transmissão do impulso nervoso da periferia para o Sistema Nervoso Central (SNC) ocorre através de fibras de condução rápida (Aβ e Aδ), que chegando aos cornos posteriores da medula causam um bloqueio do impulso nervoso proveniente de fibras de condução lenta (C) que são estimuladas em situação de dor insidiosa, prurido, calor ou dor miofacial ^(19,24,25). Assim, o bloqueio a nível dos cornos posteriores da medula leva a uma analgesia segmentar ⁽³⁰⁾. A ação extra-segmentar consiste num mecanismo de analgesia que ocorre devido à depressão das células presentes nos feixes medulares descendentes até aos cornos posteriores medulares, controlada pela substância periaquedutal cinzenta ^(19,21,30). Desta forma a acupuntura contribui também para um efeito analgésico geral e não apenas nos segmentos punturados. Quanto à ação supra-espinal, consiste na atuação a nível do córtex cerebral que se propaga à medula espinal pelos feixes inibitórios descendentes ocorrendo o processamento do estímulo e desenvolvimento de uma resposta no córtex somestésico, no cerebelo, sistema límbico, córtex pré-frontal e no hipotálamo ^(19,21,30).

Por fim, a acupuntura tem por base mecanismos complexos podendo-se verificar diferentes resultados de atuação variando com o tipo de dor, o tipo de estimulação, que pode ser elétrica ou manual, os buracos de acupuntura e a profundidade a que são inseridos. É importante notar que os buracos de acupuntura estão localizados em estruturas anatómicas bem definidas, que a densidade de recetores presentes é maior que em outras áreas do corpo, que a pele é mais fina e que a resistência elétrica é menor, sendo que esta pode variar entre zonas de acordo com vários fatores como a oleosidade da pele ou a humidade, não esquecendo da variabilidade individual inerente ao ser humano ^(7,19).

1.4. Objetivo

Este estudo experimental tem como objetivo fazer a colheita dos potenciais de ação num estudo de superfície, avaliando a atividade elétrica na prática de punctura seca num dos músculos mastigadores, o masséter.

2. Material e Métodos

O presente estudo foi realizado no Departamento de Medicina Dentária do Hospital Universitário de Coimbra com a colaboração do Professor Doutor António Silvério Cabrita e o Mestre Eng. José Ricardo Cabeças.

O estudo iniciou-se com a seleção de trinta voluntários, sendo estes estudantes universitários com idades compreendidas entre os vinte e os trinta anos (seis homens e vinte e quatro mulheres).

Todos os voluntários foram sujeitos a um questionário em tabela, abordando as seguintes características: altura, peso, idade, problemas sistémicos, prática de exercício físico, estado emocional/psicológico e cansaço. Este breve questionário teve como objetivo incluir no estudo dados importantes que podem interferir com os resultados. Para além disso, antes de iniciar o estudo experimental, todos os voluntários deram consentimento oralmente para a realização da Acupuntura. Foi salvaguardada a confidencialidade e o anonimato de todos os dados e informações respeitantes aos participantes.

O protocolo do estudo consistiu numa sessão com punctura em três locais previamente definidos, com eléctrodos em forma de crocodilo acoplados a cada agulha durante cinco minutos. Assim, em cada sessão eram chamados os voluntários, um a um para se dirigirem a uma sala do Departamento de Medicina Dentária dos Hospitais Universitários de Coimbra, sem possuírem consigo objetos de metal nos braços, pulsos e orelhas e telemóveis para evitar possíveis interferências. Na sala onde foi realizado o protocolo, os voluntários sentavam-se numa cadeira com costas direitas e com o braço esquerdo apoiado numa secretária localizada junto à cadeira.

Seguidamente, foi colocada uma fita de malha à volta da cabeça de forma a dar sustentação e a facilitar a preensão dos eléctrodos nas agulhas posteriormente inseridas na face. Após este procedimento, com algodão e álcool etílico a 96% efetuou-se a limpeza da superfície da pele das áreas de punctura e inseriram-se as agulhas de aço inoxidável de 0,26mm por 25mm, uma no braço três centímetros à frente do buraco 05 San Jiao (Figura 4), sendo este determinado como ponto neutro, uma na região superior do masséter e uma na região inferior do masséter (Figura 5). A punctura foi perpendicular à superfície do corpo e superficial apenas do lado esquerdo da face. A cada agulha foi acoplado um eléctrodo em forma de crocodilo para obter o registo dos potenciais eléctricos gerados após a punctura num intervalo de cinco minutos. Cada eléctrodo foi conectado à placa OpenBCL (Figura 6), que consiste numa plataforma de código aberto. A placa OpenBCI pode ser usada para medir e registar a atividade eléctrica produzida pelo cérebro (EEG), os músculos (EMG) e atividade cardíaca (EKG). Neste trabalho foi utilizada para registar a atividade eléctrica dos músculos.

Assim, durante os cinco minutos após a punctura foram registados os valores de tensão e recolhidos diretamente para o computador para posterior processamento.

Passado o tempo definido, removeram-se os elétrodos e as agulhas, limpando-se novamente a zona com algodão esterilizado e álcool etílico.

Após a recolha dos dados de todos os voluntários, os mesmos foram inseridos no programa informático, software estatístico R® e procedeu-se ao cálculo da média e do desvio padrão da densidade de potência e do valor eficaz/raiz do valor quadrático médio da tensão (VRMS) para ambos os buracos de punctura (região inferior e superior do masséter). Também foram divididas as médias e desvios-padrão das diferenças de potencial em cinco intervalos de um minuto para ambos os canais.

Posteriormente, realizou-se a análise estatística dos dados utilizando o teste *t* de *Student*, assumindo que a distribuição dos valores segue uma distribuição normal, com variâncias homogêneas. Definiu-se como hipótese não nula haver diferenças estatisticamente significativas entre os sinais dos dois canais, para um grau de significância de $\alpha = 0,05$.

O protocolo deste ensaio clínico foi realizado sempre à terça-feira ou à quarta-feira e à mesma hora, entre as 10:30h e as 12:30h.

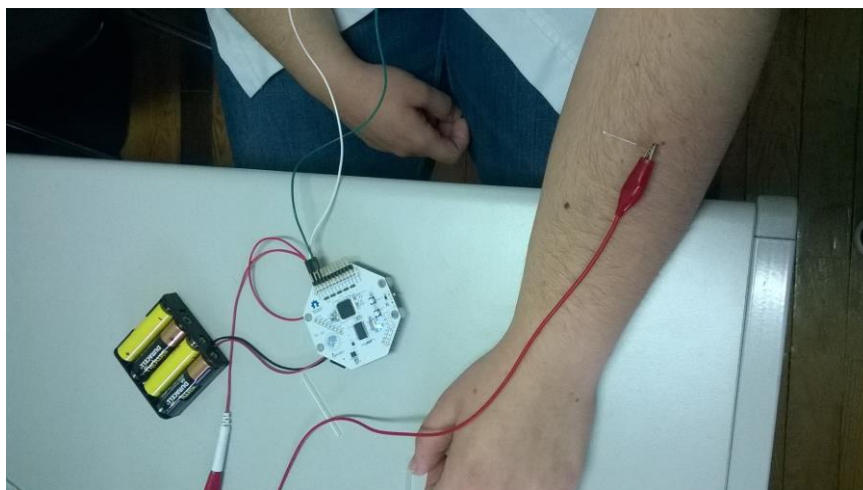


Figura 4 - Punctura no braço, três centímetros à frente do buraco 05 San Jiao - Ponto neutro.

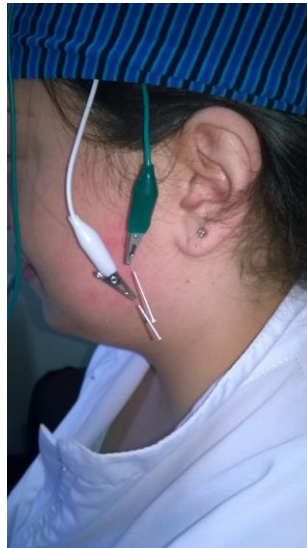


Figura 5 - Punctura na região superior e inferior do masséter. Canal 0 – cor verde; Canal 1 – cor branca.

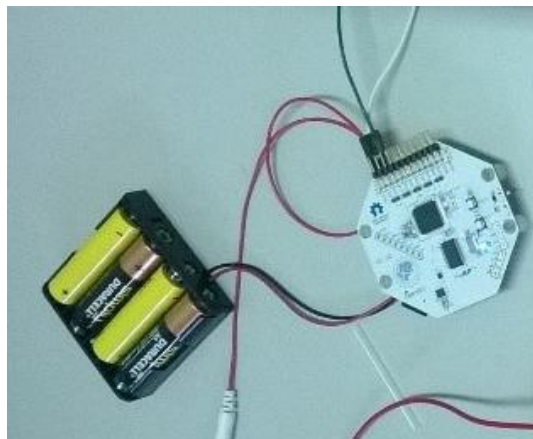


Figura 6 - Placa OpenBCL para registrar a atividade elétrica do músculo masséter.

3. Resultados

3.1. Análise descritiva e dos dados clínicos da amostra

No presente estudo fizeram parte da amostra trinta voluntários, sendo apenas seis homens e vinte e quatro mulheres com idades entre os vinte e os trinta anos, sendo a média de idades $23,43 \pm 2,13$.

A altura e o peso da amostra também foram registados. A média das alturas é $1,66 \pm 0,07$ e a média dos pesos é $61,37 \pm 11,15$.

Dos trinta voluntários somente 10% apresentam problemas sistémicos (dois voluntários com rinite alérgica e um voluntário com sopro cardíaco), sendo os restantes 90% saudáveis.

Quanto à prática de exercício físico, 43% pratica exercício regularmente e 57% são sedentários.

Nesta amostra também foram assinalados o estado emocional e o cansaço, apresentando-se 50% dos voluntários com stress e 50% com cansaço.

A caracterização descritiva e dos dados clínicos da amostra encontra-se na seguinte tabela.

Tabela I – Caracterização descritiva e dos dados clínicos da amostra.

Voluntário	Idade	Altura	Peso	Problemas Sistémicos	Prática de Exercício físico	Estado Emocional	Cansaço
1	23	1,60m	47Kg	Saudável	Não	Stress	Sim
2	22	1,65m	87Kg	Saudável	Não	Stress	Sim
3	26	1,72m	67Kg	Saudável	Sim	Stress	Sim
4	22	1,62m	56Kg	Saudável	Não	Normal	Não
5	22	1,61m	49Kg	Saudável	Não	Stress	Sim
6	22	1,65m	64Kg	Rinite alérgica	Não	Normal	Não
7	22	1,68m	75Kg	Sopro Cardíaco	Não	Stress	Sim
8	28	1,65m	52Kg	Saudável	Sim	Stress	Sim
9	21	1,62m	51Kg	Saudável	Não	Normal	Não
10	21	1,74m	63Kg	Saudável	Não	Normal	Não
11	22	1,64m	70Kg	Saudável	Não	Stress	Sim
12	22	1,60m	58kg	Saudável	Sim	Normal	Sim
13	23	1,68m	64Kg	Saudável	Sim	Normal	Sim
14	23	1,70m	68Kg	Saudável	Sim	Normal	Não
15	24	1,73 m	63Kg	Saudável	Sim	Normal	Não
16	23	1,65m	56Kg	Saudável	Não	Stress	Sim
17	23	1,64m	58Kg	Saudável	Não	Stress	Sim
18	23	1,68m	51Kg	Saudável	Sim	Stress	Sim
19	24	1,64m	56Kg	Saudável	Não	Normal	Não
20	22	1,75m	60Kg	Saudável	Não	Stress	Sim
21	25	1,66m	52Kg	Saudável	Sim	Stress	Sim
22	30	1,65m	71Kg	Saudável	Sim	Normal	Não
23	25	1,94m	90Kg	Saudável	Sim	Normal	Não
24	23	1,74m	71Kg	Saudável	Não	Stress	Não
25	23	1,55m	53Kg	Saudável	Sim	Stress	Não
26	22	1,57m	49Kg	Saudável	Não	Normal	Não
27	24	1,63m	51kg	Saudável	Não	Normal	Não
28	23	1,62m	47Kg	Saudável	Sim	Normal	Não
29	22	1,73m	70kg	Rinite alérgica	Sim	Normal	Não
30	28	1,67m	72kg	Saudável	Não	Stress	Sim

3.2. Densidade de Potencial – Canal 0 e Canal 1

Foi medida a densidade de potencial da amostra em dois canais (canal 0 e canal 1) e desses valores foi calculada a média e o desvio padrão para cada voluntário e para todos.

No canal 0, a densidade de potencial apresenta-se com valor negativo em oito voluntários e valor positivo nos restantes vinte e dois voluntários, sendo o valor maior $37,15 \pm 9,09$ e o valor menor $-8,25 \pm 12,50$, com média correspondente a todos os voluntários igual a $9,22 \pm 1,45$.

No canal 1, apenas três voluntários apresentam valores negativos, sendo o valor inferior $-4,14 \pm 13,72$. Os restantes vinte e sete apresentam valores de média positivos, sendo o valor maior $35,96 \pm 9,76$. A média para todos os voluntários foi $9,46 \pm 1,77$.

Os valores obtidos de densidade de potencial para o canal 0 e o canal 1 apresentam-se na tabela II.

Tabela II - Densidade de Potencial do Canal 0 e do Canal 1 em microvolt ao quadrado a dividir por Hertz ($\mu V^2/Hz$).

	Densidade de potência			
	Canal 0		Canal 1	
	Média	Desvio	Média	Desvio
1	-8,25	12,46	9,06	8,38
2	11,54	12,91	35,96	9,76
3	3,44	13,07	9,43	10,34
4	-1,53	13,17	11,51	9,72
5	-3,58	13,62	9,72	13,30
6	4,99	11,44	3,88	11,55
7	-0,12	11,29	9,84	10,97
8	5,45	10,28	2,84	11,33
9	1,44	13,51	11,39	11,03
10	1,91	13,01	9,63	12,40
11	3,37	14,03	20,77	12,44
12	37,15	9,10	34,50	9,10
13	-0,66	11,54	10,84	8,93
14	0,51	12,62	9,23	12,08
15	3,00	13,35	9,76	10,51
16	-4,88	14,20	8,18	10,01
17	2,62	10,62	7,91	8,51
18	5,28	11,76	-3,21	13,52
19	4,90	13,45	3,48	13,61
20	-2,19	13,42	7,81	12,24
21	4,19	12,01	9,51	9,95
22	31,10	10,67	30,21	10,95
23	-2,09	14,55	10,31	10,58
24	3,67	11,77	-4,14	13,72
25	10,81	10,90	-1,68	14,83
26	10,66	9,85	9,89	8,92
27	0,89	12,78	9,69	9,99
28	6,60	11,24	5,94	11,20
29	5,84	13,15	0,92	14,37
30	8,35	9,48	3,96	10,76
<i>Média</i>	3,40	12,54	9,47	10,96
<i>Desvio padrão</i>	9,22	1,45	9,46	1,77

3.3. Valor efetivo da Tensão (VRMS) – Canal 0 e Canal 1

Foi medido o VRMS da amostra em dois canais (canal 0 e canal 1) e desses valores foi calculada a média e o desvio padrão para cada voluntário.

No canal 0, o VRMS apresenta-se com valor positivo da média em todos os voluntários, sendo o valor maior $147,19 \pm 773,18$ e o valor menor $18,87 \pm 38,49$. A média de todos os voluntários foi $37,31 \pm 280,53$.

No canal 1, todos os voluntários apresentam valores de média e desvio padrão positivos, sendo o valor da média maior $263,84 \pm 1583,97$. O valor de média mais baixo é $22,19 \pm 11,88$. O valor da média de todos os voluntários foi $55,67 \pm 377,07$.

Os valores obtidos de VRMS para o canal 0 e o canal 1 apresentam-se na tabela III.

Tabela III – VRMS do Canal 0 e do Canal 1 em microvolts (μ V).

	VRMS			
	Canal 0		Canal 1	
	Média	Desvio	Média	Desvio
1	20,51	31,24	22,19	11,55
2	109,47	153,42	263,84	1583,97
3	41,87	36,71	37,82	23,93
4	34,30	29,52	35,43	3,90
5	54,86	67,93	128,59	200,44
6	21,09	13,58	25,11	76,41
7	85,20	51,70	68,44	37,81
8	21,71	26,45	24,01	29,98
9	79,17	75,19	62,93	39,78
10	137,19	53,23	94,27	30,48
11	41,76	14,55	156,61	340,97
12	128,55	1399,48	111,00	1028,93
13	35,23	18,62	24,45	6,72
14	117,97	60,32	86,77	35,33
15	46,83	45,96	45,78	35,75
16	18,87	38,49	30,99	20,13
17	27,92	20,57	26,83	4,96
18	35,68	17,36	42,35	22,03
19	42,96	9,58	41,39	24,06
20	76,79	48,08	72,05	26,30
21	47,96	28,87	39,08	11,88
22	147,19	773,19	182,21	1094,97
23	50,47	28,29	36,03	22,17
24	34,70	9,63	40,87	57,30
25	43,58	6,86	37,47	17,43
26	29,26	7,39	23,83	8,33
27	38,42	132,56	43,41	133,39
28	24,31	21,79	29,12	75,67
29	37,98	7,68	36,05	9,22
30	26,93	5,02	30,61	18,41
Média	41,82	29,20	39,98	28,14
Desvio padrão	37,31	280,53	55,67	377,07

3.4. Potenciais por minuto

Foram registados os potenciais elétricos da amostra durante cinco minutos no canal 0 e no canal 1 e para cada minuto foi calculada a média e o desvio padrão para todos os voluntários. Para cada minuto também foi calculada a média da média.

No canal 0 o valor da média final para o primeiro minuto foi $9814,42 \pm 2980,21$, $7684,34 \pm 1052,05$ para o segundo minuto, $7098,29 \pm 998,47$ para o terceiro minuto, para o quarto foi $5840,94 \pm 828,15$ e para o quinto minuto foi $4853,85 \pm 626,56$.

Assim, no canal 0 o valor mais alto da média registado durante os cinco minutos foi $9814,42 \pm 2980,21$ no primeiro minuto e o valor mais baixo foi $4853,84 \pm 626,56$ no quinto minuto.

No canal 1 os valores obtidos da média para cada minuto foram: para o primeiro minuto foi $-9204,35 \pm 2942,04$, $-7246,53 \pm 1042,39$ para o segundo minuto, $-5691,07 \pm 1095,92$ para o terceiro minuto, $-7685,49 \pm 836,32$ para o quarto e $-10867,78 \pm 650,55$ para o quinto minuto. A média mais alta registada neste canal foi $-5691,07 \pm 1095,92$ ao terceiro minuto, a média mais baixa foi $-10867,79 \pm 650,55$ ao quinto minuto.

Os valores apresentados dos Potenciais por minuto para o canal 0 e o canal 1 encontram-se descritos nas respetivas tabelas VI e VII e nas figuras 7 e 8.

Tabela IV – Potenciais por minuto para o Canal 0 em microvolts (μV).

	<i>Canal 0</i>									
	média 1	desvio 1	média 2	desvio 2	média 3	desvio 3	média 4	desvio 4	média 5	desvio Ar5
1	2922,23	4088,81	3343,17	761,07	5828,01	658,45	8013,51	582,95	9739,00	393,21
2	10303,43	3174,55	8675,35	913,09	8622,65	3209,00	5633,64	4959,20	16550,21	2663,66
3	11270,86	2987,30	13042,46	6952,40	11750,37	6015,71	12545,18	4466,98	2431,44	1385,45
4	4276,49	3270,07	319,37	121,74	1014,55	292,86	1998,39	290,59	2879,43	266,79
5	12776,19	12480,00	11740,67	1789,21	6931,04	1647,78	22661,69	4256,32	34719,16	2728,07
6	5500,85	3141,46	13235,59	1924,34	12430,25	499,56	13821,70	515,97	15809,54	671,64
7	12823,72	4523,18	2650,71	1981,54	9283,11	1389,49	12949,88	632,71	14600,60	489,27
8	11527,50	2189,90	4632,22	1344,07	1212,05	841,87	1370,06	683,85	3488,21	555,81
9	21823,08	2206,64	14881,16	1894,43	9206,79	1421,61	5321,71	858,11	2223,28	1229,73
10	2967,89	1236,78	2111,96	556,38	3426,26	540,41	2943,27	401,05	2026,09	387,43
11	12469,36	1171,14	9526,54	765,38	5240,99	2763,70	5627,53	522,41	4172,17	328,70
12	6897,24	5614,36	6588,25	1392,22	1665,32	1129,38	357,09	110,03	344,67	145,84
13	9325,41	6068,47	1778,32	662,28	4309,03	718,36	6883,74	772,59	9282,26	578,96
14	20346,19	1551,82	14470,83	1287,28	10285,61	1307,74	6014,01	1239,45	2171,92	1078,11
15	26434,79	3515,24	20811,99	8587,94	7973,57	7023,18	4579,22	2203,19	10140,11	1212,93
16	3829,17	3761,91	3370,73	145,94	4517,75	492,26	6661,70	712,85	8383,52	581,47
17	12187,35	2910,44	3303,32	1626,38	4520,08	1871,86	1300,19	452,93	380,72	123,29
18	4406,60	2190,14	9833,01	921,73	10893,31	308,47	9512,94	506,71	7901,86	413,76
19	10917,59	1882,04	6080,52	1002,93	3083,12	841,73	1896,94	158,41	1170,12	377,12
20	9126,18	8181,14	16824,52	1074,11	15014,90	767,14	14906,60	808,71	10574,74	1196,05
21	10498,22	3170,07	4621,47	519,91	3720,12	185,46	3303,39	351,27	1182,34	782,88
22	19434,19	1498,80	12719,46	1764,13	7265,54	1378,21	3248,12	847,59	1027,17	499,79
23	5370,48	5456,08	6172,11	903,59	13503,18	8512,01	14289,11	2501,01	17234,43	2913,19
24	21381,68	2973,13	24669,68	7032,48	11652,50	8146,48	10005,20	3532,89	2703,59	1250,01
25	1911,50	849,18	1188,66	1029,99	3721,80	505,05	3079,00	1259,84	5535,53	383,83
26	5583,58	352,11	6693,33	260,80	5464,66	532,21	2770,42	1092,17	6354,76	3120,52
27	17728,02	7156,05	11719,42	4911,22	29953,68	14903,37	31148,81	1710,27	26403,98	1091,37
28	8756,25	922,08	10308,14	357,96	8392,87	867,56	5667,88	2223,67	1747,50	939,12
29	7391,70	1987,90	3441,50	551,96	2398,79	497,81	7115,55	6025,50	11345,00	450,57
30	6192,09	1543,57	16345,88	1486,95	12862,71	1328,52	8386,62	4311,39	1537,07	887,52
média	9814,42	2980,21	7684,34	1052,05	7098,29	998,47	5840,94	828,15	4853,85	626,56

Tabela V -Potenciais por minuto para o Canal 1 em microvolts (μV).

Canal 1

	média 1	desvio 1	média 2	desvio 2	média 3	desvio 3	média 4	desvio 4	média 5	desvio 5
1	-32818,48	984,35	-36043,60	885,18	-38913,19	750,25	-41405,91	669,14	-43380,88	471,69
2	7187,28	2254,37	12348,83	914,15	14716,61	36286,80	43252,54	76273,14	21906,31	4333,50
3	333,29	1724,38	-944,17	1262,18	-5215,80	1127,43	-7618,48	327,22	-8740,43	375,67
4	-5120,10	237,61	-5055,38	243,72	-6166,34	408,85	-7483,54	385,29	-8623,60	346,67
5	20681,89	5937,88	8339,80	2187,14	1050,52	5057,71	-43074,87	12293,58	-72812,37	4792,06
6	-134983,49	16283,24	-70708,81	8977,25	-67718,67	495,12	-69101,67	509,97	-71080,50	666,52
7	-16255,26	5700,86	1926,18	4254,65	12620,24	1516,93	16701,92	601,90	18376,44	454,69
8	8530,07	1224,52	4442,75	999,83	1223,99	970,08	-1797,44	790,05	-4224,53	637,52
9	-76247,07	4100,37	-65248,90	2575,51	-58187,64	1774,30	-52244,94	1542,44	-47328,40	1579,00
10	4540,02	1153,16	7458,06	521,50	8560,50	433,55	7853,40	397,75	6811,02	376,14
11	-23702,41	1935,20	-26891,78	1043,82	-19622,12	9649,65	-24219,67	903,05	-21196,34	3279,14
12	-76565,55	88616,59	-5778,65	357,05	-4965,94	344,63	-4403,33	123,35	-4663,28	246,35
13	-13288,60	1046,23	-15774,25	668,93	-18330,24	726,95	-20932,41	780,13	-23356,89	585,58
14	23681,08	2828,37	15855,72	1098,74	11560,35	1362,00	7083,34	1283,21	3062,92	1117,61
15	45715,84	11294,31	15641,03	4411,79	5084,90	4937,88	-7226,73	2285,86	-12995,15	1216,05
16	-54739,30	566,86	-55640,75	164,14	-56796,22	500,55	-59140,83	814,69	-61039,50	672,97
17	-1919,93	3055,70	-10142,85	1609,89	-15153,86	1204,77	-18089,76	649,44	-20293,26	594,89
18	44293,73	1963,17	41594,64	504,96	39072,03	1026,81	35456,54	1018,24	32015,67	1163,18
19	-54014,11	4522,82	-44020,10	1040,98	-40682,43	1026,81	-39358,26	146,70	-38607,27	401,86
20	35169,70	493,86	33518,83	367,59	31534,39	784,71	28493,04	973,56	25196,85	907,59
21	-28642,60	406,15	-27868,57	301,65	-27583,21	101,89	-27756,29	131,09	-27850,61	162,55
22	-53430,94	3393,43	-43681,86	1992,55	-37725,38	1463,29	-33546,89	857,95	-31314,11	504,99
23	-92740,51	82332,69	-11962,01	4726,05	6874,69	4739,09	17057,71	1463,34	20474,48	663,58
24	121914,29	19674,58	26532,51	12450,45	15857,67	1173,77	20466,93	1272,99	24187,23	999,58
25	31437,83	5624,68	21237,42	1201,66	23931,34	582,38	22513,67	1372,24	15826,81	450,52
26	-16937,13	1644,90	-12807,51	648,24	-12324,73	230,92	-12885,33	186,99	-13516,40	443,71
27	-80037,15	76251,37	-69821,62	6673,64	-52771,79	3413,65	-43643,30	1960,17	-38469,23	1143,42
28	-35750,02	8370,37	-14294,91	300,32	-11882,18	1466,46	-7752,52	1003,90	-4905,19	780,67
29	5626,44	6889,51	-8714,41	2217,56	-13810,88	1064,41	-16437,21	346,67	-15074,05	683,47
30	13368,06	326,06	14472,41	648,03	13379,67	1137,40	9693,55	898,93	10246,80	516,25
média	-9204,35	2942,04	-7246,53	1042,40	-5691,07	1095,92	-7685,50	836,32	-10867,79	650,55

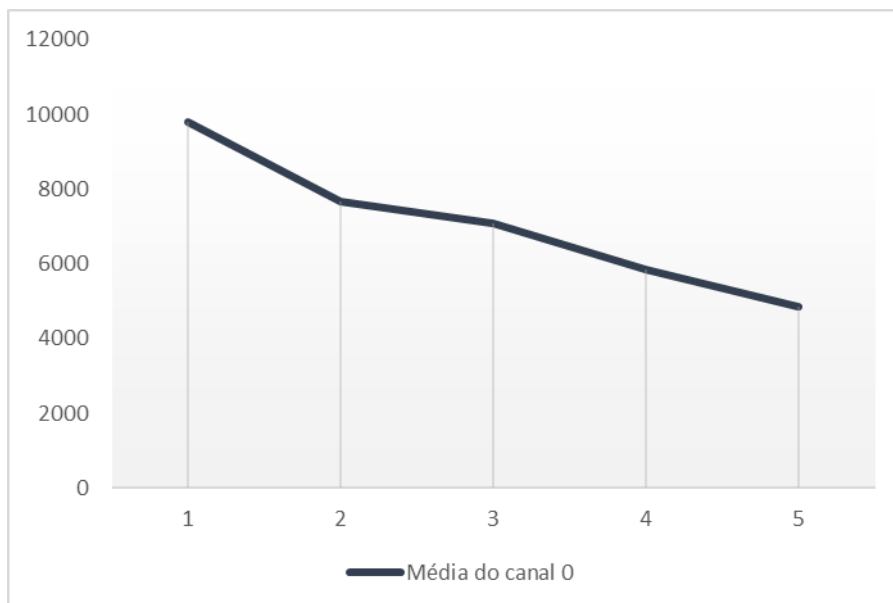


Figura 7 - Potenciais por minuto para o Canal 0 em microvolts (μV).

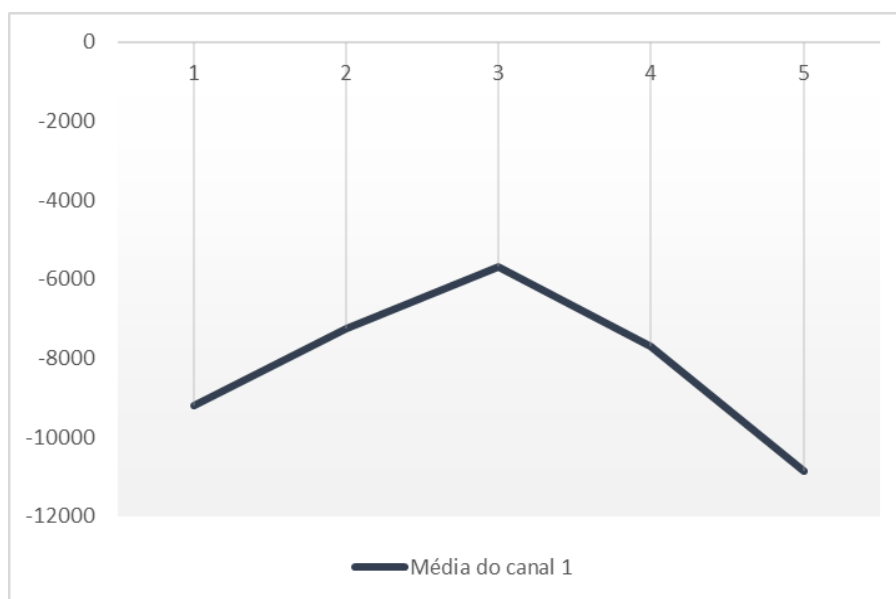


Figura 8 - Potencias por minuto para o Canal 1 em microvolts (μV).

Utilizando o teste T-Student para comparar os valores dos potenciais registados para o canal 0 e o canal 1 por minuto durante cinco minutos e as variáveis em estudo (problemas sistémicos, prática de exercício regular, estado emocional e cansaço), obtiveram-se valores estatisticamente significativos para o canal 0 no primeiro e segundo minuto quanto ao estado emocional, $p = 0,01$ e $p = 0,04$ respetivamente. Para o canal 1 os valores estatisticamente significativos foram registados referente ao estado emocional em todos os minutos, $p = 0,02$, $p = 0,05$, $p = 0,03$, $p = 0,03$ e $p = 0,03$, respetivamente, e ao cansaço

verificam-se valores estatisticamente significativos do segundo minuto ao quinto minuto, com $p = 0,04$, $p = 0,04$, $p = 0,05$ e $p = 0,04$ respectivamente.

Comparando os valores de DP e de VRMS para o canal 0 e o canal 1 com as variáveis em estudos, os valores estatisticamente significativos obtidos foram apenas para DP para o canal 0 quanto aos problemas sistêmicos, com $p = 0,03$.

Os valores estatisticamente significativos encontram-se descritos nas tabelas IV, VII e VIII.

Tabela VI - Valor de p para o canal 0 por cada minuto (cinco minutos)

Minutos	1	2	3	4	5
<i>Problemas Sistêmicos</i>	0.48	0.54	0.61	0.65	0.73
<i>Prática de Exercício Regular</i>	0.72	0.16	0.17	0.19	0.14
<i>Estado Emocional</i>	0.01	0.04	0.06	0.14	0.29
<i>Cansaço</i>	0.49	0.24	0.30	0.54	0.84

Tabela VII - Valor de p para o canal 1 por cada minuto (cinco minutos)

Minutos	1	2	3	4	5
<i>Problemas Sistêmicos</i>	0.94	0.66	0.73	0.70	0.68
<i>Prática de Exercício Regular</i>	0.82	0.21	0.33	0.55	0.82
<i>Estado Emocional</i>	0.02	0.05	0.03	0.03	0.03
<i>Cansaço</i>	0.11	0.04	0.04	0.05	0.04

Tabela VIII - Valor de p para a densidade potência e valor efetivo da tensão para o Canal 0 e Canal 1

	DP 0	DP 1	VRMS 0	VRMS 1
<i>Problemas Sistêmicos</i>	0.03	0.52	0.17	0.09
<i>Prática de Exercício físico Regular</i>	0.69	0.68	0.72	0.72
<i>Estado Emocional</i>	0.96	0.12	0.62	0.58
<i>Cansaço</i>	0.72	0.19	0.62	0.62

4. Discussão

Antes da realização da recolha dos potenciais elétricos dos voluntários, cada um foi sujeito a um questionário em tabela contendo as seguintes variáveis: idade, altura (m), peso (Kg), problemas sistêmicos, prática de exercício físico, estado emocional e cansaço, com o objetivo de tentar relacionar possíveis alterações nas tensões, visto que, o ser humano deve ser observado como um todo, tendo em conta que quer as alterações físicas quer as alterações psicológicas podem funcionar como estímulos, desencadeando mudanças no organismo e por sua vez alterar as diferenças dos potenciais dos músculos.

Segundo Oliveira *et al* (2015) existe uma associação da ansiedade e da falta de qualidade de sono com a DTM. Esta está relacionada com alterações nos músculos que envolvem as estruturas adjacentes como é o caso do masséter. Refere ainda que o stress pode ser um fator somático de hiperatividade dos músculos envolvidos na mastigação ⁽³¹⁾.

Também vários estudos indicam que o estado emocional e psicológico, tendo em consideração os traços de personalidade de cada indivíduo e os diferentes níveis de stress, podem afetar o normal funcionamento do SNC e conseqüentemente o funcionamento do sistema motor dos músculos mastigadores ⁽³²⁻³⁵⁾.

Também a prática de exercício físico pode conduzir a um estado de fadiga muscular que se traduz em alterações fisiológicas e moleculares ⁽²⁾, bem como dos potenciais elétricos devido ao recrutamento de mais unidades motoras durante a contração muscular ⁽³⁶⁾.

Após o preenchimento do questionário em tabela, foram registados os potenciais elétricos de cada indivíduo da amostra e processados os dados obtidos como descrito na Metodologia. Assim, construiu-se uma tabela com o valor da densidade de potência para o canal 0 e para o canal 1. Os valores obtidos de densidade de potencial quer para o canal 0 quer para o canal 1 mostram uma grande discrepância entre voluntários e entre os valores registados em cada canal, havendo diferenças estatisticamente significativas com valor de $p = 0,04$. Uma possível explicação para esta diferença entre os valores obtidos para dois canais é o facto de ambos os canais corresponderem a zonas de punctura diferentes podendo o canal 1 estar localizado numa zona do músculo masséter com maior percentagem de fibras de condução rápida de menor calibre, alterando assim a velocidade de condução do potencial elétrico.

Também foram obtidos os valores de VRMS quer para o canal 0 quer para o canal 1. Estes apresentam uma grande discrepância entre voluntários, com valores da média e valores de desvio padrão muito elevados, não havendo diferenças estatisticamente significativas.

Quanto ao registo dos potenciais elétricos, que foram divididos em cinco intervalos de um minuto para ambos os canais 0 e 1, verificou-se que os valores obtidos no canal 0, no geral, diminuem ao longo do tempo. No canal 1 os valores obtidos exibem variações ao longo dos cinco minutos, apresentando um aumento desde o primeiro minuto até ao terceiro minuto e um decréscimo do terceiro minuto até ao quinto minuto.

Segundo Ferreira *et al* (2015), num estudo realizado com dez voluntários adultos com idade entre dezoito e sessenta e oito anos, sendo oito mulheres e dois homens, no qual foi efetuada eletromiografia para verificar possíveis alterações na atividade elétrica de músculos, em doentes com mialgia, antes e após a aplicação de acupunctura, constatou-se que quando comparado a atividade elétrica do musculo masséter antes e após a aplicação da acupunctura verificou-se uma diminuição dos valores dos potenciais elétricos, talvez proporcionada por um menor recrutamento de unidades motoras do músculo ao longo do tempo ⁽²⁶⁾.

Também no estudo experimental de Borin *et al* (2012), concluiu-se que os potenciais elétricos dos músculos mastigadores, como o masséter, tendem a diminuir após tratamento com acupunctura ⁽³⁷⁾.

A acupunctura conduz a um aumento do aporte sanguíneo e a um aumento da circulação linfática que promove relaxamento muscular, havendo diminuição da atividade elétrica dos músculos ^(38,39).

Contudo, no canal 1 os valores sofrem um decréscimo, do minuto zero ao terceiro minuto, seguindo-se de um aumento, do terceiro minuto ao quinto minuto, em termos absolutos. Esta variação parece ser um resultado global, visto que a variabilidade dos dados ao longo do tempo diminui.

Considera-se que a ação máxima da acupunctura surge após 20 minutos, no entanto, admite-se que aos 5 minutos existe alguma ação, sendo que esta varia entre indivíduos ⁽²⁶⁾.

Efetuando o Teste *t* de *Student* relacionando o estado emocional com os valores dos potenciais elétricos obtidos para cada minuto após cinco minutos para o canal 0, verificou-se uma diferença estatisticamente significativa no primeiro e segundo minuto, com $p = 0,01$ e $p = 0,04$ respetivamente.

Para o canal 1, verificaram-se valores estatisticamente significativos para todos os minutos: primeiro minuto $p = 0,02$, segundo minuto $p = 0,05$, terceiro minuto $p = 0,03$, quarto minuto $p = 0,03$ e quinto minuto $p = 0,03$.

Estes dados, vão de encontro com alguns estudos que indicam existir uma íntima relação entre a capacidade mastigatória envolvendo a musculatura adjacente e a componente psicológica, ou seja, o estado emocional de cada indivíduo ^(32-35,40). Outros

estudos afirmam o estado emocional pode causar hiperatividade da musculatura facial, alterando conseqüentemente a ação mecânica dos músculos ^(40,41).

Analisando a variável do cansaço com os valores dos potenciais por minuto durante cinco minutos também se obteve valores estatisticamente significativos no canal 1 para o segundo minuto com $p = 0,04$, terceiro minuto com $p = 0,04$, quarto minuto com $p = 0,05$ e quinto minuto com $p = 0,04$.

Comparando o cansaço com os valores registados no canal 0 por minuto durante cinco minutos não se verificaram valores estatisticamente significativos.

Analizando os valores de DP e de VRMS para o canal 0 e o canal 1 com as variáveis em estudos, os valores estatisticamente significativos obtidos foram entre a DP para o canal 0 e os problemas sistêmicos, com $p = 0,03$. Apesar de apenas 10% da amostra total apresentar problemas sistêmicos (rinite alérgica e sopro cardíaco) não podemos ignorar este resultado que sugere que pessoas com problemas sistêmicos apresentam diferenças nos sinais registados.

É importante referir que este estudo apresenta algumas limitações na sua metodologia, tais como, a necessidade de existir uma melhor distribuição das variáveis com maior homogeneidade entre os voluntários; realizar este estudo numa sala com isolamento eletromagnético e o fato de as medições só terem sido realizadas unilateralmente, no lado esquerdo.

5. Conclusão

Os resultados deste estudo, apesar de se terem obtido algumas alterações estatisticamente significativas quanto à variação dos potenciais elétricos comparando com as variáveis em estudo, não apresentam evidência suficiente para serem dados como conclusivos. No entanto, conseguiu-se perceber que durante os cinco minutos após ter sido realizada a punctura na região superior e inferior do masséter no canal 0, houve uma diminuição dos valores em todos os voluntários ao longo do tempo, tendo sempre em consideração a variabilidade individual.

Propõe-se então novos estudos com uma amostra maior e mais homogénea em todas as variáveis estudadas e com registo dos potenciais elétricos num período de tempo mais longo, podendo também ser efetuados registos em doentes com disfunção temperomandibular (DTM) para comparar com valores de uma amostra de indivíduos saudáveis, de forma a perceber as variações que existem e o que podem ser valores considerados normais.

Espera-se que no futuro estes tipos de estudos consigam explicar os efeitos da Acupunctura, e quem sabe servir para o desenvolvimento de novos meios de diagnóstico no âmbito da Reabilitação Oclusal, em doentes com DTM.

Concluindo, este estudo piloto, permitiu uma análise mais aprofundada para tentar perceber o que acontece durante a Acupunctura, ou seja, como é que o nosso organismo reage a punctura a nível químico e físico, não esquecendo que nós somos toda a matéria constituída por átomos, eletrões e iões.

Agradecimentos

Hoje agradeço ter tido a oportunidade de realizar um dos meus sonhos, tirar o curso de Medicina Dentária e de realizar a minha tese na área que desde nova me fascina e me move para conhecer mais.

Esta tese de mestrado permitiu-me desvendar alguns dos que julgava ser mistérios da acupuntura. No entanto, nada disto poderia ser possível sem ajuda de muitas pessoas, não só a perceber os conteúdos teóricos, mas também a manter-me firme ao meu objetivo de realizar o melhor trabalho de forma determinada e sempre feliz apesar de todas as dificuldades.

Agradeço então ao meu Orientador Mestre Eng. José Ricardo Cabeças pelas horas que disponibilizou e pela atitude compreensiva e amável que sempre demonstrou mesmo nos momentos mais complicados.

Ao meu Co-Orientador Professor Doutor António Silvério Cabrita por ter encontrado as melhores condições para o desenrolar deste trabalho e por todos os ensinamentos dados ao longo destes anos.

A todos os meus amigos que não me deixaram desmotivar em nenhum momento e contribuíram com alguma da sua boa vontade e disponibilidade também, muito obrigada.

Um especial agradecimento à minha colega e amiga Joana Matos que colaborou neste trabalho prestando um pouco do seu tempo, assistindo-me sempre que necessário.

Ao António de Lima, pelo apoio incondicional e pela compreensão todos os dias nestes cinco anos, obrigada por tudo.

Por fim, agradeço às pessoas mais importantes da minha vida, à minha família. A eles agradeço por partilharem todos os dias comigo, por me fazerem ser aquilo que sou, pela educação, pela disciplina e pelo amor e dedicação que sempre tiveram comigo e me ensinaram a ter também.

Bibliografia

1. Guyton A, Hall J. Tratado de Fisiologia Médica. 2006.
2. Signaling R, Autophagy R, Ferraro E, Giammarioli AM, Chiandotto S, Spoletini I, et al. Exercise-Induced Skeletal Muscle Remodeling. 2014;21(1):154–76.
3. Månsson A, Rassier D, Tsiavaliaris G. Poorly Understood Aspects of Striated Muscle Contraction. 2015;2015.
4. C. Gonçalves VB. Histologia. 2ª ed. Universidade I da, editor. Coimbra; 2007.
5. Krueger-beck E, Nogueira-neto GN, Neves EB, Nohama P. Potencial de ação : do estímulo à adaptação neural. 2011;24(3):535–47.
6. Plonsey R, Barr R. Bioelectricity - A quantitative Approach. Third. Springer, editor. USA; 2007.
7. Learreta J. Compêndio de diagnóstico das patologias da ATM. 1ª ed. Médicas A, editor. Portugal; 2003.
8. Hermann A, Sitdikova G, Weiger T. Oxidative Stress and Maxi Calcium-Activated Potassium. Biomolecules. 2015;1870–911.
9. Allen DG, Lamb GD, Westerblad H. Skeletal Muscle Fatigue : Cellular Mechanisms. 2008;287–332.
10. Wo K, Lipski M, Lichota D, Szyszka-sommerfeld L. Muscle Fatigue in the Temporal and Masseter Muscles in Patients with Temporomandibular Dysfunction. 2015;2015.
11. Netter F. Atlas de Anatomia Humana. 2º ed. Masson SA, editor. Barcelona; 2001.
12. Hage Y EI, Politti F, Sousa DFM De, Herpich CM, Phillip I, André C, et al. Effect of mandibular mobilization on electromyographic signals in muscles of mastication and static balance in individuals with temporomandibular disorder : study protocol for a randomized controlled trial. 2013;1–11.
13. Lauriti L, Motta LJ, Haddad C, Godoy L De, Biasotto-gonzalez DA, Politti F, et al. Influence of temporomandibular disorder on temporal and masseter muscles and occlusal contacts in adolescents : an electromyographic study. BMC Musculoskelet Disord. 2014;15(1):1–8.
14. Davidovits P. Physics in Biology and Medicine. Third Edit. Elsevier, editor. USA; 2008.
15. Vinente K. Fundamentos de Eletricidade.
16. J. W. Nilsson SAR. Circuitos Elétricos. 8ª ed. Prentice-Hall, editor. 2009.
17. Alvarenga TF, Amaral CG, Steffen CP. Ação da acupuntura na neurofisiologia da dor : revisão bibliográfica Action of acupuncture on the neurophysiology of pain : a literature review. 2014;
18. Kong JT, Schnyer RN, Johnson KA, Mackey S. Understanding central mechanisms of acupuncture analgesia using dynamic quantitative sensory testing: A review. Evidence-based Complement Altern Med. 2013;2013.
19. Ferreira AA. Acupuntura na Medicina. Lidel, editor. 2010.
20. Wong E, Gaster B, Lee S. East meets West: current issues relevant to integrating Chinese medicine. Chin Med. 2012;7(1):20.
21. Boleta-Ceranto D de CF, Alves T, Alende FL. 8. O efeito da acupuntura no controle da dor na odontologia. Arq Ciênc Saúde Unipar. 2008;12(2):143–8.

22. Tao H, Yu M chun, Yang H ying, Qu R mei, Yang C, Zhou X, et al. Correlations Between Fasciology and Yin Yang Doctrine. *JAMS J Acupunct Meridian Stud.* 2011;4(2):141–6.
23. Noiman M, Garty A, Maimon Y, Miller U, Lev-Ari S. Acupuncture for treating temporomandibular disorder: retrospective study on safety and efficacy. *J Acupunct Meridian Stud.* 2010;3(4):260–6.
24. White A, Cummings M, Filshie J. *An Introduction to Western Medical Acupuncture.* Elsevier CL-, editor. 2008.
25. Branco CA, Fonseca RB, Oliveira TRC de, Gomes VL, Fernandes Neto AJ. Acupuntura como tratamento complementar nas disfunções temporomandibulares: revisão da literatura. *Rev Odontol da Unesp.* 2005;34(1):11–6.
26. Ferreira A, Ferreira A, Sousa G, Junior R, Oliveira T. Efeito Imediato da Acupuntura na Actividade Elétrica do corpo Humano Avaliado através da Eletromiografia. *Staw Agric L Use Baseline 2015.* 2015;1:1–23.
27. Chang S. The meridian system and mechanism of acupuncture-A comparative review. Part 1: The meridian system. *Taiwan J Obstet Gynecol.* 2012;51(4):506–14.
28. Zanin MS, Ronchi JM, Silva T de C, Fuzaro AC, Araujo JE de. Electromyographic and strength analyses of activation patterns of the wrist flexor muscles after acupuncture. *JAMS J Acupunct Meridian Stud.* 2014;7(5):231–7.
29. Shen Y, Younger J, Goddard G, Mackey S. Randomized Clinical Trial of Acupuncture for Myofascial Pain of the Jaw Muscles. *NIH Public Access.* 2011;4(164):353–9.
30. Gao P, Gao X, Fu T, Xu D, Wen Q. Acupuncture: Emerging evidence for its use as an analgesic (Review). *Exp Ther Med.* 2015;9(5):1577–81.
31. Kattiney L, Oliveira D. Temporomandibular disorder and anxiety , quality of sleep , and quality of life in nursing professionals. 2015;29(1):1–7.
32. Berger M, Oleszek-listopad J, Marczak M, Szymanska J. Psychological aspects of temporomandibular disorders – literature review. 2015;28(1):55–9.
33. Chisnoiu A, Lascu L, Pascu L, Georgiu C, Chisnoiu R. Emotional stress evaluation in patients with temporomandibular joint disorder. 2002;7(2):104–7.
34. Fillingim RB, Ohrbach R, Greenspan JD, Knott C, Bair E, Baraian C, et al. Potential Psychosocial Risk Factors for Chronic TMD: Descriptive Data and Empirically Identified Domains from the OPPERA Case-Control Study. 2012;12:1–25.
35. Fillingim RB, Ohrbach R, Greenspan JD, Knott C, Dubner R, Bair E, et al. Psychological Factors Associated with Development of TMD: the OPPERA Prospective Cohort Study. 2014;14(12 0):1–30.
36. Al-mulla MR, Sepulveda F, Colley M. A Review of Non-Invasive Techniques to Detect and Predict Localised Muscle Fatigue. 2011;3545–94.
37. Milanesi JDM. Avaliação eletromiográfica dos músculos da mastigação de indivíduos com desordem temporomandibular submetidos a acupuntura. 2012;17(1):1–8.
38. Ferraz M, Berzin F, Alves L. Avaliação eletromiográfica da desordem dos músculos mastigatórios em pacientes submetidos à facilitação neuromastigatória manipulativa Negrelli associada : relato de caso clínico.
39. Radke J, Kamyszek G, S RKDD. Electromyographic Evidence of Reduced Muscle Activity When ULF-TENS Is Applied to the Vth and VIIth Cranial Nerves
Electromyographic Evidence of Reduced Muscle Activity When ULF-TENS Is Applied

to the Vth and VIIth Cranial Nerves. 2016;(July).

40. Roohafza H, Afshar H, Keshteli AH, Shirani MJ, Afghari P, Vali A. Masticatory ability with depression , anxiety , and stress : Does there exist any association ? 2016;6–11.
41. Progress M, Scrivani SJ, Keith DA, Kaban LB. Temporomandibular Disorders. 2008;2693–705.