

PARTIE I

Courants électriques

CHAPITRE 1

Rappels et classification

Points essentiels

- ♦ Les courants unidirectionnels sont utilisés pour l'électrodiagnostic et la stimulation du muscle dénervé ainsi que pour le traitement de l'hyperhidrose. Ils peuvent produire de graves brûlures chimiques dues à leurs effets électrolytiques si les modalités d'application, les précautions et les contre-indications ne sont pas respectées.
- ♦ Les courants bidirectionnels sont utilisés pour l'électrostimulation antalgique et excito-motrice. Leur innocuité et leur confort augmentent leur efficacité, leurs contre-indications sont plus limitées et leurs modalités d'application sont beaucoup plus simples.

PLAN DU CHAPITRE

- 1.1. Notions élémentaires
- 1.2. Brûlures électriques
- 1.3. Classification des courants : état – direction

1.1. Notions élémentaires

Le courant électrique est un déplacement de charges électriques à travers un corps conducteur.

- L'énergie potentielle, qu'on appelle également différence de potentiel ou tension, s'exprime en volts (V).
- La résistance opposée par le circuit s'exprime en ohms (Ω). L'impédance électrique mesure l'opposition d'un circuit électrique au passage d'un courant alternatif.
- Le courant électrique est défini par son intensité qui s'exprime en ampères (A). Un ampère correspond à un débit de charges électriques de 1 coulomb (C) par seconde, c'est-à-dire au passage de $6,24 \times 10^{18}$ électrons par seconde. En électrothérapie, on n'utilise que des intensités faibles qui se mesurent en milliampères.
- La loi d'Ohm, $U_{(V)} = R_{(\Omega)} \cdot I_{(A)}$, d'où $I = U/R$, indique que l'intensité est proportionnelle à la tension et inversement proportionnelle à la résistance.

Le générateur à intensité constante (ou courant constant) permet d'éviter l'augmentation d'intensité lorsque la résistance diminue.

- La puissance s'exprime en watts (W) : $P_{(W)} = U_{(V)} \cdot I_{(A)} = R_{(\Omega)} \cdot I_{(A)}^2$
- La loi de Joule définit le dégagement de chaleur provoqué par le courant électrique qui parcourt le conducteur : $W_{(J)} = R_{(\Omega)} \cdot I_{(A)}^2 \cdot t_{(s)} = P_{(W)} \cdot t_{(s)}$

1.2. Brûlures électriques

1.2.1. Types de brûlures

1.2.1.1. Brûlure physique

La loi de Joule ($W_{(J)} = R_{(\Omega)} \cdot I_{(A)}^2 \cdot t_{(s)}$) nous indique que la chaleur produite est principalement due à l'intensité. La brûlure physique par effet Joule peut se produire avec tous les courants dont l'intensité est suffisamment importante.

1.2.1.2. Brûlure chimique

La brûlure chimique est due aux effets électrolytiques des courants unidirectionnels qui produisent la formation d'acides sous l'anode et de bases sous la cathode.

1.2.2. Risques de brûlures selon la technique employée

Le risque de brûlure est très différent selon que l'on considère :

- les courants directement appliqués sur la peau pour pratiquer la galvanisation et l'électrostimulation ;
- ou la thérapie produite par des courants de haute fréquence (tableau 1.1).

1.2.2.1. Galvanisation, électrostimulation

Les électrodes étant appliquées directement sur la peau, les normes des appareils sont très strictes et les intensités utilisées sont très faibles, limitées à quelques mA. L'effet Joule est insignifiant, il n'y a donc pas de risque de brûlure physique.

En conséquence :

- un courant bidirectionnel à moyenne nulle ne présente aucun risque de brûlure, ni physique ni chimique ;
- un courant unidirectionnel présente uniquement un risque de brûlure chimique dont il faut tenir compte dans le protocole d'application.

TABLEAU 1.1. Types de brûlures selon la technique.

	Brûlure physique	Brûlure chimique
Courant bidirectionnel	0	0
Courant unidirectionnel	0	+++
Thermothérapie	+++	0

1.2.2.2. Thermothérapie

Les courants de haute fréquence permettent de produire des ondes électromagnétiques (ondes courtes, ondes centimétriques, infrarouges) et des ondes mécaniques (ultrasons) qui peuvent atteindre des températures élevées.

En thermothérapie, l'effet Joule est important et la chaleur dégagée considérable. Il y a donc un risque de brûlure physique si l'intensité est trop élevée, si l'appareil émetteur est trop près des tissus ou si la séance est de trop longue durée.

1.3. Classification des courants : état – direction

Le courant électrique peut être :

- à l'état constant ou à l'état variable ;
- unidirectionnel ou bidirectionnel.

Selon son état et sa direction, il présente des propriétés et des dangers bien distincts (figure 1.1).

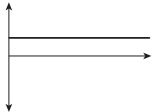
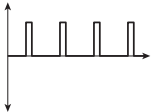
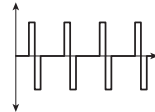
ÉTAT	CONSTANT	VARIABLE	
Courant	Continu ou galvanique	Basse Fréquence (BF) : < 100 Hz Très Basse Fréquence (TBF) : 1 à 10 Hz	
Contre-indications spécifiques		Aire cardiaque, région antéro-latérale du cou, pacemaker, grossesse, phlébites...	
Propriétés		Électrostimulation antalgique, excito-motrice, trophique	
Indications	Bain galvanique : traitement de l'hyperhidrose	Électrodiagnostic et stimulation du muscle dénervé	Douleur Stimulation du muscle innervé
			
DIRECTION	UNIDIRECTIONNEL polarisé : ⊕ et ⊖		BIDIRECTIONNEL omnipolaire
Propriétés	Iontophorèse (diélectrolyse ou ionisation) ? Stimulation prédominante : ⊖		Pas d'électrolyse Stimulation prédominante : impulsions asymétriques
Danger	Risque de brûlure chimique		Pas de risque de brûlure chimique
Précautions	Intensité limitée : 0,01 à 0,05 mA / cm ² de surface de la plus petite électrode pour une séance de 30 min		Facilité d'application
Contre-indication spécifique	Pièces métalliques incluses		
Avantages Inconvénients	- Risque de brûlure chimique - Effets, résultats, intérêt et indications restreints par le protocole rigoureux : intensité et durée de séance limitées - Désagrément : irritation galvanique		- Innocuité - Efficacité - Indications élargies - Confort

FIGURE 1.1. Classification des courants selon leur état et leur direction.

1.3.1. Courant à l'état constant

C'est le courant continu ou galvanique. Son intensité est constante. Il est toujours unidirectionnel.

Sa principale indication est le bain galvanique pour le traitement de l'hyperhidrose de la paume des mains, de la plante des pieds ou du moignon de l'amputé.

1.3.2. Courant à l'état variable

La variation de son intensité produit des impulsions. Une impulsion est une variation de courte durée d'une grandeur physique avec retour à l'état initial. Les impulsions peuvent être unidirectionnelles ou bidirectionnelles.

Les courants de basse fréquence (BF < 150 Hz) et de très basse fréquence (TBF < 10 Hz) produisent l'électrostimulation des tissus excitables, c'est-à-dire des nerfs et des muscles, et présentent des propriétés antalgiques, excito-motrices et trophiques d'un intérêt essentiel en rééducation fonctionnelle.

1.3.3. Courant unidirectionnel

Le courant unidirectionnel est polarisé : les électrons se dirigent toujours dans le même sens, du pôle négatif (cathode), vers le pôle positif (anode).

Il présente des propriétés électrolytiques aptes à produire des brûlures chimiques des tissus par formation d'acides sous l'anode et de bases sous la cathode.

Pour éviter de brûler les tissus, il faut :

- utiliser un générateur à intensité constante (ou courant constant) ;
- respecter un protocole rigoureux, notamment pour le réglage de l'intensité et de la durée de la séance ;
- ne jamais l'appliquer sur des patients porteurs de pièces métalliques incluses.

Désagréable, il peut produire une sensation d'échauffement et d'irritation galvanique.

À l'état constant, on utilise le courant continu pour le traitement de l'hyperhidrose par le bain galvanique, et avec de grandes précautions.

À l'état variable, les impulsions unidirectionnelles produisent une stimulation qui prédomine sous le pôle négatif. Vu leurs dangers et leurs inconvénients, on ne les utilise que pour l'électrodiagnostic et la stimulation du muscle dénervé.

1.3.4. Courant bidirectionnel

Le courant bidirectionnel est dépolarisé. Le pôle négatif et le pôle positif s'inversent à chaque impulsion.

L'impulsion bidirectionnelle est dite à moyenne nulle lorsque les quantités d'électricité sont égales de chaque côté de la ligne isoélectrique. Les impulsions bidirectionnelles à moyenne nulle ne présentent pas de propriétés électrolytiques donc ne produisent pas de brûlure chimique.

Le protocole d'application du courant bidirectionnel est beaucoup plus simple : on règle l'intensité supportée par le patient, et on n'est pas limité par la durée de la séance, ce qui permet d'être beaucoup plus efficace. De plus, on peut l'appliquer sur des patients porteurs de pièces métalliques incluses, ce qui élargit le champ d'action.

Les impulsions bidirectionnelles asymétriques produisent une stimulation qui prédomine sous une électrode.

Le courant bidirectionnel ne produit pas de sensation d'échauffement ou d'irritation comme le courant galvanique. Confortable, il est en général bien accepté par le patient, ce qui augmente encore son efficacité.

Vu ses qualités, ses propriétés thérapeutiques, son confort et son innocuité, on l'utilise pour la quasi-totalité des traitements d'électrostimulation antalgique et excito-motrice.

CHAPITRE 2

Paramètres et propriétés des impulsions et des courants

Points essentiels

- ♦ Les 4 paramètres de l'impulsion optimale déterminent l'efficacité, le confort et l'innocuité de l'électrostimulation antalgique et excito-motrice.
- ♦ Les 3 courants types représentent la quasi-totalité des applications en rééducation fonctionnelle.

PLAN DU CHAPITRE

- 2.1. Impulsion unidirectionnelle
- 2.2. Impulsion bidirectionnelle
- 2.3. Impulsions : paramètres et propriétés
- 2.4. Courant d'impulsions
- 2.5. Impulsions optimales : 4 paramètres
- 2.6. Courants types
- 2.7. Courants spécifiques

Les définitions suivantes sont utilisées au cours de cet ouvrage pour définir les paramètres des courants décrits. La plupart de ces définitions sont conformes aux normes UTE et Afnor NF C74-300 qui établissent la terminologie concernant les appareils d'électricité médicale [1]. Mais il a été nécessaire, pour les besoins descriptifs, d'ajouter d'autres définitions qui ne figurent pas dans ces normes.

2.1. Impulsion unidirectionnelle

L'impulsion progressive de longue durée a été prise pour exemple parce que c'est la seule impulsion qui permet de mettre en évidence tous les paramètres, notamment la durée (ou pente) d'établissement (figure 2.1).

Néanmoins, cette impulsion n'est pas utilisée pour l'électrostimulation car elle présente tous les défauts qui vont être décrits ci-après. Unidirectionnelle,

CHAPITRE 3

Diélectrolyse

Points essentiels

- ♦ La diélectrolyse médicamenteuse n'a pas fait la preuve de son efficacité.
- ♦ Le bain galvanique est utilisé pour le traitement de l'hyperhidrose en respectant strictement les modalités d'application, les précautions et les contre-indications afin d'éviter les brûlures chimiques dues aux effets électrolytiques des courants unidirectionnels.

PLAN DU CHAPITRE

- 3.1. Courants unidirectionnels, galvanisation et électrolyse
- 3.2. Diélectrolyse médicamenteuse
- 3.3. Bain galvanique et hyperhidrose

3.1. Courants unidirectionnels, galvanisation et électrolyse

3.1.1. Galvanisation

On appelle courant galvanique le courant continu employé en électrothérapie. La galvanisation est l'application de courants continus. Tous les courants unidirectionnels, le courant continu et le courant d'impulsions unidirectionnelles, présentent des effets électrolytiques.

3.1.2. Électrolyse

L'électrolyse est un phénomène de décomposition chimique de certaines substances en solution soumises à l'action d'un courant unidirectionnel, c'est-à-dire polarisé. Elle a deux effets : le transport des ions et la formation d'acide et de base.

3.1.2.1. Transport des ions

Les ions négatifs (ou anions) migrent vers l'anode (pôle positif). Les ions positifs (ou cations) migrent vers la cathode (pôle négatif). Certains auteurs ont utilisé ce principe pour essayer d'introduire des ions médicamenteux dans les

CHAPITRE 4

Électrostimulation et muscle

Points essentiels

- ♦ L'électrostimulation musculaire et la contraction volontaire sont des techniques complémentaires, leur association améliore les résultats.
- ♦ L'électrostimulation musculaire est particulièrement indiquée pour traiter l'amyotrophie lorsque la contraction volontaire est difficilement réalisable en fonction de l'état général du patient.
- ♦ L'électrostimulation du muscle dénervé se pratique avec une impulsion rectangulaire dont la durée doit être suffisamment longue pour stimuler la fibre musculaire dénervée, mais doit être limitée à la durée efficace pour être bien tolérée. La stimulation doit être accompagnée d'une contraction volontaire ou d'un mouvement imaginé.

PLAN DU CHAPITRE

- 4.1. Excitabilité neuromusculaire
- 4.2. Électrostimulation musculaire
- 4.3. Effets cliniques de l'ESM
- 4.4. Excitabilité de la fibre musculaire dénervée
- 4.5. Électrostimulation du muscle dénervé
- 4.6. Effets cliniques sur le muscle dénervé

4.1. Excitabilité neuromusculaire

4.1.1. Rappels de physiologie

4.1.1.1. Excitabilité

L'excitabilité est la propriété des nerfs et des muscles qui leur permet de répondre à un stimulus.

4.1.1.2. Potentiel d'action

Lorsqu'on stimule un nerf, il se produit une brusque inversion du potentiel de membrane : la face interne devient positive et la face externe négative pendant une brève durée [1, 2]. À ce pic, succède une chute du potentiel de membrane, qui rejoint ensuite la valeur initiale du potentiel de repos. L'ensemble de ces phénomènes électriques correspond au potentiel d'action qui présente une amplitude d'environ 110 mV et une durée d'environ 1 ms.

Périodes réfractaires

Pendant le déroulement d'un potentiel d'action, l'excitabilité est complètement modifiée : la fibre nerveuse est d'abord totalement inexcitable (période réfractaire absolue), puis moins excitable (période réfractaire relative).

Loi du tout ou rien

Le potentiel d'action n'apparaît pas si le stimulus a une amplitude inférieure au seuil critique (stimulus infraliminaire). Quand l'intensité du stimulus atteint le seuil (stimulus liminaire) ou dépasse le seuil (stimulus supraliminaire), quelle que soit l'amplitude du stimulus, le potentiel d'action apparaît avec une amplitude constante, caractéristique de la fibre stimulée.

4.1.2. Excitabilité musculaire

4.1.2.1. Réponses musculaires selon l'intensité et la durée de l'impulsion

Loi fondamentale

L'électrostimulation consiste à déclencher un potentiel d'action au moyen d'une impulsion dont l'intensité liminaire (I) augmente quand sa durée (t) diminue suivant la relation $I = q/t + i_0$.

Dans cette équation :

- q est la quantité de charges électriques constituant l'impulsion ;
- i_0 est l'intensité minimale pour stimuler avec une impulsion de durée infinie.

Rhéobase

$I = q/t + i_0$. Si $t = \infty$, l'équation devient $I = i_0 = Rh$.

La rhéobase (Rh) est l'intensité minimale d'une impulsion à début brusque (rectangulaire) et de durée infinie (en pratique : 100 ms) nécessaire pour atteindre le seuil de la contraction (figure 4.1).

Donc, dans le cas d'une impulsion rectangulaire, la relation peut s'écrire $I = q/t + Rh$.

La rhéobase se mesure en milliampères.

Chronaxie

Si $I = 2Rh$, l'équation devient $2Rh = q/t + Rh \Leftrightarrow Rh = q/t \Leftrightarrow t = q/Rh = Chr$.

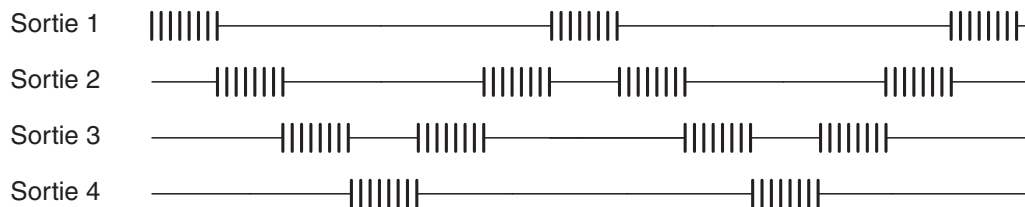


FIGURE 4.18. Sorties successives à double sens.

Les TT se succèdent sur les sorties, dans un sens puis dans l'autre, en « flux » et en « reflux ».

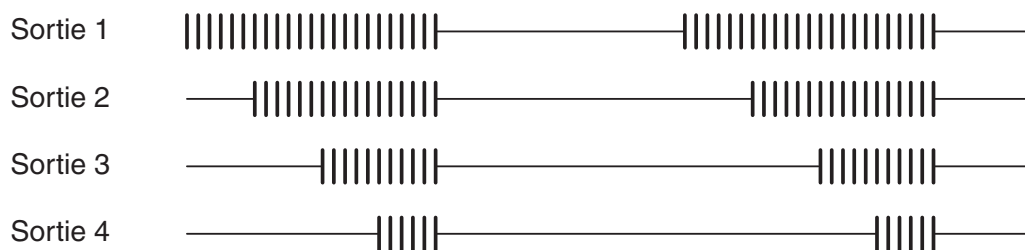


FIGURE 4.19. Sorties additionnelles à 4 temps.

Les TT se succèdent et s'ajoutent à celui de la précédente sortie afin de stimuler une chaîne musculaire en « débordement d'énergie ».



FIGURE 4.20. Renforcement des muscles releveurs du pied.

- Effets recherchés : renforcement musculaire en « débordement d'énergie », contraction active contre résistance, assistée par électrostimulation et commandée par le patient.
- Courant : BF IT, sorties additionnelles à 3 ou 4 temps, des muscles proximaux aux muscles distaux.
- Montage : électrodes sur les muscles du pelvis, sur les quadriceps et sur les muscles releveurs du pied.

Si l'objectif est la correction d'un trouble orthopédique, l'apprentissage d'un mouvement ou d'une fonction est requis, et pour toute rééducation à visée proprioceptive, on applique des techniques actives et interactives.

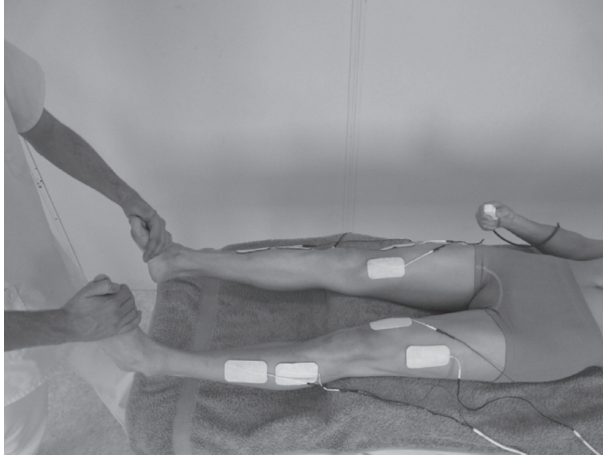


FIGURE 4.21. **Renforcement bilatéral des muscles releveurs du pied.**

- Effets recherchés : renforcement musculaire en « débordement d'énergie » des muscles releveurs du pied, contraction active contre résistance, assistée par électrostimulation et commandée par le patient.
- Courant : BF IT, sorties additionnelles à 2 temps, quadriceps puis releveurs du pied.
- Montage : électrodes sur les muscles quadriceps et releveurs du pied.

Plutôt que de laisser le patient subir passivement la contraction électro-induite, il est préférable de lui demander de l'accompagner par une contraction active afin de maintenir la commande volontaire du mouvement, condition indispensable à la rééducation du schéma moteur. L'électrostimulation participe ainsi à l'éveil proprioceptif. Elle initie, guide, assiste et renforce la contraction volontaire.

Cette association de la contraction volontaire et de la contraction électro-induite s'intègre dans les traitements de rééducation musculaire active aidée en rééducation fonctionnelle, en rééducation neurologique, en rééducation respiratoire et en rééducation périnéale.

4.2.2.4. **Électrostimulation commandée**

Plutôt que d'imposer un rythme de temps de travail et de temps de repos automatique préprogrammé qui se substitue à la commande volontaire, il est préférable d'utiliser un déclencheur manuel commandé par le patient qui lui permet de régler lui-même les temps de travail et les temps de repos (figures 4.16, 4.17, 4.20, 4.21).

L'électrostimulation commandée permet de faire intervenir la contraction électro-induite au moment opportun du mouvement actif :

- dès le début de la contraction volontaire pour l'initier et la guider;
- pendant la contraction volontaire pour l'accompagner;
- à la fin de la contraction volontaire pour la compléter.

Cette technique présente d'autres avantages :

- elle permet de laisser un temps de repos adapté aux besoins de récupération de chaque patient;
- elle sécurise le patient qui ne craint plus l'arrivée automatique des trains d'impulsions.

CHAPITRE 5

Électrostimulation et douleur

Points essentiels

- ◆ L'électrostimulation antalgique par *gate control* est utilisée pour la sédation des douleurs localisées ; son effet est rapide et de courte durée.
- ◆ L'électrostimulation antalgique par libération d'endorphines est utilisée pour la sédation des douleurs diffuses avec des électrodes de grande surface ; son effet est notable et de plus longue durée.
- ◆ L'électrostimulation antalgique à double action est utilisée notamment pour la sédation des douleurs mixtes avec des électrodes de grande surface ; son effet est plus complet et de plus longue durée.
- ◆ L'électrostimulation antalgique de très basse fréquence est utilisée pour la sédation des points douloureux très localisés, des points gâchettes et pour stimuler les points d'acupuncture.
- ◆ L'électrostimulation antalgique fait l'objet de nombreux essais contrôlés randomisés destinés à préciser ses indications.

PLAN DU CHAPITRE

- 5.1. Douleur
- 5.2. Électrostimulation antalgique
- 5.3. Électrostimulation antalgique par *gate control*
- 5.4. Électrostimulation antalgique par libération d'endorphines
- 5.5. Électrostimulation antalgique à double action
- 5.6. Électrostimulation antalgique de très basse fréquence
- 5.7. Électrostimulation antalgique et rééducation
- 5.8. Effets cliniques

5.1. Douleur

5.1.1. Définition, étiologie

La douleur est une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable, associée à une lésion tissulaire réelle ou potentielle, ou décrite en termes d'une telle lésion. IASP (*International Association for the Study of Pain*)



FIGURE 5.21. Douleurs accompagnées de contractures satellites.

- Effets recherchés : sédation de la douleur par libération d'endorphines, relâchement des contractures.
- Courant : TBF IE.
- Montage : les électrodes de grande surface sont placées sur les muscles contracturés.



FIGURE 5.22. Séquelles fonctionnelles douloureuses des symphyses pleurales.

- Effets recherchés : 1. Effet antalgique par libération d'endorphines. 2. Assouplissement de l'hémithorax destiné à faciliter la rééducation respiratoire.
- Courant : TBF IE. La stimulation s'effectuant sur la cage thoracique, la fréquence ne sera pas supérieure à 2 Hz.
- Montage : Les électrodes de grande surface et de grande longueur sont placées sur la base de l'hémithorax concerné.

5.6.2.2. Protocole d'application, critères d'efficacité

Électrodes

Les électrodes, en général de faible surface, sont appliquées sur les points douloureux, les points gâchettes ou les points d'acupuncture (figure 5.24).

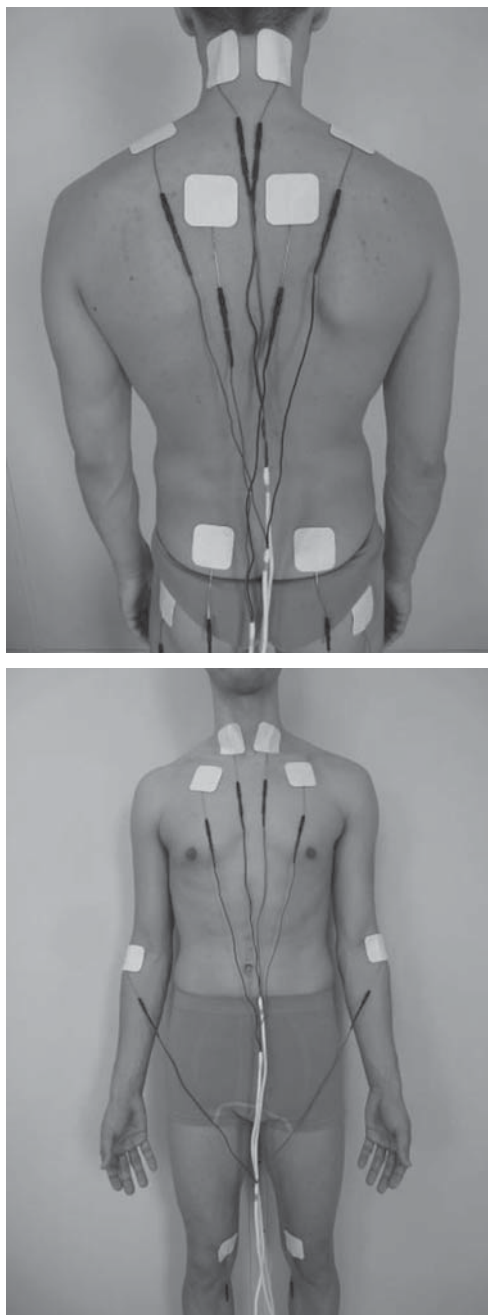


FIGURE 5.24. Points gâchettes de la fibromyalgie.

- Effets recherchés : sédation de la douleur et des contractures.
- Courant : TBF IE.
- Montage : les électrodes de même surface sont appliquées sur les points gâchettes.

CHAPITRE 6

Technologie, application en rééducation et réadaptation

Point essentiel

- ♦ L'application des techniques doit en priorité tenir compte des règles de sécurité et des contre-indications. Les accidents de l'électrothérapie sont dus à des erreurs de manipulation.

PLAN DU CHAPITRE

- 6.1. Générateur
- 6.2. Électrodes et accessoires
- 6.3. Contre-indications
- 6.4. Installation du patient
- 6.5. Modalités d'application
- 6.6. Électrostimulation et rééducation fonctionnelle

6.1. Générateur

Le générateur doit être conforme aux normes et avoir obtenu le marquage CE. Il doit être à intensité constante (ou courant constant), notamment pour éviter les risques de brûlures chimiques dues aux effets électrolytiques des courants unidirectionnels.

Le générateur doit être pourvu d'une sécurité circuit ouvert. Si une électrode ou un câble se débranche, si une électrode perd le contact avec la peau, l'appareil doit se mettre en sécurité circuit ouvert, c'est-à-dire que l'intensité doit revenir automatiquement à zéro. Cette sécurité évite au patient de recevoir une brusque décharge électrique en cas d'erreur de manipulation, par exemple si on rebranche le câble ou l'électrode. C'est pour cette raison qu'il ne faut plus utiliser les anciens appareils qui n'ont pas cette sécurité.

Le générateur et notamment son tableau de commandes et ses accessoires doivent pouvoir être nettoyés et désinfectés. Les surfaces doivent être lisses afin d'éviter les pièges à germes [1].

CHAPITRE 7

Ondes mécaniques : généralités

Point essentiel

- ♦ Les ondes mécaniques appliquées sur les tissus ont un mode d'action proche de celui du massage et notamment des vibrations, des percussions, des frictions et des MTP.

PLAN DU CHAPITRE

- 7.1. Définition, classification
- 7.2. Propriétés physiques
- 7.3. Propriétés biologiques

7.1. Définition, classification

Une vibration est un mouvement d'oscillation périodique d'un système matériel autour de sa position d'équilibre. Les ondes mécaniques se propagent par vibration de la matière, solide, liquide ou gaz.

La mise en vibration d'un système matériel génère des ondes mécaniques qui sont longitudinales dans les tissus mous et qui se propagent en produisant des mouvements oscillatoires au sein du milieu de propagation.

Les ondes longitudinales sont des ondes dans lesquelles le déplacement, la vibration se produit dans la direction de la propagation. Il s'agit d'une succession de compressions et de décompressions de la matière. Il faut donc les appliquer perpendiculairement aux tissus pour qu'elles se transmettent en profondeur.

La classification des ondes mécaniques se fait en fonction des plages de fréquences capables ou non de produire des sons perceptibles par l'ouïe humaine. La plage des vibrations sonores varie sensiblement d'un sujet à l'autre, notamment en fonction de l'âge, c'est pourquoi les fréquences indiquées ci-après sont approximatives.

Selon leur fréquence, on distingue les infrasons (<20 Hz), les vibrations sonores audibles par l'oreille humaine et les ultrasons (>20 000 Hz)(figure 7.1).

CHAPITRE 8

Infrasons

Points essentiels

- ♦ Les propriétés des infrasons qui ont été les plus évaluées en physiothérapie sont leurs effets sur les fonctions de l'appareil respiratoire et notamment sur le désencombrement bronchique.
- ♦ Les infrasons sont également utilisés pour leurs effets trophiques, myorelaxants, « sclérolytiques » et antalgiques, mais on manque d'études contrôlées pour mesurer leur efficacité.

PLAN DU CHAPITRE

- 8.1. Définitions
- 8.2. Générateurs
- 8.3. Propriétés et indications
- 8.4. Contre-indications
- 8.5. Modalités d'application
- 8.6. Effets cliniques

8.1. Définitions

Les infrasons sont des ondes mécaniques longitudinales produites par des vibrations mécaniques et de très basse fréquence, inaudibles par l'oreille humaine, dont la limite supérieure se situe environ à 20 Hz. En effet, la fréquence limite d'audibilité varie selon les sujets, notamment en fonction de l'âge.

8.2. Générateurs

8.2.1. Types d'appareils

On obtient des infrasons avec différents types d'appareils :

- vibreur mû par un excentrique ou une masselotte, tenu à la main par le praticien et appliqué sur les tissus ;
- table vibrante sur laquelle le patient doit s'allonger ;
- systèmes pneumatiques produisant une vibration d'air comprimé pulsé dans un manchon.

CHAPITRE 8

Infrasons

Points essentiels

- ♦ Les propriétés des infrasons qui ont été les plus évaluées en physiothérapie sont leurs effets sur les fonctions de l'appareil respiratoire et notamment sur le désencombrement bronchique.
- ♦ Les infrasons sont également utilisés pour leurs effets trophiques, myorelaxants, « sclérolitiques » et antalgiques, mais on manque d'études contrôlées pour mesurer leur efficacité.

PLAN DU CHAPITRE

- 8.1. Définitions
- 8.2. Générateurs
- 8.3. Propriétés et indications
- 8.4. Contre-indications
- 8.5. Modalités d'application
- 8.6. Effets cliniques

8.1. Définitions

Les infrasons sont des ondes mécaniques longitudinales produites par des vibrations mécaniques et de très basse fréquence, inaudibles par l'oreille humaine, dont la limite supérieure se situe environ à 20 Hz. En effet, la fréquence limite d'audibilité varie selon les sujets, notamment en fonction de l'âge.

8.2. Générateurs

8.2.1. Types d'appareils

On obtient des infrasons avec différents types d'appareils :

- vibreur mû par un excentrique ou une masselotte, tenu à la main par le praticien et appliqué sur les tissus ;
- table vibrante sur laquelle le patient doit s'allonger ;
- systèmes pneumatiques produisant une vibration d'air comprimé pulsé dans un manchon.

CHAPITRE 9

Vibrations sonores

Point essentiel

- ♦ La stimulation vibratoire transcutanée a été l'objet de nombreuses études sérieuses et concluantes qui ont mis en évidence ses effets sensori-moteurs et antalgiques.

PLAN DU CHAPITRE

- 9.1. Définitions
- 9.2. Générateurs
- 9.3. Propriétés
- 9.4. Indications
- 9.5. Contre-indications
- 9.6. Modalités d'application
- 9.7. Effets cliniques

9.1. Définitions

Les vibrations sonores sont des vibrations mécaniques de basse fréquence, mais supérieure à 20 Hz. Les vibrations qui sont appliquées sur l'appareil locomoteur ont une fréquence d'environ 20 à 100 Hz et une amplitude de quelques millimètres.

Situées par leur fréquence plus proche des infrasons que des ultrasons, les vibrations mécaniques de fréquence sonore et leurs modalités d'application sont désignées par différents termes selon les auteurs : stimulation vibratoire transcutanée (SVT), vibrations mécaniques transcutanées, assistance proprioceptive vibratoire...

On peut également les appeler vibrations mécaniques de basse fréquence et les distinguer ainsi des infrasons qui sont des vibrations mécaniques de très basse fréquence inférieure à 20 Hz, mais d'amplitude plus élevée.

9.2. Générateurs

La SVT se pratique avec un vibreur constitué d'un circuit électromagnétique ou d'un excentrique. Les appareils à usage professionnel permettent de régler la fréquence et l'amplitude des vibrations ainsi que leur surface d'application. À défaut

CHAPITRE 10

Ultrasons

Points essentiels

- ◆ L'indication des ultrasons est le traitement de la fibrose.
- ◆ Pour obtenir des résultats, il faut nécessairement associer aux ultrasons une mobilisation pendant toute la durée de l'application.
- ◆ Les risques encourus par l'utilisation des ultrasons doivent mener à les contre-indiquer sur la tête et le tronc, et ce d'autant plus qu'il n'existe aucune preuve de leur efficacité sur ces zones.
- ◆ L'efficacité des ultrasons pulsés de basse intensité (LIPUS) sur la consolidation des fractures, la cicatrisation des lésions tissulaires, la prévention de l'arthrose et le traitement des tendinopathies est en cours d'évaluation.

PLAN DU CHAPITRE

- 10.1. Définitions
- 10.2. Générateurs
- 10.3. Propriétés
- 10.4. Indications
- 10.5. Contre-indications
- 10.6. Modalités d'application
- 10.7. Ultrasons pulsés de basse intensité
- 10.8. Effets cliniques

10.1. Définitions

Les ultrasons sont des vibrations mécaniques, longitudinales dans les tissus mous, de haute fréquence (> 20 000 Hz), fréquence correspondant par convention au seuil maximum d'audibilité par l'oreille humaine.

CHAPITRE 11

Ondes de choc

Point essentiel

- ◆ Les ondes de choc sont actuellement utilisées principalement pour le traitement des tendinopathies et des calcifications. Les études en cours devraient permettre de préciser les indications de chaque modalité.

PLAN DU CHAPITRE

- 11.1. Ondes de choc extracorporelles
- 11.2. Ondes de choc radiales
- 11.3. Effets cliniques

La lithotripsie, initialement utilisée en urologie pour pulvériser les calculs, a été adaptée au traitement des pathologies de l'appareil locomoteur, notamment des tendinopathies et des calcifications.

Il convient de distinguer deux techniques : les ondes de choc extracorporelles directement dérivées de la lithotripsie, et les ondes de choc radiales dérivées des premières. Leurs indications pour le traitement des pathologies de l'appareil locomoteur sont semblables et de plus en plus évaluées comparativement l'une à l'autre.

Les ondes de choc radiales qui sont les plus utilisées en pratique courante de physiothérapie seront plus détaillées dans ce chapitre. L'évaluation de l'efficacité des ondes de choc extracorporelles se limitera aux études ciblées sur l'appareil locomoteur et aux études qui les comparent avec les ondes de choc radiales.

11.1. Ondes de choc extracorporelles

Les ondes de choc extracorporelles ou ESWT (*Extracorporeal Shock Wave Therapy*) sont constituées d'une brusque variation de pression. L'onde comprend deux phases : une phase de compression (pic de pression positive) et une phase de décompression (pression relative négative).