

VAGNER WILLIAN E SÁ

FISIOTERAPIA GERAL

- **TERMOTERAPIA**
- **ACTINOTERAPIA**
- **LASERTERAPIA**
- **ELETROTERAPIA**

2003.2

SUMÁRIO

TERMOTERAPIA.....	6
CONCEITO:.....	6
CLASSIFICAÇÃO:.....	6
TRANSMISSÃO OU TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA TÉRMICA:.....	6
HIPERTERMOTERAPIA SUPERFICIAL.....	7
CONCEITO:.....	7
EFEITOS FISIOLÓGICOS:.....	7
EFEITOS TERAPÊUTICOS:.....	7
FORNO DE BIER.....	8
CUIDADOS:.....	8
CONTRA-INDICAÇÕES:.....	8
INDICAÇÕES:.....	9
BANHO DE PARAFINA.....	9
DEFINIÇÃO:.....	9
APRESENTAÇÃO FÍSICA:.....	9
PREPARAÇÃO DA PARAFINA:.....	9
ESTERILIZAÇÃO E LIMPEZA DO MATERIAL:.....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
PREPARAÇÃO DO PACIENTE E MEDIDAS DE HIGIENE:.....	10
EFEITOS FISIOLÓGICOS E TERAPÊUTICOS:.....	10
TÉCNICAS DE APLICAÇÃO:.....	10
CUIDADOS:.....	11
CONTRA-INDICAÇÕES:.....	11
INDICAÇÕES:.....	11
OUTRAS FONTES GERADORAS DE HIPERTERMOTERAPIA SUPERFICIAL.....	11
COMPRESSA QUENTE.....	11
BOLSAS DE TERMOGEL E DE ÁGUA QUENTE.....	12
TOALHAS QUENTES ENROLADAS (ROLO QUENTE).....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
SONIDOTERAPIA.....	13
BASES FÍSICAS DA TERAPIA ULTRA-SÔNICA.....	13
GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE ULTRA-SOM.....	13
EQUIPAMENTO.....	14
ULTRA-SOM CONTÍNUO E PULSÁTIL.....	14
ÁREA DE RADIAÇÃO EFETIVA (ERA).....	15
PROPRIEDADES DO FEIXE ULTRA-SÔNICO.....	15
ONDAS CURTAS.....	28
INTRODUÇÃO.....	28
BREVE HISTÓRICO.....	28
CONCEITOS.....	28
DIATERMIA.....	28
ONDAS CURTAS.....	28
BASES FÍSICAS.....	29
PRODUÇÃO DA CORRENTE DE ONDAS CURTAS TERAPÊUTICA.....	29
EFEITO JOULE.....	29
PRODUÇÃO DE CALOR.....	29
FENÔMENO DE D'ÂNSORVAL.....	29
EXPERIÊNCIA DE SCHLIEPHACK.....	30
AUSÊNCIA DE FENÔMENOS ELETROLÍTICOS.....	30
CAMPO ELETROMAGNÉTICO.....	30
EQUIPAMENTO.....	30
ELETRODOS.....	30
PLACAS METÁLICAS FLEXÍVEIS.....	30

<i>DISCOS METÁLICOS RÍGIDOS – PLACAS COM ESPAÇO AÉREO (SCHLIEPHACK)</i>	31
<i>ELETRODOS DE APLICAÇÃO INDUTIVA (TAMBOR)</i>	31
<i>ELETRODOS DE APLICAÇÃO INDUTIVA (CABO)</i>	31
<i>TÉCNICA DE APLICAÇÃO DOS ELETRODOS</i>	31
<i>CONTRAPLANAR OU TRANSVERSAL</i>	31
<i>LONGITUDINAL</i>	31
<i>COPLANAR</i>	32
<i>CUIDADOS PARA A SELEÇÃO E POSICIONAMENTO DOS ELETRODOS</i>	32
<i>TAMANHO DOS ELETRODOS</i>	32
<i>TAMANHO DOS ELETRODOS EM RELAÇÃO A ÁREA A SER TRATADA</i>	32
<i>DISTÂNCIA ENTRE OS ELETRODOS</i>	32
<i>DISTÂNCIA ENTRE O ELETRODOS E A PELE</i>	32
<i>EFEITOS FISIOLÓGICOS E TERAPÊUTICOS</i>	33
<i>SOBRE OS VASOS SANGÜÍNEOS E LINFÁTICOS</i>	33
<i>EFEITOS SOBRE O SANGUE</i>	33
<i>EFEITOS SOBRE O SISTEMA NERVOSO</i>	33
<i>AUMENTO DA TEMPERATURA CORPÓREA</i>	33
<i>DIMINUIÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL</i>	34
<i>EFEITOS GERAIS</i>	34
<i>EFEITOS SOBRE A DOR</i>	34
<i>DOSIMETRIA</i>	34
<i>TEMPO DE APLICAÇÃO</i>	35
<i>PREPARAÇÃO DO PACIENTE E CUIDADOS</i>	35
<i>CONTRA-INDICAÇÕES</i>	35
<i>INDICAÇÕES</i>	36
MICROONDAS	37
<i>INTRODUÇÃO</i>	37
<i>HISTÓRICO</i>	37
<i>PRODUÇÃO DAS MICROONDAS</i>	37
<i>LEIS DA RADIAÇÃO MICROONDAS</i>	38
<i>APLICADORES</i>	38
<i>EFEITOS FISIOLÓGICOS</i>	39
<i>PRINCÍPIOS PARA A UTILIZAÇÃO DA DIATERMIA POR MICROONDAS</i>	39
HIPOTERMOTERAPIA	43
<i>INTRODUÇÃO</i>	43
<i>EFEITOS FISIOLÓGICOS</i>	43
<i>LESÕES PROVOCADAS PELO FRIO</i>	45
<i>TÉCNICAS DE APLICAÇÃO</i>	47
<i>INDICAÇÕES</i>	50
<i>CONTRA-INDICAÇÕES</i>	51
<i>CUIDADOS GERAIS</i>	51
INFRAVERMELHO	52
<i>INTRODUÇÃO</i>	52
<i>PROPRIEDADES</i>	52
<i>FONTES DE RADIAÇÃO INFRAVERMELHA</i>	52
<i>PENETRAÇÃO NOS TECIDOS DO CORPO</i>	53
<i>EFEITOS FISIOLÓGICOS</i>	53
<i>EFEITOS TERAPÊUTICOS</i>	53
<i>PREPARAÇÃO DO PACIENTE, CUIDADOS E DOSIMETRIA</i>	54
<i>INDICAÇÕES</i>	54
<i>CONTRA-INDICAÇÕES</i>	55
ULTRAVIOLETA	55
<i>INTRODUÇÃO</i>	55
<i>PROPRIEDADES</i>	55
<i>FONTES DE OBTENÇÃO</i>	56
<i>EFEITOS FISIOLÓGICOS</i>	56

<i>TÉCNICA DE APLICAÇÃO</i>	57
<i>CONSIDERAÇÕES E CUIDADOS</i>	58
<i>INDICAÇÕES</i>	58
<i>CONTRA-INDICAÇÕES</i>	59
LASERTERAPIA	60
<i>INTRODUÇÃO</i>	60
<i>BASES FÍSICAS DA RADIAÇÃO LASER</i>	60
<i>EFEITOS FISIOLÓGICOS</i>	61
<i>TIPOS DE LASER UTILIZADOS EM FISIOTERAPIA</i>	65
<i>FORMAS DE APLICAÇÃO</i>	66
<i>FORMAS DE APLICAÇÃO</i>	67
<i>DIFERENÇAS NOS EFEITOS TERAPÊUTICOS</i>	67
<i>DOSIMETRIA</i>	68
<i>TERAPÊUTICA</i>	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
<i>INDICAÇÕES</i>	70
<i>CONTRA-INDICAÇÕES ABSOLUTAS</i>	72
<i>CUIDADOS E PRECAUÇÕES</i>	73
ELETROTERAPIA	74
<i>INTRODUÇÃO</i>	74
<i>ELETRICIDADE</i>	74
<i>TIPOS DE CORRENTES USADAS EM FISIOTERAPIA</i>	74
<i>DEFINIÇÕES DE TERMOS EM ELETROTERAPIA</i>	75
<i>CORRENTES UTILIZADAS EM ELETROTERAPIA</i>	76
CORRENTE GALVÂNICA, CONTÍNUA OU DIRETA	76
<i>EFEITOS FISIOLÓGICOS</i>	76
<i>EFEITOS POLARES</i>	76
<i>TÉCNICA DE APLICAÇÃO</i>	77
<i>DOSIMETRIA</i>	77
<i>INDICAÇÕES</i>	77
<i>CONTRA-INDICAÇÕES</i>	77
<i>IONTOFORESE</i>	77
CORRENTE FARÁDICA	80
<i>INTRODUÇÃO</i>	80
<i>EFEITOS FISIOLÓGICOS</i>	80
<i>EFEITOS TERAPÊUTICOS</i>	81
<i>METODOLOGIA DE APLICAÇÃO</i>	81
<i>INDICAÇÕES</i>	82
<i>CONTRA-INDICAÇÕES</i>	82
CORRENTES DIADINÂMICAS	82
<i>INTRODUÇÃO</i>	82
<i>TIPOS DE DIADINÂMICAS</i>	82
<i>TÉCNICA DE APLICAÇÃO</i>	84
<i>CONTRA-INDICAÇÕES</i>	84
<i>INDICAÇÕES</i>	84
TENS	85
<i>INTRODUÇÃO</i>	85
<i>TEORIA DAS COMPORTAS (GATE CONTROL THEORY)</i>	85
<i>SUBSTÂNCIAS QUE ESTIMULAM A DOR</i>	86
<i>SUBSTÂNCIAS ENDÓGENAS PARA MODULAR A DOR</i>	86
<i>MECANISMO DE AÇÃO DA TENS</i>	86
<i>TIPOS DE MODULAÇÃO</i>	86
<i>COLOCAÇÃO DOS ELETRODOS</i>	87
<i>INDICAÇÃO</i>	87
<i>CONTRA-INDICAÇÕES</i>	87
<i>FATORES QUE LEVAM AO INSUCESSO DA TENS</i>	88

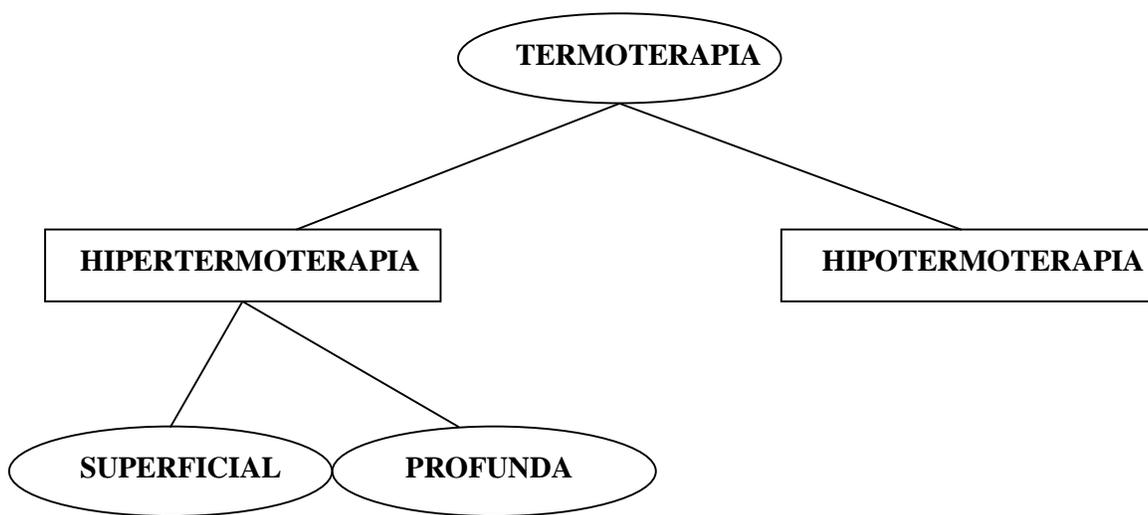
FES	88
<i>INTRODUÇÃO:</i>	88
<i>PARÂMETROS DA FES:</i>	88
<i>COLOCAÇÃO DOS ELETRODOS:</i>	89
<i>INDICAÇÃO:</i>	89
<i>CONTRA-INDICAÇÕES:</i>	89
<i>FATORES QUE INTERFEREM COM A ESTIMULAÇÃO:</i>	89
<i>PROGRAMAS DE UTILIZAÇÃO DA FES:</i>	90
CORRENTE INTERFERENCIAL	91
<i>INTRODUÇÃO:</i>	91
<i>ELETRODOS:</i>	92
<i>REGULAGENS DO APARELHO:</i>	92
<i>INDICAÇÕES:</i>	92
<i>CONTRA-INDICAÇÕES:</i>	92
CORRENTE RUSSA	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94

TERMOTERAPIA

CONCEITO:

É uma modalidade terapêutica, onde são utilizados agentes térmicos com objetivos fisioterapêuticos de prevenção e cura, pela diminuição ou aumento da temperatura tecidual.

CLASSIFICAÇÃO:



TRANSMISSÃO OU TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA TÉRMICA:

É a transferência de energia térmica de um ponto ao outro através de:

Condução: a energia térmica é transferida de uma região mais quente para outra mais fria, através do contato direto de suas superfícies de contato.

Convecção: a energia térmica é transferida através da circulação de líquidos e gases entre o corpo que está liberando a energia térmica e o que está recebendo.

Conversão: é a transformação de energia mecânica ou eletromagnética em energia térmica, pela passagem nos tecidos do corpo.

Irradiação: é a transferência de energia térmica de um corpo para o outro através da radiação eletromagnética.

HIPERTERMOTERAPIA SUPERFICIAL

CONCEITO:

É o tratamento através da ação do agente terapêutico de forma localizada, e alcançando pouca profundidade (poucos milímetros) no segmento corporal, resultando em alteração térmica superficial.

EFEITOS FISIOLÓGICOS:

- Aumento da temperatura local;
- Expansão dos tecidos;
- Redução da viscosidade dos fluídos;
- Promove a extensibilidade do colágeno;
- Aumento do metabolismo – Lei de Van'T Hoff;
- Diminuição da atividade do fuso muscular;
- Aumento da atividade das glândulas sudoríparas;
- Aumento do consumo de oxigênio;
- Aumento da permeabilidade celular.

EFEITOS TERAPÊUTICOS:

- Alívio do quadro de dor;
- Relaxamento muscular;
- Aumento do fluxo sanguíneo local;
- Vasodilatação local – hiperemia;
- Reparo dos tecidos;
- Redução da rigidez articular - flexibilizante;
- Melhora do retorno venoso e linfático;
- Diminuição do espasmo muscular;
- Favorece a defesa e imunidade.

NOTA: O ser humano é capaz de perceber diversos estímulos através de seu sistema sensorial, na qual informa ao córtex sensitivo as sensações provenientes do interior de seu corpo, como também do exterior. Na termoterapia, basicamente os receptores envolvidos são os receptores de frio, calor e dor.

Na ocasião de ser o frio local muito intenso (0 - 5 °C), apenas as fibras de dor são estimuladas, ou até mesmo essas não serão estimuladas. A medida que a temperatura aumente (10 – 15 °C), os impulsos da dor cessam e os receptores de frio começam a ser estimulados. Acima de 30 °C, os receptores de calor começam a ser estimulados, porém se continuarmos a elevar a temperatura, quando chegar em torno de 45 °C, as fibras de dor começam a ser estimuladas pelo calor.

FORNO DE BIER

Um dos dispositivos mais antigos da termoterapia utilizados pela fisioterapia. Consiste em uma peça confeccionada com flandre e madeira, em forma de “U” ou hemicilindro, aberto nas duas extremidades, forrado internamente com uma camada de asbesto e contendo em ambos os lados de sua face interna resistores de níquel-cromo, protegidos por uma placa de ardósia, a qual tem a finalidade de evitar o contato direto do paciente com os resistores, evitando sua eletrocussão.

A camada de asbesto tem a finalidade de evitar a dissipação de calor para o meio externo, através do corpo metálico do forno, já que ele funciona como isolante térmico. Quando o paciente é introduzido no seu interior, cobre-se o equipamento com um cobertor de flanela, para que haja um mínimo de perda de calor do forno para o meio externo, através das aberturas existentes em suas extremidades.

Embora tenha sofrido algumas modificações em sua estrutura ao longo do tempo, o forno de Bier guarda uma semelhança quase que idêntica aos seus ancestrais da década de 40. Tendo inicialmente sido construído para funcionar com álcool, logo foi modificado para utilizar o calor produzido por um conjunto de lâmpadas incandescentes, as quais proporcionavam o inconveniente de queimar o paciente e de elevado custo, já que elas teriam que ser substituídas muito frequentemente.

Mesmo com os mais modernos fornos de Bier, equipados com controle eletrônico de potência, o nível ótimo de calor para efeito terapêutico não pode a priori ser estabelecido se não acoplarmos ao forno um termômetro que possa nos fornecer, a cada instante a temperatura de seu interior. Nos fornos de Bier desprovidos de termostato, a temperatura interna, após 20 ou 30 minutos de uso, pode ultrapassar com facilidade a casa dos 150 °C, mais que suficiente para provocar sérias queimaduras no paciente.

A temperatura de tratamento dependerá de alguns fatores como: normoestesia térmica, sensibilidade do paciente ao calor e área a ser tratada. Uma faixa de aplicação confiável fica em torno de 45 a 60 °C, isto produzirá nos tecidos a elevação da temperatura em torno de 40 a 45 °C.

Outro fato importante é o tempo de aplicação. Para que o efeito terapêutico seja atingido nos tecidos, é importante que o tempo de aplicação fique em torno de 20 a 30 minutos. Tempos inferiores podem não serem suficientes para se conseguir os objetivos de tratamento.

NOTA: A utilização do forno de Bier deve ser individual, garantindo sempre a testagem da sensibilidade térmica do indivíduo.

CUIDADOS:

- Verificar a sensibilidade térmica;
- Retirar os objetos metálicos da área a ser tratada;
- Verificar a pele antes e depois da aplicação;
- Adequar a temperatura e o tempo de aplicação;
- Alertar sobre o risco de queimadura e eletrocussão.

CONTRA-INDICAÇÕES:

- Áreas com alteração de sensibilidade térmica;
- Traumas e quadros inflamatórios agudos;
- Febre;
- Áreas desvitalizadas e isquêmicas;

- Áreas hemorrágicas;
- Lesões de pele: feridas ou cortes;
- Doenças dermatológicas;
- Enxertos de pele recente;
- Implantes siliconizados.

INDICAÇÕES:

- Artrose;
- Artrite;
- Artralgia;
- Tendinite;
- Tenossinovite
- Fibrose pós-imobilização;
- Pré-cinesioterapia;
- Mialgia;
- Entorse;
- Retrações musculares.

BANHO DE PARAFINA**DEFINIÇÃO:**

É uma forma de transferência de calor superficial, em que se usa a parafina derretida misturada com óleo mineral a uma temperatura de mais ou menos 52°C a 54°C, com fins terapêuticos.

APRESENTAÇÃO FÍSICA:

O equipamento necessário para a realização do banho de parafina é composto por um tanque de aço inoxidável, cheio de água, que pode ser aquecida através de um resistor de níquel-cádmio. Dentro deste tanque contendo água, vamos ter uma outra caixa metálica de dimensões menores contendo a parafina, que será derretida pelo aquecimento da água presente no tanque (banho-maria).

PREPARAÇÃO DA PARAFINA:

A parafina em estado sólido é colocada dentro da caixa metálica com óleo mineral líquido, numa proporção de uma parte de óleo mineral para quatro partes de parafina. Deve se ter o cuidado de não deixar a parafina nem muito compacta nem muito diluída. Liga-se o interruptor de força e coloca-se o termostato em 70°C a 80°C. O ponto de fusão da parafina gira em torno de 54°C. Depois de completamente fundida, baixa-se a temperatura do tanque em torno de 51°C.

PREPARAÇÃO DO PACIENTE E MEDIDAS DE HIGIENE:

É fundamental a assepsia da parte a ser tratada para evitar contaminação, portanto peça ao paciente para lavar muito bem a região com água e sabão, e escovar as unhas.

Mantenha o tanque de parafina fechado quando não estiver em uso, para evitar a deposição de microorganismos.

Limpe a parafina com frequência, e nunca reponha parafina que já foi utilizada, antes que ela passe por um processo de limpeza, já descrito anteriormente.

EFEITOS FISIOLÓGICOS E TERAPÊUTICOS:

- Analgésico
- Relaxante
- Flexibilizante
- Antiinflamatório
- Vasodilatação
- Aumento do fluxo sanguíneo
- Aumento do metabolismo
- Aumento do aporte de oxigênio
- Aumento da extensibilidade do colágeno (diminui rigidez articular)
- Melhora o retorno venoso e linfático

TÉCNICAS DE APLICAÇÃO:**1) *Imersão contínua:***

Coloca-se a área a ser tratada diretamente na cuba de parafina. Este método é pouco utilizado, pois o segmento permanece na parafina durante 30 minutos. É pouco tolerado pela maioria dos pacientes, pois a temperatura esta em torno de 51°C – 52°C.

2) *Imersão repetida:*

Coloca-se o segmento a ser tratado na cuba de parafina, se for a mão preferencialmente com os dedos estendidos e abduzidos e logo em seguida retire-o e aguarde de 3 a 5 segundos repetindo o processo durante 5 a 7 vezes até formar uma “luva de parafina”. Esta técnica é a mais utilizada. O tratamento dura 30 minutos.

3) *Pincelamento:*

Com a ajuda de um pincel, formar uma camada espessa de parafina na área a ser tratada. Depois cobrir com um plástico e colocar uma toalha felpuda afim de manter a temperatura. Esta técnica também esta caindo em desuso e o tratamento dura 30 minutos. Esta técnica é a menos utilizada.

4) *Enfaixamento:*

Passar a parafina com o auxílio de um pincel na área a ser tratada. Enfaixar uma vez a região com atadura; colocar outra camada de parafina por cima da atadura e enfaixar novamente, realizando o processo sucessivamente por 7 a 8 vezes/faixas. O paciente permanece com a faixa durante 25 a 30 minutos.

CUIDADOS:

- Examinar a área a ser tratada antes e depois da utilização do banho de parafina.
- Limpar a área antes e depois do banho de parafina.
- Sempre testar a sensibilidade térmica do paciente antes do banho de parafina.
- Avisar ao paciente sobre o desconforto do calor no início do tratamento
- Manter o segmento imóvel para que não haja rachaduras e a conseqüente perda de calor
- Evitar que o paciente encoste na cuba metálica

CONTRA-INDICAÇÕES:

- Áreas com alteração de sensibilidade
- Traumas e quadros inflamatórios agudos
- Febre
- Áreas desvitalizadas e isquêmicas
- Áreas hemorrágicas
- Lesões de pele: feridas ou cortes
- Doenças dermatológicas
- Enxertos de pele recente

INDICAÇÕES:

- Artrose
- Artrite
- Artralgia
- Tendinite
- Cicatrizes quelóides
- Fibrose pós imobilização
- Pré cinesioterapia
- Mialgia
- Entorse
- Retrações musculares

Outras Fontes Geradoras de Hipertermoterapia Superficial

COMPRESSA QUENTE

Material: 1 toalha felpuda de tamanho médio, água quente em torno de 45 à 50°.

Preparação do paciente: o local onde será aplicado a compressa deve estar desnudo, sem objetos metálicos como pulseiras, tornozeleiras. O paciente deve estar confortavelmente posicionado.

Técnica de aplicação: mergulhar a toalha em água quente, e logo em seguida retirá-la. Deve se fazer uma leve torcedura na toalha afim de retirar o excesso de água. Se for conveniente, pode-se repetir o processo 2 ou 3 vezes. Dobrar a toalha, para que fique num tamanho adequado com a área a ser tratada, e aplicar a compressa diretamente no local a ser tratado por 20 a 25 minutos.

Considerações: a compressa tende a esfriar-se rapidamente pela troca calórica com o meio, portanto as compressas devem ser substituídas a cada 5 minutos, afim de manter a temperatura local, até o final do tempo estipulado para o tratamento.

BOLSAS DE TERMOGEL E DE ÁGUA QUENTE

Material: são artefatos industriais encontradas em casas especializadas. A bolsa de termogel é composta de uma substância capaz de absorver a energia calórica e de mantê-la por certo tempo (ex.: silicone), armazenada em uma bolsa plástica resistente e lacrada.

A bolsa de água quente é um artefato feito de borracha, resistente, com um bocal em uma das extremidades, por onde é introduzida a água quente.

Preparação do paciente: o local onde será aplicado a compressa deve estar desnudo, sem objetos metálicos como pulseiras, tornozeleiras. O paciente deve estar confortavelmente posicionado.

Técnica de aplicação:

- a) *bolsa de termogel:* colocar a bolsa de termogel em um recipiente contendo água quente e deixá-lo até que a substância contida no seu interior absorva a energia calórica. A bolsa de termogel é retirada e o fisioterapeuta verifica se a temperatura esta adequada para a aplicação. Aplica-se a bolsa diretamente no local a ser tratado por 20 a 25 minutos.
- b) *Bolsa de água quente:* disponibilizar água quente e colocar dentro da bolsa. Feche-a e aplique na área a ser tratada por 20 a 25 minutos.

Considerações: em pessoas muito sensíveis a temperaturas elevadas, pode-se colocar uma toalha úmida entre a pele e a bolsa.

Tenha a certeza de que a tampa da bolsa esta bem fechada, afim de evitar acidentes com queimaduras.

SONIDOTERAPIA

O ultra-som vem sendo usado como agente terapêutico há mais de 40 anos (DYSON, 1985) no tratamento de diversas condições, que variam desde úlceras, lesões esportivas, trauma pós-natal, até herpes zoster e prolapso de disco intervertebral. O ultra-som tem sido empregado tanto por seus efeitos térmicos (LEHMANN et al, 1958, 1974, 1978; BUCHAN, 1972; SANDLER e FEINGOLD, 1981; MAC DONALD e SHIPSTER, 1981; FORREST e ROSEN, 1989), quanto por outros efeitos biofísicos (WELLS, 1977; COAKLEY, 1981; DYSON, 1987; TER HAAR, 1987). Ao final do estudo o objetivo será de reter informações sobre as bases físicas, os efeitos fisiológicos da terapia ultra-sônica, sua eficácia clínica, a segurança no seu uso, dosimetria, indicações e contra-indicações da terapêutica ultra-sônica.

BASES FÍSICAS DA TERAPIA ULTRA-SÔNICA

O som consiste em vibrações mecânicas em um meio elástico. Portanto no vácuo não é possível a propagação das ondas ultra-sônicas. A sua forma de propagação é através de ondas longitudinais. O ouvido humano consegue captar ondas sonoras de 20Hz a 20.000Hz, portanto é considerado infra-som as ondas sonoras abaixo de 20Hz e ultra-som as ondas acima de 20.000 Hz.

O ultra-som de alta frequência é utilizado tanto na fisioterapia quanto na medicina. A onda ultra-sônica tem formato senoidal, e possui os parâmetros de comprimento de onda (λ), frequência (f), sendo maior que 20 kHz, amplitude (W/cm^2) e velocidade de propagação (c). Na prática as frequências utilizadas para tratamento fisioterapêutico oscilam entre 0,7 a 3MHz.

GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE ULTRA-SOM

As ondas ultra-sônicas são geradas por transdutores que são dispositivos capazes de transformar/convertir uma energia em outra. Esses transdutores são feitos de materiais piezoelétricos naturais como o quartzo, ou uma cerâmica sintética feita de uma mistura de sais complexos, tais como o zirconato e o titanato (PZT), os quais podem ser polarizados em processo de carga. O efeito piezoelétrico foi descoberto em 1880 por Pierre e Jacques Curie, e consiste na variação das dimensões físicas de certos materiais sujeitos a campos elétricos.

Se o comprimento de onda sonora for maior que o tamanho da fonte geradora, o som vai se propagar em todas as direções, como uma onda esférica, para longe da fonte, como as ondas que são causadas em um lago pelo arremesso de uma pequena pedra. Isto é válido para o som audível, que tem uma frequência típica de 1 kHz e uma velocidade de propagação no ar de 340 m/s, e, conseqüentemente, um comprimento de onda de 34 centímetros. Isto é maior que a boca humana e o sistema vocal (fonte sônicas), e assim com uma pessoa falando atrás de você, é possível ouvi-la próximo, como se ela estivesse na sua frente. Entretanto uma onda ultra-sônica de 1 MHz na água ou no tecido mole tem uma velocidade de 1540 m/s, e, conseqüentemente um comprimento de onda de somente 1,5 milímetros. Se ela está sendo emitida por um transdutor fisioterápico típico, que tem um diâmetro de 25mm, há um conjunto diferente de condições de aplicação, e a energia ultra-sônica fica contida dentro de um feixe cilíndrico, que tem basicamente o mesmo diâmetro do transdutor.

EQUIPAMENTO

Existem muitos modelos comerciais de aparelhos de ultra-som, mas com poucas diferenças técnicas básicas entre eles. Essas diferenças podem ser assim sumariadas: escolha da frequência, regime de pulso, tamanho e design do transdutor, e os controladores e mostradores.

O aparelho de ultra-som consiste em um gerador de alta frequência conectado a um material piezoelétrico, que é o nosso transdutor (cabeçote). O transdutor piezoelétrico é energizado com uma voltagem de corrente alternada que tem a mesma frequência de ressonância do cristal. A frequência de ressonância do material piezoelétrico está determinada em parte pela espessura do material que em consequência determina a frequência do ultra-som. Isto implica que o cabeçote e o equipamento devem estar ajustados entre si, de forma que o cabeçote de um determinado aparelho não pode ser utilizado em outro, antes que se realize uma calibração.

Existem aparelhos no mercado que trabalham em multi-frequência, e muitos geradores operam em 1 MHz e 3 MHz. Isto pode ser possível de duas maneiras. A primeira, usando dois cabeçotes de tratamento, com frequências apropriadas para cada um dos transdutores; e segunda, usando um transdutor único, mas energizando-o tanto em sua frequência fundamental (1 MHz), quanto em sua Terça de frequência sonora (3 MHz).

ULTRA-SOM CONTÍNUO E PULSÁTIL

Quase todos os geradores de ultra-som terapêutico encontrados no mercado podem emitir energia ultra-sônica contínua ou pulsada. O ultra-som contínuo, sem interrupção da energia sônica pode chegar a intensidade de 3 W/cm^2 . Já o ultra-som pulsátil, a intensidade máxima pode chegar a 5 W/cm^2 em alguns aparelhos. O modo pulsátil funciona em rajadas de energia chamada também de trem de pulso, *burst* ou ciclo on, com a duração de 2 milissegundos. O ciclo "off" entre os *burst* pode ser de 2 milissegundos quando pulsado numa proporção de 1:1, 4 ms. em 1:2, ou 14 ms. em 1:7. Se a intensidade do feixe durante o ciclo "on" não for aumentado, então a intensidade temporal média global irá diminuir quando o aparelho for operado no modo pulsátil, uma vez que o transdutor não emite ultra-som durante todo o tempo (contínuo). Assim a intensidade temporal média de uma onda contínua de 1 W/cm^2 em qualquer frequência, será somente de $0,5 \text{ W/cm}^2$ em 1:1, $0,2 \text{ W/cm}^2$ em 1:4 e $0,125 \text{ W/cm}^2$ em 1:7, se os controles de intensidade não forem alterados.

Assim se você deseja introduzir uma determinada energia sônica no paciente, a intensidade dentro de cada pulso tem que ser progressivamente aumentada na medida em que você aumenta a distância entre os pulsos. Por exemplo, para manter uma intensidade média espacial e temporal de $0,5 \text{ W/cm}^2$, a intensidade do ciclo "on" deve ser aumentada de $0,5 \text{ W/cm}^2$, necessário para a onda contínua, para 1 W/cm^2 em 1:1, para $1,5 \text{ W/cm}^2$ em 1:2, para $2,5 \text{ W/cm}^2$ em 1:4, e para 4 W/cm^2 em 1:7. Este último valor pode não estar disponível em aparelhos modernos. Os efeitos de aquecimento para todas essas opções são essencialmente os mesmos, mas a possibilidade de gerar cavitação nos tecidos moles fica aumentada na medida em que se aumenta a intensidade do ciclo "on", uma vez que a magnitude de qualquer outro bio-efeito ou mecanismo de interação depende do valor instantâneo da amplitude da pressão acústica.

O modo pulsátil do feixe ultra-sônico tem a vantagem de suprimir o acúmulo de energia calórica, produzido em maior quantidade no ultra-som contínuo. Devido o intervalo "off" entre a energia ultra-sônica no pulsátil, os efeitos mecânicos são mais pronunciados do que os efeitos térmicos.

ÁREA DE RADIAÇÃO EFETIVA (ERA)

A área de radiação efetiva do cabeçote é um parâmetro importante que determina a intensidade, pois o elemento piezoelétrico não vibra uniformemente. A ERA é sempre menor do que a área geométrica do cabeçote, portanto, deve-se especificar a medida da ERA conforme o aparelho.

PROPRIEDADES DO FEIXE ULTRA-SÔNICO

- O feixe ultra-sônico ou campo acústico é caracterizado por duas regiões:
- Campo próximo: zona de Fresnel (cilíndrico)
 - Campo distante: zona de Fraunhofer (cônico)

O comprimento do campo próximo depende do diâmetro do aplicador e da frequência do ultrassom. Para uma área do aplicador de 5 cm^2 , o campo próximo possui aproximadamente 10 cm de comprimento para a frequência de 1 MHz. Para o cabeçote de 1 cm^2 o feixe próximo mede aproximadamente 2 cm. Os efeitos terapêuticos ocorrem na região do campo próximo.

O campo próximo se caracteriza por: fenômenos de interferência do feixe ultra-sônico que pode conduzir a variações de sua intensidade; há também ausência de divergência do feixe.

O campo distante se caracteriza por: ausência quase total de interferência, de forma que o feixe sônico é uniforme e a intensidade diminui gradualmente ao aumentarmos a distância; neste campo o feixe sônico começa a divergir.

OBS.: os fenômenos de interferência que se produzem no campo próximo podem causar picos de intensidade de 5 a 10 vezes mais altos que o valor ajustado para a terapêutica ultra-sônica, isto reforça a tendência atual de utilizar uma intensidade baixa para tratamento das afecções.

CAMPO ACÚSTICO

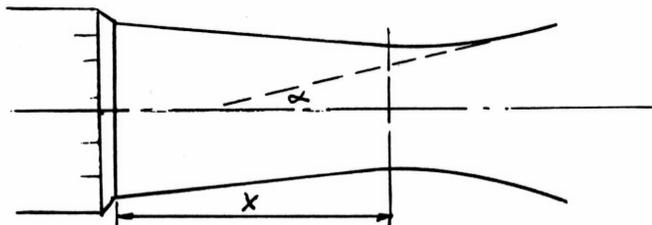


FIGURA 1 – Demonstração da zona de Fresnel e da zona de Fraunhofer

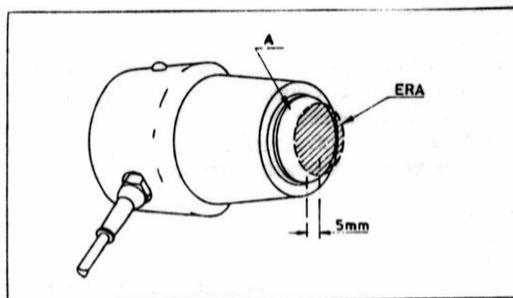


FIGURA 2 –Área de Radiação Efetiva (ERA)

PROPRIEDADES ACÚSTICAS

A onda do ultra-som tem natureza longitudinal, isto é, a direção de oscilação é a mesma que a direção da propagação. Tais tipos de onda requerem um meio para sua propagação (não se propagam no vácuo) e causam compressão e expansão do meio a cada meio comprimento de onda. No nosso caso o meio é caracterizado pelos tecidos do corpo humano.

comprimento de onda (λ)

Há uma relação entre o comprimento de onda (λ), a frequência (f) e a velocidade de propagação (c). usando-se uma fórmula podemos expressar por:

$$c = \lambda \cdot f \qquad c \text{ (m/s) , } \lambda \text{ (m) , } f \text{ (Hz)}$$

Estes dados são importantes, porque dependendo do meio por onde as ondas ultra-sônicas vão passar, haverá mudança no comprimento de onda e conseqüentemente na velocidade de propagação. Como exemplo, o comprimento de onda em uma frequência de 1 MHz na água ou nas partes moles do corpo é de aproximadamente 1,5 mm, e no tecido ósseo em torno de 3 mm. Esta diferença acontece porque a velocidade de propagação é determinada pelo meio. Veja quadro 1.

QUADRO 1 – Características de alguns tecidos e materiais

MEIO	c (m/s)	q (Kg/m ³)	λ (mm)	
			1 MHz	3 MHz
Alumínio	5100	2,7 x 10 ³	5,10	1,7
Sangue	1566	1,0 x 10 ³	1,57	0,52
Vaso Sangüíneo	1530	1,1 x 10 ³	1,53	0,51
Tecido Ósseo	3445	1,8 x 10 ³	3,44	1,14
Pele	1519	-----	1,51	0,5
Cartilagem	1665	-----	1,75	0,58
Ar a 20° C	343	0,0012 x 10 ³	0,34	0,11
Tendão	1750	-----	1,75	0,58
Músculo	1552	1,0 x 10 ³	1,55	0,52
Tecido gorduroso	1478	0,9 x 10 ³	1,48	0,49
Água a 20° C	1492	1,0 x 10 ³	1,49	0,5

Densidade de massa do meio e impedância acústica

A densidade de massa do meio é um parâmetro expressado em Kg/m³, junto com a impedância acústica específica (Z), determina a resistência do tecido as ondas ultra-sônicas. A densidade de massa também determina em parte a velocidade de propagação (c). Quanto maior a densidade de massa, mais alta a velocidade de propagação. O valor da densidade de massa é necessário para determinar a impedância acústica específica e em conseqüência a reflexão.

A impedância acústica (Z) de um material, é um número característico obtido pela multiplicação da densidade do material pela velocidade na qual o som o atravessa. Se as impedâncias acústicas dos dois materiais, em ambos os lados da interface, são as mesmas, então todo o som será transmitido e nenhum será refletido. Quanto maior a diferença entre as duas impedâncias acústicas, maior será a energia refletida e menos desta energia penetrará no meio 2, ou segundo meio.

Reflexão

Reflexão é o retorno da onda a partir da superfície do segundo meio, sendo o ângulo de reflexão igual ao ângulo de incidência.

Este fenômeno é um dos fatores que leva a produção de calor pelo ultra-som, podendo aparecer fenômenos de interferências que levam a um aumento de intensidade.

No corpo, a reflexão ocorre nos limites entre os tecidos, já que não são homogêneos, conforme podem ser vistos na quadro 2. A reflexão entre músculo e osso é a maior no organismo, produzindo um aumento de temperatura importante, podendo ocasionar a dor perióstica.

O fenômeno da reflexão pode ser atenuado com o movimento do cabeçote .

QUADRO 2 – Reflexão em alguns limites e meios

INTERFACE	% DE REFLEXÃO
ALUMÍNIO – AR	100
CABEÇOTE – MEIO DE CONTATO	nulo
MEIO DE CONTATO – PELE	0,1
PELE – TECIDO ADIPOSEO	0,9
ÁGUA – TECIDO ADIPOSEO	0,2
TECIDO ADIPOSEO – TECIDO MUSCULAR	0,8
TECIDO MUSCULAR – TECIDO ÓSSEO	34,5
PELE – AR	100

Refração ou Divergência

As ondas sonoras divergem a partir de um ponto, obedecendo a lei dos quadrados inversos. Nas ondas de frequências baixas, a intensidade do feixe diminui à medida que aumenta a distância dos raios. A divergência é inversamente proporcional à frequência. Em frequências de 1 MHz as ondas são praticamente paralelas.

Absorção

É a retenção de energia acústica do meio irradiado, a qual é medida pelos coeficientes de absorção. A medida que a energia ultra-sônica passa pelos tecidos, ocorrem efeitos biológicos devido a absorção. A intensidade das ondas ultra-sônicas diminuem conforme penetram nos tecidos. A absorção depende da frequência, sendo mais alta quanto maior for a mesma. O quadro 3 mostra-nos o coeficiente de absorção de alguns tecidos do organismo.

QUADRO 3 – Coeficientes de absorção

MEIO	1 MHz	3 MHz
Sangue	0,028	0,084
Vaso sangüíneo	0,4	1,2
Tecido ósseo	3,22	----
Pele	0,62	1,86
Cartilagem	1,16	3,48
Ar (20 °C)	2,76	8,28
Tecido tendinoso	1,12	3,36
Tecido muscular	0,76	2,28 *
		0,84 **
Tecido adiposo	0,14	0,42
Água (20 °c)	0,0006	0,0018
Tecido nervoso	0,2	0,6

* feixe ultra-sônico perpendicular às fibras musculares

** feixe ultra-sônico paralelo às fibras musculares

Atenuação

É um decréscimo que ocorre da intensidade com a distância isto ocorre pela perda de energia através do espalhamento da divergência e absorção da onda.

Também a atenuação é diretamente proporcional a frequência, e também depende dos tecidos que atravessa.

Profundidade do ultra-som

Sempre existe uma relação entre frequência, absorção, atenuação e profundidade de penetração.

Como vimos, a intensidade do ultra-som vai diminuindo devido a atenuação. A distância em que isto ocorre é chamada de profundidade média.

A maior profundidade que se pode esperar um efeito terapêutico se conhece como profundidade de penetração. Esta profundidade no tecido se mede no ponto onde a energia chega a 10% do valor do início da intensidade ultra-sônica aplicada. As quadros 4 e 5 indicam algumas profundidades alcançadas pelos ultra-som de 1 e 3 MHz em vários meios.

QUADRO 4 – Profundidade média em diversos meios

	1 MHz	3 MHz
Tecido ósseo	2,1 mm	-----
Pele	11,1 mm	4,0 mm
Cartilagem	6,0 mm	2,0 mm
Ar	2,5 mm	0,8 mm
Tecido tendinoso	6,2 mm	2,0 mm
Tecido muscular – feixe perpendicular	9,0 mm	3,0 mm
Tecido adiposo	50,0 mm	16,5 mm
Água	11.500,0 mm	3.833,3 mm

QUADRO 5 – Profundidade de penetração em diversos meios

	1 MHz	3 MHz
Tecido ósseo	7 mm	-----
Pele	37 mm	12 mm
Cartilagem	20 mm	7 mm
Ar	8 mm	3 mm
Tecido tendinoso	21 mm	7 mm
Tecido muscular – feixe perpendicular	30 mm	10 mm
Tecido adiposo	165 mm	55 mm
Água	38.330 mm	12.770 mm

AGENTE ACOPLADOR / MEIO DE CONTATO

O ultra-som terapêutico deve ser aplicado à pele com um agente acoplador, para evitar reflexões da energia ultra-sônica na interface ar/tecido. O objetivo do acoplador é eliminar o ar entre o cabeçote e a parte que esta sendo tratada, com um fluido cuja impedância acústica está entre aquela do transdutor e a da superfície da pele. Além disso, o agente acoplador deve ser suficientemente viscoso, para agir como um lubrificante quando o transdutor é movido sobre a superfície da pele. Os agentes mais comuns usados são óleos, cremes e géis, dos quais existem uma grande variedade.

A propriedade de um agente acoplador de permanecer sem bolha durante o uso, ainda é o principal critério para a sua aceitação.

Os géis a base de água ou substâncias farmacológicas são mais usados atualmente e devem ser para manter o contato e a lubrificação entre o transdutor e a pele, e ainda de forma suficientemente econômica para evitar a formação de bolhas de ar pela movimentação do cabeçote. Uma fina camada também é aplicada à face do cabeçote antes de se iniciar o tratamento.

Quando uma área é irregular ou muito pequena, pode não ser possível manter o contato pleno com o cabeçote. Nestes casos, deve-se usar água degaseificada como acoplador. A água torna-se mais facilmente degaseificada quando aquecida uma hora antes do tratamento, deixando-a sem ser manipulada neste tempo.

Se a região a ser tratada não pode ser imersa em água, uma bolsa de água pode ser usada para um melhor acoplamento da energia ultra-sônica: uma bexiga é um elemento comumente usado. Ela deve ser enchida com água degaseificada, e todo o ar deve ser expelido antes de fechá-la. Ela é então coberta com gel acoplador dos dois lados, e firmemente aplicada e mantida junto à pele.

O gel acoplador deve ser:

- Estéril (risco de infecção cruzada)
- Não muito líquido
- Não ser rapidamente absorvido pela pele
- Quimicamente inerte
- Com boa propriedade de propagação
- Livre de bolhas gasosas

EFEITOS FÍSICOS

O ultra-som produz efeitos biofísicos que geralmente são classificados como térmicos e não térmicos ou até mesmo respostas mecânicas e efeitos térmicos.

RESPOSTAS MECÂNICAS

Os efeitos mecânicos ou não térmicos do ultra-som incluem a cavitação, as microvibrações (micromassagem) e as ondas estacionárias. TER HAAR (1987) descreve a cavitação como sendo a produção de bolhas que oscilam dentro de um líquido. A cavitação estável ocorre quando as bolhas se contraem e se expandem em um estado estável. A cavitação transitória ocorre quando as bolhas fazem grandes excursões em sua oscilação, que culminam em seu colapso. Este colapso é associado com um grande aumento na temperatura e na pressão local. As microvibrações são um resultado da cavitação estável e produzem um fluxo líquido localizado ao redor das bolhas e, conseqüentemente, adjacente às células.

Os trabalhos de DYSON (1971, 1985, 1987, 1989), DYSON e NIINIKOSKI (1982), HARVEY et al (1975), MUMMERY (1978), FYFE e CHAHL (1984), MORTIMER e DYSON (1988), YOUNG e DYSON (1990a, 1990b, 1990c), entre outros, evidenciam os seguintes efeitos fisiológicos da cavitação e micromassagem: a degranulação de células de sustentação, alterações na função da membrana celular, aumento nos níveis intracelulares de cálcio, estimulação da atividade dos fibroblastos, resultando num aumento da síntese protéica, um aumento na permeabilidade vascular, aumento da angiogênese e um aumento na tensão elástica do colágeno.

As ondas estacionárias podem se formar quando parte de uma onda de ultra-som que viaja através dos tecidos é refletida na interface entre dois materiais que possuem diferentes propriedades acústicas (ex., tecido mole e osso, ou tecido mole e ar), e quando a onda incidente que alcança a interface e a onda refletida começam a se superpor. O pico desta onda estacionária chama-se antinodo, é o máximo de pressão e intensidade resultante desta onda. Já a metade do caminho entre cada antinodo chama-se nodo, no qual a intensidade ou pressão é zero. Na prática nos indica que bolhas de gás são formadas nos fluídos de antinodos de pressão, enquanto células em suspensão são agregadas nos nodos. (ex. agregação plaquetária).

Demonstrando os efeitos mecânicos do ultra-som

Duas demonstrações simples podem indicar os efeitos mecânicos do ultra-som sem incrementos da temperatura.

Experimento 1

Coloque a palma da mão voltada para cima, em forma de concha, contendo uma pequena quantidade de óleo mineral. Aplique gel no cabeçote e coloque o mesmo no dorso da mão: você irá notar o óleo borbulhar na palma da mão. As ondas ultra-sônicas penetram através da mão e atingem o óleo, sem nenhuma elevação significativa na temperatura da pele e sem produzir nenhuma lesão em sua mão.

Experimento 2

Coloque um pouco d'água no cabeçote do ultra-som com o mesmo ligado: você irá notar que ocorre um borbulhamento da água sem que ocorra um aumento na temperatura da mesma. Não há aumento notável da temperatura quando o ultra-som é aplicado de forma subaquática. Contudo são observadas ondulações na superfície da água, indicando a manifestação mecânica da energia ultra-sônica.

EFEITOS TÉRMICOS

Oscilações rápidas das moléculas causam um aumento na produção de calor. O aquecimento nos tecidos é devido a absorção de energia, e depende do coeficiente de absorção do material (quadro 3); o calor será dissipado pela condução e pelo fluxo sanguíneo da área.

WILLIAMS (1987), afirmou que é necessário 1 W/cm^2 de ultra-som a 1 MHz para elevar a temperatura da maioria dos tecidos moles em $0.86 \text{ }^\circ\text{C}$ a cada minuto, isto na ausência de remoção do calor pelo fluxo sanguíneo ou por condução. Os efeitos terapêuticos ocorrem a uma temperatura entre $40\text{-}45 \text{ }^\circ\text{C}$, que devem ser mantidas por pelo menos 5 minutos.

O aquecimento instantâneo ocorre nas formas de ondas de ultra-som, contínua e pulsáteis, sendo que o aquecimento total ocorre num período menor quando se usa uma onda pulsátil, especialmente quando o repouso é longo.

LEHMANN e de LATEUR (1982), MICHLOVITZ (1986) e DYSON (1987), listaram os efeitos fisiológicos do aquecimento. Estes incluem um aumento do fluxo sanguíneo, aumento da extensibilidade do tecido colágeno, diminuição da dor e do espasmo muscular. Nem todas as experiências sustentam a sugestão de que o ultra-som irá aquecer o tecido adequadamente para produzir estes efeitos, o quanto isso ocorre depende dos níveis de intensidade aplicados. Portanto a tendência atual é da utilização dos efeitos mecânicos do ultra-som para o sucesso clínico.

Devemos lembrar que a formação de calor a partir do ultra-som ocorre nos tecidos que estão localizados diretamente sob o transdutor. Desde que a técnica aceita é manter o cabeçote em movimento durante o tratamento, é altamente improvável que ocorra um aquecimento terapêutico apreciável. Um aquecimento indesejável, contudo, poderá ocorrer se não houver movimento do cabeçote ou se a intensidade for muito alta. A experiência clínica nos indica que uma sensação de calor de superfície deve servir como um aviso para impedir uma super-dosagem. Um cabeçote pode tornar-se superaquecido se for usado constantemente e/ou repetitivamente, sem um adequado tempo para "resfriamento". Apesar dos meios de contato (gel), a fricção está presente e deve ser levada em conta. Eu geralmente recomendo que o fisioterapeuta aplique o cabeçote na palma da mão antes de colocá-lo no paciente, afim de averiguar se o transdutor não está muito quente.

Estruturas que podem ser preferencialmente aquecidas incluem o periósteo, superfície cortical do osso, menisco articular, músculo fibrótico, bainha dos tendões, raízes de nervos e interfaces musculares.

O aquecimento local excessivo pode resultar de ondas estacionárias. Estas originam-se do resultado da reflexão das ondas do ultra-som interagidas com uma onda incidente devido a impedância acústica nas interfaces, tais como entre o osso e o tecido mole ou entre tecido mole e ar. Pelo fato dessas ondas se sobreporem, a intensidade local será maior e, vasos sanguíneos que estiverem nesta área, terão suas células agregadas impedindo o fluxo de oxigênio para as extremidades. Ondas estacionárias podem ser evitadas pelo movimento do transdutor durante o tratamento.

EFEITOS TERAPÊUTICOS

Aqui está a grande investida da terapia por ultra-som. A diversidade dos efeitos fisiológicos obtidos pela terapia, devem ser alcançados e direcionados de acordo com os objetivos de tratamento, elaborados pelo fisioterapeuta, indo de encontro as reais necessidades do paciente, de acordo com a patologia, fase da doença, etc.

Um tratamento apropriado pode ser assegurado somente se o usuário estiver adequadamente treinado e possuir um amplo conhecimento dos mecanismos envolvidos nas respostas do organismo à lesão, e dos mecanismos fisiológicos, psicológicos e físicos através dos quais o ultra-som afeta tanto o tecido diretamente exposto a ele, quanto o paciente como um todo (DYSON, 1987).

Estimulação da circulação sanguínea

Susan Michlovitz (1990), em revisão bibliográfica, demonstrou que usando o aplicador estacionário a $1,5 \text{ W/cm}^2$ nos pequenos vasos sanguíneos na face do rato, resultou de áreas de hiperemia caracterizando aumento da permeabilidade vascular a nível das vênulas pós-capilares. Os resultados foram obtidos graças a temperatura induzindo trocas na permeabilidade ou a cavitação transitória resultante da destruição das células endoteliais. Outras experiências foram realizadas em $2,5 \text{ W/cm}^2$ por 5 minutos em dias alternados e observou-se um aumento da densidade capilar e melhora no fluxo sanguíneo nas arteríolas.

Relaxamento muscular

Esta intimamente relacionado com o efeito do aumento da circulação sanguínea, pela retirada de catabólicos que influenciam no aumento de tensão muscular. Por outro lado temos a ação da energia ultra-sônica atuando nas fibras nervosas aferentes induzindo ao relaxamento muscular.

Aumento da permeabilidade da membrana e da capacidade regenerativa dos tecidos

Fyfe e Chahl citados por Dyson (1987), verificaram que na lesão do tecido conjuntivo mole, plaquetas e mastócitos tornam-se ativos liberando substâncias que iniciam o reparo tecidual essas substâncias incluem agentes quimiostáticos que atraem leucócitos polimorfonucleares (PMLS) e monócitos para o sítio da lesão. Demonstrou-se que um único tratamento com ultra-som pode estimular a liberação de histamina dos mastócitos por degranulação tanto *in vitro* quanto *in vivo*.

Dyson e Pond (1992) relataram que o ultra-som pulsátil com intensidade de $0,25$ a $0,50 \text{ W/cm}^2$, oscilando na frequência de $3,550 \text{ MHz}$, com um ciclo de trabalho de 2:8 ms. aplicado durante 5 minutos em orelhas de ratos, apresentava um aumento de temperatura, podendo aumentar a atividade metabólica (estimulando a ação enzimática) e podendo estar envolvido na estimulação de regeneração tecidual.

Efeito sobre a condução nervosa e alívio da dor

Kitchen (1990), cita que um estudo experimental feito por Kramer (1984, 1985, 1987), demonstrou que na medida que há um aumento na temperatura local, a taxa de condução nervosa motora aumenta, numa situação onde a área insonada não excede 4,5 vezes a área do transdutor. Isto usando um campo contínuo de ultra-som. Já com o ultra-som pulsátil (Kramer, 1984) não evidenciou um aumento significativo na temperatura e taxa de condução nervosa. Ele concluiu que o efeito de aquecimento do ultra-som foi o responsável pelo aumento na velocidade de condução.

Condução em nervos lesionados

Hong et al(1988) conduziram um experimento animal no qual se produziu uma compressão bilateral do nervo tibial em ratos, mostrando que uma dose alta de $1,0 \text{ W/cm}^2$ a uma frequência de 1MHz, subaquática, diminui a taxa de recuperação da condução nervosa, enquanto uma intensidade baixa de $0,5 \text{ W/cm}^2$ aumenta a taxa de recuperação.

Por falta de pesquisas que promovam um entendimento maior quanto aos efeitos fisiológicos do ultra-som nos nervos periféricos, deve-se tomar cuidados especiais principalmente em doses elevadas.

Redução da dor

A analgesia pode resultar do efeito da redução do edema e da inflamação. De maneira geral os mecanismos que levam a redução do quadro de dor pela aplicação do ultra-som é através da melhora da circulação tissular, normalização do tônus muscular, redução da tensão tissular e estimulação das fibras nervosas aferentes, que ainda é muito questionado.

Estimulação da síntese de proteínas com ativação de fibroblastos

A estimulação da atividade do fibroblasto resultando em um aumento da síntese de proteína são os efeitos fisiológicos, entre outros, provocados pela cavitação estável e pela corrente acústica decorrente da terapia ultra-sônica.

Susan Michlovitz relata, citando Lota (1955), que foi observado um aumento da atividade dos fibroblastos, e aumento do fluxo de cálcio através da membrana muscular de útero de rata utilizando-se o ultra-som pulsátil (ação mecânica).

TÉCNICAS DE APLICAÇÃO

Antes de se começar o tratamento com ultra-som, uma decisão deve ser tomada em relação aos vários fatores que determinarão a sua forma terapêutica. Esses fatores são os *parâmetros ultra-sônicos* (intensidade, frequência, regime de pulso, tamanho do cabeçote, etc.); os *parâmetros de tratamento* (duração, frequência e tempo de tratamento); e a *técnica de tratamento* (posição do paciente, agente acoplador e método de aplicação).

Contato direto entre o cabeçote e o tecido

O cabeçote se aplica diretamente sobre a pele. Sabe-se que o ar reflete quase completamente a energia ultra-sônica, portanto é absolutamente necessário assegurar a aplicação de um meio condutor entre o cabeçote e a pele (*ver agente acoplador / meio de contato*).

Tratamento subaquático

Se a superfície do corpo a tratar é de forma irregular, o que dificulta o bom contato entre o cabeçote e a pele, pode-se optar entre o método subaquático ou o tratamento com o cabeçote reduzido. Sendo o subaquático de melhor resposta, pela excelente velocidade de propagação das ondas ultra-sônicas pela água.

A parte do corpo a ser tratada é submergida em um recipiente cheio de água a temperatura agradável. O cabeçote é submergido e colocado a certa distância da região a ser tratada. A água deve ser fervida, pois de outra forma o ar presente pode depositar-se em forma de bolhas sobre a placa de alumínio e a pele do paciente, ocorrendo reflexão da energia ultra-sônica.

Almofada de água

Trata-se de uma bolsa de plástico cheia de água previamente fervida e em temperatura ambiente. A bolsa adapta-se sobre a área a ser tratada. Tanto o cabeçote quanto o lado da bolsa em contato com a pele devem ser cobertos com uma quantidade suficiente do meio de contato.

Fonoforese ou Sonoforese

Fonoforese é a utilização do ultra-som para direcionar moléculas de drogas ou fármacos, introduzindo-as no corpo através da pele.

Griffin et al (1967), demonstraram que o corticosteróide hidrocortisona alcançava uma profundidade de 6cm. Isso foi possível pelo movimento de oscilação das partículas sólidas da substância pela energia ultra-sônica. Existe uma pressão sônica que empurra as partículas, e o aumento de permeabilidade da membrana celular, faz com que o fármaco chegue a regiões profundas do corpo.

Griffin (1967) tratou 102 pacientes com diversos diagnósticos como: epicondilite de cotovelo, tendinite de bíceps, osteoartrite de ombro, bursite de ombro, e osteoartrite de joelho, com ultra-som combinado á hidrocortisona, e ultra-som e placebo. Dos pacientes que receberam hidrocortisona com ultra-som, 68% mostraram uma marcante diminuição da dor, e um aumento significativo na amplitude de movimento, enquanto que somente 28% dos que receberam ultra-som com placebo mostraram melhora semelhante.

Se torna uma grande e valiosa ferramenta principalmente no combate a dor e processo inflamatório, porém o grande problema esta nos produtos farmacêuticos tópicos que não são formulados de tal maneira a otimizar sua eficiência como acoplante ultra-sônico.

Os ingredientes ativos em forma de gel mais utilizados na fonoforese são os analgésicos, anestésicos locais, vasodilatadores e corticosteróides. Somente os produtos com boas características de transmissão ultra-sônica poderão otimizar as condições físicas necessárias a fonoforese.

QUADRO 6 – Drogas usadas em fonoforese e suas concentrações

DROGA	INDICAÇÃO	CONCENTRAÇÃO
Dexametasona	Inflamação	0,4 %
Hidrocortisona	Inflamação	0,5 a 1,0 %
Iodo	Capsulite adesiva e infecções (ações esclerolítica e antibiótica)	10 %
Lidocaína	Dor	5 %
Sulfato de magnésio	Espasmo muscular (ação relaxante muscular)	2 %
Salicilato de sódio	Dor (crônica ou aguda) e inflamação	3 %
Óxido de zinco	Úlceras de pele e afecções dermatológicas ação antisséptica	20 %

Fonte: Saad e Atlas (1995)

Manuseio do cabeçote

Afim de se evitar as ondas estacionárias e os efeitos indesejáveis de cavitação transitória, é necessário manter o cabeçote em constante movimento, de forma lenta e uniforme. Com o método subaquático, o aplicador pode manter-se a certa distância, já que a água é a interface entre o cabeçote e a pele do paciente, não se distanciando do campo próximo (zona de Fresnel).

O inconveniente do método subaquático é que o terapeuta também recebe uma carga da energia sônica que reflete das paredes do recipiente, se possível mantenha as mãos fora da água.

Quanto a maneira de movimentar o cabeçote sobre a pele, as mais comuns são, primeiro, realizar movimentos curtos em varredura, que se sobrepõem nas extremidades, e, segundo, são movimentos circulares não estacionários (mais utilizado).

DOSIFICAÇÃO

freqüência

Um dos primeiros passos a ser estabelecido é em relação a escolha dos parâmetros do aparelho, ou seja, qual é a quantidade adequada de energia ultra-sônica que vamos precisar para tratar o tecido lesionado?. A atenuação do campo de ultra-som no tecido é rápida, e depende tanto da freqüência como do tipo de tecido dentro do campo. Assim um campo de 3 MHz será reduzido para a metade de sua intensidade depois de passar através de aproximadamente 16 mm de gordura, ou aproximadamente 3 mm de músculo, ao passo que um campo de 1 MHz será reduzido à metade de sua intensidade ao atravessar aproximadamente 48 mm de gordura ou 9 mm de músculo (Mc DIARMID, BURNS, 1987). Então podemos correlacionar que estruturas superficiais são melhores tratadas com 3 MHz e estruturas mais profundas, tais como as capsulas articulares são melhores alcançadas em freqüências como 1 MHz e 0,75 MHz.

Intensidade

Não existem regras rígidas em relação à intensidade ultra-sônica, exceto a máxima clínica geral de que devem ser usadas intensidades as mais baixas necessárias, suficientes para se conseguir os efeitos desejados (Mc DIARMID, BURNS, 1987). Ao meu ver, não acho necessário altas intensidades, já que considero os efeitos mecânicos do ultra-som os mais importantes.

Intensidades sugeridas:

Até 0,3 W/cm² → intensidade baixa.

De 0,3 a 1,2 W/cm² → intensidade média.

De 1,2 a 3,0 W/cm² → intensidade alta.

No caso do ultra-som pulsado, deve se considerar o regime de pulso escolhido para tratamento, de forma a manter uma intensidade média temporal baixa. Por exemplo, se escolhermos o modo pulsado numa relação on/off de 1:5, em uma intensidade de 1 W/cm², isto equivalerá ao ultra-som contínuo de 0,2 W/cm².

Duração e frequência do tratamento

Existem poucas investigações sobre quais regimes de tratamento (tempo de aplicação, frequência e duração do tratamento) são mais bem sucedidos para cada condição. Como regra básica, as condições agudas exigem tratamentos mais frequentes, durante um período relativamente curto no tempo de aplicação. Ao passo que condições crônicas exigem tratamento com menos frequência, mas durante um período de tempo mais longo.

Os transtornos agudos devem ser tratados no mínimo uma vez por dia, podendo chegar até 3 vezes ao dia, enquanto que os transtornos crônicos podem ser tratados em dias alternados.

Lehmann fixa uma duração máxima de 15 minutos. Isto se refere a uma área tratada de 75 – 100 cm², que é considerada uma superfície máxima que se pode tratar. Em áreas menores o tempo de aplicação gira em torno de 3 a 5 minutos.

Cálculo do tempo de aplicação

Existe uma maneira científica de quantificar o tempo de aplicação do ultra-som e que deve ser adotada pelos profissionais envolvidos na terapêutica. O que não acontece hoje em dia, onde a regra geral infelizmente é a utilização com base em relatos errôneos de outros fisioterapeutas. A maioria utiliza sempre o ultra-som em 5 minutos, não importando o tamanho da área a ser tratada nem a condição de cronicidade da lesão. A fórmula para o cálculo do tempo de aplicação é a seguinte:

$$t = \frac{\text{área a ser tratada}}{\text{ERA}}$$

ERA

Onde “t”, é o tempo de aplicação medido em minutos; a área a ser tratada dada em centímetros por quadrado, e a “ERA”, o diâmetro do material piezoelétrico (encontrado nos manuais dos aparelhos) e que geralmente mede de 3.5 cm² a 5cm², aqui no Brasil.

INDICAÇÕES

- Traumas agudos do tecido mole
- Espasmo muscular
- Rigidez articular
- Estimulação do fluxo sanguíneo
- Reparo de tendões
- Reparo de tecido celular subcutâneo
- Úlcera de pressão
- Contraturas
- Bursite sub-acromial
- Capsulites
- Tendinites do supra-espinhoso
- Epicondilites
- Periartrite escápulo-umeral
- Cicatrização de feridas

CONTRA-INDICAÇÕES

- Útero durante a gestação
- Gônadas
- Tumores/lesões malignas
- Trombose venosa profunda
- Isquemias
- Área cardíaca
- Infecções agudas
- Olhos
- Hemofílicos sem a reposição do fator
- Placas epifisárias
- Medula espinhal, em seguida a uma laminectomia
- Grandes nervos subcutâneos e craniais
- Crânio
- Áreas anestésicas

ONDAS CURTAS

INTRODUÇÃO

A diatermia por ondas curtas é um recurso largamente utilizado na fisioterapia há mais de 50 anos. Os efeitos térmicos profundos alcançados pela terapia, tratam varias afecções dos tecidos moles profundos, não alcançados por outras formas de transferências de calor como a irradiação (infravermelho) ou por condução (compressas quentes). A importância de uma educação continuada e a aprendizagem das bases físicas da diatermia, possibilitam ao fisioterapeuta uma melhor utilização, com um menor risco de danos para o paciente.

BREVE HISTÓRICO

O uso clínico de correntes de alta frequência podem ser encontradas pela primeira vez em (1890). Em Paris d'Ansoval fez um experimento onde uma corrente de 1 AMP numa elevada frequência foi passada através dele próprio e de um assistente chamado Cornu. Embora se soubesse que intensidades similares de eletricidade a baixas frequências fossem potencialmente fatais, d'Ansoval descreveu apenas uma sensação de calor. Depois deste experimento, trabalhos subsequentes levaram ao desenvolvimentos de métodos indutivos e capacitativos de aplicação de alta frequência ao corpo, gerando um calor profundo. Estes métodos passaram a ser conhecidos como diatermia "aquecimento através de".

A frequência de oscilação das ondas curtas, pode interferir com as altas frequências empregadas nas comunicações, portanto uma convenção internacional (Atlantic city, 1942), determinou três faixas de alta frequência para uso clínico.

- 27,12 MHz com comprimento de onda de 11 metros.
- 13,56 MHz com comprimento de onda de 22 metros.
- 40,68 MHz com comprimento de onda de 7,5 metros.

A frequência mais utilizada é a de 27,12 MHz.

CONCEITOS

Diatermia

É a aplicação de energia elétrica de alta frequência com finalidades terapêuticas afim de aumentar a temperatura nos tecidos corporais em até 40 a 45°C.

Ondas curtas

São as radiações eletromagnéticas cujo valor no espectro eletromagnético variam, quanto à frequência, de 10 a 100 MHz; conhecidas como ondas de radiofrequência, a faixa de ondas mais curtas é utilizada na diatermia terapêutica.

BASES FÍSICAS

Produção da Corrente de Ondas Curtas Terapêutica

A transformação de corrente alternada doméstica de 127V e 60 Hz em 500V e 45 MHz, é conseguida através de uma fonte de energia que alimenta um gerador de alta frequência, que em seguida passa por um amplificador de potência que gera uma potência necessária para os eletrodos. Esta energia amplificada é ligada a um depósito ressonante de saída (sintonizador), na qual sintoniza o paciente à fazer parte de um circuito, permitindo transmitir o máximo de energia a ele.

Tanto campos elétricos como campos magnéticos podem ser criados em tecidos humanos submetidos à diatermia por ondas curtas. Na aplicação deste agente o paciente torna-se parte do circuito elétrico pelo uso de uma bobina indutiva ou por eletrodos do tipo capacitativo.

Efeito Joule

Quando uma energia elétrica passa através de um condutor, parte desta energia é transformada em calor. O calor se forma de acordo com a seguinte equação:

$$Q = i^2 \cdot R \cdot t$$

Onde **Q** = calor em Joules; **i** = intensidade da corrente em ampères; **R** = resistência ôhmica, e **t** = tempo.

Produção de Calor

A diatermia por ondas curtas pode ser aplicada por modo contínuo ou por modo pulsado. Embora o modo contínuo quase sempre resulte na produção de calor pelos tecidos, isto pode não ocorrer se a aplicação for por meio do modo pulsado.

O nível de calor gerado dependerá da condutividade dos tecidos, portanto os tecidos com maior teor de água e íons são aquecidos com mais rapidez. Podemos considerar que os tecidos vivos têm três características moleculares na condutividade da energia eletromagnética: moléculas carregadas, moléculas dipolares e moléculas apolares. Tecidos diferentes tem proporções variáveis destas moléculas.

É bastante conhecido em nosso meio de que o atrito entre as moléculas do tecido humano tem como consequência a produção de calor, e quanto maior for a quantidade de moléculas carregadas eletricamente, maior será a sua condutividade e maior a produção de calor.

Como exemplo de moléculas dipolares encontradas nos tecidos humanos temos: a água e algumas proteínas.

Moléculas carregadas: íons carregados (cátions e ânions)

Moléculas apolares: células de gordura

Tecidos com alto teor iônico em solução ou com um grande número de íons livres, como por exemplo o sangue, tornam-se os melhores condutores da diatermia por ondas curtas. Na prática os tecidos mais vascularizados como o músculo e o osso são bons condutores, assim como em analogia com os metais e o suor.

Fenômeno de d'Ansorval

Comprova a inexcitabilidade do complexo neuro-muscular à passagem de corrente elétrica de alta frequência.

Experiência de Schliephack

Comprovou-se que eletrodos muito próximos à superfície da pele promoviam um aquecimento nos tecidos superficiais, enquanto que se afastarmos os eletrodos da superfície alinharmos as linhas de força e será produzido um calor profundo.

Ausência de Fenômenos Eletrolíticos

Não é evidenciado a eletrólise (quebra de moléculas), pois a velocidade de propagação das correntes elétricas é muito elevada.

Campo Eletromagnético

Segundo a lei de Faraday, todo campo elétrico gera um campo magnético e vice versa, e as ondas eletromagnéticas se propagam na velocidade da luz (3×10^8 m/seg.).

EQUIPAMENTO

Variam muito no tamanho, design e cores, dependendo do fabricante. A maior parte dos painéis do aparelho de ondas curtas é composta de:

- Interruptor de potência;
- Controle de intensidade de saída => controla a porcentagem de potência máxima que é transferida ao circuito do paciente;
- Sintonizador => controla o ajuste perfeito entre o circuito do aparelho e o circuito do paciente.
- Amperímetro => monitoriza a energia que está sendo liberada pelo circuito do aparelho.
- Temporizador que varia de 5 a 25 minutos.
- Interruptor para escolha do modo contínuo ou pulsado (encontrado nos mais modernos);

Hoje já existem aparelhos no mercado que geram ondas curtas através de **transistor**, dispensando a utilização de válvulas de triodo, cuja probabilidade de quebra e danificação é elevada. A possibilidade de regime pulsado, pode também não ser encontrado em aparelhos mais antigos.

ELETRODOS

Os eletrodos servirão para conectar o paciente ao circuito elétrico do gerador de alta frequência, por meio de um aplicador capacitivo ou uma bobina de indução.

Placas Metálicas Flexíveis

São eletrodos maleáveis de metal, revestidos com uma espessa camada de borracha e um feltro por cima da borracha. Possuem basicamente três tamanhos diferentes, pequeno, médio e grande a serem utilizados dependendo da área de tratamento. É comum a utilização de uma camada de toalha dobrada entre a placa e a pele do paciente (cerca de 2 a 4 cm), evitando assim o

risco de aquecimento e a ineficácia da diatermia. A distância entre os dois eletrodos deve ser de no mínimo igual a medida da sua área, afim de garantir a profundidade da diatermia, e a região a ser tratada deve estar centrada entre os dois eletrodos.

Discos Metálicos Rígidos – Placas Com Espaço Aéreo (Schiliephack)

São eletrodos metálicos redondos, incluídos numa cobertura de plástico transparente ou vidro. Neste caso não é necessário a utilização de toalhas para afastar a placa da pele, pois a própria cobertura de plástico se encarrega de manter este espaço. Existem braços móveis e ajustáveis que conduzem de maneira prática os eletrodos de Schiliephack até a área a ser tratada. Vale lembrar que com estes eletrodos também devemos respeitar a distância mínima entre eles afim de alcançarmos a profundidade desejada. A tendência atual é a utilização deste tipo de eletrodo.

Eletrodos de Aplicação Indutiva (Tambor)

Consiste de um único eletrodo, feito em forma de tambor, cujo interior mantém uma bobina indutiva. O tambor é aplicado próximo a área a ser tratada de forma que a bobina fique paralela à superfície da pele. Neste caso o paciente não faz parte diretamente do circuito, ele receberá a energia eletromagnética pela indução da bobina. A energia eletromagnética alcançará os tecidos do corpo do indivíduo e formará correntes secundárias, chamadas também de correntes parasitas, que levarão ao aquecimento do tecido, exposto ao campo eletromagnético.

Eletrodos de Aplicação Indutiva (Cabo)

Consiste de um cabo dotado de isolamento, por onde vão passar a corrente elétrica, criando um campo eletromagnético em torno da área a ser tratada. As espiras feitas pelo enrolamento do cabo no segmento a ser tratado, deve ficar equidistantes cerca de 10 a 15 cm, onde nenhuma parte do cabo deverá se tocar evitando autocircuito.

A distância entre o cabo e a pele, também deve ser aumentada com o auxílio de várias toalhas secas envolvidas no segmento.

TÉCNICA DE APLICAÇÃO DOS ELETRODOS

Contraplanar ou Transversal

Nesta técnica os tecidos são colocados em série, pois os eletrodos estão em faces anatômicas opostas, porém na mesma direção. Estudos de Kebbel e Krause comprovaram que durante a aplicação transversal a produção de calor entre o tecido muscular e o tecido adiposo é de 1:10, também sendo comprovada uma elevada produção de calor entre a pele e o tecido adiposo subcutâneo.

Longitudinal

Os eletrodos são colocados nas extremidades dos membros, de forma que os tecidos estão na mesma linha de força, ou seja estão em paralelo. O ponto positivo desta técnica é a penetração mais efetiva do eletromagnetismo nos tecidos, pois a resistência oferecida pelos tecidos diminui.

Coplanar

Ambos os eletrodos são dispostos na mesma face anatômica. Esta técnica é considerada a mais superficial. Como inicialmente os tecidos são colocados em série, a resistência oferecida pelo tecido adiposo é muito grande produzindo um calor superficial.

O campo eletromagnético acompanha o caminho de menor resistência, através dos vasos sanguíneos que contêm uma grande parte de íons. Se os eletrodos forem posicionados muito próximos entre si, o campo transitará diretamente entre os eletrodos, e não irá ocorrer o tratamento dos tecidos.

CUIDADOS PARA A SELEÇÃO E POSICIONAMENTO DOS ELETRODOS

Tamanho dos Eletrodos

Os eletrodos devem ter o mesmo tamanho. Se eletrodos de tamanho diferente forem usados, ocorrerá um aquecimento mais intenso junto ao eletrodo menor, porque o campo ficará concentrado sobre uma menor área de superfície.

Se além do tamanho diferente, a distância entre o eletrodo e a pele também for pequena no eletrodo menor, o calor será muito mais intenso e superficial na região sob o efeito do eletrodo menor.

Tamanho dos Eletrodos em Relação a Área a ser Tratada

Os eletrodos devem ser ligeiramente maiores que a parte do corpo a ser tratada, porque o campo elétrico é menos uniforme nas bordas das placas. Um campo fraco ou não-uniforme não é recomendado para as finalidades terapêuticas. Se o eletrodo for muito menor que a área a ser tratada, haverá pouca concentração de energia, o que compromete a eficácia do tratamento.

Distância Entre os Eletrodos

Os eletrodos devem ser equidistantes e em ângulo reto com a superfície da pele (eletrodo de Schliephack). Na técnica coplanar, a distância entre um eletrodo e outro, deve ser de no mínimo igual a medida da sua área.

Distância Entre o Eletrodos e a Pele

Quando os eletrodos são aplicados mais longe da pele, a distribuição do campo torna-se mais uniforme, promovendo um alinhamento das linhas de força através dos tecidos, conseguindo com isto uma maior penetração nos tecidos.

Se a distância entre o eletrodo e a pele for pequena, haverá um aumento na densidade das linhas do campo na superfície, levando ao aquecimento superficial.

Eletrodos como o de Schliephack já possuem esta distância através da placa de vidro que entra em contato com o paciente, não sendo necessário colocar toalhas afim de aumentar esta distância. Já os eletrodos de placa metálica flexível e o eletrodo em forma de cabo, necessitam de uma camada de toalha seca entre o eletrodo e a pele do paciente. Esta distância varia de 2 a 4 cm.

EFEITOS FISIOLÓGICOS E TERAPÊUTICOS

A aplicação de diatermia por ondas curtas no organismo vivo, visa a obtenção de aquecimento nos tecidos, pela passagem das ondas eletromagnéticas (conversão). A resposta dos tecidos ao aquecimento é similar, não importando a modalidade utilizada na geração do calor. Isto significa que o fisioterapeuta tem em suas mãos um grande arsenal de agentes hipertermoterápicos, para alcançar seus objetivos de tratamento, adequando ao paciente a melhor forma de transferência de energia calórica.

Vale lembrar que o aquecimento dos tecidos deve ficar entre 40 e 45 °c, para alcançar os efeitos fisiológicos sem lesionar as estruturas, e que a integridade da sensação térmica do paciente, ainda é a melhor arma para se evitar um aquecimento demasiado.

Sobre os Vasos Sangüíneos e linfáticos

O organismo lança mão de recursos afim de dissipar o calor na área. Um dos primeiros efeitos é a vasodilatação com o aumento do fluxo sangüíneo local. A vasodilatação ocorre inicialmente nas arteríolas e capilares, atingindo mais tarde com a permanência do calor, as artérias e vasos linfáticos. Isto explica porque a diatermia por ondas curtas absorve bem os edemas residuais ou crônicos, irrigando a área e aumentando a capacidade de reabsorção dos tecidos.

Efeitos Sobre o Sangue

- a) Aumento do aporte de leucócitos nos tecidos adjacentes.
- b) Aumento da demanda de oxigênio.
- c) Diminuição do tempo de coagulação.
- d) Diminuição da viscosidade.
- e) Aumento do metabolismo: Lei de Van't Hoff

Efeitos Sobre o Sistema Nervoso

Um dos efeitos incide sobre o sistema nervoso central (SNC), após alguns minutos de tratamento. O centro hipotalâmico responsável pela regulação da temperatura corporal é “avisado” do aumento de temperatura é promove respostas afim de minimizar o calor da área, como vasodilatação profunda e sudorese.

No sistema nervoso periférico (SNP), há um aumento na velocidade de condução das fibras nervosas por conta da diminuição da viscosidade. O calor influencia as fibras motoras e sensitivas, promovendo analgesia e relaxamento de fibras musculares. Estudos de Raji e Bowden (1983), demonstram a ocorrência de uma aceleração significativa na recuperação de nervos periféricos lesionados em ratos. Contudo há necessidade da realização de novos estudos, antes que possa ficar estabelecida a importância clínica destes achados.

Aumento da Temperatura Corpórea

Quando a diatermia por ondas curtas (DOC), torna-se prolongada, o aquecimento demasiado local é transferido a outras partes do organismo, inclusive os centros talâmicos de controle da temperatura. No início, este aumento de temperatura, é controlado através da ativação das glândulas sudoríparas, vasodilatação e aumento do fluxo sangüíneo, porém se o calor permanecer e o organismo não conseguir diminuir a temperatura através destes processos

citados, o centro hipotalâmico aumenta a temperatura geral orgânica, afim de diminuir as diferenças de temperatura.

Diminuição da Pressão Arterial

A vasodilatação faz com que haja uma diminuição da tensão das paredes dos vasos ao fluxo sanguíneo, ocasionando queda dos níveis pressóricos do sangue.

Efeitos Gerais

O paciente pode referir cansaço e vontade de dormir. Isto ocorre em aplicações prolongadas, tanto em decorrência da diminuição da pressão arterial, quanto do aumento de temperatura.

Efeitos Sobre a Dor

Tanto a DOC e a DOCP, favorecem o alívio da dor. Geralmente o quadro de dor está relacionado com um fator que está gerando este quadro, como por exemplo, uma contratura muscular, ou uma irrigação insuficiente na área, levando a condição de dor.

A diatermia por ondas curtas, consegue melhorar o fluxo sanguíneo local, aumentar metabolismo, melhorar aporte de O², relaxamento de fibras musculares, promovendo a analgesia.

DOSIMETRIA

A dosimetria engloba parâmetros a serem configurados no aparelho como: frequência, potência, tempo de aplicação e método de aplicação. Isto utilizando a diatermia por ondas curtas contínua. Se for a diatermia pulsada, outros parâmetros devem ser acrescentados como: potência de pico, potência média, intensidade de pulso, e período de repouso ou números de pulsos por segundo.

Estes parâmetros são quantitativos, e se possível for devem ser buscados. A grande maioria dos profissionais utilizam um método padronizado de dosimetria, que consiste em pedir ao paciente que relate suas sensações térmicas (qualitativo). Existe uma escala para graduar a “dose”, de acordo com a sensação do paciente:

I – Calor muito débil => calor imperceptível, abaixo do limiar de sensibilidade de aquecimento.

II – Calor débil => imediatamente perceptível, é o início da sensação de aquecimento.

III – Calor médio => sensação mais clara do calor, é um calor agradável.

IV – Calor forte => No limite da tolerância, é um calor desconfortável.

Com este modelo de dosimetria qualitativa, é impossível determinar a quantidade exata de calor nos tecidos. A pele por ser um órgão dotado de terminações nervosas especializadas, principalmente os térmicos, dará um feedback mais fiel da temperatura, do que um órgão interno. Isto leva a cuidados especiais na aplicação da diatermia por ondas curtas, principalmente no modo contínuo, para que se evite queimaduras nos tecidos.

A literatura nos indicam que problemas sub-agudos devem ser tratados com doses mais baixas e patologias crônicas com doses mais elevadas. Neste caso a DOCP é o melhor recurso a ser utilizado nas patologias sub- agudas, diminuindo o efeito térmico nos tecidos.

TEMPO DE APLICAÇÃO

Em geral preconiza-se de 20 a 25 minutos de tratamento tanto para a DOCC, quanto para a DOCP.

PREPARAÇÃO DO PACIENTE E CUIDADOS

a) Preparação do paciente

- 1) A região deve estar desnuda;
- 2) Remover todos os objetos metálicos do paciente (óculos, anéis, jóias, relógio, moedas, celulares, pager, etc.)
- 3) Todas as bandagens devem ser removidas da área de tratamento;
- 4) Assegurar-se da remoção de aparelhos de surdez e equipamentos correlatos;
- 5) Não realizar em diatermia tecidos sintéticos, pois aquecem com facilidade;
- 6) Assegurar-se de que a pele esta seca;
- 7) Pedir para que o paciente informe qualquer desconforto na aplicação de DOCC/DOCP;
- 8) Colocar o paciente confortavelmente, afim de evitar mudanças de posição;
- 9) A região a ser tratada deve estar centrada entre os eletrodos.

b) Preparação do aparelho

- 1) Todos os botões do aparelho devem estar zerados;
- 2) Assegure-se de que os cabos estão conectados de modo correto;
- 3) Os cabos não devem estar pousados sobre objetos metálicos;
- 4) Manter a distância entre as placas;
- 5) Manter a distância entre os cabos, não deixar os cabos cruzarem;
- 6) Manter distância apropriada entre o eletrodo e a pele. De 2 a 4 cm;
- 7) Sintonizar o aparelho com o paciente;
- 8) Assegure-se que a cama onde esta o paciente, e a mesa que suporta o aparelho não sejam de metal, e que os objetos metálicos estejam a pelo menos 3 metros de distância do aparelho e dos cabos.

c) Cuidados do operador

- 1) Permanecer pelo menos a 1 metro dos eletrodos , e 0,5 metros dos cabos;
- 2) Não deixar o paciente só, ou dormir durante o tratamento;
- 3) Não deixar o paciente se mexer ou tocar no aparelho ou cabo;
- 4) Retirar todas as pessoas que estão na vizinhança do aparelho.
- 5) Na presença de suor, desligar o aparelho, enxugar o paciente e retornar ao tratamento;
- 6) Não utilizar na mesma sala aparelhos de baixa e média frequências.

CONTRA-INDICAÇÕES

- Marcapassos não blindados ou com blindagem insuficiente;
- Neoplasias; tumores malignos;
- Gestação;

- Osteossínteses com placas e parafusos e fixadores externos;
- Artroplastias;
- Tuberculose
- Processos infecciosos;
- Sensação térmica comprometida;
- Idade avançada; cujo paciente não coopera ou em decorrência de alguma incapacitação;
- Trombose venosa profunda;
- Febre;
- Áreas isquêmicas;
- Cardiopatas descompensados;
- Período menstrual;
- Tecidos expostos à radioterapia;
- Hemofilia, sem a reposição dos fatores;
- Região do olhos (opacifica o cristalino)
- Crânio;
- Região precordial;
- Gônadas;
- Epífises de crescimento ósseo;
- Artrite e artrose ?
- Hemorragia;

INDICAÇÕES

- Analgesia;
- Acelerar a cicatrização de tecidos;
- Reabsorção de hematomas e edemas;
- Estimular a circulação sanguínea;
- Relaxamento muscular;
- Aumento da extensibilidade do colágeno, aumentando amplitude de movimento;
- Entorses sub-agudas ou crônicas;
- Distensão muscular;
- Tendinite;
- Tenossinovite;
- Lombalgia e lombociatalgia;
- Pós-imobilização

MICROONDAS

INTRODUÇÃO

As microondas fazem parte do arsenal fisioterapêutico, é um recurso físico bastante utilizado nas clínicas de fisioterapia de maneira que as principais patologias beneficiadas, são as dos tecidos moles promovendo basicamente aumento do fluxo sanguíneo, facilitação da mobilização, cicatrização tecidual e alívio da dor. O termo mais apropriado quando utilizamos as ondas eletromagnéticas na faixa das microondas com fins terapêuticos, é a *diatermia por microondas*, onde diatermia significa "produção de calor através de".

A diatermia por microondas é capaz de produzir aumento de temperatura tecidual, quando a mesma passa pela resistência oferecida pelos tecidos, a isto denominamos *conversão*. O aquecimento produzido pela diatermia por microondas pode ser observado tanto na superfície da pele, quanto nos tecidos mais profundos, embora a eficiência de profundidade conseguida seja menor do que a eficiência obtida pela sonidoterapia ou diatermia por ondas curtas.

As microondas são uma forma de radiação eletromagnética, e assim como as ondas curtas, as microondas também fazem parte do espectro eletromagnético, cuja sua frequência está na faixa de 2450 MHz e comprimento de onda de 12,25 cm. Ela situa-se entre as ondas curtas e as radiações geradas pelas lâmpadas infravermelhas.

Na fisioterapia mundial, encontramos aparelhos de microondas que operam em:

2450 MHz com 12,25 cm de comprimento de onda → Brasil, Grã-Bretanha, Austrália e Europa.
915 MHz e 433,9 MHz com comprimento de onda de 327 mm e 690 mm respectivamente → USA.

HISTÓRICO

As microondas foram descritas pela primeira vez em 1921. Mais tarde, o desenvolvimento das válvulas magnetron multicavitárias aceleraram o uso das microondas nas instalações de radar durante a Segunda Guerra Mundial. Modernamente além da aplicação na fisioterapia, as pessoas já estão habituadas ao valor das microondas, como por exemplo na preparação de alimentos e nos sistemas de comunicação.

PRODUÇÃO DAS MICROONDAS

O aparelho utilizado na produção de microondas é composto de:

- 1) Uma válvula magnetron multicavitária;
- 2) Um cabo coaxial para a transmissão de energia de alta frequência até uma antena;
- 3) Um sistema de direcionamento para a transmissão da energia (através do ar) até o paciente.

Como a frequência das microondas é muito elevada, seu processo de obtenção não se dá por transformadores e amplificadores ou componentes elétricos comuns, mas sim por um dispositivo único denominado *Magnetron*. Este dispositivo é composto por pequenas cavidades, que são preenchidas por um fluxo elétrico, criando uma frequência de ressonância. Os elétrons

oscilam no interior da cavidade numa frequência pré-determinada, gerando assim a corrente de alta frequência que é transmitida ao longo do cabo coaxial. O cabo coaxial transmite a energia a um dispositivo direcionador, onde um sistema de irradiação, formado por uma antena com um refletor, é utilizado no direcionamento das microondas até o paciente. A corrente alternada de alta frequência, na antena, gera ondas eletromagnéticas. Refletores de formas diferentes produzem perfis de feixes diferentes. Há no mercado especializado, várias formas e diâmetros diferentes de dispositivos direcionadores.

LEIS DA RADIAÇÃO MICROONDAS

Apenas as radiações das microondas que são absorvidas podem ser consideradas como tendo qualquer potencial de efeito terapêutico. Portanto as microondas que são refletidas ou refratadas não fornecem efeitos terapêuticos aos tecidos. Como no estudo da sonidoterapia, aqui também vai acontecer o fenômeno das ondas estacionárias. Quando microondas são refletidas numa interface como a superfície do osso, uma parte da energia pode ser refletida, retornando a superfície, coincidindo e superpondo-se aos raios incidentes. Isto levará a amplificação da energia em algumas áreas ou a sua redução ou anulação em outras áreas.

Existem duas leis que devem ser obedecidas ao utilizar a diatermia por ondas curtas que são:

- Lei do Co-seno

A intensidade da radiação que incide sobre uma área, é proporcional ao co-seno do ângulo de incidência.

Em outras palavras podemos dizer que a absorção se dará de uma forma mais proveitosa, se a incidência da fonte emissora estiver em ângulo reto com a superfície a ser tratada.

- Lei do quadrado inverso

A intensidade da radiação incidente sobre uma área é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre a fonte de energia e a superfície.

$$\text{Fórmula} = I=1/d^2 \text{ onde, } I= \text{intensidade e } d= \text{distância}$$

Bom. Então podemos definir que, quanto mais distante tiver a minha fonte de microondas da pele, menor será a intensidade aplicada no local.

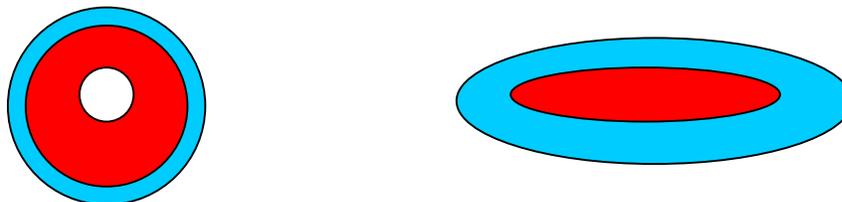
Na prática, o dispositivo direcionador é sempre posicionado numa distância curta e fixa (cerca de 10 cm) da parte sob tratamento e a potência é variada mediante o controle de potência do aparelho.

Devido a esta lei, pequenas mudanças na posição do paciente, corresponde a pequenas mudanças na distância entre o dispositivo direcionador e a parte a ser tratada, resultando numa diminuição ou aumento significativo da intensidade.

APLICADORES

São os eletrodos de aplicação e possuem duas formas básicas:

- Circulares: 10 a 15 cm de diâmetro, com temperatura máxima na periferia.
- Retangulares: 11,25 x 12,5 cm ou 12,52 x 52,5 cm, com temperatura máxima no centro do campo de radiação.



EFEITOS FISIOLÓGICOS

A diatermia por microondas, é utilizada afim de aumentar a temperatura tecidual dentro da faixa terapêutica e alcançar os efeitos desejados para o paciente. Já vimos anteriormente, o porque da utilização da hipertermoterapia nos tecidos do corpo. Pela sua eficiência na penetração nos tecidos do organismo, a diatermia por microondas é considerada como um tratamento profundo.

O princípio de aquecimento das microondas no organismo, é baseado na vibração e no atrito intermolecular, principalmente nos tecidos com grande teor de água e eletrólitos. Os efeitos fisiológicos e terapêuticos da diatermia por microondas são semelhantes à diatermia por ondas-curtas, sendo que o ondas curtas alcança uma maior profundidade do que o microondas. A diatermia por microondas poderá penetrar cerca de 3 cm de profundidade, isto dependendo de alguns fatores como:

- Quantidade de tecido adiposo interposto entre a fonte emissora e o tecido a ser tratado. Se a camada de tecido adiposo for superior a 1 cm, irá' concentrar muito calor na superfície e pouco calor será produzido profundamente.
- Adequar a distância do aplicador em relação a pele e intensidade utilizada. (lei do co-seno).

De uma maneira geral, a utilização da diatermia por microondas nos tecidos, visa o aumento do metabolismo local (Lei de Van'T Hoff), aumento do fluxo sanguíneo, vasodilatação, aumento do aporte de oxigênio, antiflogístico/antiinflamatório, analgésico, relaxamento das fibras musculares, acelera a retirada de catabólitos do local lesionado (prostaglandinas, bradicininas, histamina e ácido láctico), diminuição da viscosidade do sangue.

PRINCÍPIOS PARA A UTILIZAÇÃO DA DIATERMIA POR MICROONDAS

Depois de ter feito a avaliação do paciente e de ter escolhido a diatermia por microondas como recurso fisioterapêutico verifique se todos os perigos e contra-indicações possam invalidar a terapia.

Como inicio de preparação para a terapia é bom frisar que as ondas eletromagnéticas interagem com objetos metálicos, que podem funcionar como antenas. Portanto, peças de metal, cadeiras ou mesas de metal não devem ser utilizados durante o tratamento. Também pode ocorrer

alguma interferência elétrica com outros equipamentos eletrônicos (celular, computador..). estes objetos devem ficar a uma distância de pelo menos 1 metro.

Preparação do paciente

1. Explique a finalidade do tratamento, e que o paciente nunca deverá sentir-se "quente" no local tratado;
2. Faça um teste para a sensibilidade dolorosa e térmica do paciente, pois ele pode apresentar déficit;
3. Posicione o paciente adequadamente e confortavelmente;
4. Retire todo material metálico do paciente afim de evitar queimaduras ou interferência da energia;
5. O local a ser tratado deve estar desnudo;
6. Ponha em prática as leis do quadrado inverso e co-seno. Mantenha uma distância entre o aplicador e a pele do paciente. Dependendo da intensidade utilizada, esta distância pode variar entre 2 e 15 cm. Caso exista saliências ósseas no local de tratamento, tomar cuidado com o superaquecimento desta estrutura.
7. Instrua o paciente para não se mover durante o tratamento, pois mudanças de posição poderão aumentar ou diminuir a quantidade de calor recebida, devido a alteração da distância e/ou direção dos raios;
8. Aumente lentamente a intensidade do aparelho, para que seja dado ao paciente tempo suficiente de se acostumar aos efeitos da terapia;
9. Alerta ao paciente sobre os perigos do superaquecimento;
10. Regule o *timer* do aparelho para o tempo desejado;
11. Ajuste o controle de potência;
12. Depois do aparelho ligado, não tocar no aplicador;
13. De tempo em tempo, pergunte se a temperatura está agradável e sem riscos para queimaduras;
14. Tomar muito cuidado com aplicações em idades extremas.

Dosimetria

Vai depender da intensidade de energia aplicada X o tempo de duração. Assim como na diatermia por ondas curtas, a quantificação é subjetiva e baseia-se na sensação de calor referida pelo paciente. Temos como parâmetros o seguinte:

SENSAÇÃO

- I- Não sente calor → 10 a 40% de potência
- II - Início de sensação calórica → 40 a 80 % de potência
- III- Sensação agradável de calor → 80 a 100 % de potência
- IV- Sensação desagradável de calor → 100 a 120 % de potência

Como a sensação térmica do paciente é o principal referencial, o bom senso deve ser utilizado. Comumente os distúrbios sub-agudos são tratados com baixas doses e uma sensação térmica branda, durante 3 a 8 minutos. Já os distúrbios crônicos são tratados por uma sensação de aquecimento confortável, durante 5 a 15 minutos. A duração e frequência dos tratamentos dependeram dos objetivos e metas terapêuticas.

Contra-indicações

- Próximo a marcapassos não blindados ou com blindagem insuficiente;
- Neoplasias; tumores malignos;
- Gestação;
- Osteossínteses com placas e parafusos e fixadores externos;
- Artroplastias;
- Tuberculose
- Processos infecciosos;
- Sensação térmica comprometida;
- Idade avançada; cujo paciente não coopera ou em decorrência de alguma incapacitação;
- Trombose venosa profunda;
- Febre;
- Áreas isquêmicas;
- Cardiopatas descompensados;
- Período menstrual;
- Tecidos expostos a radioterapia;
- Hemofilia, sem a reposição dos fatores;
- Região da cabeça (opacifica o cristalino)
- Região precordial;
- Gônadas;
- Epífises de crescimento ósseo;
- Artrite e artrose?
- Hemorragia;
- Feridas ou curativos molhados

Indicações

- Analgesia
- Acelerar a cicatrização de tecidos;
- Reabsorção de hematomas e edemas;
- Estimular a circulação sanguínea;
- Relaxamento muscular;
- Aumento da extensibilidade do colágeno, aumentando amplitude de movimento;
- Entorse sub-agudas ou crônicas;
- Distensão muscular;
- Tendinite;
- Tenossinovite;
- Lombalgia e lombociatalgia;
- Pós-imobilização

**ANALISE COMPARATIVA ENTRE
ONDAS CURTAS E MICROONDAS**

<i>PARÂMETROS</i>	<i>ONDAS CURTAS</i>	<i>MICROONDAS</i>
Frequência	27,12MHz	2450 MHz
Comprimento de onda	11 metros	12,25 cm
Eletrodos	Duplo contato direto	único direcionador
Tempo	20 a 30 minutos	3 a 15 minutos
Riscos	Queimadura	Queimadura
Praticidade	Cuidados com placas e cabos	Regular potência e distância
Higiene	Contato direto	Sem contato
Numero de atendimento	Máximo de 3 p/ hora	Pode chegar até 10 p/ hora
Sintonia	Constante	Não é necessário
Consumo	Semelhantes	Semelhantes

HIPOTERMOTERAPIA

INTRODUÇÃO

O tratamento através do resfriamento dos tecidos do corpo com fins terapêuticos é bastante conhecido no meio fisioterápico, e já vem sendo utilizado desde a época de Hipócrates. Como toda ciência evolui, hoje sabemos bem mais sobre os efeitos fisiológicos e terapêuticos que o frio promove nos tecidos, bem como os cuidados necessários para garantir uma boa interação entre a hipotermoterapia e a lesão do paciente.

A hipotermoterapia, também é conhecida como terapia pelo frio, ou terapia fria, ou ainda mais conhecida como crioterapia. Tem como principal objetivo reduzir a temperatura dos tecidos do corpo pela retirada de energia calórica, reduzindo assim o metabolismo local e da necessidade de oxigênio pelos tecidos.

Como definir então crioterapia? Bom! Crioterapia é o resfriamento local dos tecidos ou regiões por um certo período, com finalidades terapêuticas.

EFEITOS FISIOLÓGICOS

Sobre a temperatura corporal

Logo que é aplicada a modalidade de crioterapia na pele, a temperatura superficial cai imediatamente e de forma rápida, depois de alguns minutos a temperatura começa a elevar-se devido as respostas de produção de calor pelo organismo, até alcançar alguns graus acima da temperatura da técnica crioterápica. Já a temperatura profunda do corpo cai de forma mais lenta e progressiva durante a aplicação do frio, portanto quanto maior for a profundidade do tecido, mais lento será a queda da temperatura.

A recuperação total da temperatura superficial, pode levar de 1 a 2 horas, mas depois de 30 minutos à sua aplicação, já é permitido uma nova aplicação de frio, sem que isso possa produzir danos ao tecido resfriado.

Sobre a circulação sanguínea

Durante muito tempo paira uma dúvida entre os pesquisadores e até mesmo entre os fisioterapeutas e acadêmicos, no que diz respeito aos efeitos de vasodilatação e vasoconstrição na utilização da crioterapia. Alguns defendem que nos primeiros 5 minutos acontece a vasoconstrição e depois a vasodilatação; outros já acham que somente acontece a mudança aos 10 minutos. Ainda hoje permanece esta dúvida. Podemos destacar as seguintes teorias:

- a) Sempre vasoconstrição

Esta condição é aceita pelo fato de que o aumento do fluxo sanguíneo não está ligada ao aumento do diâmetro do vaso (vasodilatação), e que o vaso sanguíneo não estaria realizando uma vasodilatação verdadeira, apenas um retorno ao diâmetro normal.

Quanto ao aspecto de hiperemia, a redução do metabolismo tecidual, durante o

resfriamento, reduz a troca de oxigênio entre tecidos e capilares. Esta redução na troca, resulta em sangue mais oxigenado (parece mais vermelho) no sistema venoso da pele.

b) Vasoconstrição no início da aplicação do frio seguida de vasodilatação

Quando frio é aplicado, uma resposta imediata é a vasoconstrição cutânea superficial e redução do fluxo sanguíneo. A quantidade de fluxo sanguíneo na área é inversamente proporcional aos fatores de resistência do vaso sanguíneo. O diâmetro do vaso é o mais significativo fator relacionado ao fluxo sanguíneo. Qualquer influência que cause contração do músculo liso capilar, irá reduzir o diâmetro do vaso (vasoconstrição). Ao contrário, quando o tônus da musculatura lisa do vaso sanguíneo diminui, nas aplicações de calor por exemplo, o diâmetro do vaso aumenta (vasodilatação).

Geralmente exposições ao frio por curto período (15 minutos ou menos), resulta em vasoconstrição de arteríolas e vênulas. O mecanismo de ação que causa a vasoconstrição envolve fatores como, a ação direta do frio sobre a musculatura lisa do vaso sanguíneo vasoconstrição cutânea reflexa.

O fluxo sanguíneo na pele está primariamente sob o comando do sistema nervoso e desempenha um importante papel na termorregulação. A vasoconstrição cutânea ocorre como parte do mecanismo de retenção de calor do corpo. Quando a temperatura da pele está diminuída, receptores térmicos para o frio (terminações nervosas livres) presentes na pele são estimulados, causando uma excitação reflexa de fibras adrenérgicas simpáticas. O aumento das atividades dessas fibras causa vasoconstrição. Este reflexo de vasoconstrição pode também resultar em uma vasoconstrição cutânea generalizada. O fluxo sanguíneo que diminui é maior nas áreas que está diretamente resfriada.

Quando a temperatura tecidual é mantida por um longo período, ou quando a temperatura tecidual é reduzida abaixo de 10 ° C., uma vasodilatação induzida pelo frio, pode se seguir a uma vasoconstrição inicial. Este fenômeno foi reportado por Lewis em 1930, que chamou de “Hunting response”, os episódios de vasoconstrição e vasodilatação.

Clarke et al, também acharam correlações da aplicação do frio com o fenômeno de vasodilatação, sem estar associados ao fenômeno de “hunting response”. Eles associaram ao aumento de temperatura tecidual e vasodilatação, por respostas profundas, provavelmente de músculos esqueléticos acionados.

Sobre o mecanismo neuromuscular e dor

O frio pode reduzir o espasmo muscular por um mecanismo reflexo e não direto, atuando diretamente no músculo.

A redução da temperatura reduz a velocidade de transmissão sensorial, podendo levar até a um bloqueio de condução do nervo sensorial. Sendo assim as sensações cutâneas são reduzidas com a aplicação do frio.

O resfriamento reduz a dor pelos seguintes mecanismos:

- a) Direto: pela elevação do limiar de dor, liberação de endorfinas e diminuição do metabolismo.
- b) Indireto: pela eliminação da causa.
O resfriamento também é capaz de reduzir os reflexos.

Sobre a inflamação

Todo trauma no organismo gera um processo inflamatório nos tecidos. A resposta inflamatória consiste em uma complicada série de adaptações teciduais, que envolvem principalmente os vasos sanguíneos, os componentes líquidos e celular do sangue e tecido conjuntivo circunjacente. Podemos destacar os seguintes efeitos do frio em relação a inflamação:

- a) Redução do metabolismo e do consumo de oxigênio;
- b) Prevenção no local de instalação da hipóxia secundária ou, quando já instalada, ajuda na sua resolução;
- c) Reduz e limita o processo inflamatório;
- d) Redução de colagenose sinovial. Tem indicação também em processos reumáticos;

Sobre o metabolismo celular

Enquanto na hipertermoterapia temos um aumento no metabolismo celular, guiado pela lei de Van'T Hoff, na crioterapia observamos o inverso, ou seja a redução do metabolismo celular. Isto traz para os tecidos lesionados uma condição de sobrevivência maior, e conseqüentemente um reparo mais rápido da lesão.

Efeitos gerais

- Aumento da viscosidade dos fluidos;
- Diminuição da atividade de produção das glândulas sudoríparas;
- Diminuição da permeabilidade celular;
- Fechamento dos poros existentes nos vasos sanguíneos.

EM QUE FASE DA LESÃO DEVEMOS APLICAR A CRIOTERAPIA?

Devemos iniciar a crioterapia já na fase aguda, nos primeiros 5 (cinco) minutos após lesão, afim de alcançar todos os benefícios da terapia.

A crioterapia pode ser aplicada não só na fase aguda das patologias, mas também na fase sub-aguda e crônica, dependendo dos objetivos do fisioterapeuta.

LESÕES PROVOCADAS PELO FRIO

Ulceração

A classificação pode ser feita como superficial e profunda. Na ulceração superficial, há um congelamento da pele e do tecido celular subcutâneo. A pele apresenta-se com manchas azuladas, arroxeadas ou ainda estrias, podendo evoluir para o quadro de sensação de queimadura, "ferroada", coceira intensa, inchaço na área e bolhas. A pele irá descamar-se e permanecerá hiperêmica, tornando-se muito sensível ao frio.

Na ulceração profunda, há um congelamento de pele, tecido celular subcutâneo, vasos sanguíneos e músculos. Os sintomas são semelhantes a ulceração superficial, apresentando somente um maior grau de acometimento das estruturas. As bolhas são maiores e o edema é bem visível nos segmentos afetados associados a dor latejantes e "agulhadas".

As aplicações com pacotes de gelo, até 60 minutos, e do Cold Pack (bolsa de termogel), até 20 minutos, não causarão ulcerações na pele.

Pé-de-imersão e pé-de-trincheira

Podemos definir o pé-de-imersão, como resultado da exposição prolongada (semanas) ao frio ou a água fria em temperatura ambiente acima do congelamento. A evolução do quadro mostra edema, hiperemia e anestesia transitória. Não há riscos quando o caso é leve, mas nos casos graves experimenta-se anos de dor, adormecimento e redução da força muscular. Dificilmente o quadro evolui para a gangrena.

Já pé-de-trincheira, podemos definir como aquele que apresenta a mesma condição do pé-de-imersão, diferindo somente nas condições de exposição, ou seja, em condições pantanosas e úmidas, lembrando soldados entrincheirados.

Hipersensibilidade ao frio (reações alérgicas)

Normalmente devido aos seus leves sintomas, a hipersensibilidade não é muito considerada pelos profissionais da área, porém deve haver sempre a intenção por parte do fisioterapeuta em diagnosticar esta hipersensibilidade ao frio e contra-indicar a terapia pelo frio. Como classificação das reações alérgicas temos:

- Urticária fria: devido a liberação de histamina;
- Hemoglobinúria: grupo com sinais caracterizados pelas hemolisina fria e aglutinina.
- Púrpura (hemorragia da pele e membranas mucosas): e outros sinais refletindo presença de crioglobulina, uma proteína anormal no sangue que promove a formação de um gel à temperaturas baixas;
- Eritema frio: resposta não alérgica, congênita e anormal ao resfriamento caracterizado por dor severa, espasmo muscular, suor, e sem urticária.

Alterações vasoespásticas (fenômeno de Raynaud)

O fenômeno de Raynaud é o nome dado as alterações funcionais da circulação periférica de caráter local. É caracterizado por episódios em pequenas artérias e arteríolas (nas extremidades), resultando em palidez, ou cianose na pele, seguido de hiperemia, também podendo ocorrer formigamento e queimação. A obstrução completa dos vasos ocorre quando a constrição for muito grande.

A *Doença de Raynaud* é também denominada de fenômeno primário de Raynaud, é predominante no sexo feminino jovem. As pessoas acometidas são aquelas que se expõem de forma leve ao frio, como colocar as mãos em locais frios.

Na terapêutica clínica, devemos considerar proibitivo o uso da crioterapia em pessoas que apresentam distúrbios vasoespásticos, pois o espasmo arterial extremo pode induzir a uma necrose. Devemos tomar muito cuidado na administração da crioterapia em nossos pacientes e saber interpretar sintomas das doenças vasoespásticas.

TÉCNICAS DE APLICAÇÃO

1) *COLD PACK - PACOTE FRIO – PACOTE-DE-GEL - BOLSA DE TERMOGEL*

O pacote de gel (hidrocollator) consiste em uma bolsa de vinil ou material plástico resistente contendo uma substância gelatinosa capaz de absorver e manter a baixa temperatura.

O pacote de gel é mantido a uma temperatura abaixo de zero grau, e quando utilizado na terapia mantém esta mesma temperatura, por um período de tempo de aproximadamente 30 a 60 minutos.

Está indicado para tratamento de lesões superficiais e profundas. O seu aquecimento, devido a retirada de calor do corpo, é lento e consegue manter seu valor terapêutico pelo período de tempo que durar a terapia. Afim de prevenirmos possíveis danos que este nível de temperatura pode causar a pele, a duração da terapia deve ser no máximo de 20 minutos.

Há no mercado também um outro pacote de gel, que não mantém por mais de 5 minutos a temperatura de zero grau centígrado. Neste caso, apenas as lesões superficiais serão tratadas por este pacote de gel comum e o fisioterapeuta tem o trabalho de trocar a cada 10 minutos de tratamento por um outro pacote previamente congelado, caso contrário os efeitos fisiológicos não poderão ser alcançados. Este pacote de gel comum oferece pouco risco a pele do paciente, pois a temperatura sobe progressivamente.

2) *PACOTE QUÍMICO*

O pacote químico caracteriza-se por ser descartável e por possuir no interior do seu envoltório (bolsa de vinil) duas divisões: uma pequena e outra maior, adicionando em seus interiores duas substâncias químicas que uma vez entrando em contato entre si, promoverão o resfriamento.

Para iniciar a operação de resfriamento pelo pacote químico, devemos apertar a bolsa menor até que ela se rompa e libere o seu fluido para a bolsa maior. A reação química dos componentes das duas bolsas reduz a temperatura da mistura. É acondicionado a temperatura abaixo de zero grau e a duração da terapia deve ser de até 20 minutos no máximo. É indicado para tratamentos superficiais e profundos. Cuidados devem ser tomados para possíveis vazamentos do fluido que podem provocar queimaduras químicas.

3) *BOLSA DE BORRACHA*

A bolsa de borracha consiste na mistura de gelo e água, numa temperatura mais ou menos de 4 °C., que para maior conforto do paciente, deve acompanhar o contorno da parte do corpo que está sendo aplicada a técnica.

Nesta técnica a temperatura da bolsa também tende a subir pela troca calórica com os tecidos aquecidos do corpo. Uma maneira de retardarmos esta elevação de temperatura e nos beneficiarmos ao máximo da técnica, consiste na utilização de gelo moído + álcool etílico, numa razão de 2 partes de gelo para 1 de álcool, colocada dentro da bolsa.

O tipo de resfriamento deste método é superficial, e a vantagem é que a proteção de borracha evita desconforto para paciente sensíveis ao frio. O tempo de aplicação está em torno de 20 minutos.

4) **COMPRESSA FRIA OU PANQUECA FRIA**

É a técnica mais utilizada na crioterapia, pela facilidade em obter e aplicar, até mesmo pelos pacientes em seus domicílios.

Na compressa fria molhamos uma toalha em água fria (com pedras de gelo) e dobramos em forma de uma compressa, e aplicamos diretamente no local.

Na panqueca fria, executamos o mesmo procedimento da compressa fria, só que adicionamos dentro da toalha, gelo moído e dobramos em forma de uma panqueca. A panqueca é aplicada diretamente na região a ser tratada, e a duração das duas técnicas ficam em torno de 30 minutos.

5) **PACOTE DE GELO**

Esta técnica é bastante eficaz para tratamentos superficiais e profundos. E colocado gelo dentro de um saco plástico de textura fina. O gelo deve ser moído ou triturado. Devemos evitar o gelo em cubo, pois dificulta a moldagem em extremidades. Retiramos o ar do saco plástico, fechando-o em seguida para a sua aplicação. A duração do tratamento está em torno de 30 minutos.

6) **SPRAY**

O Spray é uma técnica de resfriamento que promove a redução da dor, agindo como um contra-irritante, ou seja, modificando a entrada sensorial da dor.

a) Spray-Fluor-Metano Diclorodifluormetano (15%) e Tricloromonofluormetano (85 %)

É um gás inerte, não explosivo, inflamável e tóxico.

Indicações: O Spray Fluor-Metano é um vapor refrigerante destinado a aplicação tópica no controle da dor miofascial, movimento limitado, espasmo muscular e controle de dor associado a aplicação de injeções. Inúmeras condições clínicas podem mostrar o efeito do Spray e da flexibilidade associados. Como exemplo, podemos citar a dor lombar, torcicolo, espasmo muscular associado a osteoartrite, entorse de tornozelo, rigidez dos isquiotibiais, espasmo do músculo masseter, alguns tipos de dores de cabeça e dor reflexa devido a pontos desencadeantes (pontos gatilhos). O alívio da dor facilita uma mobilização precoce e o restabelecimento da função muscular e articular normal.

- Precauções: Devemos tomar cuidado para minimizarmos a inalação de vapores, especialmente em aplicações na cabeça ou pescoço. Evite o contato com os olhos e o Spray não deve ser aplicado ao ponto de formação de congelamento.
- Reações adversas: Pode ocorrer sensibilidade cutânea, mas parece ser extremamente raras. A baixa temperatura pode, ocasionalmente alterar a pigmentação.
- Contra-indicação: O Fluor-Metano é contra-indicado para indivíduos com histórico de hipersensibilidade à substância ativa.
- Cuidados: Indicações somente para uso tópico externo; o conteúdo está sob pressão e deve ser mantido em local frio numa temperatura abaixo de 50°C.
- Dosagem e administração: Ao aplicar o Spray, inverta o frasco sobre a área a ser tratada e mantenha uma distância aproximadamente de 30 cm do local da aplicação.

b) Spray - Etil - Clorido (Cloroetano)

O Etil - Clorido é um vapor refrigerante destinado à aplicação tópica para controlar a dor associada às condutas cirúrgicas menores, lesões de atletismo, injeções, e para tratamento de dor miofascial, movimento restrito e espasmo muscular.

- Precauções: Devemos evitar a inalação do gás, pois pode produzir efeitos narcóticos e anestésicos gerais ou anestesia profunda ou coma fatal, com parada cardíaca ou respiratória. O Etil - Clorido é inflamável e nunca deve ser usado na presença de uma chama em aberto, ou equipamento elétrico de cauterização.
- Reações adversas: Pode ocorrer sensibilidade cutânea, mas parece ser extremamente rara. A baixa temperatura pode, ocasionalmente alterar a pigmentação.
- Contra-indicação: O Etil-Clorido é contra-indicado para indivíduos com histórico de hipersensibilidade à substância ativa.
- Dosagem e administração: Ao aplicar o Spray, inverta o frasco sobre a área a ser tratada e mantenha uma distância aproximadamente de 30 cm do local da aplicação.

7) UNIDADE CRIOMÁTICA

A unidade criomática é um aparelho de refrigeração, onde circula o gás Freon, que é conduzido através de molas e serpentina dispostas como em uma almofada. A almofada é colocada ao redor do membro como se “embrulhasse”, ou em outros segmentos (costas ou abdômen). Podemos selecionar qualquer temperatura entre 6^oC e 27^oC. Aparelhos sensitivos mantêm a temperatura próxima da temperatura selecionada. O seu uso é praticado em hospitais em pré e pós-cirúrgico e por atletas.

8) CRIOCINÉTICA (*frio e exercício sem dor*)

A técnica criocinética foi introduzida em 1950, por Knot e Mead, ficando esquecida até por volta de 1960, quando foi novamente reativada em um hospital do exército. A sua aplicabilidade dava-lhe muita credibilidade, pois permitia uma recuperação funcional rápida e de forma mais eficaz.

Apesar do seu uso inicial ser feito em soldados, sua maior evolução deu-se na área esportiva. Hoje a criocinética constitui-se em uma das formas mais eficazes de tratamento nas lesões esportivas agudas.

A técnica consiste do uso do frio para promover o adormecimento do local a ser tratado e permitir o exercício ativo progressivo, sem dor.

A seguir há uma mostra do protocolo realizado pelo CEFESPAR -SP. Este protocolo foi baseado em outro estudo feito por Knight.

Indicação: Na lesão aguda de tornozelo, grau I e grau II. Devemos tomar mais cuidados com a lesão de grau II. Para outros tipos de lesões devemos adaptar a técnica.

Cuidados: Se durante a imersão ou o pacote frio, o paciente referir-se a "muita dor", faça o processo de adaptação ao frio. A dor "muito" intensa e progressiva pode ser devido a um espasmo vascular.

Desenvolvimento: Pacote de gelo moído, faixas elásticas (para compressão) e termômetros para o controle das temperaturas da pele e do ambiente.

Técnicas de escolha: Pode-se utilizar duas técnicas: *Imersão X Exercícios ou Pacote frio X Exercícios.*

**PROTOCOLO DA TÉCNICA CRIOCINÉTICA
(Modificado pelo CEFESPAR)**

PATOLOGIA DE ESTUDO: Entorse do tornozelo de grau I

TÉCNICA: Pacote frio X exercícios (criocinética)

INÍCIO DA CRIOCINÉTICA: 24 horas após a lesão

Desenvolvimento da técnica:

1- Pacote frio até adormecimento com compressão e elevação.	15 min
2- Exercícios no limite da dor. Exercícios passivos de ADM máxima, manter a compressão	5 min
3- Pacote frio (readormecimento) idem (1)	7 min
4- Repetir (2). Exercícios ativos de ADM máxima	5 min
5- Repetir (3)	7 min
6- Repetir (2). Exercícios ativos de ADM máxima com sustentação do peso corporal, apoio bipodal no plano estável.	5 min
7- Repetir (3)	7 min
8- Repetir (2). Exercícios ativos de ADM máxima com sustentação do peso corporal, apoio monopodal e plano estável.	5 min
9- Repetir (3)	7 min
10 – Repetir (2). Exercícios ativos de ADM máxima com sustentação do peso corporal, apoio monopodal e bipodal nos planos estável e instável.	5 min
11- Pacote frio no final (redução do metabolismo) com compressão e elevação.	30 min

OBS.: Estes procedimentos devem ser repetidos a intervalos de 2 horas e, por um período seqüencial de 24 horas;

Manter durante os exercícios e os intervalos entre cada sessão a compressão e a elevação;

*ADM – amplitude de movimento.

INDICAÇÕES

- Espasticidade
- Traumatismos agudos, sub-agudos e crônicos
- Síndrome ombro-mão
- Coto de amputados
- Processos inflamatórios (bursites, tendinites, capsulites, sinovites, tenossinovites, etc.)
- Artrose
- Artrite reumatóide
- Prevenção de lesões degenerativas
- Pós-cirurgias

CONTRA-INDICAÇÕES

- Hipersensibilidade ao frio
- Urticária ao frio
- Acrocianoses
- Alterações cardiovasculares graves
- Hipertensão arterial
- Alterações circulatórias
- Edemas de origem cardíaca, renal ou hepática

CUIDADOS GERAIS

- Avaliar o paciente para possíveis contra-indicações da crioterapia
- Elevar, posicionar e enfaixar a área a ser tratada
- Não devemos ultrapassar 60 minutos de terapia contínua, para evitarmos possíveis ulcerações na pele.
- Fixar o pacote de gelo por bandagens elásticas ou ataduras de crepe.
- Nas primeiras sessões pode-se utilizar um isolante entre a pele e o pacote de gelo, afim de minimizar o desconforto causado pelo frio direto sobre a pele. Este isolante pode ser um saco plástico vazio.
- Cuidado na utilização do pacote de gelo em áreas pouco vascularizadas, como por exemplo na região anterior da tíbia, patela e extremidades ósseas.

Complicações de modalidades terapêuticas: resultados de pesquisa nacional de atletas praticantes

modalidade	complicação	n	%
crioterapia	reação alérgica	86	42
	queimadura	23	
	intolerância/dor	16	
estimulação elétrica	irritação da pele	41	29
	queimadura	40	
	intolerância/dor	18	
calor terapêutico	queimadura	--	22
exercício terapêutico	---- -----	--	7
		362	100%

NADLER (2003)

INFRAVERMELHO

INTRODUÇÃO

Todos os corpos que possuem vibração atômica promovem a geração de calor. Todos os corpos com a temperatura acima de 0° Kelvin (-273° C), emitem radiação infravermelha. Como principal fonte de radiação infravermelha natural temos o sol. Terapêuticamente pode ser utilizada a radiação infravermelha natural, ou mais comumente a artificial, através de lâmpadas geradoras desta radiação.

O uso da radiação infravermelha no tratamento de uma série de distúrbios clínicos já possui longa data na história da fisioterapia, desde o início do século XX. Na década de 50, Fleck (1952), sugeriu que a radiação infravermelha fosse utilizada numa série de distúrbios como a, tuberculose, elefantíase e várias lesões do tecido mole. Hoje com o desenvolvimento de novos estudos, sabe-se que há limitações na sua utilização e que a radiação infravermelha com fins terapêuticos não resolve todos os problemas apresentados por Fleck naquela época. A radiação infravermelha continua sendo empregada, embora com menos popularidade entre os fisioterapeutas, com o objetivo de aliviar a dor e a rigidez, aumentar a mobilidade das articulações e promover reparos no tecido mole e distúrbios da pele.

PROPRIEDADES

As radiações infravermelhas são invisíveis ao nossos olhos, porque situam-se dentro da faixa do espectro eletromagnético entre as microondas e a luz visível. Quando utilizamos o infravermelho dito luminoso, como os infravermelhos com lâmpadas vermelhas, na verdade o que acontece é que a frequência de emissão desta fonte de radiação está próxima da faixa de frequência da cor vermelha.

Existem 3 faixas biologicamente significativas, que diferem no grau em que são absorvidas pelos tecidos, e por tanto no seu efeito sobre os tecidos. As radiações infravermelhas com o comprimento de onda muito longo, tem pouco poder de penetração, além de produzirem queimaduras com muita facilidade. A faixa terapêutica mais indicada para o uso terapêutico esta compreendida entre 8.000 e 15.000 Å de comprimento de onda.

FONTES DE RADIAÇÃO INFRAVERMELHA

As fontes de radiação infravermelha podem ser naturais ou artificiais. Como exemplo clássico da natural temos o sol, que emite vastas quantidades de energia radiante. Contudo esta fonte de energia natural não é muito confiável, e não é facilmente controlável, e portanto fontes artificiais são utilizadas com mais predomínio tanto em casa, como na prática clinica. Estas fontes são os aquecedores, secadores de cabelos, fornalhas industriais e fogões.

Na prática da fisioterapia, podemos utilizar os geradores luminosos ou não luminosos para aplicação terapêutica. O método mais comum de produção de radiação infravermelha, consiste em passar uma corrente através de um fio metálico espiralado, produzindo calor. Já os geradores luminosos (que também podem ser denominados aquecedores radiantes), consiste de um filamento de tungstênio no interior de um bulbo de vidro que contém um gás inerte sob baixa pressão. Estes geradores emitem radiações infravermelhas e visíveis. Filtros podem ser utilizados

na limitação da emissão a determinadas faixas de onda, quando por exemplo ocorre quando um filtro vermelho é empregado na filtração das ondas luminosas das faixas do azul e verde.

Os geradores não luminosos consistem de um arame de resistência espiralado, que pode ser enrolado em torno de um objeto isolante de cerâmica ou podendo estar incrustado no objeto. A radiação infravermelha será emitida tanto pelo fio metálico, como pelos materiais aquecidos que circundam a resistência, o que resultará na emissão de radiações de diversas frequências diferentes.

No comércio especializado, podem ser adquiridas lâmpadas (tanto luminosas, como não luminosas) com diferentes potências. As lâmpadas não luminosas são geralmente encontradas com níveis de potência entre 250 e 1500W, e as lâmpadas luminosas normalmente variam entre 250 e 1000W.

PENETRAÇÃO NOS TECIDOS DO CORPO

Vai depender do comportamento da radiação infravermelha e na interação com os tecidos superficiais. As radiações infravermelhas podem ser refletidas, absorvidas, transmitidas, refratadas e difratadas pela matéria. A penetração também vai depender diretamente da intensidade da fonte (W), do comprimento de onda, do ângulo no qual a radiação colide com a superfície (lei do co-seno) e pelo coeficiente de absorção dos tecidos. De uma maneira geral a penetração da radiação infravermelha fica no máximo em 3 mm.

EFEITOS FISIOLÓGICOS

Os principais efeitos fisiológicos, são resultante do aquecimento local dos tecidos expostos a radiação, os fótons da radiação infravermelha não dão origem a efeitos fotoquímicos. Podemos destacar os seguintes efeitos:

- Aumento do metabolismo superficial local;
- Aumento do fluxo sanguíneo na circulação cutânea;
- Vasodilatação local;
- Diminuição da viscosidade sanguínea;
- Sudorese

EFEITOS TERAPÊUTICOS

- Analgesia;
- Aumento na velocidade de condução nervosa;
- Relaxamento muscular;
- Diminuição do espasmo muscular;
- Redução da rigidez articular;
- Aceleração do reparo/cicatrização tecidual;
- Redução do edema crônico;

A radiação infravermelha pode causar diversos males ao indivíduo, quando utilizada de maneira imprópria. Se for utilizada durante longo período ou utilizadas intensidades muito elevadas os tecidos podem apresentar características como:

- Um aspecto do tipo "eritematoso";
- Pigmentação permanente;
- Formação de pábulas;
- Formação de bolhas;
- Edema;
- Queimaduras;
- Lesões ópticas;
- Áreas desidratadas pela longa exposição.

PREPARAÇÃO DO PACIENTE, CUIDADOS E DOSIMETRIA

- Verificar sempre o equipamento, quanto a seu estado geral de conservação;
- Examinar se o paciente tem alguma contra-indicação para a realização da terapia;
- Informar ao paciente sobre a natureza do tratamento e possíveis riscos associados ao tratamento;
- A área a ser tratada deve estar desnuda;
- Proteger olhos, lábios e testículos;
- Examine a área a ser tratada;
- Posicione o paciente de maneira confortável, afim de manter sempre a distância inicial;
- Pré aqueça o equipamento;
- Posicione o equipamento em ângulo reto com a área a ser tratada, e mantenha uma distância entre 50 e 75 cm.
- Dosimetria: a intensidade da dose é determinada pela resposta do paciente ao estímulo percebido. Portanto é de grande importância que o paciente seja alertado para o nível apropriado de aquecimento a ser percebido, devendo compreender a importância de comunicar qualquer alteração à temperatura percebida, tanto quando o equipamento é inicialmente regulado, quanto durante o curso do tratamento. A lei do quadrado inverso também deve ser aplicada para diminuir ou aumentar a quantidade de calor gerada e sentida pelo paciente. O tempo de aplicação da radiação infravermelha está entre 10 e 20 minutos, dependendo do tamanho e vascularidade da parte a ser tratada, cronicidade da lesão, e natureza da lesão.
- Sempre perguntar sobre o aquecimento ao paciente;
- No final do tratamento reavaliar a pele e palpar afim de mensurar com o tato a temperatura em leve ou moderadamente quente.

INDICAÇÕES

- Contratura musculares;
- Furúnculos
- Psoríase;

- Sinovites de pequenas articulações;
- Pré-cinético
- Pré-massoterapia,
- Alívio da dor crônica
- Aumentar nutrição de tecidos superficiais

CONTRA-INDICAÇÕES

- Áreas com sensibilidade térmica alterada;
- Áreas isquêmicas ou com comprometimento da circulação periférica;
- Hemorragias;
- Tecido maligno na pele;
- Febre;
- Algumas afecções agudas como dermatites ou eczema;
- Testículos;
- Pele desidratada,
- Olhos;
- Enxerto de pele recente;

ULTRAVIOLETA

INTRODUÇÃO

A fundação da moderna fototerapia por radiação ultravioleta (UV) teve início com o trabalho do dinamarquês Niels Finsen, que é mais lembrado atualmente por seu tratamento bem sucedido da tuberculose cutânea, e que, em 1903 ganhou o Prêmio Nobel de Medicina, em reconhecimento de sua obra. Em seguida ao trabalho pioneiro de Finsen, a primeira parte do século XX presenciou a rápida expansão da helioterapia (que usa o sol como fonte de radiação) e da actinoterapia (que usa lâmpadas como fonte), por toda a Europa e EUA para o tratamento de muitas doenças da pele. A prática da actinoterapia continuou se expandindo por toda a metade do século XX, tendo sido acompanhada por uma enorme literatura sobre este assunto durante as décadas de 20 e 30. Este rápido crescimento fica refletido pelas muitas revisões do livro *Actinotherapy Technique*, que foi publicado pela primeira vez pela Sollux Publishing Company em 1933, tendo sido reimpresso pela nona vez (7ª edição) em 1949.

PROPRIEDADES

A radiação ultravioleta (RUV) abrange uma pequena parte do espectro eletromagnético. As outras regiões deste espectro são as ondas de rádio, microondas, radiação infravermelha (calor), luz visível, raio-x, e radiação gama. O aspecto que caracteriza as propriedades de qualquer região específica do espectro é o comprimento de onda da radiação.

A RUV abrange a região de comprimento de onda entre 400 a 100 nm:

- UVA 400-320nm;
- UVB 320-290nm;
- UVC 290-200 nm.

Tem sido prática comum na fisioterapia falar-se de “luz ultravioleta”. Esta é uma denominação incorreta; o termo "luz" deve ficar reservado para os comprimentos de onda de radiação (aproximadamente entre 400 e 700 nm) que atingem a retina e resultam numa sensação de visão. A denominação correta é radiação ultravioleta, ou RUV.

FONTES DE OBTENÇÃO

As primeiras fontes de radiação ultravioleta artificial, foram as lâmpadas de arco de carbono do tipo desenvolvido por Finsen, na virada do século. Estas lâmpadas eram impopulares na prática clínica devido ao ruído, odor, e centelhas, e foram tornadas obsoletas pelo desenvolvimento das lâmpadas de arco de mercúrio. As lâmpadas fluorescentes foram desenvolvidas no final dos anos 40 e, desde então, foram utilizados o fósforo e diversos materiais envoltórios para a produção de lâmpadas com emissões diferentes na região ultravioleta, de tal forma que hoje em dia existe uma ampla variedade de lâmpadas utilizadas na fototerapia das doenças da pele.

Há um tubo de quartzo, onde é armazenado um gás geralmente o mercúrio vaporizado. A corrente elétrica atravessa o gás e faz com que os átomos de mercúrio tornem-se excitados pelas colisões com os elétrons que fluem entre os eletrodos da lâmpada, liberando as radiações ultravioleta, visível e infravermelha.

EFEITOS FISIOLÓGICOS

Os efeitos fisiológicos da radiação ultravioleta são considerados fotoquímicos, enquanto na radiação infravermelha somente físicos.

Produção de vitamina D: Uma vez absorvido os raios ultravioleta fazem parte do processo fotoquímico ativando os precursores do esteroide na pele, como o 7-desidrocolesterol, até a vitamina D3. A vitamina D3, por sua vez, é transformada no fígado e rins em metabólitos biologicamente ativos, como a 25-hidroxivitamina D; então os metabólitos atuam sobre a mucosa intestinal, facilitando a absorção do cálcio, e sobre os ossos, facilitando as trocas de cálcio.

Bactericida: A radiação ultravioleta possui efeito bactericida, sem causar danos ao organismo. Muito utilizada em úlceras de pressão, acne e outras dermatites específicas;

Proliferação epidérmica ou hiperplasia benigna da pele: Com a constante exposição da pele aos raios UV, o organismo através de uma resposta adaptativa afim de defender-se, sofre um espessamento da epiderme através da camada córnea. Este efeito começa a ocorrer cerca de 72 horas após a exposição, é um resultado do aumento da divisão das células epidérmicas basais e persistindo por várias semanas.

Bronzeamento / Pigmentação melanínica: A melanina promove uma barreira relativa aos raios ultravioleta, que reflete uma parte e a outra é absorvida. A pigmentação melanínica da pele pode ser de dois tipos: constitutiva (a cor da pele observada em diferentes raças), e determinadas por fatores genéticos.

- Grupo I - sempre se queima, nunca se bronzeia;

- Grupo II - sempre se queima, às vezes se bronzeia;
- Grupo III - algumas vezes se queima, sempre se bronzeia;
- Grupo IV - nunca se queima, sempre se bronzeia.

O enquadramento do indivíduo corretamente nesta classificação será importante para uma melhor aplicação da RUV, principalmente na intensidade e tempo de exposição.

Eritema: É o rubor da pele decorrentes da dilatação dos vasos sanguíneos dérmicos superficiais. Este efeito se diferencia da hiperemia por ser um processo químico de liberação de histamina e prostaglandinas. O mecanismo de produção do eritema ainda não está bem elucidado, e a opção mais aceita é de que em nível das células de Malpighi, ocorre uma ação química (desnaturação das proteínas e DNA), provocando danos celulares. As células então liberam histamina que promove a vasodilatação. Abaixo segue a classificação de acordo com o grau de eritema:

1° Grau: latência - 12 horas
intensidade - mínima
duração - 12 a 24 horas
sintomas – não há

2° Grau: latência - 8 horas
intensidade - média
duração -24 horas ou mais
sintomas - pele arroxeadada, hiperrestesia dolorosa +/4+, descamação e pigmentação

3° Grau: latência - 6 horas
intensidade - média tendendo a máxima
duração - vários dias
sintomas - pele arroxeadada, dolorosa, edemaciada, descamada, pigmentada, com microtrombose ou microhemorragia e formação de bolhas.

4° Grau: latência - 4 horas
intensidade - máxima
duração - 1 semana
sintomas - todos os do 3° grau, porém com mais intensidade.

Reações histamínicas: Prostração, hipotensão, cefaléia e náuseas.

TÉCNICA DE APLICAÇÃO

a) Dosagem:

É através de testagem que se determina a quantidade adequada de radiação a ser tomada pelo paciente. Este teste é denominado, teste de *Saidmann*. Consiste em colocar uma régua com vários furos na região anterior do antebraço ou costas. O emissor de ultravioleta é previamente aquecido (10 a 20 minutos) e a radiação é focalizada em cima dos furos de forma perpendicular (90°), num intervalo de 30 segundos de um furo para outro, ou seja se no primeiro furo começa-se com 30 segundos, no primeiro minuto o segundo furo terá ficado exposto 30 segundos e o primeiro furo ficará exposto 1 minuto, e assim sucessivamente. O paciente é liberado e deve

voltar ao consultório de 12 a 24 horas no máximo, afim de verificar o grau de eritema mínimo ou dose de eritema mínimo (DEM). Em crianças deve ser administrado a metade do tempo e em recém nascidos $\frac{1}{4}$ do tempo.

O grau de eritema mínimo é o que consegue provocar apenas vermelhidão na pele. Terapêuticamente a dose de eritema de 1º grau não é muito interessante, usa-se o 2º grau com mais freqüência.

b) Formas de exposição da RUV:

A lâmpada deve estar perpendicular a área a ser tratada (lei do co-seno), e uma distância deve ser respeitada afim de não provocar danos ao paciente, se uma área pequena deve ser tratada é conveniente a aplicação com uma única lâmpada a uma distância de 30 a 40 cm, a radiação ficaria limitada a área. Se a área a ser tratada é muito extensa, a distância entre a lâmpada e a área a ser tratada é tão grande que os tempos de tratamento tornam-se inaceitavelmente longos. Para estes casos é mais conveniente utilizar aparelhos que contenham varias lâmpadas, principalmente fluorescentes, muito utilizados hoje em dia para bronzeamento artificial.

c) Tempo de Aplicação

Vai depender do resultado do teste de Saidmann. Em média dura 4 minutos de tratamento, porém no inicio pode variar entre 0,5 e 3 minutos de exposição à RUV.

CONSIDERAÇÕES E CUIDADOS

- Idade: as idades extremas são mais sensíveis à exposição da RUV;
- Sexo: O Sexo feminino é mais resistentes aos raios ultravioleta;
- Cor da pele: Os negros são mais resistentes aos RUV;
- Irrigação: áreas mais vascularizadas absorvem e proliferam melhor a RUV.
- Deve-se fazer uso de protetores para os olhos do paciente;
- Deve-se fazer a limpeza prévia da área a ser tratada;
- Deve-se manter a distância adequada para a RUV
- A freqüência de aplicação deve ser diária, porém se a terapia for combinada com a radiação infravermelha, deve-se fazer em dias alternados.

INDICAÇÕES

- Estimulação da camada basal;
- Hipertrofia da camada córnea;
- Ação bactericida;
- Psoríase;
- Acne;
- Eczema;
- Pitiríase liquenóide;
- Fotoerupção polimórfica (e outros distúrbios fotosensíveis);
- Prurido (particularmente relacionado a doença renal);
- Raquitismo;

- Osteomalácia,
- Osteoporose,
- Vitiligo, *
- Linfoma T cutâneo (micose fungóide); *
- Urticária pigmentosa. *

* Com a utilização do psolareno, que são compostos vegetais de ocorrência natural e com potencial terapêutico. O psolareno é comumente administrado por via oral, e a RUV deve ser administrada duas horas após a ingestão do psolareno. Este tipo de tratamento deve ser acompanhado por um dermatologista.

CONTRA-INDICAÇÕES

- Lupus eritematoso sistêmico (LES);
- Urticária solar;
- Dermatite generalizada;
- Ceratoses (calos);
- Xerodermia (pele seca e descamativa);
- Albinos;
- Gestantes (fisioterapeuta e paciente);
- Câncer de pele.

LASERTERAPIA

INTRODUÇÃO

Analisando o significado da terminologia *LASER* (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) por partes, dizemos que é a amplificação da luz pela emissão estimulada da radiação.

Num breve histórico sobre o laser, iniciamos com Albert Einstein, que em 1917 expôs o "Princípio Físico da Emissão estimulada". sobre o qual o fenômeno laser esta apoiado. Seguindo, em 1950, Townes, Gordon e Zeiger construíram o primeiro oscilador que operava na banda de ondas milimétricas - MASER. Em 1950 Townes e Schawlow demonstraram a possibilidade de construir um laser; em 1960 Maiman construiu o laser a rubi; em 1961 no Hospital Presbiteriano de Nova York, realizou-se com êxito a primeira cirurgia a laser; a extirpação de um pequeno tumor de retina. A partir desta e de outras experiências cirúrgicas ficou evidenciado, de forma empírica, que a radiação laser estimularia a cicatrização de maneira acelerada.

Em 1962, foi desenvolvido o primeiro laser semiconductor. Dois anos mais tarde, o laser a gás e o primeiro laser molecular de dióxido de carbono. Sinclair e Knoll adaptaram o laser à prática terapêutica.

Baseado nesta investigação histórica, podemos observar que para chegarmos ao que hoje conhecemos sobre o laser, sabe-se que todos os avanços se sucederam estritamente com a chamada revolução científico tecnológica. E que este recurso terapêutico não deverá ser aplicado sem conhecimento profundo dos fenômenos biofísicos que possibilitam e desencadeiam os efeitos da terapêutica.

BASES FÍSICAS DA RADIAÇÃO LASER

Penetração e absorção da radiação laser

O comportamento da radiação laser no corpo humano ainda é discutido. Por exemplo diz que as diferenças individuais, as regiões específicas do corpo ou mesmo detalhes relativos a forma de aplicação, o estado nutricional, têm a capacidade de interferir no aproveitamento da radiação aplicada a qualquer indivíduo.

De modo geral, a quantidade de energia absorvida, dependerá da quantidade e da sua distribuição espacial de estruturas absorventes que variam de pessoa para pessoa. Ao incidirmos o raio laser sobre uma área do corpo humano, este em cada estrato da pele, ou seja em cada interface pode apresentar quatro processos físicos conhecidos por fenômenos ópticos que são:

- Reflexão: ocorre na superfície de cada interface de tecido. Diferentes ângulos de reflexão são observados nos diversos estratos, devido à diferença do seu índice de refração.
- Refração: ocorre quando a velocidade de propagação entre dois tecidos ou materiais, são diferentes.
- Absorção: as moléculas, partículas, fibras e organelas celulares absorvem a energia da

radiação laser que provoca um processo bioquímico e bioelétrico, dissipando esta energia em forma de calor.

- Transmissão: o raio incidente transpõe as diferentes camadas da pele.

Analisando estes fenômenos podemos concluir que se utilizarmos a radiação laser sempre numa incidência de 90° (lei do co-seno), e com a parte do corpo a ser tratada livre de barreiras como, suor, cremes, pêlos em excesso, melhoraremos a quantidade de energia que será transmitida aos tecidos e diminuiremos a quantidade de energia que será refletida.

EFEITOS FISIOLÓGICOS

Como pudemos ver, a energia depositada nos tecidos transforma-se imediatamente em outro tipo de energia ou efeito biológico. As modificações ou efeitos que surgem na própria partícula absorvente na região circundante, são chamados efeitos primários: bioquímicos, bioelétricos e bioenergéticos.

O laser de baixa potência não produz efeito térmico. Este efeito somente existe nos laser cirúrgicos com potências superiores a 1 W. Nestes, há uma conversão direta da energia aplicada em efeito calórico, provocadas em parte pelo efeito mecânico.

Ao estudarmos a ação do laser e sua interação com o organismo observamos os efeitos como consequência desta interação, e que dividimos didaticamente em primários, secundários e terapêuticos.

1- Efeitos Primários ou Diretos

Os efeitos primários da radiação laser de baixa potência são subdivididos em efeito bioquímicos, efeito bioelétrico e efeito bioenergético.

a) Efeito bioquímico:

Basicamente a energia absorvida da radiação laser pode provocar dois efeitos bioquímicos:

- Liberação de substâncias: ocorre em função da incorporação à radiação laser, de histamina, serotonina e bradicinina. Deve se destacar que não há referências quanto a produção destas substâncias, mas apenas a liberação de parte do contingente já produzido.
- Modificação das reações enzimáticas normais: tanto no sentido de excitação quanto no sentido de inibição. Numerosos investigadores, têm provado que a radiação laser proporciona modificações estimulatórias ou inibitórias em reações enzimáticas normais.

O laser também exerce um estímulo na produção de ATP no interior das células provocando a aceleração da mitose, fato que ocorre quando há um aumento proporcional da ATP nas células.

O efeito bioquímico, em alguns casos, interfere na produção das prostaglandinas, que é um mecanismo similar à inibição produzida por outros anti-inflamatórios.

Ocorre também um estímulo na produção de glicina e prolina que participam na formação

de colágeno.

Outro importante efeito bioquímico é a ação fibrinolítica, ou seja, o aumento da lise da fibrina, característica específica da ação do laser e que determina importantes vantagens nos efeitos terapêuticos.

b) Efeito bioelétrico:

A radiação laser através da estimulação da produção de ATP potencializa a ação da "bomba de Na/K", já que para o seu funcionamento ela consome energia advinda do ATP. A eficiência da bomba se vê melhorada a partir de uma maior disponibilidade de ATP. Com isso, a diferença de potencial elétrico que existe entre o interior e o exterior da célula é mantida com maior eficácia. Então se resume na manutenção do potencial da membrana.

Há a possibilidade também desta manutenção do potencial de membrana ser favorecida a partir da interferência direta da radiação sobre a mobilidade iônica.

Assim, podemos dizer que a ação do laser é dupla:

- de modo direto atua sobre a mobilidade iônica;
- de modo indireto aumenta a quantidade de ATP produzida pela célula.

c) Efeito Bioenergético

Ao analisarmos os estudos realizados por Gurvich, Popp, Mester e Inyushin, observamos que todos afirmam a existência de uma energia celular, embora não seja bem conhecida a sua essência. Os efeitos advindos da mesma são, sem dúvida os seguintes: a emissão de radiação ultra-débeis e o potencial de membrana.

Partindo disso, podemos admitir que as radiações laser proporcionam as células, tecidos e organismos em conjunto, uma energia válida e que estimula, em todos os níveis, normalizando as deficiências e equilibrando suas desigualdades, no que diz respeito a normalização energética que a radiação laser proporciona ao bioplasma.

2- Efeitos Secundários e Indiretos

Os efeitos primários, provocados diretamente pela absorção da radiação laser provocam dois grandes efeitos indiretos. Estes, por sua vez, dão origem a outros efeitos fisiológicos com uma profundidade e extensão maiores, que podem ser qualificados como locais, regionais ou gerais.

a) Estímulo à microcirculação:

Este efeito é proporcionado pela ação da radiação sobre os "esfíncteres pré capilares", válvulas que existem na entrada da rede capilar ao final da rede de arteríolas.

Estes esfíncteres trabalham alternadamente, abrindo ou fechando a passagem para rede capilar distribuindo o fluxo sanguíneo e conseqüente alternância das regiões a serem irrigadas.

Provavelmente em decorrência da ação da histamina liberada pela radiação laser ocorre paralisação deste esfíncter pré-capilar e, como conseqüência, o fluxo sanguíneo se vê aumentado.

Deve-se ressaltar que o processo apresentado não se refere ao mesmo proporcionado pela administração de calor. Embora possa ocorrer ligeiro aumento de temperatura local e até hiperemia restrita, deve-se ter em mente que este fato ocorre exclusivamente do aumento do metabolismo local.

O laser de baixa potência é um recurso acalórico, não proporcionando, aparentemente, a dilatação de arteríolas com o aumento da permeabilidade vascular, como ocorre na administração de calor.

Esse fato acaba proporcionando ao laser de baixa potência condições de atuar em alguns quadros onde a administração de calor superficial ou profundo é contra-indicada.

b) Estímulo ao Trofismo Celular:

Com o aumento da produção de ATP, a velocidade mitótica é aumentada o que proporciona em escala tecidual, aumento na velocidade de cicatrização e também melhor trofismo dos tecidos.

A escala tissular é orgânica e nos leva a concluir que o laser aumenta os processos de reparação. Isto ocorre devido ao estímulo da capacidade de cicatrização do tecido conjuntivo assim como a angiogênese a partir dos já existentes. Ambos os fatores contribuem para reparar perdas de substâncias, sobretudo em úlceras de diversas origens, feridas traumáticas ou cirúrgicas, etc.

Na verdade são vários os tecidos estimulados que podemos destacar:

- aumento da velocidade de regeneração das fibras nervosas traumatizadas;
- estimulação da reparação do tecido ósseo;
- estímulo geral sobre a hematopoiese;
- aumento do trofismo na pele;
- ativação do bulbo piloso, em especial dos fibroblastos;
- incidência de desaparecimento de calcificações ectópicas.

3- Efeitos Terapêuticos

Como consequência das alterações descritas nos itens relativos a efeitos primários e secundários, a radiação laser de baixa potência proporciona os seguintes efeitos terapêuticos:

1- Anti-inflamatório:

A partir de qualquer lesão tecidual, são liberadas substâncias como a histamina e a bradicinina, que são potencializadas pelas prostaglandinas, além de outras como a serotonina e a fosfolipase-A. Estas substâncias, além de outros fenômenos, irão sensibilizar os receptores dolorosos, aumentar a permeabilidade vascular e provocar a dilatação de artérias e arteríolas e vênulas.

Como consequência da permeabilidade vascular ocorre extravasamento de plasma, formando-se assim o edema.

Aparentemente o efeito anti-inflamatório da radiação laser de baixa potência justifica-se a partir dos seguintes pontos:

- Interfere na síntese de prostaglandinas. Como elas desempenham um importante papel em toda instalação do processo inflamatório, a sua inibição determina uma sensível redução nas alterações proporcionadas pela inflamação.
- Estimulando a microcirculação que irá garantir um eficiente aporte de elementos

nutricionais e defensivos para a região lesionada, favorecendo a sua resolução.

2- Analgésico:

Em resposta a uma lesão celular, nosso organismo possui um sistema de alarme que é a dor.

O efeito analgésico proporcionado pelo laser de baixa potência se explica por vários fatores, que estão a seguir:

a) Em nível local, reduzindo a inflamação, provocando a reabsorção de exsudatos e favorecendo a eliminação de substâncias alógenas. O caráter antiinflamatório, por si só, já proporciona a redução da dor. A eliminação, por exemplo, de substâncias ácidas ou outras conseqüentes de fagocitose, que sensibilizam os receptores dolorosos, também favorecem a analgesia.

Devido ao estímulo à microcirculação, a radiação laser de baixa potência contribui para a eliminação dessas substâncias.

b) Interferindo na mensagem elétrica durante a transmissão do estímulo da dor, mantendo o gradiente iônico, ou seja, mantendo o potencial de membrana e evitando que a mesma despolarize. Esta ação, como conseqüência, proporcionará uma menor sensação dolorosa.

c) Estimulando a liberação de β -endorfinas, direta ou indiretamente.

d) Evitando a redução do limiar de excitabilidade dos receptores dolorosos. Um dos efeitos bioquímicos do laser diz respeito a redução na síntese de prostaglandinas. Com isso, decresce a potencialização da bradicinina e, por conseqüência, o limiar de excitabilidade dos receptores dolorosos têm sua manutenção favorecida.

e) Provocando a normalização e o equilíbrio da energia no local da lesão.

3 – Anti-edematoso:

Um dos resultados da instalação do processo inflamatório é o surgimento do edema, conseqüente do aumento da permeabilidade vascular e do inevitável extravasamento do plasma, o que desencadeia uma série de fenômenos proporcionando congestão que dificulta a resolução do processo inflamatório.

A ação anti-edematosa do laser pode ser justificada a partir dos seguintes fatos:

- Estimulo à microcirculação: proporciona melhores condições para a resolução da congestão causada pelo extravasamento de plasma que forma o edema.
- Ação fibrinolítica: proporciona resolução efetiva do isolamento proporcionado pela coagulação do plasma, que determina o edema de cacifo não depressivo.
- Diminuição da prostaglandina/bradicinina.

Obs.: Existem métodos melhores, como por exemplo a massoterapia e a cinesioterapia.

4 - Cicatrizante:

Dos efeitos terapêuticos que se destacam no uso do laser, o estímulo à cicatrização mostra-se eficiente. Tal poder terapêutico se explica por:

- Incremento na produção de ATP, que proporciona um aumento da velocidade mitótica das células.
- Estímulo à microcirculação, que aumenta o aporte de elementos nutricionais associada ao aumento da velocidade mitótica, facilitando a multiplicação das células.

De acordo com o tipo de molécula que absorve esta radiação, os efeitos podem ser diferentes:

- Laser de CO₂ : É um dos tipos de laser mais utilizados na medicina. Tem como principal característica a absorção de seu comprimento de onda pela água. Como a emissão é feita com potência elevada e ocorre dissipação de calor, a energia térmica resultante de processo se encarrega de "evaporar" a água existente nos tecidos, o que resulta na destruição do mesmo.
- Laser de Arsênio: Também de larga utilização, sua radiação é absorvida pela hemoglobina e, como consequência, possibilita a destruição de vasos sanguíneos.

TIPOS DE LASER UTILIZADOS EM FISIOTERAPIA

Conforme já citado anteriormente, em fisioterapia são utilizados os tipos de laser sem potencial destrutivo, ou seja, radiações emitidas com potência inferior a 1 W, considerando o limite de potência para a existência ou não de potencial destrutivo.

São dois os tipos de laser basicamente utilizados em fisioterapia:

- Laser de Hélio-Neônio (He-Ne);
- Laser de Arsenieto de Gálio (As-Ga).

1- Laser Hélio-Neônio(He-Ne)

É obtido a partir da estimulação de uma mescla de gases e possibilita uma radiação visível, com comprimento de onda de 632,8 nm ou 6328 Å, o que confere ao mesmo a cor vermelha.

Uma câmara que contém a mistura gasosa é atravessada por uma corrente elétrica contínua. Essa corrente elétrica faz com que os elétrons das moléculas do hélio saltem para órbitas mais distantes do núcleo. Desse modo promovem choques entre átomos de hélio e neon, transferindo energia para o neon. A partir dessa energia, elétrons dos átomos de neon saltam para órbitas mais distantes do núcleo. Para que possam retomar a órbita original necessitam perder a energia recebida, o que se dá pela emissão de fótons.

Essa câmara possui espelhos que refletem os fótons e mantém a estimulação da mescla gasosa. A esse mecanismo chamamos de "Câmara de Ressonância óptica". Essa Câmara é quem promove a

efetiva ampliação da luz. Um dos espelhos é semitransparente permitindo que parte dos fótons gerados atravessem o espelho, obtendo-se então o feixe de raio laser, que podemos observar.

A emissão desse tipo de laser se dá de maneira contínua, ao contrário do laser de Arsenieto de Gálio, onde a emissão ocorre em regime pulsado.

Suas características básicas são:

- Regime de emissão = contínuo
- Comprimento de onda = 632,8 nm ou 6328 Å
- Cor = Vermelha

A radiação laser obtida através da mescla de gases hélio e neônio tem-se mostrado com grande poder terapêutico tanto em lesões superficiais como em lesões profundas. Porém, cabe ressaltar que, comparativamente ao laser As-Ga, apresenta potencial terapêutico mais destacado em lesões superficiais, como nos casos de lesões dermatológicas, estéticas ou em processos de cicatrização.

FORMAS DE APLICAÇÃO

Por ser visível, o laser He-Ne permite um maior número de formas de aplicação quando comparado ao laser As-Ga. São elas:

- Aplicação por pontos: Consiste na irradiação de um determinado ponto sobre o corpo do paciente. Normalmente são necessários vários pontos para que toda a área a ser tratada seja irradiada. Normalmente, cada ponto se distância 1 cm do outro.
- Aplicação por zona ou zonal: Consiste na aplicação, de uma só vez, de uma área maior do que um ponto. Para isso, utilizam-se recursos como fibra óptica e lentes divergentes.
- Aplicação por varredura: Consiste na aplicação onde se movimenta, como se fosse um pincel, a caneta aplicadora, fazendo com que o ponto iluminado "varra" toda uma região.

Observações:

OBS 1: A caneta deve distar, aproximadamente cerca de 1 a 2 cm da superfície de tratamento.

OBS 2: Nos equipamentos geradores de laser He-Ne de emissão direta utiliza-se, para viabilizar aplicações zonais, a conexão de lentes divergentes na saída da ampola de gás ou caneta óptica.

O uso de lentes divergentes possibilita que, na medida em que se afasta a caneta óptica da superfície do paciente, o *spot* formado pela radiação laser He-Ne aumente. Tal fato viabiliza a aplicação por zona em equipamentos de emissão direta.

Ocorrem perdas de potência que variam entre 5 e 10%, de acordo com a qualidade do material utilizado na lente.

2- Laser de Arsenieto de Gálio (As-Ga)

O laser As-Ga é uma radiação obtida a partir da estimulação de um diodo semiconductor, formado por cristais de arsenieto de gálio, e por isso também é chamado de laser semiconductor ou laser diódico.

Considere dois cristais de arsenieto de gálio. Adicionando-se telúrio a um deles, estaremos conferindo ao mesmo características elétricas positivas, pois o resultado da reação proporcionará falta de elétrons. Ao segundo cristal será adicionado zinco, o que conferirá ao mesmo características elétricas negativas, pois da reação resultará um número excessivo de elétrons. Unindo-se os dois cristais formar-se-á um diodo. Uma corrente elétrica contínua aplicada a este diodo proporcionará a combinação dos elétrons em excesso em um dos lados aos "vazios" existentes no outro lado. Destas combinações nascem certas quantidades de energia que, amplificadas pelas extremidades polidas do diodo, escapam do mesmo na forma da radiação laser.

A emissão nesse tipo de laser ocorre de forma pulsada, ao contrário do que acontece com o laser He-Ne.

Suas características básicas são:

- Regime de emissão = Pulsado
- Comprimento de onda = 904 nm ou 9040 Å
- Cor = Infravermelha

Como já foi dito sobre a utilização do laser He-Ne, ambos os tipos de laser apresentam potencial terapêutico elevado em lesões superficiais e profundas. Porém, comparativamente ao laser He-Ne, que se destaca em lesões superficiais, o laser As-Ga apresenta potencial terapêutico destacado em lesões profundas, do tipo articular, muscular, etc.

FORMAS DE APLICAÇÃO

O fato de não ser visível limita o laser As-Ga no que se refere as formas de aplicação. Não que aplicações por zona ou mesmo em varredura sejam contra-indicadas, mas como não é possível ver a dimensão da zona que se está irradiando, nem mesmo ter a idéia da dispersão que o afastamento da caneta aplicadora apresenta quando de uma aplicação em varredura, é aconselhável que, com este tipo de laser, se utilize apenas a aplicação por pontos encostando a caneta aplicadora na pele do paciente.

DIFERENÇAS NOS EFEITOS TERAPÊUTICOS

Em determinado momento da história da utilização do raio laser na fisioterapia percebeu-se, de maneira empírica, que havia maior efetividade do laser He-Ne em lesões superficiais e maior efetividade do laser As-Ga em lesões profundas.

O que importa no laser As-Ga não é sua potência de pico e sim sua potência média, ponto que é mais profundamente ressaltado quando do cálculo de tempo de aplicação. A potência média de alguns emissores de laser As-Ga muitas vezes é inferior a potência de emissão dos aparelhos de laser He-Ne.

A radiação He-Ne interage com a superfície do paciente imediatamente após sua incidência, o que não ocorre com a radiação As-Ga, que demora um pouco mais para interagir com as estruturas do organismo do indivíduo tratado:

- As-Ga: Água, oxihemoglobina, melanina

- He-Ne: Água, oxihemoglobina, melanina, hemoglobina básica

DOSIMETRIA

Com o uso da radiação laser em fisioterapia, algumas questões mostram-se relevantes: por quanto tempo se deve aplicar a radiação laser? Como dosá-la? Como adequar o tempo a diferentes potenciais de emissão e áreas a serem irradiadas? Na tentativa de responder essas perguntas, certas observações tornam-se importantes:

1- Dosagem:

Cada recurso fisioterápico possui uma forma diferente de raciocínio para dosagem. Com o raio laser de baixa potência, isso não é diferente. Por exemplo, se na farmacologia a unidade posológica de uma certa droga é o mg/kg (miligrama por quilograma de peso), na laserterapia a unidade posológica é a densidade energética, ou seja, a quantidade de energia por área.

Na laserterapia, a densidade energética é utilizada como forma de dosar a quantidade de radiação que se administrará a um paciente.

Assim, temos que nos preocupar em saber qual é a quantidade de energia que será aplicada em uma certa área, ou seja, densidade energética, medida em joules/cm².

2- Tempo:

O tempo de aplicação para uma certa quantidade de energia numa determinada área é inversamente proporcional a potência de emissão. Em outras palavras, quanto maior a potência, menor é o tempo necessário para aplicar uma certa quantidade de energia numa certa área.

Mas como proceder quando houver variação na área a ser aplicada? Como os emissores operam com potências fixas, quanto maior a área a ser irradiada, maior será o tempo necessário para aplicar uma certa densidade energética.

3- Aparelhos:

Os aparelhos de hoje já trazem o tempo de aplicação a partir da simples manipulação de um parâmetro, que determina quantos joules/cm² deseja-se aplicar.

Ocorre que esses controles no aparelho estipulam o tempo, onde são calibrados para tempos decorrentes de aplicações por pontos, onde a área da ponta da caneta aplicadora é conhecida e

constante.

Caso o terapeuta queira fazer uma aplicação por zona ou mesmo por varredura, a área de incidência será modificada e, nessa hora, o botão que controla o tempo de emissão perderá sua função. Alguns aparelhos trazem, nesse controle de dose, a posição livre, dando ao terapeuta a liberdade de determinar a duração da aplicação.

4- Parâmetros:

O que existe são critérios que, se não totalmente corretos, proporcionam, no mínimo, um ponto de partida. Colls, em seu livro La terapia laser, descreveu um esquema orientativo para critérios de dose:

- Efeito analgésico	2 a 4 J / cm ²
- Efeito antiinflamatório	1 a 3 J / cm ²
- Efeito cicatrizante	3 a 6 J / cm ²
- Efeito circulatório	1 a 3 J / cm ²

O autor refere-se a diferentes níveis de dosagem, de acordo com o estágio do processo inflamatório:

- Agudo	doses baixas (1 a 3 J / cm ²)
- Sub-agudo	doses médias (3 a 4 J / cm ²)
- Crônico	doses altas (5 a 7 J / cm ²)

Também é considerado o caráter inibitório e estimulatório da dosagem:

- inibitório	doses acima do 8 J / cm ²
- estimulatório	doses abaixo do 8 J / cm ²

5- Critérios de dosagem e diferenças individuais:

Neste caso, deveremos utilizar o bom senso, ate porque os critérios não são totalmente definidos pela terapia laser.

Devemos observar também as diferenças individuais que tem importante influência nos efeitos e na necessidade da dosagem em cada caso. Por exemplo:

- indivíduos de pele escura tem necessidade de doses maiores do que as aplicadas em indivíduos de pele mais clara;
- Indivíduos em estado nutricional normal podem necessitar de doses maiores que indivíduos mal nutridos;
- Regiões do corpo onde a pele é mais espessa necessitam de doses mais elevadas que regiões de epiderme menos espessa.

6- Número de sessões e esquema de tratamento:

Para evitar a somação de estímulos e a redução da efetividade, deve-se intercalar as

aplicações de laser com pelo menos 24 horas.

É de se esperar que até a 5ª ou 6ª aplicação os resultados sejam percebidos. Caso isto não ocorra, é indicada a substituição do recurso fisioterápico.

7- Atenuação

A medida que a radiação laser penetra, vão ocorrendo atenuações, que são diferentes no laser HeNe e no AsGa, e que São diferentes para cada tipo de tecido (gordura, músculo, tendão, etc); e que são diferentes a cada nível de profundidade.

INDICAÇÕES

I - Laser em Traumato-ortopedia

Na área da traumato-ortopedia a laserterapia tem podido colaborar dos pacientes basicamente em função de seus efeitos antiinflamatórios. Em algumas situações, o efeito cicatrizante também tem exercido papel importante.

a) Afecções na ATM (Articulação Temporo-Mandibular)

Dose: 3 a 4 J/cm²

b) Torcicolo (irradiar pontos de inserção do ECOM)

Dose: 4-5 J/cm²

c) Tendinite do supraespinhoso (irradiar pontos de inserção muscular e/ou pontos dolorosos)

Dose: 4 - 8 J/cm²

d) Cervicalgia

Dose: 3-5 J/cm²

e) Lombalgia

Dose: 4 - 6 J/cm²

f) Lombocentralgia (em nível lombar e ao longo do trajeto nervoso nos pontos dolorosos)

Dose: 4 - 8 J/cm²

Os: Traumatismos Musculares

Os traumatismos musculares de maneira geral, com maior comprometimento de ventre ou tendão muscular, constituem quadros indicados para o uso da laserterapia.

- Lesões sem Ruptura ou com Ruptura Parcial de Fibras

A ação do laser se dá em nível da dor, da inflamação, da reparação da ruptura, e nos edemas de cacifo duro. A aplicação por pontos é normalmente utilizada para essas situações. Pode ser usado na fase aguda.

- Lesões com Ruptura Total de Fibras

A partir da mio ou tenorrafia realizadas, a ação do laser se dá na dor, no edema inflamatório, e na aceleração dos tecidos lesionados. A aplicação normalmente é feita por pontos.

- Lesões Traumáticas com Fratura

A consolidação de fraturas constitui-se num processo de reparação onde a mitose de células do periosteó exerce papel fundamental. O laser atua no edema, na dor, na inflamação, e no processo de reparação.

Com a imobilização do seguimento pós fratura, se faz necessário que seja feita uma janela para poder, ao menos na área mais próxima ao exato local da fratura realizar aplicações de radiação laser de baixa potência. Podemos ter os seguintes efeitos:

a) Aumento na velocidade de consolidação óssea, em virtude da aceleração na velocidade mitótica.

b) Redução na incidência de aderências pós-imobilizações, fator que proporciona sensível redução no tempo necessário para o restabelecimento funcional pleno.

As aplicações na janela, normalmente, são feitas por pontos.

Cabe ressaltar que a existência de implantes metálicos não constituem contra-indicações para o uso da laserterapia.

- Luxações e subluxações

Combate a dor, edema, inflamação e aderências articulares.

2 – Laser em reumatologia

a) Bursite (nos pontos dolorosos e zonas fibrosadas)

Dose: 5 - 7 J/cm²

b) Artrose no ombro (irradiar toda a articulação do ombro, face ant/post/lat)

Dose: 4-6 J/cm²

c) Artrose cervical / uncoartrose

Dose: 2 - 4 J/cm²

Obs.: Artrite reumatóide

Na fase inicial combate a rigidez matinal, dor leve, edema e o rubor pouco pronunciado. Geralmente usam-se doses de 2 a 3 J/cm² no início do tratamento, subindo para 4 a 5 J/cm² após a 4^a ou 5^a sessão. A aplicação se faz por pontos.

Na fase avançada existem outras alterações: necrose e fibrose da membrana sinovial, retração da cápsula articular e invasão do tecido de granulação. A laserterapia terá como objetivo aliviar os sintomas inflamatórios de um modo geral e impor um contra-estímulo à progressão das deformidades já instaladas. O tratamento deve sempre ser associado com cinesioterapia. As doses podem chegar a 4 ou 6 J/cm².

Tanto para os quadros em fase precoce como para os avançados, sugere-se que, após a irradiação por pontos, seja realizada aplicação zonal em todas as regiões tratadas, com dose de 1 J/cm². Essa aplicação por zona parece exercer "durabilidade" nos efeitos terapêuticos obtidos com a aplicação por pontos.

3- Herpes-Zoster (aplicação pontual em pontos dolorosos)

- Dose: 4-7 J/cm² (preferência He-Ne)

4- Neuralgia do trigêmeo (irradiação em pontos gatilhos)

- Dose: 4-6 J/cm² (preferência He-Ne)

5- Úlceras de pressão

- Dose: 5-7 J/cm² (preferência He-Ne)

CONTRA-INDICAÇÕES ABSOLUTAS

- Irradiação sobre massas neoplásicas ou paciente portadores de neoplasias;

- Irradiações direta sobre a retina;

- Irradiação sobre focos de infecção bacteriana, principalmente agudos, sem devido tratamento/acompanhamento antibioticoterápico.

- Hemorragias

- Útero grávido

CUIDADOS E PRECAUÇÕES

- A irradiação em homens ou mulheres em fase produtiva
- A irradiação sobre glândulas hipo ou hiperfuncionantes
- Paciente fazendo uso de corticoesteróides
- Paciente fazendo uso de drogas fotosensibilizantes
- Nas aplicações em mamas, deve-se certificar que não há nódulos.
- Paciente e terapeuta devem estar protegidos com óculos de proteção específicos para cada tipo de laser.
- Antes de iniciar um tratamento com raio laser, o paciente deve ser normalmente apresentado a este recurso.
- Não molhar a área a ser irradiada antes de fazer o tratamento.

ELETROTERRAPIA

INTRODUÇÃO:

A estimulação elétrica é utilizada para avaliar e tratar tecidos nervosos e musculares e para gerenciar diferentes condições neuromusculares. Por exemplo ela é utilizada para a avaliação da integridade do tecido neuromuscular com testes como velocidade de condução nervosa, eletromiografia, e teste de intensidade-duração. A estimulação elétrica é comumente usada na fisioterapia para tratar condições neuromusculares, incrementar a circulação local, cura tecidual, diminuição de dor e aumento da amplitude de movimento.

ELETRICIDADE:

O movimento ou fluxo de partículas carregadas como os elétrons ou íons de um lugar para outro, constituem uma corrente elétrica. Em metais, a eletricidade é conduzida pelo fluxo de elétrons; em soluções, a eletricidade é conduzida pôr fluxo de íons. O aumento da corrente elétrica depende do número de elétrons ou íons, passando pôr um ponto numa unidade de tempo. A unidade de medida da corrente é o ampère (A). mais freqüentemente em fisioterapia é utilizado o miliampere (mA) ou o microampere (μ A).

TIPOS DE CORRENTES USADAS EM FISIOTERAPIA:

Os dois tipos de correntes elétricas disponíveis para propósitos terapêuticos são as **correntes direta** e a **corrente alternada**. A corrente direta (CD) tem um fluxo constante unidirecional de eletricidade, portanto os elétrons fluem continuamente em uma única direção. A corrente alternada (CA) varia a polaridade. Ora o eletrodo é negativo, ora ele é positivo, variando de acordo com a freqüência da corrente.

Ainda podemos citar uma variação da corrente direta (CD), que é a corrente direta interrompida (CDI). Tem a característica unidirecional, porém com intervalos de pausas, tornando-a pulsada. Este tipo de corrente é utilizada para estimulação motora, sensitiva e nervos autonômicos.

Características da CD

Neste tipo de corrente acontece o fenômeno das reações polares, notadas abaixo do ânodo e do cátodo. Abaixo seguem dois quadros demonstrativos:

Quadro 1

Ânodo (+)	Cátodo (-)
Atração pôr ânion (íon -)	Atração por cátions (íon +)
Reação ácida	Reação alcalina
Formação de HCl	Formação de NaOH
Solidificação de proteínas	Liquificação de proteínas
Hiperpolarização	Hipopolarização
Diminuição da excitabilidade nervosa	Aumento da excitabilidade nervosa.

Quadro 2

Ânodo (+)	Cátodo (-)
Sedante Vasoconstrição	Estimulante vasodilatação

A extensão das reações dependerão da duração e intensidade de corrente aplicada no paciente, e acontecerão apenas no tecido sob os eletrodos.

DEFINIÇÕES DE TERMOS EM ELETROTERAPIA

Para que não haja confusão na hora da prescrição fisioterapêutica, e até mesmo para divulgação de material científico, é necessário a padronização dos termos utilizados em eletroterapia, onde todos possam falar a mesma linguagem.

Estimuladores neuromusculares produzem trens de pulso elétricos que causam excitação dos nervos periféricos e do tecido muscular. Estes pulsos penetram nos tecidos corporais através de eletrodos de superfície, e deste modo todos os tipos de estimuladores podem corretamente ser chamados estimuladores neuromusculares transcutâneos. Em alguns aparelhos os parâmetros são fixos, enquanto que em outros permitem a modificação destes parâmetros, dentro de certos limites, pelo operador. Eis os parâmetros:

Frequência: É a quantidade de ciclos por segundo, expressada em (Hz), ou pulso por segundo, expressada em (pps).

Amplitude: Também chamada de intensidade, pode ser definida como a amplitude pico-a-pico do ciclo, sendo expressada em miliampères (mA) ou volts (V), dependendo do tipo de produção do eletroestimulador.

Duração do pulso: Também chamada de largura de pulso, é a duração da forma de onda de pulso de saída a 50% da amplitude máxima, sendo expressada em microssegundos o milissegundos.

Forma de onda: Refere-se a forma de um pulso.

CORRENTES UTILIZADAS EM ELETROTHERAPIA**CORRENTE GALVÂNICA, CONTÍNUA OU DIRETA**

É o emprego de uma corrente galvânica, direta, constante ou contínua com fins terapêuticos. O termo “contínua”, significa que a intensidade de corrente é constante em valor e em direção.

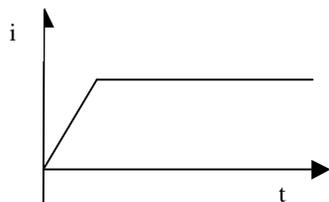


Gráfico representativo da corrente contínua

EFEITOS FISIOLÓGICOS

- Produção de calor: 1 a 3 °C.
- Vasomotores: vasoconstrição e vasodilatação, aumento de 300 a 500 % do fluxo (depende da polaridade).
- Eletrólise: dissociação eletrolítica
- Aumento do metabolismo
- Aumento do aporte de O₂.

Obs.: os efeitos acontecem estritamente na área de acoplamento dos eletrodos.

EFEITOS POLARES

Do ponto de vista da eletroterapia, o organismo humano pode ser entendido como formado por numerosos sistemas eletrolíticos (sistemas que conduzem corrente elétrica), separados por membranas semipermeáveis; cada célula forma um condutor eletrolítico. Se a estas células e tecidos do organismo aplicamos um potencial elétrico, provocamos uma dissociação iônica. Isto é, um fenômeno mediante o qual as moléculas se dividem em seus diferentes elementos químicos, pelo fato de que cada um deles tem uma carga elétrica distinta. Como exemplo temos a molécula de sal NaCl, que se decompõe em Na⁺ e Cl⁻. Quando um fluxo de corrente contínua atravessa uma solução de água e sal, provoca uma migração de íons (já dissociados) presentes, para uma direção definida. Os íons sódio migram para o polo (-), e os íons cloro para o polo (+). Este processo é conhecido por eletrólise.

Depois da dissociação eletrolítica, esses íons sofrem ainda sob influência da passagem de corrente contínua, reações químicas secundárias sob os eletrodos. No cátodo vai acontecer uma reação básica (alcalina): $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2$

Já no ânodo vai acontecer uma reação ácida: $2\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{O}$

- ANODO (sedante, vasoconstrictor, solidificação de proteínas, desidratante)
- CÁTODO (estimulante, irritante, vasodilatador, liquefação de proteínas, hidratante)

TÉCNICA DE APLICAÇÃO

- Longitudinal: eletrodos na mesma face anatômica
- Transversal: eletrodos em faces anatômicas diferentes
- Banho de galvanização: utilização de água para aumentar o campo de atuação

DOSIMETRIA

- 0,05 a 2 mA por cm² de área do eletrodo.
- Sensação agradável pelo paciente.
- No banho de galvanização utiliza-se de 20 a 40 mA.
- Tempo de aplicação de 20 a 25 minutos.

INDICAÇÕES

- Diminuição de edemas
- Afecções da estética
- Eletrólise depilatória: agulha especial sendo o cátodo para reação alcalina
- Algias
- iontoforese

CONTRA-INDICAÇÕES

- Extremos cronológicos
- Região precordial
- Neoplasias
- Pacientes com distúrbios de sensibilidade
- Ferida aberta
- Gônadas
- Olhos
- Útero grávido
- Pacientes mentalmente confusos

IONTOFORESE

É uma técnica de introdução tópica de medicamentos ou substâncias aplicados sobre a pele, através do uso da corrente galvânica. A possibilidade de se realizar iontoforese foi demonstrada por Le Duc, professor de física médica na escola de medicina de Nantes-França, quando efetivou um experimento que se tornou célebre por evidenciar a penetração de íons através da pele. Seu experimento fundamental consistiu na tentativa de aplicação iontoforética de estrictina, um poderoso estimulante do sistema nervoso central, em dois coelhos: em um deles a droga foi contida no eletrodo (-) e no outro, contida no eletrodo (+) de um sistema elétrico

gerador de corrente elétrica contínua. Após certo tempo de aplicação, o coelho cuja solução de estricnina estava contida no eletrodo (+), sofreu espasmo convulsionante que o levaram a morte, enquanto que o outro coelho nada sofreu. As alterações ocorridas somente em um dos coelhos demonstraram, que a droga é transportada para o interior dos tecidos de acordo com suas características polares, responsáveis pela determinação do sentido do fluxo iônico ativado pela corrente contínua. Assim sendo os íons positivos são introduzidos no organismo através do ânodo (polo +) e os íons negativos a partir do cátodo (polo -)

- Sinonímias (ionopenetração, ionoterapia, dieletrólise, dieletroforese)
- Bases biofísicas (lei de Du Fay)
- Dificuldades do processo de iontoforese:
 - a) apenas um pequeno número de medicamentos tiveram comprovação experimental com iontoforese.
 - b) A maioria dos medicamentos geralmente utilizados contém íons de ambas polaridades, o que dificulta a introdução global do medicamento.
 - c) O deslizamento de íons não se efetua com velocidade uniforme. Por conseguinte não seria muito promissor um tratamento muito curto.
 - d) A quantidade eficaz do medicamento introduzido é dificilmente controlável.
 - e) Não alcança grandes profundidades.
- Vantagens do processo de iontoforese
 - a) aplicação focal
 - b) não provoca dor
 - c) não produz sobrecarga no trato gastrointestinal
 - d) pode ser usado por longo tempo
- Técnica de aplicação
 - 1) Disponibilizar um aparelho de corrente contínua ou galvânica
 - 2) Zerar todos os botões
 - 3) Escolher o medicamento, que pode ser em forma de gel ou líquido.
 - 4) Untar ou molhar um pedaço de algodão (ou a esponja protetora) com o medicamento nas concentrações adequadas.
 - 5) Colocar o paciente confortavelmente e limpar a pele do paciente
 - 6) Aplicar o polo ativo com o medicamento em cima da área e o outro polo (indiferente) aplicar próximo a área afim de dispersar a corrente. Este eletrodo deve conter uma esponja com água salina.
 - 7) O tempo de aplicação dura de 20 a 30 minutos e a intensidade de 2 a 4 mA para eletrodos pequenos e de 10 a 15 mA para eletrodos grandes.
- Indicações

Algias, processos inflamatórios, aumento da condução nervosa, diminuição de tônus, fibrinolítico, cicatrizante, vasodilatação periférica, redução de edema, doenças reumáticas, artrites, úlceras crônicas.
- Cuidados
 - inspecionar a pele do paciente antes e depois da aplicação.

- Não deixar que os cabos sem proteção de material isolante encoste no paciente, risco de queimaduras elétricas.
 - Escolher uma intensidade adequada.
 - Manter a espuma que envolve as placas integras.
 - Fazer sempre a manutenção de cabos e aparelho.
- Contra-indicações
 - cefaléias
 - vertigens
 - colapso circulatório
 - alergia ao medicamento
 - área precordial
 - diminuição de sensibilidade a passagem de corrente elétrica
 - ferida aberta
 - Gônadas
 - Olhos
 - Útero grávido
 - Pacientes mentalmente confusos

MEDICAMENTOS UTILIZADOS EM IONTOFORESE

MEDICAMENTO	POLO	INDICAÇÃO	CONCENTRAÇÃO
NOVOCAÍNA	ANODO	ANALGÉSICO / ANESTÉSICO	1% a 2 %
SALICILATO DE SÓDIO	CATODO	ANALGÉSICO / ANTIINFLAMATÓRIO	1% a 2 %
CATAFLAN EMULGEL	CATODO	ANALGÉSICO / ANTIINFLAMATÓRIO	1% a 2 %
MOBILAT GEL	CATODO	ANALGÉSICO / ANTIINFLAMATÓRIO	1% a 2 %
FELDENE GEL	CATODO	ANALGÉSICO / ANTIINFLAMATÓRIO	5%
VOLTAREN	CATODO	ANALGÉSICO / ANTIINFLAMATÓRIO	5%
CORTICÓIDES	ANODO	ANTIEDEMATOSO / ANALGÉSICO ANTIINFLAMATÓRIO	1% a 2 %
CRONAXIAL	CATODO	AUMENTO DA VELOCIDADE DE CONDUÇÃO NERVOSA	2%
COLTRAX	ANFOTERO	DIMINUIÇÃO DE TÔNUS NEUROGÊNICO	2%
SALICILATO DE LÍCIO	CATODO	ANALGÉSICO / ANTIINFLAMATÓRIO	2%

SALICILATO DE LÍTIO	ANODO	REABSORÇÃO DE URATO DE CÁLCIO e SÓDIO (GOTA ÚRICA)	2%
IODETO DE POTÁSSIO	CATODO	FIBRINOLÍTICO	2%
SULFATO DE COBRE	ANODO	REABSORÇÃO DE CÁLCIO	2%
BENERVA - VIT. B	CATODO	CICATRIZANTE / AUMENTO DA VELOCIDADE DE CONDUÇÃO NERVOSA	PREPARADO
HISTAMINA	ANODO	VASODILATOR	0,001%

CORRENTE FARÁDICA

INTRODUÇÃO:

A corrente farádica tem sido utilizada desde o final do século XIX. A corrente farádica é uma corrente interrompida, de curta duração (1 milissegundo), forma triangular e frequência de 50 Hz. Ela pode ser modulada em trens de pulso, variando sua taxa de repetição. A partir da década de 60 apareceu a corrente neofarádica, onde a principal diferença está na diminuição da duração do pulso ficando na casa dos microsegundos, e na possibilidade de modificar parâmetros como a frequência oscilando de 50 a 100 Hz, e com isto trazendo mais conforto ao paciente.

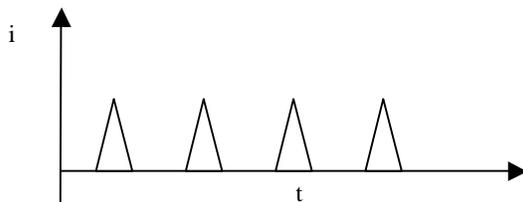


Gráfico representativo da corrente farádica

EFEITOS FISIOLÓGICOS:

- a) estimulação de nervos sensitivos (parestesia, reflexo de vasodilatação);
- b) estimulação de nervos motores;

- c) efeito de contração muscular
- d) aumento do metabolismo;
- e) aumento da irrigação sanguínea dos músculos;
- f) aumento do retorno venoso e linfático;

EFEITOS TERAPÊUTICOS:

- a) hipertrofia e hipertonia;
- b) facilitação da contração muscular;
- c) reeducação da ação muscular (memória cinestésica);
- d) aprendizagem de uma ação muscular nova;
- e) prevenção de aderências;
- f) absorção de líquidos (edemas).

METODOLOGIA DE APLICAÇÃO:**a) Preparação dos eletrodos:**

- Eletrodos com a proteção de esponjas com boa espessura, afim de realizar um bom contato com os tecidos e absorver qualquer substância química que possa se formar.
- As esponjas devem ser umedecidas com solução salina a 1% aquecida ou com água potável.
- As esponjas devem ser 1 cm maiores que as placas metálicas, com o objetivo de evitar o risco de contato com a pele e possíveis queimaduras.

b) Preparação do paciente:

- Limpar o local previamente.
- Paciente em posição confortável.

c) Aplicação dos eletrodos

- Eletrodo indiferente ou passivo = é colocado para dissipar a corrente, geralmente no tronco nervoso que inerva o músculo a ser trabalhado.
- Eletrodo ativo = coloca-se sobre o ponto motor do músculo a ser tratado. O ponto motor é o melhor local para se obter uma boa contração muscular.
- Em músculos isolados, o melhor tratamento é com a caneta de aplicação diretamente no ponto motor. Já em grupos musculares os grandes eletrodos são mais convenientes.

d) Técnica de tratamento

- Longitudinal: 2 eletrodos ativos na mesma face anatômica.
- Sub-aquática: introduz-se em uma cuba com água 2 eletrodos que ficarão no mesmo lado do recipiente, contraindo o mesmo grupo muscular.

- Bomba farádica: utilizada para incrementar a drenagem venosa e linfática em edemas. Utiliza-se grandes eletrodos almofadados, que cubram os pontos motores dos principais grupos musculares. A região com edema deve ser enfaixada e elevada.

e) Tempo de aplicação:

- 15 minutos nos métodos em geral;
- 20 minutos com pausa de 5 minutos no método de bomba farádica.

INDICAÇÕES:

- Drenagem de edemas
- Hipertrofia muscular
- Pós-cirúrgicos de transplantes tendinosos
- Reeducação muscular
- Fibroses e aderências cicatriciais

CONTRA-INDICAÇÕES:

- Área precordial
- Pacientes com extremos cronológicos
- Pacientes incapazes de indicar as sensações produzidas pela corrente.

CORRENTES DIADINÂMICAS

INTRODUÇÃO:

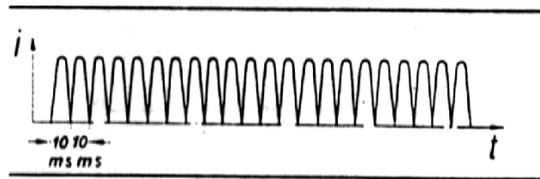
Também chamadas de correntes de Bernard, são correntes monofásicas pulsáteis desenvolvidas na França no início dos anos 50. São de baixa frequência oscilando entre 50 e 100 Hz. As correntes diadinâmicas promovem respostas excitatórias mas, em função de sua longa duração de fase, ela é muito desconfortável. Hoje em dia este tipo de corrente foi substituída por correntes mais confortáveis para o paciente como o TENS, FES, Russa.

TIPOS DE DIADINÂMICAS:

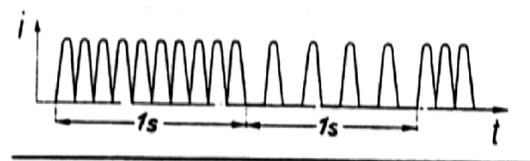
- a) Monofásica fixa (MF): corrente de 50 hz com retificação de meia onda. Tem a finalidade de estimular o tecido conjuntivo e agir nos processos dolorosos espasmódicos.



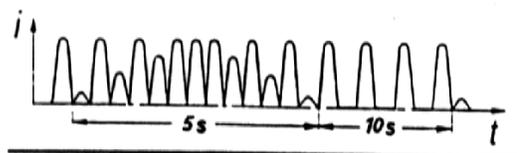
- b) Difásica fixa (DF): corrente de 100 Hz com retificação de onda completa. Tem a finalidade de analgesia, age nos transtornos circulatórios e processos simpaticotônicos.



- c) Curtos períodos (CP): Formas de correntes monofásicas e difásicas conectadas alternadamente e sem intervalos de repouso. Tem aplicação nas entorses, contusões, periartrite, transtornos circulatórios, neuralgias, radiculopatias, síndromes do ciático e paresia facial.



- d) Longos Períodos (LP): Forma de corrente monofásica combinada com uma segunda forma de onda monofásica variando sua amplitude entre 0 e o máximo da intensidade. Tem a finalidade de agir nas mialgias, torcicolos neuralgias. É a mais analgésica.



- e) Ritmo Sincopado (RS): Forma de corrente monofásica $t=1s$, com pausas intercaladas de $R=1s$. Por ser uma corrente basicamente estimulante atua nas atrofia muscular leve.



- f) Corrente Ultra-Excitante de Trabert (UE): a corrente EU foi projetada na Alemanha por Trabert na década de 50 tem a forma do pulso quadrado, com duração de pulso de 2 ms e intervalo inter-pulsos de 5 ms, o que determina uma frequência de oscilação em torno de 143 Hz. Os principais efeitos da UE são: analgesia e estimulação da circulação sanguínea, além da produção de contração motora sobre os músculos sadios.



Figura 4 - Corrente Ultra-Excitante segundo Trabert

TÉCNICA DE APLICAÇÃO:

- No sentido transversal ou longitudinal;
- Ao tratar nervos periféricos os eletrodos devem estar dispostos no trajeto do nervo;
- Determinar técnica monopolar ou bipolar;
- Tempo de aplicação entre 5 e 15 minutos.

CONTRA-INDICAÇÕES

- Pacientes portadores de marcapassos;
- Deficiências na percepção de corrente elétrica;
- Idades extremas;
- Feridas abertas e lesões dermatológicas.

INDICAÇÕES

a) Afecções do aparelho locomotor

- Distorções (luxações, subluxações): CP
- Contusões: CP
- Distensões musculares: CP e DF
- Periartrite umeroescapular: CP
- Mialgias: DF e CP
- Torcicolos, lumbago: CP e DF
- Hipotrofia muscular “faradizáveis”: RS
- Epicondilite: CP
- Artrose das articulações das extremidades: DF e CP
- Osteocondrose da coluna vertebral: CP
- Síndrome de Sudeck: DF

b) transtornos circulatórios

- Enfermidade de Raynaud: DF e CP
- Transtornos circulatórios arterioscleróticos: DF
- Acrocianose: CP e DF
- Varicose: CP

c) Afecções dos nervos periféricos – Neuralgias e neurites

- Neuralgia do trigêmeo: CP
- Síndrome do ciático: CP
- Neuralgia occipital: CP
- Neuralgia dos nervos intercostais: CP
- Paresia facial periférica (neurite facial): CP e RS
- Radiculoneuropatias: CP
- Herpes zoster: CP
- Cervicobraquialgias e lombociatalgias: DF e CP

Obs.:

- 1) A corrente DF, está indicada para tratamento inicial, antes da aplicação de outras correntes. Também é indicada para transtornos circulatórios funcionais periféricos e transtornos vegetativos.
- 2) A intensidade necessária para que se consiga o efeito terapêutico desejado, depende do tamanho do eletrodo e da área a ser estimulada. É muito importante destacar que a dosificação da corrente é individual.
- 3) O tempo de aplicação deve-se limitar a uns poucos minutos, dados que, num tempo demasiadamente longo, correntes diretas tem a particularidade queimar o paciente. No geral o tempo total de aplicação não deve ultrapassar os 10 minutos.
- 4) Em relação ao número de sessões, é aconselhável que após o desaparecimento dos sintomas patológicos, deve-se efetuar mais 2 ou 3 aplicações afim de estabilizar o efeito terapêutico. Experiências tem demonstrado que após a 6^a ou 7^a sessão, deve-se interromper o tratamento por uma semana, prosseguindo com uma nova série.
- 5) Geralmente a técnica de aplicação das corrente diadinâmicas é bipolar, que consiste em aplicar os dois eletrodos de igual tamanho para ministrar uniformemente a corrente na superfície da pele.
- 6) Os locais de aplicação ficam determinados em: aplicações nos pontos dolorosos, tronco nervoso, região paravertebral, gangliotrópica, vasotrópica, articulares, músculos e sobre ponto motor.

TENS

INTRODUÇÃO

O nome é genérico pois praticamente todos os eletroestimuladores não invasivos podem levar esta denominação, porém para efeitos comerciais dizemos que a TENS é uma modalidade terapêutica individual para modulação da dor. O termo TENS no original quer dizer Transcutaneous Electrical Nervous Stimulation, que traduzindo fica Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea. A maioria dos aparelhos oferecem pulsos bifásicos simétricos ou assimétricos e o operador pode regular intensidade, largura de pulso e frequência, tornando a terapia bem interessante no que diz respeito a modulação da dor.

As indicações para o uso da TENS podem ser categorizadas em duas áreas principais: alívio da dor aguda, e tratamento da dor crônica

TEORIA DAS COMPORTAS (GATE CONTROL THEORY)

- Surgiu em 1965 com Melzack e Wall

A informação sensitiva de dor é captada por fibras de pequeno calibre A-delta e C, que levam o estímulo doloroso através de vias aferentes diretamente para o corno posterior da medula espinhal (fibras A-delta para a lâmina I e lâmina V, e fibras C para a lâmina II e III da

substância gelatinosa). Daí o estímulo doloroso é encaminhado para o tálamo através da célula T-medular e via espinotalâmica; e do tálamo o estímulo doloroso alcança o córtex sensitivo.

As fibras sensitivas de grosso calibre e alta velocidade denominadas A, e responsáveis por conduzir estímulos de tato, fazem o mesmo trajeto aferente, penetrando também no corno posterior da medula (lâmina II e III da substância gelatinosa).

Acontece que com a estimulação dessas fibras A (rápidas) através da TENS, ocorrerá uma modulação do estímulo doloroso em nível medular. Como o estímulo da TENS chega sempre na frente do estímulo doloroso na substância gelatinosa, a célula T, responsável por enviar esses estímulos para o tálamo, enviará sempre o estímulo da TENS.

Em estudo recente de White et al (2000), concluiu-se que a estimulação elétrica no nível do dermatomo específico, correspondente ao local da patologia, produz melhorias a curto prazo do controle da dor, retorno das atividades físicas, e melhora na qualidade do sono em pacientes com dor crônica cervical.

SUBSTÂNCIAS QUE ESTIMULAM A DOR

- K +
- Ácido láctico
- Histamina
- Prostaglandinas
- Bradicinina
- Substância P
- 5 HT – 5- hidroxí-tiamina

SUBSTÂNCIAS ENDÓGENAS PARA MODULAR A DOR

- Encefalinas
- β - Endorfinas
- GABA
- Serotonina
- Noradrenalina
- Leucina

MECANISMO DE AÇÃO DA TENS

- Estimula terminações nervosas livres para saturar os canais aferentes;
- Estimula as fibras de grosso calibre inibindo as de fino calibre;
- Estimula a liberação de substâncias endógenas;
- Quebra do ciclo vicioso Dor X Tensão;
- Atua no tônus simpático (fibra vasomotora);

TIPOS DE MODULAÇÃO

Os parâmetros a serem configurados são frequência, duração do pulso e intensidade, que sofrerão variação de acordo com os objetivos de tratamento.

Podemos ter então algumas modulações:

- Convencional (dor aguda e dor crônica)
- Acupuntural
- Burst ou trens de pulso
- Breve e intenso

Obs.: a intensidade geralmente fica de acordo com a sensibilidade do paciente.

COLOCAÇÃO DOS ELETRODOS

Os eletrodos para aplicação da TENS são de borracha de silicone impregnada com carbono, maleáveis e de fácil aplicação. É preciso utilizar um gel condutor, afim de diminuir a resistência oferecida pela pele, bem como, limpar a área antes da colocação dos eletrodos. A maioria dos aparelhos possuem dois canais, e cada canal com dois eletrodos. A colocação dos eletrodos pode seguir os seguintes critérios:

1) Cercando o ponto de dor

- Bilateral
- Cruzados
- Proximal
- Distal

2) Trajeto nervoso

3) Sobre o tronco nervoso

4) Dermátomo

5) Ponto motor

6) Ponto de acupuntura

INDICAÇÃO

- Processos dolorosos em geral

O tempo de estimulação ótima para a TENS é muito discutido. Em alguns casos de dores intensas e prolongadas, o recurso pode ser utilizado praticamente o dia inteiro, tomando-se o cuidado de nunca deixar a interface pele/eletrodo sem gel condutor. É de bom senso também trocar de lugar os eletrodos de 1 em 1 hora para não causar danos a pele.

Num estudo de Cheing (2003), foi constatado que a duração de estímulo ótima para tratar dores decorrentes de osteoartrite de joelho, foi de 40 minutos. Este período de tratamento foi suficiente para diminuir a magnitude da dor e aumentar a duração da analgesia pós-estimulação com a TENS.

CONTRA-INDICAÇÕES

- Marcapassos
- Cardiopatias ou disritmias
- Nos primeiros três meses de gestação
- Abdômen durante a gestação
- Boca
- Seio carotídeo

- Feridas de pele
- Nas proximidades dos olhos
- AVC e AIT e Epilepsia devemos evitar na região da cabeça e face.

FATORES QUE LEVAM AO INSUCESSO DA TENS

- Seleção inadequada do paciente, p.ex., histérico ou não confiável;
- Eletrodos erroneamente posicionados;
- Uso de muito ou pouco gel eletrocondutor;
- Tempo de tratamento inadequado;
- Baterias descarregadas ou frouxas dentro do aparelho;
- Eletrodos desgastados;
- Cabos muito finos;
- Não foram tentadas variações de correntes;
- Os resultados foram inadequadamente monitorados ou documentados para comparação e acompanhamento.

FES

INTRODUÇÃO:

A FES (FUNCTIONAL ELECTRICAL STIMULATION), faz parte das correntes elétricas de baixa frequência, afim de promover contração muscular induzida. O nome FES é basicamente comercial, na verdade o termo mais correto é a Estimulação Elétrica Neuromuscular e Muscular (EENM).

Nos pacientes imobilizados a FES pode ajudar a retardar e tratar as hipotrofias por desuso, a manter ou ganhar a amplitude de movimento articular e combater as contraturas, reduzindo assim o tempo de recuperação funcional do indivíduo. Nos hemiplégicos e lesados medulares, um programa de estimulação elétrica neuromuscular diário, pode ajudar a minimizar a degeneração neuronal e muscular, contribuindo com a facilitação neuromuscular ou auxiliando no controle da espasticidade.

PARÂMETROS DA FES:

- Intensidade: será ajustada de acordo com os objetivos.
- Frequência: variável de 5 Hz a 200 Hz
- Duração do pulso ou largura do pulso: variável de 50 useg a 400 useg.
- Tempo de subida (RISE) : é o tempo de subida do pulso, variável de 1 a 10 segundos. Regula a velocidade de contração, ou seja, o tempo desde o começo até a máxima contração muscular. Tempos altos produzem uma lenta mas gradual contração, enquanto tempos pequenos produzem uma contração repentina (súbita).
- Tempo de descida (DECAY) : é o tempo de descida do pulso, também de 1 a 10 segundos. Regula a velocidade com que a contração diminui, ou seja, o tempo desde a máxima contração até o relaxamento muscular. Tempos altos produzem relaxamento lento e tempos baixos produzem relaxamentos repentino (súbito).

- Ciclo on: tempo de máxima contração muscular variável de 0 a 30 segundos. Regula o tempo em que a corrente circula pelo eletrodo durante cada ciclo de estimulação.
- Ciclo off: tempo de repouso da contração muscular, variável de 0 a 60 segundos. Regula o tempo em que a corrente não circula pelos eletrodos.
- Sincronizado: os dois canais funcionam ao mesmo tempo no tempo “on” e “off” selecionados.
- Recíproco: os canais funcionam alternadamente, enquanto um está no ciclo “on” , o outro está no ciclo “off”.

COLOCAÇÃO DOS ELETRODOS:

O tipo de eletrodo utilizado é o de silicone impregnado de carbono. O tamanho do eletrodo vai depender do tamanho do músculo a ser estimulado e da intensidade da contração a ser promovida. Eletrodos pequenos são utilizados na estimulação de pequenos músculos de forma isolada. Eletrodos maiores são usados para músculos maiores ou grupos musculares, ou para que funcionem como terminais dispersivos.

Pode-se realizar a técnica monopolar com o eletrodo menor em cima do ponto motor do músculo a ser estimulado; ou a técnica bipolar onde os eletrodos são dispostos em ambos os lados do ventre muscular . Em ambas as técnicas é preciso utilizar um gel eletrocondutor.

INDICAÇÃO:

- Facilitação neuromuscular;
- Fortalecimento muscular;
- Ganhar ou manter a amplitude de movimento articular;
- Controlar contraturas;
- Controlar a espasticidade;
- Como substituição ortótica;
- Escoliose idiopática;
- Subluxação de ombro.

CONTRA-INDICAÇÕES

- Incapacidade cardíaca;
- Disritmia cardíaca;
- Portadores de marcapassos;
- Olhos;
- Mucosas;
- Útero grávido.

FATORES QUE INTERFEREM COM A ESTIMULAÇÃO

- Obesidade;
- Presença de neuropatias periféricas;
- Distúrbios sensoriais importantes;
- A aceitação do paciente;
- A segurança do terapeuta em realizar as técnicas.

PROGRAMAS DE UTILIZAÇÃO DA FES**a) Facilitação neuromuscular**

Objetivo: aumentar o movimento e facilitar a reaprendizagem motora.

Intensidade: suficiente para produzir um estímulo “gatilho”, para auxiliar o início do movimento ou para completar seu arco total amplificando o esforço voluntário do paciente.

Tempo on: variável em forma de “gatilho”. Pode ser disparado manualmente pelo fisioterapeuta ou paciente, de forma a se conseguir iniciar ou completar o movimento.

Tempo off: suficientemente grande para permitir uma nova participação ativa do paciente.
Duração (sessão): curta, várias vezes ao dia (máximo de 15 minutos).

Colocação dos eletrodos: nos músculos paréticos agonistas do movimento que se quer facilitar.

b) Amplitude de movimento e contraturas

Objetivo: permitir que uma articulação seja mobilizada em toda sua excursão disponível.

Intensidade: suficiente para produzir uma contração ampla e uniforme do músculo, que movimente a articulação em todo seu arco disponível.

Frequência: maior que 20 Hz.

Tempo on: 6 segundos.

Tempo off: 12 segundos

Relação on/off: 1:2

Duração (sessão): para manter a ADM de 30 a 60 minutos; para ganhar ADM de 1 a 2 horas, realizadas em várias sessões curtas, durante o dia (15 a 30 minutos).

Colocação dos eletrodos: nos músculos agonistas ao movimento limitado.

Cuidados: evitar promover contração excessiva, nos limites funcionais da articulação. Pode provocar inflamação, edema e dor articular.

c) Fortalecimento muscular

Objetivo: fortalecer um músculo ou grupo muscular debilitado por desuso.

Intensidade: suficiente para vencer uma carga adequada.

Frequência: entre 20 e 50 Hz.

Tempo on: aproximadamente 4 a 6 segundos.

Tempo off: aproximadamente 12 a 18 segundos.

Relação on/off: 1:3

Duração (sessão); 30 a 60 minutos, duas vezes ao dia.

Colocação dos eletrodos: Próximo aos pontos motores dos músculos.

Cuidados: evitar fadiga muscular.

d) Controle da espasticidade

Objetivo: controlar a espasticidade, ainda que temporariamente, permitindo a realização de programas de treinamento funcional, facilitação e fortalecimento muscular.

Intensidade: moderada

Tempo on: de 10 a 15 segundos, mobilizando a articulação em todo o seu arco.

Tempo off: 40 a 60 segundos para evitar a fadiga.

Relação on/off: 1:5

Duração (sessão): 30 minutos. 3 vezes ao dia durante um mês.

Cuidados: interromper tratamento se for observada resposta paradoxal (desencadear movimentos antagônicos ao grupo muscular estimulado)

CORRENTE INTERFERENCIAL

INTRODUÇÃO:

É um recurso da eletroterapia ainda pouco conhecido nos serviços de fisioterapia do Brasil, embora já amplamente utilizada em outras partes do mundo. Como definição podemos dizer que a corrente interferencial é a aplicação transcutânea de correntes elétricas alternadas de média frequência, com sua amplitude modulada a baixa frequência, para finalidades terapêuticas.

Na terapia interferencial, o processo da modulação da amplitude é concretizado mediante a mescla de duas correntes de média frequência fora de fase (defasada). As correntes individuais interferem uma com a outra ao se encontrarem, e compõem uma nova forma de onda. Em decorrência da interferência das ondas, as amplitudes das correntes se somam algebricamente.

ELETRODOS:

O método tradicional de aplicação da terapia interferencial utiliza-se quatro eletrodos, para atender a dois circuitos. Os circuitos são dispostos perpendicularmente entre si, de modo a fazer intercessão na área a ser estimulada.

A corrente pode ser aplicada através de eletrodos flexíveis fixados por fita adesiva ou por eletrodos a vácuo, que utilizam a sucção para que o contato seja mantido. Em ambos os casos, há necessidade do uso de esponjas embebidas em água.

REGULAGENS DO APARELHO:

- Freqüência de Modulação da Amplitude (FMA)

Os estimuladores interferenciais usam duas correntes de média freqüência, uma na freqüência fixa de 4000 Hz, e a outra ajustável, entre 4000 e 4250 Hz. A inclusão da freqüência ajustável permite a seleção de uma faixa de baixas freqüências moduladas pela amplitude. Como exemplo, se colocarmos um FMA de 100 Hz, isto gerará uma freqüência média resultante de 4050 Hz.

- Modulação da Freqüência / Freqüência de Varredura

Podemos fazer com que a FMA alterne ao longo de uma faixa estabelecida pela manipulação do controle de freqüência varredura. Os aparelhos interferenciais variam quanto à freqüência de varredura disponível ao terapeuta, mas a faixa oscila entre 0 e 250 Hz. Neste caso se colocarmos a FMA a 100 Hz e a freqüência de varredura de 10 Hz, irá resultar numa FMA que varia entre 100 e 110 Hz.

- Intensidade

De acordo com a intensidade escolhida poderemos ter efeitos diferentes nos tecidos. Isto relacionado com a estimulação seletiva dos tipos de nervos. É provável que os efeitos sensitivos originem entre 4 e 10 mA, e as respostas motoras entre 8 e 15 mA, contudo estes valores variam de acordo com a área do corpo a ser tratada, e para cada indivíduo em particular. A medida que a intensidade aumenta, o paciente sentirá um formigamento. Com uma intensidade maior, ocorrerá uma contração muscular, e se a corrente for aplicada a uma intensidade suficientemente elevada, o paciente poderá sentir desconforto, ou dor.

INDICAÇÕES:

- Analgesia – funciona analogamente ao TENS
- Reparo dos tecidos e promoção da cicatrização
- Produção de contrações musculares

CONTRA-INDICAÇÕES

- São as mesmas para a TENS

CORRENTE RUSSA

A corrente Russa é caracterizada por apresentar uma onda senoidal de frequência de 2500 Hz e batimento de 50 Hz. Com isso obtemos trens de pulso (burst) com duração de 10 milissegundos, com intervalos também de 10 milissegundos.

A corrente Russa apresenta várias vantagens em relação a corrente de baixa frequência. Uma dessas vantagens está relacionada a resistência (impedância) que o corpo humano oferece à passagem da corrente elétrica. Como a impedância do corpo é do tipo capacitativo e, em sistemas capacitativos, quanto maior a frequência menor será a resistência, podemos concluir que uma corrente de média frequência como é o caso da corrente Russa, diminui sensivelmente o desconforto da corrente que o paciente está sendo submetido. Uma outra vantagem devido a diminuição da resistência do corpo é o grau de profundidade alcançado pela corrente Russa, sendo superior as correntes de baixa frequência.

Obs.: Os parâmetros do aparelho são similares à corrente interferencial, com ciclo on, ciclo off, intensidade de corrente, tempo de subida e tempo de descida do pulso.

Indicações:

- Controle de contraturas em flexão de joelho e cotovelo
- Fortalecimento muscular
- Controle de espasticidade
- Facilitação neuromuscular
- Uso na estética

Contra-indicações:

- Insuficiência cardíaca
- Marca-passo
- Estimulação sobre seios carotídeos
- Pacientes mentalmente confusos
- Diminuição da sensibilidade a passagem da corrente elétrica

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENSON, H.A.E., McELNAY. Transmission of the ultrasonic energy through topical pharmaceutical product. *Physiotherapy*, 74 (11): 587 – 588, 1988.
- CASTRO, C.E.S., GUARATINI, M.I. *Selecta de textos em ultra-som terapêutico*. Universidade Federal de São Carlos, 1994.
- CHEING, G.L. Optial stimulation duration of tens in the management of osteoarthritic knee pain. *J Rehabil Med*. Mar – 35(2):62-68, 2003.
- CLARKE, R.S.J., HELLON, R.F., LIND, A.R. Vascular reactions of the human forearm to cold. *Clin Sci* 17:165, 1958.
- DYSON, M. Involved mechanisms in therapeutical the ultrasonic. *Physiotherapy*, 73 (3): 116 – 120, 1987.
- DOCKER, M.F. A walk through of the available instrumentation for the ultrasound. *Physiotherapy*, 73 (4): 154 – 155, 1987.
- HAAR, G. Physical bases of the ultrasonic therapy. *Physioterapy*, 73 (3): 110 – 113, 1987.
- HECOX, B., WEISBERG, J. *Physical agents: a comprehensive text for physical therapists*. Appleton & Lange, 1994.
- KANH, J. *Ultrasound in principles and practice of electrotherapy*. Churchill Linvingstone, NY, 2^o ed, (4): 51 – 70, 1991.
- KITCHEN, S.S., PARTRIDGE, C.J. A therapeutical walk through of the ultrasonic. *Physiotherapy*, 76 (10): 593 – 600, 1990.
- KITCHEN, S.S., BAZIN, S. *Eletroterapia de Clayton*. 10^o ed. São Paulo: Manole, 1998.
- LUCENA, A.C.T. *Hiper e hipo-termoterapia*. São Paulo: Lovise, 1991.
- McDIARMID, T., BURNS. P.N. Clinical applications of the therapeutical ultrasound. *Physiotherapy*, 73 (4): 155 – 162, 1987.
- MICHLOVITZ, Suzan L. *Thermal agents in rehabilitation*. 3 ed. Conteporary perspective in rehabilitation. Philadelphia: F.A. Davies Company, 1996.
- NADLER S,F. PRYBICIEN M. MALANGA G.A. SICHER D. Complications from therapeutic modalities: Results of a national survey of athletic trainers. *Arch Phys med rehabil*. Jun;84(6):849-53, 2003.
- PARTRIDGE, C.J. Evaluation of the effectiveness of the ultrasound. *Physiotherapy*, 73 (4): 166 – 168, 1987.
- RODRIGUES, ADEMIR. *Crioterapia fisiologia e tenicas terapduticas*. São Paulo: CEFESPAR, 1995.
- RODRIGUES, E M., GUIMARAES, C S. *Manual de recursos Fisioterapêuticos*. Rio de Janeiro: Revinter, 1998
- SAAD, M., ATLAS, S. Fonoforese: Revisão de literatura. *Medicina de Reabilitação*, 41: 7 – 10.
- WILLIAMS, R. Production and transmission of the ultrasound. *Physiotherapy*, 73 (3): 113 – 116, 1987.
- WHITE, P.F., CRAIG, W.F., VAKHARIA, A.S., et al. Percutaneous neuromodulation therapy: does the location of electrical stimulation effect the acute analgesic response ?. *Anesth Analg*. 91 (4): 949-54, 2000.