

TEMAS DE REABILITAÇÃO

AGENTES FÍSICOS

CRIOTERAPIA

TERMOTERAPIA

DIATERMIA

ELECTROTHERAPIA

*Pedro Soares Branco
e colaboradores*



TEMAS DE REABILITAÇÃO

AGENTES FÍSICOS

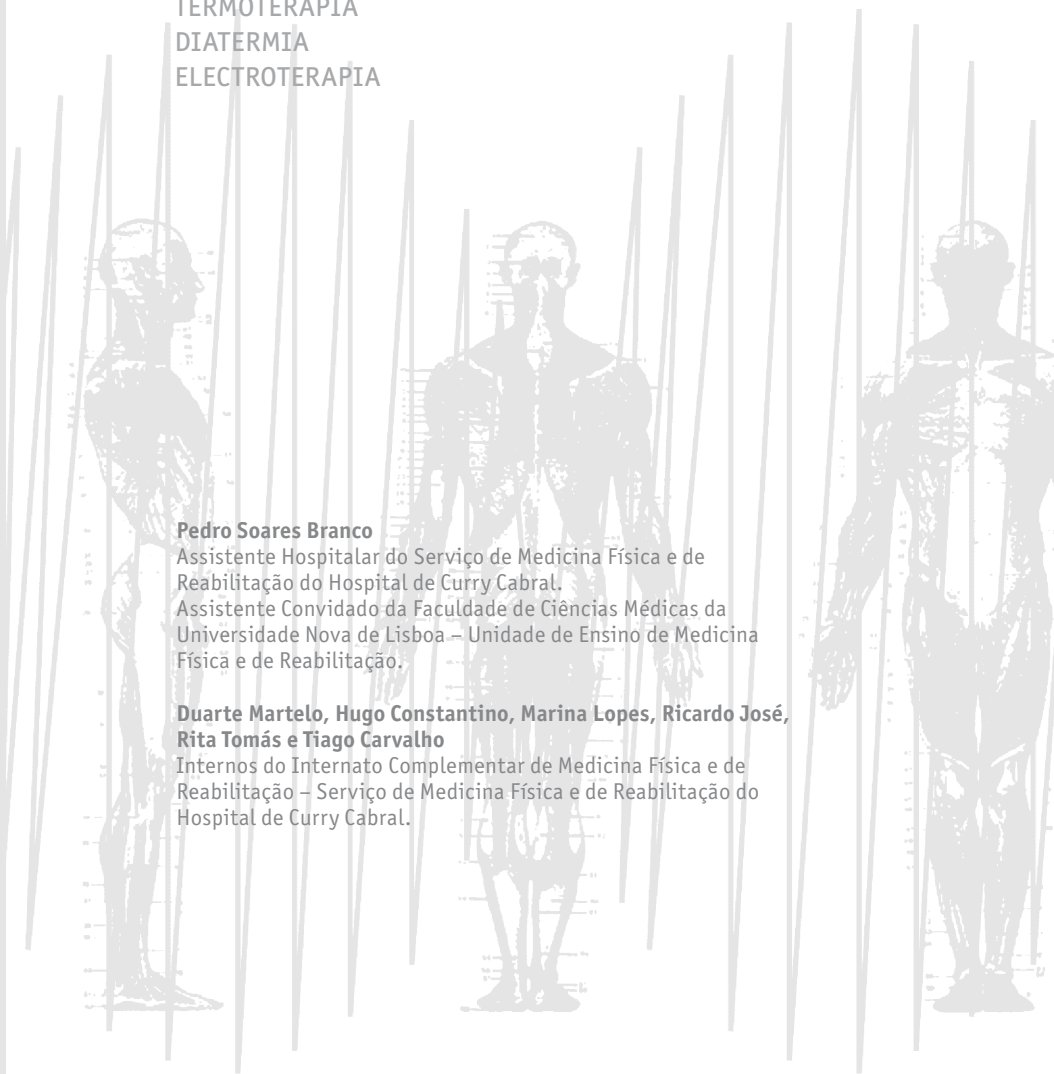
CRIOTERAPIA
TERMOTERAPIA
DIATERMIA
ELECTROTHERAPIA

Pedro Soares Branco

Assistente Hospitalar do Serviço de Medicina Física e de Reabilitação do Hospital de Curry Cabral.
Assistente Convidado da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Nova de Lisboa – Unidade de Ensino de Medicina Física e de Reabilitação.

Duarte Martelo, Hugo Constantino, Marina Lopes, Ricardo José, Rita Tomás e Tiago Carvalho

Internos do Internato Complementar de Medicina Física e de Reabilitação – Serviço de Medicina Física e de Reabilitação do Hospital de Curry Cabral.



FICHA TÉCNICA

TEMAS DE REABILITAÇÃO

AGENTES FÍSICOS

Crioterapia
Termoterapia
Diatermoterapia
Electroterapia

Texto

© **Pedro Soares Branco** e colaboradores

Edição

© **Medesign – Edições e Design de Comunicação, Lda**

Rua Gonçalo Cristóvão, 347 (Centro Empresarial Mapfre) – s/217

4000-270 Porto · Portugal

Telf. 222001479 Fax. 222001490

medesign@netcabo.pt

Pré-Impressão

Medesign, Lda

Impressão

Inova – Artes gráficas

Depósito Legal

230778/05

Agosto 2005

Edição exclusiva para:

Sanofi Aventis / NIMED

5000 exemplares

© Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em qualquer suporte ou transmitida por qualquer forma (electrónica, mecânica ou outra) sem permissão expressa dos editores.

Os autores e editores fizeram todos os esforços para assegurar a exactidão da informação presente neste livro, mas não se responsabilizam por quaisquer erros ou omissões. Assim, e também porque a investigação médica avança constantemente a grande ritmo, recomenda-se ao leitor que complemente a sua formação através de uma avaliação pessoal dos métodos terapêuticos referidos e das respectivas condições de utilização.

Ao Professor Doutor Mário Moura, junto do qual dei os primeiros passos na aprendizagem da especialidade e, mais tarde, no seu ensino.

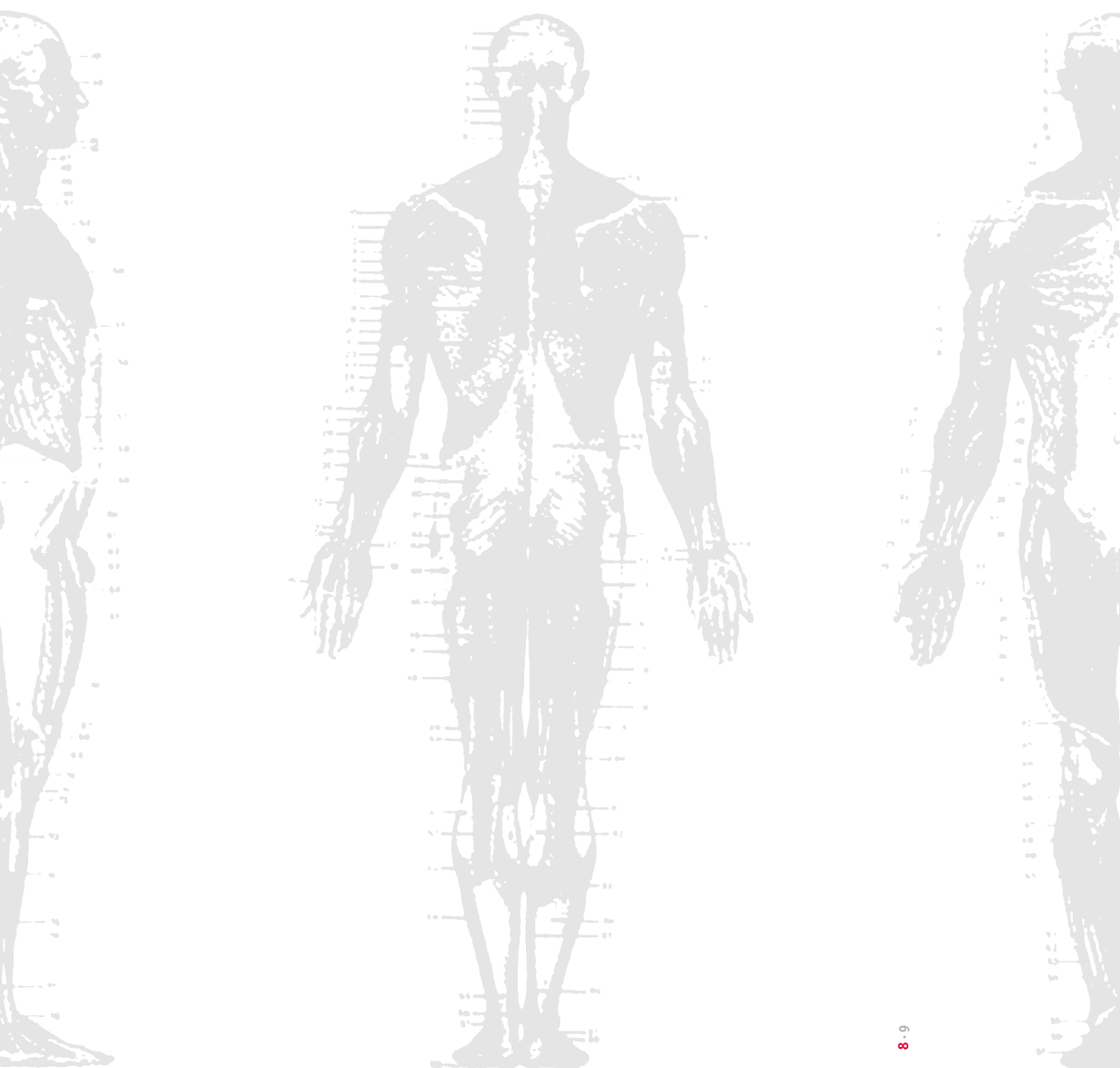
Ao Dr. Luís Pires Gonçalves, médico, humanista e homem de invulgar cultura, pelas suas qualidades tão raras quanto inspiradoras.

ÍNDICE

TEMAS DE REABILITAÇÃO

AGENTES FÍSICOS

Introdução	09
01 CRIOTERAPIA	11
Terapia pelo frio	
02 TERMOTERAPIA	21
Terapia pelo calor superficial	
03 DIATERMIA	33
Terapia pelo calor profundo (ondas curtas)	
04 ELECTROTHERAPIA	45
Terapia com correntes constantes e correntes variáveis de baixa e média frequência	
Bibliografia	60
Agradecimentos	63



A utilização terapêutica de agentes físicos perde-se na noite dos tempos, existindo, por exemplo, descrições sobre a utilização, pelos antigos egípcios, de enguias eléctricas no tratamento das crises de gota. De Aristóteles a Einstein, a história dos agentes físicos está repleta de nomes ilustres, como Galvani, Muller, Volta, Faraday e Duchenne, para citar apenas alguns. É imperativo que a investigação continue, sistematizando indicações, normalizando formas de actuação e rejeitando definitivamente tudo o que se prove ineficaz. Mas para que isso aconteça, a utilização dos agentes físicos segundo os princípios que hoje se consideram mais adequados é uma condição fundamental. Este trabalho pretende apenas alinhar, de forma tão clara quanto possível, um punhado de noções básicas sobre alguns dos agentes físicos mais frequentemente utilizados: frio, calor superficial, calor profundo e correntes eléctricas. Noutro volume será tratada a utilização de campos magnéticos, lasers, ultra-sons e ondas de choque extra-corporais. O seu objectivo não é dispensar a leitura de outros textos, mas pelo contrário sublinhar a importância dessas leituras, alertando para a enganosa simplicidade dos agentes físicos e para a necessidade de basear a sua prescrição nos princípios científicos que devem reger toda a actividade médica.

CRIOTERAPIA

TERAPIA PELO FRIO

01

01

CRIOTERAPIA

TERAPIA PELO FRIO

DEFINIÇÃO:

A terapia pelo frio, conjuntamente com a terapia pelo calor (capítulos seguintes) representa seguramente a mais antiga aplicação terapêutica de agentes físicos. O calor e frio são valiosos coadjuvantes na reabilitação de diversas patologias, devendo ser combinados com as técnicas cinesiológicas e com uma eventual abordagem farmacológica.

A crioterapia consiste na aplicação do frio com objectivos terapêuticos, produzindo efeitos locais e à distância, resultando na remoção do calor corporal e na diminuição da temperatura dos tecidos. Apesar das primeiras descrições da utilização terapêutica do frio - neve e gelo natural - remontarem à antiga Grécia, só em 1850 surgiu a primeira máquina de gelo de uso hospitalar, utilizada nos Estados Unidos da América para diminuir a temperatura em doentes com malária.

EFEITOS BIOLÓGICOS

Nas reacções biológicas dos tecidos à diminuição de temperatura são determinantes factores como o método de aplicação (estático ou dinâmico), a área corporal a tratar, o tempo de aplicação e a qualidade de frio utilizado. O frio produz diversos efeitos biológicos com repercussão terapêutica, designadamente:

- Vasoconstrição, por acção directa na microcirculação e reflexa do sistema nervoso vegetativo. Esta redução do fluxo sanguíneo facilita a hemostase, limita o processo inflamatório, a exsudação e o aumento da pressão compartimental, contribuindo para a analgesia.
- Diminuição do metabolismo celular ou normalização metabólica em zonas de hiperaquecimento/inflamadas.
- Aumento do limiar de estimulação algica dos receptores periféricos, reduzindo a mensagem aferente e contribuindo dessa forma para a analgesia.
- Libertação de endorfinas, com efeito analgésico.
- Bloqueio medular, com priorização da via rápida; estimulação directa das vias mais mielinizadas e de maior calibre, contribuindo para a analgesia.
- Redução da actividade enzimática, nomeadamente da colagenase, aumentando a rigidez do tecido fibroso com colagénio.

Com a exposição prolongada ao frio podem ocorrer os seguintes efeitos:

- Vasodilatação, com paralisia vasomotora, com aumento do fluxo sanguíneo em aplicações estáticas prolongadas ou dinâmicas. Esta hiperémia faz aumentar os mecanismos de defesa humorais e celulares, remoção de exsudados e produtos necróticos, contribuindo para o trofismo e regeneração tecidual. Pode agravar síndromes inflamatórias.

- Lentificação da condução neuronal das fibras gama e diminuição da excitabilidade do fuso neuro-muscular ao estiramento, reduzindo o tônus e a espasticidade muscular; este efeito é particularmente prolongado porque a camada de tecido adiposo retarda o aquecimento do músculo.

A aplicação estática do frio induz um arrefecimento progressivo dos tecidos, desde a superfície até à profundidade. O arrefecimento dos tecidos profundos, fenómeno mais durável do que o aquecimento, ocorre pela vasoconstrição dos tecidos profundos e isolamento térmico por parte do tecido adiposo, que impede o reaquecimento rápido. Após 20 minutos de aplicação de frio, a temperatura no tecido cutâneo diminui 3,8 °C e no subcutâneo a 1 cm de profundidade 2,5 °C. Este efeito obtém-se por vasoconstrição, com desvio do fluxo sanguíneo para tecidos mais profundos (mais de 2 cm abaixo da superfície), cuja temperatura permanece inalterada. Com a retirada da fonte de frio, os tecidos superficiais iniciam uma sequência de trocas hemodinâmicas com os tecidos mais profundos, que actuam como fonte de calor. Desta forma, ocorre um decréscimo da temperatura dos tecidos profundos, após a cessação da aplicação do frio, à medida que os tecidos superficiais vão aquecendo. Estas trocas hemodinâmicas contribuem para a redução da dor e do edema, ao promover a remoção de fluidos e metabolitos acumulados nos tecidos.

FORMAS DE APLICAÇÃO

A compressa de gelo consiste num recipiente com gelo picado, raspado ou partido. O recipiente pode ser uma toalha, um saco de plástico ou um recipiente especial para gelo. Deve-se evitar o contacto directo com a pele, devendo ser interposta uma toalha.

A compressa de gel frio consiste num recipiente de vinil contendo uma substância gelatinosa, dotada de propriedades

anti-congelantes, para que a compressa permaneça flexível e fácil de adaptar à zona anatómica a tratar (figura 1). Até ser usada, a compressa é armazenada no congelador. Para além de ter um efeito menos duradouro que o das compressas de gelo, apresenta perigo de ulceração, uma vez que a temperatura da compressa é inicialmente inferior a 0 °C.

As compressas frias químicas consistem num saco de vinil com duas substâncias químicas separadas entre si.

Ao apertar a embalagem, as duas substâncias misturam-se e dão início a uma reacção química endotérmica, com produção de frio. Têm como desvantagens o arrefecimento insuficiente, a impossibilidade de reutilização e o risco de queimadura química no caso do saco estar danificado.

A imersão em gelo ou banho frio é uma modalidade utilizada sobretudo no tratamento das extremidades. A temperatura ideal varia consoante os autores, sendo apontados valores entre os 2 e os 15 °C. A imersão em piscina ou tanque com gelo e água, mal tolerada e pouco utilizada, permite a imersão de uma maior superfície corporal e a associação da hidromassagem. A massagem com gelo difere das modalidades anteriores pelo seu carácter bifásico (ciclo frio-temperatura ambiente) e pela estimulação dos mecanorreceptores. Embora o arrefecimento não seja tão acentuado, é frequentemente utilizada como parte das técnicas criocinéticas.

Os aparelhos de frio consistem num reservatório de água refrigerada por gelo ou por um mini-frigorífico. A água fria circula



Figura 1: Compressas de gel frio.

através de um material almofadado que se adapta na zona a tratar. Para além do frio, estas máquinas permitem aplicar pressão através da insuflação pela água, o que pode ser útil em determinadas situações.

Os sprays refrigerantes contêm cloreto de etilo ou fluorometano, que evaporam rapidamente em contacto com a pele, promovendo a perda de calor pelo tecido cutâneo. A redução de temperatura proporcionada é muito brusca, o que predispõe a ulcerações pelo frio. O efeito é fugaz e não atinge os tecidos mais profundos. O cloreto de etilo é inflamável, pelo que devem ser tomadas as devidas precauções. São utilizados em situações onde se pretende alívio algico, devendo o jacto do spray ser aplicado a cerca de 30 cm do corpo.

As compressas frias, mergulhadas em água a 4° C, são aplicadas durante 5 minutos. A toalha gelada, previamente imersa em água com sal (500 g para 5 litros de água) e colocada no congelador, pode ser adaptada à zona a tratar, uma vez que não fica rígida.

O “liquid ice” consiste numa ligadura embebida num líquido especial, colocada na zona a tratar, que vai arrefecendo os tecidos. Para além de permitir a compressão e de ser reutilizável, pode ser usado durante a prática desportiva, não necessitando da imobilização do doente.

INDICAÇÕES E MODO DE APLICAÇÃO

O frio pode ser aplicado quando se pretende analgesia, vasoconstrição com redução do fluxo sanguíneo, redução da inflamação e do edema na fase aguda de traumatismos ou queimaduras, redução do metabolismo celular, redução da hemorragia, diminuição da espasticidade, facilitação de técnicas cinesiológicas, normalização térmica em situações de hiperaquecimento muscular e estimulação da regeneração e do trofismo celular em patologias traumáticas crónicas.

A aplicação estática é utilizada quando se pretendem efeitos

vasoconstrictores e anti-álgicos, por exemplo na fase aguda de um traumatismo. A temperatura cutânea a atingir é de 15 °C e o período de aplicação deverá ser repetido várias vezes, não excedendo os 20 minutos de cada vez. Este efeito pode ser também obtido com a imersão em água fria (4-10 °C) durante 10 a 20 minutos. Com esta técnica, o arrefecimento dos tecidos profundos é mais rápido e mais duradouro. De referir, no entanto, que alguns autores defendem aplicações de frio superiores a 20 minutos, considerando que este período é insuficiente para o arrefecimento dos tecidos mais profundos. A aplicação dinâmica consiste numa massagem circular rápida por períodos de 2 a 3 segundos, durante 7 a 10 minutos e é utilizada quando se pretende obter hiperémia reactiva e uma analgesia menos pronunciada, como por exemplo na fase crónica (mais de 8 dias) de patologia traumática.

PRECAUÇÕES E CONTRA-INDICAÇÕES

A crioterapia pode agravar a isquémia ao provocar uma redução adicional do fluxo sanguíneo e desencadear fenómenos vaso-espásticos. Deve ser evitada ou usada com precaução em vasculopatia aterosclerótica e zonas de isquémia, fenómenos vaso-espásticos (doença de Raynaud), neuropatia diabética, patologia cardiovascular descompensada, alterações da sensibilidade cutânea, doentes sedados ou obnubilados, que não respondam à dor, alergia ou intolerância ao frio, crioglobulinémia e feridas abertas.

COMPLICAÇÕES

À medida que o arrefecimento se processa, ocorre sensações de frio, sensação de queimadura, dor e parestesia. De modo a evitar ulceração pelo frio, a aplicação deve ser suspensa na fase da parestesia. O risco de lesão pode ser minimizado evitando o contacto directo da fonte de frio com a pele

e limitando a duração da aplicação. Áreas com pouco tecido celular subcutâneo, como o cotovelo ou o tornozelo, apresentam menor tolerância ao frio, pelo que deverão ser objecto de cuidados especiais. Existem também alguns casos descritos de paralisia nervosa após crioterapia, na maioria das vezes por aplicação de gelo junto à cabeça peroneal, todos com recuperação completa. Estes poderão estar associados à pressão exercida pelas ligaduras usadas para fixar a fonte de frio e não à própria crioterapia. A hipersensibilidade ao frio pode manifestar-se por eritema, urticária, hemoglobinúria ou mesmo por uma reacção anafilática. A profilaxia pode ser feita com anti-histamínicos e as aplicações repetidas podem resultar numa tolerância crescente. A exposição ao frio pode desencadear ou agravar fenómenos vaso-espásticos como o fenómeno de Raynaud, livedo reticular ou acrocianose.

TERMOTERAPIA

TERAPIA PELO CALOR SUPERFICIAL

02

02

TERMOTERAPIA

TERAPIA PELO CALOR SUPERFICIAL

DEFINIÇÃO:

A termoterapia consiste na aplicação de calor com objectivos terapêuticos. Pode ser classificada quanto à profundidade atingida (superficial ou profunda) e à forma de transmissão (por condução, convecção ou conversão). Na condução, a transferência do calor é feita através do contacto directo entre dois corpos, por exemplo a pele e uma compressa quente. Na convecção, é feita através de um intermediário, como o ar ou a água. Na conversão, ocorre transformação de um tipo de energia noutra, por exemplo conversão de energia radiante em calor. No aquecimento profundo, ou diatermia (capítulo 3), a transferência do calor é sempre feita por conversão. Embora a sua regulação seja complicada, o aquecimento superficial é de fácil acesso, seguro e mais barato do que o profundo.

EFEITOS BIOLÓGICOS

As reacções biológicas dos tecidos ao aumento de temperatura são influenciadas por diversos factores. A elevação da temperatura dos tecidos possui uma estreita faixa terapêutica, entre 40 e 45,5 °C. Abaixo destes valores os efeitos são reduzidos; acima, podem ocorrer lesões, inactivação enzimática e aumento dos processos inflamatórios. A velocidade da elevação da temperatura varia consoante a fonte térmica. Quanto mais rápida for a elevação, mais favoráveis os efeitos biológicos, que dependem também das dimensões da área a tratar. A duração da elevação da temperatura deve ter uma duração entre 3 e 30 minutos.

Os efeitos biológicos incluem:

- Vasodilatação capilar e arteriolar, com aumento do fluxo sanguíneo.
- Aumento do metabolismo celular.
- Aumento da actividade enzimática, nomeadamente da collagenase, aumentando a extensibilidade do tecido fibroso. Com uma elevação de 3 °C, a actividade enzimática da collagenase sinovial aumenta 300%. Com o aquecimento das articulações metacarpo-falângicas a 45 °C a rigidez articular diminui 20%.
- Aumento da velocidade de filtração e difusão através das membranas biológicas.
- Aumento do limiar de percepção das aferências sensitivas e modulação da condução no nervo periférico, nomeadamente da mensagem nociceptiva, levando à analgesia e ao relaxamento muscular.
- Bloqueio medular, com priorização da via rápida e libertação de endorfinas por activação do sistema descendente, levando à analgesia.
- Diminuição da sensibilidade do fuso neuro-muscular ao estiramento, com efeito mio-relaxante.

A vasodilatação ocorre por efeitos directo e reflexo no local de aplicação da fonte de calor. No entanto, através de uma resposta consensual, é observado uma hiperémia noutras partes do corpo, cujo efeito poderá ser útil. Esta resposta é sempre de menor intensidade e depende das dimensões da área tratada. Os efeitos biológicos do calor são mais fugazes que os do frio, uma vez que após a aplicação de calor, a vasodilatação cutânea permite a sua rápida dissipação.

FORMAS DE APLICAÇÃO DE CALOR SUPERFICIAL POR CONDUÇÃO

O calor húmido baseia-se na utilização de um saco de algodão, que pode ter vários tamanhos, preenchido com dióxido de silício, que tem como característica absorver e reter uma grande quantidade de água. Este saco é imerso num reservatório com água à temperatura de 60 a 80 °C, o “hidrocollator” (figura 2) e seguidamente retirado. Após a remoção da água em excesso, é embrulhado numa toalha e colocado sobre a superfície a tratar durante 20 a 30 minutos.



Figura 2: Hidrocollator e saco de algodão com dióxido de silício.

As compressas de Kenny consistem num pano de lã colocado sob vapor, sendo em seguida removido o excesso de água por centrifugação; a compressa seca é colocada rapidamente na pele a uma temperatura de cerca 60 °C; estas compressas arrefecem rapidamente e são substituídas de 5 em 5 minutos.

As compressas químicas consistem num recipiente flexível contendo produtos químicos que, quando colocados em contacto, produzem uma reacção exotérmica. Não permitem um controlo rigoroso da temperatura produzida, não podem ser reutilizadas e acarretam risco de lesões caso ocorra rotura do recipiente.

A parafina é uma substância sólida que encerra hidrocarbóneos saturados e não saturados. É aquecida num reservatório especial, que a mantém no estado líquido a uma temperatura entre 45 e 54 °C (figura 3). Pela sua baixa condutibilidade, permite conduzir lentamente o calor, que é desta forma bem tolerado. A parafina é usada sobretudo no aquecimento das extremidades corporais. Na aplicação por imersão repetida, a extremidade é mergulhada na parafina e em seguida é retira-



Figura 3: Aquecedor de parafina.

da, deixando a parafina solidificar. O procedimento é repetido até formar uma camada espessa de parafina sobre a extremidade, que é seguidamente envolvida num saco de plástico e num pano isolante durante 10 a 20 minutos. Na imersão contínua, que permite um aquecimento mais vigoroso e profundo, a extremidade é imersa na parafina durante 20 a 30 minutos. Pelo facto de nas extremidades o tecido celular subcutâneo ser diminuto, a parafina permite um aquecimento efectivo das pequenas articulações das mãos e pés, levando a uma maior distensibilidade do tecido conjuntivo e muscular. Assim, a aplicação de parafina é especialmente útil no tratamento de contracturas articulares das mãos. Devido ao risco de queimadura, a temperatura da parafina deve ser controlada com um termómetro. Esta forma de aplicação está contra-indicada em doentes alérgicos à parafina.

O parafango (figura 4) consiste no aquecimento, a uma temperatura entre 49 e 52 °C, de uma mistura de parafina com fango. A sua aplicação é semelhante à da parafina, mas apresenta uma melhor capacidade de transmissão de calor, permitindo um aquecimento mais profundo, mais rápido e mais duradouro.

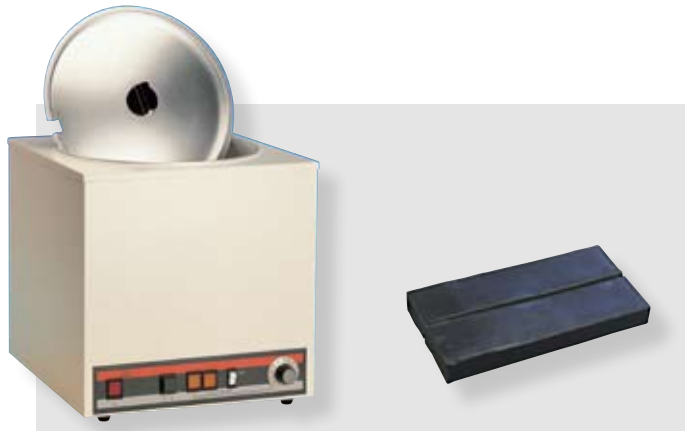


Figura 4: Aquecedor de parafango.

FORMAS DE APLICAÇÃO DE CALOR SUPERFICIAL POR CONVECÇÃO

A hidroterapia quente utiliza a água como fonte de calor. Para além das piscinas terapêuticas, existem tanques com diferentes tamanhos, adequados para a imersão dos membros superiores, inferiores ou de todo o corpo. A temperatura da água é condicionada pela região anatómica, tipo de imersão (segmentar ou total) e objectivo do tratamento. O tempo de tratamento é de 20 a 30 minutos. A imersão total está contraindicada em doentes com incontinência de esfíncteres. Uma variante da hidroterapia quente são os banhos de contraste, nos quais existe alternância de imersão em água quente e água fria. A fluidoterapia e o ar húmido representam outras formas de aplicação de calor superficial por convecção.

FORMAS DE APLICAÇÃO DE CALOR SUPERFICIAL POR CONVERSÃO

A radiação infra-vermelha utilizada para efeitos de aquecimento tem um comprimento de onda entre os 7.000 e 120.000 Å. Ao entrar nos tecidos, os fotões vão ser absorvidos e convertidos em calor. No entanto, só alcançam os tecidos mais superficiais, elevando a temperatura entre 5 e 15 mm de profundidade. A absorção de energia é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre o corpo e a fonte emissora de calor. Normalmente, a lâmpada é colocada a uma distância de 60-80 cm do corpo, devendo a radiação incidir perpendicularmente. O tempo de aplicação varia entre 15 a 30 minutos. Para além dos efeitos biológicos próprios do calor, a radiação IV condiciona fenómenos vasomotores complementares pela libertação de mediadores vasoactivos. A radiação infra-vermelha constitui uma fonte de calor “seca” e deve ser escolhida quando se pretende evitar o contacto directo com a fonte de calor ou o calor húmido, bem como em doentes acamados. A radiação

infra-vermelha é uma forma de aquecimento superficial de fácil aplicação, económica e versátil, o que a torna numa modalidade muito popular. Como precaução, devem ser protegidas com toalhas húmidas a nuca e a região ocular, sempre que se encontrem próximas do local a irradiar.

A radiação ultra-violeta (UV) compreende a radiação UV A (0,315 - 0,4 μm), UV B (0,29 - 0,315 μm) e UV C (0,2 - 0,29 μm). Os UV A penetram profundamente nos tecidos mas têm poucos efeitos biológicos. Os UV B são responsáveis pela queimadura solar e eritema da pele. Os UV C têm propriedades bactericidas. Apesar do seu interesse para outras especialidades, a utilização de radiação ultra-violeta em reabilitação encontra-se quase completamente abandonada.

INDICAÇÕES

A aplicação de calor superficial está indicada sempre que se pretenda analgesia, diminuição da rigidez articular ou peri-articular, diminuição do tônus muscular, relaxamento da musculatura lisa (por exemplo em cólicas gastro-intestinais), resolução de infiltrados inflamatórios com remoção de produtos necróticos, estimulação trófica e facilitação de técnicas cinesiológicas (treino de aumento de amplitude articular e flexibilidade).

PRECAUÇÕES E CONTRA-INDICAÇÕES

O uso de calor deve ser evitado ou usado com precaução em patologia inflamatória ou traumática aguda, hemorragias ou alterações da coagulação, vasculopatia aterosclerótica, áreas isquémicas, patologia cardiovascular descompensada, patologia neoplásica ou infecciosa, lesões dermatológicas, alterações da sensibilidade térmica, doentes sedados ou obnubilados, cartilagens de crescimento, útero grávido e cicatrizes ou feridas abertas.

COMPLICAÇÕES

Embora a queimadura por temperatura excessiva seja a principal complicação, existem outras. O aumento do metabolismo associado ao aumento de temperatura dos tecidos agrava os sintomas de isquemia nos tecidos em risco. A vasodilatação e o consequente aumento do fluxo sanguíneo podem agravar os processos inflamatórios agudos ou subagudos. Nas modalidades de hidrocinesioterapia quente, a dissipação de calor fica comprometida pelo facto de parte do corpo estar imerso em água quente. Desta forma, a temperatura oral deverá ser monitorizada a fim de evitar a hipertermia.

A vasodilatação causada pelo calor leva a uma diminuição da pressão arterial e a um aumento da frequência cardíaca, que poderá descompensar uma patologia cardíaca subjacente. Em doentes com patologia cardíaca, deve-se evitar o tratamento de grandes áreas corporais e a utilização de temperaturas elevadas.

DIATERMIA

TERAPIA PELO CALOR PROFUNDO
(ONDAS CURTAS)

03

03

DIATERMIA

TERAPIA PELO CALOR PROFUNDO
(ONDAS CURTAS)

INTRODUÇÃO:

As correntes electromagnéticas de alta frequência, utilizadas para a aplicação de calor profundo (diatermia ou “aquecimento através de”), compreendem as micro-ondas e as ondas curtas (figura 5). As ondas curtas, mais utilizadas em reabilitação, são radiações electromagnéticas, caracterizando-se pela propagação de um campo eléctrico e de um campo magnético, perpendiculares entre si. As frequências das ondas curtas terapêuticas, definidas na convenção de Atlantic City, são 13,52, 27,12 ou 40,68 MHz. À frequência de 27,12 MHz, a mais usada, corresponde um comprimento de onda de 11,06 m.

PROPRIEDADES FÍSICAS E MODO DE APLICAÇÃO

As ondas curtas estão sujeitas a fenómenos de reflexão, refacção, difracção e absorção, sendo absorvidas de modo desigual pelos vários tecidos do corpo humano. Existem aparelhos de ondas curtas que privilegiam o componente eléctrico da radiação (diatermia capacitiva), enquanto outros privilegiam o componente magnético (diatermia indutiva). Esta dualidade é no entanto artificial, uma vez que os fenómenos eléctricos e magnéticos são indissociáveis.



Figura 5: (A) Aparelho de micro-ondas. (B) Aparelho de ondas curtas para diatermia capacitiva.

Na diatermia capacitiva são utilizados eléctrodos bipolares, rígidos ou flexíveis. Os eléctrodos podem ser aplicados de modo transversal, longitudinal ou co-planar (figura 6).

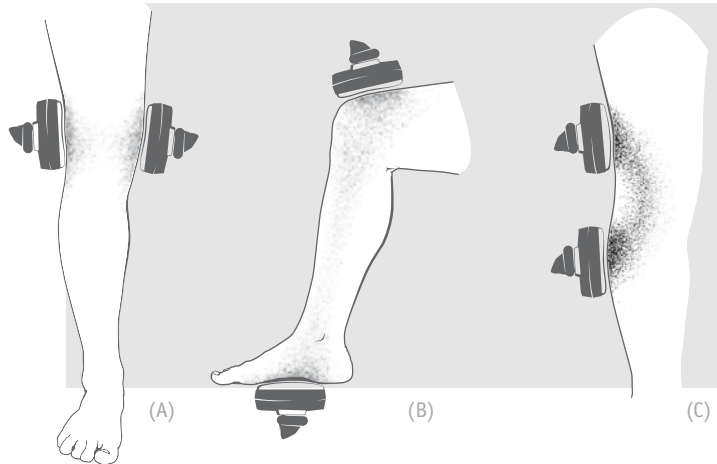


Figura 6:

- (A) Aplicação transversal;
- (B) Aplicação longitudinal;
- (C) Aplicação coplanar

Na aplicação transversal, o segmento corporal a tratar está colocado “em série” entre os eléctrodos, obtendo-se dessa forma a maior elevação da temperatura na gordura subcutânea. Na aplicação longitudinal, o segmento corporal está colocado “em paralelo” com os eléctrodos, ocorrendo maior elevação da temperatura nos tecidos mais condutores, como o músculo. Na aplicação coplanar, os eléctrodos estão situados no mesmo plano sobre a região corporal a tratar, sendo a maior parte da energia absorvida a nível da pele e do tecido subcutâneo, sem grandes efeitos em profundidade.

A escolha e a colocação criteriosa dos eléctrodos permitirá a obtenção dos efeitos terapêuticos desejados. Os eléctrodos devem estar paralelos à superfície a tratar e não paralelos entre si (obtendo-se desta forma efeitos térmicos uniformes) e a distância mínima entre os eléctrodos deve ser maior do que a soma da distância de cada eléctrodo à pele (a fim de evitar um curto-circuito entre os eléctrodos). As dimensões dos eléctrodos devem ser adequadas ao tratamento. Eléctrodos ligeiramente maiores que a região a tratar propiciam uma distribuição homogênea do campo electromagnético. No entanto, se forem demasiadamente grandes, ocorrerá uma perda de efeito (figura 7).

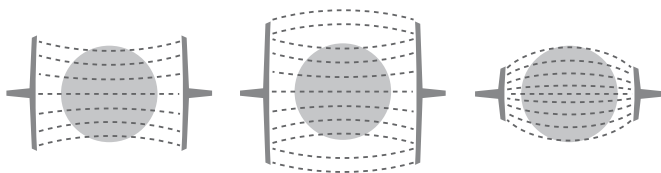


Figura 7: Relação entre o tamanho dos eléctrodos e a região a tratar.

A distância dos eléctrodos à pele é muito importante, pois a existência de uma camada de ar entre os eléctrodos e a pele permite ao campo electromagnético divergir antes de atingir a superfície do corpo, proporcionando um aquecimento mais profundo e homogêneo. Para obter um efeito mais superficial é necessário aproximar os eléctrodos da pele. A criação de campos electromagnéticos de características especiais pode ser feita através da selecção de eléctrodos de diferentes dimensões, bem como da regulação da sua distância à pele. A utilização de dois eléctrodos de tamanhos desiguais permitirá a concentração do campo a nível do eléctrodo mais pequeno, enquanto que o afastamento de um dos eléctrodos permitirá a concentração do campo electromagnético a nível do outro (figura 8).

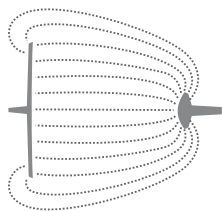


Figura 8: Efeito de concentração do campo electromagnético mediante a selecção da dimensão dos eléctrodos.

A diatermia indutiva utiliza eléctrodos circulares, contendo uma bobina de indução em forma de espiral, especialmente concebidos para a geração de um campo magnético. Pode também ser utilizado um solenóide, ou cabo de indução, que não é mais do que uma bobina feita manualmente pelo enrolamento em espiral, sobre a zona a tratar, de um cabo condutor fortemente isolado.

EFEITOS BIOLÓGICOS

O efeito terapêutico das ondas curtas tem por base uma série de alterações físico-químicas a nível dos tecidos do corpo humano. A geração de calor constitui o principal efeito exercido sobre os tecidos pelas correntes de alta frequência, quando utilizadas de forma contínua. O calor é produzido por conversão térmica da energia eléctrica quando esta encontra a resistência dos tecidos, que varia consoante a natureza destes. O efeito térmico pode ser significativo, com elevações da temperatura de 4 a 6 °C em músculos localizados a profundidades de 4 a 5 cm. A profundidade do aquecimento é condicionada pelo método de diatermia utilizado. Na diatermia capacitiva, a maior absorção de energia ocorre na gordura subcutânea, que oferece maior resistência à passagem da corrente. Na diatermia indutiva, a maior absorção de energia ocorre ao nível dos tecidos mais profundos e com maior condutividade, como o músculo. Este deve ser o método utilizado sempre que se pretenda obter um aquecimento do tecido muscular em profundidade.

Os tecidos do corpo humano são constituídos, a nível molecular, por partículas carregadas electricamente, nas quais as correntes de alta frequência vão induzir movimentos. Este fenómeno, designado por ressonância molecular, traduz-se igualmente na produção de calor. Algumas destas moléculas são dipolos, ou seja, possuem um pólo positivo e outro negativo. Quando sujeitos às correntes de alta frequência, os dipolos sofrem alterações rápidas da sua orientação espacial, originando uma “fricção” de efeito termogénico. Este fenómeno aplica-se igualmente a outras partículas carregadas electricamente, como os iões dos compartimentos intra e extra-celular. Mesmo tecidos de grande neutralidade eléctrica, como o adiposo, sofrem um efeito semelhante por oscilações das suas nuvens electrónicas, embora o aumento de temperatura produzido seja, neste caso, muito discreto.

Os efeitos biológicos do calor assim obtido incluem vasodilatação arteriolar e capilar, por mecanismo directo e reflexo, com aumento do metabolismo local, bem como eliminação de mediadores inflamatórios e acção directa sobre as aferências nervosas, promovendo a analgesia. O aumento da temperatura a nível dos fusos neuromusculares reduz a resposta tónica ao estiramento, conduzindo ao relaxamento muscular. Deve-se, a este propósito, realçar que as correntes de alta frequência não provocam electro-estimulação motora ou sensitiva, uma vez que a oscilação da corrente é de tal maneira rápida que as membranas celulares dos nervos e músculos não têm tempo para despolarizar. Por esse motivo, estas correntes só podem ser percebidas através do aumento de temperatura gerado.

O corpo humano não é homogéneo em termos de condutividade eléctrica. Esta é, em regra, directamente proporcional ao conteúdo em água dos tecidos. Alguns, como o tecido muscular, são bons condutores, enquanto outros, como o tecido adiposo, se comportam como isoladores. A distribuição da

corrente numa determinada região corporal depende também do modo como os tecidos se dispõem, ou seja, da topografia da região, bem como do modo de aplicação utilizado (diatermia indutiva ou capacitiva). Para qualquer dos dois métodos, a taxa de absorção específica (H) será directamente proporcional ao quadrado da corrente eléctrica induzida (I) e inversamente proporcional à condutividade eléctrica dos tecidos (G), segundo a expressão: $H=I^2/G$. Os tecidos do corpo humano podem ser considerados como componentes de um circuito eléctrico montado em série ou em paralelo, que vai ser atravessado por uma corrente de alta frequência. Se estiverem colocados em paralelo, o maior fluxo de corrente ocorrerá no tecido com a maior condutividade e será esse o mais aquecido. Se estiverem colocados em série, será o tecido com maior resistência a ser mais aquecido, visto que a corrente que atravessa todos os tecidos é a mesma.

DOSIFICAÇÃO

A dosificação das ondas curtas é realizada de forma subjectiva, pela sensação de calor que o doente comunica: dose I ou “muito ligeira” (abaixo do limiar da sensação de calor), dose II ou “ligeira” (pequena sensação de calor), dose III ou “moderada” (sensação agradável de calor) e dose IV ou “vigorosa” (calor no limite do tolerável). A duração das sessões não deve ultrapassar 1 a 5 minutos para os processos agudos, 10 minutos para os subagudos e 20 minutos para os crónicos. O número de sessões, geralmente diárias, também é variável, sendo de 5 a 10 sessões para os processos agudos e de 15 a 20 para os subagudos e crónicos. A aplicação de ondas curtas por impulsos, ou pulsátil, representou uma tentativa de minimizar os efeitos do aquecimento através da dissipação de calor ocorrida no intervalo entre dois impulsos, privilegiando efeitos terapêuticos não relacionados com a diatermia. O seu valor terapêutico é controverso, embora alguns autores defendam a sua utilização.

INDICAÇÕES

As indicações terapêuticas da diatermia por ondas curtas resultam dos seus efeitos anti-inflamatório, analgésico e mio-relaxante. Pode ser utilizada com sucesso na fase subaguda ou crónica de diversas patologias reumatológicas e traumatológicas, entre outras.

PRECAUÇÕES E CONTRA-INDICAÇÕES

A aplicação deve ser efectuada de forma correcta. O doente deve estar instalado numa estrutura não metálica e quaisquer materiais metálicos devem ser afastados pelo menos 50 cm da área a tratar. A pele deve estar bem seca, devendo ser colocadas toalhas entre os eléctrodos e a pele, de modo a evitar a acumulação de suor, que provocaria grande aquecimento superficial com risco de queimadura. O doente não deve ser portador de lentes de contacto, implantes metálicos (por exemplo próteses, material de osteossíntese ou dispositivos intra-uterinos, salvo na aplicação pulsátil) ou “pace-maker”. Para além de comprometer a eficácia do tratamento, a presença de objectos metálicos no circuito pode provocar queimaduras por concentração de corrente.

A diatermia por ondas curtas está contra-indicada em doentes com alterações da sensibilidade térmica, sedados ou obnubilados, bem como em patologias inflamatórias agudas, neoplasias, discrasias hemorrágicas, vasculopatias ateroscleróticas e áreas isquémicas. Está também contra-indicada a sua aplicação sobre a região ocular, útero grávido e cartilagens de crescimento.

ELECTROTHERAPIA

TERAPIA COM CORRENTES CONSTANTES E
CORRENTES VARIÁVEIS DE BAIXA E MÉDIA
FREQUÊNCIA

04

04

ELECTROTERAPIA

TERAPIA COM CORRENTES CONSTANTES E CORRENTES VARIÁVEIS DE BAIXA E MÉDIA FREQUÊNCIA

INTRODUÇÃO:

A electroterapia consiste no uso de correntes eléctricas com fins terapêuticos. As correntes eléctricas podem agrupar-se em diversas famílias, de acordo com os parâmetros que as caracterizam. Dois desses parâmetros, a intensidade e o tempo, permitem classificar as correntes, quanto ao seu estado, em constantes e variáveis. Nas correntes em estado constante não ocorre variação da intensidade ao longo do tempo (exceptuando-se os períodos de encerramento e abertura do circuito, figura 9). Nas correntes em estado variável ocorre variação da intensidade ao longo do tempo.

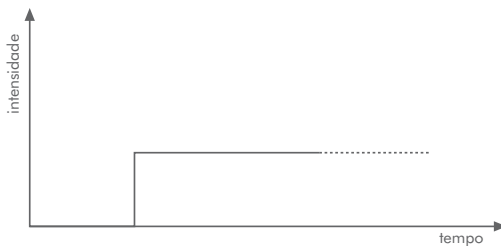


Figura 9: Corrente constante.

CORRENTES EM ESTADO CONSTANTE

A corrente em estado constante corresponde à corrente galvânica, que é uma corrente contínua, de baixa tensão e intensidade não superior a 200 mA. Pode ser produzida mediante o recurso a pilhas, a acumuladores ou à corrente alterna da rede. Neste último caso, a produção da corrente galvânica pode ser realizada indirectamente, quando a corrente da rede é utilizada para pôr em movimento um dínamo ou directamente, com utilização de dispositivos para modulação da corrente da rede (figura 10). A corrente galvânica apresenta efeitos físico-químicos e efeitos fisiológicos, convencionalmente divididos em polares, polares de vizinhança e interpolares.



Figura 10: Aparelho gerador de correntes constantes e correntes variáveis de baixa frequência.

Os efeitos polares são fenómenos de natureza química, decorrentes dos efeitos físicos. Os efeitos polares de vizinhança ocorrem na proximidade dos pólos, incluindo analgesia e vasoconstricção (no pólo positivo) e espasmólise e vasodilatação (no pólo negativo). A obtenção do efeito terapêutico pretendido obriga à selecção do pólo adequado, que se designa por eléctrodo activo. Os efeitos interpolares associam-se à passagem da corrente galvânica através de um segmento corporal e incluem, para além dos efeitos vasomotor e trófico, um efeito térmico pouco significativo.

GALVANIZAÇÃO E IONTOFORESE

A galvanização consiste na utilização terapêutica da corrente galvânica e as suas indicações decorrem dos efeitos desta corrente sobre o organismo. As suas contra-indicações incluem a existência de implantes metálicos e a presença de lesões cutâneas na área a tratar. A modalidade apresenta riscos, geralmente por aplicação incorrecta, de queimaduras eléctricas ou químicas.

A iontoforese, modalidade associada à galvanização, consiste na utilização dos efeitos polares das correntes galvânicas para a introdução de substâncias medicamentosas no organismo. Uma variante da técnica, a iontoforese reversa, tem sido utilizada na monitorização não invasiva da glicemia em doentes diabéticos e da concentração de fármacos como a fenitoína.

A possibilidade de introduzir substâncias terapêuticas através da pele mediante a utilização de uma corrente eléctrica foi idealizada no século XVIII pelo Abade de Nollet. Durante o século XIX, após a invenção da pilha eléctrica, a iontoforese ganhou popularidade e foi objecto de ensaios de sucesso variável com diversas substâncias, entre as quais o mercúrio, o sulfato de quinina e a morfina. A validade do método foi estabelecida por diversas experiências, hoje consideradas clássicas, como as de Chazkzy e Leduc (figura 11). Quando se aplica uma corrente galvânica a um segmento corporal é possível, dentro de certos limites, a introdução de iões através dos orifícios glandulares sebáceos e sobretudo sudoríparos. Entre os factores que influenciam a absorção iónica contam-se o tamanho do ião e a intensidade do campo eléctrico. Os iões são absorvidos localmente através da epiderme e difundem-se progressivamente nos plexos venosos dérmicos e hipodérmicos, podendo comportar-se como não difusíveis, permanecendo no local, ou difusíveis, atingindo o tecido celular subcutâneo e entrando posteriormente em circulação.

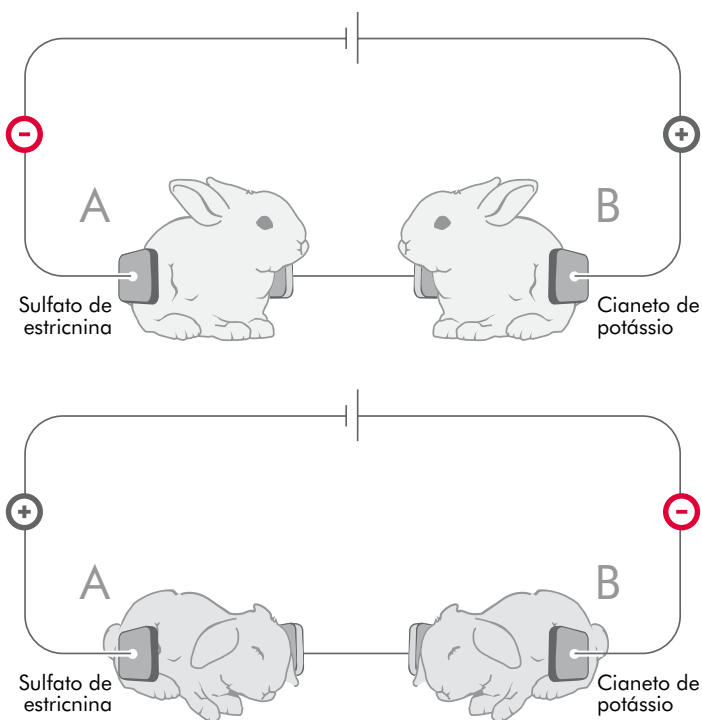


Figura 11: Experiência de Leduc: dois coelhos são colocados em circuito. Sob o pólo negativo, junto ao coelho "A", é colocado sulfato de estricnina; sob o pólo positivo, junto ao coelho "B", é colocado cianeto de potássio. Ao estabelecer uma corrente galvânica, ocorre penetração dos íons sulfato (SO_4^{2-}) e potássio (K^+), não se verificando qualquer alteração nos coelhos. No entanto, ao inverter a polaridade, ocorre penetração da estricnina, provocando uma crise convulsiva no coelho "A" e do cianeto, provocando a morte do coelho "B".

Ao proporcionar a introdução de uma escassa quantidade de substância medicamentosa, a iontoforese é geralmente utilizada em tratamentos de carácter local, sendo rara a sua utilização em tratamentos de carácter geral. Para além de substâncias na forma iónica, pode ocorrer também uma penetração de solutos neutros por electro-osmose, utilizan-

do como meio de transporte as moléculas de água em movimento. Algumas das substâncias correntemente utilizadas em iontoforese são apresentadas no quadro 1. A administração de outras substâncias, como por exemplo a toxina botulínica de tipo A, encontra-se em fase experimental.

CLASSE/SUBSTÂNCIA	ELÉCTRODO	EFEITO
Anestésicos locais (ex: procaína)	+	Analgésico
Anti-inflamatórios não esteróides (ex: diclofenac)	-	Anti-inflamatório
Anti-inflamatórios esteróides (ex: hidrocortisona)	-	Anti-inflamatório
Solução de cloreto de cálcio a 1%	+	Analgésico
Solução de hipossulfito de sódio a 2%	-	Analgésico; anti-artrósico
Solução de iodeto de potássio a 1%	-	Fibrolítico

Quadro 1: Algumas substâncias utilizadas em iontoforese. Nas classes de substâncias, a polaridade do eléctrodo refere-se ao exemplo citado.

Técnicamente, a iontoforese é semelhante à galvanização, utilizando geralmente a substância pretendida sob a forma de solução. Existem porém riscos adicionais, designadamente reacções alérgicas à substância utilizada.

CORRENTES EM ESTADO VARIÁVEL

As correntes em estado variável apresentam como característica comum a variação da intensidade em função do tempo, cuja representação gráfica vai corresponder a uma determinada forma. As correntes variáveis podem classificar-se quanto ao tipo de fluxo (interrompidas ou não-interrompidas), polaridade e frequência. A polaridade exprime o sentido do fluxo electrónico entre os dois pólos do circuito. Quando os electrões circulam sempre no mesmo sentido, a corrente diz-se

monopolar. Quando existe variação da polaridade, a corrente diz-se bipolar, podendo apresentar impulsos simétricos ou assimétricos (figura 12). Os impulsos assimétricos podem ser compensados, quando a carga de ambas as fases é igual, ou descompensados, quando essa carga é diferente (figura 13). As correntes bipolares assimétricas descompensadas associam-se à produção de efeitos electroquímicos semelhantes aos das correntes monopolares.

A frequência corresponde ao número de impulsos por unidade de tempo e permite o agrupamento em famílias de correntes de frequência baixa (inferior a 1.000 Hz), média (1.000 a 10.000 Hz) ou alta (superior a 10.000 Hz). Esta classificação é muito útil, uma vez que a frequência duma corrente se encontra estreitamente relacionada com os seus efeitos biológicos. De referir porém que todas as correntes utilizadas para electro-estimulação se encontram situadas abaixo da banda “ELF” (*extremely low frequency*) do espectro electromagnético. A electro-estimulação pode ter efeito motor, utilizado em electrodiagnóstico, electromiografia e estimulação neuro-muscular ou efeito sensitivo, utilizado em electro-analgésia. As correntes utilizadas para electro-estimulação podem ser de diferentes tipos, consoante o efeito terapêutico pretendido e os recursos disponíveis. Na prática, são utilizadas correntes interrompidas ou não-interrompidas, de baixa ou média frequência.

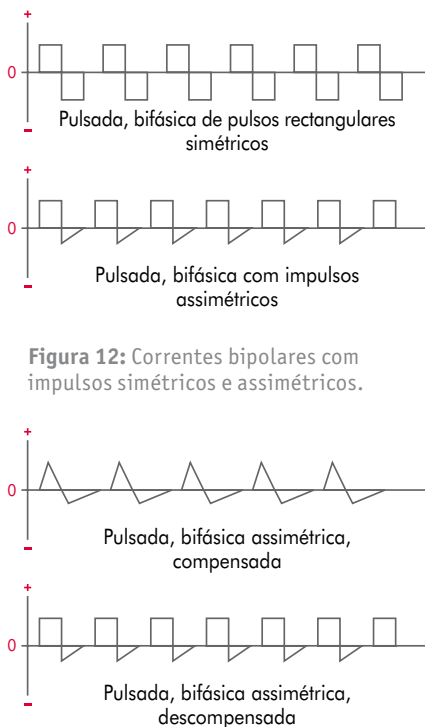


Figura 12: Correntes bipolares com impulsos simétricos e assimétricos.

Figura 13: Impulsos assimétricos compensados e descompensados.

ELECTRO-ESTIMULAÇÃO MOTORA

A electro-estimulação motora, que se traduz pela ocorrência de potenciais de acção nos moto-neurónios e nos músculos, engloba a estimulação eléctrica neuro-muscular (estimulação do músculo inervado através dos seus neurónios motores) e a estimulação eléctrica muscular (estimulação directa das fibras musculares no músculo desnervado).

Numa contracção muscular voluntária pouco intensa são recrutadas inicialmente as fibras musculares de tipo I (lentas e resistentes à fadiga). Se for necessária maior força ou velocidade são recrutadas as fibras de tipo IIa (rápidas e de fatigabilidade intermédia) e finalmente as de tipo IIb (rápidas e fatigáveis). A electro-estimulação não permite reproduzir a fisiologia normal, associando-se geralmente a um padrão de recrutamento invertido, com solicitação inicial de fibras musculares rápidas, mais superficiais e inervadas por moto-neurónios de maior calibre. A electro-estimulação provoca igualmente fadiga precoce, quer pelo seu padrão de recrutamento, quer pelo facto de solicitar repetidamente as mesmas unidades motoras.

Para produzir electro-estimulação motora, o estímulo seleccionado deve possuir intensidade e duração adequadas. Designa-se por reobase a intensidade necessária para produzir uma contracção muscular com um impulso rectangular longo (superior a 100 ms) e por cronaxia o menor intervalo de tempo susceptível de provocar uma contracção muscular com um estímulo de intensidade dupla da reobase (figura 14). Embora o recrutamento muscular dependa da intensidade e duração do estímulo, uma vez ultrapassado o limiar de estimulação motora, pequenos aumentos da intensidade condicionam grandes aumentos do número de unidades motoras recrutadas. A tetanização, por outro lado, depende da frequência de estimulação utilizada. Para correntes monopolares, a selecção do eléctrodo

activo deve atender à “lei” das acções polares de Pflueger e Chaveau, segundo a qual a estimulação neuro-muscular por uma corrente de intensidade constante é maior durante o encerramento do circuito quando se utiliza o pólo negativo como eléctrodo activo. Para correntes com impulsos bipolares simétricos ou assimétricos compensados, no entanto, a polaridade do eléctrodo activo não tem a mesma importância.

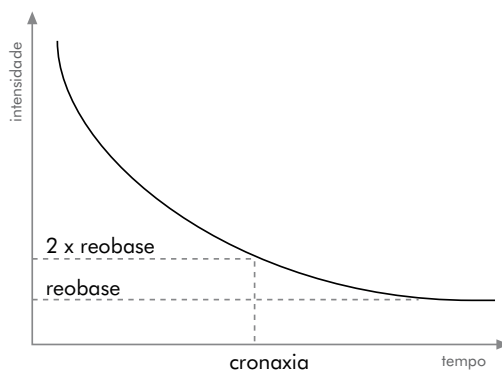


Figura 14: Reobase e cronaxia.

INDICAÇÕES DA ELECTRO-ESTIMULAÇÃO MOTORA

A estimulação eléctrica neuro-muscular parece útil na prevenção ou redução da atrofia muscular por desuso e pode ter efeito benéfico em termos psicológicos, facilitando o processo de reabilitação. Tem sido também amplamente utilizada no controlo da espasticidade secundária a lesões neurológicas centrais e em diversos programas de electro-estimulação funcional. No músculo normal, a estimulação eléctrica neuro-muscular associa-se a um aumento de força, mas este não parece superior ao obtido com programas de exercício “convencional”. Também não parecem existir vantagens na associação entre programas de estimulação eléctrica neuro-muscular e programas de exercício “convencional”. Embora não permita manter o trofismo nas fibras mais profundas de grandes grupos musculares, a estimulação eléctrica muscular poderá ser útil em pequenos músculos, parcial ou totalmente desnervados, nos quais seja previsível que o início da reinervação demore mais de três meses. No caso de músculos parcialmente desnervados, a utilização de impulsos exponenciais

permite estimular selectivamente as fibras musculares desnervadas, que perderam a sua capacidade de acomodação.

ELECTRO-ESTIMULAÇÃO SENSITIVA

Os efeitos analgésicos da electro-estimulação sensitiva assestam em parte na teoria do “gate-control”, formulada por Wall e Melzack em 1965. Os estímulos dolorosos são conduzidos por neurónios de pequeno diâmetro, de tipo A , pouco mielinizados e C, não mielinizados, que fazem sinapse com interneurónios moduladores a nível da substância gelatinosa de Rolando. Quando são estimulados por neurónios mielinizados de tipo A , responsáveis pela transmissão de sensações não dolorosas, os interneurónios moduladores inibem a transmissão dos estímulos dolorosos, “fechando” desta forma a “cancela” da dor. A electro-estimulação sensitiva actuará ainda sobre centros nervosos supra-medulares que, através de vias descendentes, vão inibir a passagem dos estímulos dolorosos a nível da substância gelatinosa de Rolando (figura 15).

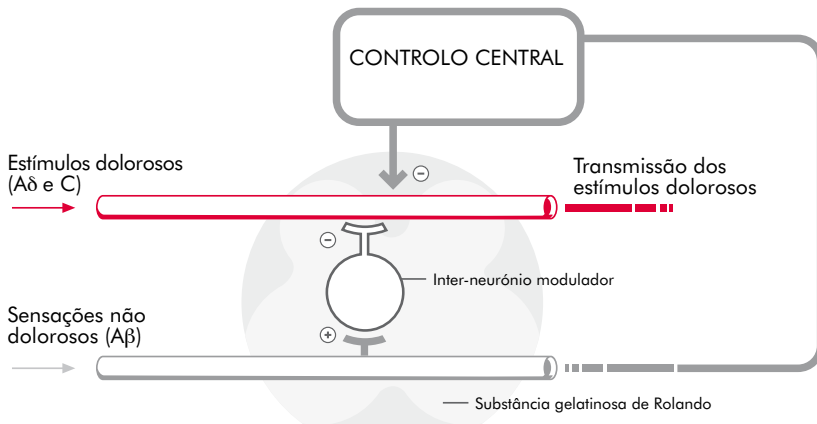


Figura 15: Representação esquemática do “gate-control” de Wall e Melzack.

O carácter difuso da analgesia obtida, bem como o facto desta ser abolida pela administração de naloxona, sugere também a existência de um mecanismo humoral, com libertação de encefalinas e endorfinas. Alguns autores têm defendido a existência de mecanismos de acção adicionais, como o bloqueio antidrómico das fibras A e C, a inibição directa da condução em nervos danificados ou o aumento de aferências medulares, limitando dessa forma a dor por desaferenciação.

Existem diversas correntes utilizadas em electro-analgesia, como as correntes de Träbert, as correntes diadinâmicas, as correntes diadinâmicas, as correntes interferenciais e as várias correntes usadas para estimulação nervosa eléctrica transcutânea. A corrente de Träbert, baseada na corrente galvânica, apresenta uma sucessão de impulsos rectangulares de 2 ms e pausas de 5 ms, à qual corresponde uma frequência de 142 Hz (figura 16). As correntes diadinâmicas, ou de Bernard, inicialmente produzidas a partir da corrente galvânica, são hoje obtidas a partir da corrente bipolar (alterna) da rede. Compreendem as correntes difásica fixa, monofásica fixa, modulada em longos períodos, modulada em curtos períodos e de ritmo sincopado (figura 17). As correntes de média frequência baseiam-se nos trabalhos de D'Arsonval, que demonstrou a boa tolerância cutânea de correntes com frequências da ordem dos

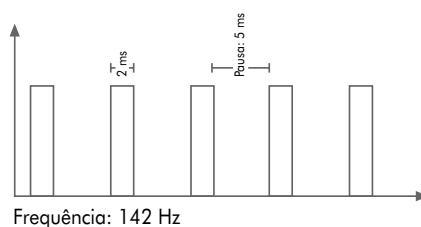


Figura 16: Corrente de Träbert.

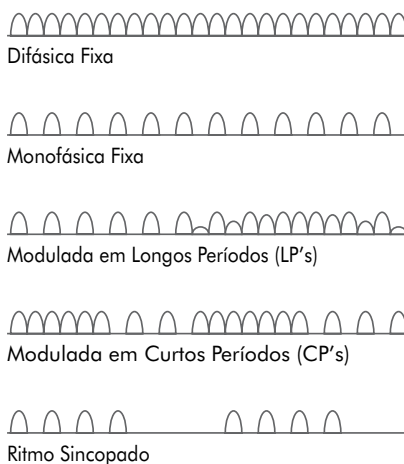


Figura 17: Correntes diadinâmicas.

4.000 Hz e de Nemec, que evidenciou a possibilidade de gerar em profundidade uma corrente de baixa frequência, a partir de duas correntes de média frequência aplicadas à superfície. As correntes assim produzidas (correntes interferenciais ou de Nemec, figuras 18 e 19) possuem as potencialidades terapêuticas das correntes de baixa frequência, produzindo uma electro-analgesia de magnitude comparável à do “TENS” (*Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*). As correntes interferenciais não possuem efeitos polares, são melhor toleradas a nível da pele e dos tecidos superficiais e actuam essencialmente a nível dos tecidos mais profundos.



Figura 18: Aparelho gerador de correntes interferenciais.

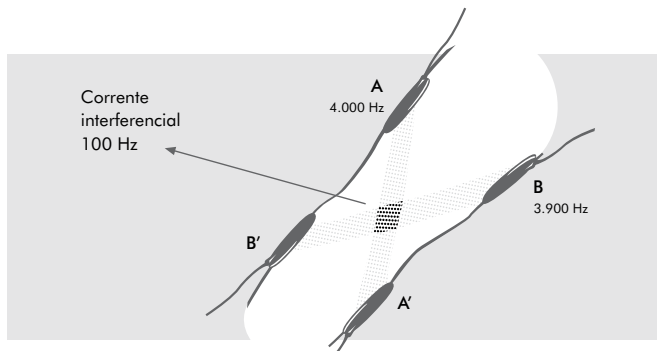


Figura 19: Representação esquemática da geração de uma corrente interferencial.

A estimulação nervosa eléctrica transcutânea (TENS) é uma modalidade de electro-estimulação sensitiva muito difundida que utiliza dispositivos portáteis de baixo custo, alimentados a pilhas e que transmitem a corrente através de eléctrodos de superfície (figura 20). As correntes utilizadas variam, mas as bifásicas simétricas ou assimétricas compensadas são as mais utilizadas e melhor toleradas em tratamentos de longa duração. De um modo geral, a modalidade agrupa a estimulação de alta frequência e baixa intensidade (“High TENS”) e a estimulação de baixa frequência e elevada intensidade (“Low TENS”). Embora a selecção dos parâmetros e a localização dos eléctrodos seja determinante para a obtenção dos resultados pretendidos, o efeito placebo não é desprezível, contribuindo para 25 a 30% dos sucessos terapêuticos.



Figura 20: Aparelho de “TENS”.

INDICAÇÕES DA ELECTRO-ESTIMULAÇÃO SENSITIVA

A electro-estimulação sensitiva está indicada em diversas situações dolorosas. As correntes de Träbert, pelo seu efeito dinamogénio, estão especialmente indicadas nas contractu-

ras musculares, mas produzem facilmente habituação. Este efeito indesejável é mais limitado nas correntes diadinâmicas, cuja utilização permite, consoante a modalidade seleccionada, a obtenção de um efeito predominantemente analgésico ou dinamogénio. As correntes interferenciais estão indicadas, entre outras situações, em contracturas musculares, raquialgias e insuficiência venosa. As indicações do “TENS” incluem neuropatias periféricas, nevralgias pós-herpéticas, algoneurodistrofias, dores agudas e dores crónicas (reumáticas, pós-operatórias, pós-traumáticas e oncológicas). Não se observaram resultados consistentes nas neuropatias periféricas de causa metabólica e nos síndromas dolorosos de origem central ou psicogénia.

PRECAUÇÕES E CONTRA-INDICAÇÕES DA ELECTRO-ESTIMULAÇÃO

Para além das normas gerais de segurança que devem regular a utilização de dispositivos eléctricos (entre as quais a não utilização em ambientes húmidos ou na proximidade de fontes de calor, aparelhos de ondas curtas ou de micro-ondas), os aparelhos de electro-estimulação não devem ser utilizados em doentes com alterações de sensibilidade ou de consciência, deficientes mentais, crianças muito pequenas, grandes idosos ou doentes com dores de etiologia não esclarecida. Deve-se evitar a electro-estimulação da região pré-cordial, designadamente em doentes portadores de “pace-maker”, bem como dos olhos, seio carotídeo, laringe, útero grávido, cartilagens de crescimento, mucosas, neoplasias e metástases (exceptuando electro-analgesia em casos ponderados), infecções, tromboflebitas ou implantes metálicos (no caso de correntes monopulares ou bipolares não compensadas). A electro-estimulação deve ser usada com precaução em doentes obesos, uma vez que o excesso de tecido adiposo poderá levar à selecção de uma intensidade demasiadamente elevada.

BIBLIOGRAFIA

CRIOTERAPIA

■ DeLisa JA, Gans BM et al.: Physical Medicine & Rehabilitation. 4th Ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

■ Lehmann J F, et al. Krusen: Tratado de Medicina Física e Reabilitação. 3ª edição. Editora Manole, 1984.

■ O'Young BJ, Young MA, Stiens SA: Physical Medicine and Rehabilitation Secrets, 3rd Ed. Hanley & Belfus, 2002.

■ Pinheiro JP: Medicina de Reabilitação em Traumatologia do Desporto. Editora Caminho, 1998.

■ Knight KL: Crioterapia no Tratamento das Lesões Esportivas. Editora Manole, 2000.

■ Enwemeka CS, Allen C et al.: Soft tissue thermodynamics before, during and after cold pack therapy. Med Sci Sports Exerc 2003; 34: 45-50.

■ Wilmore JH, Costill DL: Physiology of Sports and Exercise. 3rd Ed. Human Kinetics, 2004.

TERMOTERAPIA

■ DeLisa JA, Gans BM et al.: Physical Medicine & Rehabilitation. 4th Ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

■ Lehmann J F, et al. Krusen: Tratado de Medicina Física e Reabilitação. 3ª edição. Editora Manole, 1984.

■ O'Young BJ, Young MA, Stiens SA: Physical Medicine and Rehabilitation Secrets, 3rd Ed. Hanley & Belfus, 2002.

■ Pinheiro JP: Medicina de Reabilitação em Traumatologia do Desporto. Editora Caminho, 1998.

■ Wilmore JH, Costill DL: Physiology of Sports and Exercise. 3rd Ed. Human Kinetics, 2004.

DIATERMIA

■ Basford JR: Physical agents and biofeedback. In: DeLisa JA: Rehabilitation Medicine - Principles and Practice. JB Lippincott, 2005.

■ Delegay JM: Électrologie. In: Encyclopédie Médico-Chirurgicale, 26145 A10, 4-1989. Éditions Techniques, 1989.

■ De Bisschop G, Dumoulin J, Aaron C: Électrothérapie Appliquée. Masson, 1984.

■ Toro JR: Electroterapia y electrodiagnóstico. Universidad de Valladolid, 1996.

ELECTROTERAPIA

■ Basford JR: Physical Medicine and Rehabilitation Secrets. Hanley & Belfus, 1997.

■ Chesterton LS et al.: Effects of TENS frequency, intensity and stimulation site parameter manipulation on pressure pain thresholds in healthy human subjects. Pain 2003; 106(1-2):73-80.

■ De Bisschop G, Dumolin J, Aaron C: Électrothérapie Appliquée. Masson, 1984.

■ Delegay JM: Électrologie. In: Encyclopédie Médico-Chirurgicale, 26145 A10, 4-1989. Éditions Techniques, 1989.

■ Forster A, Palastanga N: Clayton's Electrotherapy - Theory and Practice. Baillière Tindall, 1985.

■ Foti et al.: Allergic contact dermatitis due to diclofenac applied with iontophoresis. Clin Exp Dermatol 2004; 29(1): 91.

■ Kavanagh GM, Oh C, Shams K: Botox delivery by iontophoresis. Br J Dermatol 2004; 151(5):1093-95.

■ Johnson MI, Tabasam G: An investigation into the analgesic effects of interferential currents and transcutaneous electrical nerve stimulation on experimentally induced ischemic pain in otherwise pain-free volunteers. Phys Ther 2003; 83(3):208-23.

■ Koke AJ et al.: Pain reducing effect of three types of transcutaneous electrical nerve stimulation in patients with chronic pain: a randomised crossover trial. Pain 2004; 108(1-2):36-42.

■ Loeser JD, Butler SH, Chapman CR, Turk DC: Bonica's Management of Pain. Lippincott, Williams & Wilkins, 2001.

■ Mannheimer JS: Clinical Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. Philadelphia FA Davis, 1984.

■ Le Boulanger B, Guy RH, Delgado-Charro MB: Non-invasive monitoring of phenytoin by reverse iontophoresis. Eur J Pharm Sci 2004; 22(5):427-33.

- Morillo MM, Vega JMP, Portero FS: Manual de Medicina Física. Harcourt Brace, 1998.
- Nelson R, Hays K, Currier D: Clinical Electrotherapy. Appleton & Lange, 1999.
- Ottawa panel evidence-based clinical practice guidelines for electrotherapy and thermotherapy interventions in the management of rheumatoid arthritis in adults. Phys Ther 2004; 84(11):1016-43.
- Pinheiro JP: Medicina de Reabilitação em Traumatologia do Desporto. Caminho, 1998.
- Sieg A, Guy RH, Delgado-Charro MB: Non-invasive glucose monitoring by reverse iontophoresis in vivo: application of the internal standard concept. Clin Chem 2004; 50(8):1383-90.
- Soares Branco P: Efeito da iontoforese com hipossulfito de sódio em doentes com coxartrose. J IPR 2004; 3(1):31-40.
- Sonde L, Gip C, Fernaeus SE, Nilsson CG: Stimulation with low frequency (1.7 hz) transcutaneous electric nerve stimulation increases motor function of the post-stroke paretic arm. Scand J Rehabil Med 1998; 30(2):95-9.
- Toro JR: Electroterapia y electrodiagnóstico. Universidade de Valladolid, 1996.
- Weitz SH, Tunick PA, Mitchell T: Pseudoatrial flutter: artifact stimulating atrial flutter caused by a transcutaneous electrical nerve stimulator (TENS). Pacing Clin Electrophysiol 1997; 20:3010-1.
- Vera Cruz C: Iontofores. Arq Fisiatria 2001; 8:73-82.

AGRADECIMENTOS:

À Sanofi Aventis, por todo o apoio prestado de forma ética, profissional e cortês à especialidade de Medicina Física e de Reabilitação, em especial à Inês Souto, que encaminhou este projecto, e ao Jorge Feio, que o recebeu, avaliou e permitiu que se tornasse uma realidade.

À Enraf Nonius I. Portugal e ao seu Director Comercial, Sr. Pedro Coelho, pelas facilidades concedidas na utilização das imagens de alguns dos seus tão conceituados produtos.

Aos meus colegas de Serviço, entre os quais me permito destacar o Director, Dr. José Capitão, que me passou o “bichinho álaçre” da electroterapia, e os internos que trabalharam árdua e diligentemente neste manual.

À Medesign e em particular ao Nuno Almeida, pela grande disponibilidade, invulgar simpatia e rigoroso profissionalismo que empenhou, durante muitas e longas horas, na estruturação deste trabalho.

A todos, muito obrigado!

