

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA
CURSO DE FISIOTERAPIA

ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES DO LIMIAR DE EXCITABILIDADE SENSITIVO DA
TENS CONVENCIONAL NO USO COMBINADO COM A CRIOTERAPIA

ANDRÉ DE PAULA SILVA

BRASÍLIA

2003

ANDRÉ DE PAULA SILVA

ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES DO LIMIAR DE EXCITABILIDADE SENSITIVO DA
TENS CONVENCIONAL NO USO COMBINADO COM A CRIOTERAPIA

Monografia apresentada à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) como requisito parcial à conclusão do curso de Fisioterapia da Universidade Católica de Brasília.

Orientador: Prof. Msc. Levy A. Santana

BRASÍLIA

2003

A Gilberto Alves da Silva,
meu maior exemplo de ser
humano, por dar-me toda a
condição e estar comigo
em todas as situações
incentivando-me sempre à
vitória. Amo-te, pai.

“Pode o homem tornar-se
culto pela cultura dos
outros; mas só se torna
sábio pelas próprias
experiências”.

Mansour Chalita

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me guia e me ilumina, e acima de tudo pelo dom da vida.

Ao Professor Levy A. Santana, indispensável na realização deste trabalho, pela sua orientação e pelos seus ensinamentos.

Ao Professor Carlos Gonçalves, pela grande ajuda e paciência na elucidação da etapa final deste trabalho.

À Paula, minha mãe, pelo imenso apoio e carinho à mim dedicados, e em especial na conclusão de mais esta etapa da minha vida.

À Rafaela, minha filha, inspiração para meu crescimento profissional.

Aos meus sinceros amigos Evandro, Fellipe e Juliano, pela ajuda e companheirismo durante todos estes anos.

Aos meus irmãos Giovani e Caroline, pela compreensão e pelo imenso incentivo, auxílio e paciência.

Aos meus amigos Humberto e Laudiney pela compreensão e incentivos constantes.

Aos meus amigos Mário e Alexandre pelo esforço em desvencilhar os problemas surgidos no âmbito da informática.

A todos os voluntários, que colaboraram para que este trabalho se tornasse possível.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE GRÁFICOS	xi
RESUMO	xii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	2
2.1 ANATOMIA E FISIOLOGIA DO SISTEMA SOMATOSSENSORIAL CUTÂNEO.....	2
2.1.1 Receptores Sensoriais Cutâneos.....	5
2.1.2 Classificação das Fibras Nervosas.....	8
2.1.3 Vias Sensoriais Medulares.....	10
2.1.4 Córtex Sensorial Somático.....	14
2.2 ELETROTERRAPIA.....	16
2.2.1 Introdução à Eletroterapia.....	16
2.2.1.1 Propriedades físicas.....	17
2.2.2 TENS.....	20
2.3 CRIOTERRAPIA.....	28
2.3.1 Conceito.....	28
2.3.2 Histórico.....	29
2.3.3 Técnicas de Utilização.....	29
2.3.4 Efeitos Fisiológicos.....	31
2.3.5 Efeitos Neurológicos e Neuromusculares.....	33
2.3.6 Tempo de Aplicação.....	36
2.3.7 Contra-Indicações.....	37
2.4 TENS E CRIOTERRAPIA.....	37
2.5 AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE.....	38
2.5.1 Monofilamentos de <i>Semmes-Weinstein</i>	39
3 CASUÍSTICA E MÉTODOS	44
3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	44

3.2 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA.....	44
3.3 INSTRUMENTAÇÃO.....	44
3.4 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS.....	47
3.4.1 Avaliação da Sensibilidade Tátil.....	47
3.4.2 Fixação dos Eletrodos.....	49
3.4.3 Aplicação da TENS.....	49
3.4.4 Retirada dos Eletrodos.....	51
3.4.5 Nova Aferição da Sensibilidade Tátil.....	51
3.5 HIPÓTESE.....	51
3.6 ANÁLISE DOS DADOS.....	51
4 RESULTADOS.....	53
5 DISCUSSÃO.....	62
6 CONCLUSÃO.....	66
REFERÊNCIAS.....	67
APÊNDICES.....	73

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

PPS = Pulsos por segundo

Hz = Hertz

μ s = Microsegundos

mA = Miliamperes

δ = Delta

α = Alfa

γ = Gama

β = Beta

cm = Centímetros

g = Grama

a.C = Antes de Cristo

min. = Minuto

PA = Pressão arterial

FC = Frequência cardíaca

FR = Frequência respiratória

SNC = Sistema nervoso central

% = Por cento

° C = Graus Celsius

UCB = Universidade Católica de Brasília

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – A PELE E SUAS CAMADAS.....	3
FIGURA 2 – A PELE E SEUS ANEXOS.....	4
FIGURA 3 – RECEPTORES ENCONTRADOS NA PELE.....	6
FIGURA 4 - TIPOS DE FIBRAS NERVOSAS.....	10
FIGURA 5 – VIA DA COLUNA DORSAL-LEMNISCO MEDIAL.....	12
FIGURA 6 – VIA DA COLUNA ÂNTERO-LATERAL.....	13
FIGURA 7 – HOMÚNCULO SOMATOSSENSORIAL.....	15
FIGURA 8 – CARACTERÍSTICAS DAS FORMAS DE ONDA DA CORRENTE PULSADA E ALTERNADA.....	19
FIGURA 9 – FORMA DE CORRENTE DA TENS.....	21
FIGURA 10 – ESQUEMA DA TEORIA DA COMPORTA DE CONTROLE DA DOR.....	22
FIGURA 11 – GERADOR UNIVERSAL DE PULSOS NeMESyS 941.....	45
FIGURA 12 – ELETRODOS DE BORRACHA DE SILICONE.....	45
FIGURA 13 – BOLSA DE GELO <i>BODY GLOVE</i>	46
FIGURA 14 – MONOFILAMENTOS DE “ <i>SEMMES-WEINSTEIN</i> ” OU ESTESIÔMETRO.....	46
FIGURA 15 – POSIÇÃO PARA COLETA DE DADOS.....	48
FIGURA 16 – ÁREAS DO ELETRODO REFERENTES À AFERIÇÃO DA SENSIBILIDADE...48	
FIGURA 17 – FIXAÇÃO DOS ELETRODOS E APLICAÇÃO DA TENS.....	49
FIGURA 18 – TENS COM GELO.....	50

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – FREQUÊNCIA (Hz) IDEAL PARA ESTIMULAÇÃO NERVOSA.....	20
TABELA 2 - INTERPETAÇÃO DOS NÍVEIS FUNCIONAIS E LEGENDAS DE CADA UM DOS MONOFILAMENTOS UTILIZADOS NA AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE.....	43
TABELA 3 -RESULTADOS ESTATISTICOS DOS VALORES DA INTENSIDADE ANTES E APÓS AS APLICAÇÕES.....	56
TABELA 4 – RESULTADOS ESTATISTICOS DA AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE NO MEMBRO DA TENS COM GELO NOS ELETRODOS 1 E 2.....	57
TABELA 5 – RESULTADOS DA ESTESIOMETRIA APÓS O TRATAMENTO COM TENS E TENS COM GELO.....	58

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - COMPARAÇÃO ENTRE OS SEXOS DOS VALORES MÍNIMO, MÁXIMO E MÉDIO DE INTENSIDADE DA CORRENTE – TENS.....	54
GRÁFICO 2 - COMPARAÇÃO ENTRE OS SEXOS DOS VALORES MÍNIMO, MÁXIMO E MÉDIO DE INTENSIDADE DA CORRENTE - TENS E GELO.....	54
GRÁFICO 3 – CURVA DO COMPORTAMENTO DA INTENSIDADE NO SEXO FEMININO.....	55
GRÁFICO 4 - CURVA DO COMPORTAMENTO DA INTENSIDADE NO SEXO MASCULINO.....	55

RESUMO

A fisioterapia utiliza-se de vários métodos para o alívio da dor. A estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) e a crioterapia são amplamente difundidas para analgesia. O gelo atua diminuindo a velocidade de condução nervosa e a TENS bloqueando a chegada de estímulos dolorosos na medula a partir do sistema de comportas da dor. Na prática é muito comum a utilização combinada desses dois métodos para se ganhar tempo no tratamento bem como para uma suposta potencialização dos efeitos analgésicos. O presente estudo pretende avaliar o comportamento do limiar de excitação da fibra nervosa (limiar sensitivo) quando da combinação da TENS com gelo e as prováveis diferenças existentes desse limiar entre homens e mulheres. Foram selecionados 20 voluntários (10 masculino e 10 feminino) divididos por sexo e submetidos à utilização da TENS (100Hz, T= 0,2 ms) por 30 minutos na região volar do antebraço. Da mesma forma foi aplicada TENS com gelo no outro antebraço nos mesmos parâmetros. Foi utilizado a estesiometria para avaliar a sensibilidade cutânea antes e após a aplicação das modalidades. Os resultados encontrados mostram que o limiar foi alterado com a presença do gelo e que homens e mulheres tem proporcionalmente a mesma mudança. A alteração da estesiometria ocorreu somente no grupo de TENS com gelo. Pode-se concluir que o gelo aumenta o limiar de sensibilidade à ação da TENS.

Palavras chaves: TENS e crioterapia, limiar de sensibilidade, estesiometria.

1 INTRODUÇÃO

A TENS (*Transcutaneous Electrical Nervous Stimulation*) é uma modalidade terapêutica que consiste na estimulação elétrica de nervos sensoriais, aplicada à pele através de eletrodos, com o objetivo de produzir analgesia (KITCHEN e BAZIN, 1998; GUIRRO e GUIRRO, 2002). Para sua eficácia, a intensidade desta estimulação precisa igualar-se ou superar o limiar de excitação sensitivo da fibra nervosa (LOW e REED, 2001).

Da mesma forma, a crioterapia é indubitavelmente uma modalidade vastamente indicada e utilizada para fins terapêuticos com o objetivo principal de analgesia e redução da inflamação (KNIGHT, 2000).

Na prática clínica fisioterápica o uso simultâneo da TENS e gelo é bastante utilizado na tentativa de ganhar tempo no tratamento e por acreditar-se ter um potencial benéfico mais efetivo no alívio sintomático da dor, porém faltam estudos que justifiquem seu uso e compreendam os efeitos causados por esta associação.

Este trabalho tem como objetivo principal avaliar as alterações da percepção sensorial causadas pelo gelo na utilização da TENS através do limiar sensitivo, e como objetivos específicos comparar o comportamento das variáveis tempo e intensidade em ambos os sexos e avaliar a sensibilidade cutânea antes e depois das aplicações, por meio da estesiometria no uso dessas terapias.

O trabalho foi estruturado da seguinte forma: no capítulo 2 é apresentada uma revisão sobre anatomia e fisiologia do sistema somatossensorial cutâneo, eletroterapia, crioterapia e avaliação da sensibilidade cutânea. Nos capítulos seguintes são apresentados a casuística e métodos, discussão, resultados e conclusão do estudo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

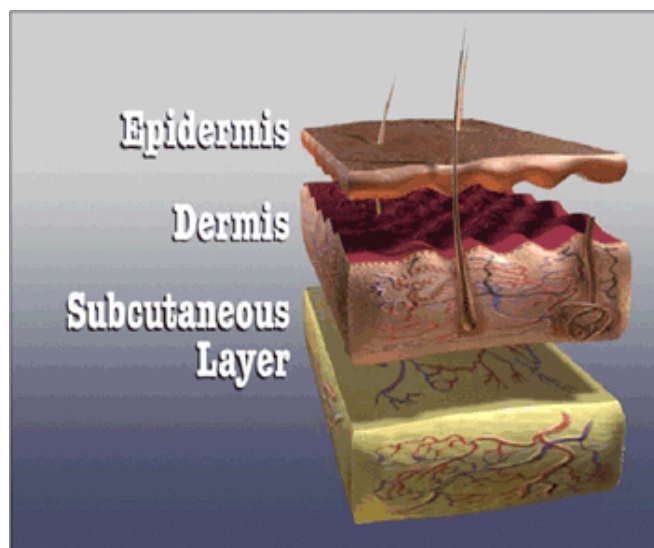
2.1 ANATOMIA E FISIOLOGIA DO SISTEMA SOMATOSSENSÓRIAL CUTÂNEO

A pele é o maior órgão do corpo humano, propiciando a função essencial de fornecer uma barreira para a proteção do meio interno do nosso corpo, com relação ao seu ambiente exterior (O'SULLIVAN e SCHMITZ, 1993; MOORE e AGUR, 1996).

A pele representa 12% do peso seco total do corpo, aproximadamente 4,5 quilos. Um pedaço de pele de 3 cm de diâmetro possui mais de 3 milhões de células, entre 100 e 340 glândulas sudoríparas, 50 terminações nervosas, 90 cm de vasos sanguíneos, 50 receptores por 100 milímetros quadrados, num total aproximado de 640 mil receptores sensoriais. O número de fibras sensoriais oriundas da pele que entram na medula espinhal por via de raízes posteriores é superior a meio milhão, de modo que ocorre acentuado declínio dessas estruturas ao longo da vida (GUIRRO e GUIRRO, 2002).

A pele constitui o mais extenso órgão sensorial do corpo para a recepção de estímulos táteis, térmicos e dolorosos. O seu teor de água é de cerca de 70% do peso da pele livre de tecido adiposo, contendo perto de 20% do conteúdo total de água do organismo. Sua espessura situa-se entre 0,5 e 4 milímetros. Está dividida em duas camadas: epiderme, camada superficial composta de células epiteliais intimamente unidas; derme, camada mais profunda composta de tecido conjuntivo denso irregular; e hipoderme ou tecido subcutâneo formado por tecido conjuntivo adiposo (GUIRRO e GUIRRO, 2002) (Fig. 1).

FIGURA 1 – A PELE E SUAS CAMADAS.



FONTE:

A epiderme é altamente celular, avascular, desnervada e formada por epitélio escamoso estratificado. Sua espessura varia entre 0,2 e 1,5 mm, sendo mais grossa na palma da mão, planta do pé e no dorso e mais fina nas pálpebras e nos órgãos genitais externos (BASMAJIAN, 1993; DI DIO e SITTART, 1999).

A derme é uma espessa camada de tecido conjuntivo, que possui vasos sanguíneos, nervos e vasos linfáticos, e sobre a qual se apóia a epiderme. Tem origem mesodérmica e possui espessura de 1 a 2 mm, sendo mais grossa na palma da mão, planta do pé e no dorso e mais fina nas pálpebras e nos órgãos genitais externos (BASMAJIAN, 1993; GUIRRO e GUIRRO, 2002).

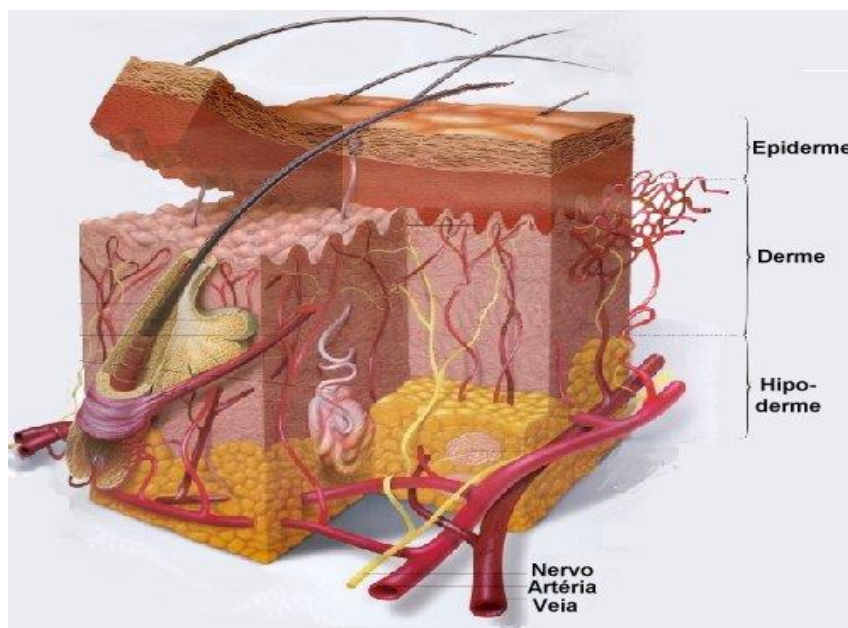
A tela subcutânea, denominada remotamente hipoderme, é a camada mais profunda do tegumento que funciona como um órgão armazenador de gordura, evitando perda excessiva de calor. É dividida em estrato areolar ou superficial, constituído por lóbulos de tecido adiposo; estrato médio ou fáscia superficial, lâmina de tecido conjuntivo denso; e estrato lamelar ou profundo, formado por lóbulos de gordura achatados e envolvidos por tecido conjuntivo (DI DIO e SITTART, 1999).

Segundo GUIRRO e GUIRRO (2002), as funções da pele são:

- a) base dos receptores sensoriais, localização do sentido do tato;
- b) fonte organizadora e processadora de informações;
- c) mediadora de sensações;
- d) barreira entre o organismo e o meio ambiente;
- e) fonte imunológica de hormônios para diferenciação de células protetoras;
- f) proteção contra os efeitos da radiação, traumas mecânicos e elétricos;
- g) barreira contra materiais tóxicos e organismos estranhos;
- h) regulação da pressão e do fluxo sanguíneo e linfático;
- i) regulação da temperatura;
- j) metabolismo e armazenamento de gordura;
- k) reservatório de alimento e água;
- l) síntese de vitamina D;

Na pele observam-se várias estruturas anexas como pêlos, unhas e glândulas (Fig. 2).

FIGURA 2 – A PELE E SEUS ANEXOS .



FONTE: Disponível em <http://www.saudeparavocê.com.br/pintanapele/histologia.htm>

Os pêlos desempenham função de proteção, termorregulação, auxílio na evaporação do suor e sensibilidade (DI DIO e SITTART, 1999). Distribuem-se por todo o corpo, com exceção das palmas das mãos e plantas dos pés, dorsos dos segmentos distais dos dedos das mãos e dos pés, lábios, genitália e conjuntiva (BASMAJIAN, 1993).

As unhas são espessamentos duros córneos da epiderme que protegem as extremidades sensíveis e dão apoio aos receptores na detecção de informações sensoriais delicadas, como tato e pressão (DI DIO e SITTART, 1999).

As glândulas cutâneas compreendem as glândulas sudoríparas (responsáveis pela perspiração ou sudorese), sebáceas (produtoras de sebo para

lubrificação da pele) e mamárias (tecido secretor da mama). (DI DIO e SITTART, 1999).

2.1.1 Receptores Sensoriais Cutâneos

Receptores são células especializadas para detectar alterações específicas do ambiente e gerar respostas neurais (DeGROOT, 1994; BEAR, CONNORS, PARADISO, 2001). Neuroscience exploring the brain.

Os receptores, em geral, têm a função de converter um estímulo em energia eletroquímica. Isto é chamado de transdução sensorial, na qual um estímulo do ambiente interage com receptor, provocando alterações de suas propriedades. Estas alterações causam a abertura ou fechamento dos canais iônicos na membrana destes receptores, resultando num fluxo de corrente, podendo ocorrer hiperpolarização ou despolarização. Todo este processo origina um impulso nervoso na fibra aferente que irá conduzir a informação sensorial ao sistema nervoso central (CONSTANZO, 1998; AIRES, 1999).

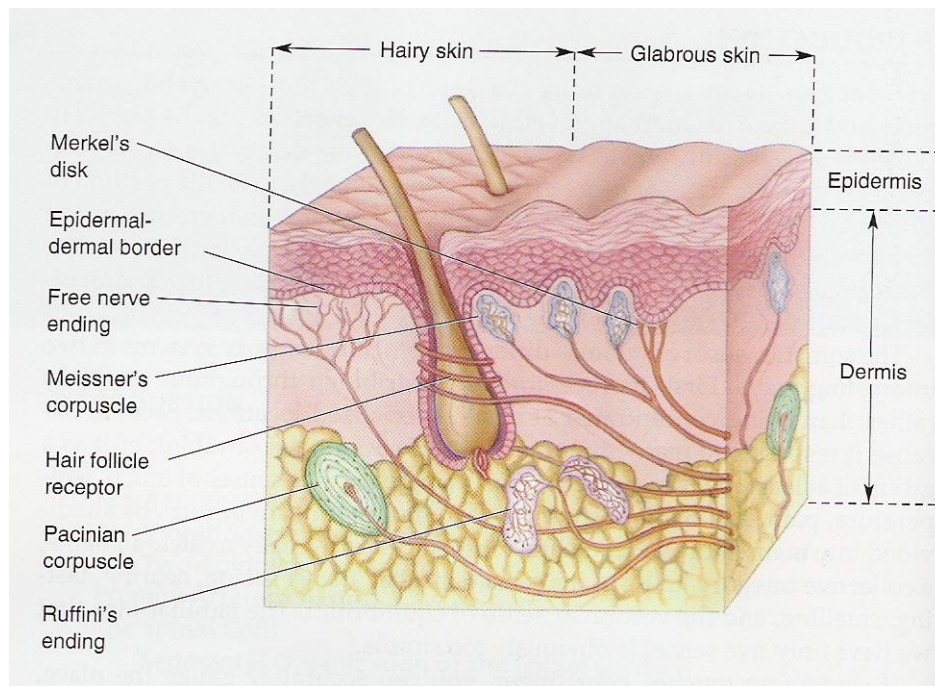
A adaptação indica o grau de diminuição de frequência de descarga de um determinado receptor quando submetido a estimulação repetitiva ou de intensidade constante. Quanto maior a intensidade do estímulo imposto para a ativação de um receptor, portanto quanto maior o número de terminações nervosas estimuladas, maior a descarga e mais longa a duração do efeito (DeGROOT, 1994). Neuroanatomia, degroot j., Guanabara koogan, 21ª edição, RJ.

Os receptores que respondem apenas ao início e ao término da deformação mecânica da pele (detectam as variações de velocidade) são classificados como de adaptação rápida ou muito rápida, indicando que eles adaptam-se rapidamente a um objeto em contato com a pele. Outras fibras nervosas respondem continuamente a uma estimulação persistente (intensidade e duração do estímulo) e são denominadas de fibras de adaptação lenta (AIRES, 1999; JULIANO e McLAUGHLIN, 2001). monografia biblio nº 01/ neurociência para fisioterapeutas págs. 93 à 99.

Existem basicamente cinco tipos de receptores sensoriais: mecanorreceptores, termorreceptores, nociceptores, receptores eletromagnéticos e quimiorreceptores (GUYTON, 1993) Neurociência Básica págs. 92 e 93. Esses receptores cutâneos podem ser subdivididos de acordo com o tipo de estímulo ao qual respondem. Dentre eles os principais tipos são os mecanorreceptores, os termorreceptores e os nociceptores (BERNE e LEVY, 1996) (Fig. 3). Fisiologia págs. 113 a 131.

Segundo BERNE e LEVY (1996), os mecanorreceptores respondem a estímulos mecânicos, como o toque ou a indentação da pele, e podem ser de adaptação rápida (receptores do folículo piloso na pele pilosa, os corpúsculos de Meissner na pele glabra, parte não pilosa, e os corpúsculos de Pacini no tecido subcutâneo) ou lenta (terminações das células de Merkel e as terminações de Ruffini).

FIGURA 3 – RECEPTORES ENCONTRADOS NA PELE



FONTE: BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A., Neuroscience: Exploring the brain. 2. ed. Philadelphia: Lippincott Williams e Wilkins, 2001.

Os receptores dos folículos pilosos são fibras nervosas que circundam estes folículos na pele com pêlos. São de adaptação rápida e detectam a velocidade e a direção do movimento sobre a pele. Assim cada pêlo tem sua fibra nervosa basal, denominada órgão piloso terminal, que também é um receptor de toque (CONSTANZO, 1998).

Os corpúsculos de Meissner, são terminações nervosas encapsuladas e alongadas que excitam fibras nervosas sensoriais mielinizadas tipo A β . Estão presentes nas partes não pilosas da pele e em maior número, nas pontas dos dedos, nos lábios e noutras áreas da pele onde a capacidade de discernir características espaciais das sensações de tato é altamente desenvolvida. Adaptam-se numa fração de segundo depois de serem estimulados e são particularmente sensíveis ao movimento de objetos muito leves sobre a superfície da pele e também à vibração de baixa frequência (GUYTON e HALL, 1998). Fisiologia Humana e Mecanismos das doenças, págs. 337-350.

Os corpúsculos de Pacini se localizam na derme, nos tecidos subcutâneos e profundamente nos tecidos das fâscias do corpo. São estimulados pelo movimento rápido dos tecidos e têm adaptação muito rápida, tendo portanto uma sensibilidade especial para detectar a vibração dos tecidos e outras alterações rápidas do estado mecânico tecidual (KIERNAN, 1998).

Os receptores de Merkel são receptores de adaptação lenta, com campos receptivos muito pequeno, encontrados na pele sem pêlos que detectam indentações verticais da pele e sua resposta é proporcional à intensidade do estímulo. Transmitem um sinal mais forte que os receptores de Meissner e são responsáveis pelo fornecimento de informações estacionárias, que permitem a detecção do toque continuado de objetos sobre a pele (GUYTON e HALL, 1998; CONSTANZO, 1998).

Os corpúsculos de Rufini são terminações bastante ramificadas e encapsuladas, são responsáveis pela resposta à estimulação mecânica contínua, bem como a deformação da pele e tecidos mais profundos, tato, pressão e alongamento. Estão localizados no tecido subcutâneo e na derme tanto do tecido cabeludo como da pele glabra e em cápsulas articulares (KIERNAN, 1998).

Os axônios de todos esses tipos de receptores são mielinizados, na maioria fibras A β , apesar de uma classe de receptores dos folículos pilosos, o receptor da penugem, ser suprido por fibras A δ . Alguns receptores são inervados por mecanorreceptores tipo C, amielínicos, que respondem melhor a estímulos que se movem lentamente, como as carícias (BERNE e LEVY, 1996).

Os termorreceptores têm a capacidade de perceber as alterações térmicas mínimas da temperatura. Os receptores para o calor e frio são diferentes e não são distribuídos uniformemente na pele. A aplicação de um estímulo frio (10° a 33° C) a um receptor resulta numa maior taxa de disparo da fibra aferente. Os receptores para o calor respondem dentro da faixa de 32° a 45° C. Temperaturas extremas (abaixo de 5° Celsius e acima de 45° C) são percebidas como estímulos nocivos e, conseqüentemente, não são transmitidas pelos termorreceptores, mas sim pelos nociceptores. Os receptores do frio são supridos por fibras A δ e os receptores para o calor, por fibras C (JACOBS e LOWE, 2001) pág. 77 à 92. Neurociência para Fisioterapeutas.

Os nociceptores respondem preferencialmente aos estímulos nocivos, que podem produzir lesão e da mesma forma que os mecanorreceptores, estão localizados na pele, músculos, articulações e vísceras (JACOBS e LOWE, 2001).

As duas principais classes de nociceptores cutâneos são os nociceptores mecânicos A δ , supridos por fibras aferentes finamente mielinizadas que respondem a estímulos mecânicos intensos (como à picada na pele com uma agulha ou ao esmagamento com uma pinça) e não respondem a estímulos térmicos ou químicos nocivos a menos que sejam previamente sensibilizados; e os receptores polimodais C, supridos por fibras amielínicas, que respondem a vários tipos de estímulos nocivos, incluindo mecânicos, térmicos e químicos (BERNE e LEVY, 1996).

Ambos os tipos de nociceptores são receptores polimodais, visto poderem responder a estímulos mecânicos, térmicos e químicos podendo ser estímulos de pressão leve e intensa, extremos de temperatura ou fatores químicos (KITCHEN e BAZIN, 1998).

Segundo CONSTANZO (1998), os neurônios sensoriais fazem a codificação dos estímulos do ambiente. Esta codificação começa quando o

estímulo é transduzido pelo receptor sensorial, e continua à medida que a informação é transmitida para o sistema nervoso central. As características que podem ser codificadas são: modalidade (codificada pelas linhas rotuladas que consistem em vias formadas pelos neurônios sensoriais dedicados a essa modalidade); localização (realizada pelo campo receptivo dos neurônios sensoriais); limiar (correspondente ao menor estímulo detectado, devendo ser suficientemente intenso para produzir um potencial de despolarização que atinja este limiar); intensidade (codificada pelo número de receptores ativados, pelas diferenças entre as frequências de descarga dos neurônios sensoriais da via e pela ativação de tipos diferentes de receptores).

2.1.2 Classificação das Fibras Nervosas

As fibras nervosas podem ser classificadas de acordo com sua velocidade de condução, dependendo do diâmetro e da presença ou ausência de mielinização das fibras. A velocidade de condução é diretamente proporcional ao diâmetro e à quantidade de mielina presente em torno da fibra. Portanto as fibras que possuem maior velocidade de condução são as fibras mielinizadas e mais calibrosas (CONSTANZO, 1998).

Na classificação geral, as fibras são divididas em fibras do tipo A, subdivididas nos tipos A-alfa (α), A-beta (β), A-gama (γ), A-delta (δ), e em fibras do tipo C. As fibras do tipo A são mielinizadas, típicas dos nervos espinhais e as fibras tipo C são fibras nervosas amielínicas, muito pequenas, que conduzem impulsos em baixas velocidades e constituem mais da metade das fibras sensoriais na maioria dos nervos periféricos e também a totalidade das fibras autonômicas pós-ganglionares (GUYTON e HALL, 1998) (Fig. 4).

Segundo JACOBS e LOWE (2001), as fibras A-delta e as fibras tipo C transmitem dor e temperatura. As fibras do tipo A-delta são de pequeno diâmetro, levemente mielinizadas, de condução relativamente rápida e propagam um potencial de ação numa velocidade de 5 a 30 m/s (sendo relativamente mais lenta que a velocidade das fibras A-alfa e A-beta, de maior diâmetro e com velocidade

de 30 a 70 m/s). As fibras do tipo C transmitem a informação à medula espinhal numa velocidade de aproximadamente 1 m/s.

As fibras A-delta são estimuladas por receptores superficiais de limiar baixo e associados à dor do tipo aguda e perfurante (localizada na superfície corpórea e com regressão rápida), denominada dor rápida, inicial ou primeira dor. As fibras C são estimuladas por receptores de limiar alto e transmitem a dor difusa e persistente percebida como uma dor intensa, latejante ou em queimação, mal localizada, denominada dor lenta, retardada ou segunda dor (JACOBS e LOWE, 2001).

Os nociceptores térmicos ao frio são conectados à medula espinhal por fibras A-delta, enquanto as sensações dolorosas originadas pelo calor são resultantes da ativação das fibras C (JACOBS e LOWE, 2001).

FIGURA 4 - TIPOS DE FIBRAS NERVOSAS

Axons from skin	A α	A β	A δ	C
Axons from muscles	Group I	II	III	IV
Diameter (μm)	13–20	6–12	1–5	0.2–1.5
Speed (m/sec)	80–120	35–75	5–30	0.5–2
Sensory receptors	Proprioceptors of skeletal muscle	Mechanoreceptors of skin	Pain, temperature	Temperature, pain, itch

FONTE: BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A., Neuroscience: Exploring the brain. 2. ed.

Philadelphia: Lippincott Williams e Wilkins, 2001.

2.1.3 Vias Sensoriais Medulares

Uma via sensorial pode ser considerada como um conjunto de neurônios sensoriais dispostos em série. Neurônios de primeira ordem (aférentes primários), segunda ordem (localizados na medula espinhal ou no tronco encefálico), terceira ordem (localizados em um dos núcleos sensoriais do tálamo), quarta ordem (localizados nas áreas receptoras sensoriais do córtex cerebral) e neurônios de ordem superior (localizados nas mesmas ou em outras áreas corticais cerebrais que os neurônios de quarta ordem) servem de elementos seqüenciais numa dada via sensorial (BERNE e LEVY, 1996). Págs, 113 a 131.

As informações sensoriais dos segmentos somáticos do corpo entram na medula espinhal por meio das raízes dorsais dos nervos espinhais. As duas vias para transmissão destas informações são: o sistema da coluna dorsal-lemnisco medial e o sistema ântero-lateral (CONSTANZO, 1998).

O sistema coluna dorsal-lemnisco medial é composto por grandes fibras mielinizadas que transmitem sinais para o cérebro com velocidade de 30 a 110 m/s, e tem um grau muito alto de orientação espacial de suas fibras nervosas com respeito a suas origens. O sistema ântero-lateral é composto por fibras mielinizadas muito menores (4 micrômetros de diâmetro em média) que transmitem sinais com velocidades até 40 m/s e tem um grau muito menor de orientação espacial (GUYTON, 1993).

As informações sobre o tato ou vibração na pele são transmitidas por vias completamente distintas das que transmitem dor e temperatura (BEAR, CONNORS e PARADISO, 2001).

Segundo GUYTON e HALL (1998), o sistema coluna dorsal-lemnisco medial (Fig. 3) é usado para transmissão das seguintes informações:

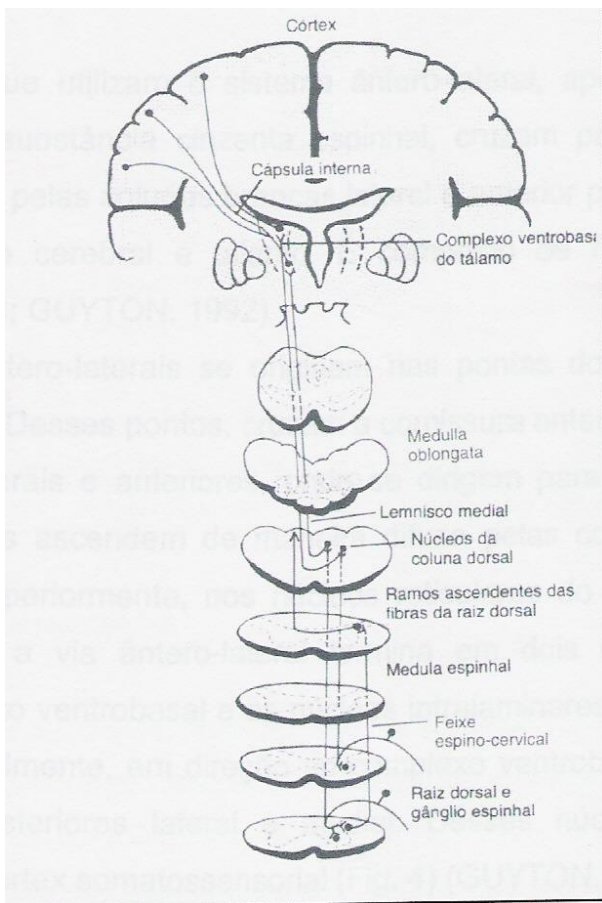
- a) sensações táteis que requerem um alto grau de localização do estímulo;
- b) sensações táteis que exigem a transmissão de gradações finas de intensidade;
- c) sensações fásicas, como as sensações vibratórias;

- d) sensações que sinalizam movimento contra a pele;
- e) sensações de posição;
- f) sensações de pressão que têm a ver com a discriminação fina da intensidade da pressão

Segundo GUYTON e HALL (1998), o sistema ântero-lateral (Fig. 4) é usado para propagar as seguintes informações:

- a) dor;
- b) sensações térmicas, incluindo as sensações de frio e de calor;
- c) sensações grosseiras de tato e pressão, capazes apenas de localização imprecisa na superfície do corpo;
- d) sensações de cócegas e prurido;
- e) sensações sexuais

FIGURA 5 – VIA DA COLUNA DORSAL-LEMNISCO MEDIAL



FONTE: GUYTON, A. C. Tratado de fisiologia médica. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

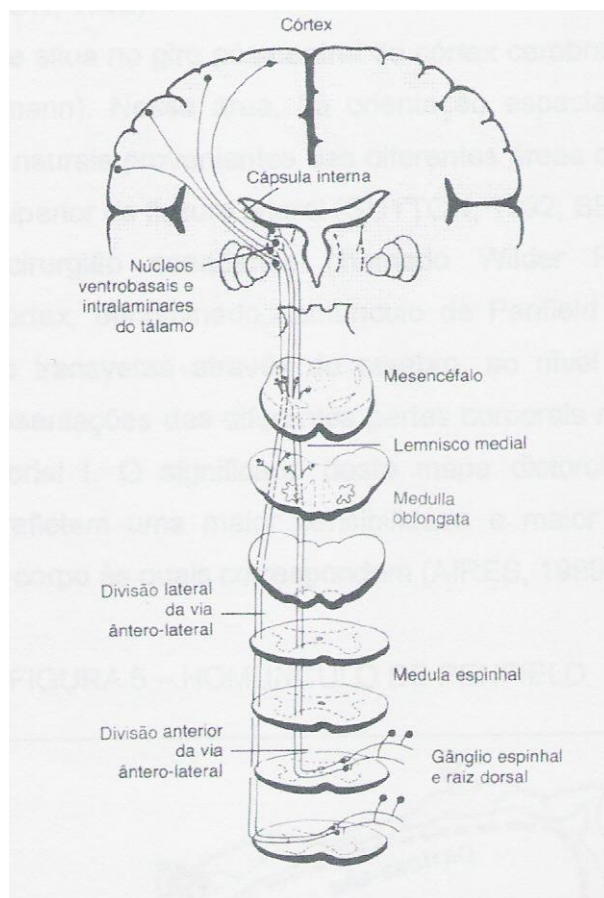
Na via coluna dorsal-lemnisco medial as fibras nervosas que entram nas colunas dorsais ascendem sem interrupção até o bulbo, onde fazem sinapses nos núcleos da coluna dorsal (cuneiforme e grácil). A partir daí os neurônios de segunda ordem decussam imediatamente para o lado oposto e continuam a ascender até o tálamo através de vias do tronco cerebral, bilaterais, chamadas de lemniscos mediais. No tálamo, essas fibras das colunas dorsais terminam no complexo ventrobasal. A partir daí, fibras de terceira ordem se projetam sobretudo para o giro pós-central do córtex cerebral, que é chamado de área sensorial somática 1 (GUYTON, 1993; BERNE e LEVY, 1996).

A via do sistema ântero-lateral está localizada no quadrante correspondente da medula espinhal, denominado quadrante ventrolateral. Esta via subdivide-se em duas outras vias ascendentes denominadas tracto espinotalâmico e tracto espinorreticular (KIERNAN, 1998; JACOBS e LOWE, 2001) (Fig. 6).

O tracto espinotalâmico origina-se predominantemente de neurônios de projeção das lâminas I, IV e V e transmite estímulos através de fibras A δ (dor aguda e frio) e de fibras C (estímulos termocéptivos). Transmite informações sobre a dor e a temperatura, a uma área mais ampla do córtex cerebral do que as regiões corticais somatossensoriais às quais o sistema da coluna dorsal projeta (JACOBS e LOWE, 2001).

O tracto espinorreticular origina-se após várias sinapses no corno posterior através das quais a informação passa dos neurônios da lâmina II aos neurônios de projeção das lâminas profundas. Transmite a dor surda (sem discriminação do local de origem da dor), em queimação associada às fibras tipo C, para as regiões disseminadas da formação reticular do tronco cerebral. A partir daí células projetam axônios que em última instância, terminam de uma forma não-somatotópica nos núcleos intralaminares do tálamo prolongando-se para amplas áreas do córtex cerebral (JACOBS e LOWE, 2001).

FIGURA 6 – VIA DA COLUNA ÂNTERO-LATERAL



FONTE: GUYTON, A. C. Tratado de fisiologia médica. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

2.1.4 Córtex Sensorial Somático

Assim como nos outros sistemas sensoriais, os níveis mais complexos no processamento somatossensorial ocorrem no córtex cerebral (JACOBS e LOWE, 2001; BEAR, CONNORS e PARADISO, 2001).

Duas áreas distintas e separadas são conhecidas por receber fibras nervosas aferentes diretas dos núcleos somestésicos de retransmissão no complexo ventrobasal do tálamo. São chamadas de área sensorial somática I e área sensorial somática II (GUYTON e HALL, 1998).

O córtex somatossensorial primário (S1) é facilmente localizado devido à sua ocupação e exposição cortical no giro pós-central, imediatamente atrás da fissura central. Estruturalmente consiste em quatro áreas corticais distintas, denominadas áreas de Brodmann, divididas em 3a, 3b, 1 e 2. Deste modo, zonas corticais distintas são especializadas no processamento de informações tácteis e proprioceptivas (BERNE e LEVY, 1996; BEAR, CONNORS e PARADISO, 2001).

As áreas 5 e 7 de Brodmann, situadas no córtex parietal, atrás da área sensorial somática 1 e acima da área sensorial somática 2, desempenham papéis importantes na decifração da informação que chegam a essas áreas, por isso elas são chamadas áreas somáticas de associação. A estimulação elétrica desta área pode produzir uma sensação somática complexa, fazendo com que a pessoa experiencie ocasionalmente até o “sentir” de um objeto, como uma faca ou uma bola (GUYTON, 1993).

O córtex somatossensorial secundário (S2), localizado na extremidade inferior do lobo parietal, abaixo da área S1 (BEAR, CONNORS e PARADISO, 2001).

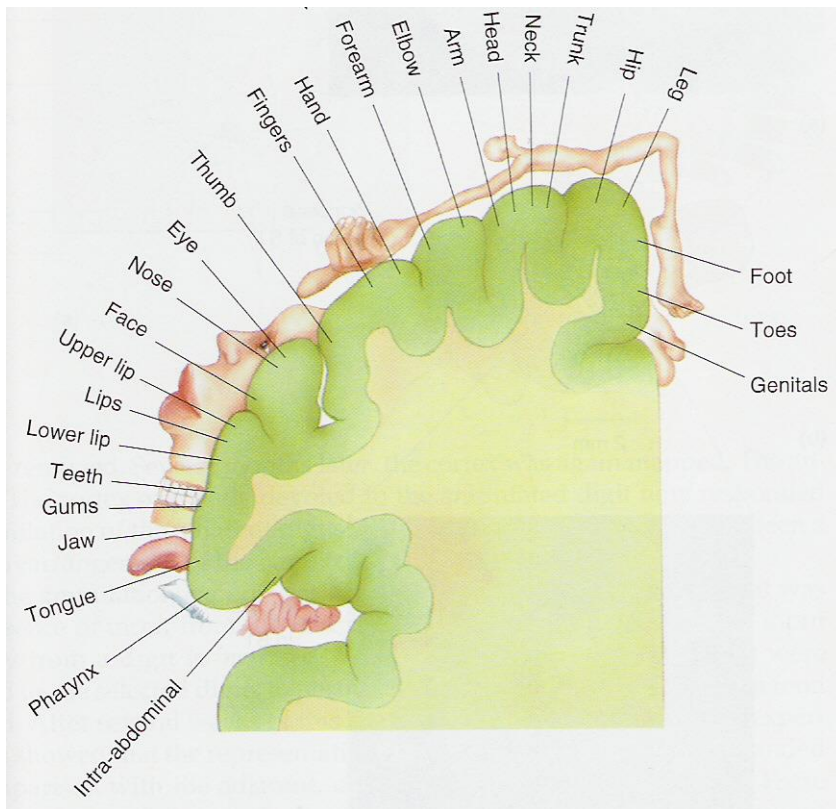
As informações sensoriais transmitidas a S1 e S2 pelos núcleos ventrais posteriores (núcleo ventral póstero-lateral e núcleo ventral póstero-medial) permitem a discriminação das propriedades do estímulo, como sua localização e intensidade. Essas informações são integradas para desenvolver as percepções sobre a experiência sensorial, como tamanho e forma (JACOBS e LOWE, 2001).

A localização de um estímulo aplicada ao corpo é percebida e transmitida por neurônios de primeira ordem, ao longo das várias estações de retransmissão, garantida por uma organização topográfica das vias somatossensoriais, que permite o mapeamento do corpo ao longo destas projeções. Este mapeamento da

superfície corporal e da face do corpo humano é chamado de homúnculo sensorial, ou homúnculo de Penfield (proposto por Wilder Penfield) (Fig. X). Este mapa expressa a codificação da localização de informação somatossensorial. As áreas corticais maiores refletem uma maior sensibilidade e maior poder de resolução nas partes do corpo correspondentes. A ativação de neurônios em determinada região do córtex, no giro pós-central faz com que o cérebro reconheça qual área foi estimulada (GUYTON e HALL, 1998; AIRES, 1999).

Algumas partes do corpo são representadas por grandes áreas no córtex somático, os lábios sendo a maior de todas, seguidos pela face e o polegar (terminações especializadas), enquanto todo o tronco e a parte mais inferior do corpo são representados por áreas relativamente pequenas. Os tamanhos destas áreas são diretamente proporcionais ao número de receptores sensoriais especializados em cada área periférica respectiva do corpo. A cabeça está representada na porção mais lateral da área sensorial somática I, enquanto a parte mais inferior do corpo é representada medialmente (GUYTON e HALL, 1998).

FIGURA 7 – HOMÚNCULO SOMATOSSENSORIAL



FONTE: BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A., Neuroscience: Exploring the brain. 2. ed. Philadelphia: Lippincott Williams e Wilkins, 2001.

2.3 TENS

2.3.1 Introdução à Eletroterapia

A eletroterapia é uma das modalidades de que dispõe a medicina física através da utilização da corrente elétrica, com finalidades terapêuticas (GREVE e AMATUZZI, 1999; LIANZA, 1995).

A eletricidade é uma das formas básicas de energia na ciência da física e pode produzir significativos efeitos nos tecidos biológicos. As correntes elétricas têm sido utilizadas como propostas terapêuticas por centenas de anos (ROBINSON e SNYDER-MACKLER, 2001).

A aplicação da eletricidade é citada na História da Medicina desde a época de Aristóteles, na Grécia Antiga, e depois já no início da Era Cristã, durante o Império Romano, quando se conhecia o efeito analgésico da descarga elétrica produzida por peixes elétricos, como no tratamento da gota e de dores de cabeça pelos Antigos Egípcios. (KITCHEN e BAZIN, 1998; GREVE e AMATUZZI, 1999).

Durante a Idade Média, poucos avanços foram obtidos em relação ao conhecimento e desenvolvimento da eletroterapia. Na metade do século XVII, Von Guericke construiu o primeiro aparelho eletrostático, mas foi a partir do século XVIII que a eletroterapia ganhou novo impulso, em consequência às inúmeras descobertas na área da física, dentre elas a corrente galvânica (Galvani, 1786), os geradores e capacitores elétricos e a pilha voltaica (Volta, 1799). Em 1929, o físico Pierre Bernard descobriu que determinadas formas de corrente galvano-farádica, chamadas corrente diadinâmicas, eram bastante eficazes no tratamento da dor (GREVE e AMATUZZI, 1999).

O ressurgimento do interesse na eletroterapia ocorreu no início dos anos 70, pela postulação da teoria do controle de comportas e a miniaturização dos componentes eletrônicos com o desenvolvimento difundido e o *marketing* de estimuladores portáteis pequenos leves chamados unidades de TENS (ROBINSON e SNYDER-MACKLER, 2001; GREVE e AMATUZZI, 1999). Segundo DAMIANE (2001), o crescente aumento do uso da TENS, como analgésico, fez

com que muitos fisioterapeutas tentassem buscar benefícios com essa técnica (RODRIGUES, 1998).

Segundo CASTRO (1999) GREVE**, as indicações da eletroterapia estão relacionadas com os principais efeitos fisiológicos da estimulação elétrica sobre o sistema neuro-músculo-esquelético, a saber:

- a) analgesia;
- b) estimulação muscular;
- c) vasodilatação;
- d) redução de edema;
- e) diminuição da inibição reflexa;
- f) facilitação na cicatrização de lesões em tecidos moles;
- g) facilitação da consolidação de fraturas.

As correntes elétricas são capazes de causar a geração de potenciais de ação. Estas correntes devem ter intensidade e duração apropriada para causar a despolarização da membrana nervosa ou muscular (KITCHEN e BAZIN, 1998).

2.3.1.1 Propriedades físicas

Segundo ROBINSON e SNYDER-MACKLER, (2001) e GUIRRO e GUIRRO (2002), as variáveis físicas que envolvem a eletroterapia são:

- a) amplitude de pulso ou intensidade: determina a velocidade de fornecimento de elétrons, denominada fluxo de corrente, traduz a intensidade da corrente aplicada, é medida em ampères (A), na eletroterapia especificamente é graduada em miliampères (mA);
- b) largura de pulso (T): indica o tempo de duração da fase, é graduada em milissegundos (ms) ou microssegundos (μ). É inversamente proporcional à amplitude dos limiares sensitivo e motor;
- c) forma de pulso: apresenta-se de várias formas. As mais comuns são a triangular (farádica), a quadrática (ultra-estimulante, SMS, NMES, TENS), senoidal (diadinâmicas, interferencial) e contínua (galvânica);

- d) corrente elétrica: dividida em corrente contínua, que possui fluxo unidirecional contínuo ou ininterrupto de partículas carregadas; alternada, com fluxo bidirecional contínuo ou ininterrupto; e pulsada ou interrompida, que possui fluxo uni ou bidirecional de partículas carregadas que periodicamente param por um período de tempo finito (fig.8);
- e) campo elétrico: compreende qualquer região do espaço que esteja sob a ação de uma força elétrica;
- f) diferença de potencial: existente entre dois pontos sempre que é necessário realizar trabalho para transferir carga elétrica de um ponto a outro, é medida em *volts* (V);
- g) resistência elétrica: é a oposição ao movimento de elétrons através de um condutor, é medida em Ohm.
- h) frequência da corrente: é determinada pelo número de ciclos emitidos por segundo, e sua unidade é expressa em Hertz (Hz). Quando o controlador da frequência é indicado por R (repouso), o aumento desse R ocasionará um aumento de repouso entre os pulsos, diminuindo portanto a frequência dos pulsos.
- i) Modulações: é qualquer alteração que se faça na corrente original. Pode ocorrer variando a largura, a amplitude, e a frequência do pulso, bem como trens de pulso ou *burst*.

A corrente pulsada é a forma mais comumente utilizada nas aplicações clínicas de estimulação elétrica, sendo a TENS o tipo de corrente pulsada mais comumente utilizado. Possui uma unidade elementar característica, denominada pulso, evento elétrico isolado separado por um tempo finito, descrito por sua amplitude e duração (LOW e REED, 2001).

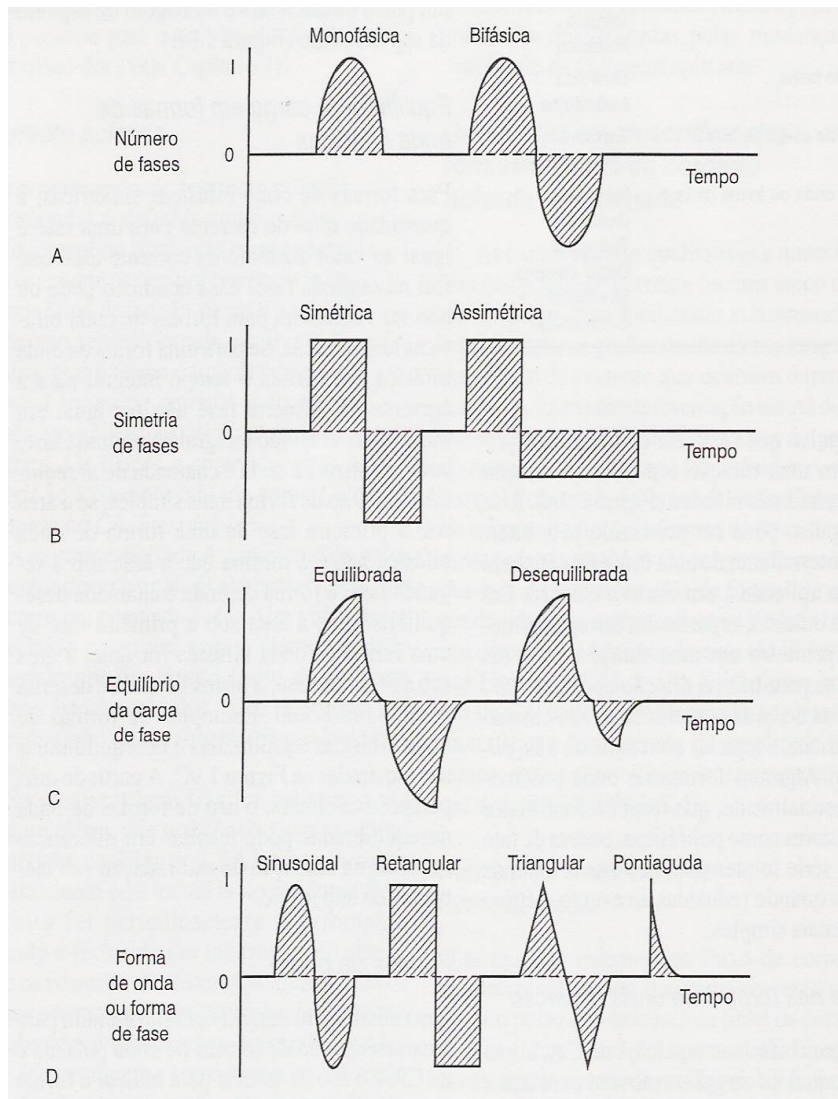
Segundo ROBINSON e SNYDER-MACKLER (2001) as correntes pulsada e alternada podem ser evidenciadas por características qualitativas e quantitativas dos pulsos evidenciadas pelas mudanças da amplitude e do tempo. Uma corrente em uma direção por um tempo finito é denominada fase. Quanto ao número de fases as correntes podem ser divididas em:

- a) Monofásica: pulso que se afasta da linha base em apenas uma direção (Fig. 8a);
- b) Bifásica: pulso que se afasta da linha base primeiro em uma direção e depois na outra (Fig. 8a);
- c) Trifásica: formas de onda com três fases;
- d) Polifásica: onda com mais de três fases.

As formas de pulso bifásicas ou ciclos de corrente alternadas podem ser divididas ainda em: simétrica ou assimétricas (Fig. 8b).

Se a área sob a primeira fase de uma forma de onda bifásica for igual à área sob a segunda fase, essa onda é descrita como equilibrada. Caso contrário esta onda é denominada desequilibrada (Fig. 8c).

FIGURA 8 – CARACTERÍSTICAS DAS FORMAS DE ONDA DA CORRENTE PULSADA E ALTERNADA



FONTE: ROBINSON, A. J; SNYDER-MACKLER, L. Eletrofisiologia clínica: eletroterapia e teste eletrofisiológico. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

A relação entre a amplitude e a duração do pulso também irá determinar estímulos distintos. Pequenas durações de pulso exigem elevadas amplitudes, para que sejam gerados os estímulos adequados, enquanto que durações de pulso maiores exigem amplitudes mais baixas (KITCHEN e BAZIN, 1998). Um pulso de longa duração minimiza os riscos de lesão tecidual (GUIRRO e GUIRRO, 2002).

Os tecidos excitáveis respondem de forma diferente aos estímulos elétricos. Fibras nervosas necessitam de corrente de baixa intensidade e curta duração, enquanto fibras musculares necessitam de correntes de alta intensidade e longa duração (CASTRO, 1999).

Segundo SAVAGE, citado por GUIRRO e GUIRRO (2002), a frequência para a estimulação ideal dos nervos sensoriais utilizada na eletroterapia varia entre 90 e 110 Hz (tabela X).

TABELA 1 - FREQUÊNCIA IDEAL PARA ESTIMULAÇÃO NERVOSA.

FREQUÊNCIAS (Hz) DAS CORRENTES ELÉTRICAS COM AS SUAS RESPECTIVAS FUNÇÕES.

Estrutura Estimulada	Frequência
Nervos motores	10 a 50
Nervos sensoriais	90 a 110

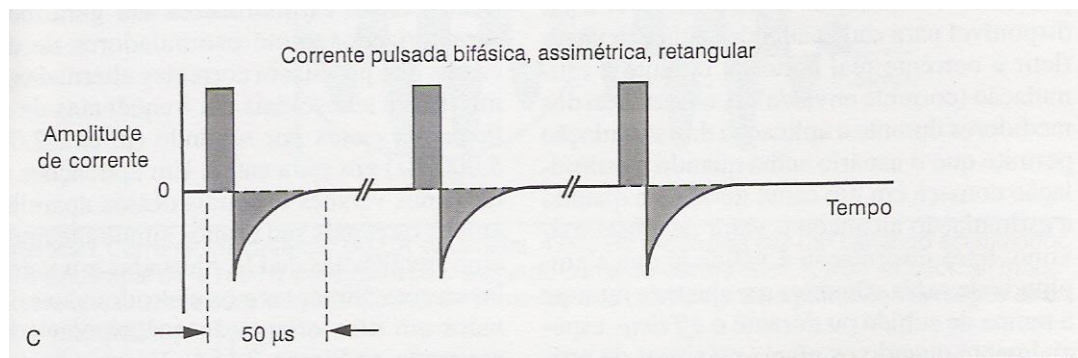
FONTE: GUIRRO, E.; GUIRRO, R. **Fisioterapia dermatofuncional: fundamento, recurso e patologias.** 3. ed. São Paulo: Manole, 2002.

2.3.2 TENS

A TENS é uma modalidade terapêutica que consiste na estimulação de nervos sensoriais, aplicada à pele por meio de eletrodos transcutâneos, com o objetivo de produzir analgesia (GUIRRO et al., 1997; JACOBS e LOWE, 2001).

Em geral os aparelhos de TENS produzem uma corrente pulsada, bifásica, assimétrica e retangular (Fig. 9). São estimuladores de dois canais com controles de amplitude independentes para cada canal, possuem controles de duração de pulso podendo variar de valores baixos (20-25 ms) até valores altos (250-600ms) e um controle de frequência de pulso de 2 pps ou Hz até frequências máximas de 125 a 200 Hz. (ROBINSON e SNYDER-MACKLER, 2001).

FIGURA 9 – FORMA DE CORRENTE DA TENS



FONTE: ROBINSON, A. J.; SNYDER-MACKLER, L. Eletrofisiologia clínica: eletroterapia e teste eletrofisiológico. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

A estimulação elétrica neuromuscular por meio de eletrodos de superfície é um procedimento terapêutico não invasivo e de grande utilidade clínica, usado frequentemente no tratamento de patologias diversas, visando a estimulação de nervos sensitivos e motores em diversas regiões do corpo. Os parâmetros da estimulação elétrica podem influenciar os limiares sensitivo e motor dos pacientes, podendo afetar diretamente o efeito terapêutico (GUIRRO e GUIRRO, 2002).

A TENS é um valioso procedimento clínico para o alívio sintomático da dor e seu desenvolvimento revolucionou a abordagem terapêutica (GOULD, 1993). As indicações para seu uso podem ser categorizadas em duas áreas principais: alívio da dor aguda e tratamento da dor crônica (GUIRRO e GUIRRO, 2002; O'SULLIVAN e SCHMITZ, 1993).

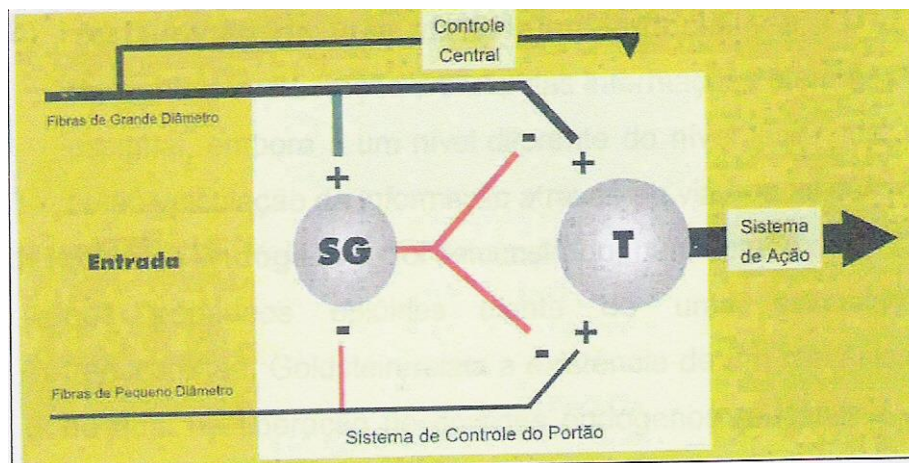
A utilização da TENS para alívio da dor ocorre por mecanismos centrais e periféricos. O mecanismo central inclui o estímulo da produção de endorfinas que atuam no organismo como analgésicos endógenos. Este sistema de analgesia pode ser ativado, através da eletroestimulação, na região receptora de endorfinas na região cinzenta periaquedutal e periventricular do mesencéfalo ou o núcleo magno da rafe. Estas regiões secretam opióides (encefalinas e serotoninas) que inibem as fibras do tipo C e do tipo A-delta suprimindo a dor que entra por meio das raízes dorsais espinhais (DEGROOT, 1994; GUYTON, 1998; JACOBS e LOWE, 2001)

Segundo JACOBS e LOWE (2001), existem dois mecanismos periféricos diferentes pela qual a TENS pode produzir analgesia. O primeiro envolve uma redução da velocidade de condução e da amplitude do potencial de ação composto de fibras A-alfa e A-beta de condução rápida e de fibras A-Delta e C de condução lenta que desse modo suprime de forma eficaz estímulos nocivos e não-nocivos ao sistema nervoso central; o segundo envolve a supressão pré-sináptica de estímulos através das fibras A-delta e C pelo estímulo das fibras A-alfa e A-beta, baseado num estudo realizado em 1965 por Melzack e Wall, conhecido como teoria da comporta de controle da dor.

Melzack e Wall em 1965, postularam que no corno posterior da medula onde as fibras aferentes grandes e pequenas entram em contato, as fibras A-alfa e A-beta (tato e propriocepção), grandes e mielinizadas, exercem um controle inibidor sobre as fibras C (dor), pequenas e não-mielinizadas. Deste modo, o equilíbrio entre a atividade das fibras aferentes mielinizadas e não-mielinizadas nesses locais de convergência poderia modular o sinal aos centros cerebrais superiores.

A teoria da comporta (Fig. X) envolve as seguintes classes de células do corno posterior: 1) fibras C aferentes, 2) fibras A nociceptivas, 3) interneurônios inibidores da substância gelatinosa (SG) e 4) neurônios de projeção do corno posterior que quando ativados, transmitem dor ao trato espinotalâmico ascendente do sistema ântero-lateral.

FIGURA 10 – ESQUEMA DA TEORIA DA COMPORTA DE CONTROLE DA DOR.



FONTE: GUIRRO, E.; GUIRRO, R. **Fisioterapia dermatofuncional: fundamento, recurso e patologias**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2002.

A atividade das fibras C nociceptoras é transmitida a este trato, através de neurônios de projeção da porção contralateral da medula. O neurônio de projeção usualmente é inibido pelo interneurônio, o qual encontra-se espontaneamente ativo. O interneurônio inibidor atua sobre o neurônio de projeção reduzindo a intensidade do estímulo doloroso das fibras C. As fibras C inibem a atividade do interneurônio liberando o neurônio de projeção da supressão inibidora. Essa “abertura da comporta” resulta numa melhor percepção da dor que é transmitida às estruturas cerebrais superiores. Em contraste, a fibra A não-nociceptiva excita o interneurônio inibidor e, dessa forma, tenta suprimir ou “fechar a comporta” da percepção da dor (KIERNAN, 1998; JACOBS e LOWE, 2001).

Este mecanismo compreende a explicação neurofisiológica mais provável pela qual a eletroestimulação pode levar a analgesia (RODRIGUES, 1998).

A forma de analgesia produzida pela TENS dependerá do tipo de sinal elétrico transmitido à região afetada. Estímulos de baixa intensidade (duas a três vezes o limiar sensorial) e de alta frequência (60 a 100 Hz) estimulam fibras grossas mielínicas A, apresentam um mecanismo de ação através do sistema de comporta da dor e são indicados para a dor aguda, onde o efeito é rápido e menos duradouro, descrito como uma sensação de “formigamento” ou como uma sensação contínua de vibração (JACOBS e LOWE, 2001; RODRIGUES, 1998).

Os estímulos de alta intensidade e baixa frequência atuam no sistema analgésico central e causam liberação das substâncias analgésicas endógenas que se ligam aos respectivos receptores e inibem a nocicepção. São indicados para dores crônicas, onde o efeito analgésico é mais demorado, porém o pós-efeito é mais prolongado, provocando uma sensação de “coceira lenta” ou levemente dolorosa (LIANZA, 1995; RODRIGUES, 1998).

Segundo ROBINSON e SNYDER-MACKLER (2001), para modular a dor podem ser utilizados quatro modalidades de estimulação: estimulação em nível subsensorial, em nível sensorial, em nível motor e em nível nocivo.

A estimulação a nível subsensorial é produzida por aparelhos denominados estimuladores nervosos de microcorrente (ENMC), incapazes de produzir cargas de fase suficientes para a estimular fibras nervosas periféricas e alcançar um limiar sensorial, pelo fato de suas amplitudes de corrente máxima serem abaixo de 1 mA. Estes aparelhos não estimulam nem o nervo nem o músculo. Portanto não há evidências da estimulação elétrica abaixo do nível sensorial para o tratamento da dor (ROBINSON e SNYDER-MACKLER, 2001).

A TENS convencional é definida como uma forma de estimulação sensorial, de estimulação no ou acima do limiar sensorial e abaixo do limiar motor. É freqüentemente realizada usando frequências altas, na variação de 50 a 100 Hz, durações de fase ou pulso relativamente curtas de 2 a 50 μ s e amplitude relativamente baixas, determinada pela percepção do paciente (sensação de formigamento ou “agulhas e alfinetes” sob os eletrodos). Apenas as fibras nervosas superficiais de maior diâmetro são ativadas. Não se deve observar

contração muscular. Quando a estimulação a nível sensorial é escolhida, os eletrodos são colocados ao redor ou sobre o local da dor ou muito próximo das estruturas anatômicas relacionadas, tais como os nervos periféricos que inervam o local ou as raízes nervosas para a área (ROBINSON e SNYDER-MACKLER, 2001; BISSCHOP, BISSCHOP e COMMANDRÉ, 2001; LOW e REED, 2001).

A TENS de estimulação a nível motor é usada principalmente para o controle da dor crônica, produzindo estimulação a nível motor, onde há contração muscular visível e sua eficácia é maior quando aplicada em uma estrutura anatômica relacionada ao local da dor. É aplicada com frequência de 2 a 4 Hz, com duração de fase relativamente longa ($>150 \mu\text{s}$) e amplitudes altas o bastante para produzir uma contração muscular visível e forte. Essa forma de estimulação é chamada de TENS de variação baixa e forte. Uma outra variação da TENS a nível motor é a modulada por *burst*, que evoca a contração muscular com utilização de pulsos breves para controle da dor (ROBINSON; SNYDER-MACKLER, 2001).

A analgesia a nível motor não é imediata e por essa razão os períodos de tratamento são mais longos do que com a estimulação a nível sensorial (45min. ou mais *versus* 20 a 30 min.). Isso permite a introdução de analgesia antes que o tratamento seja terminado (ROBINSON e SNYDER-MACKLER, 2001).

A TENS na modalidade acupuntura é aplicada a nível motor, ou seja, produz contrações ritmadas e fortes, a intensidade é alta, no limite do suportável. É aplicada nos miótomos segmentalmente relacionados ou em pontos remotos de acupuntura (ROBINSON e SNYDER-MACKLER, 2001; DAMIANE, 1998). IN RODRIGUES, 1998.*****

A estimulação para melhora da dor a nível nocivo produz um estímulo doloroso no local da dor ou distante da região da dor. É produzida usando-se frequências de 1 a 5 Hz ou 80 a 100 Hz, com longas durações de pulso de mais de 1 segundo e intensidades que produzam ou não contração muscular. O paciente deve perceber o estímulo nocivo. Pode ser eficaz no alívio da dor clínica e induzida experimentalmente. Devido ao desconforto causado, é utilizado geralmente nos casos em que a estimulação a nível sensorial ou motor não produziu eficácia ou após acomodação a nível sensorial (ROBINSON; SNYDER-MACKLER, 2001).

Segundo SLUKA et al. (1998) e JACOBS e LOWE (2001), os tipos de TENS mais comumente usados são a TENS convencional que utiliza estímulos de baixa intensidade (duas a três vezes o limiar sensorial) e de alta frequência (60-100 Hz) e a TENS no modo acupuntura com intensidade alta (mais de três vezes o limiar sensorial) e de baixa frequência (2-4 Hz).

Os tipos de TENS mais comumente usados são a TENS convencional que utiliza estímulos de baixa intensidade (duas a três vezes o limiar sensorial) e de alta frequência (60-100 Hz) e a TENS no modo acupuntura com intensidade alta (mais de três vezes o limiar sensorial) e de baixa frequência (2-4 Hz).

GUIRRO et al. (1997) fizeram um estudo com o objetivo de verificar a eficácia da TENS no controle da dor, utilizando como parâmetro de melhora a capacidade respiratória por meio de ventilometria, a avaliação da dor por meio de uma escala subjetiva e o controle de medicação analgésica administrada, em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. O estudo foi realizado em três pacientes voluntários (dois homens e uma mulher) com idades de 61, 67 e 69 anos, durante o período de internação na UTI. Para a proposta utilizou-se o TENS, na forma *burst*, (2 Hz), com $T = 160 \mu s$ e frequência de estimulação igual a 75 Hz. A estimulação iniciou-se 24 horas após a realização da cirurgia e permaneceu por um período de 3 horas, interrompendo-se por alguns minutos a cada 1 hora para mensuração da ventilometria. Os dados referentes à ventilometria mostraram que a aplicação inicial da TENS aumentou tanto o volume corrente (22.0%, 20.0%, 75.0%) quanto o volume minuto (32.0%, 64.2%, 67.0%) ao final da terceira hora de estimulação, quando comparado com a ventilometria inicial, nos três pacientes. A intensidade da dor dos pacientes foi diminuída mesmo com a supressão total de analgésicos, possibilitando assim uma melhora da condição geral do paciente.

SLUKA et al. (1998), realizaram um estudo com a proposta de investigar os efeitos da alta e baixa frequência da TENS na dor ocorrida após inflamação induzida no joelho de ratos. A amostra foi dividida em três grupos: grupo 1 (6 animais tratados com alta frequência), grupo 2 (5 animais tratados com baixa frequência) e um grupo controle (7 animais que não receberam aplicação da TENS). O grupo 1 recebeu TENS numa frequência de 100 Hz e o grupo 2 uma frequência de 4Hz, durante 20 minutos, 4 horas após a indução da inflamação.

Dois eletrodos foram colocados, um medialmente e outro lateralmente, na articulação inflamada. Tanto a alta frequência quanto a baixa frequência reverteram o quadro álgico imediatamente após o tratamento. No grupo-controle não foi detectada nenhuma alteração. Os efeitos da alta frequência duraram pelo menos 24 horas enquanto os da baixa frequência cerca de 12 horas.

JOHNSON et al. (1991), investigaram os efeitos dos vários padrões de pulso da TENS *Burst*, variação de intensidade e frequência e contínua utilizando dor induzida pelo frio em indivíduos normais. A amostra constou de 84 indivíduos com idades entre 17 e 35 anos (44 homens e 40 mulheres), divididos aleatoriamente nos grupos testados. O limiar de dor e a tolerância ao frio foram mensurados através da introdução da mão em um recipiente de água a 0° C. Todas as modalidades de TENS testadas: *Burst*, variação de intensidade e frequência, e contínua aumentaram significativamente o limiar de dor induzida pelo frio. A TENS contínua produziu maior elevação deste limiar mas este resultado não foi estatisticamente significativo.

GOPALKRISHNAN e SLUKA (2000) examinaram os efeitos da variação de frequência, intensidade e duração de pulso da TENS na hiperalgesia (aumento da resposta ao estímulo nocivo), induzida por inflamação, em pata de ratos. Foi utilizada TENS nas modalidades alta frequência (100 Hz) e baixa frequência (4 Hz) em duas intensidades distintas (nível motor e nível sensorial) e larguras de pulso de 100 e 250 µs, aplicada durante 20 minutos. A amostra foi de 62 ratos divididos aleatoriamente entre os grupos testados e o controle. A hiperalgesia foi testada posteriormente à aplicação com uso de calor e estimulação mecânica para avaliar a sensibilidade tátil, térmica e nociceptiva. A TENS de alta frequência reduziu significativamente a hiperalgesia por até um dia após a estimulação. A TENS de baixa frequência foi inefetiva. A variação de intensidade e largura de pulso não teve efeitos no decréscimo do quadro álgico produzidos com a alta frequência.

BJORDAL, JOHNSON E LJUNGGREEN (2003), realizaram uma investigação da literatura com o objetivo de descobrir se a TENS convencional ou a TENS na forma acupuntura (ALTENS) pode reduzir o consumo de medicamentos analgésicos após cirurgia. Os grupos analisados receberam TENS

em freqüência entre 25 e 150 Hz e ALTENS entre 1 e 8 Hz, intensidade com estímulo forte e subnocivo e os eletrodos eram colocados na área da incisão cirúrgica. Foram selecionados 21 estudos randomizados, placebo-controlado com um total de 1350 pacientes identificados. A diferença no consumo de analgésicos esteve significativamente ligada à estimulação. Para os dois grupos TENS/ALTENS, a redução do consumo de analgésicos foi significativa, 26,5% em média melhor que o placebo, durante os três primeiros dias após a cirurgia. Os autores concluíram que a TENS administrada com intensidade forte, subnociva e freqüência adequada na área cirúrgica pode reduzir significativamente o consumo de analgésicos na dor do pós-operatório.

A revisão da literatura tem demonstrado que a TENS pode ter sua eficácia maximizada pela seleção e colocação dos eletrodos. Para a sua utilização são necessários pelo menos dois eletrodos para formar um circuito completo. Os eletrodos mais utilizados são os de borracha de silicone impregnada por partículas de carbono (LIANZA, 1995; LOW e REED, 2001). O aumento no tamanho dos eletrodos requer maior intensidade da corrente aplicada (JONHSON et al., 1991).

A colocação exata dos eletrodos é ponto chave para o manuseio do quadro álgico (GOULD, 1993).

Segundo LOW e REED (2001) e JACOBS e LOWE (2001), a colocação dos eletrodos possui várias abordagens:

- a) no local de percepção da dor, na região onde é mais intensa ou onde é desencadeada maior hipersensibilidade. É a forma mais comum;
- b) no dermatomo, miótomo ou esclerótomo, podendo ser colocado para passar corrente através do eixo longo do dermatomo;
- c) nos pontos gatilhos (*trigger points*), área sensível à palpação com dor referida, nos pontos de acupuntura ou no ponto motor;
- d) nos nervos periféricos, colocados na linha do nervo e onde ele está particularmente superficial;
- e) sobre as raízes nervosas espinhais perto da coluna vertebral.

Para a transferência da corrente elétrica são necessários ainda um gel eletrocondutor, que minimiza a resistência elétrica interface eletrodo-pele, e fitas adesivas para fixação dos eletrodos na pele (GUIRRO e GUIRRO, 2002).

Segundo LOW e REED (2001), as contra indicações consistem basicamente em evitar situações potencialmente perigosas, não devendo ser aplicada:

- a) sobre o seio carotídeo, devido a arritmias;
- b) em pacientes com marcapassos de demanda, embora aqueles com frequência fixa sejam aparentemente seguros;
- c) sobre a região faríngea, no caso de provocar interferência com a coordenação da respiração e deglutição;
- d) sobre a pele insensível;
- e) por duração prolongada, na TENS unidirecional, ou com intensidades muito altas, devido ao risco de lesão eletroquímica;
- f) na gestação, por razões médicos-legais; mesmo que efeitos adversos pareçam improváveis, a menos que os eletrodos sejam colocados sobre o útero.

O tempo de aplicação da TENS varia de acordo com a modalidade escolhida. Períodos inadequados de estimulação levam a efeitos insatisfatórios no alívio da dor. Na prática clínica utilizam-se períodos de 20 a 60 minutos por aplicação (KITCHEN e BAZIN, 1998; GREVE e AMATUZZI, 1999).

2.3 CRIOTERAPIA

2.3.1 Conceito

A Crioterapia é definida como todo e qualquer uso de gelo ou aplicação de frio para fins terapêuticos, resultando em diminuição do calor corporal, reduzindo a temperatura dos tecidos. É uma das modalidades terapêuticas mais baratas e utilizadas no tratamento e reabilitação de lesões. Ainda assim seu uso é prejudicado devido à confusão que paira sobre porque, quando e como aplicar suas várias técnicas (KNIGHT, 2000).

2.3.2 Histórico

Segundo LICHT ¹, citado por KNIGHT (2000) a utilização do frio já era conhecida na antiguidade quando gregos e romanos, no período a.C., utilizavam neve e gelo natural para tratar problemas médicos. FURNAS em 1965, menciona Dominique Jean Larrey, médico de Napoleão Bonaparte realizando amputações em soldados, em temperatura inferiores a zero grau, afim de torná-las menos dolorosas (RODRIGUES, 1993).

Do mesmo modo, Hipócrates já fazia indicações do frio em pacientes que apresentavam quadro inflamatório e com finalidade de analgesia pós- cirúrgica. Com o decorrer dos anos, o gelo também passou a ser utilizado na analgesia pré-operatória (SOARES, 1998).

Segundo KNOTT e BARAFOLDI ²; MEAD e KNOTT ³, citados por KNIGHT (2000) durante a década de 50 d.C. os fisioterapeutas começaram a fazer experiências com aplicações de frio, com o objetivo de auxiliar no alongamento de músculos espásticos.

2.3.3 Técnicas de Utilização

A crioterapia abrange uma grande quantidade de técnicas específicas que utilizam o frio nas formas líquida, sólida e gasosa com o principal objetivo de retirar calor do corpo (SOARES, 1998).

Os principais métodos são as compressas de gelo, compressas de gel frio, compressas de cubo de gelo artificial, compressas frias químicas, imersão em gelo, piscinas geladas, massagem com gelo, aparelhos de frio (*Crio Cuff*, resfriador *Polar Care*, aparelho *Icy/Hot*, *Cryomatic*), *sprays* refrigerantes e bandagens com *sprays* refrigerantes (KNIGHT, 2000).

Segundo KNIGHT (2000), as técnicas crioterapêuticas podem ainda ser classificadas em cinco categorias principais com base nos objetivos de seu uso:

¹ LICHT S. History of therapeutic heat and cold. In: LEHMAN J. F. , **Therapeutic heat and cold**. 3. ed. Baltimore: Willians e Wilkins, 1982.

² KNOTT M.; BARAFOLDI E. D. Treatment of whiplash injuries. **Physical Therapy Rev.**, v. 41, p. 573-577, 1961.

³ MEAD S.; KNOTT M. Topical cryotherapy: use for relief of pain and spasticity. **Calif. Med.**, v. 105. p. 179-181, 1966.

- a) atendimento imediato (prevenção de lesões posteriores e minimização das seqüelas);
- b) reabilitação (diminuição da dor e do espasmo muscular permitindo a mobilização precoce);
- c) auxiliar cirúrgico (antes e após a cirurgia para diminuir o metabolismo e a hipóxia secundária à lesão, semelhante ao atendimento imediato);
- d) criocirurgia (técnica cirúrgica para congelamento e destruição de tecidos);
- e) diversas (diminuição de cólicas menstruais e da dor e dessensibilização das injeções dolorosas).

Segundo HARDY e WOODALL (1998), a transferência de temperatura na terapia com gelo ocorre basicamente de três formas distintas:

- a) condução (troca de calor entre duas substâncias em contato, com temperaturas diferentes), acontece geralmente nos sólidos;
- b) convecção (envolvimento do ar sobre a pele onde as moléculas mais densas descem e as menos densas ascendem), ocorre nos fluidos, líquidos ou gases;
- c) evaporação (aplicação de uma substância na pele usando energia térmica para evaporar, resfriando a superfície), acontece na aplicação de *sprays* refrigerantes.

A condução e a convecção afetam os tecidos superficiais e profundos enquanto a evaporação afeta apenas a pele (HARDY e WOODALL, 2000).

O resfriamento por condução é a forma mais comumente usada de aplicação de frio terapêutico, na qual está incluída a utilização das bolsas de gelo, massagem com gelo e imersão (UMPHRED, 1994).

A velocidade de remoção do calor dos tecidos depende da área, profundidade, duração, intensidade e método de resfriamento utilizado (KITCHEN e BAZIN, 1998).

2.3.4 Efeitos Fisiológicos

Segundo a *AMERICAN ACADEMY OF ORTHOPAEDIC SURGEONS* ⁴, citado por KNIGHT (2000); a crioterapia promove os seguintes efeitos fisiológicos:

- a) diminuição da temperatura;
- b) diminuição do metabolismo;
- c) diminuição da inflamação;
- d) diminuição da circulação;
- e) efeitos circulatórios (diminuição ou aumento);
- f) efeitos Neurológicos e Neuromuscular (reduz ou estimula);
- g) diminuição da dor;
- h) diminuição do espasmo muscular;
- i) aumento da rigidez tecidual.

Segundo MILLER e WEBERS ⁵; PALMER e KNIGHT ⁶, citados por KNIGHT (2000), a primeira resposta fisiológica dos tecidos à crioterapia é uma diminuição da temperatura do tecido ao qual é aplicada.

A aplicação do frio promove uma redução imediata na temperatura superficial do tecido, devido à retirada de calor do corpo promovido pela terapia. A razão da queda da temperatura local irá depender dos seguintes fatores: diferença entre a temperatura local e da modalidade fria (gradiente termal); extensão da superfície do corpo exposta à aplicação; duração da aplicação, quantidade de calor absorvido pela modalidade escolhida; poder de transferência e recuperação de calor do corpo e da modalidade e individualidade biotipológica de cada indivíduo (RODRIGUES, 1995).

WILLIAN et al. realizaram um estudo com o objetivo de investigar as mudanças de temperatura ocorridas com a aplicação do gelo nos tecidos subcutâneo e intramuscular da panturrilha de 20 indivíduos. A crioterapia foi aplicada na forma de pacote de gelo colocado diretamente sobre a pele por 20 min. a temperatura foi mensurada com o uso de uma sonda inserida abaixo da

⁴ AMERICAN ACADEMY OF ORTHOPAEDIC SURGEONS. *Athletic Training and Sports Medicine. American Academy of Sports Medicine*, Park Ridge, v. 96, p. 96-123, 1991.

⁵ MILLER C. R.; WEBERS R. L. The effects of ice massage on an individual's pain tolerance level to electrical stimulation. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, v. 12, p. 105-110, 1990.

⁶ PALMER J. C.; KNIGHT K. L. Ankle and thigh skin surface temperature changes with repeated ice pack application. *J. Athl. Train.*, v. 27, p. 138, 1992.

pele. A temperatura muscular e subcutânea diminuiu 7°C e 17°C, respectivamente, após a aplicação.

A profundidade de penetração do frio depende da modalidade e do tecido tratado. Os tecidos superficiais conduzem as mudanças de temperatura para os tecidos mais profundos (HARDY e WOODALL, 1998).

O ritmo de queda na temperatura superficial do tecido é abrupta, após alguns minutos a razão de resfriamento começa a reduzir e a temperatura de superfície alcança um equilíbrio a poucos graus acima da temperatura da técnica fria. O reaquecimento do tecido superficial ocorre de forma rápida, ao passo que o reaquecimento do tecido profundo é proporcional à sua profundidade e ocorre de forma lenta (RODRIGUES, 1995).

O decréscimo na temperatura dos tecidos profundos (intramuscular) não ocorre imediatamente, mas sim após alguns minutos seguidos à aplicação, sendo portanto mais gradual e de menor magnitude comparando-se à temperatura de superfície e dependerá do local da aplicação e da profundidade do tecido. Quanto mais profundo o tecido, mais lenta e progressiva é a queda da temperatura (KITCHEN e BAZIN, 1998).

O reaquecimento do tecido superficial ocorre de forma rápida, ao passo que o reaquecimento do tecido profundo é proporcional à sua profundidade e ocorre de forma lenta, um pouco menor que a velocidade de resfriamento. A recuperação da temperatura da pele pode levar de 1 a 2 horas, mas entre 20 e 30 minutos a sua recuperação já permite uma nova aplicação do frio sem causar danos estruturais. A temperatura profunda não se recupera imediatamente e como citado, continua a cair mesmo após a aplicação. A magnitude da temperatura dos tecidos é diretamente proporcional ao tempo de aplicação (KNIGHT, 2000).

Em pessoas obesas, a penetração do frio é menor, pois o tecido celular subcutâneo (camada de tecido adiposo) atua como isolante térmico, dificultando a terapia no emprego da técnica por condução (SOARES, 1998). A pele, os tecidos subcutâneos e, especialmente a gordura desses tecidos, constituem um isolante térmico do corpo. A gordura só conduz calor com um terço da velocidade dos outros tecidos. Para se obter o resfriamento do tecido abaixo de uma camada de

gordura é necessário aumentar três vezes mais o tempo de resfriamento (RODRIGUES, 1995).

A mulher apresenta melhor condutância ao frio que o homem, aumentando assim a velocidade do resfriamento com a utilização do gelo (RODRIGUES, 1995).

Quanto maior é a profundidade do tecido a ser resfriado, mais lenta é a redução da temperatura. RODRIGUES (1995), utilizou resfriamento por pacote de gelo durante 20 min. e aferiu as temperaturas subcutânea e intramuscular (2.3 cm de profundidade) durante e 60 minutos após o resfriamento, observando que a temperatura intramuscular continuava a cair até 29 min. após a terapia com os seguintes valores: 5 min. após a aplicação a temperatura era de 30,1 °C, 10 min. após 29,8 °C, 15 min. após 28,9 °C, 20 min. após 28,9 °C, 40 min. após 29,3 °C e 60 min. após 30,1 °C. Os resultados indicam que imediatamente após a aplicação do frio ocorre um rápido decréscimo nas duas temperaturas (subcutânea e intramuscular e é cada menor o grau desse decréscimo, até atingir um platô.

As sensações percebidas na utilização da crioterapia são primeiramente dor, em seguida, aquecimento ou queimação, dor intermitente e latejante e adormecimento (KITCHEN e BAZIN, 1998).

2.3.5 Efeitos Neurológicos e Neuromusculares

O resfriamento das fibras nervosas causa diminuição da velocidade de transmissão de impulso ao longo da fibra nervosa, independente do tipo ou função da fibra. (KNIGHT, 2000; RODRIGUES, 1993; RODRIGUES, 1995; SOARES, 1998). Isto acontece porque o frio reduz a corrente da membrana nervosa, ampliando os períodos refratários após um estímulo, aumentando a duração do potencial de ação e diminuindo a velocidade de transmissão do impulso. O grau de diminuição da transmissão está diretamente relacionado à quantidade de resfriamento, que depende da profundidade do nervo e da condutividade do resfriamento (KNIGHT, 2000).

Segundo UMPHRED (1994), a velocidade de condução nervosa periférica tanto em fibras miélicas quanto em amielínicas pequenas diminui 2,4 m/segundo/ ° C de esfriamento.

A velocidade da condução, e portanto o decréscimo da temperatura do tecido depende da interação dos seguintes fatores: diferença de temperatura entre o corpo e a modalidade frio; recuperação do calor corporal; capacidade de armazenamento de calor; dimensões e região do corpo em contato com a modalidade; duração da aplicação e variabilidade individual (KNIGHT, 2000).

A velocidade de condução nervosa diminui gradualmente conforme a temperatura cai, até que a condução fique bloqueada por completo (KNIGHT, 2000).

O frio age como agente analgésico por atuar diretamente nas terminações nervosas, diminuindo a velocidade de condução nervosa e por estimulação competitiva nas fibras amielínicas, agindo nos mecanismos de comporta de Melzack e Wall (GREVE e AMATUZZI, 1999).

Segundo HARDY e WOODALL (1998), a aplicação do frio no controle da dor parece ter efeito nos impulsos nervosos nociceptivos enviados para o SNC de modo semelhante ao da TENS pela teoria das comportas de Melzack e Wall.

A redução da dor deve-se a diversos fatores, entre os quais estão a elevação do limiar da dor em indivíduos normais estudados por BENSON e COPP (1974)⁷, e em pacientes com artrite reumatóide por CURKOVIC et al.⁸ (1993), citados por KITCHEN e BAZIN (1998), que ocorre imediatamente, em seguida ao tratamento e declinando em 30 minutos. Esta elevação do limiar deve-se a um efeito direto sobre as terminações nervosas sensitivas e a alterações na ação dos receptores e fibras da dor. O frio também pode ser empregado como contra-irritante, funcionando através do mecanismo do portão da dor.

Os efeitos do frio sobre a transmissão das fibras nervosas dependem da função e da finalidade da fibra e do local do resfriamento. As fibras que transportam os impulsos dos receptores de frio para os centros cerebrais superiores são do tipo A-delta e do tipo C (RODRIGUES, 1995).

⁷ BENSON T. B.; COPP E. P. The effects of therapeutic forms of heat and ice on the pain threshold of normal shoulder, **Rheumatology an Rehabilitation**, v. 13, p.101-104, 1974.

⁸ CURKOVIC B. et al. The influence of heat and cold on the pain threshold in rheumatoid arthritis. **Zeltschrift fur Rheumatologie**, v. 52, p. 289-291.

As fibras sensitivas sofrem bloqueio primeiro que as motoras, observando-se maior redução nas fibras aferentes sensitivas do tipo A quando comparadas às fibras lentas do tipo C (LIANZA, 1995).

Nem todas as fibras nervosas são igualmente afetadas. As fibras C não-mielinizadas do grupo IV (menor diâmetro) e as pequenas fibras mielinizadas autônomas pré-ganglionares (essenciais para o funcionamento vasomotor) são menos afetadas. Contudo, as pequenas fibras A Delta, escassamente mielinizadas (dor e temperatura), são mais suscetíveis ao frio (KITCHEN e BAZIN, 1998).

Apesar de diminuir as aferências cutâneas e a sensibilidade dos fusos musculares, o frio não altera a propriocepção. Segundo estudos realizados por BROOKS ⁹, EVANS ¹⁰, LAREVIERE ¹¹, citados por KNIGHT (2000), foi verificado que o frio não promoveu alteração das tarefas funcionais e habilidosas. Isto é explicado por RODRIGUES (1995) de modo que as fibras responsáveis pela propriocepção são mielinizadas e possuem grande diâmetro, dificultando dessa forma o seu resfriamento (KNIGHT, 2000).

Segundo UMPHRED (1994), a percepção da contratilidade muscular local, diminui com a aplicação do frio. Há também a diminuição da responsividade do fuso muscular ao alongamento, diminuindo também o espasmo muscular.

Existem diferenças na velocidade de condução entre os sexos quando é aplicada a crioterapia, sendo que esta diminui aproximadamente 10% a mais nas mulheres que nos homens (KNIGHT, 2000).

As sensações de frio são transportadas para os centros cerebrais superiores por fibras A delta mielinizadas, ao passo que a dor induzida pelo frio é mediada por nociceptores polimodais (receptores de dor que respondem a vários modos diferentes de estimulação) não-mielinizados (KNIGHT, 2000).

LEVY (1993) realizou um estudo para avaliar a função do curativo de compressão fria no tratamento pós-operatório de artroplastia total de joelho. Foram avaliados 80 sujeitos igualmente divididos em um grupo controle e outro experimental. O grupo controle realizou somente o curativo. No grupo

⁹ BROOKS K. Effects of cold on baragnosis. *J. Athl. Train.*, v. 30, p. 36 abstract., 1995.

¹⁰ EVANS T. The effects of cooling on agility. *J. Athl. Train.*, v. 29, p. 179 abstract., 1994.

¹¹ LAREVIERE J.; OSTERNIG L. R. The effects of ice on joint position sense. *J. Sports Rehabil.*, v. 3, p. 58-67, 1994

experimental foi realizado a crioterapia usando a compressa fria (*Cryo/Cuff*). Os indivíduos receberam tratamento por 3 dias, com duração de 90 minutos divididos em 3 tempos. Foi utilizada uma escala visual analógica como parâmetro para avaliação da dor. Os pacientes tratados relataram uma melhora significativa e estatisticamente comprovada da dor, com o uso da crioterapia. H 38 knight****

2.3.6 Efeitos Circulatórios

O frio diminui o fluxo sanguíneo local e conseqüentemente a hemorragia no local do trauma. Com vasoconstrição primária e a diminuição da permeabilidade capilar diminui também a liberação da histamina, prevenindo a formação do edema (GREVE e AMATUZZI, 1999).

A aplicação do frio causa um eritema cutâneo, caracterizado pela vermelhidão na área aplicada. Isto se deve à redução do metabolismo tecidual local durante as aplicações, diminuindo assim a troca de oxigênio entre os tecidos e capilares, o que resulta em sangue com alta oxigenação no sistema venoso cutâneo (KITCHEN e BAZIN, 1998).

Inicialmente, a aplicação do frio gera dor no paciente devido a vasoconstrição intensa e pela estimulação intensa dos receptores de frio. Quanto maior a relação temperatura do tecido e modalidade fria, maior é a dor (SOARES, 1998; KNIGHT, 2000).

A resposta da aplicação do frio promove uma redução progressiva do fluxo sanguíneo. As condições metabólica e circulatória e os sinais vitais (PA, FC e FR) do indivíduo, merecem observações importantes, porque determinam a eficácia da terapia. (RODRIGUES, 1995).

2.3.7 Tempo de Aplicação

O tempo para as aplicações de compressas de gelo varia entre os autores, sugere-se aplicações de 30 a 45 min. com um máximo de tempo de 60 min.

O tempo ideal para aplicação da modalidade fria aplicando-se bolsa de gelo é de 30 a 40 min. com um máximo de tempo de 60 min. Em grandes massas

musculares este tempo prevalece, com um intervalo de duas horas entre as aplicações (KNIGHT, 2000). Deve-se evitar exposições prolongadas ao frio a fim de evitar ulcerações.

RODRIGUES (1995) conclui que 30 minutos com a utilização de pacotes de gelo é o tempo ideal para que os efeitos do frio sejam potencializados.

Segundo GREVE e AMATUZZI (1999), o frio gera os seguintes efeitos locais relacionados ao tempo de aplicação:

- a) 1 a 3 min. de aplicação: sensação de frio;
- b) 2 a 7 min. de aplicação: sensação de queimor e dor;
- c) 5 a 12 min. de aplicação: sensação de anestesia e amortecimento.

MONTEIRO et al., realizaram um estudo para analisar os efeitos da crioterapia e da elevação na inflamação induzida. A amostra foi de 50 ratos, divididos igualmente em 5 grupos distintos. Os ratos foram tratados com crioterapia e elevação do membro inflamado 1, 2, 4 e 6 horas após a inflamação. O grupo 1 foi o controle e na recebeu nenhum tipo de tratamento, o grupo 2 foi tratado com elevação e por 30 min. , o grupo 3 foi tratado com elevação por 1 hora, o grupo 4 recebeu aplicação de gelo e elevação por 30 minutos e o grupo 5 foi tratado com gelo e elevação por 1 hora. A crioterapia associada a elevação por 1 hora teve mais eficácia na redução da inflamação do que 30min. ou somente a elevação. Os autores concluíram que a crioterapia produziu vasoconstricção, redução do metabolismo e diminuição da liberação e ação da histamina.

2.3.7 Contra-Indicações

A crioterapia, como outras técnicas fisioterapêuticas, deve ser administrada adequadamente de maneira a evitar efeitos indesejáveis. As principais contra-indicações são: hiperssensibilidade ao frio (urticária, hemoglobinúria, púrpura e eritema), e distúrbios vasoespásticos (fenômeno de Raynaud e acrocianose), cardiopatias e comprometimento circulatório local (HARDY e WOODALL, 1998).

2.4 TENS e crioterapia

Segundo WATSON (2000), a prática da eletroterapia tem um potencial benéfico mais efetivo quando combinado apropriadamente com outras terapias.

Para condições agudas, a TENS pode ser aplicada isoladamente ou com crioterapia, durante 30 minutos, sendo uma aplicação diária. (GOULD, 1993).

A literatura é pobre quanto ao uso da associação do TENS a crioterapia, embora na prática clínica ela seja amplamente utilizada.

A TENS convencional, produz efeitos analgésicos através da estimulação das fibras de condução rápida (A-delta e A-beta) (JACOBS e LOWE, 2001).

Sabe-se, segundo KNIGHT (2000) que o frio causa diminuição da velocidade de condução nervosa de transmissão de impulso ao longo da fibra nervosa, independente do tipo ou função de fibra, até que fique bloqueada por completo.

Um estudo realizado por SUZDALNITSKY et al. comparou dois métodos de tratamento para diminuir a síndrome dolorosa em pacientes com osteoartrite em 132 pacientes com osteoartrite e divididos em dois grupos. Os grupos eram tratados com Crio-TENS (combinação de TENS e gelo) associada à cinesioterapia e massagem terapêutica. Os autores concluíram que os métodos utilizados foram bastante eficazes no alívio da dor e no aumento da circulação periférica.

DENEGAR e PERRIN (1992), realizaram um estudo para avaliar a eficácia da TENS no modo contínuo (90 Hz, T = 0.9 ms), do gelo e da combinação de TENS e gelo na percepção da dor no grupo dos flexores de cotovelo em 40 estudantes do sexo feminino. A dor foi induzida por exercícios de contrações excêntricas repetitivas e avaliada com o uso de uma escala analógica visual. Os pacientes foram divididos aleatoriamente em 5 grupos: grupo 1, TENS; grupo 2, gelo; grupo 3 TENS e gelo; grupo 4, TENS placebo; grupo 5 controle, não recebeu nenhum tratamento. Os grupos tratados receberam 20 minutos de aplicação cada, 48 horas após a realização dos exercícios. A aplicação do gelo foi realizada com o uso de uma bolsa contendo gelo picado. Os eletrodos foram colocados na região dolorosa. No tratamento combinado a bolsa de gelo foi aplicada sobre os eletrodos. A TENS, o gelo, e a combinação de TENS e gelo resultou em significativos decréscimos ($p < 0.001$) na percepção da dor. Os autores concluíram

que as três modalidades produziram efeitos analgésicos sendo, portanto, eficazes no tratamento da dor.

2.5 AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE

Segundo MOREIRA e CAMPOS (1999) a avaliação da sensibilidade, possui inúmeras possibilidades para obtenção dos dados além de uma série de dificuldades que tornam inviáveis a fidednidade das informações. A avaliação inclui:

a) avaliação da sensibilidade térmica: são utilizados dois tubos de ensaio, um contendo água aquecida a 45 °C e outro, água fria. Os tubos devem ser encostados na epiderme do paciente por um tempo aproximado de 2 segundos, com demonstração prévia em área sensivelmente preservada. O paciente deve referir a percepção ou não do estímulo térmico;

b) avaliação da sensibilidade dolorosa: o examinador utiliza um alfinete para estimular a região a ser testada tocando a cabeça e a ponta do alfinete pelo menos uma vez, produzindo uma ligeira isquemia, sem lesar a pele, durante aproximadamente 2 segundos. Este teste também é qualitativo, devido à falta de controle da pressão imposta pelo examinador;

c) avaliação da sensibilidade tátil: utiliza-se uma mecha fina de algodão, na qual a extremidade mais fina deve ser tocada alternadamente sobre a superfície da pele a ser examinada por 2 segundos. O paciente deve referir ou não, a percepção dos estímulos aplicados. Também é considerado um teste qualitativo pelo fato da pressão do toque aplicado não ser controlada pelo examinador e por não permitir a graduação do comprometimento tátil.

2.5.1 Monofilamentos de *Semmes-Weinstein*

Atualmente a sensibilidade tátil pode ser testada através do uso dos monofilamentos de *Semmes-Weinstein* (versão moderna do fio de cabelo de Von Frey), os quais permitem aos examinadores determinar com acurácia os limiares do toque e pressão cutâneos em áreas comprometidas e compará-los com valores

normais pré-estabelecidos ou com áreas não lesionadas. Este teste pode indicar alterações no sistema somatossensorial. (ROBINSON e SNYDER-MACKLER, 2001).

Os monofilamentos de *Semmes-Weinstein* são codificados por cores com o objetivo de fornecer uma imagem clara da natureza e da extensão do envolvimento do nervo sensorial. Mudanças nesses padrões de cor representam progresso ou declínio na função sensorial e permitem ao terapeuta ajustar o programa de tratamento e as atividades funcionais do paciente (ROBINSON e SNYDER-MACKLER, 2001).

Segundo MCGILL et al e WEINSTEIN, citados por WESTROPP (2002), desde o seu desenvolvimento os monofilamentos de *Semmes-Weinstein* têm demonstrado ser útil para detectar áreas da pele com distúrbio na sensibilidade, avaliar o grau de severidade dos distúrbios sensoriais ocorridos após algum dano cerebral e avaliar anormalidades dos nervos periféricos.

A avaliação da sensibilidade com a utilização dos monofilamentos de *Semmes-Weinstein* varia com a técnica, força e duração do estímulo aplicado. Varia também de um instrumento para outro e de um examinador para outro (BELL-KROTOSKI e BUFORD, 1997).

PAGEL, KAUL e DRIDEN (2002) investigaram a validade dos monofilamentos de *Semmes-Weinstein* em 119 pacientes com sintomas de síndrome do túnel do carpo, a qual cursa com perda parcial da sensibilidade. Os pacientes foram submetidos a eletrodiagnóstico para confirmação ou não da sua patologia. Os testes foram realizados na mão mais sintomática e os monofilamentos foram aplicados por 3 vezes com uma resposta positiva para qualquer uma das aplicações indicando que o estímulo foi percebido. Após a análise dos dados, os autores concluíram que os monofilamentos não demonstraram ter utilidade no diagnóstico da síndrome do túnel do carpo em pacientes com suspeita dos sintomas.

WESTROPP (2002), realizou um estudo e o dividiu em duas partes para determinar a eficácia da utilização do kit de monofilamentos de *Semmes-Weinstein* na avaliação da sensibilidade. Os indivíduos selecionados foram o seu próprio controle. Na primeira avaliou-se a variabilidade humana (erro relacionado

ao examinador). Foram avaliados 50 indivíduos testados inicialmente e retestados por outro avaliador após 10 minutos. Quando os indivíduos foram retestados eles responderam a um monofilamento diferente 48% das vezes. Na segunda parte do estudo objetivou-se determinar a eficácia da atividade manual em 40 indivíduos saudáveis. Os indivíduos foram selecionados de modo randomizado, e avaliados antes e após realizarem atividades de corte por 5 min.. Os testes foram realizados imediatamente, 5 e 10 min. após a atividade manual. Após a atividade os sujeitos responderam a diferentes monofilamentos 53% das vezes. O autor concluiu que a avaliação da sensibilidade usando os cinco menores monofilamentos do *kit* não pode produzir os mesmos resultados quando o teste for repetido, não sendo válida, portanto, a utilização deste método.

Segundo BELL-KROTOSKI e BUFORD (1997), uma descrição completa do mecanismo da sensibilidade tátil através da utilização dos monofilamentos não tem sido feita. Há sim, uma relação entre a energia imposta e a informação enviada ao SNC. Os receptores táteis cutâneos emitem informações para o SNC pela conversão da energia produzida na deformação mecânica ou pressão produzindo uma seqüência específica no potencial de ação neural.

A relação espacial é de alguma maneira produzida pelo sinal imposto pelos monofilamentos. A determinação da sensibilidade em dois diferentes pontos na pele depende da força aplicada em cada local testado, sendo que esta força imposta pelo examinador difere do primeiro para o segundo ponto testado.

Um estudo desenvolvido por BELL-KROTOSKI e BUFORD (1997) analisou a força e a frequência de aplicação do estímulo com a utilização dos monofilamentos de *Semmes-Weinstein* e concluiu que os monofilamentos produzem sinais tanto de baixa quanto de alta frequência com força suficiente para estimular tanto as fibras de adaptação rápida quanto as fibras de adaptação lenta, não sendo capazes de estimular um grupo particular de receptores nervosos.

OLALEYE, PERKINS e BRIL (2001), realizaram um estudo com o objetivo de avaliar os monofilamentos de *Semmes-Weinstein* para diagnosticar o distúrbio de sensibilidade causado pela neuropatia periférica ocasionada pela diabetes. A amostra incluiu 478 sujeitos divididos em três grupos distintos: um grupo controle

sem diabetes, um grupo com sujeitos com diabetes *mellitus* tipo 1 e outro grupo com diabetes *mellitus* tipo 2. A condução nervosa constituiu o resultado primário para diagnosticar a diabetes. Os resultados dos testes foram significativamente e positivamente correlacionados com a condução nervosa e demonstraram ser estatisticamente significativos para diagnosticar a neuropatia periférica causada pelo diabetes.

No Brasil os monofilamentos de *Semmes-Weinsten* também recebem a denominação de Estesiômetro (Fig. X) (MOREIRA e CAMPOS, 1999)

Segundo LEHMAN; ORSINI e NICHOLL¹², citados por MOREIRA e CAMPOS (1999), o estesiômetro é constituído por um conjunto de seis monofilamentos, fabricados com fios de *nylon* número 612, com 38 mm de comprimento e de diâmetros diferentes. Os monofilamentos fornecem a pressão determinada pelo seu peso que varia entre 0,05 g e 300 g quando aplicados sobre superfície da pele a ser examinada. Quanto maior o calibre do monofilamento,

¹² LEHMAN, L. F.; ORSINI, M. B.; NICHOLL, A. R. J. The development and adaptation of the Semmes-Weinstein monofilaments in Brazil. *J. Hand Therapy. United States*, v. 6, n. 4, p. 290-297, 1993.

maior será a força para curv-lo sobre a pele. Cada filamento está inserido em um tubo protetor que apresenta um furo em sua lateral servindo de encaixe para o seu suporte. O conjunto de seis monofilamentos possibilita graduar a sensibilidade entre níveis, variando do normal até a perda da sensibilidade profunda, conforme evolui a percepção da sensibilidade em relação ao filamento testado. Deste modo o estímulo percebido em diferentes intensidades possibilita quantificar a integridade da sensibilidade do indivíduo.

Cada monofilamento recebe uma cor que está relacionada com o peso do monofilamento determinando o nível funcional da sensibilidade na área testada (Fig. X).

Segundo MOREIRA e CAMPOS (1999), para que haja uma uniformização do teste, algumas considerações gerais devem ser feitas:

- a) o examinador deve explicar de forma objetiva a finalidade do teste, ao mesmo tempo em que mostra o instrumento ao indivíduo submetido ao teste;
- b) o ambiente deve ser tranuilo e confortável durante a realização do teste;
- c) para facilitar a interpretação das observações o examinador deve portar canetas coloridas e formulários de mapeamento para facilitar a análise do exame;
- d) o procedimento deve ser demonstrado previamente onde há boa sensibilidade para que o paciente conheça o tipo de estímulo que deverá perceber;
- e) a visão do indivíduo a ser examinado deverá ser obstruída, para que a área a ser testada não seja observada;
- f) a superfície da pele a ser examinada deve apresentar pontos previamente definidos;
- g) o conjunto de monofilamentos deve ser colocado sobre a mesa, próximo ao local de exame com cada monofilamento pronto para ser utilizado;
- h) o cabo do aparelho deve ser segurado pelo examinador de modo que o filamento de *nylon* se mantenha perpendicular  superfície da pele do paciente;
- i) a distância a partir da qual se inicia o teste deve ser de aproximadamente dois centímetros;

j) o monofilamento deve ser pressionado à pele por aproximadamente 1,5 a 2 segundos, não permitindo que o filamento deslize ou toque sua curvatura na superfície da pele;

k) iniciar o teste com o filamento mais fino, verde de 0,05g;

l) os filamentos verde e azul devem ser aplicados 3 vezes em cada área;

m) os estímulos devem ser aplicados aleatoriamente dentro da área examinada;

n) o teste deve ser repetido por 3 vezes em cada área;

o) na presença de calosidades, ulcerações ou cicatrizes, o teste deve ser realizado em área próxima do território específico;

3 CASUÍSTICA E MÉTODOS

3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Este estudo apresenta delineamento transversal controlado, sendo utilizado o indivíduo como seu próprio controle.

3.2 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Foram selecionados mediante aplicação de um formulário (Apêndice 1), 20 adultos jovens, voluntários, de ambos os sexos, sendo 10 homens e 10 mulheres. Os voluntários obedeciam aos seguintes critérios de inclusão: ter entre 18 e 28 anos de idade e ter sido tratada com a TENS anteriormente ao experimento. Foram excluídos do estudo os voluntários que não concordaram com o protocolo experimental, que apresentaram alguma patologia ortopédica ou neurológica, alteração da sensibilidade tátil ou problemas cutâneos de qualquer natureza no local de aplicação da corrente, gestantes e portadores de marcapasso.

Os voluntários foram esclarecidos sobre o protocolo experimental, e os que concordaram, assinaram um Termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 2) autorizando a sua participação e a utilização de seus dados coletados.

3.3 INSTRUMENTAÇÃO

Foi utilizado um formulário de coleta de dados onde foram registrados os dados pessoais dos voluntários, os resultados da estesiometria antes e depois da aplicação da TENS e os tempos e as alterações da intensidade.

Para o estudo foi usado um Gerador Universal de Pulsos NeMESys 941 da marca QUARK Produtos Médicos (Fig. X), que apresenta largura de pulso (T) de 0.05 milissegundos a 4000 milissegundos, frequência ajustável de X a XXX Hz e 2 canais de saída independentes, utilizou-se ainda um par de eletrodos novos de borracha de silicone carbonada, de formato retangular, com 5,8 cm de

comprimento e 5,0 cm de largura (Fig. T), gel eletrocondutor da marca SONOGEL, uma bolsa para aplicação de gelo da marca “*Body Glove*” (Fig. X) contendo 1000g de gelo em cubos, e um *kit* para testes de sensibilidade cutânea conhecido como Monofilamentos de “Semmes-Weinstein” ou estesiômetro, da marca SORRI, contendo 6 monofilamentos de diferentes pesos (0.05g, 0.2g, 2g, 4g, 10g, 300g) representados por cores distintas (Fig.X).

Figura X – GERADOR UNIVERSAL DE PULSOS NeMESyS 941.



FONTE: O próprio autor.

FIGURA P – ELETRODOS DE BORRACHA DE SILICONE

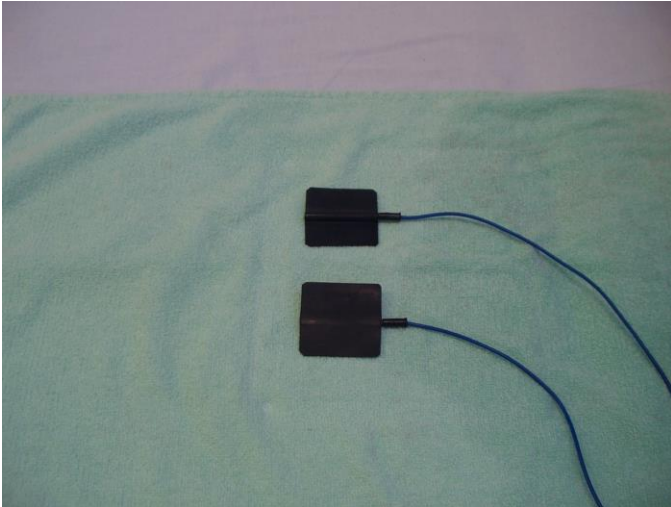
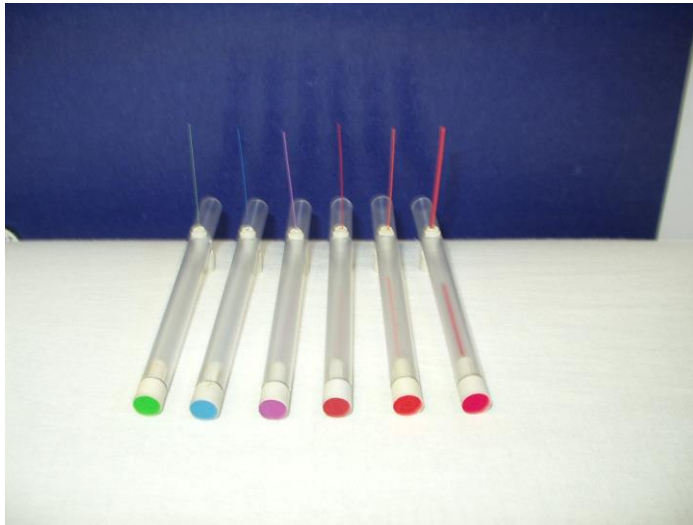


FIGURA Z – BOLSA DE GELO *BODY GLOVE*



FONTE: O próprio autor.

FIGURA Y – MONOFILAMENTOS DE “*SEMMES-WEINSTEIN*” OU ESTESIÔMETRO.



FONTE: O próprio autor

3.4 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

A coleta dos dados foi realizada entre os dias 10/04 e 07/05 de 2003 na Clínica Escola de Fisioterapia da Universidade Católica de Brasília (UCB).

Para a coleta de dados, os voluntários permaneciam durante todo o experimento, sentados em uma cadeira, com os braços supinados e apoiados em uma maca (Fig. X).

3.4.1 Avaliação da Sensibilidade Tátil

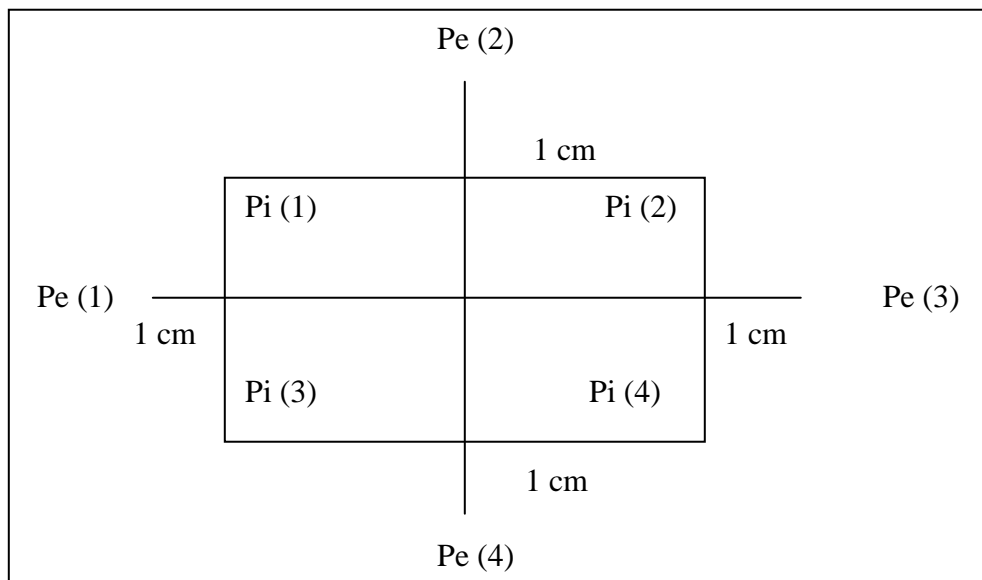
O procedimento de coleta iniciava-se testando a sensibilidade tátil dos voluntários com o estesiômetro.

O teste de sensibilidade cutânea foi realizado segundo MOREIRA e CAMPOS (1999) como descrito no item 2.4. O procedimento foi demonstrado inicialmente na região anterior do braço, área diferente da avaliada, de maneira que o teste pudesse ser realizado com a máxima segurança. Os voluntários, ao serem avaliados, faziam uso de uma máscara para oclusão da visão, afim de que

a área examinada não fosse observada, garantindo maior confiabilidade ao teste. Após este processo, a avaliação da sensibilidade tátil foi feita na região anterior do antebraço, segmento corporal de realização do experimento.

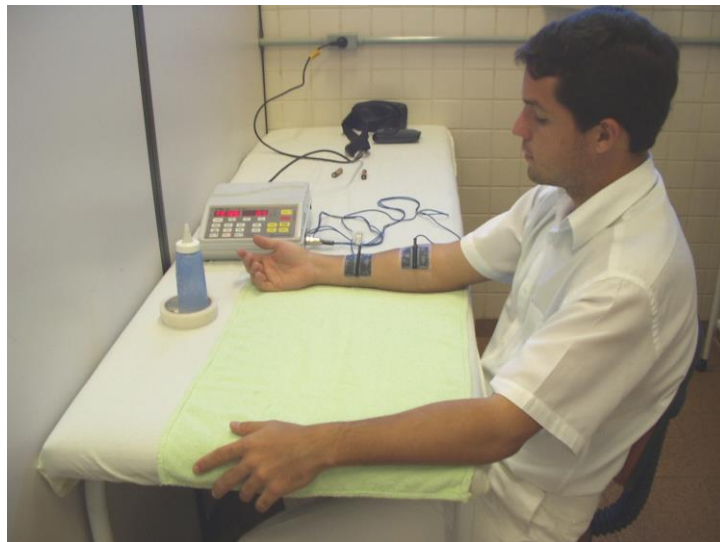
O teste de avaliação da sensibilidade foi feito antes e após a estimulação com o uso da TENS. Os testes foram realizados da seguinte forma: na pele dos voluntários eram demarcadas as dimensões do eletrodo nos locais de fixação, com a utilização de um lápis dermatográfico. A área do eletrodo era dividida em outras quatro áreas, determinadas Pi (1), Pi (2), Pi (3) e Pi (4), onde em cada uma foi feita a aferição da sensibilidade, confirmando assim a integridade da sensibilidade tátil em toda a região de aplicação da TENS. Na área externa também se avaliou a sensibilidade a aproximadamente 1 cm das laterais do eletrodo, que foram identificadas como Pe (1), Pe (2), Pe (3) e Pe (4) (Fig. X). o resultado de cada aferição era registrado no protocolo de avaliação do voluntário.

FIGURA WW – ÁREAS DO ELETRODO REFERENTES À AFERIÇÃO DA SENSIBILIDADE



FONTE : O próprio autor.

FIGURA WT – POSIÇÃO PARA COLETA DE DADOS.

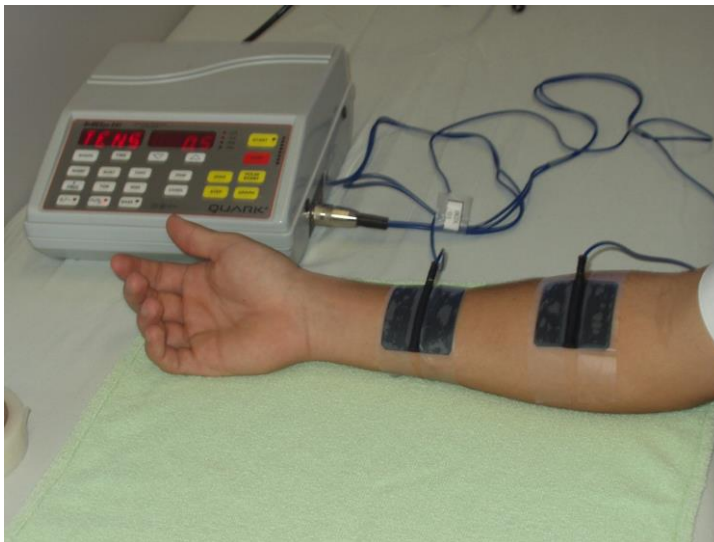


FONTE: O próprio autor.

3.4.2 Fixação dos Eletrodos

Após ser avaliada a sensibilidade tátil, foi feita a fixação dos eletrodos por meio de fitas adesivas. Os eletrodos foram posicionados na região volar do antebraço da seguinte forma: o primeiro eletrodo foi fixado a $\frac{1}{4}$ do comprimento total do antebraço de cada voluntário, a partir da fossa ulnar na linha intra-articular do cotovelo, a fixação do segundo eletrodo era feita à 5cm de distância do primeiro (fig. X).

FIGURA TT – FIXAÇÃO DOS ELETRODOS E APLICAÇÃO DA TENS.



FONTE: O próprio autor.

3.4.3 Aplicação da TENS

A aplicação da corrente foi feita com os seguintes parâmetros ajustados: pulso T de 0.20 ms, R de 9.8 ms, totalizando uma frequência de 100 Hz. Estes parâmetros foram adotados por serem os mais citados na literatura e mais utilizados na prática clínica (GOLDING et al, 1987; SLUKA et al, 1998; NARDONE e SCHIEPPATI, 1987). Em um dos membros foi aplicada a corrente TENS durante o tempo de 30 minutos e no outro a corrente concomitantemente ao gelo, pelo mesmo período. A escolha dos membros sobre qual das técnicas seria aplicada foi feita de forma aleatória em relação ao membro dominante e não-dominante.

A estimulação foi realizada de forma que somente a TENS fosse aplicada inicialmente a fim de que o paciente pudesse perceber a sensação produzida pela corrente. Os voluntários foram instruídos a manifestarem-se a partir do momento que começassem a perceber a sensação de “formigamento”, sendo registrados o tempo em zero minutos e a quantidade de miliampéres (intensidade da corrente) ajustada inicialmente.

O limiar de excitabilidade foi aferido através do aumento da intensidade, para mensurar a quantidade de miliampéres necessária para atingir este limiar.

A estimulação foi mantida durante 30 minutos, sendo que, a cada minuto o indivíduo era questionado quanto à percepção da corrente, ou quando notasse que havia cessado o estímulo, quando então era feito o ajuste da intensidade até voltar a percebê-la.

Após a aplicação, a corrente foi aplicada da mesma forma no outro membro, porém associada ao gelo. A bolsa de gelo foi colocada sob os eletrodos em toda a região do antebraço (Fig.X)

FIGURA RR – TENS COM GELO



FONTE: O próprio autor.

3.4.4 Retirada dos Eletrodos

Após os trinta minutos de estimulação em cada membro, os eletrodos foram retirados. A pele no local de aplicação foi limpa, retirando-se o excesso do gel condutor.

3.4.5 Nova Aferição da Sensibilidade Tátil

A sensibilidade tátil foi aferida imediatamente após a finalização das aplicações com uso do estesiômetro, registrados no protocolo de avaliação.

3.5 HIPÓTESE

O gelo altera o limiar de excitação das fibras nervosas quando associado à TENS.

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados foram analisados estatisticamente comparando-se os dados da intensidade e do tempo nos dois membros, da estesiometria antes e após a aplicação da TENS e da TENS associada ao gelo entre os dois sexos.

Para a análise dos dados foi aplicado o *Wilcoxon Matched Pairs Test*, que é um teste não-paramétrico para comparar variáveis dependentes.

Os valores da aferição da sensibilidade receberam a denominação dada por *scores*. Na avaliação da sensibilidade, cada cor do monofilamento foi designada por um número, ou seja, quando era percebida a sensação do monofilamento verde no ponto específico testado, foi dado o *score 1*, ao monofilamento azul foi dado o *score 2* e assim sucessivamente conforme a alteração da sensibilidade. Estes *scores* foram arranjados em planilhas divididas conforme sexo. Cada planilha representa um ponto testado na estesiometria, especificando os *scores* da estesiometria na aplicação da TENS associada ou não ao gelo, antes e depois da aplicação. A planilha mostra ainda a variação entre os eletrodos 1 e 2 bem como seus pontos específicos.

4 RESULTADOS

Participaram do estudo 20 sujeitos saudáveis de ambos os sexos (10 homens e 10 mulheres), com idade média de 22,50 anos ($\pm 4,08$).

Os sujeitos foram avaliados quanto à alteração do limiar sensitivo entre indivíduos do mesmo sexo e comparados com o sexo oposto.

Todos os indivíduos da amostra apresentaram diferença de 85% no limiar de excitação ambos os sexos apresentaram de 0,5 a 1,0 mA (85%) no limiar de excitação inicial, quando comparado o membro controle (TENS) ao membro experimental (TENS e gelo). Apenas 15% não apresentou diferenças entre um membro e outro.

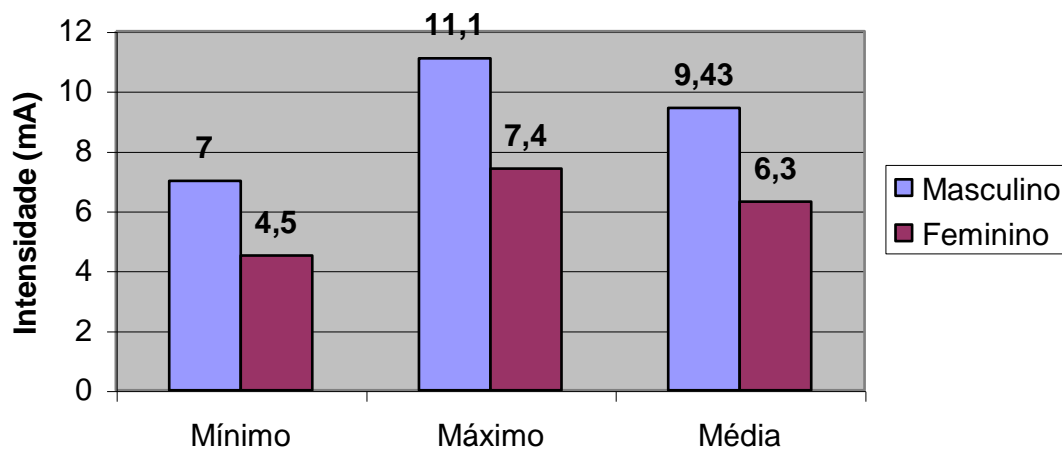
O valor da intensidade inicial, minuto zero, foi em média 7 para o sexo masculino e 4,5 para o sexo feminino no grupo com TENS. No grupo do TENS com gelo esses valores foram X para os homens e Y para as mulheres.

O valor final, ou seja, no 30º minuto, foi de X para o sexo masculino e Y para o feminino no grupo com TENS e X e Y, respectivamente, no grupo de TENS com gelo.

Foi feito um cálculo para se saber o valor médio de intensidade a partir das médias dos grupos. Esse valor foi X para os homens e Y para as mulheres no grupo com TENS e X e Y, respectivamente, no grupo de TENS com gelo. Esses dados podem ser vistos no gráfico T e D.

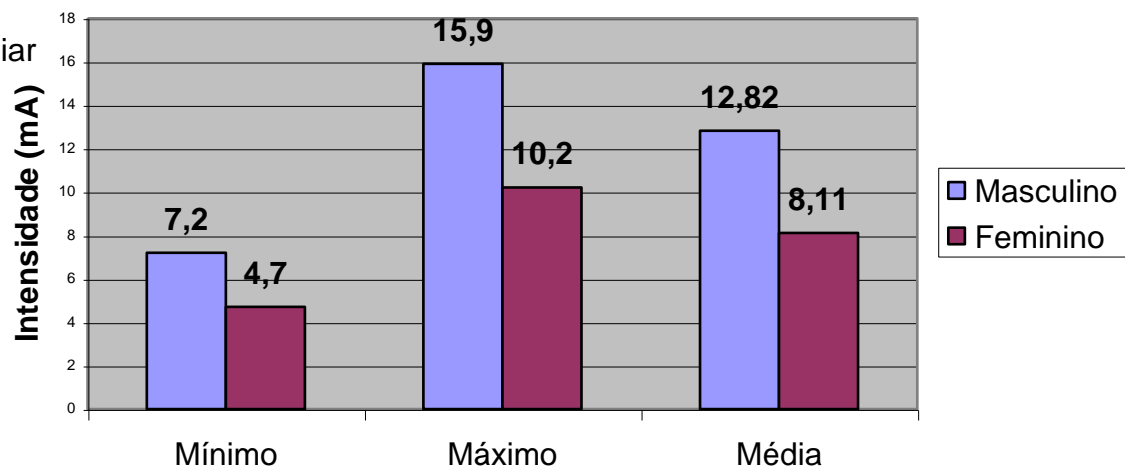
GRÁFICO RR - COMPARAÇÃO DOS VALORES MÍNIMO, MÁXIMO E MÉDIO DA INTENSIDADE DA CORRENTE ENTRE OS SEXOS.

Comparação entre os gêneros de valores mínimo, máximo e médio de intensidade de corrente - TENS



Comparação entre os gêneros dos valores mínimo, máximo e médio de intensidade de corrente - TENS e GELO

A alteração do limiar de sensibilidade foi bem mais proeminente nos indivíduos



tratados com TENS e gelo (%?). No sexo masculino a intensidade alterou em X%, na TENS e XX% na TENS com gelo. No sexo feminino a intensidade teve uma variação de Y%, na TENS e de Y% na TENS e gelo. As curvas gráficas se apresentaram lineares e apresentaram um comportamento semelhante entre os sexos.

Tabela RR – Valores de

Grupo TENS e GELO para o eletrodo proximal				
Masculino	n	T	Z	p
1	8	0	2,201398	0,027709
3	8	0	2,0226	0,043115
4	8	0	2,201398	0,027709
7	8	0	2,201398	0,027709
8	8	0	2,520504	0,011719
9	8	0	2,0226	0,043115
Feminino	n	T	Z	p
2	8	0	2,0226	0,043115
3	8	0	2,201398	0,027709
8	8	0	2,201398	0,027709
10	8	0	2,366432	0,017961
Grupo TENS e GELO para o eletrodo distal				
Masculino	n	T	Z	p
8	8	0	2,520504	0,011719
Feminino	n	T	Z	p
8	8	0	2,201398	0,027709

A média da intensidade atingida pela TENS no minuto 30 equivaleu aproximadamente ao minuto 7 quando foi aplicado TENS e gelo. Da mesma forma, a intensidade no sexo feminino no minuto 30 equivaleu à intensidade alcançada no minuto 10.

Gráfico XX – Valores de vbabnabamgasdofgiasdfa

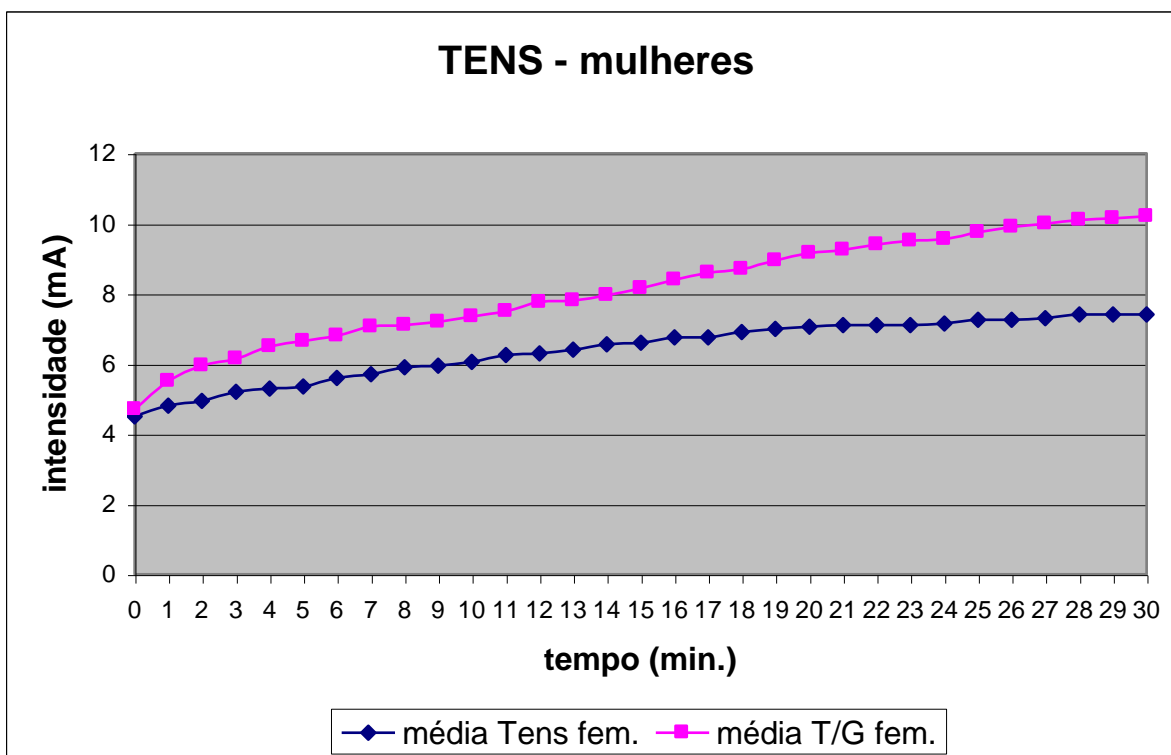


Gráfico JJ – fadfakj adjkfafçlk

A intensidade variou portanto,

Outro dado que foi analisado foi a avaliação da sensibilidade antes e após a aplicação das duas formas de tratamento. Os membros tratados com TENS não apresentaram alteração na estesiometria. Nos indivíduos tratados com TENS e gelo houve diferenças na percepção sensorial. 60% dos indivíduos do sexo masculino e 40% dos indivíduos do sexo feminino tratados com TENS e gelo demonstraram alteração na estesiometria na região do eletrodo 1 (proximal) após o tratamento. Somente 10% dos indivíduos apresentaram alteração na região do eletrodo 2 (distal). A alteração variou do monofilamento 1 (0,05 g) para o monofilamento 3 (2,0 g), com exceção de um ponto no indivíduo nº 03 masculino. Concluindo portanto que a alteração deste limiar ocorreu devido a inclusão do gelo.

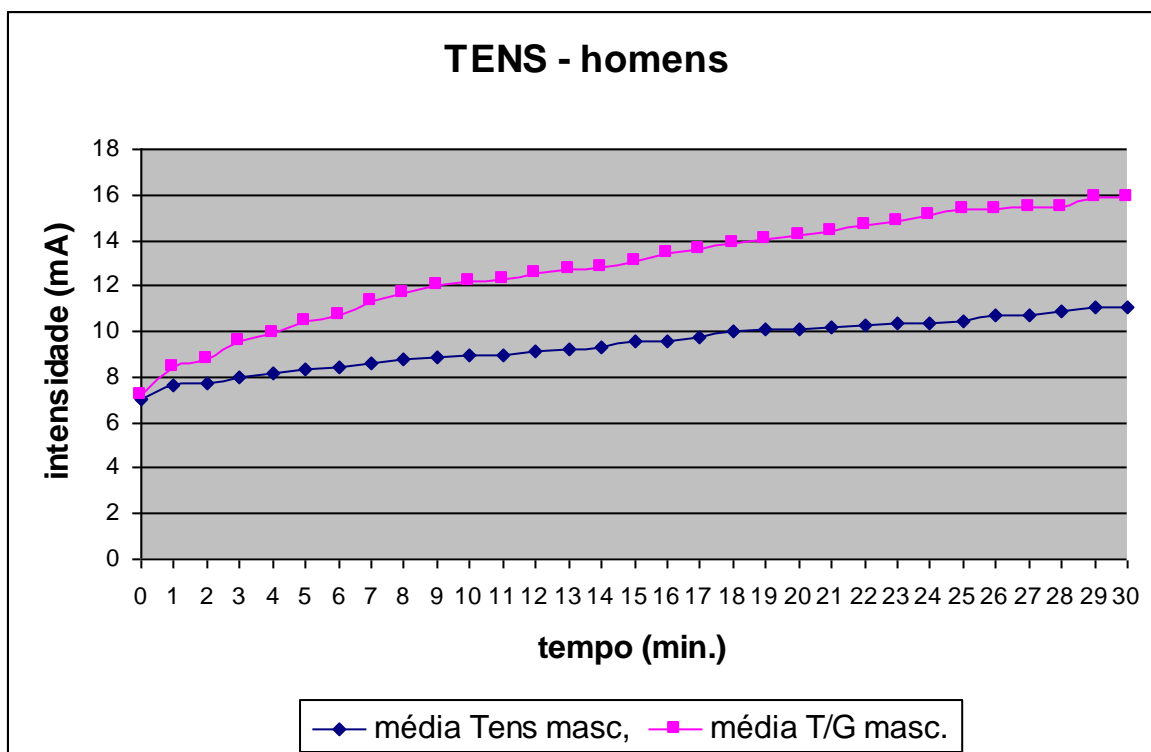


TABELA UU – ANÁLISE ESTATÍSTICA DO COMPORTAMENTO DO LIMIAR SENSITIVO DA TENS COMPARADO À TENS COM GELO.

Teste de Wilcoxon para amostras pareadas				
MASCULINO	N	T	Z	p
T1-TG1	31	0,0000	4,540725	0,000006
T2-TG2	32	0,0000	4,622599	0,000004
T3-TG3	32	0,0000	4,936520	0,000001
T4-TG4	32	0,0000	4,782139	0,000002
T5-TG5	32	1,0000	4,761571	0,000002
T6-TG6	31	0,0000	4,859943	0,000001
T7-TG7	33	0,0000	4,936520	0,000001
T8-TG8	37	3,5000	5,026375	0,000001
T9-TG9	41	0,0000	5,442449	0,000000
T10-TG10	33	78,5000	3,167524	0,001538
FEMININO	N	T	Z	p
T1-TG1	32	0,0000	3,823007	0,000132
T2-TG2	36	0,0000	5,231621	0,000000
T3-TG3	31	0,0000	3,723555	0,000196
T4-TG4	31	1,5000	4,830548	0,000001
T5-TG5	31	0,0000	4,782139	0,000002
T6-TG6	31	6,0000	4,742364	0,000002
T7-TG7	33	0,0000	4,936520	0,000001
T8-TG8	35	0,0000	5,159430	0,000000
T9-TG9	35	0,0000	5,159430	0,000000
T10-TG10	31	0,0000	4,859943	0,000001

P < 0,05 indica diferença estatisticamente significativa.

T – TENS

TG – TENS E GELO

TABELA EE – RESULTADOS DA ESTESIOMETRIA APÓS O TRATAMENTO COM TENS E TENS COM GELO.

ESTESIOMETRIA: sexo masculino.

INDIVÍDUOS	PONTOS	TENS				TENS COM GELO			
		ELETRODO 1		ELETRODO 2		ELETRODO 1		ELETRODO 2	
		ANTES	DEPOIS	ANTES	DEPOIS	ANTES	DEPOIS	ANTES	DEPOIS
1	Pi (1)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pi (2)	1	2	1	1	1	2	1	1

	Pi (3)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pi (4)	1	2	1	1	1	2	1	1
	Pe (1)	1	1	1	1	1	2	1	2
	Pe (2)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (3)	1	1	1	1	1	1	1	2
	Pe (4)	1	1	1	2	1	2	1	1
2	Pi (1)	1	1	1	1	1	2	1	2
	Pi (2)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pi (3)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pi (4)	1	2	1	1	1	1	1	1
	Pe (1)	1	1	1	1	1	1	1	3
	Pe (2)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (3)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (4)	1	1	1	1	1	3	2	4
3	Pi (1)	1	1	1	1	1	2	1	2
	Pi (2)	1	2	1	2	1	2	1	1
	Pi (3)	2	2	1	1	2	2	1	2
	Pi (4)	1	2	1	1	2	2	1	1
	Pe (1)	1	2	1	2	1	4	1	1
	Pe (2)	1	1	1	1	1	2	1	2
	Pe (3)	1	1	1	1	1	2	1	2
	Pe (4)	1	2	1	1	1	1	1	1
4	Pi (1)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pi (2)	1	1	1	1	1	3	1	1
	Pi (3)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pi (4)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pe (1)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (2)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (3)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pe (4)	1	1	1	2	1	2	1	2
5	Pi (1)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pi (2)	1	1	1	1	1	1	1	2
	Pi (3)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pi (4)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (1)	1	1	1	1	2	2	1	1
	Pe (2)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (3)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (4)	1	1	1	2	1	2	2	2
6	Pi (1)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pi (2)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pi (3)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pi (4)	1	1	2	2	1	1	1	1
	Pe (1)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pe (2)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (3)	1	1	1	1	1	2	1	1

1	Pi (1)	1	1	1	2	1	2	1	1
	Pi (2)	1	2	1	1	1	1	1	1
	Pi (3)	1	2	1	2	1	1	1	1
	Pi (4)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (1)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pe (2)	1	2	1	1	1	1	1	1
	Pe (3)	1	1	1	1	1	1	1	2
	Pe (4)	1	1	1	2	1	1	1	1
2	Pi (1)	1	2	1	1	1	2	1	2
	Pi (2)	1	2	1	1	1	2	1	1
	Pi (3)	1	1	1	1	1	3	1	2
	Pi (4)	1	1	1	2	1	2	1	1
	Pe (1)	1	1	1	1	1	1	1	2
	Pe (2)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (3)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (4)	1	1	1	1	1	3	1	2
3	Pi (1)	1	1	1	2	1	3	1	1
	Pi (2)	1	1	1	1	1	2	1	2
	Pi (3)	1	1	1	2	1	1	1	1
	Pi (4)	1	2	1	2	1	2	1	1
	Pe (1)	1	1	1	3	2	3	2	3
	Pe (2)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pe (3)	1	2	1	3	1	2	1	1
	Pe (4)	1	2	1	2	2	3	2	3
4	Pi (1)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pi (2)	1	1	1	1	1	1	1	2
	Pi (3)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pi (4)	1	1	1	1	1	1	1	2
	Pe (1)	1	2	1	1	1	1	1	2
	Pe (2)	1	2	1	1	1	1	1	1
	Pe (3)	1	1	1	2	1	1	1	1
	Pe (4)	1	1	1	1	1	2	1	2
5	Pi (1)	1	2	1	1	1	1	1	1
	Pi (2)	1	2	1	1	1	1	1	1
	Pi (3)	1	2	1	1	1	1	1	1
	Pi (4)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pe (1)	1	1	1	1	1	1	1	2
	Pe (2)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (3)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (4)	1	1	1	1	1	1	1	1
6	Pi (1)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pi (2)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pi (3)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pi (4)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pe (1)	1	1	1	2	1	1	1	1

	Pe (2)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (3)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (4)	1	1	1	1	1	1	1	2
7	Pi (1)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pi (2)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pi (3)	1	1	1	1	1	1	1	2
	Pi (4)	2	2	1	1	1	2	1	1
	Pe (1)	2	2	1	1	1	1	1	2
	Pe (2)	1	1	1	1	1	3	1	2
	Pe (3)	1	2	1	1	2	2	1	1
	Pe (4)	1	1	1	1	1	2	1	3
8	Pi (1)	1	1	1	1	1	2	1	2
	Pi (2)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pi (3)	1	1	1	1	1	2	1	2
	Pi (4)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pe (1)	1	1	1	1	1	2	1	2
	Pe (2)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (3)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pe (4)	1	1	1	2	1	1	1	1
9	Pi (1)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pi (2)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pi (3)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pi (4)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (1)	2	1	1	1	1	2	1	2
	Pe (2)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (3)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (4)	1	1	1	1	1	1	1	1
10	Pi (1)	1	1	1	1	1	2	1	2
	Pi (2)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pi (3)	1	1	1	1	1	2	1	2
	Pi (4)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pe (1)	1	1	1	1	1	2	1	2
	Pe (2)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pe (3)	1	1	1	1	1	2	1	1
	Pe (4)	1	1	1	2	1	2	1	2

discussão

A sensibilidade nos variou do monofilamento verde (0,05 g) para o azul (0,2 g), apenas nos membros tratados com TENS e gelo, indo contra os estudos de

NARDONNE e SCHIEPATTI (1989), que afirmam que a TENS causa redução nítida da sensação de tato. segundo de PAGEL, PAUL E KADEN () E WESTROOP (2000) que invalidam a utilização deste método de aferição da sensibilidade pois afirmam que a aferição depende da técnica, força e do examinador. Embora a avaliação foi feita pelo mesmo examinador e com a utilização dos mesmos monofilamentos o teste não produziu resultados na TENS mas sim na TENS associada ao gelo. Afirmando mias uma vez que ao gelo fo a causa da alterou o limiar.

Este método de avaliação da sensibilidade

5 DISCUSSÃO

A utilização da terapia combinada TENS e gelo no tratamento da dor tem sido realizada de forma empírica.

O interesse pelo trabalho foi em parte pela falta de literatura que aborda a aplicação da associação TENS e gelo. Por outro lado, esta técnica é bastante utilizada na prática clinica fisioterápica.

No que diz respeito aos parâmetros da utilização da TENS, a corrente de alta freqüência foi adotada por ser a mais estudada na literatura e a utilizada nos estudos de DENEGAR e PERRIN (1992), além da sua vasta utilização na prática clinica.

Foram utilizados apenas dois eletrodos por serem suficientes na estimulação da região do antebraço e a aplicação do gelo foi realizada sobre os eletrodos como o proposto por DENEGAR E PERRIN (1992) e conforme sua utilização na aplicação clínica.

A amostra dividida em homens e mulheres possibilitou a comparação do comportamento destes pacientes frente às duas técnicas entre os dois sexos. No que diz respeito ao comportamento do limiar sensitivo pôde-se observar que a alteração do limiar acontece na utilização da TENS pela acomodação das fibras nervosas. Esta alteração ocorreu em maior magnitude nos membros tratados com TENS e gelo e foi estatisticamente significativa quando comparada à TENS somente. DENEGAR e PERRIN (1992), no seu estudo realizaram a aplicação das

técnicas TENS, gelo isoladamente e associadas, e constatou a diminuição na percepção da dor em todos os grupos. As intensidades das correntes foram ajustada de acordo com o paciente , e este deveria relatar uma continua sensação de formigamento, sem contração muscular visível. Deste modo ajustou-se neste estudo a intensidade da corrente.

A alteração da sensibilidade só foi encontrada nos membros tratados com TENS e gelo e não com a TENS isoladamente. Este fato poderia ser causado adição do gelo já que o gelo causaria diminuição da temperatura do tecido subcutâneo e muscular conforme MYRER et al., onde segundo XXX se localizariam as fibras nervosas que conduzem os estímulos até a medula e daí para o cérebro.

Por outro lado, se o gelo diminui a velocidade de condução das fibras, a intenção em se colocar gelo associada à TENS seria de certo modo frustrada, já que deste modo estaria se fazendo o papel contrário à TENS, ou seja o de estimular as fibras de condução rápida para bloquear a transmissão da dor na medula.

Cabe ainda ressaltar aqui que os 20 indivíduos da amostra conheciam a corrente ou fizeram uso de pelos menos uma aplicação, objetivando tornar a amostra mais homogênea. Este fato poderia assim tornar a informação do limiar sensitivo transmitida pelo paciente ao examinador mais fidedigna, diminuindo a variável de confundimento.

Como a estesiometria realizada após o tratamento Segundo XX, é uma forma subjetiva, ou seja, é dependente do relato de cada individuo. A avaliação neste estudo sendo colhida pelo mesmo avaliador e com o uso do mesmo *kit* de monofilamentos estas variáveis foram excluídas.

Da mesma forma, como a percepção da sensibilidade deste limiar é subjetiva, os valores no minuto de aplicação final variaram de individuo para individuo. Portanto, a alteração dos dados coletados poderia ter relação com variações maiores de intensidade da corrente na estesiometria.

Com este estudo, sugere-se que outros estudos sejam feitos com uma avaliação da velocidade de condução nervosa de forma mais precisa, através de valores numéricos, como na eletroneuromiografia, pois a alteração deste limiar,

quando associado o gelo à TENS de modo simultâneo estaria influenciando o limiar sensitivo da TENS.

Sugere-se também, um estudo com a utilização das três técnicas aplicadas, isoladamente, divididas em três grupos, para se determinar a influência do gelo neste limiar e compará-lo ao da TENS. Pois se não houver diferenças significativas nas curvas de alteração deste limiar, estaria aberto o questionamento de porque se usar gelo na TENS.

Os resultados deste estudo indicam que se os efeitos analgésicos da TENS dependem da percepção do estímulo sensorial a nível ou acima deste limiar como citado por GREVE; ROBINSON e SNYDER-MACKLER a terapia combinada deve ser repensada como uma modalidade de tratamento.

Interessantemente a associação do gelo à TENS nos minutos finais, implicou em contração musculares, por vezes tetania, na maioria dos pacientes, possibilitando que a intensidade da corrente pudesse chegar a níveis “nocivos” de aplicação paciente ROBINSON. Não proporcionando efeito da TENS. (ver quem cita que altas intensidades fazem o papel contrario a analgesia).

Os efeitos da associação do gelo se sobrepõem aos efeitos da TENS? Seria, portanto indicada esta associação para analgesia? Traria benefícios ao paciente? Se a aplicação da TENS ou do gelo aplicados “sozinhos” proporciona efeitos analgésicos, porque associar as duas técnicas? Se o paciente é incapaz de perceber o estímulo a níveis sensitivos “baixos” qual a certeza dos efeitos da TENS no tratamento combinado. Enfim os efeitos do gelo estariam por si só causando analgesia? Estaria minimizando ou depreciando, depreciando os efeitos da TENS?

Este estudo sugere uma maior investigação do tema, devido a pobre literatura sobre o assunto específico. Há pouco esclarecimento fisiológico sobre como se comporta uma fibra nervosa na utilização da TENS e do gelo, dando uma certa obscuridade sobre os efeitos e como associar essas duas técnicas.

Os indivíduos masculinos apresentaram um limiar sensitivo inicial e final maior do que o sexo feminino, como relatado no trabalho de Simmonds et. al. (1992), citado por LOW e REED (2001), no qual afirma que os homens têm limiares para a dor e tolerância mais elevados que as mulheres. Deste modo as

mulheres relatariam a percepção do estímulo nervoso causado pela TENS em valores de intensidades mais baixas que os homens.

segundo robinson snyder. E greve.

Continuand sendo feita de maneira empirica e não estando emabaasdo cientificamente.

estesiometria poderia ser encontrada devido a um aumento muito acima do limiar sensitivo.

DENEGAR e PERRIN (1992) com o seu estudo puderam verificar a associação das terapias. Soment tens , somente gelo e gelo e tens.

A alteração da sensibilidade presente somente na aplicação da TENS com gelo

No membro controle os resultados indicam

Quando aplicadas juntas as técnicas..

No membro controle o

Em outro estudo GUIRRO, DAVINI E NUNES (2001), analisaram a diminuição da condução da fibra muscular através da eletromiografia no músculo biceps de pacientes submetidos a crioterapia por 40 minutos. Os resultados desse estudo indica que a utilização do gelo, diminuiu a velocidade de condução da fibra. Ora, se diminuindo a velocidade de condução da fibra muscular diminui também a velocidade de condução da fibra nervosa. Podemos sugerir que velocidade de condução foi constatada com o uso do gelo, como nesse estudo.

os resultados indicam que a utilização do gelo foi a causa da diminuição da condução nervosa o que possivelmente estaria relacionada com a diminuição da condução nervosa. Podendo alterar a sensibilidade.

Sugiro um estudo realizado com a utilização das três terapias, realizadas “isoladamente”, três grupos no qual estudariam os efeitos da alteração do limiar do gelo apenas podendo comparar as técnicas “desassociadamente” com a utilização da TENS. Pois se o gelo alterar. Pois se a curva da alteração do limiar não variar entre as modalidades gelo e tens com gelo não há porque da utilização desta técnica associadas. Continuando sendo feita de maneira científica e não estando embasado cientificamente.

WILLIAN et al. realizaram um estudo com o objetivo de investigar as mudanças de temperatura ocorridas com a aplicação do gelo nos tecidos subcutâneo e intramuscular do músculo gastrocnêmio de 20 indivíduos. A crioterapia foi aplicada na forma de pacote de gelo colocado diretamente sobre a pele por 20 min. a temperatura foi mensurada com o uso de uma sonda inserida abaixo da pele. A temperatura muscular e subcutânea diminuiu 7°C e 17°C, respectivamente. O uso do gelo sozinho proporciona uma diminuição da fibra nervosa.

A efeitos da associação do gelo se sobreporam aos efeitos da TENS. Seria portanto indicada esta associação para analgesia? Traria benefícios ao paciente? Se a aplicação da TENS ou do gelo aplicados “sozinhos” proporciona efeitos analgésicos, porque associar as duas técnicas? Se o paciente é incapaz de perceber o estímulo a níveis sensitivos “baixos” qual a certeza dos efeitos da TENS no tratamento combinado. Enfim os efeitos do gelo estariam por si só causando analgesia? Estaria minimizando ou depreciando, depreciando os efeitos da TENS?

Para evitar acomodação das fibras nervosas, deve-se aumentar a intensidade da corrente ou variar a frequência até que o paciente volte a sentir a passagem da corrente (GREVE).

Deste modo na prática clínica o limiar de acomodação da fibra nervosa deve ser observado para que o estímulo desta corrente seja constante.

Como o limiar de excitabilidade é feito de forma subjetiva, isto é dependente do relato de cada indivíduo, a intensidade inicial e a final teve variações de indivíduo para indivíduo. Desta forma a intensidade final variou entre eles. Talvez a diferença desta intensidade tenha possibilitado variações maiores na estesiometria.

Este estudo sugere uma maior investigação do tema, devido a pobre literatura sobre o assunto específico. Há pouco esclarecimento fisiológico sobre como se comporta uma fibra nervosa na utilização da TENS e do gelo, dando uma certa obscuridade sobre os efeitos e como associar essas duas técnicas.

Os indivíduos masculinos apresentaram um limiar sensitivo inicial e final maior do que o sexo feminino, como relatado no trabalho de Simmonds et. al., citado por LOW e REED (2001).

6 CONCLUSÃO

Os resultados desse estudo mostram que a acomodação do limiar sensitivo acontece tanto no membro controle (TENS) quanto no membro experimental (TENS com gelo) de ambos os sexos, porém é de maior magnitude no grupo experimental.

Embora o limiar sensitivo seja maior nos homens, o comportamento deste limiar varia na mesma proporção para homens e mulheres nas duas modalidades.

Nos membros tratados com TENS o limiar sensitivo teve um aumento de 120%. Nos membros tratados com TENS e gelo esse aumento foi de 58,5%. A variação entre os grupos foi de 60%.

A alteração da sensibilidade tátil foi observada apenas nos membros tratados com TENS e gelo, e na região do eletrodo 2 não houve alteração significativa.

Deste modo na prática clínica o limiar de acomodação da fibra nervosa deve ser observado para que o estímulo desta corrente seja constante.

GUIRRO, R; DAVINI, R; NUNES, C.V. As respostas musculares induzidas pelo resfriamento local. **Anais do IX congresso brasileiro de** biomecânica, Gramado – RS, 2001.