



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCAR)
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE (CCBS)
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA (DFISIO)
RODOVIA WASHINGTON LUÍS, KM 235 – SP-310 SÃO CARLOS-SP
CEP 13565-905 FONE: (16) 3351-8111



EFEITO HIPOALGÉSICO DE DIFERENTES CORRENTES ELÉTRICAS EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS

Orientanda: Viviane Ribeiro da Silva

Coorientadora: Ms. Érika Patrícia Rampazo da Silva

Orientador: Prof. Dr. Richard Eloin Liebano

São Carlos

2021

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA**

**EFEITO HIPOALGÉSICO DE DIFERENTES CORRENTES
ELÉTRICAS EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS**

Trabalho de Graduação III apresentado como parte dos requisitos necessários para a conclusão do curso de Bacharelado em Fisioterapia pelo Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos.

**São Carlos
Junho/2021**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha avó Emidia (*in memoriam*),
por ter despertado em mim o desejo de cuidar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida, por me dar forças durante este caminho desgastante e cheio de incertezas, para não desistir do sonho de ser Fisioterapeuta.

Aos meus pais e minha irmã por me apoiarem em todas as escolhas, sempre presentes sendo meu pilar para que este objetivo tornasse possível. Por me inspirarem através de gestos e palavras ao longo desta caminhada, espero um dia poder lhes retribuir.

Aos meus amigos de infância que, apesar da distância, permaneceram presentes comigo nas diversas etapas, em especial Aline, Eddara, Gleisson e Yara. Aos amigos e colegas que tive o privilégio de conhecer durante a graduação, que também me apoiaram e foram essenciais em minhas conquistas, em especial a Ana, Eder, Fabiana, Felipe e Isabella. Ao João pelo companheirismo e pela dedicação em me ajudar na fase final deste trabalho. E também a república onde pude chamar de lar, com minhas amigas, em especial Izabela, Maria e Rebeca. Todos fazendo com que esta fosse a melhor fase da minha vida.

Ao meu orientador Richard, coorientadora Érika e minha amiga de curso Anabelly, que me ajudaram no desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso, pois sem eles não seria possível. Também aos membros do Laboratório de Recursos Fisioterapêuticos – LAREF que não mediram esforços para me ajudar nesta etapa final.

A Plexus Jr., Empresa Junior de Fisioterapia da UFSCar, a qual auxiliei na fundação, e todos que nela participaram até hoje, por se empenharem tanto para trazer experiência prática aos alunos de fisioterapia.

A Universidade Federal de São Carlos – UFSCar por ser um espaço que privilegia o conhecimento e incentiva a ciência. Por fim, agradeço também a agência financiadora de bolsa CNPq/PIBIC pelo fomento deste trabalho, que agregou a mim conhecimento científico e experiência clínica.

EPÍGRAFE

“Ser fisioterapeuta é ter o dom de cuidar das pessoas, amar o próximo e ver em cada olhar de tristeza, uma esperança”.

- Rosi Ervati

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	9
2 OBJETIVO	12
3 MÉTODOS	12
3.1 DESENHO DO ESTUDO	12
3.2 PARTICIPANTES	13
3.3 PREPARO DO INDIVÍDUO	13
3.4 EQUIPAMENTOS	14
3.5 INTERVENÇÃO	14
3.6 LIMIAR DE DOR POR PRESSÃO (LDP)	15
3.7 CONFORTO SENSORIAL	16
3.8 RANDOMIZAÇÃO E MÉTODO DE ALOCAÇÃO	17
3.9 CÁLCULO AMOSTRAL	17
3.10 AVALIAÇÃO DO CEGAMENTO	17
3.11 ANÁLISE DE DADOS	18
4 RESULTADOS	18
4.1 LIMIAR DE DOR POR PRESSÃO	19
4.1.1 Segmentar	19
4.1.2 Extrassegmentar	20
4.2 CONFORTO SENSORIAL	22
4.3 CEGAMENTO DO ESTUDO	22
5 DISCUSSÃO	23
6 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
APÊNDICE A	30
APÊNDICE B	31
ANEXO	32

RESUMO

A estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS), a corrente interferencial (CI) e a corrente Aussie são diferentes tipos de estimulações elétricas utilizadas tanto no tratamento da dor aguda como da dor crônica, no entanto não se sabe se há diferença em relação ao efeito hipoalgésico e o conforto sensorial entre elas. Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar o efeito hipoalgésico e o conforto sensorial entre a TENS, CI e corrente Aussie em indivíduos saudáveis. Cento e vinte indivíduos foram distribuídos aleatoriamente entre quatro grupos: TENS, CI, corrente Aussie e Placebo. A estimulação elétrica foi administrada no antebraço dominante com intensidade forte, porém confortável, durante 30 minutos aos três grupos de correntes elétricas, e ao grupo Placebo, os eletrodos foram posicionados com o equipamento desligado. O limiar de dor por pressão e o conforto sensorial foram medidos, respectivamente, com um algômetro digital e a escala visual analógica. Houve um efeito hipoalgésico segmentar e extrassegmentar significativo entre os grupos ativos em comparação ao grupo Placebo aos 15 primeiros minutos de aplicação. Aos 30 minutos, houve também um efeito hipoalgésico segmentar e extrassegmentar significativo entre os grupos ativos em comparação ao grupo Placebo. Após 20 minutos da estimulação não foi observado diferença significativa segmentar entre os grupos. E após 20 minutos da estimulação, houve um efeito hipoalgésico extrassegmentar significativo nos grupos ativos em comparação ao grupo Placebo. Não houve diferença significativa em relação ao conforto sensorial entre as correntes elétricas. Como conclusão, a TENS, CI e corrente Aussie apresentaram maior efeito hipoalgésico segmentar e extrassegmentar durante a estimulação comparado ao Placebo e o conforto sensorial foi semelhante entre elas.

Palavras-chave: Algometria. Limiar de dor por pressão. Dor. Estimulação elétrica nervosa transcutânea. Corrente interferencial. Corrente Aussie.

ABSTRACT

Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS), interferential current (CI) and Aussie current are different types of electrical stimulation used in the treatment of both acute and chronic pain, however it is not known if there is a difference in relation to the hypoalgesic effect and sensory comfort between them. Therefore, the aim of this study was to compare the hypoalgesic effect and sensory comfort between TENS, CI and Aussie current in healthy individuals. One hundred and twenty individuals were randomly assigned to four groups: TENS, CI, Aussie current and Placebo. The electrical stimulation was administered to the dominant forearm with a strong but comfortable intensity, for 30 minutes to the three groups of electric currents and to the Placebo group, the electrodes were positioned with the equipment turned off. The pressure pain threshold and sensory comfort were measured, respectively, with a digital algometer and visual analog scale. There was a significant segmental and extrasegmental hypoalgesic effect between the active groups compared to the Placebo group at the first 15 minutes of application. At 30 minutes, there was also a significant segmental and extrasegmental hypoalgesic effect between the active groups compared to the Placebo group. After 20 minutes of stimulation, there was no significant segmental difference between groups. And after 20 minutes of stimulation, there was a significant extrasegmental hypoalgesic effect in the active groups compared to the Placebo group. There was no significant difference in sensory comfort between the electrical currents. In conclusion, TENS, CI and Aussie current showed greater segmental and extrasegmental hypoalgesic effect during stimulation compared to Placebo and sensory comfort was similar between them.

Keywords: Algometry. Pressure pain threshold. Pain. Transcutaneous electrical nerve stimulation. Interferential current. Aussie current.

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O uso da estimulação elétrica para alívio de dores possui os primeiros registros históricos desde a quinta dinastia do antigo Egito (ALVES-GUERREIRO *et al.*, 2001). A teoria das comportas elaborada por Melzack e Wall (MELZACK; WALL, 1965) é o mecanismo de ação mais aceito para a explicação do efeito analgésico obtido com a eletroterapia, e provê uma base teórica para uso das correntes elétricas no alívio da dor (ALVES-GUERREIRO *et al.*, 2001; PANTALEÃO *et al.*, 2011). Essa teoria propõe que a estimulação de fibras nervosas aferentes de grande diâmetro ($A\beta$) ativa os circuitos neuronais inibitórios locais do corno dorsal da medula espinhal, inibe estímulos aferentes nociceptivos transportados por fibras de pequeno calibre (C e $A\delta$) e previne que esses estímulos atinjam os centros superiores do sistema nervoso central (MELZACK; WALL, 1965; PANTALEÃO *et al.*, 2011).

Portanto, a teoria das comportas serviu como um catalisador para o desenvolvimento dos primeiros aparelhos de estimulação elétrica nervosa transcutânea (*Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*, TENS) na década de 1970 (ALVES-GUERREIRO *et al.*, 2001; WALSH *et al.*, 1998). A TENS é uma modalidade não invasiva, amplamente aceita e utilizada por diversos profissionais da área da saúde para tratamento de dor aguda ou crônica (LIEBANO *et al.*, 2011). Além do efeito de inibição dos estímulos aferentes nociceptivos, a TENS libera ao nível da medula espinhal e da região rostral ventromedial do bulbo diferentes opióides endógenos que resultam em uma inibição descendente difusa de nocicepção, mediante a estimulação com diferentes frequências (LIEBANO *et al.*, 2011). Frequências menores que 10 Hz (Hertz) ativam receptores μ -opióides e frequências maiores que 50 Hz ativam receptores δ -opióides (CHANDRAN; SLUKA, 2003; KALRA; URBAN; SLUKA, 2001; SLUKA *et al.*, 1999). As correntes utilizadas na maioria dos equipamentos de TENS são correntes pulsadas bifásicas simétrica retangular ou assimétrica balanceada (ALVES-GUERREIRO *et al.*, 2001; JOHNSON; TABASAM, 2003; PANTALEÃO *et al.*, 2011).

Uma revisão sistemática constatou que a seleção de parâmetros de TENS (intensidade, frequência e local de estimulação) e modelo experimental de dor influenciam nitidamente no nível de eficácia da TENS em seu efeito hipoalgésico. Frequências altas têm fortes evidências de eficácia em modelos experimentais de dor por pressão e estimulação com intensidades altas mostraram maiores classificações de evidências favoráveis em termos de magnitude e longevidade da resposta hipoalgésica. Amplitudes e frequências baixas apresentaram

evidências para a ineficácia na hipoalgesia (CLAYDON; CHESTERTON; BARLAS; SIM, 2011).

Em 1950, Hans Nemeč desenvolveu as correntes interferenciais (CI), tendo como objetivo promover uma estimulação que atingisse tecidos mais profundos e que fosse mais confortável do que as correntes de baixa frequência (OZCAN; WARD; ROBERTSON, 2004). Desde então, muitos clínicos têm substituído a utilização de equipamentos de TENS por estimuladores interferenciais, sendo essa corrente amplamente utilizada no Canadá (EL *et al.*, 2007) e Austrália (ROBERTSON; SPURRITT, 1998). A CI compreende duas correntes independentes de média frequência, geralmente uma corrente é usada com uma frequência de 4000 Hz e a outra entre 4001 Hz a 4250 Hz produzindo uma onda sinusoidal modulada em baixa frequência no valor da diferença entre as frequências utilizadas (ALVES-GUERREIRO *et al.*, 2001; JOHNSON; TABASAM, 2003; SHANAHAN; WARD; ROBERTSON, 2006; VENANCIO *et al.*, 2013).

Na literatura são encontradas algumas controvérsias com relação à CI. Uma delas sugere que a CI pode não estimular igualmente toda a área em que se encontram os pares de eletrodos, pois só a região de intersecção das duas correntes de média frequência receberia a onda sinusoidal totalmente modulada (WARD, 2009). Quando se utiliza a CI com frequência de modulação de amplitude de 100 Hz, a duração dos *bursts* é de 10 ms, fazendo com que o nervo dispare várias vezes o potencial de ação em cada *burst*. Esse elevado número de disparos poderia causar bloqueio neural e/ou fadiga sináptica prejudicando a ação terapêutica da corrente (VENANCIO *et al.*, 2013). Uma revisão sistemática, analisou a eficácia da CI na redução da dor. Eles concluíram que há evidências conflitantes para apoiar a eficácia da CI no gerenciamento da dor e, evidentemente, há necessidade de ensaios clínicos randomizados com alta qualidade metodológica para confirmar sua eficácia (BEATTI *et al.*, 2010).

Dessa forma, com o objetivo de produzir uma corrente mais adequada para a estimulação sensorial e motora, foi desenvolvida um tipo de corrente alternada modulada em *bursts* retangulares de curta duração (2 – 4 ms) (WARD; LUCAS-TOUMBOUROU, 2007; WARD; CHUEN, 2009). Esse tipo de corrente ficou conhecida comercialmente como corrente Aussie (WARD, 2009; WARD; LUCAS-TOUMBOUROU; MCCARTHY, 2009). A corrente Aussie possui frequência portadora ajustável de 1 kHz ou 4 kHz, sendo que a primeira frequência é indicada para estimulação neuromuscular e a segunda para analgesia pelo fato de ser mais confortável. Para analgesia, tem sido sugerido um ciclo de trabalho de 20% (*burst* de 4 ms) e frequência de modulação de 50 Hz (WARD, 2009; WARD; LUCAS-TOUMBOUROU;

MCCARTHY, 2009; WARD; OLIVER, 2007). Alguns estudos demonstram que ciclos de trabalho menores fazem a corrente Aussie ser mais confortável do que a corrente pulsada de baixa frequência, e que tem uma menor possibilidade de estimular múltiplos disparos sinápticos nervosos, diminuindo a quantidade de potenciais de ação do neurônio motor que leva a uma menor fadiga muscular (WARD, 2009; WARD; LUCAS-TOUMBOUROU; MCCARTHY, 2009; WARD; OLIVER, 2007).

Foram realizados alguns estudos comparando o efeito hipoalgésico segmentar (local), o qual ocorre próximo ao local onde foi administrada a corrente, entre a TENS e a CI em indivíduos saudáveis. Guerreiro *et al.*, (2001) relataram que tanto a TENS quanto a CI não tiveram resultados significativos no efeito hipoalgésico segmentar (ALVES-GUERREIRO *et al.*, 2001). Johnson *et al.*, (2003) descreveram que a TENS e a CI produziram um efeito hipoalgésico segmentar significativo, avaliado através do limiar de dor por isquemia, comparado ao Placebo, porém, não houve diferença estatística entre elas. (JOHNSON; TABASAM, 2003). Cheing *et al.*, (2003) relataram que a TENS e a CI produziram efeito hipoalgésico segmentar significativo, aferido pelo limiar de dor por calor, comparado ao Placebo sem diferença estatística entre elas, todavia, a duração deste efeito foi maior com a CI. (CHEING; HUI-CHAN, 2003). Shanahan *et al.*, (2006) observaram que a TENS foi estatisticamente mais efetiva que a CI para produzir efeito hipoalgésico segmentar, avaliado pelo limiar de dor por frio. (SHANAHAN; WARD; ROBERTSON, 2006). Diante dos achados controversos, torna-se relevante que mais estudos sejam realizados para verificar se há diferença no efeito hipoalgésico segmentar entre a TENS e a CI.

Somente um estudo comparou o efeito hipoalgésico segmentar entre a TENS e a corrente Aussie de 4 kHz em indivíduos saudáveis. Neste estudo, Ward *et al.* (2009) (WARD; LUCAS-TOUMBOUROU; MCCARTHY, 2009) concluíram que estas correntes elétricas produziram efeito hipoalgésico segmentar sem diferença estatística significativa entre elas. De acordo com a literatura, até o momento, não foram encontrados estudos comparativos sobre o efeito hipoalgésico entre a CI e a corrente Aussie. Devido à escassez de estudos que investigam o efeito hipoalgésico segmentar entre a TENS, CI e corrente Aussie, torna-se necessária a realização deste estudo.

Quanto ao efeito hipoalgésico extrassegmentar (sistêmico), o qual ocorre distante do local de aplicação da corrente elétrica, foram encontrados apenas dois estudos que compararam o efeito hipoalgésico de diferentes parâmetros de TENS em indivíduos saudáveis (CHESTRERTON *et al.*, 2002; CLAYDON *et al.*, 2008). Ambos os estudos observaram maior

efeito hipoalgésico extrassegmentar da TENS quando comparado ao Placebo em indivíduos saudáveis (CHESTRERTON *et al.*, 2002; CLAYDON *et al.*, 2008). Conforme observado, não foram encontrados na literatura estudos que tenham investigado o efeito hipoalgésico extrassegmentar entre diferentes correntes elétricas.

Em relação ao conforto sensorial, Venancio *et al.*, (2013) observaram que a CI com frequências portadoras de 4kHz, 8kHz e 10kHz foram consideradas mais confortáveis em relação as frequências de 1kHz e 2kHz em indivíduos saudáveis. Ward *et al.*, (2009) observaram que a corrente Aussie foi reportada como uma corrente mais confortável comparada a TENS em indivíduos saudáveis. (WARD; LUCAS-TOUMBOUROU; MCCARTHY, 2009). Até o momento, não foram encontrados estudos que tenham verificado o conforto sensorial entre a TENS, CI e corrente Aussie.

Apesar dos estudos encontrados comparando a hipoalgesia segmentar entre TENS e CI ou TENS e corrente Aussie, ainda não há um consenso de qual modalidade é a mais eficiente para aumentar o LDP. Também há uma escassez de estudos que tenham investigado se há diferença no efeito hipoalgésico extrassegmentar e o conforto sensorial entre as correntes elétricas então torna-se relevante a realização deste estudo para verificar o efeito hipoalgésico segmentar e extrassegmentar e o conforto sensorial entre TENS, CI e corrente Aussie em indivíduos saudáveis.

2 OBJETIVO

Comparar o efeito hipoalgésico (segmentar e extrassegmentar) e o conforto sensorial entre a estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS), corrente interferencial (CI) e corrente Aussie em indivíduos saudáveis.

3 MÉTODOS

3.1 DESENHO DO ESTUDO

Este estudo foi um ensaio clínico randomizado placebo controlado que seguiu as diretrizes de escrita recomendadas pelos Padrões Consolidados de Relatórios de Ensaio (CONSORT). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) sob número 67222317.0.0000 e foi registrado no *Clinical Trials* (www.clinicaltrials.gov) sob número: NCT01950728. O estudo foi realizado

no Laboratório de Recursos Fisioterapêuticos (LAREF), no Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). O recrutamento dos indivíduos foi feito por comunicação oral e virtualmente via mídias sociais entre setembro de 2017 e julho de 2018.

3.2 PARTICIPANTES

Foram incluídos indivíduos saudáveis, de ambos os sexos, entre 18 e 45 anos, que desconheciam a sensação das correntes elétricas analgésicas. Após entrevista (Apêndice A), foram excluídos indivíduos que apresentassem: lesões em nervos dos membros superiores (alterações de sensibilidade, força muscular ou reflexo), dor, gravidez, doenças crônicas, marca-passo cardíaco, epilepsia, alergia ao eletrodo utilizado, lesões na pele nas áreas de posicionamento dos eletrodos, utilização de medicamentos de uso contínuo, exceto anticoncepcionais, e medicamentos para dor (analgésico, anti-inflamatório e/ou relaxante muscular) nas últimas 24 horas que antecediam a coleta.

Os indivíduos que preencheram os critérios de inclusão e aceitaram participar do estudo, foram orientados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO). Após a assinatura do TCLE foram coletados dados demográficos, como: sexo, idade, massa corporal, altura, etnia, educação e dominância do membro superior. Em seguida os participantes foram submetidos aos procedimentos de avaliações e aplicação da corrente elétrica (Apêndice B).

3.3 PREPARO DO INDIVÍDUO

O indivíduo foi orientado a deitar na maca em decúbito dorsal, com a palma das mãos voltadas para baixo e com os pés para fora da maca. Os membros superiores (antebraços) e a perna ipsilateral ao membro superior dominante foram higienizados com água e sabão neutro antes do posicionamento dos eletrodos e a marcação das áreas da algometria por pressão. As áreas foram marcadas com caneta apropriada para marcação em pele. O primeiro eletrodo foi posicionado no antebraço dominante, na prega do cotovelo ao lado do epicôndilo lateral e o segundo eletrodo foi posicionado três centímetros distalmente ao primeiro eletrodo.

3.4 EQUIPAMENTOS

O equipamento NEURODYN (IBRAMED®, Amparo, São Paulo, Brasil) foi usado para aplicação da TENS, CI e corrente Aussie. Dois eletrodos autoadesivos quadrado padrão (5×5 cm) (ValuTrode®, Axelgaard, CA, EUA) foram usados. Para medir o LDP foi utilizado o algômetro de pressão Somedic Type II (Somedic®, Höbyby, Suécia) composto por uma sonda circular de borracha (1 cm²). As medidas foram mensuradas em kPa (Kilopascal).

3.5 INTERVENÇÃO

Grupo TENS:

Foi utilizada uma frequência de 100 Hz, duração de pulso de 125 µs (microsegundos), e a amplitude do pulso foi aumentada até que o indivíduo relatasse uma parestesia forte, porém, confortável, podendo atingir ou não o nível motor. Durante 30 minutos em intervalos de 4 minutos, o indivíduo foi questionado se a sensação da corrente diminuiu, se sim, a amplitude do pulso era aumentada novamente, até que o indivíduo voltasse a sentir uma parestesia forte, porém, confortável.

Grupo CI:

Foi utilizada uma frequência portadora de 4 kHz (duração da fase = 125 µs) e frequência de modulação de amplitude (*amplitude-modulated frequency*, AMF) de 100 Hz, e a amplitude do pulso foi aumentada até que o indivíduo relatasse uma parestesia forte, porém, confortável, podendo atingir ou não o nível motor. Durante 30 minutos em intervalos de 4 minutos, o indivíduo foi questionado se a sensação da corrente diminuiu, se sim, a amplitude do pulso era aumentada novamente, até que o indivíduo voltasse a sentir uma parestesia forte, porém, confortável.

Grupo Corrente Aussie:

Foi utilizada uma frequência portadora de 4 kHz (duração da fase = 125 µs), duração de *burst* de 4 ms e frequência de 100 Hz, e a amplitude do pulso foi aumentada até que o indivíduo relatasse uma parestesia forte, porém, confortável, podendo atingir ou não o nível motor. Durante 30 minutos em intervalos de 4 minutos, o indivíduo foi questionado se a sensação da corrente diminuiu, se sim, a amplitude do pulso era aumentada novamente, até que o indivíduo voltasse a sentir uma parestesia forte, porém, confortável.

Grupo Placebo:

Os eletrodos foram aplicados conforme descrito anteriormente para manter o avaliador do LDP cego e, durante 30 minutos em intervalos de 4 minutos, os indivíduos foram questionados em relação a algum possível desconforto e foi simulado o aumento da amplitude de pulso.

3.6 LIMIAR DE DOR POR PRESSÃO (LDP)

O LDP foi mensurado pelo avaliador, através da utilização de um algômetro de pressão. O algômetro foi calibrado previamente ao início do estudo pelo fabricante. Um estudo preliminar de confiabilidade intraexaminador para a medição de LDP foi estimada pelo cálculo dos coeficientes de correlação intraclasse para os músculos extensores do antebraço (0,885; IC 95%: 0,601-0,967) e para o músculo tibial anterior (0,924; IC 95%: 0,736–0,978). Para isso, um total de 13 indivíduos saudáveis, não envolvidos no estudo, foram recrutados e avaliados em duas ocasiões com intervalo de 48 horas entre elas (COWAN *et al.*, 2009; PANTALEÃO *et al.*, 2011).

Durante o estudo, o avaliador desconheceu a divisão dos grupos e as correntes utilizadas. Nos quatro grupos o aparelho foi coberto durante a mensuração do LDP, dessa forma o avaliador não saberia se estava sendo aplicado TENS, CI, corrente Aussie ou Placebo. Nos grupos ativos a amplitude de pulso da corrente elétrica foi reduzida ao limiar sensorial, pelo terapeuta, antes da medida do LDP, para que o avaliador permanecesse cegado sobre os grupos, uma vez que o aumento da amplitude pode levar à contração muscular. Durante a mensuração do LDP, a sonda circular do algômetro (1 cm² de área) foi colocada perpendicular à pele em uma velocidade uniforme e constante de 30 kPa/s (Figura 1). Os indivíduos foram orientados a manter os olhos fechados para se concentrarem na sensação e apertar o sensor quando a pressão se tornasse uma sensação de dor.

A medida segmentar foi realizada no dorso do antebraço dominante, na região média, entre os dois eletrodos (CHEN; JOHNSON, 2009, 2010). A medida extrassegmentar foi marcada na perna ipsilateral ao membro superior dominante, no ponto médio do músculo do tibial anterior (ventre muscular) (PELEGRINI; VENANCIO; LIEBANO, 2012).

Três medidas foram coletadas tanto no antebraço quanto no tibial anterior, com intervalo de 30 segundos entre cada uma delas, sendo realizadas intercaladas entre os pontos segmentar e extrassegmentar. Essas três medidas foram realizadas quatro vezes: a primeira antes de iniciar

o tratamento (Linha de base), a segunda 15 minutos depois do início do tratamento (15 minutos), a terceira 30 minutos depois do início do tratamento (30 minutos) e a quarta medida 20 minutos após a corrente ter sido desligada (+20 minutos). A média foi utilizada para análise de dados. Os indivíduos e o avaliador não tinham permissão para ver a medida do algômetro durante a medição. O tratamento não foi interrompido para as mensurações do LDP. Todos os indivíduos tiveram três demonstrações da mensuração do LDP no seu membro superior não dominante para assegurar que eles entenderam o conceito do LDP antes da coleta de dados.

Figura 1 - Avaliação do limiar de dor por pressão



Avaliação do limiar de dor por pressão com o algômetro de pressão Somic Type II.

Fonte: Elaborada pelo autor

3.7 CONFORTO SENSORIAL

O conforto sensorial relacionado à estimulação elétrica foi mensurado após a aplicação da corrente elétrica através da escala visual analógica (EVA) (Figura 2) (VENANCIO *et al.*, 2013) de 10 cm, onde foi pedido para o indivíduo traçar uma reta perpendicular sobre a reta da EVA, sendo que quanto mais perto de 0 cm mais confortável foi a aplicação da corrente e quanto mais perto de 10 cm mais desconfortável foi a aplicação da corrente.

Figura 2 - Escala visual analógica



Fonte: Elaborada pelo autor

3.8 RANDOMIZAÇÃO E MÉTODO DE ALOCAÇÃO

Tanto os indivíduos quanto o avaliador (responsável pela avaliação do LDP) foram cegados em relação ao tipo de corrente aplicada em cada um dos indivíduos. A randomização foi realizada por um investigador não envolvido na coleta de dados, com auxílio do site *www.randomization.com*, no qual 120 indivíduos foram aleatoriamente alocados por sexo, para garantir números iguais de homens e mulheres entre cada um dos quatro grupos: TENS, CI, corrente Aussie e Placebo (30 indivíduos por grupo). A ordem de medida do LDP segmentar e extrassegmentar também foi randomizada, começando pelo antebraço depois pelo tibial anterior ou vice-versa. O sigilo de alocação para randomização dos grupos e da ordem de avaliação do LDP foi feito por meio de envelopes opacos e selados.

3.9 CÁLCULO AMOSTRAL

O tamanho da amostra foi calculado com base nos valores de limiar de dor por pressão (LDP) avaliados com um algômetro. Uma diferença de 100 kPa com desvio padrão de 98 (MACEDO *et al.*, 2015), poder estatístico de 80% e alfa de 5%. Considerando esses fatores, foram necessários 30 indivíduos por grupo, totalizando 120 indivíduos. O cálculo da amostra foi realizado utilizando o software Minitab, v.17, Minitab, Inc, PA, EUA.

3.10 AVALIAÇÃO DO CEGAMENTO

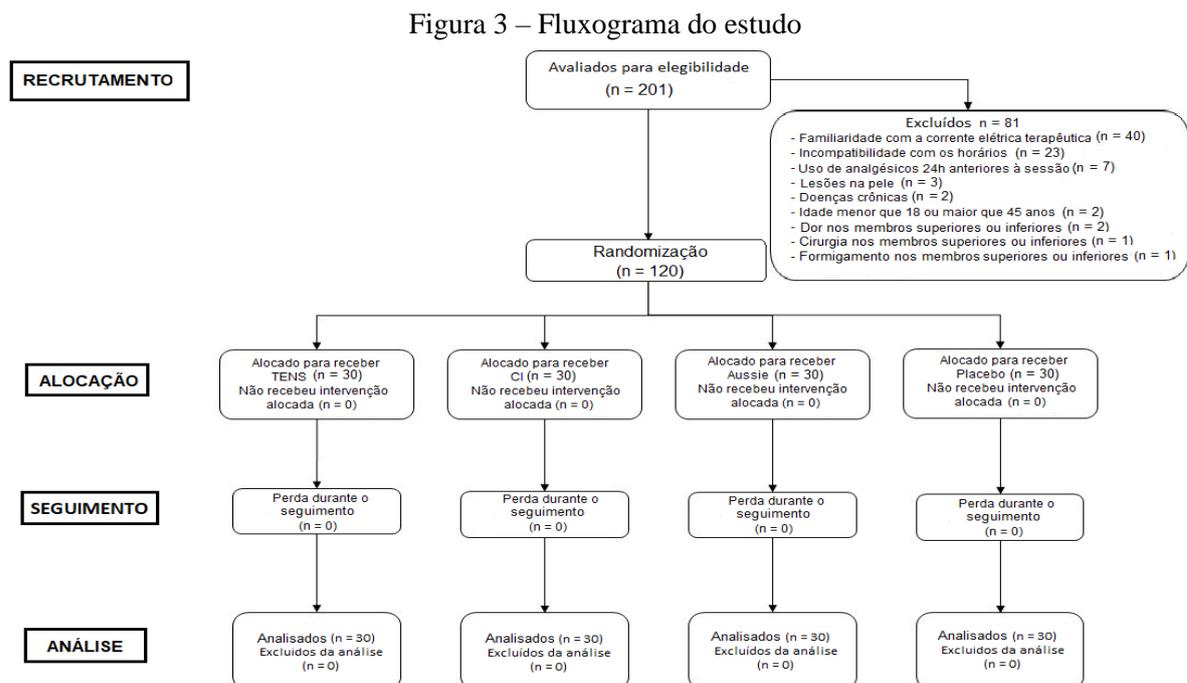
A avaliação da eficácia do cegamento foi realizada após a conclusão da última avaliação do LDP. O terapeuta perguntava ao avaliador e aos indivíduos: “Você acha que a aplicação da corrente elétrica foi real, Placebo ou você não sabe?”. As respostas foram registradas e usadas para analisar o cegamento do avaliador e dos indivíduos.

3.11 ANÁLISE DE DADOS

As características dos indivíduos foram resumidas por meio de estatística descritiva. As médias dos limiares de dor por pressão (linha de base, 15, 30 e + 20 min após a corrente ser desligada) foram usadas para realizar a análise estatística. Estatísticas descritivas foram calculadas para todas as variáveis do estudo. Após a transformação de logaritmo (log de base 10), os testes de Kolmogorov-Smirnov mostraram que os dados foram distribuídos normalmente. A análise de modelos lineares mistos foi utilizada para calcular a diferença do limiar de dor por pressão entre os grupos em relação aos tempos. Análise de variância (ANOVA *one-way*) foi utilizada para analisar o conforto sensorial entre os grupos ativos. O nível de significância adotado foi $p < 0,05$. A análise dos dados foi realizada utilizando o software SPSS (v.17; SPSS Inc; Chicago IL) por um investigador cego para a divisão dos grupos.

4 RESULTADOS

O total de 201 indivíduos foram avaliados para elegibilidade, 81 foram excluídos e 120 foram incluídos. Em seguida, foram randomizados em 4 grupos com 30 indivíduos cada e todos estes 120 indivíduos completaram o estudo (Figura 3).



Fonte: Elaborada pelo autor

As características demográficas dos indivíduos do estudo para cada grupo são relatadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características demográficas

Características	Grupos			
	TENS (n = 30)	CI (n = 30)	Aussie (n = 30)	Placebo (n = 30)
Sexo n (%)				
Feminino	15 (50%)	15 (50%)	15 (50%)	15 (50%)
Masculino	15 (50%)	15 (50%)	15 (50%)	15 (50%)
Idade (anos) (Média ± DP)	23,10 ± 4,67	23,66 ± 4,62	24,03 ± 4,29	22,83 ± 5,11
IMC (Kg/m²) (Média ± DP)	23,30 ± 4,40	23,49 ± 3,66	24,59 ± 4,25	23,37 ± 3,74
Etnia n (%)				
Caucasianos	16 (53,3%)	20 (66,7%)	20 (66,7%)	22 (73,3%)
Outros	14 (46,7%)	10 (33,3%)	10 (33,3%)	8 (26,6%)
Educação n (%)				
Ensino médio ou menos	0 (0%)	1 (3,3%)	1 (3,3%)	0 (0%)
Ensino superior ou mais	30 (100%)	29 (96,7%)	29 (96,7%)	30 (100%)
Membro superior dominante n (%)				
Direito	28 (93,3%)	29 (96,7%)	29 (96,7%)	29 (96,7%)
Esquerdo	2 (6,7%)	1 (3,3%)	1 (3,3%)	1 (3,3%)

TENS = Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea; CI = Corrente Interferencial; DP = Desvio Padrão

Fonte: Elaborada pelo autor

4.1 LIMIAR DE DOR POR PRESSÃO

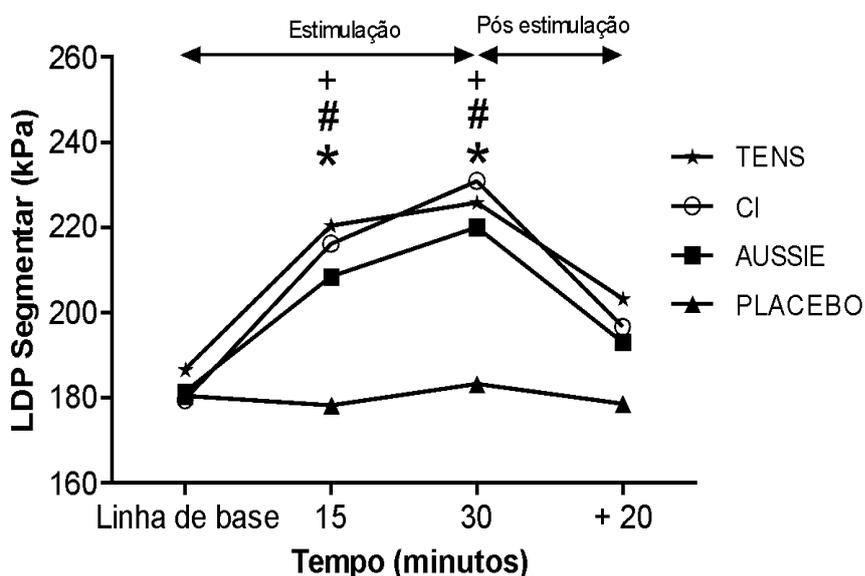
4.1.1 Segmentar

Aos 15 minutos, houve um efeito hipoalgésico segmentar significativo nos grupos TENS ($p = 0,016$), CI ($p = 0,002$) e corrente Aussie ($p = 0,026$) em comparação ao grupo Placebo. Aos 30 minutos, houve também um efeito hipoalgésico segmentar significativo nos grupos TENS ($p = 0,034$), CI ($p < 0,001$) e corrente Aussie ($p = 0,023$) em comparação com o grupo Placebo. Após 20 minutos da aplicação não houve efeito hipoalgésico segmentar entre os grupos TENS ($p = 0,657$), CI ($p = 0,265$), e corrente Aussie ($p = 0,780$) quando comparado ao grupo Placebo. Não houve diferença significativa entre os grupos ativos em nenhum dos

tempos (15 minutos, 30 minutos e + 20 minutos após a aplicação). TENS comparado a CI ($p = 0,510; 0,167$ e $0,119$ respectivamente aos tempos); TENS comparado a corrente Aussie ($p = 0,849; 0,879$ e $0,470$ respectivamente aos tempos); corrente Aussie comparado a CI ($p = 0,396; 0,219$ e $0,403$ respectivamente aos tempos).

A Figura 4 representa as medidas do limiar de dor por pressão segmentar (LDP) (kPa) em média para cada grupo e cada tempo (linha de base, 15 minutos, 30 minutos e + 20 minutos após a aplicação). A Tabela 2 representa a média \pm erro padrão da média (EPM) do LDP segmentar para cada um dos grupos em todos os tempos.

Figura 4 - Limiar de dor por pressão segmentar



Medidas do Limiar de Dor por Pressão Segmentar (LDP) (KPa) (média) para os grupos TENS, CI, corrente Aussie e Placebo. “*” Indica que a TENS foi significativamente maior em comparação com o grupo Placebo em 15 minutos e 30 minutos durante a estimulação ($p = 0,016; p = 0,034$). “#” Indica que o CI foi significativamente maior em comparação ao grupo Placebo em 15 minutos e 30 minutos durante a estimulação ($p = 0,002; p < 0,001$). “+” Indica que a corrente Aussie foi significativamente maior em comparação com o grupo Placebo em 15 minutos e 30 minutos durante a estimulação ($p = 0,026; p = 0,023$).

LDP=Limiar de dor por pressão; kPa=Kilopascal; TENS=Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea; CI=Corrente Interferencial

Fonte: Elaborada pelo autor

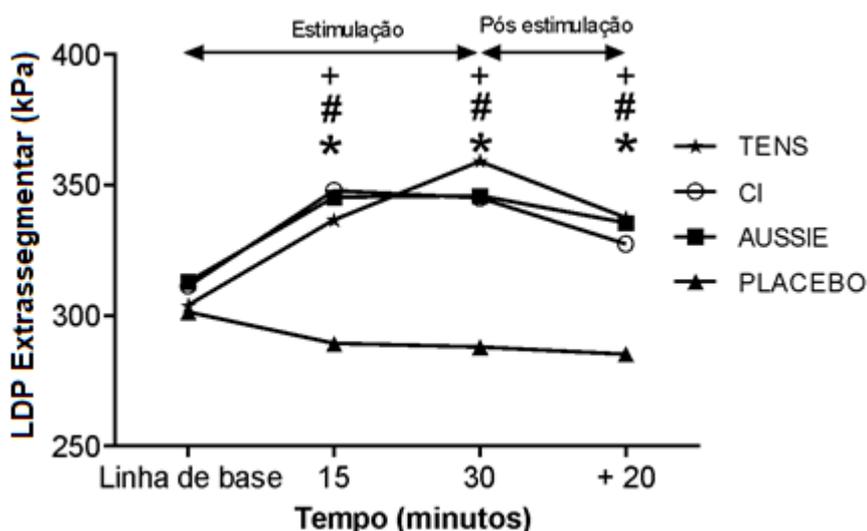
4.1.2 Extrassegmentar

Aos 15 minutos, houve um efeito hipalgésico extrassegmentar significativo nos grupos TENS ($p = 0,008$), CI ($p = 0,004$) e corrente Aussie ($p = 0,010$) em comparação ao grupo

Placebo. Aos 30 minutos, houve também um efeito hipoalgésico extrassegmentar significativo nos grupos TENS ($p = 0,001$), CI ($p = 0,009$) e corrente Aussie ($p = 0,006$) em comparação ao grupo Placebo. Após 20 minutos da estimulação, houve um efeito hipoalgésico extrassegmentar significativo nos grupos TENS ($p = 0,018$), CI ($p = 0,034$) e corrente Aussie ($p = 0,030$) em comparação ao grupo Placebo. Não houve diferença significativa entre os grupos ativos em nenhum dos tempos avaliados.

A Figura 5 representa as medidas do limiar de dor por pressão extrassegmentar (LDP) (kPa) em média para cada grupo e cada tempo (linha de base, 15 minutos, 30 minutos e 20 minutos após a aplicação). A Tabela 2 representa a média \pm erro padrão da média (EPM) do LDP extrassegmentar para cada um dos grupos em todos os tempos.

Figura 5 - Limiar de dor por pressão extrassegmentar



Medidas do Limiar de Dor por Pressão extrassegmentar (LDP) (kPa) (média) dos grupos: TENS, CI, corrente Aussie e Placebo. “*” Indica que a TENS foi significativamente maior em comparação ao grupo Placebo nos 15 minutos e 30 minutos durante a estimulação e após 20 minutos de estimulação ($p = 0,008$; $p = 0,001$; $p = 0,018$). “#” Indica que o CI foi significativamente maior em comparação ao grupo Placebo nos 15 minutos e 30 minutos durante a estimulação e após 20 minutos de estimulação ($p = 0,004$; $p = 0,009$; $p = 0,034$). “+” Indica que a corrente Aussie foi significativamente maior em comparação ao grupo Placebo nos 15 minutos e 30 minutos durante a estimulação e após 20 minutos de estimulação ($p = 0,010$; $p = 0,006$; $p = 0,030$).

LDP=Limiar de dor por pressão; kPa=Kilopascal; TENS=Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea; CI=Corrente Interferencial.

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 2 - Média \pm EPM das medidas segmentares e extrassegmentares do LDP em todos os tempos e em cada grupo

Grupos	Estimulação			
	Linha de base	15 minutos	30 minutos	Após estimulação + 20 minutos
Mensuração do LDP segmentar				
TENS	186,57 \pm 11,09	220,38 \pm 16,74	225,82 \pm 16,71	203,23 \pm 16,85
CI	179,42 \pm 13,21	216,10 \pm 15,84	230,84 \pm 16,78	196,60 \pm 14,84
Aussie	181,40 \pm 9,79	208,41 \pm 11,41	220,07 \pm 13,98	193,06 \pm 13,22
Placebo	180,44 \pm 19,09	178,31 \pm 17,37	183,21 \pm 17,64	178,65 \pm 16,19
Mensuração do LDP extrassegmentar				
TENS	303,80 \pm 21,61	336,52 \pm 21,74	359,24 \pm 25,68	337,60 \pm 25,43
CI	311,36 \pm 22,69	347,97 \pm 24,49	345,10 \pm 23,42	327,50 \pm 22,39
Aussie	312,90 \pm 24,98	345,15 \pm 25,60	345,84 \pm 21,57	335,48 \pm 25,91
Placebo	301,31 \pm 26,67	289,31 \pm 25,49	288,04 \pm 21,74	285,31 \pm 23,41

EPM=Erro Padrão da Média; LDP=Limiar de dor por pressão; TENS=Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea; CI=Corrente Interferencial.

Fonte: Elaborada pelo autor

4.2 CONFORTO SENSORIAL

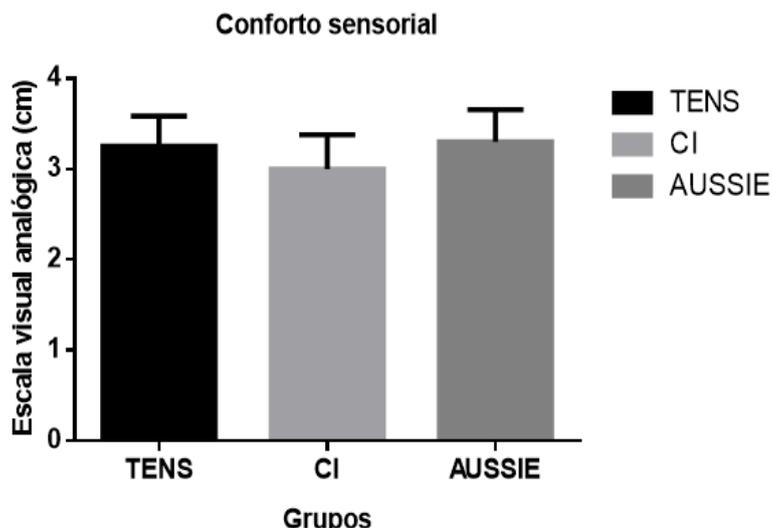
De acordo com os resultados da EVA, não houve diferença significativa do conforto sensorial em relação a aplicação de TENS, CI e corrente Aussie ($p = 0,825$). Os valores da média \pm EPM (erro padrão da média) foram de $3,25 \pm 0,33$ para o grupo TENS, $2,99 \pm 0,38$ para o grupo CI e $3,30 \pm 0,35$ para o grupo corrente Aussie (Figura 6).

4.3 CEGAMENTO DO ESTUDO

O avaliador identificou corretamente os indivíduos que receberam estimulação elétrica ativa em 30% dos casos (27 acertos em 90 indivíduos dos grupos ativos). Também identificou que os indivíduos receberam Placebo em 10% dos casos (3 acertos em 30 indivíduos do grupo Placebo). A diferença na taxa de cegamento do avaliador em relação ao Placebo foi concluída com êxito, indicando o sucesso do cegamento do avaliador (teste qui-quadrado, $p < 0,0001$).

No grupo Placebo, 13 dos 30 indivíduos identificaram que receberam aplicação de Placebo, 7 indivíduos acreditaram que receberam aplicação real e 10 não sabiam. A diferença na taxa de cegamento dos indivíduos do grupo Placebo foi concluída com êxito, indicando o sucesso do cegamento dos indivíduos (teste qui-quadrado, $p = 0,4066$).

Figura 6 - Média \pm EPM do conforto sensorial medido pela escala visual analógica (cm) de cada um dos grupos aos 30 minutos durante a estimulação.



EPM=Erro Padrão da Média; TENS=Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea; CI=Corrente Interferencial.

Fonte: Elaborada pelo autor

5 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi comparar o efeito da estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS), corrente interferencial (CI) e corrente Aussie em relação ao limiar de dor por pressão (segmentar e extrassegmentar) e o conforto sensorial em indivíduos saudáveis. Para tal comparação, os indivíduos não tiveram experiências prévias com correntes elétricas analgésicas e receberam apenas um tipo de estimulação elétrica (TENS, CI ou corrente Aussie), contrastando com outros estudos que usaram design cruzado, em que os indivíduos recebiam mais de um tipo de estimulação elétrica (WARD, LUCAS-TOUMBOUROU e MCCARTHY, 2009; WARD, OLIVER e BUCCELLA, 2006). Por haver um grupo Placebo e análise de cegamento, foi considerado importante não utilizar design cruzado, para não comprometer o cegamento.

A TENS, CI e corrente Aussie tiveram maior efeito hipoalgésico segmentar em relação à eletroterapia com Placebo em indivíduos saudáveis, durante a estimulação de 15 e 30 minutos. Entre as correntes elétricas ativas não foi observado diferença significativa no efeito

hipoalgésico segmentar. Alguns estudos que utilizaram TENS, obtiveram efeito hipoalgésico extrassegmentar quando comparados ao Placebo, também durante a estimulação (CHESTERTON *et al.*, 2002, 2003; CLAYDON, CHESTERTON, BARLAS e SIM, 2011) e após a estimulação elétrica em indivíduos saudáveis (CHESTERTON *et al.*, 2003; CLAYDON, CHESTERTON, BARLAS e SIM, 2011). Neste estudo, não houve efeito hipoalgésico segmentar após a estimulação, apenas efeito hipoalgésico extrassegmentar. É importante salientar que os estudos supracitados (CHESTERTON *et al.*, 2003; CLAYDON, CHESTERTON, BARLAS e SIM, 2011) estimularam as áreas segmentar e extrassegmentar, enquanto no presente estudo foi estimulado apenas a área segmentar.

Outro estudo usando CI e TENS em indivíduos sem dor, encontraram efeito hipoalgésico da CI, comparado a estimulação simulada, mas não houve diferença entre a estimulação TENS, ou seja, ambas as correntes apresentaram efeito hipoalgésico (JOHNSON e TABASAM, 2003), assim como este estudo.

Shanahan, Ward e Robertson (2006) divergem destes resultados, ao concluírem que TENS foi mais efetiva que a CI no aumento do limiar de dor por frio segmentar em indivíduos saudáveis. Vale notar que o estudo citado avaliou o limiar de dor por frio (SHANAHAN, WARD, ROBERTSON 2006), diferente do presente estudo em que avaliou o limiar de dor por pressão mecânica, o que pode explicar a divergência dos resultados.

Ward *et al.*, (2009) compararam a TENS com a corrente Aussie e não houve diferença significativa entre elas. Ambas as correntes aumentaram significativamente o limiar de dor induzido por frio em indivíduos saudáveis (WARD; LUCAS-TOUMBOUROU; MCCARTHY, 2009). Estes achados corroboram este estudo, em que as correntes (TENS, CI e corrente Aussie) também não tiveram diferença significativa entre elas e aumentaram o limiar de dor por pressão em indivíduos saudáveis.

Ainda não foram encontrados muitos estudos avaliando o efeito hipoalgésico extrassegmentar de correntes elétricas analgésicas. Entretanto, foi observado este efeito nos grupos TENS, CI e corrente Aussie em relação à eletroterapia com Placebo em indivíduos saudáveis, nos tempos de 15 minutos e 30 minutos durante a estimulação e foi mantido 20 minutos após a aplicação. Chesterton *et al.*, (2002) aplicaram TENS em indivíduos saudáveis e obtiveram efeito hipoalgésico extrassegmentar durante a estimulação e foi mantido após 30 minutos da aplicação (CHESTERTON *et al.*, 2002). O efeito hipoalgésico extrassegmentar sugere, de maneira sistêmica, a resposta de opióides endógenos (CHESTERTON *et al.*, 2002)

de cunho significativo, principalmente na prática clínica, pois podemos utilizar correntes elétricas analgésicas em pacientes com dores crônicas generalizadas (DAILEY *et al.*, 2013).

Correntes elétricas causam hipoalgesia através da liberação de opióides endógenos no sistema nervoso central. A teoria das comportas forneceu um melhor entendimento para o controle dos mecanismos da dor. No nível da medula espinal e na região rostral ventromedial do bulbo, existem diferentes opióides endógenos que são liberados com a estimulação em diferentes frequências, principalmente TENS com frequências acima de 50Hz que ativam receptores δ -opióides e, portanto, são ativados para produzir analgesia com as correntes elétricas analgésicas (LIEBANO *et al.*, 2011; SLUKA *et al.*, 1999).

De acordo com o conforto sensorial, até o presente momento, não foram encontrados estudos comparando-o entre diferentes correntes elétricas e, neste estudo, não houve diferença significativa entre os grupos. A frequência portadora utilizada no estudo foi de 4 kHz, que é coerente com Venancio *et al.*, (2013) que investigaram o conforto sensorial de diferentes frequências da CI e observaram que as frequências de 1 kHz e 2 kHz foram mais incômodas em comparação com as frequências de 4 kHz, 8 kHz e 10 kHz em indivíduos saudáveis (VENANCIO *et al.*, 2013).

Em outro estudo, Ward *et al.*, (2009) relataram que a corrente Aussie foi mais confortável que a TENS, porém, os indivíduos saudáveis experienciaram as duas correntes (em dias distintos), tendo assim um parâmetro para comparação (WARD; LUCAS-TOUMBOUROU; MCCARTHY, 2009). No entanto, neste estudo, os indivíduos desconheciam correntes elétricas, e em seu primeiro contato com apenas uma das correntes, não havia parâmetro em relação às demais.

Para estudos futuros, sugere-se uso de metodologia semelhante, mas com frequências diferentes das utilizadas para comparação das correntes, com o intuito de aumentar o limiar de dor por pressão em indivíduos saudáveis. Em relação aos tempos das avaliações do limiar de dor por pressão, é indicado que seja feita uma avaliação após uma hora, a fim de analisar se o efeito hipoalgésico das correntes elétricas se mantém após um período maior. Não é recomendado transferir diretamente estes resultados para a prática clínica, pois os participantes analisados no presente estudo estavam sem dor, podendo assim diferir de pacientes que tenham dor. Deste modo, futuros estudos clínicos devem ser realizados para confirmar os resultados em pacientes em condições de dor.

6 CONCLUSÃO

TENS, CI e corrente Aussie produziram um efeito hipoalgésico segmentar e extrassegmentar durante a estimulação comparada ao Placebo. O efeito hipoalgésico extrassegmentar se manteve após 20 minutos do término da estimulação. Não houve diferença significativa entre as correntes elétricas, e o conforto sensorial foi semelhante entre elas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES-GUERREIRO, J. *et al.* The effect of three electrotherapeutic modalities upon peripheral nerve conduction and mechanical pain threshold. **Clinical Physiology**, v. 21, n. 6, p. 704-711, 2001.

BEATTI, A. *et al.* The analgesic effect of interferential therapy on clinical and experimentally induced pain. **Physical Therapy Reviews**, v. 15, n. 4, p. 243-252, 2010.

CHANDRAN, P.; SLUKA, K. A. Development of opioid tolerance with repeated transcutaneous electrical nerve stimulation administration. **Pain**, v. 102, n. 1-2, p. 195-201, 2003.

CHEING, G. L. Y.; HUI-CHAN, C. W. Y. Analgesic effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and interferential currents on heat pain in healthy subjects. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 35, n. 1, p. 15-19, 2003.

CHEN, C. C.; JOHNSON, M. I. An investigation into the effects of frequency-modulated transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on experimentally-induced pressure pain in healthy human participants. **The journal of pain: official journal of the American Pain Society**, v. 10, n.10, p. 1029-1037, 2009.

CHEN, C. C.; JOHNSON, M. I. An investigation into the hypoalgesic effects of high- and low-frequency transcutaneous electrical nerve stimulation (tens) on experimentally-induced blunt pressure pain in healthy human participants. **Journal of Pain**, v. 11, n. 1, p. 53-61, 2010.

CHESTERTON, L. S. *et al.* Sensory stimulation (TENS): effects of parameter manipulation on mechanical pain thresholds in healthy human subjects. **Pain**, v. 99, n. 1-2, p. 253-262, 2002.

CHESTERTON, L. S. *et al.* Effects of TENS frequency, intensity and stimulation site parameter manipulation on pressure pain thresholds in healthy human subjects. **Pain**, v. 106, n. 1-2, p. 73-80, 2003.

CLAYDON, L. S., CHESTERTON, L. S., BARLAS, P., SIM, J. Dose-specific effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on experimental pain: a systematic review. **Clin J Pain**. v. 27, n. 7, p. 635-647, 2011.

CLAYDON, L. S. *et al.* Effects of simultaneous dual-site TENS stimulation on experimental pain. **European Journal of Pain**, v. 12, n. 6, p. 696-704, 2008.

COWAN, S. *et al.* An investigation of the hypoalgesic effects of TENS delivered by a glove electrode. **The Journal of Pain**, v. 10, n. 7, p. 694-701, 2009.

DAILEY, D. L. *et al.* Transcutaneous electrical nerve stimulation reduces pain, fatigue and hyperalgesia while restoring central inhibition in primary fibromyalgia. **PAIN**, v. 154, n. 11, p. 2554-2562, 2013.

EL, N. *et al.*, Use of electrophysical agents: findings and implications of a survey of practice in practice in Metro Toronto. **Physiotherapy Canada**, v. 59, n. 2, p. 118-129, 2007.

JOHNSON, M. I.; TABASAM, G. An investigation into the analgesic effects of interferential currents and transcutaneous electrical nerve stimulation on experimentally induced ischemic pain in otherwise pain-free volunteers. **Physical therapy**, v. 83, n. 3, p. 208-223, 2003.

KALRA, A.; URBAN, M.O.; SLUKA, K. A. Blockade of opioid receptors in rostral ventral medulla prevents antihyperalgesia produced by transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). **Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics**, v. 298, n. 1, p. 257–263, 2001.

LIEBANO, R. E. *et al.* An investigation of the development of analgesic tolerance to TENS in humans. **Pain**, v. 152, n. 2, p. 335-342, 2011.

MACEDO, L. B. *et al.* Effect of burst TENS and conventional TENS combined with cryotherapy on pressure pain threshold: randomised, controlled, clinical trial. **Physiotherapy**, v. 101, n. 2, p. 155-160, 2015.

MELZACK, R.; WALL, P. D. Pain mechanisms: a new theory. **Science (New York, N.Y.)**, v. 150, n. 3699, p. 971-9, 1965.

OZCAN, J.; WARD, A. R.; ROBERTSON, V. J. A comparison of true and premodulated interferential currents. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 85, n. 3, p. 409-15, 2004.

PANTALEÃO, M. A. *et al.* Adjusting pulse amplitude during transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) application produces greater hypoalgesia. **Journal of Pain**, v. 12, n. 5, p. 581–590, 2011.

PELEGRINI, S.; VENANCIO, R. C.; LIEBANO, R. E. Local and systemic effects of low power laser on pressure pain threshold in healthy subjects. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 19, n. 4, p. 345-350, 2012.

ROBERTSON, V. J.; SPURRITT, D. Electrophysical agents: implications of their availability and use in undergraduate clinical placements. **Physiotherapy**, v. 84, n. 7, p. 335-344, 1998.

SHANAHAN, C.; WARD, A. R.; ROBERTSON, V. J. Comparison of the analgesic efficacy of interferential therapy and transcutaneous electrical nerve stimulation. **Physiotherapy**, v. 92, n. 4, p. 247-253, 2006.

SLUKA, K. A. *et al.* Spinal blockade of opioid receptors prevents the analgesia produced by TENS in arthritic rats. **Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics**, v. 289, n. 2, p. 840-846, 1999.

VENANCIO, R. C. *et al.* Effects of carrier frequency of interferential current on pressure pain threshold and sensory comfort in humans. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 94, n. 1, p. 95-102, 2013.

WALSH, D. M. *et al.* Transcutaneous electrical nerve stimulation: effect on peripheral nerve conduction, mechanical pain threshold, and tactile threshold in humans. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 79, n. 9, p. 1051–1058, 1998.

WARD, A. R. Electrical stimulation using kilohertz-frequency alternating current. **Physical Therapy**, v. 89, n. 2, p. 181-190, 2009.

WARD, A. R.; LUCAS-TOUMBOUROU, S. Lowering of sensory, motor, and pain-tolerance thresholds with burst duration using kilohertz-frequency alternating current electric stimulation. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 88, n. 8, p. 1036–1041, 2007.

WARD, A. R.; CHUEN, W. L. H. Lowering of sensory, motor, and pain-tolerance thresholds with burst duration using kilohertz-frequency alternating current electric stimulation: part II. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 90, n. 9, p. 1619-1627, 2009.

WARD, A. R.; LUCAS-TOUMBOUROU, S.; MCCARTHY, B. A comparison of the analgesic efficacy of medium-frequency alternating current and TENS. **Physiotherapy**, v. 95, n. 4, p. 280-288, 2009.

WARD, A. R.; OLIVER, W. G.; BUCCELLA, D. Wrist extensor torque production and discomfort associated with low-frequency and burst-modulated kilohertz-frequency currents. **Physical therapy**, v. 86, n. 10, p. 1360-1367, 2006.

WARD, A. R.; OLIVER, W. G. Comparison of the hypoalgesic efficacy of low-frequency and burst-modulated kilohertz frequency currents. **Physical therapy**, v. 87, n. 8, p. 1056-1063, 2007.

APÊNDICE A - Questionário de triagem

Questionário para triagem dos voluntários

Título do projeto: **Investigação dos Efeitos da Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea, Corrente Aussie e Corrente Interferencial no Limiar de Dor por Pressão e Conforto Sensorial em Indivíduos Saudáveis**

Data: ____/____/____

Nome do Participante: _____ Idade: _____.

Tel: _____ Email: _____.

Dominância: _____ Peso: _____ Altura: _____

Escolaridade: _____ Raça: _____

Critérios de inclusão

Idade: 18 a 45 ()

Critérios de não inclusão

	SIM	NÃO
Você já fez fisioterapia? O que você fez? Já recebeu a aplicação de correntes elétricas analgésicas (TENS, CA, CI)? Conhecido como choquinho na fisioterapia?		
Como é sua saúde no geral? Tem algum tipo de doença crônica (diabetes, pressão alta, convulsão/epilepsia, câncer, traumatismo craniano, marca passo, doença reumatológica)? Tem algum problema na coluna ?		
Você faz uso de algum medicamento controlado ? De ontem até hoje (nas últimas 24 horas) fez uso de medicamentos para dor (analgésico, anti-inflamatório, relaxante muscular)?		
Constantemente, você sente formigamento e/ou dormência (alteração de sensibilidade) nos braços, pernas, mãos ou pés? Quando você se enxuga com a toalha, sente diferença na sensibilidade do lado direito em relação ao lado esquerdo ?		
Você sente que um braço é mais forte que o outro ? Você sente que uma perna é mais forte que a outra ? (testes de força) Você já realizou alguma cirurgia nos membros (braços, pernas)?		
Você sente alguma dor atualmente ? Onde?		
Você apresenta algum tipo de alergia, doença ou lesão de pele (ex. dermatite, eczema) no seu antebraço ou pernas? Você está gestante?		
*Você consumiu algum tipo de bebida alcoólica nas últimas 24 horas?		

Se qualquer pergunta teve como resposta “SIM”, este indivíduo não deverá ser incluído no estudo.

APÊNDICE B - Ficha de avaliação

Investigação dos Efeitos da Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea, Corrente Aussie e Corrente Interferencial no Limiar de Dor por Pressão e Conforto Sensorial em Indivíduos Saudáveis

Nome: _____ Data: ____/____/____.

Alometria:() Antebraço ()Tibial anterior **Membro dominante:**()Direito ()Esquerdo

	1	2	3	Extra
Teste				

	ANTEBRAÇO					TIBIAL ANTERIOR			
	1	2	3	Extra		1	2	3	Extra
T 0 min					T 0 min				
T 15 min					T 15 min				
T 30 min					T 30 min				
T + 20 min					T + 20 min				

	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____		
Limiar Sensorial	T 0	T 4	T 8	T 12	T 14:40	T 16	T 20	T 24	T 28	T 29:40	Tempo total
					↓					↓	

Conforto Sensorial

Muito Confortável |-----| Muito Desconfortável

Em sua opinião, qual dos tratamentos abaixo você acha que foi utilizado? (Participante)

()Real ()Placebo ()Não sei

Justificativa:_____.

(Somente caso tenha respondido Real ou Placebo)

Em sua opinião, qual dos tratamentos abaixo você acha que foi utilizado? (Avaliador)

()Real ()Placebo ()Não sei

Justificativa:_____.

(Somente caso tenha respondido Real ou Placebo)

ANEXO - Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito de diferentes estimulações elétricas no limiar de dor por pressão

Pesquisador: ERIKA PATRICIA RAMPAZO DA SILVA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 67222317.0.0000.5504

Instituição Proponente: Departamento de Fisioterapia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.182.141

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo do tipo Intervenção/Experimental que será desenvolvido no laboratório de Eletroterapia. 100 indivíduos serão distribuídos aleatoriamente entre quatro grupos: estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS - 50Hz;125µs), da corrente interferencial (CI - 4kHz;125µs;50Hz) e da corrente aussie (CA - 4kHz;125µs;20%;4ms;50Hz) e controle. A aplicação de cada corrente será de 30 minutos, sendo que em intervalos de 5 minutos, o participante será questionado se a sensação da corrente diminuiu, e a amplitude da corrente será aumentada novamente, até que o participante sinta novamente uma parestesia forte, porém, confortável. Haverá o grupo controle, no qual será feita a simulação da aplicação de uma estimulação elétrica, os eletrodos serão posicionados, porém não haverá estimulação elétrica e tal grupo será importante como efeito comparativo em relação aos outros grupos que efetivamente receberão diferentes tipos de corrente elétrica.

Objetivo da Pesquisa:

A pesquisadora responsável descreve que o objetivo primário será "Comparar o efeito da TENS, da CI e da CA, no limiar de dor por pressão segmentar e extrassegmentar em pessoas saudáveis." E como objetivo secundário será comparar o efeito da TENS, da CI e da CA no conforto sensorial em pessoas saudáveis.

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 2.182.141

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A pesquisadora descreve que "Nesta pesquisa o risco pode ser avaliado como mínimo: alergia aos eletrodos, pequenos hematomas e aumento temporário da sensibilidade nos pontos de avaliação do limiar de dor por pressão." Os riscos foram descritos no TCLE. Não apresenta benefícios diretos e essa informação também não foi colocada no TCLE, conforme determina a Resolução CNS 466/12. E os benefícios serão a "Contribuição para que se tenha mais informações sobre a eletroterapia".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de pesquisa apresenta relevância para a área em questão. O cronograma foi revisto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto adequada. O pesquisador reapresentou o TCLE e descreveu os riscos conforme o exposto no documento na Plataforma Brasil e incluiu a ausência de benefício direto."

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pendências resolvidas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto Aprovado.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_897182.pdf	21/06/2017 14:02:08		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	21/06/2017 12:38:33	ERIKA PATRICIA RAMPZO DA SILVA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto4.docx	21/06/2017 12:36:48	ERIKA PATRICIA RAMPZO DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderostoassinadadigitalizada.pdf	14/04/2017 20:10:18	ERIKA PATRICIA RAMPZO DA SILVA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br



UFSCAR - UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SÃO CARLOS



Continuação do Parecer: 2.182.141

SAO CARLOS, 21 de Julho de 2017

Assinado por:
Priscilla Hortense
(Coordenador)

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

UF: SP

Telefone: (16)3351-9683

Município: SAO CARLOS

CEP: 13.565-905

E-mail: cephumanos@ufscar.br