

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE D'ALFORT

Année 2002

**LA PHYSIOTHERAPIE CHEZ LES
CARNIVORES DOMESTIQUES :
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE
ET ELABORATION DE PROTOCOLES DE
REEDUCATION FONCTIONNELLE**

THESE

pour le

DOCTORAT VETERINAIRE

présentée et soutenue publiquement

devant

LA FACULTE DE MEDECINE DE CRETEIL

le

par

Sarah, Flavy RIVIERE

née le 4 décembre 1976 à Gravelines (Nord)

JURY

Président : M.

Professeur à la faculté de Médecine de CRETEIL

Membres

Directeur : M. Grandjean Dominique, Maître de conférences à l'E.N.V.A.

Assesseur : M. Mailhac Jean-Marie, Maître de conférences à l'E.N.V.A.

Remerciements

A Monsieur le Professeur de la faculté de Médecine de Créteil,
qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Hommage respectueux.

A Monsieur le Docteur Grandjean Dominique,
Maître de conférences en Alimentation à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort et responsable
de l'Unité de Médecine de l' Elevage et du Sport, qui a accepté la direction de cette thèse et
qui a toujours su nous écouter.

Profonde gratitude.

A Monsieur le Docteur Mailhac Jean-Marie,
Maître de conférences en Pathologie chirurgicale à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, qui
a accepté avec enthousiasme de participer à notre jury de thèse.

Sincères remerciements.

A Emeline et Elise, pour votre soutien et vos conseils tout au long de la réalisation de cette thèse, à notre amitié et en souvenir des nombreuses heures et des fous rires partagés dans notre loft ...à jamais le bureau des blondes !

A tous les membres de l'UMES et du CERCA, pour les bons moments passés ensemble à Alfort et sur les routes de France (et d'ailleurs ...) :

Sandrine et Erko ; Franck et son carnet bien rempli ; Noël ; Gaëlle ; Sandra et ses chiens nus ; Anne-Karen, pour la mise en place du secteur rééducation fonctionnelle ; Laurent ; Cyriane ; Elise et Emeline, les félines ; Sabrina ; Giovanna, ma Grace Kelly ; Mme Petit ; Hélène, notre maman à tous ; Alain et le café dominical ; Dominique, le boss.

A Fred, avec mes remerciements pour son efficacité et ses interventions éclaircies bien utiles à l'achèvement de ce travail dans la bonne humeur.

A Karine Reynaud, pour son humour et pour m'avoir appris comment éviter de « dépenser l'argent du ménage au café » !

A Sylvie Chastant-Maillard et ses carnivores, pour sa rigueur scientifique et sa grande disponibilité. Amitiés.

A Alain, qui dans la bonne humeur, m'a transmis son intérêt pour l'élevage.

A Dominique qui, grâce à l'UMES, nous donne la possibilité d'exercer notre profession dans les domaines qui nous passionnent. En remerciement de la liberté et la confiance que tu nous accordes.

A mes parents, en remerciement de l'amour que vous portez à vos enfants. Pour votre soutien sans faille et vos encouragements.

A ma mère, à qui l'adjectif maternel convient admirablement bien.

A mon père, pour ces heures passées ensemble en mer et sur les terrains de dressage.

A Gwenaël, mon "petit" frère.

A ma marraine, pour la lecture et l'écriture !

A ma famille qui m'a soutenue.

A Delphine et ses deux garçons ; Alexandra "star Quizz" ; Cyriane, amie sincère depuis Lille.

A mes amis lyonnais pour ces quatre années formidables et toutes celles à venir : Alexandra, Sandrine, Cécile, Karine, Caroline, Fabrice, Nathalie, Ginou, Caroline, Franck, Fifi, Hélène, Nadège, David, Rike.

A Karine, Marie et Stéphanie, alforiennes de choc.

Aux membres de l'Amicale Canine de Grande-Synthe, avec qui je partage depuis 13 ans la bonne humeur des entraînements.

A Socrate, Pretty et Lazaro, mes premiers et plus attachants patients de rééducation fonctionnelle.

A leurs propriétaires.

Table des matières

GLOSSAIRE ET ABREVIATIONS	9
INDEX DES FIGURES	11
INDEX DES PHOTOS.....	13
INDEX DES TABLEAUX.....	15
INTRODUCTION.....	17
1^{ERE} PARTIE : PRESENTATION DES PRINCIPALES TECHNIQUES DE PHYSIOTHERAPIE UTILISEES CHEZ LES CARNIVORES DOMESTIQUES.....	19
LA KINESITHERAPIE.....	21
<i>A. Les effets physiologiques de l'immobilisation</i>	<i>21</i>
1) Au niveau articulaire.....	21
2) Au niveau musculaire	22
3) Au niveau circulatoire.....	24
4) Au niveau osseux	24
5) Sur le système nerveux	24
<i>B. Les objectifs et les indications de la kinésithérapie.....</i>	<i>25</i>
<i>C. Les contre-indications de la kinésithérapie.....</i>	<i>25</i>
1) Les phénomènes inflammatoires aigus	25
2) Les affections osseuses	26
3) Les fractures spinales réparées, les luxations spinales.....	26
4) Les affections articulaires	26
5) Les affections musculaires.....	26
6) Les affections cutanées	26
<i>D. Les exercices de kinésithérapie</i>	<i>27</i>
1) Les exercices passifs	27
2) Les exercices actifs	30
3) La progression des exercices	34
<i>E. Cas particulier de la médecine sportive préventive.....</i>	<i>34</i>

LES MASSAGES	37
<i>A. Les différentes formes de massage</i>	37
1) L'effleurage ou pression glissée	37
2) La pression statique profonde	39
3) Le pétrissage	40
4) La friction.....	42
5) Le massage transversal profond (MTP)	43
6) La vibration.....	44
7) La percussion	45
<i>B. Les effets du massage</i>	47
1) Les effets psychologiques du massage	47
2) Les effets sur le système circulatoire	47
3) Les effets sur la peau.....	49
4) Les effets sur le système nerveux	49
5) Les effets sur les muscles.....	49
<i>C. Les indications du massage</i>	50
1) En traumatologie	50
2) En post-opératoire	51
3) Suite à une immobilisation.....	51
4) En neurologie	51
5) En médecine sportive	52
<i>D. Les contre-indications</i>	54
1) Les inflammations aiguës, les phlébites.....	54
2) Les maladies de peau, les plaies ouvertes, les greffes cutanées, les brûlures	54
3) Les foyers de fracture non consolidés.....	54
4) La présence de calcifications autour des articulations ou des tissus mous	54
5) Les hémorragies, les traitements aux anti-coagulants, les hématomes	54
6) Les troubles cardiaques graves, les maladies thrombo-emboliques	54
7) Les tumeurs cutanées	54
8) Les infections, la fièvre	55
9) Les troubles neurologiques, les compressions nerveuses	55
10) Au niveau des épiphyses fertiles des jeunes	55

<i>E. La réalisation pratique du massage</i>	55
1) Les lubrifiants, les onguents et les adjuvants de physiothérapie	55
2) L'installation de l'animal	56
3) La détection des zones sensibles.....	56
4) La séance de massage	57
5) Le choix des modalités de massage	57
6) Les précautions à prendre	58
LA THERAPIE PAR APPLICATION SUPERFICIELLE DE FROID ET DE CHALEUR.....	60
<i>A. La cryothérapie : l'application superficielle de froid</i>	61
1) Les effets physiologiques de l'utilisation du froid.....	61
2) Les différentes modalités d'application de froid	64
3) Les effets secondaires de la cryothérapie.....	72
4) Les indications de la cryothérapie.....	72
5) Les contre-indications de la cryothérapie	74
6) La technique d'application de la cryothérapie	75
<i>B. La thermothérapie : l'application superficielle de chaleur</i>	78
1) Les effets physiologiques de la thermothérapie.....	78
2) Les différentes modalités d'application superficielle de chaleur.....	80
3) Les indications de la thermothérapie	86
4) Les contre-indications à l'emploi de la thermothérapie.....	87
5) La technique d'application de la thermothérapie	89
L'HYDROTHERAPIE.....	93
<i>A. Les lois physiques dans l'eau</i>	93
1) La poussée d'Archimède ou la poussée hydrostatique	93
2) La pression hydrostatique	94
3) La résistance hydrodynamique	95
4) La température de l'eau	95

<i>B. Les conséquences thérapeutiques des lois physiques de l'eau</i>	<i>95</i>
1) La poussée d'Archimède : un corps plus léger	95
2) Un enveloppement permanent	96
3) Les effets sur les volumes sanguins	96
4) Les effets sur la respiration	96
5) Le renforcement musculaire	97
6) La température	97
7) Les effets sur le psychisme	97
<i>C. Les indications de l'hydrothérapie</i>	<i>98</i>
1) Les troubles locomoteurs	98
2) Les paralysies partielles et complètes	98
3) Les désordres neurologiques.....	98
4) L'entraînement physique	99
<i>D. Les contre-indications de l'hydrothérapie</i>	<i>99</i>
1) L'hydrophobie importante	99
2) Les maladies infectieuses ou les atteintes inflammatoires aiguës	100
3) Les maladies cardio-vasculaires non compensées, les maladies vasculaires périphériques et les insuffisances respiratoires	100
4) Les œdèmes.....	100
5) Les affections de la sphère ORL et des yeux.....	100
6) Les maladies cutanées, les infections locales, les plaies ouvertes	101
7) Les cancers.....	101
8) Les chiens grands épileptiques.....	101
9) Les patients présentant des troubles des sphincters	101
<i>E. La réalisation pratique de l'hydrothérapie</i>	<i>101</i>
1) L'équipement	101
2) La séance d'hydrothérapie	102
L'ELECTROTHERAPIE.....	105
<i>A. Rappels sur le courant électrique</i>	<i>106</i>
1) Définitions.....	106
2) Les grandeurs électriques.....	108
3) Les électrodes.....	110
4) Classification des courants utilisés en thérapeutique.....	111

<i>B. Les courants unidirectionnels.....</i>	<i>111</i>
1) Les effets physiologiques du courant unidirectionnel	111
2) Les effets secondaires	112
3) Les indications de l'électrothérapie par les courants unidirectionnels	113
4) Les contre-indications	113
5) La diélectrolyse médicamenteuse	114
<i>C. L'électrostimulation neuro-musculaire</i>	<i>117</i>
1) La physiologie musculaire	117
2) Les paramètres du courant à appliquer	118
3) Les modalités d'application des électrodes.....	121
4) Les intérêts thérapeutiques de l'électrostimulation neuro-musculaire.....	126
5) Les contre-indications de l'électrostimulation neuro-musculaire.....	129
<i>D. Association de l'électrothérapie avec d'autres techniques de physiothérapie</i>	<i>131</i>
1) Les applications de froid.....	131
2) Les exercices passifs et les massages.....	131
3) Les exercices actifs	131
L'ULTRASONOTHERAPIE.....	132
<i>A. Les ultrasons : caractéristiques et propriétés.....</i>	<i>133</i>
1) Les caractéristiques de l'onde sonore	133
2) La production des ultrasons	133
3) Les propriétés du faisceau d'ultrasons	134
4) La propagation des ultrasons	134
5) Réflexions, réfractions, interférences	134
6) L'absorption des ultrasons	135
7) La profondeur de pénétration des ultrasons	137
8) Principe de l'appareil à ultrasons	137
<i>B. Les effets physiologiques des ultrasons</i>	<i>139</i>
1) Les effets mécaniques des ultrasons	139
2) Les effets thermiques des ultrasons	140
3) Les effets biologiques des ultrasons	141

<i>C. Les effets secondaires des ultrasons.....</i>	<i>143</i>
1) Les douleurs et les brûlures périostées.....	143
2) Les lésions tissulaires.....	143
3) La destruction de structures nerveuses	144
4) Les autres effets secondaires.....	144
<i>D. Les indications de l’ultrasonothérapie.....</i>	<i>144</i>
1) Les traumatismes aigus	144
2) Les affections du système musculo-tendineux	145
3) Les lésions cutanées, les plaies ouvertes, les cicatrices	146
4) Les neuropathies	146
5) Le cas particulier des blessures sportives	147
<i>E. Les contre-indications à l’utilisation des ultrasons.....</i>	<i>147</i>
1) Les implants en métal	147
2) Les lésions aiguës, les zones inflammatoires aiguës	147
3) Les hémorragies	148
4) Les oedèmes non-inflammatoires ou associés à des troubles veineux	148
5) Les infections	148
6) Les fissures osseuses ou les foyers de fracture non consolidés	148
7) Les surfaces épiphysaires chez les jeunes en croissance	148
8) Les thrombo-phlébites	148
9) Les ischémies sévères, les problèmes de régulation thermique	148
10) Les tumeurs	149
11) Certaines régions du corps	149
<i>F. Technique d’application des ultrasons.....</i>	<i>149</i>
1) L’appareillage	149
2) La préparation de la zone à traiter.....	150
3) Le milieu de contact.....	150
4) Les modalités d’application	151
5) Utilisation de la tête de traitement	153
6) Les précautions à prendre	153
7) Les paramètres de traitement	154

LES ONDES COURTES.....	158
<i>A. Définition et production des ondes courtes</i>	158
1) Définition	158
2) Les modes d'irradiation	158
<i>B. Les effets physiologiques et les indications des ondes courtes</i>	160
1) Les effets physiologiques des ondes courtes continues	160
2) Les effets physiologiques des ondes courtes pulsées.....	161
<i>C. Les contre-indications des ondes courtes</i>	162
<i>D. L'application pratique des ondes courtes</i>	162
1) Le positionnement du patient.....	162
2) La puissance.....	163
3) La durée	163
4) Les précautions à prendre	163
2EME PARTIE : LA CONSULTATION DE REEDUCATION FONCTIONNELLE.	166
LES ACTEURS DE LA PHYSIOTHERAPIE	168
<i>A. Le vétérinaire traitant ou le chirurgien</i>	168
<i>B. Le physiothérapeute</i>	168
<i>C. Le propriétaire</i>	169
LA CONSULTATION DE REEDUCATION FONCTIONNELLE	170
<i>A. Le bilan lésionnel</i>	170
1) Le recueil des commémoratifs	170
2) L'examen clinique général.....	170
3) L'examen orthopédique	171
<i>B. L'amplitude de mouvement articulaire</i>	172
1) Les facteurs limitant le mouvement.....	172
2) La mesure de l'angle articulaire.....	172
3) Le choix raisonné des techniques de physiothérapie	173
4) le suivi du patient	173

3^{EME} PARTIE : PROPOSITIONS DE PROTOCOLES DE PHYSIOTHERAPIE CONCERNANT DES AFFECTIONS ORTHOPEDIQUES	176
LE PATIENT ARTHROSIQUE	179
<i>A. Les techniques de physiothérapie exploitables chez le chien arthrosique.....</i>	<i>179</i>
1) Les exercices	179
2) La thermothérapie	180
3) La cryothérapie	181
4) Les massages.....	181
5) L'électrothérapie	181
<i>B. Les limites de la physiothérapie dans le traitement de l'arthrose.....</i>	<i>181</i>
<i>C. Le cas du chat arthrosique</i>	<i>182</i>
LA DYSPLASIE DE LA HANCHE	183
LA LUXATION DE LA ROTULE.....	185
LA FRACTURE D'UN OS LONG	186
LA RUPTURE DU LIGAMENT CROISE CRANIAL DU GENOU	187
LA REINNERVATION DU PLEXUS BRACHIAL SUITE A UNE AVULSION	188
HEMILAMINECTOMIE SUR HERNIE DISCALE	189
LES LESIONS TENDINEUSES.....	190
L'ARTHRODESE DE L'EPAULE	191
CONCLUSION GENERALE	192
BIBLIOGRAPHIE	194

Glossaire et Abréviations

Acoustic microstreaming : microvaporisation acoustique

cm² : centimètre carré

ESNM : électrostimulation neuro-musculaire

Hot/cold pack : poche délivrant du froid ou de la chaleur

Hunting response : vasodilatation réflexe à l'application de froid

Hz : Hertz

Impédance acoustique : c'est la caractéristique acoustique d'un milieu donné.

Elle est notée Z

Kg : kilogramme

mA : milliampère

MHz : mégahertz

mm : millimètre

ms : milliseconde

m/s : mètres par seconde

MTP : massage transversal profond

ORL : sphère oto-rhino-laryngée

µs : microseconde

Solution électrolytique : solution contenant des ions

TENS : transcutaneous electrical nerve stimulation

Transduction : transformation d'une énergie en une autre de nature différente

W/cm² : watts par centimètre carré

°C : degré Celsius

Index des figures

Figure 1 : Schéma des principaux muscles et de leur fonction dans la locomotion chez les carnivores domestiques	23
Figure 2 : La technique de la pression statique profonde avec le poing et avec la paume de la main	39
Figure 3 : La technique de pétrissage	41
Figure 4 : Technique de friction réalisée avec la pointe du doigt	42
Figure 5 : La technique de vibration	44
Figure 6 : Différentes formes d'impulsions monophasiques	107
Figure 7 : Impulsion biphasique compensée symétrique (a) asymétrique (b).....	107
Figure 8 : Détail des éléments constitutifs d'une impulsion	108
Figure 9 : Les courants de moyenne fréquence.....	109
Figure 10 : Courbe intensité/durée donnant les valeurs de la rhéobase et de la chronaxie	119
Figure 11 : La topographie des points moteurs musculaires.....	122
Figure 12 : Principe de fonctionnement de l'appareil à ultrasons.....	138
Figure 13 : Schéma de décision du traitement ultrasonore	157
Figure 14 : Eléments intervenant dans la conception d'un protocole de rééducation fonctionnelle	175

Index des photos

Photo 1 : Mobilisation passive de l'épaule en extension (a), en flexion (b), en adduction (c) et en abduction (d) chez un chat	28
Photo 2 : La stimulation du reflexe postural	29
Photo 3 : Réalisation du réflexe de retrait à la douleur en pinçant entre les doigts	29
Photo 4 : Chien sur tapis roulant	31
Photo 5 : Pose d'un lest au niveau d'un membre antérieur chez un chien	32
Photo 6 : Utilisation des escaliers comme exercice contre résistance	32
Photo 7 : Le déplacement en "brouette"	33
Photo 8 : Le déplacement en "danseuse"	33
Photo 9 : La technique de l'effleurage chez un chien et un chat	38
Photo 10 : La technique de la pression statique en anneau	40
Photo 11 : Pétrissage sur un chat	41
Photo 12 : Friction sur un chat avec la pointe du doigt	42
Photo 13 : Un spray cryogène	71
Photo 14 : L'appareil de cryothérapie Cryofast® (Cryonic Medical)	71
Photo 15 : L'appareil de cryothérapie Kryotur 600® (Uniphy Elektromedizin)	71
Photo 16 : Application d'un "hot/cold pack" sur un chien et sur un chat	77
Photo 17 : Un "hot/cold pack"	83
Photo 18 : Whippet présentant une contracture du muscle quadriceps fémoral gauche avant (a) et après (b) deux semaines d'application quotidienne d'une poche de chaud suivie d'étirements passifs	86
Photo 19 : Application d'une poche de chaud sur un chien	91
Photo 20 : Chien qui a peur d'entrer dans l'eau	99
Photo 21 : Socrate dans la piscine thérapeutique de l'UMES	102
Photo 22 : Utilisation d'une baignoire pour l'hydrothérapie	102
Photo 23 : Erko dans la piscine de l'UMES, la présence du propriétaire peut être indispensable	103
Photo 24 : Appareil portable d'électrothérapie avec électrodes en caoutchouc (Compex 2) ..	124
Photo 25 : Chien présentant une amyotrophie des muscles de la cuisse gauche	127
Photo 26 : ESNM du muscle triceps brachial	130

Photo 27 : ESNM du muscle quadriceps fémoral	130
Photo 28 : Appareil à ultrasons Sonopuls 590 [®] (Enraf Nonius)	138
Photo 29 : Chien présentant une teno-synovite du tendon d'Achille gauche, indication d'une ultrasonothérapie	145
Photo 30 : Têtes de traitement de 1 et 3 MHz	150
Photo 31 : Ultrasonothérapie par contact direct	151
Photo 32 : Ultrasonothérapie par immersion.....	152
Photo 33 : Application capacitive des ondes courtes sur un chien.....	159
Photo 34 : Mesure du volume musculaire d'une cuisse au mètre de couturière	174
Photo 35 : Mesure du volume articulaire au mètre de couturière	174
Photo 36 : Mesure de l'angle articulaire au goniomètre	174

Crédits photographiques :

Sarah Rivière/UMES : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34, 35, 36.

UMES : 23, 32, 33.

Cryonic médical : 14.

EMKS : 15.

Index des tableaux

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des manœuvres de massage.....	46
Tableau 2 : Tableau récapitulatif des différentes modalités d'application de froid.....	69
Tableau 3 : Tableau récapitulatif des différentes modalités d'application de froid (suite du tableau 2).....	70
Tableau 4 : Tableau récapitulatif des moyens de production de chaleur superficielle	84
Tableau 5 : Principales substances utilisables en diélectrolyse médicamenteuse.....	116
Tableau 6 : Propositions de cycles de travail à appliquer lors du traitement de l'amyotrophie par électrostimulation.....	127
Tableau 7 : Coefficient d'absorption des ultrasons (en cm^{-1}) par les tissus aux fréquences de 1 et 3 MHz.....	136
Tableau 8 : Profondeur de pénétration des ultrasons dans certains milieux	137

Introduction

La physiothérapie est un terme générique qui englobe tous les traitements, curatifs ou préventifs, reposant sur l'action d'agents physiques, naturels ou artificiels. Elle fait ainsi appel au froid, à la chaleur, à l'eau, à l'électricité, aux mouvements passifs et actifs (regroupés sous le terme de kinésithérapie) et aux massages.

La physiothérapie en médecine humaine s'appuie sur un arsenal thérapeutique important. La bibliographie est extrêmement riche et documentée. Dans le domaine vétérinaire, les premiers à avoir étudié et développé la physiothérapie sont les praticiens équins. Les carnivores domestiques, chiens et chats, en bénéficient encore peu, même si les rares auteurs lui reconnaissent de grands bénéfices. Le milieu vétérinaire présente un intérêt grandissant pour la physiothérapie, si bien que le journal "*Veterinary Medicine*" de mars 2001 titrait : "la rééducation : mener l'animal sur les voies de la récupération".

Le chat est très rarement traité par physiothérapie (on n'en retrouve d'ailleurs pas de trace dans la bibliographie) car il est reconnu pour ses capacités de récupération rapides, n'imposant qu'un poids faible aux articulations. De plus, il n'est pas très coopératif. Il sera néanmoins abordé dans ce travail, forts que nous sommes de quelques expériences positives.

Rééduquer signifie rétablir une fonction ayant subi une altération après un accident ou une maladie. Cela ne peut se faire qu'en appliquant des traitements que l'on maîtrise. Ainsi, la première partie de ce travail consiste en une présentation des principales techniques de physiothérapie applicables chez le chien, et dans une moindre mesure chez le chat. Ne sont traitées que celles qui offrent un intérêt chez l'animal pour des raisons d'efficacité, de praticabilité et de coût. La deuxième partie présente la consultation type de rééducation fonctionnelle et la réalisation du suivi de l'animal au fur et à mesure des séances de physiothérapie et de leur évolution. Le troisième volet de ce travail propose des protocoles de rééducation fonctionnelle concernant les principales affections orthopédiques, affections qui répondent très positivement à l'utilisation de ces techniques. L'établissement de ces protocoles s'est fait grâce à l'expérience acquise au sein de l'Unité de Médecine de l'Élevage et du Sport (UMES), à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.

1^{ère} partie :

**Présentation des principales techniques de physiothérapie
utilisées chez les carnivores domestiques**

La kinésithérapie

Déjà, Hippocrate (460-370 Avant JC) et Galen (130-202 Après JC) décrivaient dans leurs textes des techniques de manipulation et de mobilisation pour traiter les troubles touchant la colonne vertébrale.

Bulteux, dans son livre “la kinésithérapie : techniques de mobilisation” (8), rappelle que la kinésithérapie est avant tout la thérapie par le mouvement. En effet, elle regroupe l’ensemble des techniques de mobilisation des muscles et articulations : les exercices passifs et actifs. Ainsi, la mécanothérapie est un procédé qui permet à une articulation présentant un défaut de mobilité de retrouver un mouvement normal (14), or tout programme de physiothérapie vise à rendre sa fonction au membre atteint : la kinésithérapie (ou mécanothérapie) doit, sauf contre-indication absolue, faire partie du plan de rééducation.

Nous ne développerons pas l’ostéopathie, méthode fondée sur des manipulations vertébrales et articulaires, qui permet de traiter des troubles de la colonne vertébrale, des articulations et des muscles (spasmes, hypertonie). Cette discipline connaît un essor considérable et est déjà l’objet de nombreux travaux.

A. Les effets physiologiques de l’immobilisation

L’immobilisation d’un membre ou d’une articulation n’est pas un événement naturel, le mouvement est indispensable au bon fonctionnement de l’appareil locomoteur. Elle peut survenir de 2 manières : soit par l’existence d’un moyen de contention, soit par une non mobilisation de l’animal (pour cause de douleur ou de paralysie).

1) Au niveau articulaire

Au sein d’une articulation il existe un équilibre osmotique entre le liquide synovial et le cartilage. Il est régulièrement rompu par les mouvements, permettant la nutrition du cartilage par imbibition. Ainsi la marche et la course participent au bon fonctionnement des articulations.

L'immobilisation d'une articulation entraîne :

- une accélération du catabolisme articulaire et ainsi la modification voire la destruction du cartilage avec développement de l'arthrose
- une ankylose articulaire par fibrose et rétraction des structures péri-articulaires (capsules et ligaments) et ainsi une diminution de l'espace inter-articulaire (5) (9) (52)
- dès le 4^{ème} jour d'immobilisation, l'activité métabolique de la capsule articulaire augmente fortement entraînant son épaissement puis sa contracture (5).

L'immobilisation a pour conséquence une mauvaise dynamique articulaire. C'est pourquoi on recommande d'immobiliser au minimum une articulation et d'accorder une importance réelle à la kinésithérapie afin de limiter la dégénérescence cartilagineuse.

2) Au niveau musculaire

Muscles et articulations sont intimement liés lors du mouvement : la souplesse articulaire et les contractions musculaires définissent l'amplitude de mouvement de l'articulation.

L'immobilisation d'une articulation entraîne au niveau musculaire :

- l'apparition de contractures dues au maintien du membre dans une position fixe
- des amyotrophies ; par exemple un traumatisme bas d'un membre postérieur entraîne un maintien en flexion du grasset et par conséquent une atrophie du quadriceps (53)
- un envahissement du muscle par du tissu conjonctif, des rétractions fibreuses et des adhérences aux structures voisines
- Un enchevêtrement anarchique des fibres musculaires.

L'immobilisation modifie le volume mais également la structure musculaire. La kinésithérapie permet de traiter l'amyotrophie, qui est un phénomène réversible car le potentiel de régénérescence des muscles est de grande qualité. Mais cette récupération peut être 2 à 4 fois plus longue que la période d'immobilisation (5). D'autre part, les mouvements permettent une meilleure orientation des fibres lors des processus de régénération et de cicatrisation.

Figure 1 : Schéma des principaux muscles et de leur fonction dans la locomotion chez les carnivores domestiques

3)

Au niveau circulatoire

Le nombre de vaisseaux capillaires diminue au cours de la période d'immobilisation, la vascularisation musculaire peut ainsi chuter jusqu'à 60 p.cent., et une stase veineuse peut s'installer. De plus, la vascularisation des tendons, des articulations et des os dépend étroitement de la vascularisation musculaire. Le mouvement stimule les circulations sanguine et lymphatique, et assure ainsi une bonne vascularisation du système locomoteur.

4) Au niveau osseux

L'absence de mouvements, par conséquent de contraintes mécaniques sur les os, se traduit par une raréfaction de la masse osseuse de type ostéofibrose, accentuée par le déséquilibre calcique négatif associé à l'immobilisation. En effet, l'os ne présente un degré de minéralisation (et donc de solidité) suffisant que s'il est soumis à des contraintes mécaniques régulières et qu'il présente une bonne vascularisation, qui est en partie dépendante de la vascularisation musculaire (5).

Chez le jeune, l'immobilisation ralentit la croissance des os.

Bardet (5) rapporte que la récupération des pertes osseuses peut être 5 à 10 fois plus longue que la période d'immobilisation, et que des troubles permanents apparaissent dès 12 semaines d'immobilisation. Le cartilage, lui, peut ne jamais revenir à la normale dès 8 semaines d'immobilisation (32).

5) Sur le système nerveux

L'immobilisation entraîne une hypo-stimulation du système nerveux qui provoque une inhibition des cellules nerveuses. Les mobilisations produisent des contractions répétées sur des muscles atrophiés ou parétiques. Ils diminuent ainsi la résistance synaptique des cellules nerveuses, la transmission des impulsions nerveuses est améliorée et la voie motrice volontaire du groupe musculaire en cause est stimulée (9) (55).

B.

Les objectifs et les indications de la kinésithérapie

A présent que l'on connaît les effets de l'immobilisation sur le système musculo-squelettique, on comprend l'importance de la kinésithérapie dans la rééducation des troubles de la locomotion.

Les objectifs de la mécanothérapie sont donc :

- d'entretenir le jeu articulaire et de maintenir le cartilage en bon état
- d'assouplir une articulation enraidie
- de prévenir la récurrence de blessures en récupérant les mouvements classiques et accessoires de l'articulation (55), ces derniers lui permettant de glisser, rouler, tourner ou coulisser
- d'entretenir le système musculo-articulaire et de limiter les modifications musculaires
- de stimuler les circulations sanguine et lymphatique
- de conserver l'image motrice du mouvement, c'est à dire l'habitude de mouvoir les membres dans toute leur amplitude.

Ce dernier aspect est important en physiothérapie humaine (8), mais il est difficile à évaluer chez les animaux. Cependant, il est courant d'observer des chiens ou des chats qui s'habituent à marcher sur 3 pattes sans aucune douleur et qui, placés dans un nouveau milieu, reprennent appui.

La kinésithérapie trouve toute sa place lors d'atteintes traumatiques ou neurologiques du système musculo-tendino-squelettique.

C. Les contre-indications de la kinésithérapie

Les mouvements, qu'ils soient passifs ou actifs, sont contre-indiqués dans un certain nombre de situations pathologiques.

1) Les phénomènes inflammatoires aigus

Les mobilisations stimulent les phénomènes inflammatoires aigus. Le thérapeute doit éviter de les accentuer en imposant des mouvements supplémentaires.

2) Les affections osseuses

L'existence d'une fragilité osseuse doit faire renoncer à la kinésithérapie. Ce sont en particulier la présence d'ostéosarcome ou d'ostéoporose (8), les fractures instables, les fractures non consolidées et les fractures ouvertes.

3) Les fractures spinales réparées, les luxations spinales

Dans ces deux cas, le thérapeute ne doit pas mobiliser directement la colonne vertébrale, et doit s'assurer qu'il ne la déstabilise pas lors de la réalisation d'exercices actifs assistés.

4) Les affections articulaires

Les arthropathies infectieuses ou inflammatoires peuvent être stimulées et aggravées par la kinésithérapie. De même, les mouvements accentuent les luxations non stabilisées et les hypermobilités articulaires.

5) Les affections musculaires

La kinésithérapie est contre-indiquée en cas de fragilité musculaire, car les mouvements peuvent provoquer des déchirures.

6) Les affections cutanées

un mauvais état cutané, une peau sous tension excessive, une greffe récente interdisent la réalisation d'exercices car ces derniers entraînent des lésions et des déchirures.

D.

Les exercices de kinésithérapie

La kinésithérapie s'appuie sur la réalisation d'exercices passifs et actifs.

1) Les exercices passifs

Les exercices passifs sont d'habiles mouvements des articulations (28) pratiqués sur le patient par le vétérinaire ou le propriétaire. Elles mettent donc en œuvre une force extérieure. On les pratique quand l'animal refuse de mobiliser son membre ou lorsqu'il présente un défaut de contrôle moteur.

a) Les mobilisations passives

On impose à l'articulation des mouvements de flexion, extension, adduction, abduction et rotation.

a.1) La réalisation pratique des mobilisations passives

Le travail doit se faire dans une pièce chauffée et calme, en présence du propriétaire. Les mouvements sont réalisés sur l'animal couché au sol ou sur une table, le choix se faisant selon le confort du thérapeute et le stress ressenti par le patient.

Pour contrôler la bonne exécution des mouvements et éviter les réactions de défense musculaire, on prend garde à réaliser des mobilisations lentes. Chaque articulation du membre est traitée en partant de l'articulation distale et en terminant par celle la plus proche de la zone lésée, puis le membre est manipulé dans sa totalité, une dizaine de fois, comme lors du mouvement ambulateur.

Les mouvements sont effectués à fond car ce sont les derniers degrés d'amplitude manquants qui nous intéressent : on se contente de relâcher l'articulation entre deux mouvements, le retour à la position initiale étant inutile (8). En revanche, lorsque l'on veut gagner de la puissance musculaire par la réalisation d'exercices passifs, on revient à chaque fois à la position de départ pour faire le mouvement dans toute son amplitude.

Les exercices passifs sont réalisés à raison de 10 à 15 mouvements, 2 à 3 fois par jour. Ils peuvent être commencés, sauf contre-indications, dès le lendemain de la chirurgie, et poursuivis durant 2 à 3 semaines en augmentant progressivement le nombre de séances quotidiennes (50) (55).

L'évolution doit être visible après 10 jours de traitement, et elle doit être surtout marquée dans les 20 à 30 jours qui suivent (50). Elle est appréciée grâce à des évaluations régulières des amplitudes de mouvements passifs et actifs.

a.2) Les précautions à prendre

Les réactions et les attitudes de l'animal sont observées durant toute la durée de la réalisation des mouvements. Cela permet de détecter des signes de douleur et d'adapter, voire d'arrêter, les exercices.

Photo 1 : Mobilisation passive de l'épaule en extension (a), en flexion (b), en adduction (c) et en abduction (d) chez un chat



Photo 1(a)



Photo 1(b)



Photo 1(c)



Photo 1(d)

b) Les réflexes

La stimulation des réflexes permet de provoquer des flexions et des extensions de l'articulation traitée. Il en existe deux types :

- les réflexes posturaux : le principe est de stimuler la station debout
- les réflexes au retrait de la douleur : on pince un doigt, la zone au dessus du coussinet central ou on frotte avec une brosse à dents entre les palmures des doigts. Cela stimule la douleur superficielle ou profonde et entraîne un réflexe de ruade ou de retrait.

Photo 2 : La stimulation du reflexe postural



Photo 3 : Réalisation du réflexe de retrait à la douleur en pinçant entre les doigts



2)

Les exercices actifs

Les exercices actifs résultent du travail conscient du patient : il y a contraction volontaire des muscles moteurs de l'articulation. Contrairement à la kinésithérapie humaine, l'emploi d'appareils pour mobiliser le membre est impossible chez les carnivores domestiques. Pour accomplir correctement les mouvements, on doit demander au chien de réaliser des exercices simples. Quant au chat, il peut accepter des mouvements passifs, mais il est difficile de lui demander de réaliser des exercices actifs : les montées d'escaliers ou de plans inclinés sont alors de bonnes alternatives pour son traitement.

a) Quand commencer les exercices actifs ?

Les exercices actifs doivent commencer le plus tôt possible, dès que l'état de l'animal le permet. Un patient peut tolérer une mise en charge du membre, sans inconfort, la plupart du temps dans la deuxième ou la troisième semaine post-chirurgicale (55). L'évolution à suivre est fonction des réponses du patient à la rééducation.

Les exercices actifs améliorent le renforcement musculaire, l'endurance, le fonctionnement cardio-vasculaire et la coordination motrice. Ils permettent ainsi un retour progressif à l'activité sportive.

b) Présentation des différents types d'exercices actifs

En kinésithérapie, on classe les exercices actifs en deux grandes catégories (55) :

- Les exercices en "open kinetic chain" (chaîne kinésique ouverte) : l'extrémité distale du membre n'est pas reliée au sol et le patient réalise les mouvements demandés. Cela est impossible à imposer au chien.
- Les exercices en "closed kinetic chain" (chaîne kinésique fermée) : l'extrémité distale du membre est au sol et l'animal réalise les exercices qu'on lui demande.

b.1) Les exercices actifs assistés

Le principe est d'aider le patient à surmonter sa fatigue ou ses infirmités, en l'assistant lors de la réalisation des exercices. On lui permet de lutter contre la gravité en supportant une partie ou la totalité de son poids grâce à des sangles, des serviettes, un harnais, ou mieux encore en exploitant les effets de support du corps de l'hydrothérapie.

b.2)

Les exercices actifs libres

Lorsque le chien peut à nouveau se déplacer, un certain nombre d'exercices actifs libres peuvent être mis en œuvre (28) (55). Dans l'ordre chronologique, au fur et à mesure des séances, ce sont :

- le chien debout immobile, une pression exercée sur le membre présentant un déficit musculaire
- la marche en ligne droite lentement puis rapidement
- la marche en serpent ou "zig-zag"
- les déplacements sur un cercle à droite et à gauche, le membre affecté étant à l'intérieur du cercle afin que l'animal y reporte son poids
- les déplacements en 8 qui permettent de modifier régulièrement la répartition du poids entre les membres gauches et droits.

Puis on procède aux exercices ci-dessus au trot et à la course. Les exercices en ligne droite peuvent être pratiqués sur un tapis roulant dont l'avantage est de fournir un plan de travail non accidenté qui limite les risques d'apparition de nouveaux traumatismes.

Il est conseillé de réaliser ces exercices actifs sur des sols de natures variées afin de stimuler les appuis de différentes manières et d'accélérer la reprogrammation neuro-motrice. Cette étape du traitement est primordiale pour la récupération optimale des capacités locomotrices du chien de sport et d'utilité.

Photo 4 : Chien sur tapis roulant



b.3) Les exercices actifs contre résistance

Les exercices actifs contre résistance sont réalisés au sol lorsque l'appui est redevenu correct et que l'on veut assurer un renforcement musculaire plus important. Pour cela plusieurs solutions existent :

- faire marcher ou courir le chien équipé d'un harnais lesté
- augmenter le poids du chien sur les antérieurs ou les postérieurs en faisant des exercices en "brouette" ou en "danseuse"
- imposer à l'animal des déplacements sur un plan incliné : il doit tirer son poids à l'encontre de la gravité (un tapis roulant incliné peut alors se révéler très utile)
- faire monter des escaliers. Il faut s'assurer que le chien ou le chat exécute lentement l'exercice et qu'il mobilise un membre après l'autre. Il ne doit pas s'appuyer contre son propriétaire ou contre le mur.

Photo 5: Pose d'un lest au niveau d'un membre antérieur chez un chien



Photo 6 : Utilisation des escaliers comme exercice contre résistance



Photo 7 : Le déplacement en “brouette”



Photo 8 : Le déplacement en “danseuse”



3)

La progression des exercices

L'objectif est de faire se succéder les exercices de manière progressive en tenant compte de l'évolution de l'animal. Il faut toujours s'assurer que le patient ne ressent pas d'inconfort pendant les séances, car cela aboutit à une inhibition réflexe des muscles, une mobilisation difficile du membre et un retour retardé à la fonction locomotrice initiale (9).

On débute avec des exercices passifs, et lorsque l'animal a retrouvé sa tonicité musculaire on ajoute des exercices en station debout avec pression sur le membre affecté. Ensuite, lorsque l'animal ne ressent plus de douleur, on commence les exercices actifs dirigés. Il est alors conseillé, afin d'échauffer les articulations, de continuer la réalisation d'exercices passifs avant les mouvements actifs. On finit la rééducation fonctionnelle avec des exercices qui permettent le retour à l'activité principale de l'animal, voire même qui améliorent les performances du chien (55). Ce dernier point est primordial dans le cas des chiens de travail et d'utilité qui doivent retrouver un niveau physique le plus proche possible de celui qu'ils avaient avant le traumatisme.

Il est à noter qu'il ne faut pas oublier d'exploiter les propriétés de l'hydrothérapie qui allège le poids apparent du patient et permet une meilleure mobilisation des membres. Si cela est matériellement possible, il convient de commencer les exercices actifs dans l'eau.

Les massages, l'application superficielle de froid ou de chaud, et la diathermie peuvent précéder ou suivre les sessions d'exercices passifs ou actifs.

E. Cas particulier de la médecine sportive préventive

Grandjean et al. (28) dans l'ouvrage intitulé "Guide pratique du chien de sport et d'utilité" attirent l'attention sur l'importance de l'échauffement avant effort. Il permet de prévenir de nombreuses blessures :

- en augmentant la fréquence cardiaque, la pression sanguine et le volume sanguin circulant
- en diminuant la viscosité musculaire ce qui permet de réduire le risque de déchirure
- en améliorant les processus neuromusculaires pour permettre une meilleure coordination motrice
- en améliorant les capacités de thermorégulation à l'effort.

L'échauffement est réalisé grâce à des mobilisations passives des différentes articulations du corps et grâce à des exercices actifs sous forme de jeux et de courses de faible intensité.

Ces auteurs insistent également sur l'importance de la récupération après effort pour limiter les sensations de fatigue et aider l'organisme à lutter rapidement contre les conséquences du stress d'effort. Elle s'appuie sur des moyens actifs (marche rapide et trot, hydrothérapie) et passifs (massages et exercices passifs).

Les massages

A l'image de l'ensemble de la physiothérapie, le massage est une pratique très peu répandue dans le milieu vétérinaire canin, et encore moins félin. Et lorsqu'il est utilisé il consiste essentiellement à faire pénétrer une pommade. En revanche, il semble qu'il soit d'utilisation plus courante en pratique équine (19).

Le décret du 26 août 1987 définit le massage comme “une manœuvre réalisée sur la peau, manuellement ou par l'intermédiaire d'appareillages autres que les appareils d'électrothérapie, avec ou sans l'aide de produits, qui comporte une mobilisation ou une stimulation méthodique, mécanique ou réflexe des tissus” (56). Le massage est ainsi une forme de mobilisation des parties molles : la massothérapie et la kinésithérapie sont donc des manœuvres complémentaires.

A. Les différentes formes de massage

Les manœuvres de massage sont très nombreuses en physiothérapie humaine, mais il n'est pas envisageable de toutes les utiliser chez l'animal. Nous ne traitons ici que des techniques qui, pour des raisons pratiques et par intérêts thérapeutiques, sont mises en œuvre chez les carnivores domestiques. On classe les manœuvres de massage en sept catégories : l'effleurage, la pression statique profonde, le pétrissage, la friction, le massage transversal profond, la vibration et la percussion.

1) L'effleurage ou pression glissée

L'effleurage constitue une prise de contact avec le patient : il doit débiter et terminer toute séance de massage. Il sécurise l'animal, permet de détecter les zones de tension et introduit les étapes suivantes du massage.

a) La technique d'effleurage

Ce type de massage n'intéresse que les couches superficielles : peau et tissu adipeux sous-cutané. On le réalise avec une ou deux mains : la main et les doigts bien à plat sur le corps, on fait des gestes amples et lents (10 à 20 mouvements par minutes (35)) pour effleurer

la peau, sans la déformer, avec la pulpe des doigts. La manœuvre doit largement dépasser la région à masser. On commence par appliquer une pression légère puis progressivement on l'augmente (9) (40) (44) (56).

Selon la pression réalisée par le praticien, on distingue deux types d'effleurage : superficiel et profond (44). La pression glissée profonde permet d'atteindre les muscles car les mains glissent sur la peau en comprimant les parties molles sous-jacentes.

Le sens de la manœuvre n'a pas d'importance pour la pression superficielle car celle-ci ne mobilise pas les vaisseaux sanguins. Mais l'effleurage profond se réalise toujours en direction du cœur (sens centripète) pour respecter le sens de la circulation veineuse. Ainsi lors du retour des mains vers la zone traitée il faut relâcher la pression sans perdre le contact avec le patient (40) (44).

Photo 9 : La technique de l'effleurage chez un chien et un chat



b) Les effets de l'effleurage

L'effleurage est un massage décontractant, apaisant et relaxant car il touche directement le système nerveux central. Pratiqué sur le dos et les membres, l'effleurage superficiel calme un chien très nerveux (35). Il facilite la mise en œuvre d'autres techniques parfois douloureuses (56). Ainsi, il doit toujours constituer la première étape d'une séance de massage.

L'effleurage profond, pratiqué en respectant le sens centripète, renforce le débit des retours veineux et lymphatiques, et stimule la circulation cutanée superficielle. En revanche, cet effet reste limité lors de la réalisation de l'effleurage superficiel.

2) La pression statique profonde

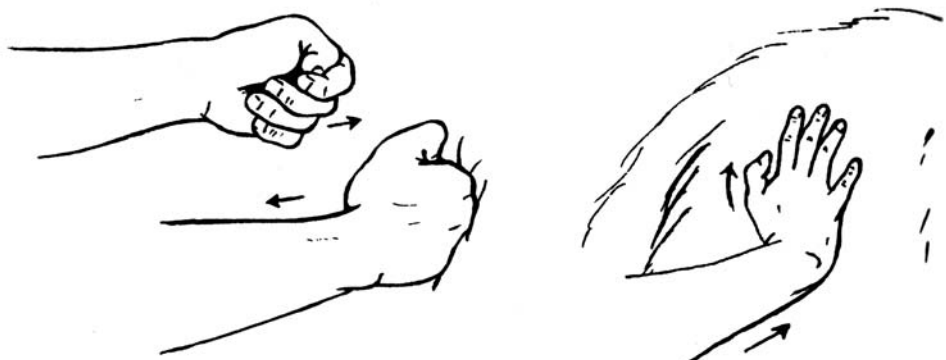
La pression statique profonde permet de traiter les zones sensibles à la pression.

a) **La technique de la pression statique profonde**

Selon les zones à traiter, le principe de la pression statique profonde est de comprimer les points sensibles avec l'index ou le majeur contre l'os, ou de les pincer entre pouce et doigts (44). Certains auteurs réalisent ce massage avec le plat de la main, le talon de la main ou les mains superposées, selon la taille de la zone à traiter (19) (35). Cette manœuvre peut être répétée sur place ou en se déplaçant dans le sens centripète. Dans ce dernier cas, la cadence idéale est d'une pression par seconde (35).

La pression exercée dépasse à peine le seuil de la douleur et est maintenue 20 à 30 secondes, puis on augmente progressivement cette durée. Valdenaire (56) explique que cela est rendu possible car l'écrasement des fonctions musculaires entraîne un effet sédatif sur ces masses musculaires.

Figure 2 : La technique de la pression statique profonde avec le poing et avec la paume de la main (35)



b) Les effets de la pression statique profonde

La pression statique a un effet sédatif sur les masses musculaires. De plus, réalisée en déplacement, elle facilite le retour veineux. Dans ce dernier cas, on la pratique au rythme de 2 à 4 mouvements par seconde (35).

Une variante de la pression statique est une pression pratiquée les mains réunies en anneaux, placées autour de la zone à traiter, puis déplacées vers le haut. Cela permet de réduire les oedèmes (35) (56).

Photo 10 : La technique de la pression statique en anneau



3) Le pétrissage

Ce type de massage s'adresse plus particulièrement aux muscles. On distingue le pétrissage superficiel et le pétrissage profond.

a) La technique du pétrissage superficiel

On saisit le tissu cutané et le muscle, puis on réalise des mouvements de torsion, d'étirement et d'allongement. L'intensité appliquée est variable et fonction des réactions de l'animal (35) (56).

Le palper-rouler est une variante, à visée palpatoire, du pétrissage superficiel. Il consiste à former un pli cutané que l'on roule. Il sert principalement à maintenir une bonne circulation dans le derme et à empêcher la formation d'adhérences. Il doit être lent et calme.

b) La technique du pétrissage profond

Le corps musculaire est saisi dans les mains, doigts fermés et pouce écarté, le pétrissage se pratiquant à une ou deux mains selon la taille du muscle. Le muscle est travaillé dans le sens de la longueur. Du bout des doigts le muscle est soulevé puis relâché en diminuant la pression. Le sens du massage est centripète quand on s'occupe d'une masse musculaire, mais il est indifférent quand on masse des petits muscles (40) (44) (56).

Le pétrissage avec refoulement en est une variante : le muscle est refoulé transversalement à sa direction hors de son emplacement. Il permet une excitation des récepteurs musculaires et des fuseaux des tendons (40).

Figure 3 : La technique de pétrissage (35)



Photo 11 : Pétrissage sur un chat



c) Les effets du pétrissage

Le pétrissage superficiel permet un assouplissement cutané, supprime les contractures musculaires et limite l'amyotrophie. Il entraîne détente et sédation (40) (56).

Le pétrissage profond libère les différents plans musculaires les uns par rapport aux autres, et active le débit sanguin musculaire permettant sa meilleure nutrition et une élimination plus efficace des déchets. Il est tonifiant, ce qui explique son utilisation en phase préparatoire chez le sportif (40) (44).

4) La friction

Ce massage intéresse essentiellement la peau et le tissu adipeux sous-cutané. Il permet de traiter des zones restreintes.

a) La technique de la friction

Le principe est de mobiliser les plans superficiels sur les plans profonds (os, tendons, ligaments, capsules articulaire, muscles). Le plan cutané reste solidaire des doigts tout le long du massage et se déplace sur les plans sous-jacents. La cadence est de 1 à 2 mouvements par seconde si le massage est lent, et de 4 si la manœuvre est rapide (35) (40) (44). Il dure au maximum 4 à 5 minutes, un traitement de 2 à 3 minutes semblant être le temps idéal (35). L'intensité du massage est adaptée à la sensibilité du patient. On peut même apposer une poche de froid avant et après le massage pour minimiser la douleur (35).

Il existe plusieurs types de friction :

- Les frictions plus douces mais profondes réalisées grâce aux éminences palmaires ou avec le bord de la main.
- La friction précise et localisée grâce à la pointe des doigts.
- La friction à deux mains : une des mains renforce la pression sur la seconde.

Figure 4 : Technique de friction réalisée avec la pointe du doigt (35)



Photo 12 : Friction sur un chat avec la pointe du doigt



b) Les effets de la friction

La friction correspond à une pression plus forte et à un mouvement plus rapide que l'effleurage : ce massage est donc plus intense. Elle diminue les adhérences du tissu adipeux aux enveloppes musculaires, les adhérences des gaines tendineuses, et libère la peau des tissus sous-jacents. Elle agit ainsi également sur les cicatrices (40) (44). La pression à exercer doit être plus importante pour traiter les adhérences que les cicatrices.

La friction permet d'augmenter le seuil de réponse des récepteurs de la région massée. Ainsi, grâce à la friction profonde, on agit sur les contractures musculaires localisées profondes, on traite les douleurs d'insertion musculaire et les tendinites d'insertion (40) (44).

5) Le massage transversal profond (MTP)

Ce massage est une variante de la friction : on mobilise une très petite zone, profondément, à l'emplacement exact de la lésion.

a) La technique du MTP

On doit tout d'abord localiser précisément le site de la lésion, puis on réalise des petits mouvements de va et vient, de faibles amplitudes, transversaux par rapport à l'orientation des fibres musculaires ou des tendons. On peut également faire ces petits mouvements sur les bords de l'os. Cette technique est souvent douloureuse, on n'augmente donc sa pression que lorsque la douleur est supportée (40) (44) (55).

Le MTP est une manœuvre délicate qui ne peut généralement être réalisée qu'un jour sur deux car le lendemain du massage la zone traitée est encore trop douloureuse. Il est fréquent que la sensibilité locale induite par le massage persiste plus longtemps que la douleur de la lésion : on ne poursuit le MTP que si cette douleur, et non la sensibilité induite par le massage, persiste. Pour apprécier la douleur résiduelle, le mieux est de faire travailler l'élément lésé par étirements passifs et d'observer les réactions de l'animal (40).

b) Les effets du MTP

Le MTP provoque une vasodilatation qui augmente les apports sanguins. Ainsi, il draine les métabolites algogènes (responsables de la douleur) et diminue les sensations douloureuses (40).

Les mouvements du MTP permettent de détruire les adhérences aux niveaux musculaires, tendineux et ligamentaires. Il soulage les tendons douloureux. Si le tendon possède une gaine, il faut rouler la gaine contre le tendon dans un mouvement de va et vient. En revanche, si le tendon n'a pas de gaine on peut pratiquer le MTP sans problème pour détruire le tissu cicatriciel (40) (44).

Paradoxalement, cette pratique douloureuse aide à la sédation des points douloureux.

6) La vibration

La vibration est une manœuvre essentiellement employée chez le chien sportif.

a) La technique de la vibration

La vibration se définit comme une succession de pressions et de déplacements rapides et alternés, tout en restant en contact plus ou moins appuyé avec la région que l'on masse. Elle est pratiquée avec les quatre doigts ou la main à plat. Pour traiter l'homme, les thérapeutes utilisent des vibromasseurs car cette manœuvre est difficile à pratiquer. Denoix et Pailloux (19) ne recommandent pas leur utilisation chez l'animal car il annule le contact homme-animal.

Aucune pression n'est exercée au début de cette manœuvre, puis progressivement on l'augmente pour étirer la structure traitée (25) (35). On intercale régulièrement des effleurages superficiels et profonds pour drainer les tissus et détendre l'animal (35).

b) Les effets de la vibration

A haute fréquence la vibration a un effet stimulant, et à basse fréquence elle possède un effet sédatif exploité pour la relaxation des muscles fatigués chez le chien sportif (25) (35).

Figure 5 : La technique de vibration (35)



7) La percussion

La percussion est un massage rarement exercé.

a) La technique de la percussion

Elle consiste en un martèlement des tissus avec une ou deux mains, les deux mains travaillant de façon alternée. Le rythme employé est rapide à très rapide, l'intensité est plus ou moins forte selon la région et la sensibilité (35). On ne la pratique que pour les muscles, sinon une vive douleur est ressentie (40). Il faut veiller à ne pas être traumatique.

b) Les effets de la percussion

Autrefois considérée comme caractéristique du massage du sportif, Leballue (40) estime que cette manœuvre a perdu de son importance en physiothérapie humaine car elle peut entraîner une baisse de performance chez les sportifs de haut niveau, nerveux et hypersensibles (à l'image des coureurs ou sauteurs). Or le chien de sport réunit toutes ces caractéristiques. Hourdebaigt et Seymour (35), au contraire, recommandent ce type de massage pour les séances d'échauffement, tout en soulignant qu'un temps d'adaptation est nécessaire au chien pour le supporter.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des manœuvres de massage

Manœuvre	Tissus touchés	Direction	Pression exercée	Cadence	Effets
Effleurage superficiel	Peau Tissu adipeux sous-cutané	Indifférente	légère	10 à 20 mouvements par minute	Décontractant Relaxant
Effleurage profond	Muscles	Centripète	Modérée	10 à 20 mouvements par minute	Effets circulatoires
Pression statique	Points sensibles	Sur place	Forte	1 par seconde sur place : 20 secondes	Sédation Effets circulatoires
Pétrissage	Muscles	Centripète	Variable	Faible	Diminution des adhérences Assouplissement des cicatrices
Friction	Peau et tissu adipeux sous-cutané, muscles	Sur place	Variable	1 à 4 mouvements par seconde	Diminution des adhérences Assouplissement des cicatrices
Massage transversal profond	Points sensibles	Sur place	Forte	Variable	Sédation des points douloureux Diminution des adhérences
Vibration	Muscles	Sur place	Légère à modérée	Faible à rapide	Faible : relaxant Rapide : stimulant
Percussion	Muscles	Centripète	Modérée à forte	Rapide à très rapide	Echauffement du sportif

B. Les effets du massage

Il est difficile de connaître les effets précis du massage car peu de travaux existent sur ce sujet en physiothérapie humaine, donc d'autant moins en physiothérapie vétérinaire. Un des freins à ces études est la difficulté, voire l'impossibilité, de reproduire avec exactitude le même massage à chaque fois.

1) Les effets psychologiques du massage

Le massage est une forme de communication non verbale. Le thérapeute établit un contact tactile avec l'animal, lui transmet toutes sortes de sensations (sécurité, tranquillité, assurance) et calme ainsi un chien ou un chat anxieux. Avant la réalisation de manœuvres douloureuses, il est donc intéressant d'initier le contact avec l'animal grâce au massage.

2) Les effets sur le système circulatoire

a) Les effets sur les capillaires

Le massage aide à résorber les oedèmes d'origine cardiaque, rénale ou veineuse, car il provoque une variation du diamètre des capillaires (vasoconstriction puis vasodilatation) et une augmentation de la circulation intracapillaire (40) (52) (55).

D'autre part, le massage améliore la perméabilité de la paroi aux leucocytes et aux substances plasmatiques (25) (40) (52) (55).

b) Les effets sur les artères

Lors d'un massage vigoureux, la circulation de retour s'accélère et la résistance veineuse diminue. Ainsi, la pression artérielle baisse. Au contraire, lors d'un massage superficiel, l'effet le plus marqué est une légère augmentation de la température cutanée (25) (40) (52).

c) Les effets sur la circulation veineuse

Les pressions locales et les manœuvres glissées entraînent un collapsus des troncs veineux superficiels suivi d'un rapide remplissage. Du fait de l'existence de valvules dans ces vaisseaux, le sang se déplace alors vers le cœur. Cela explique l'importance de réaliser le massage dans le sens centripète (40) (52).

La pression mécanique exercée lors du massage et la stimulation des nerfs vasomoteurs des veines entraînent une accélération de la vitesse circulatoire du sang (40).

d) Les effets sur les vaisseaux lymphatiques

Lors du massage, le flux lymphatique augmente. Leballue (40) rapporte que des mesures du débit lymphatique au niveau du canal thoracique ou d'une veine lymphatique de l'épaule chez le chien, confirment l'existence d'une augmentation très importante du débit lymphatique lors du massage. La mobilisation passive et l'électrothérapie neuro-musculaire ont des effets moindres. Tangner (52), lui, évalue que le flux lymphatique est alors multiplié par 25, ce qui facilite la résorption des oedèmes.

Cette augmentation du flux lymphatique entraîne un renouvellement plus rapide du liquide interstitiel et par conséquent une meilleure résorption des produits du métabolisme et une meilleure nutrition cellulaire. Cela permet une prévention des organisations fibreuses à partir des précipitations protéiques. De plus, le retour à la normale du volume des espaces interstitiels prévient la distension des fibres élastiques et conserve la souplesse aux tissus (40).

En cas d'œdème, il faut pratiquer l'effleurage et non le pétrissage car la pression tissulaire sous-cutanée diminue dans le premier cas et augmente dans le second.

e) Les effets sur le cœur

Un massage lent et centripète entraîne une diminution de la pression artérielle : on obtient ainsi une réduction du travail cardiaque gauche. En revanche, l'augmentation de la pression veineuse augmente le travail du cœur et de la petite circulation. Il faut en tenir compte lors du traitement de patients insuffisants cardiaques (25) (40) (52) (55).

Le massage cardiaque, bien que très utile en réanimation, n'est pas décrit dans ce travail.

3)

Les effets sur la peau

Le massage diminue la sensibilité cutanée à la douleur par augmentation de son seuil d'excitabilité. D'autre part, il provoque une vasodilatation donc une accélération de la circulation sanguine. Cela permet une meilleure nutrition des tissus (40), et facilite la pénétration transcutanée des crèmes et onguents.

Le massage permet également d'assouplir les cicatrices et de diminuer les adhérences.

4) Les effets sur le système nerveux

a) Au niveau des terminaisons nerveuses

Les manœuvres glissées répétées excitent les récepteurs tactiles qui finissent par s'épuiser à cause de ces nombreuses excitations. Ainsi le seuil de sensibilité tactile augmente au cours du massage. Le niveau de sensibilité initial est récupéré en quelques minutes (40).

b) Les effets sur la douleur

Le massage a un effet sédatif sur tous les types de douleur car il élève le seuil de sensibilité des récepteurs à la douleur (40) (52).

Paradoxalement, quelques manœuvres de massage, comme par exemple le MTP, soulagent les points douloureux alors que leur réalisation génère de la douleur.

c) Une action relaxante

Il a été prouvé chez l'homme que le massage possède un effet hypnotique aboutissant au sommeil. Ce phénomène est rarement observé chez l'animal.

5) Les effets sur les muscles

Le massage détend tous les muscles du corps, même ceux non touchés par le thérapeute (40). Souvent on recherche à créer une détente tonique, on met alors en œuvre des manœuvres prolongées et continues : des pressions locales, profondes et très appuyées ou des manœuvres glissées longitudinales et des postures transversales (44).

D'un point de vue physiologique, le massage stimule l'apport sanguin en métabolites et en oxygène aux muscles, et facilite l'élimination des déchets. Le massage a pour intérêt de ne provoquer ni acidose (rencontrée lors de la réalisation d'exercices) ni alcalose (induite par la chaleur) (25) (40).

C. Les indications du massage

Le massage peut être pratiqué à de nombreuses occasions.

1) En traumatologie

a) Les atteintes tendineuses

Le massage aider à libérer les adhérences tendineuses et soulage les tendons douloureux. Il faut attendre trois semaines après le traumatisme (l'inflammation est alors en phase chronique) pour employer le massage sur une lésion tendineuse (25) (44).

b) Les atteintes musculaires

Au niveau musculaire, la stase circulatoire et les contractures sont les deux causes principales de fibroses. Le massage, en intervenant sur ces aspects, prévient donc les fibroses musculaires (40).

En cas de lésions musculaires on peut pratiquer des manœuvres qui n'intéressent que la peau et le tissu sous-cutané. Ainsi les effleurages et les frictions non profondes sont débutés, avec beaucoup de précautions, une semaine après le traumatisme (56).

c) En cas d'arthrose

Les massages, de par leurs effets antalgiques et trophiques, sont indiqués dans les cas d'arthrose. Hourdebaigt et Seymour (35) conseillent de masser tôt le matin pour détendre les tissus et le soir pour soulager les tensions accumulées dans les muscles durant la journée.

2)

En post-opératoire

On débute le massage très rapidement, voire le jour même de la chirurgie (9) (52). Il convient de ne pas traiter la plaie tant qu'elle n'a pas atteint un stade chronique, en revanche on travaille sur le reste du corps. Lohrer et Karvounidis (44) conseillent d'agir avec prudence sur des sites ayant subi une intervention chirurgicale moins de quatre semaines auparavant, et déconseillent toujours les manœuvres profondes dans ces cas.

Le massage post-opératoire permet de limiter la formation d'œdèmes, de prévenir les organisations fibreuses et donc de conserver leur souplesse aux tissus, de leur assurer une bonne nutrition par stimulation de la circulation sanguine et d'assouplir la cicatrice pour éviter les adhérences.

3) Suite à une immobilisation

Suite à une immobilisation, un membre réagit positivement à la réalisation de massages car ces derniers diminuent les rétractions musculaires et tendineuses (apparues suite aux contractures et aux fibroses), ils stimulent les circulations sanguine et lymphatique, ils excitent les récepteurs sensitifs et accélèrent la récupération musculaire.

4) En neurologie

Les massages, excitant les récepteurs sensitifs cutanés et musculaires, se révèlent très utiles en cas de déficit neurologique.

5)

En médecine sportive

A durée égale, une fatigue musculaire intense est plus facilement récupérée par le massage que par le repos. Grâce aux massages, on diminue ainsi le temps de récupération post-effort. Dès lors, on comprend que le massage peut également être employé pour améliorer la résistance à la fatigue : une séance de 10 minutes est en général suffisante pour obtenir un résultat optimal (40).

On peut calquer l'attitude à adopter en médecine sportive canine sur celle prodiguée en médecine humaine, qui définit trois phases différentes de massage (25) (44) :

⇒ Le massage préparatoire à l'effort :

Ses objectifs sont, tout en maintenant le chien passif, d'augmenter l'irrigation musculaire, d'améliorer les propriétés élastiques des muscles et des tendons, et d'aiguiser les capacités de coordination du système nerveux. Durant cette phase, on évalue le tonus musculaire pour savoir s'il faut diminuer la tension musculaire (par un massage relaxant) ou au contraire l'augmenter (par un massage tonique). De plus, cette phase permet de détecter les contractures musculaires ponctuelles pour les traiter.

On conseille de commencer par l'effleurage, puis d'exécuter des vibrations et enfin le pétrissage (35). Ses effets apparaissent au bout de 15 à 20 minutes et se maintiennent environ une heure après le traitement.

⇒ Le massage en cours d'effort :

On profite des moments de pause pour réaliser des manœuvres à action immédiate.

⇒ Le massage défatigant :

C'est un massage d'après effort. Le principe est d'augmenter le retour veineux et d'éliminer ainsi plus facilement les produits de dégradation du métabolisme. Cet effet peut être obtenu avec beaucoup d'avantages par des exercices actifs de course lente, mais le massage présente l'intérêt de ne pas produire de déchets supplémentaires. Le processus de récupération musculaire est activé, les tuméfactions tissulaires sont soulagées et l'apparition de courbatures prévenue.

Parfois, le but recherché est de soulager la douleur induite par l'effort. On a alors recours à un massage doux et superficiel, auquel on ajoute des frictions à la glace ou l'application d'un gel réfrigérant.

D.

Les contre-indications

Les contre-indications à la réalisation d'un massage sont variées.

1) Les inflammations aiguës, les phlébites

Le massage risque d'aggraver le processus inflammatoire. Il faut attendre au minimum 72 heures pour traiter la zone (9) (19) (35) (44) (56). Dans le cas des phlébites, ce délai est plus long.

2) Les maladies de peau, les plaies ouvertes, les greffes cutanées, les brûlures

Dès que la peau est fragilisée, il faut renoncer au massage pour ne pas accentuer ses lésions (17) (19) (35) (44) (56).

3) Les foyers de fracture non consolidés

Le massage risque de développer un cal exubérant (24). Dans cette situation, la manœuvre doit rester superficielle.

4) La présence de calcifications autour des articulations ou des tissus mous

La massothérapie peut accentuer les phénomènes inflammatoires liés à la présence de ces calcifications (35).

5) Les hémorragies, les traitements aux anti-coagulants, les hématomes

Tout patient présentant des troubles de la coagulation, des hémorragies ou des hématomes ne doit pas être traité par le massage. En effet, de telles manœuvres stimulent la dissémination du caillot sanguin et risquent de déclencher un saignement (17) (19) (44) (56).

6) Les troubles cardiaques graves, les maladies thrombo-emboliques

On ne réalise pas de massage sur un animal qui présente un mauvais retour veineux, ou chez qui on risque de disséminer un thrombus (17) (44) (56).

7) Les tumeurs cutanées

Le massage facilite la dissémination des cellules tumorales cutanées (35) (44).

8) Les infections, la fièvre

Le massage facilite la propagation des germes responsables d'infections. La fièvre constitue une contre-indication car elle peut être le signe du développement d'une infection (9) (17) (35) (44) (56).

9) Les troubles neurologiques, les compressions nerveuses

On se trouve ici dans des situations de déficit neurologique, la sensibilité étant alors modifiée. Les manœuvres doivent rester légères, car en l'absence d'expression de douleur du patient des lésions tissulaires peuvent apparaître plus facilement (35) (40) (44).

10) Au niveau des épiphyses fertiles des jeunes

Le massage ne doit pas être pratiqué au niveau des cartilages de croissance chez les jeunes car il peut modifier leur activité (24).

E. La réalisation pratique du massage

Il existe un certain nombre de règles à respecter pour assurer un effet optimal du massage chez les carnivores domestiques.

1) Les lubrifiants, les onguents et les adjuvants de physiothérapie

Il faut garder en tête que l'effet thérapeutique majeur est fourni par le massage lui-même et non par la pommade. D'autre part, chez le chien et le chat, se pose le problème du passage cutané de ces substances en l'absence de tonte préalable.

Les huiles, les crèmes et les solutions alcoolisées sont très utilisées en massothérapie humaine car elles sont agréables sur la peau et permettent d'intensifier les effets du massage (40). Denoix et Pailloux (19) recommandent d'utiliser, chez l'animal, les pommades en période initiale, et de pratiquer un massage à sec en phase d'entretien, sauf pour les articulations et tendons, dans ce cas on emploie une crème neutre avec des éléments de phytothérapie ou d'aromathérapie. En physiothérapie vétérinaire, on a essentiellement recours aux baumes à propriétés anti-inflammatoires (Algyvet®, Phenylarthrite crème®, Finalgon®), aux baumes à base de camphre, et aux huiles chauffantes (Synthol®). L'utilisation de produits hyperémifiants doit se faire avec précaution car leur tolérance est tout à fait variable selon le

type de peau traitée, et ils entraînent une modification de la dynamique circulatoire pouvant compromettre la bonne perfusion musculaire (40). Après le massage, on réalise un nettoyage avec une solution constituée d'un litre d'eau et de trois cuillères à soupe de Synthol® (19).

Lors de traumatisme musculaire aigu, un cataplasme d'anti-inflammatoires non stéroïdiens est placé durant quelques jours sur la zone lésée sans réalisation de massages.

2) L'installation de l'animal

Le patient et le thérapeute doivent adopter la position la plus agréable possible. L'idéal est de placer l'animal sur un tapis et à hauteur pour le bien-être du manipulateur. Mais les chiens inquiets pourront être massés sur le sol. Le patient est placé en décubitus latéral, les décubitus dorsal et ventral présentent moins d'intérêts qu'en physiothérapie humaine et sont surtout moins faciles à maintenir. Parfois le massage se pratique debout, comme pour les chevaux, mais la contraction musculaire est préjudiciable à l'efficacité du massage. Les chiens de petite taille peuvent être massés par le praticien assis.

L'environnement doit être calme pour relaxer l'animal, et doit permettre au praticien de se concentrer sur son patient : en effet ce sont les comportements de l'animal, son regard, sa tension qui renseigneront le physiothérapeute sur les effets de son massage.

3) La détection des zones sensibles

On commence par apprécier la tension des tissus. Pour cela, on réalise une légère pression sur la peau puis on l'augmente. Si la tension est normale, les muscles sont perceptibles. Puis on détecte les zones sensibles sur lesquelles il va falloir agir plus précisément (44) :

- Les adhérences : on les met en évidence lorsque la peau et le tissu adipeux sous-cutané refusent de glisser sur les muscles.
- Les nodules de contracture : ce sont des petits nœuds sensibles à la pression. S'ils se trouvent au niveau de la peau, on les détecte en prenant les plans cutanés et sous-cutanés entre pouce et index, alors que pour les mettre en évidence dans le muscle on exerce une pression avec la pulpe des doigts.

- Les contractures localisées dans un muscle : on les découvre par mobilisation active ou passive du membre. Il faut s'en méfier car en cas de sollicitation brutale du muscle, elle peuvent être le siège d'une déchirure.
- Les tendons et périostes surmenés : une douleur ressentie à leur pression doit évoquer un problème de surmenage.

4) La séance de massage

Le massage peut être débuté le jour de la chirurgie et être poursuivi durant toute la période de la rééducation fonctionnelle, en l'adaptant à la nature de l'affection en cause et à son évolution (9) (40) (52). Le massage doit être évolutif car le lendemain déjà, une nouvelle situation existe, progressant vers la guérison. Il permet de traiter le site lésé, mais également d'agir de manière préventive sur le reste du corps.

On traite les différentes couches tissulaires les unes après les autres, de l'extérieur vers l'intérieur. On réalise donc effleurage puis pétrissage, MTP, friction profonde et à nouveau effleurage. On débute et on termine toujours le massage par l'effleurage car il permet de mettre le chien en confiance et il aide à détecter les zones à traiter de manière privilégiée.

Selon les manœuvres employées et la taille de la zone à traiter, une séance de massage dure de 5 à 20 minutes : en moyenne 5 à 8 minutes pour les premières séances, 15 à 20 minutes pour les séances d'entretien et 10 à 15 minutes pour la récupération après effort (35).

5) Le choix des modalités de massage

On peut classer les massages en deux groupes (35) :

- Les manœuvres apaisantes : effleurages superficiels, pétrissages superficiels, vibrations superficielles, pétrissages en anneau à rythme lent.
- Les manœuvres stimulantes : effleurages profonds ou rapides, pétrissages profonds, palper-rouler, vibrations profondes, percussions profondes.

Le choix des manœuvres manuelles varie en fonction de l'affection à traiter. Néanmoins, on remarque qu'en physiothérapie vétérinaire, l'effleurage, le pétrissage et le MTP sont les techniques majoritairement mises en œuvre.

Le massage est défini par cinq critères (9) :

- Le rythme : il doit être constant tout au long du massage.
- La cadence : lente ou rapide selon l'effet recherché.
- La pression : elle est légère, modérée ou forte.
- La fréquence : l'idéal est de faire 2 séances par jour mais il faut adapter cette règle à la technique manuelle employée. En effet, le MTP est l'exemple d'une manœuvre à ne réaliser que tous les 2 jours.
- La direction : variable selon la technique mise en œuvre et l'effet recherché.

Le massage ne doit pas devenir un substitut exclusif à l'exercice car réalisé seul il n'a pas d'influence sur le volume ou la force musculaire. En revanche, lorsqu'il est impossible de mobiliser la zone lésée, le massage permet de maintenir une activité circulatoire sanguine et des échanges métaboliques corrects.

6) Les précautions à prendre

Il faut veiller à ne pas engendrer de douleur (sauf lors de manœuvres douloureuses bien spécifiques) car elle suscite une appréhension de l'animal, des tensions et le massage est alors inefficace.

Il convient également de réaliser avec prudence des manœuvres au niveau des zones sensibles (reliefs osseux en particulier) car des délabrements tissulaires peuvent alors apparaître.

La thérapie par application superficielle de froid et de chaleur

Le froid et la chaleur sont deux agents thérapeutiques très faciles d'emploi en application superficielle, qui trouvent leur place dans de nombreuses situations pathologiques. La chaleur peut également être appliquée en profondeur : c'est la diathermie qui est développée dans les chapitres traitant de l'ultrasonothérapie et des ondes courtes.

Tout d'abord, définissons la notion de température indifférente. Elle est la température à laquelle le patient ne ressent pas de sensation de chaleur ou de froid. Elle est d'autant plus élevée que le milieu est bon conducteur, ainsi dans l'eau la température indifférente est plus élevée que dans l'air. La valeur de la température indifférente est influencée par l'activité physique, l'exercice actif produit de grandes quantités de chaleur qui élèvent la température interne du corps (29).

A.

La cryothérapie : l'application superficielle de froid

La cryothérapie est l'exploitation, à des fins thérapeutiques, des effets physiologiques de la baisse de température des tissus. Elle repose sur l'utilisation de froid à des températures proches ou inférieures à 0°C. La technique majoritairement employée est l'application directe d'une source de froid sur la peau.

Dans l'antiquité déjà, les médecins grecs utilisaient le froid sous forme de glace ou de neige pour combattre la fièvre ou arrêter les hémorragies. Au Moyen-Âge, l'effet anesthésique du froid avait été observé et employé en période pré-opératoire. Au XIX^{ème} siècle, on commence à traiter des blessures inflammées à l'aide de compresses très froides. En 1935, Cloquet a écrit dans le Dictionnaire de Médecine : "quand l'entorse vient d'arriver, on peut avec beaucoup d'avantage, faire plonger l'articulation malade dans de l'eau froide".

Depuis 25 ans, la cryothérapie prend une place importante en physiothérapie pour le traitement des douleurs musculo-squelettiques aiguës ou séquelles de traumatismes, des brûlures, de l'inflammation et de certaines situations neurologiques. Du fait de ses effets anti-inflammatoires, analgésiques et antispastiques, la cryothérapie est considérée comme une technique incontournable en rééducation fonctionnelle, et plus encore en physiothérapie sportive.

1) Les effets physiologiques de l'utilisation du froid

L'application superficielle de froid entraîne de nombreuses modifications physiologiques.

a) La diminution de la température des tissus

Dès l'application de froid, la température cutanée diminue pour à terme atteindre et s'équilibrer avec celle du moyen cryogène (12). Tous les tissus ne subissent pas la même baisse de température. En effet, on observe un refroidissement immédiat de la peau, puis le tissu sous-cutané atteint presque la température de la peau, alors que les tissus plus profonds présentent un refroidissement moins marqué et plus tardif.

Merrick et al. (55) ont montré qu'un traitement de 10 minutes, par une poche de froid associée à une compression physique, baisse de 27°C la température cutanée, et de 10°C celle des tissus à 2 centimètres de profondeur. Barlas et al. (6) ont équipé 11 chiens d'une sonde thermique intramusculaire dans la cuisse de chaque membre postérieur. Une poche de froid était appliquée sur chaque cuisse, dont l'une d'elles avec compression physique. Ils ont ainsi mis en évidence une baisse de 5°C de la température intra-musculaire après 20 minutes d'application d'une poche de froid, et de 7,5°C lorsqu'une compression était ajoutée. Ces deux études confirment le refroidissement des tissus en profondeur lors d'une application superficielle de froid. Elles montrent également l'intérêt d'ajouter l'effet physique de la compression à la cryothérapie.

Au niveau articulaire, il apparaît également une baisse de température lors de l'application de froid.

b) Les effets vasculaires

En 1930, Lewis observe le phénomène de la "hunting response" (vasodilatation réflexe à l'application de froid). Greenfield en 1951 puis Clarke et al. en 1957 confirment cette constatation (25).

Physiologiquement, lors d'application de froid, pour rétablir l'équilibre thermique, le corps a tendance à abaisser sa température superficielle : les vaisseaux sanguins superficiels subissent une constriction qui diminue le transport de chaleur depuis le centre du corps vers la périphérie. Ce rétrécissement vasculaire ne persiste pas car se met en place un mécanisme de protection, la "hunting response", dont le rôle est de réduire l'effet du froid sur les tissus (pour en éviter les lésions) par déclenchement d'une vasodilatation. Selon le moyen cryogène employé, la "hunting response" débute dans les 2 à 6 minutes grâce à la libération de substances chimiques qui provoquent la vasodilatation. Cette dernière induit une augmentation de la circulation sanguine locale qui élimine plus rapidement ces substances et une nouvelle vasoconstriction apparaît alors dans la zone refroidie. La "hunting response" se déroule donc par phases alternativement de vasodilatation et de vasoconstriction. Elle s'achève au bout de 20 à 30 minutes par l'établissement d'une vasodilatation (12) (25).

Etant donnée la durée moyenne d'application des traitements par le froid, c'est généralement la vasoconstriction qui domine. En diminuant la circulation sanguine locale, cette dernière aide à limiter la formation des hémorragies et des œdèmes.

Lors de l'application de froid, apparaît également une hyperémie réactionnelle (congestion locale) qui semble être mieux connue que "la hunting response". Elle permet de compenser la perte locale en chaleur et de normaliser la température de la région refroidie. Son ampleur est variable selon l'importance de la perte locale en chaleur. Elle est maximale au bout de 20 minutes et va peu à peu diminuer pendant 40 minutes (12) (25).

Le flux sanguin des articulations montre une réponse aux changements de température similaire à celle de la peau ou des muscles.

c) Les effets sur le métabolisme

La cryothérapie modifie le métabolisme de deux manières :

- Un ralentissement du métabolisme. Le froid diminue l'activité cellulaire et enzymatique, ainsi l'inflammation locale est réduite et l'anoxie tissulaire limitée. Les endothéliums présentent alors moins de dommages (12).
- Une diminution de la consommation des tissus en oxygène. En effet, chez l'homme il a été observée une saturation en oxygène à 80 p.cent. dans le sang veineux des régions refroidies contre 70 p.cent. en conditions physiologiques (12) (25).

Ces deux événements font que les tissus en hypothermie souffrent moins d'une période d'ischémie prolongée. Ainsi, après un accident musculo-squelettique aigu, l'application de froid entraîne une diminution des lésions secondaires dues à l'hypoxie.

d) Les effets sur la douleur

De manière empirique, on sait que la cryothérapie apaise la douleur. Plus encore, on s'est aperçu que le froid diminuait l'excitabilité des fibres et des terminaisons nerveuses à l'origine de la douleur, pouvant même aller jusqu'à entraîner un blocage total de la conduction.

Cependant, le mécanisme d'action du froid n'est pas encore clairement déterminé. On suppose que le froid a une action sur les processus chimiques intervenant dans la transmission et l'acheminement de l'excitation nerveuse (25) (38). De plus il augmenterait la période réfractaire du nerf, augmentant ainsi le délai entre deux excitations (43).

e) Les modifications musculaires et collagéniques

Commandré et Fish (12) expliquent que l'application de froid sur les fibres musculaires provoque une diminution des influx sensitifs entraînant un relâchement des spasmes. Or, les spasmes musculaires diminuent le retour veineux et facilitent l'accumulation de lactates. Ainsi l'application de froid facilite les mouvements.

En revanche, il faut se méfier du fait que le froid superficiel peut diminuer les performances lors d'activités sportives qui requièrent un contrôle moteur fin (38).

Suite au refroidissement, le collagène est plus élastique, il revient plus facilement à sa longueur initiale lorsque la mise en tension a cessé, et plus rigide, sa déformation plastique diminue.

2) Les différentes modalités d'application de froid

a) les différentes formes de froid

Le refroidissement par conduction :

C'est la forme de froid la plus utilisée. Lorsque deux corps sont en contact, la chaleur passe du corps le plus chaud vers le corps le plus froid. Ainsi lors de l'application thérapeutique de froid, la chaleur est transférée de l'animal vers la source cryogène jusqu'à ce que leurs températures soient égales ou jusqu'au retrait de la source de froid.

Le refroidissement par évaporation :

L'évaporation d'un liquide volatil appliqué sur la peau permet son refroidissement en emmenant des calories. Le spray cryogène en est la forme la plus employée. On peut également utiliser des compresses d'alcool ou des pommades spéciales refroidissantes : on

obtient un refroidissement lent de la région. (ceci peut être mis à profit pour un traitement nocturne).

Le refroidissement par convection :

On diminue la température cutanée grâce à de l'air soufflé sur la peau. Le refroidissement par convection est peu employé car les échanges de calories sont plus importants au contact de l'eau que de l'air, l'air étant moins bon conducteur. Il est principalement mis en œuvre lors de maladies fébriles.

b) Les procédés d'application du froid

b.1) La serviette glacée

Les serviettes humides sont plus efficaces que les serviettes sèches refroidies car ces dernières diminuent la conduction et par conséquent les effets du froid (38). Une serviette éponge est trempée dans de l'eau glacée, essorée puis posée sur la zone à traiter. Cette technique n'est pratiquement plus employée car le réchauffement rapide de la serviette ne permet pas d'assurer une application constante et stable de froid.

b.2) Les poches de glace

Le sachet ou le linge humide rempli de glace pilée :

Son avantage est d'adopter facilement la forme de la zone à traiter. Du fait de la fonte de la glace, sa durée d'application est d'environ 5 à 15 minutes.

Les vessies caoutchoutées ou en éponge :

Elles contiennent glaçons, glace pilée ou éclats de glace, et permettent d'associer au froid les effets de la compression. La durée moyenne du traitement est de 5 à 10 minutes, mais elle peut être augmentée jusqu'à 20 minutes si on veille à éviter l'ischémie par compression, risque principal de ce mode d'application de froid.

Les "hot/cold pack" (poches de froid ou de chaud) synthétiques réutilisables :

Les "hot/cold pack" contiennent un gel spécial qui peut être refroidi ou réchauffé. La plupart contient du silicate hydrogéné qui absorbe le froid lors d'un contact avec une source de refroidissement. Elles sont disponibles dans toutes les formes et tailles. Une variante en est la compresse de contention. Elle permet un bandage circulaire de la zone traitée, autorise ainsi

la réalisation d'exercices tout en maintenant la poche en place, et est surtout employée en physiothérapie équine.

Dans un surgélateur elles atteignent -15°C en 2 heures, dans un frigo 4°C en 4 heures, et au contact de la glace fondante, elles atteignent 0°C en 20 minutes (41). Leur application dure 20 à 30 minutes, une serviette étant obligatoirement placée entre la poche et la peau, pour éviter les lésions et gelures. On estime que la zone reste froide environ 1 heure après une application de 20 minutes d'une de ces poches.

Les poches de froid instantané :

Deux substances chimiques réagissent ensemble lorsque la poche est pressée libérant du froid. Le sac ne doit pas être percé car ces produits chimiques peuvent être toxiques. Elles assurent une bonne efficacité du refroidissement mais leur température reste plus élevée que celle des " hot/cold pack", et varie en fonction de la température à laquelle la poche a été maintenue. Leur avantage par rapport aux autres poches est de pouvoir être utilisées en toute circonstance. Mais elles sont à usage unique et leur coût reste donc élevé : on les réserve à des situations d'urgence.

b.3) Le massage à la glace

On réalise un massage lent avec des cubes de glace maintenus dans une serviette. Commandré et Fish (12) estiment que comme la température cutanée atteinte n'est pas inférieure à 14°C , les risques de gelures sont normalement inexistantes. Kaul et Herring (38), eux, ne considèrent pas la gelure comme un risque du massage à la glace, chez l'homme, si le traitement est inférieur à 10 minutes. Il faut tenir compte chez l'animal de la présence des poils. L'efficacité du massage à la glace est inférieure à celle des sprays ou des poches de froid car le contact entre la glace et la peau est plus bref et aussi parce que la peau est au contact de la température ambiante entre les phases de massage.

Pour plus de sécurité il faut éviter une compression excessive et il est préférable d'appliquer le massage par intervalles courts de 5 à 10 minutes (38). Les chiens à pelage épais doivent être protégés si le massage excède 30 minutes (21), ce qui est très rare en pratique. Durant ce massage on peut réaliser des étirements doux.

b.4)

Le bain glacé

Le bain glacé est la meilleure méthode d'analgésie par le froid et est également la technique diminuant le mieux la température car l'application est large. Il associe les effets bénéfiques de la cryothérapie et de l'hydrothérapie. Il est généralement utilisé pour traiter des extrémités, la seule difficulté consistant à faire accepter cette technique par l'animal. La température du bain glacé est portée à 15-16 °C . On réalise des séances de 10 à 20 minutes, 2 à 3 fois par jour (12).

L'inconvénient majeur, quoique rare, de l'immersion en eau glacée est le risque plus important de déclencher une hypersensibilité au froid.

b.5) Les sprays

Ils représentent le moyen cryothérapique le plus intense mais également le plus ponctuel. Ils sont souvent employés, en particulier dans le domaine sportif, comme anesthésiques locaux après une blessure. Le spray au chlorure d'éthyle étant inflammable, il a été retiré de la pharmacopée. Actuellement on emploie des vaporisateurs au dichloro-tétrafluoro-éthane (12). Ils restent des produits chers mais pratiques, car transportables et d'application rapide, permettant de maintenir une activité sportive immédiate.

Il faut les employer avec précaution afin d'éviter toute lésion : on les applique à 10-15 centimètres de la peau par périodes de moins de 6 secondes. Après leur application on peut faire des étirements.

b.6) L'appareil de cryothérapie

Récemment, on a vu apparaître sur le marché des appareils de cryothérapie. Un premier modèle (par exemple le Kryotur 600®) produit de l'énergie frigorifique qui est appliqué sur la peau grâce à une tête ou à une manchette frigorifique. Il délivre ainsi une température de 12°C à -10°C. Un second modèle, le Cryofast®, est utilisé pour traiter les chevaux. Il projette sur la peau des microcristaux de dioxyde de carbone à très basse température (-78°C) et à très grande vitesse.

Le prix d'achat de ces appareils est très élevé (plusieurs milliers d'euros), cet investissement semble inapproprié à la pratique vétérinaire canine.

b.7) Les « douches écossaises »

Cette modalité de cryothérapie est ici citée pour information car inenvisageable chez le chien ou le chat du fait de l'équipement nécessaire, de la bonne volonté demandée à l'animal et de la méconnaissance de ses effets, potentiellement dangereux, chez les carnivores domestiques.

Cette thérapie combine chaleur, froid et exercices : on alterne des bains d'eau chaude pendant 4 minutes (40,5°C) et des bains d'eau froide pendant 1 minute (15,5°C). La totalité du cycle dure environ 20 minutes. La plupart des protocoles terminent la séance par la phase de bain froid. Des exercices sont réalisés durant la phase d'eau chaude qui les facilitent, alors que la phase d'eau froide permet de diminuer les gonflements et de contrôler la douleur (29).

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des différentes modalités d'application de froid

Modalité	Serviette gelée	Sachet ou linge rempli de glace	Vessie caoutchoutée remplie de glaçons	Poche de froid instantané
description	Serviette éponge trempée dans de l'eau glacée	Sachet ou linge humide rempli de glace	Vessie remplie de glaçons	Cristaux cryogènes à activer pour libérer du froid
Points particuliers	Les serviettes sèches refroidies sont moins efficaces	Adopte facilement la forme du corps	Technique associant froid et compression	Intéressant en urgence
Inconvénients	Réchauffement rapide	Nécessité d'avoir de la glace	Ajouter des glaçons en cours de séance	Température dépendante du lieu de stockage
Température	Variable, en fonction de la durée d'application	0 °C	10-25 °C	Supérieure à 20°C
Durée d'application	5-10 minutes	5-15 minutes	Jusqu'à 20 minutes	15-20 minutes
Possibilité d'exercices simultanés	Plus ou moins	Non	Non	Non
Coût	Très bon marché	Très bon marché	Peu cher, réutilisable	Cher, usage unique

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des différentes modalités d'application de froid
(suite du tableau 2)

Modalité	Poche de froid réutilisable	Massage à la glace	Immersion en eau gelée	Spray cryogène
Description	Poche contenant un gel à préfigérer disponible en toute taille et forme	Massage lent avec des cubes de glace	Application uniforme de froid à une extrémité	Spray à base de dichloro-tétrafluoro-éthane
Points particuliers	Cas particulier des "hot/cold pack " utilisables en froid et chaud	Appliqué par courts intervalles Eviter une pression excessive	Meilleure méthode d'analgésie par le froid	Intéressant en urgence
Inconvénients	Fragilité de l'enveloppe à long terme Transport sur le terrain difficile A préfigérer	Le manipulateur doit se protéger du froid Refroidissement moins intense	Risque le plus important d'hypersensibilité au froid	Refroidissement superficiel momentané
Température	-15 à 4 °C	0°C	16-18°C	Variable selon la durée du traitement
Durée d'application	20-30 minutes	5-10 minutes	5-10 minutes	De multiples vaporisations brèves (< 6sec)
Possibilité d'exercices simultanés	Non	Autorise des étirements doux entre les massages	Mouvements possibles	Vaporisation puis étirements
Coût	Peu cher, réutilisable	Très bon marché	Très bon marché	Cher

Photo 13 : Un spray cryogène



Photo 14 : L'appareil de cryothérapie Cryofast®
(Cryonic Medical)



Photo 15 : L'appareil de cryothérapie Kryotur 600® (Uniphy Elektromedizin)



3) Les effets secondaires de la cryothérapie

L'application superficielle de froid peut entraîner des effets secondaires qu'il faut connaître pour éviter leur apparition.

a) La congélation des tissus, la brûlure par le froid, la nécrose cutanée

Pour éviter ces effets secondaires, on veille à respecter des temps d'application corrects du froid, on protège l'animal grâce à une serviette, on observe ses réactions afin de détecter des signes de douleur et on inspecte régulièrement l'état de la peau.

b) L'ischémie

Des ischémies peuvent se produire lors d'une compression trop importante des tissus.

c) L'hypersensibilité au froid

Elle est caractérisée par l'apparition d'urticaire (du à la libération d'histamine), d'hémoglobinurie (à cause de la présence d'agglutinines), de purpura (du à la présence dans le sang d'une cryoglobuline qui est une protéine anormale), d'érythème avec douleur importante et de spasmes musculaires (12). Cette réaction au froid est rare, il faut surtout s'en méfier chez les sujets jeunes, âgés ou débilisés. Afin de l'éviter, une précaution est de tester au préalable les réactions de l'organisme avec un cube de glace sur une petite zone du corps (12).

4) Les indications de la cryothérapie

a) Les brûlures

Lors d'une brûlure une lésion cellulaire apparaît. Placé sur cette zone, le froid diminue l'inflammation et le métabolisme, limitant ainsi les conséquences de cet accident. On applique immédiatement un froid modéré, puis on diminue progressivement la température du moyen cryogène.

b) Les traumatismes aigus et le post-opératoire immédiat

Il faut intervenir dans les 24 à 72 premières heures de la phase aiguë de l'inflammation afin de réduire les œdèmes et les hémorragies. De plus, on profite des effets analgésiques du froid sur les ligaments, les muscles (soulagement des spasmes post-traumatiques douloureux) et les articulations.

Ainsi, la cryothérapie est essentiellement employée lors de lésions articulaires (type entorse), de contusions, d'accidents musculaires (qui peuvent entraîner elongations, déchirures ou claquages), de tendinites, de bursites ou de ténosynovites.

c) L'hyperthermie

Lors d'un coup de chaleur (augmentation de la température corporelle suite à une exposition à une température excessive) on refroidit l'animal grâce à un bain d'eau froide dont la température est régulièrement diminuée en fonction de l'évolution de la température interne de l'animal (pour cela on peut ajouter au fur et à mesure des glaçons dans l'eau).

En neurologie peuvent être observées des hyperthermies d'origine centrale par dérèglement du système nerveux végétatif chez les tétraplégiques. La cryothérapie est ici exploitée pour ses effets antipyrétiques (41).

La cryothérapie est également mise à profit lors d'échauffements musculaires. En effet, l'effort physique combiné à de hautes températures extérieures induit une hyperthermie générale avec excès de chaleur des muscles participant le plus à l'effort. Un refroidissement modéré de ces muscles augmente la capacité de performance pour l'effort suivant, stimule la régénération et normalise le métabolisme (25).

d) La thérapie anti-douleur

Cohn et al. (38) ont conduit une étude sur 54 patients humains ayant subi une chirurgie reconstructrice du ligament croisé antérieur. Le groupe recevant la cryothérapie nécessitait des doses moins importantes de médicaments anti-douleur que le groupe témoin. Il n'a pas été retrouvé de tels essais chez le chien ou le chat, mais au vu du peu de contre-indications de la cryothérapie et de ses effets bénéfiques sur la douleur, il nous apparaît qu'elle est exploitable dans cette situation.

e) Le "cryostrech" (étirement suite à l'application de froid)

Il consiste à exploiter l'analgésie et les effets du froid sur la musculature et sur le collagène pour mobiliser passivement ou activement une articulation douloureuse (29).

Einsingbach et al. (25) rapportent que tous les auteurs s'accordent à dire que, suite à la phase aiguë, les étirements et mobilisations articulaires après application de froid, aggravent souvent la situation : la coordination neuro-musculaire souffrirait de ce genre d'exercice. Ils conseillent pour les muscles souffrants de contractures, un refroidissement de 5 à 15 minutes, une pause de 5 à 10 minutes puis la réalisation d'étirements souples.

Dans le cadre du traitement des séquelles de blessure, des états post-traumatiques chroniques et douloureux, la cryothérapie est employée selon le principe suivant : 3 à 4 applications courtes et intenses, suivies d'étirements, d'exercices de renforcement et de massages. L'ensemble du traitement dure 30 minutes (29).

En physiothérapie sportive chez le chien, lors de douleurs persistantes, Taylor et al. (55) proposent de "geler" la zone sensible avant un exercice (pendant 10 à 15 minutes) pour calmer la douleur, puis après l'effort de "regeler" cette zone afin de mobiliser plus facilement et précocement les articulations douloureuses. Il faut toujours réaliser ce traitement sous surveillance et avec précaution, car le chien ne ressentant plus la douleur, il risque de se blesser sérieusement. Il faut également se souvenir que les performances des activités requérant un contrôle moteur fin sont diminuées (29).

f) La cancérologie

En médecine humaine, l'effet analgésique du froid est parfois mis à profit pour soulager certaines douleurs des cancers. Il est tout à fait envisageable de transposer cela chez les carnivores domestiques.

5) Les contre-indications de la cryothérapie

a) Les problèmes vasomoteurs et troubles cardiaques, les vasculites

La vasoconstriction créée par le froid peut entraîner un blocage de la circulation sanguine chez des patients déjà sujets à des troubles vasculaires.

b) Les ischémies

Il ne faut pas appliquer du froid sur des zones ischémisées car une nécrose tissulaire peut s'installer.

c) Les blessures étendues, les plaies ouvertes

La vasoconstriction entraînée par l'application de froid retarde la cicatrisation. Si on veut traiter une plaie ouverte, il convient alors de respecter une asepsie des plus strictes.

d) Les troubles de la sensibilité, le coma

Un patient atteint de troubles de la sensibilité dans la zone à traiter, ou présentant un trouble de la conscience (le stade extrême étant le coma) ne peut pas exprimer de douleur. Or ce signe précède l'apparition de lésions.

e) Les activités physiques intenses

La cryothérapie diminue la sensibilité à la douleur et le collagène est rendu moins extensible : des blessures additionnelles peuvent alors apparaître lors de la pratique ou de la reprise immédiate d'une activité physique intense.

f) La cryoglobulinémie

La cryoglobulinémie est la présence dans le sérum d'immunoglobulines anormales appelées cryoglobulines car elles précipitent à basse température. Elle entraînent des troubles circulatoires. Cela est difficile à prévoir si le patient n'a jamais été en contact avec du froid.

g) Le diabète sucré

Clark et McLaughlin (9) contre-indiquent la cryothérapie chez les animaux diabétiques. On peut penser que cette précaution repose sur les possibles dysfonctionnements du système circulatoire chez ces patients.

6) La technique d'application de la cryothérapie

a) Le choix du moyen cryogène

Le choix du mode d'application de froid se fait selon plusieurs facteurs :

- l'intensité du refroidissement désiré
- l'urgence de la situation
- les possibilités de transport du moyen cryogène
- la nécessité d'associer une compression
- la volonté de réaliser des exercices simultanément.

L'importance de la diminution de la température cutanée varie selon la surface de la zone à traiter, le moyen cryogène choisi, la différence de température initiale entre le corps et le moyen cryogène, la durée d'application du froid et l'épaisseur de tissu adipeux et de poils de l'animal.

Les auteurs s'entendent tous pour affirmer que l'intensité de refroidissement des tissus est obtenu dans l'ordre décroissant par les moyens cryogènes suivants :
glace > gel préréfigéré > gel à réaction chimique > spray cryogène.

b) La réalisation pratique

b.1) Préparation de l'animal

La peau de l'animal est nettoyée, et si nécessaire elle est tondue. On protège les plaies ouvertes avec un pansement stérile pour éviter de les contaminer.

Pour éviter d'induire des lésions cutanées, le moyen cryogène n'est pas appliqué directement sur la peau. On protège le corps avec un linge, préalablement trempé dans de l'eau tiède puis essoré.

b.2) Les quatre principes à respecter

Lors de traitement par le froid, on respecte quatre principes résumés dans le mot "rice" en anglais, ou "grec" en français (12) :

R : rest	en français	G : glace
I : ice		R : repos
C : contention		E : élévation
E : elevation		C : compression

Le moyen cryogène, qui peut être de la glace, doit être appliqué sur un animal au repos et il faut le plus souvent possible associer cryothérapie et compression. Chez l'homme, on conseille d'élever le membre traité pour faciliter la circulation veineuse. Cela est difficile à imposer à un animal.

b.3)

La durée de traitement

Le traitement dure en général quelques dizaines de minutes, il est renouvelable 3 à 4 fois par jour. Il faut se souvenir que dès 30 minutes d'application de froid, une vasodilatation apparaît et des œdèmes peuvent alors se créer. On peut prolonger cette durée chez les animaux obèses ou possédant beaucoup de graisse sous-cutanée, la graisse ralentissant et limitant le passage du froid vers les muscles.

Lors de traumatismes aigus, la cryothérapie est appliquée durant les 24-72 premières heures post-traumatisme. Ceci permet de limiter les effets de la phase aiguë de l'inflammation sur les tissus. Les auteurs s'accordent à reconnaître que l'application de froid au delà de cette période n'a pas d'intérêt immédiat.

Nous avons vu que certains états chroniques peuvent bénéficier de l'application superficielle de froid : le traitement est à adapter en fonction de l'affection.

c) Les précautions à prendre

La protection fournie par la serviette n'étant pas absolue, il faut régulièrement (toutes les 1 à 2 minutes) surveiller les réactions locales et générales du patient à l'application du froid. Une agitation soudaine de l'animal doit faire penser à une douleur, et doit être prise en considération.

Photo 16 : Application d'un "hot/cold pack" sur un chien et sur un chat



B.

La thermothérapie : l'application superficielle de chaleur

La thermothérapie repose sur l'exploitation à but thérapeutique de l'application directe d'une source de chaleur sur la peau.

L'application superficielle de chaleur est sans aucun doute l'une des plus anciennes méthodes de physiothérapie. Instinctivement, l'homme et l'animal ont exploité la chaleur pour se relaxer ou soulager la douleur. Le soleil est ainsi la première source de chaleur historiquement exploitée. Les Grecs et les Romains employaient la chaleur pour soulager la douleur au cours de séjours dans des stations thermales et par application d'argile chaude.

Le nombre important d'établissements spécialisés à travers le monde proposant ces services en médecine humaine est l'illustration de la prise en compte de la chaleur comme véritable outil thérapeutique.

1) Les effets physiologiques de la thermothérapie

L'application superficielle de chaleur entraîne des modifications physiologiques bien particulières.

a) L'augmentation de la température des tissus

La température des tissus augmente lors de leur contact avec une source thermogène. La plupart des agents libérant de la chaleur en superficie vont augmenter la température de la peau et des tissus à un ou deux centimètres de profondeur (9) (38).

b) Les effets sur la circulation sanguine

L'application superficielle de chaleur entraîne une augmentation de la température cutanée induisant la libération d'histamine, médiateur de l'inflammation. Cet événement, associé aux réponses réflexes des vaisseaux à la chaleur, est à l'origine d'une vasodilatation et par conséquent d'une augmentation de la circulation sanguine (22) (38). Apparaît également une augmentation de la pression hydrostatique, de la perméabilité et de la filtration des vaisseaux (52). En revanche si le contact avec le moyen chauffant est brutal, on constate d'abord une vasoconstriction, la vasodilatation s'installant par la suite (41).

Cette vasodilatation va dissiper plus vite la chaleur appliquée sur la peau et réduire la quantité de chaleur rejoignant les tissus profonds : l'application de chaleur superficielle n'affecte donc que faiblement la circulation sanguine musculaire (38).

L'augmentation des flux sanguin et lymphatique aide à accentuer la résorption des fluides, donc à diminuer les oedèmes locaux et les gonflements des tissus mous (9) (29), et intensifie l'approvisionnement local des tissus en oxygène, nutriments et anticorps (22).

c) Les effets sur les spasmes musculaires

L'application de chaleur diminue les spasmes musculaires provoquant ainsi une relaxation et une diminution du tonus musculaire (38). La réduction de la rigidité articulaire, de la douleur et des spasmes musculaires facilite les mouvements passifs et actifs.

On comprend ainsi un des effets de l'hydrothérapie : à l'identique de la thermothérapie, le bain chaud provoque un relâchement du tonus musculaire qui facilite les mobilisations et permet de gagner de l'amplitude articulaire (31).

d) Les effets sur le collagène

La chaleur augmente la souplesse de la capsule articulaire et l'extensibilité des tendons tout en diminuant la rigidité articulaire (9) (38). En pratique, cela est mis en œuvre pour allonger un tendon en l'étirant de manière prolongée et statique en même temps ou après l'application d'une poche de chaud (38).

e) Les effets analgésiques

La chaleur crée une analgésie au niveau du site traité car elle diminue les spasmes musculaires et elle stimule la production d'endorphines (protéines endogènes à effet analgésique). Plus encore, lorsqu'elle est appliquée sur les nerfs périphériques, la peau ou les terminaisons nerveuses libres, elle augmente le seuil de la douleur (22) (31) (38).

De plus, l'application locale de chaleur entraîne une augmentation des conductions sensorielle et motrice. Or lors d'une augmentation ou d'une diminution de la vitesse de conduction, on observe une diminution de la douleur et des spasmes musculaires (52).

On comprend ainsi que le bain chaud fournit sédation générale et sensation de bien-être qui permettent de réaliser les exercices plus facilement.

f) L'accélération du métabolisme cellulaire

Le métabolisme tissulaire augmente en même temps que la température (38). La stimulation de la circulation sanguine, associée à l'augmentation du métabolisme local, facilite la libération de nutriments au niveau de la zone traitée (9).

2) Les différentes modalités d'application superficielle de chaleur

a) Les différentes formes de chaleur

La conduction :

Comme il a été vu au chapitre sur la cryothérapie, lors d'un contact entre deux corps, la chaleur est transférée du corps le plus chaud vers le plus froid.

La chaleur rayonnante :

On utilise des lampes à rayons infra-rouges qui permettent un chauffage superficiel des tissus.

La convection :

Le chauffage des tissus par convection est assuré par les échanges thermiques entre les tissus et une atmosphère chaude. Les deux modalités, très employées en physiothérapie humaine, de ce transfert de chaleur sont le sauna et le hammam : le sauna est chauffé à 60-120 °C pour une hygrométrie moyenne de 20 p.cent., alors que le hammam correspond à une atmosphère chaude humide (41). Nous verrons ce qu'il en est pour le chien et le chat.

Une forme de chaleur qui entre dans ce cadre est l'air chaud soufflé. Ce mode de réchauffement de l'animal est principalement employé lors d'une hypothermie (par exemple en post-opératoire) mais doit être appliqué longtemps et ne permet de réchauffer l'animal que provisoirement.

La transduction :

La transduction correspond à la transformation d'une énergie en une autre de nature différente. Ceci concerne des modalités d'application profonde de chaleur : les ultrasons et les ondes courtes, qui font chacun l'objet d'un chapitre.

b) Les différents moyens thermogènes

b.1) Les poches de chaud

Les poches de chaud instantané :

Ce sont des poches contenant un mélange de poudre de fer et de charbon dont l'oxydation produit de la chaleur. On les active en secouant la poche pour déclencher la réaction thermique, elles atteignent alors une température qui peut aller jusqu'à 65°C. Ces poches sont intéressantes en traitement ambulatoire, mais représentent un coût économique élevé.

Les “hydrocollator pack” :

Ces poches, remplies d'un gel spécial, sont constamment maintenues dans l'eau car lorsqu'elles sont sèches, elles deviennent inutilisables. Cela constitue leur inconvénient majeur. Pour les réchauffer, on les place dans de l'eau à 60 °C, et elles retiennent la chaleur durant 20 à 30 minutes. Ce sont les poches de chaud les plus économiques.

Les “hot/cold pack”:

Ils contiennent un gel qui peut être refroidi ou réchauffé. Pour les chauffer, on les met dans de l'eau à 60-65°C, mais on peut les maintenir, sans risquer de les abîmer, hors de l'eau (29). Ils sont économiquement intéressants car ils peuvent être employés aussi bien en cryothérapie qu'en thermothérapie.

Les bouillottes :

Ce sont des poches remplies d'eau chaude, très utilisées en post-opératoire pour réchauffer le patient.

b.2)

L'hydrothérapie

L'hydrothérapie permet de chauffer l'ensemble ou une partie du corps. Le but est essentiellement d'aboutir à une relaxation pour faciliter les mobilisations actives ou passives des membres (29). Il faut bien garder à l'esprit de ne pas augmenter la température centrale du chien de façon trop importante.

b.3) La serviette chaude

Ce mode de thérapie consiste en l'application d'une serviette humide chauffée, soit dans l'eau chaude soit au four à micro-ondes. Son avantage principal est sa facilité d'emploi à domicile, mais elle retient moins efficacement la chaleur que la poche de chaud, il faut donc la réchauffer toutes les 5 minutes.

b.4) Les pommades chauffantes

Ce sont des pommades ou des lotions dont les composants entraînent une élévation de la température de la zone où elles sont appliquées. Elles ont ainsi des propriétés toniques, stimulantes et décongestionnantes.

b.5) La chaleur rayonnante

Elle fait appel à un rayonnement infra-rouge. Elle est une méthode de réchauffement de l'animal plus rapide que le chauffage de la pièce où est il hospitalisé. Elle est très souvent employée pour réchauffer un animal en hypothermie (maladie, situation post-opératoire). On obtient un réchauffement général de l'animal mais il est difficile de quantifier l'intensité de chaleur appliquée aux tissus à une profondeur donnée. Il faut la placer à bonne distance de l'animal pour éviter le risque de déshydratation, en particulier chez les chiots et chatons. L'avantage de ce mode d'application est de pouvoir être utilisé chez les patients ressentant de l'inconfort au poids d'une poche.

b.6)

Les boues et paraffines

Les boues et paraffines sont des moyens d'application superficielle de chaleur très employés en physiothérapie humaine. Elles sont portées à de hautes températures (respectivement 50 et 60°C) et appliquées sur le corps du patient (41). Ce sont des modalités dangereuses chez le chien et le chat. Ces moyens thermogènes appliquent de fortes températures directement sur la peau, les animaux ne les supportent pas.

b.7) Le sauna

En physiothérapie humaine on dénomme LE sauna le lieu, le local, et LA sauna le principe de faire transpirer. Le but de la sauna est de provoquer une hyperthermie corporelle sans faire d'exercices musculaires et de bénéficier des avantages de l'hyperthermie sans avoir à subir de fatigue et sans production des métabolites de l'effort. L'homme peut lutter contre l'augmentation de la température ambiante en éliminant des calories par transpiration (41).

Ce mode de thérapie est séduisant mais dangereux chez les carnivores domestiques. En effet ils régulent leur température corporelle moins facilement que l'homme, et le coup de chaleur est alors inévitable dans de telles conditions de température ambiante. Le même problème se pose pour le hammam.

Photo 17 : Un "hot/cold pack"



Tableau 4 : Tableau récapitulatif des moyens de production de chaleur superficielle

Modalité	Poche de chaud réutilisable	Poche de chaud instantané	Hydrothérapie	Chaleur rayonnante	Serviette chaude
Description	Poche remplie d'un gel à réchauffer	Poche contenant un mélange de poudre de fer et de charbon qui s'oxyde lors de la pression de la poche	Remous d'eau combinant les effets thermaux et de flottabilité de l'eau	Chaleur d'une lampe infra-rouge	Serviette plongée dans de l'eau chaude ou réchauffée au four à micro-ondes
Points particuliers	Protection de la peau pour éviter les brûlures	Intéressant en urgence. Protection de la peau	Tenir compte des contre-indications à l'hydrothérapie	Intéressant chez les patients ne supportant pas la pression	Facile à appliquer au domicile
Inconvénients	Non utilisable en situation d'urgence	Non réutilisable	L'hydrophobie des chiens est un facteur limitant	Pénétration de la chaleur à uniquement quelques millimètres	A réchauffer toutes les 5 minutes
Température	65°C	Jusqu'à 65°C	24-30 °C	Selon l'intensité et la distance de la source	Selon le chauffage initial et la durée d'application
Durée	5-20 minutes	5-20 minutes	10-20 minutes	Plus de 20 minutes	10-20 minutes
Réalisation d'exercices simultanés	Non	Non	Exercices libres de la gravité	Oui	Oui
Coût	Peu cher	Cher	Demande un équipement spécial	Demande un équipement spécial	Très bon marché

3)

Les indications de la thermothérapie

La thermothérapie est mise à profit dans des situations multiples et variées.

a) Les contractures musculaires

L'application superficielle de chaleur aide à diminuer les contractures musculaires et l'ankylose articulaire. En effet elle relaxe les muscles et elle diminue les spasmes et le tonus musculaire. L'intérêt de la thermothérapie, qui est d'ailleurs l'inconvénient de l'ultrasonothérapie, est de pouvoir traiter des zones larges.

Photo 18 : Whippet présentant une contracture du muscle quadriceps fémoral gauche avant (a) et après (b) deux semaines d'application quotidienne d'une poche de chaud suivie d'étirements passifs.



Photo 18 (a)



Photo 18 (b)

b) Les anciennes séquelles de blessure, les situations sub-aiguës et chroniques

La thermothérapie peut-être employée en phase sub-aiguë ou chronique d'affections telles que les contusions, les entorses, les foulures, les myosites. De plus, la chaleur est souvent employée en traitement initial d'une situation chronique : elle permet d'accélérer la résorption des séquelles de blessures (38).

c) La douleur

La thermothérapie a un effet sédatif et relaxant. Elle trouve ainsi toute sa place dans les cas d'arthrose (en particulier lors des crises arthrosiques) et de névralgie (application de chaleur sur la zone du trajet du nerf).

d) Les sites localisés d'infection ou de suppuration

La chaleur est indiquée lors de processus infectieux locaux (surtout pas généralisés ou même très étendus) évoluant depuis plusieurs jours. En effet, elle stimule le processus inflammatoire par facilitation de la circulation sanguine locale et par l'apport de phagocytes et d'anticorps (52). Downer (22) préconise d'utiliser dans ce cas plutôt des poches tièdes pour éviter d'augmenter la douleur.

4) Les contre-indications à l'emploi de la thermothérapie

Avant d'appliquer de la chaleur sur un patient, il faut en connaître les contre-indications.

a) L'inflammation aiguë

On ne traite un site en phase aiguë de l'inflammation que lorsque la douleur et la formation des œdèmes sont calmées. Ainsi on n'applique la chaleur que 48 à 72 heures après le traumatisme ou la chirurgie, et selon Tangner (52) certains auteurs préconisent même d'attendre une semaine. Il justifie ce délai par le fait que l'application trop précoce de chaleur entraîne une vasodilatation, augmente les pertes vasculaires, et stimule la libération de facteurs de l'inflammation qui exacerbent les sensations de douleur. En revanche, si on applique la chaleur au bon moment, on a une augmentation de la résorption des fluides extravasés et une diminution des œdèmes.

b) Une mauvaise circulation sanguine

La chaleur augmente les besoins métaboliques des zones traitées : si la circulation sanguine est déficiente, une nécrose ischémique s'installe plus facilement.

c) Les oedèmes non-inflammatoires ou associés à des troubles veineux

Ces types d'œdème signent l'existence de troubles circulatoires, contre-indications à l'application de chaleur.

d) Les hématomes non stabilisés, les saignements

Le flux sanguin et la perméabilité sanguine augmentent lors de l'application de chaleur : l'écoulement de sang peut alors reprendre.

e) Les infections aiguës locales ou généralisées

L'application de chaleur stimule le développement des germes. Cela risque d'entraîner une infection généralisée sévère.

f) Les cicatrices récentes

L'application précoce de chaleur sur une cicatrice récente peut perturber sa maturation.

g) Les zones dont la sensibilité est diminuée

Lorsque l'efficacité de la thermorégulation n'est pas suffisante pour assurer une bonne dispersion de la chaleur, les brûlures et lésions apparaissent plus facilement. Ainsi, si on désire appliquer superficiellement de la chaleur sur un site à sensibilité nerveuse diminuée voire absente, car elle en tirerait bénéfice, on peut placer une poche de chaud à distance de ce foyer en espérant que la vasodilatation réflexe atteindra cette zone (22).

h) Les patients diabétiques

La thermothérapie est contre-indiquée chez les patients diabétiques souffrant de neuropathie car ils sont moins capables de dissiper la chaleur et les risques de brûlure sont plus importants (38).

i) Les gonades et les fœtus

L'application de chaleur peut altérer la spermatogénèse et entraîner des malformations fœtales.

5) La technique d'application de la thermothérapie

a) Le choix de la modalité d'application de la chaleur

L'efficacité de la conduction de la chaleur varie selon la différence de température entre les deux objets en contact, la température du moyen chauffant et la conductivité thermique du corps à chauffer. La conductivité de la peau est faible (comparée par exemple au métal) (22) et plus il y a de poils plus le temps nécessaire à ce chauffage sera important.

On choisit le moyen thermogène selon :

- la forme de la zone à traiter
- la profondeur du tissu ciblé
- la durée du traitement dont on dispose
- la nécessité de faire des exercices simultanément
- le coût et la facilité d'emploi.

Les poches de chaud sont les modalités d'application superficielle de chaleur les plus répandues pour des traitements locaux, alors que l'hydrothérapie convient parfaitement pour un traitement général ou pour un patient sensible au poids de la poche (22).

b) La préparation de l'animal

La zone à traiter est nettoyée, et si nécessaire elle est tondue. Lorsqu'une plaie ouverte existe au niveau de la zone à traiter, Clark et Mc Laughlin (9) conseillent de la protéger avec un pansement.

Puis on protège le corps des effets néfastes de la chaleur. En effet, une poche de chaud n'est jamais directement appliquée sur la peau. On entoure la poche d'une serviette, ou mieux de deux serviettes pliées dans le sens de la longueur et formant une croix : on a ainsi huit couches de serviettes protectrices entre la peau et la poche de chaud.

c) La durée du traitement

On considère que l'augmentation de la température cutanée atteint son maximum au bout de 8 à 10 minutes d'application de chaleur, et qu'il faut laisser en place le moyen thermogène environ 15 à 20 minutes pour obtenir le maximum d'augmentation de température en profondeur : 2°C à 1 centimètre de profondeur et 1°C à 2 centimètres (29). Ainsi, pour observer une réponse thermique maximale, il faut remplacer la poche toutes les 8 à 10 minutes. En revanche, la serviette humide chaude est remplacée toutes les 5 minutes car elle perd rapidement une quantité importante de chaleur. Une autre solution proposée est de diminuer l'épaisseur de la couche de serviettes protectrices au fur et à mesure que la température de la poche diminue (22).

La plupart des auteurs proposent des durées de traitement total de 20 à 30 minutes pour obtenir une relaxation musculaire généralisée. En général, 10 à 20 minutes suffisent mais tout dépend du moyen thermogène employé, de sa vitesse de refroidissement, de l'augmentation de température désirée et de la coopération des animaux.

L'idéal est de réaliser la thermothérapie 2 à 3 fois par jour, sachant que quelques jours de traitement suffisent pour la plupart des affections.

d) Les précautions à prendre

On surveille très régulièrement la température de la peau car des lésions peuvent apparaître très rapidement et être, au contraire, longues à soigner. Il faut donc examiner la peau toutes les 1 à 2 minutes : la peau doit rester tiède au toucher. Si les poils ou la peau paraissent très chauds ou rouges, si de la douleur apparaît ou si les signes cliniques s'exacerbent, le traitement est interrompu.

D'autre part, il faut adapter le traitement aux animaux jeunes ou âgés car ils régulent leur température moins efficacement. De plus, les animaux âgés peuvent être moins tolérants à la chaleur s'ils ont une diminution de la capacité de leurs réserves cardiovasculaires et respiratoires (22).

e) Combinaison avec d'autres thérapies

L'amplitude de mouvements obtenue lors d'exercices passifs ou actifs est améliorée par une thermothérapie préalable (9) (52).

La thermothérapie et l'hydrothérapie se combinent très bien pour un traitement général, en particulier pour la rééducation du patient paralysé (25).

Photo 19 : Application d'une poche de chaud sur un chien



L'hydrothérapie

L'hydrothérapie est l'utilisation thérapeutique de l'eau. Dès que le patient entre en contact avec le milieu aquatique, il subit un certain nombre d'actions qui modifient ses sensations et son comportement.

Depuis des siècles l'Homme utilise l'eau comme agent thérapeutique : les Romains, les Grecs et les Egyptiens considéraient les bains tièdes et chauds comme un traitement. Négligée pendant longtemps, l'hydrothérapie a pris une place importante parmi les techniques de rééducation à partir de la seconde moitié du XX^{ème} siècle avec le traitement de la poliomyélite (31). Actuellement, elle est une technique de choix pour soigner les patients atteints de problèmes locomoteurs ou neurologiques.

Depuis quelques dizaines d'années l'utilité de l'hydrothérapie est reconnue chez le cheval (19). Le chien tire également bénéfice de ce mode de rééducation. Quant au chat, pour des raisons évidentes de sécurité pour le thérapeute, il ne lui est jamais proposé cette thérapie.

A. Les lois physiques dans l'eau

L'eau est un milieu particulier qui possède ses propres lois physiques.

1) La poussée d'Archimède ou la poussée hydrostatique

Tout corps immergé subit l'action de deux forces verticales de directions opposées :

- la pesanteur, dirigée vers le bas, qui s'applique au centre de gravité du corps
- la poussée d'Archimède (également appelée poussée hydrostatique) qui exerce son action au centre de poussée et vers le haut. En s'opposant à la gravité, la poussée d'Archimède pousse le corps vers la surface.

Si le corps en question est homogène, symétrique et totalement immergé, le centre de gravité et le centre de poussée sont confondus (31).

Le principe d'Archimède énonce la chose suivante : “tout corps plongé partiellement ou totalement dans un liquide au repos, subit de la part de ce liquide une poussée verticale dirigée de bas en haut, égale au poids du volume de liquide qu'il déplace”.

La poussée d'Archimède (ou poussée hydrostatique) varie en fonction du niveau d'immersion. En effet, un corps au repos dans un liquide semble perdre du poids sous l'effet de la poussée hydrostatique. Sa perte de poids apparent est égale au poids de liquide qu'il déplace. Ainsi en physiothérapie humaine on estime que si seule la tête est émergée, la mise en charge reste de 10 p.cent. du poids du corps, alors que si le corps est émergé jusqu'à l'ombilic la mise en charge reste de 50 p.cent. du poids du corps (41). Cette notion est très utilisée en physiothérapie humaine car on contrôle l'intensité des forces de compression s'exerçant sur les articulations par simple variation du niveau d'immersion du patient. En rééducation canine, cette propriété est également employée en faisant marcher l'animal à différents niveaux de profondeur ou en le faisant nager totalement immergé. On évalue qu'un chien pesant 50 Kg n'en pèsera apparemment plus que 3 quand il sera totalement immergé (23).

La poussée d'Archimède varie également en fonction de la densité. Du fait de l'air contenu dans les poumons et des matières grasses corporelles, la densité globale du corps est inférieure à celle de l'eau, c'est pourquoi on flotte. La densité d'un sujet varie selon son volume, son poids, ses attitudes corporelles et respiratoires (en inspiration la densité diminue alors qu'en expiration elle augmente). La flottabilité d'un corps est déterminée par les densités relatives du milieu et du patient : la densité de l'eau pure est égale à 1. En hydrothérapie humaine, on emploie parfois l'eau de mer dont la densité est supérieure à 1 (1,035 en Méditerranée) : le patient flotte plus facilement.

2) La pression hydrostatique

C'est la pression qu'exerce l'eau sur le corps immergé. Elle se définit comme le poids de la colonne d'eau qui s'exerce sur 1 cm² (31) (41). La pression hydrostatique augmente avec la profondeur.

3) La résistance hydrodynamique

Un corps en mouvement dans l'eau subit une résistance s'opposant à son avancée. Un objet non hydrodynamique oppose une grande résistance contrairement aux objets hydrodynamiques, facilement mobilisés (21). Lorsque le patient fait des mouvements dans l'eau, la pression qu'il subit est maximale à l'avant et plus faible à l'arrière. Ainsi des turbulences apparaissent et ont tendance à entraîner le corps vers le bas : le chien doit combattre cet effet. L'existence d'un contre-courant créant des turbulences, permet d'augmenter cette résistance et le chien doit développer plus d'effort pour se maintenir à la surface de l'eau.

4) La température de l'eau

Cet aspect est traité dans un chapitre spécifique auquel nous renvoyons le lecteur.

B. Les conséquences thérapeutiques des lois physiques de l'eau

De l'étude des lois physiques qui s'exercent dans l'eau, on peut tirer plusieurs conséquences thérapeutiques.

1) La poussée d'Archimède : un corps plus léger

La poussée d'Archimède place le chien dans un état d'apesanteur relative qui allège son poids apparent. Cela a plusieurs conséquences (23) (31) (41) :

- Le mouvement actif est facilité car la charge est allégée : l'hydrothérapie permet ainsi un traitement ou une prévention de l'amyotrophie pour des muscles faibles voire paralysés.
- La mise en charge sur les articulations peut être précoce et progressive (en jouant sur les profondeur d'immersion). Ainsi le chien peut faire des exercices actifs dans l'eau même en cas de foyer de fracture en cours de consolidation.
- Les muscles antigravitaires et gravitaires sont continuellement utilisés pour stabiliser la position du corps car il est très rare que le chien adopte une position stationnaire de repos : tous les muscles sont donc stimulés.
- Dans le cas des lombalgies, on tire profit de la décompression du disque intervertébral permis par la disparition de la mise en charge directe de la gravité sur la colonne vertébrale et du relâchement des muscles paravertébraux.

2) Un enveloppement permanent

Placé dans l'eau, le chien subit en permanence les effets de la pression hydrostatique. Cela facilite l'établissement d'un équilibre du corps. Cet aspect est mis à profit pour faciliter la correction des postures, principalement chez le chien paralysé suite à une hernie discale.

D'autre part, le chien reçoit en permanence des stimuli extéroceptifs qui le renseignent sur la position de son corps dans l'eau. Ce changement de milieu, sec à aquatique, lui fournit donc de nouveaux repères. Il peut ainsi réaliser des mouvements et adopter des positions dont il n'avait plus l'habitude ou qu'il n'osait plus faire par souvenir ou réelle douleur (41).

3) Les effets sur les volumes sanguins

Les pressions exercées sur le corps peuvent modifier la répartition des volumes sanguins. Un patient en équilibre hydrique plongé dans l'eau voit son volume cardiaque augmenté. La distension de la paroi auriculaire gauche entraîne une excitation du nerf vague et par voie réflexe une diminution de la sécrétion d'hormone antidiurétique (hypophyse postérieure). Chez l'homme, on considère qu'en 10 à 15 minutes la vessie est pleine (41). Suite à l'augmentation de la diurèse, le volume sanguin est réduit. Or la pression périphérique ne compense plus la vasodilatation : on augmente le risque de syncope à la sortie de l'eau chez les patients hypotendus (31).

4) Les effets sur la respiration

Dans l'eau, une pression s'exerce aussi bien sur l'abdomen que sur le thorax, et s'oppose à leurs mouvements d'expansion. En position horizontale, l'abdomen est plus sensible que le thorax à la pression hydrostatique, le diaphragme développe alors un travail plus important.

5)

Le renforcement musculaire

La résistance hydrodynamique joue un rôle primordial dans le renforcement musculaire : le chien doit développer d'autant plus d'efforts pour se maintenir en équilibre que la résistance qui lui est opposée est élevée. L'utilisation de lests placés au niveau des membres, pour diminuer les effets de la poussée d'Archimède, est très bénéfique dans le cadre d'un programme de renforcement musculaire.

6) La température

Les bains chauds entraînent :

- une vasodilatation périphérique d'où une tachycardie, une baisse de tension et l'ouverture des capillaires non utilisés
- une action sédatrice générale
- un relâchement du tonus musculaire qui facilite les mobilisations.

Downer (23) estime que la température de l'eau doit être de 18-24 °C si le chien fait des exercices actifs (à l'image de la nage), et de 35-40 °C s'il réalise des exercices calmes. Clark et McLaughlin (9) attirent l'attention sur le fait qu'une eau à 40-43°C entraîne une hyperthermie chez le chien. D'autre part, si la température de l'eau est supérieure à celle du corps, le chien se fatigue vite. En résumé, une température de 24 à 28°C semble être un bon compromis pour une piscine à usage à la fois thérapeutique et d'entraînement.

7) Les effets sur le psychisme

En physiothérapie humaine l'effet de l'hydrothérapie sur le psychisme n'est plus discuté. Il est beaucoup plus difficile de prouver cet effet chez l'animal, toutefois nous avons précédemment montré que dans l'eau le chien a de nouveaux repères. Très fréquemment il va alors réaliser des mouvements qu'il ne fait plus au sol.

C.

Les indications de l'hydrothérapie

L'hydrothérapie peut être mise à profit en de multiples occasions.

1) Les troubles locomoteurs

Presque tous les troubles du système locomoteur peuvent tirer bénéfice de l'hydrothérapie. En particulier, les fractures, l'ankylose articulaire, l'atrophie musculaire bénéficient de ses bienfaits.

Suite à un traumatisme accidentel ou chirurgical, une fois la phase aiguë de l'inflammation passée, on trouve un bénéfice considérable dans le mouvement. En effet, l'exercice permet d'augmenter les forces musculaires, de diminuer les tensions articulaires et de soulager la douleur (25). L'hydrothérapie facilite la réalisation des mouvements en relaxant les articulations et les muscles (48).

2) Les paralysies partielles et complètes

L'hydrothérapie facilite la réalisation des mouvements passifs sur les patients paralysés car la charge est allégée et les muscles et les articulations sont relaxés.

3) Les désordres neurologiques

Lorsqu'un chien présente des désordres neurologiques, les objectifs à se fixer sont une rééducation locomotrice (en profitant des effets antalgiques et décontracturants de l'eau), un nouvel apprentissage des attitudes locomotrices (en profitant des effets de l'hydrothérapie sur le psychisme) et un entraînement à l'effort. Les troubles de la proprioception, de l'équilibre et de la coordination sont améliorés par l'hydrothérapie (31).

D'autre part, les affections neurologiques entraînent souvent des atrophies musculaires : la séance d'hydrothérapie est l'occasion de limiter voire de remédier à ce problème.

4) L'entraînement physique

L'entraînement physique dans l'eau permet de développer très efficacement les capacités cardio-vasculaires et musculaires du chien, tout en réduisant considérablement les risques de traumatismes ou d'accidents musculo-squelettiques et articulaires.

D'autre part, en travaillant dans l'eau lorsque la température extérieure est élevée, on diminue l'hyperthermie et ses conséquences sur la musculature, mais aussi les risques de coup de chaleur.

D. Les contre-indications de l'hydrothérapie

Quelques contre-indications existent à l'utilisation de l'hydrothérapie chez les carnivores domestiques.

1) L'hydrophobie importante

Un chien présentant une hydrophobie trop importante risque de se blesser et de faire des faux-mouvements en essayant de sortir de l'eau. Pour éviter cela, il est indispensable de plonger le chien dans une eau calme et parfois même de l'y accompagner. Les premières séances d'hydrothérapie permettent d'habituer le chien à ce nouveau milieu. Malheureusement il faut parfois abandonner cette thérapie car si le chien ne la supporte pas, les exercices sont improductifs et les risques de blessure trop importants.

Photo 20 : Chien qui a peur d'entrer dans l'eau



2) Les maladies infectieuses ou les atteintes inflammatoires aiguës

On déconseille à un chien atteint d'une maladie infectieuse ou inflammatoire de faire des efforts physiques importants. Son état général est trop faible et la chaleur développée par l'effort risque d'accentuer son affection.

Il est en de même pour un chien présentant une hyperthermie. Pour pouvoir reprendre les séances en piscine, il faut attendre que la température ait baissé et qu'elle soit stable pendant 72 heures (23).

3) Les maladies cardio-vasculaires non compensées, les maladies vasculaires périphériques et les insuffisances respiratoires

Ces contre-indications reposent sur les effets de la pression sur la cage thoracique. Selon Hérisson et Simon (31), les véritables contre-indications sont les insuffisances coronariennes majeures non maîtrisées et les hypertensions sévères. Il semble plus prudent de déconseiller la rééducation dans l'eau à des chiens insuffisants cardiaques ou présentant des troubles respiratoires.

4) Les œdèmes

Qu'il soit non inflammatoire (cardiogénique ou non) ou traumatique, la présence d'un œdème contre-indique l'utilisation de l'hydrothérapie. Cette dernière augmentant la pression sanguine dans les capillaires peut étendre un œdème inflammatoire (25).

5) Les affections de la sphère ORL et des yeux

Les affections de la sphère ORL ou des conjonctives oculaires peuvent être aggravées par l'hydrothérapie. Il faut évaluer le rapport bénéfice sur risque, sachant que si le chien garde la tête hors de l'eau, il y a peu de chances d'accentuer ces troubles. Mais il faut également tenir compte de la nature virale, bactérienne, parasitaire ou inflammatoire de ces affections pour évaluer les risques de contamination de l'eau.

6) Les maladies cutanées, les infections locales, les plaies ouvertes

L'hydrothérapie rend difficile la cicatrisation des plaies et peut même accentuer le problème. Ainsi, il est conseillé de ne commencer l'hydrothérapie que lorsque les fils de suture de la plaie ont été enlevés et que la peau est bien cicatrisée.

De plus, il faut prendre en compte le risque nosocomial non négligeable du patient vers la piscine et vice-versa.

7) Les cancers

Lorsque les tumeurs sont ouvertes au niveau de la peau ou lorsque le processus tumoral est trop débilitant pour le chien, l'hydrothérapie est déconseillée.

8) Les chiens grands épileptiques

Une crise d'épilepsie peut apparaître à cause des efforts développés par la natation.

9) Les patients présentant des troubles des sphincters

Cette contre-indication repose sur le risque de souillure et de contamination urinaires et fécales de la piscine.

E. La réalisation pratique de l'hydrothérapie

1) L'équipement

L'idéal est de disposer d'une piscine thérapeutique chauffée et équipée d'un contre-courant, suffisamment longue et profonde pour qu'un chien de grand format puisse nager. Cet équipement, coûteux, est malheureusement rare. L'eau doit alors être traitée chimiquement, le chlore est adapté. On peut également ajouter une solution de polyvidone iodée (environ 0,25 grammes par litre) (9).

Pour les chiens de petite taille, on peut avoir recours à une baignoire. Sa profondeur est généralement suffisante pour faire marcher un chien tout en profitant des effets de la poussée d'Archimède.

Si les conditions climatiques s'y prêtent, faire marcher ou nager un chien dans un plan d'eau ou dans la mer est une très bonne solution. Cela présente tout de même deux limites : on ne peut pas soutenir ou guider le chien et il faut s'assurer que le chien peut ressortir de l'eau sans se blesser.

Photo 21 : Socrate dans la piscine thérapeutique de l'UMES



Photo 22 : Utilisation d'une baignoire pour l'hydrothérapie



2) La séance d'hydrothérapie

a) La préparation de l'animal

On commence par s'assurer que le chien, en particulier lorsqu'il est incontinent, a fait tous ses besoins avant d'entrer dans l'eau. Si nécessaire sa vessie est vidée par palpation. On vérifie l'état de la peau, des muqueuses et des cicatrices. On lui coupe les griffes et on le rince à l'eau avant qu'il n'entre dans la piscine (pour la "propreté de l'eau").

b) L'entrée dans l'eau et la sortie

Le chien entre et sort de l'eau sans avoir besoin de sauter et sans risquer de se blesser. Lors du premier contact de l'animal avec l'eau, il faut le rassurer : la présence du propriétaire à ses côtés est indispensable. On peut commencer par seulement le faire marcher dans l'eau, ou on l'y plonge progressivement. Si on dispose d'une piscine ou d'un bac que l'on vide après chaque séance, on y fait entrer le chien puis on remplit d'eau pour l'habituer à ce nouveau milieu.

Photo 23 : Erko dans la piscine de l'UMES, la présence du propriétaire peut être indispensable



Le chien est séché à la sortie de l'eau.

c) La durée de la séance

Selon l'affection à traiter, les réactions et l'état de forme du chien la séance dure 5 à 35 minutes. En moyenne le temps passé dans la piscine est de 20 minutes, à raison d'une à trois séances par semaine selon la disponibilité des propriétaires. Tangner (52) estime qu'une séance par jour de 20 minutes est supportée par la plupart des chiens. La durée de la séance est fixée en fonction de l'animal : l'objectif est que le chien supporte l'effort et qu'il ne soit pas fatigué le lendemain au point d'interrompre la rééducation chaque lendemain de la séance d'hydrothérapie.

Une solution pour habituer progressivement le chien à l'eau et de réaliser des séances de 3 à 5 minutes, 3 à 5 fois par semaine (9).

d) Les précautions à prendre

Le chien n'est jamais laissé sans surveillance pendant la séance. Il faut pouvoir intervenir dès que nécessaire.

L'électrothérapie

L'électrothérapie regroupe l'ensemble des traitements utilisant l'électricité. On y distingue deux catégories d'agents physiques :

- Ceux qui font appel à l'action directe du courant électrique sur le corps : c'est l'électrothérapie proprement dite.
- Ceux qui font appel à l'électricité uniquement pour leur production : ce sont les ultrasons et les rayonnements électromagnétiques.

Dans ce chapitre, seule l'électrothérapie proprement dite est traitée.

Dès que l'on propose l'électrothérapie, la première image qui vient à l'esprit est celle de top-modèles vantant les bienfaits des appareils de musculation portables ! La popularisation de ce type de matériel ne doit pas faire oublier que l'électrothérapie est une technique très utilisée en médecine humaine. Les physiothérapeutes vétérinaires y ont également recours et y font régulièrement référence : Clark et McLaughlin (9), Taylor (54), Denoix et Pailloux (19) ...

Galien, au II^{ème} siècle après JC, exploite déjà la décharge électrique que produisent les poissons-torpilles pour guérir "les douleurs de tête et le prolapsus rectal". Mais ce n'est qu'au XVIII^{ème} siècle que les savants réalisent l'importance de l'électricité et que naît l'électrologie médicale (science qui analyse les actions du courant électrique sur les organismes vivants) dont dérive l'électrothérapie (application des résultats de l'électrologie à des fins thérapeutiques). En 1748, Jallabert relate une expérience d'électrisation sur un hémiplégique depuis 14 mois. Après 1 mois de traitement "il soulève une bouteille et peut boire un verre plein sans en renverser une goutte". Très peu d'années plus tard, la première thèse d'électrothérapie est soutenue : "De Hemiplegia par electricitatem curada". De là, les expériences se multiplieront. En 1849, Duchenne de Boulogne établit une première topographie des points moteurs : l'électrodiagnostic apparaît (18).

A.

Rappels sur le courant électrique

Quelques rappels sur le courant électrique nous aiderons à comprendre les principes de l'électrothérapie.

1) Définitions

Le courant électrique (16) est un mouvement d'électrons à travers la matière qui apparaît lorsqu'il existe une différence de potentiel entre les extrémités. Son intensité se mesure en ampères (A) et sa tension en volts (V).

Les courants unidirectionnels, ou monophasiques, sont des courants de polarité constante (positive ou négative) (13) (16). On distingue :

- Les courants continus ou galvaniques dont l'intensité est constante en valeur et direction.
- Les courants unidirectionnels à l'état variable dont les paramètres varient dans le temps, le courant restant toujours polarisé. Ils peuvent être sinusoïdaux polarisés, exponentiels, trapézoïdaux ...

Les courants bidirectionnels, ou biphasiques, sont des courants de polarité variable dans le temps, tantôt positive tantôt négative. Ces impulsions biphasiques sont symétriques ou asymétriques (16) :

- Les impulsions biphasiques symétriques : la polarité résultante au niveau des électrodes est nulle, on évite ainsi les risques de réactions électrochimiques cutanées.
- Les impulsions biphasiques asymétriques : la surface de part et d'autre de la ligne 0 doit être la même pour avoir une moyenne électrique nulle.

Figure 6 : Différentes formes d'impulsions monophasiques (16)

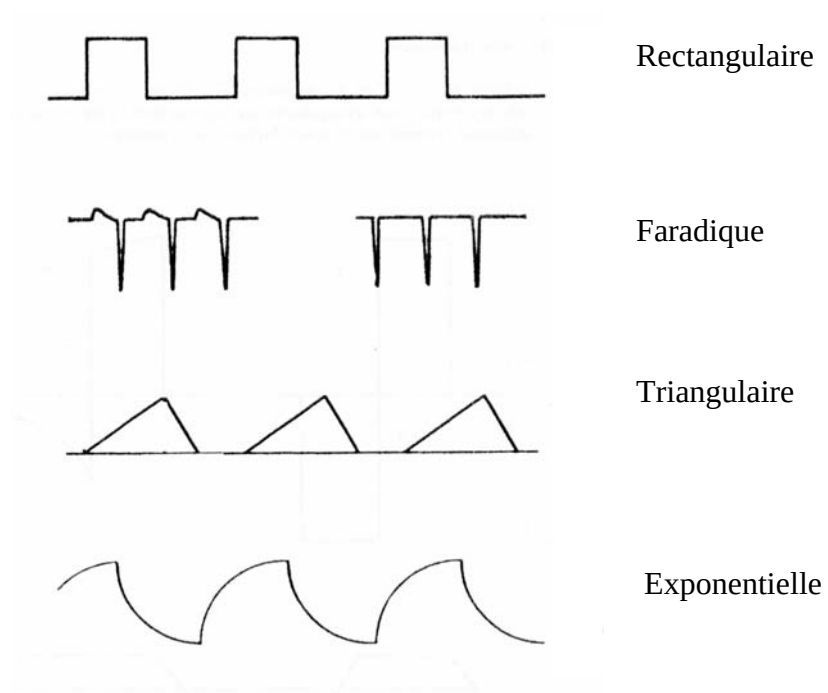
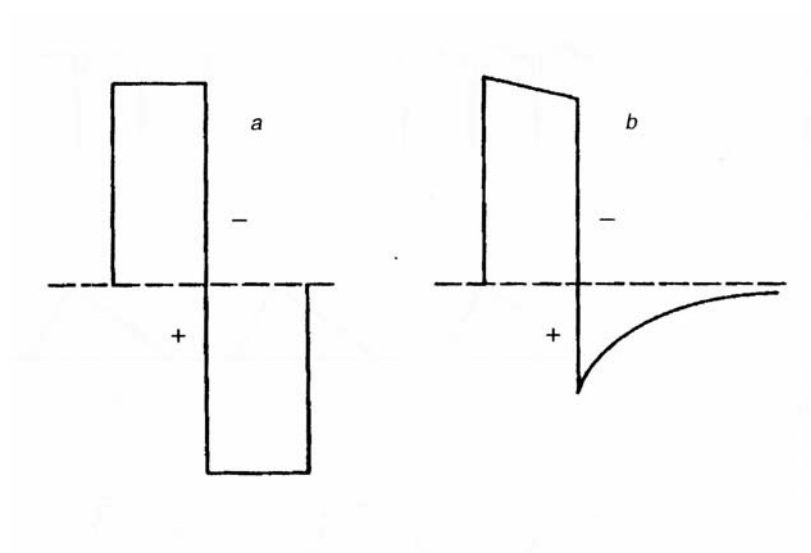


Figure 7 : Impulsion biphasique compensée symétrique (a) asymétrique (b) (16)



2)

Les grandeurs électriques

un courant électrique est défini par cinq paramètres.

a) La direction

Le courant électrique peut être unidirectionnel ou bidirectionnel.

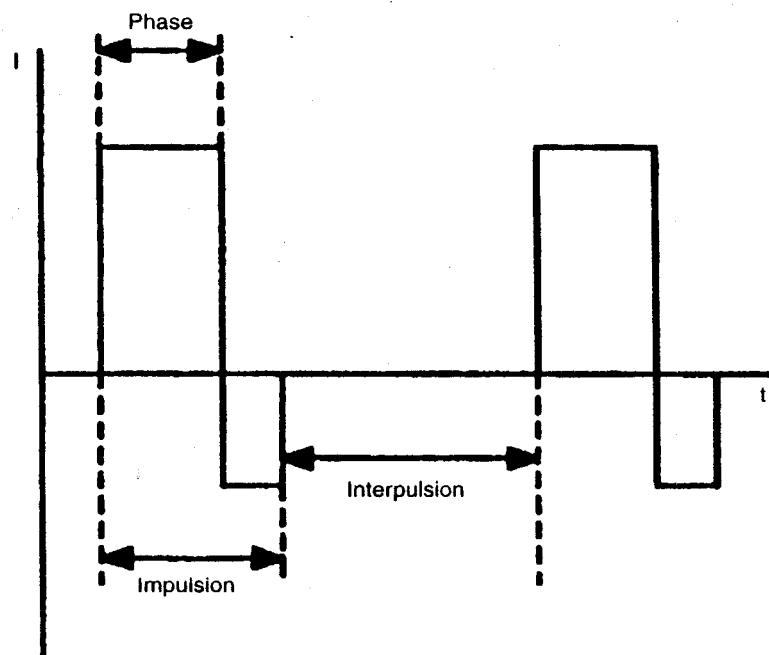
b) Les impulsions

Le courant électrique peut être délivré sous forme d'impulsions. Ce sont soit des impulsions isolées, soit des trains d'impulsions qui permettent d'obtenir la tétanisation.

Une impulsion est définie par deux éléments :

- la phase qui est un flux de courant unidirectionnel durant un temps défini
- l'interpulsion qui est le temps séparant deux impulsions successives.

Figure 8 : Détail des éléments constitutifs d'une impulsion (16)



c) L'amplitude

L'amplitude est la valeur maximale d'une grandeur qui varie périodiquement.

d) La période

Elle est le temps séparant un point de référence d'une impulsion d'un point identique de l'impulsion suivante.

e) La fréquence

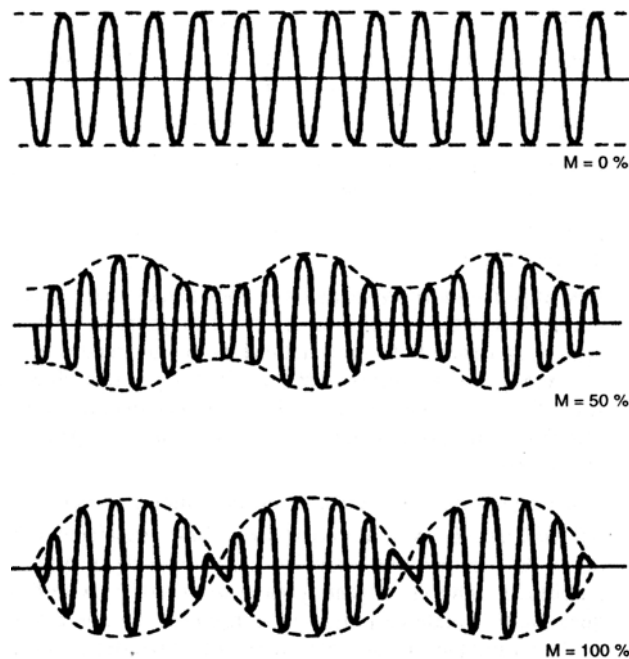
La fréquence correspond au nombre de périodes ou d'impulsions par seconde. Son unité de mesure est le hertz (Hz).

Les auteurs (2) (16) classent les courants en trois catégories selon leur fréquence :

- Les courants de basse fréquence qui varient de 0 à 800 Hz.
- Les courants de moyenne fréquence de 800 à 10000 Hz. Les courants alternatifs de moyenne fréquence entrent dans le cadre des impulsions biphasiques symétriques. On les applique avec des modulations en basse fréquence.
- Les courants de haute fréquence qui présentent une valeur supérieure à 10000 Hz. Ils permettent de produire d'autres agents physiques parmi lesquels les ondes courtes et les ultrasons.

Figure 9 : Les courants de moyenne fréquence (16)

(M : pourcentage de modulation)



3) Les électrodes

a) Définition

Une électrode est un élément qui permet d'appliquer le courant. La cathode est une électrode négative qui repousse les électrons, l'anode est une électrode positive qui attire les électrons.

Il en existe plusieurs types : les électrodes métalliques recouvertes d'une enveloppe spongieuse, les électrodes en caoutchouc, les électrodes autocollantes...

La densité de courant au niveau des électrodes dépend de leur taille : elle est plus grande sous l'électrode la plus petite, celle-ci concentre alors l'effet thérapeutique. D'autre part une faible distance entre les électrodes localise l'action du courant au niveau des plans superficiels, alors que si cette distance est plus grande, l'action du courant atteint plus aisément les plans profonds (16).

b) Les modes de placement des électrodes

Les électrodes peuvent être placées selon trois modalités

b.1) L'application monopolaire

Dans ce mode d'application, les deux électrodes sont de tailles différentes. Les lignes de courant ont alors tendance à traverser transversalement la fibre. L'électrode active, de petite surface, est placée sur le point moteur du muscle à traiter ou sur le point douloureux à soulager. Alors que l'électrode indifférente, de grande surface, est reliée au pôle libre. L'emplacement de cette dernière est laissé au libre choix du thérapeute (13) (16).

b.2) L'application bipolaire

Les deux électrodes permettent de traiter simultanément deux régions différentes. La densité de courant est alors maximale au niveau des électrodes et les lignes de courant ont tendance à parcourir longitudinalement la fibre. Si une électrode est plus petite, elle concentre une plus grande densité de courant (13) (16).

b.3)

L'application interférentielle

Trois ou quatre électrodes permettent d'appliquer des battements d'interférence dans la profondeur musculaire : on croise dans les tissus deux courants alternatifs de moyenne fréquence.

4) Classification des courants utilisés en thérapeutique

En électrothérapie, on utilise des courants polarisés et des courants présentant des impulsions électriques (16). Les courants polarisés permettent de bénéficier des propriétés polaires du courant électrique, et surtout de faire migrer des ions médicamenteux. Les impulsions électriques sont employées pour contracter les muscles striés ou pour agir sur le système antalgique.

B. Les courants unidirectionnels

Le corps renferme une grande quantité d'eau riche en molécules de chlorure de sodium. L'application d'un courant unidirectionnel crée des déplacements ioniques qui entraînent des réactions biologiques. On dit que le courant unidirectionnel possède des propriétés polaires (2) (13) (16).

1) Les effets physiologiques du courant unidirectionnel

a) Les réactions polaires de contact

Au niveau des électrodes se créent des réactions physico-chimiques acides au pôle positif et alcalines au pôle négatif. Elles sont responsables de l'apparition de brûlures chimiques lors de mauvaises applications du courant, et de l'échauffement des pièces métalliques intratissulaires (2) (13) (16).

b) Les réactions polaires de voisinage

Au pôle négatif se produisent une légère vasodilatation, un relâchement des spasmes et des contractures. Au pôle positif on observe un effet sédatif et analgésique. Ceci explique qu'on positionne l'anode sur la région hyperalgique (2) (13) (16).

c) Les réactions interpolaires

Une modification des circulations sanguine et lymphatique apparaît dans les territoires situés entre deux électrodes libérant un courant unidirectionnel. Einsingbach et al. (25) rapportent que l'on observe alors une augmentation cinq fois plus importante de l'irrigation sanguine de la peau et trois fois plus de celle des muscles.

Ces réactions interpolaires se caractérisent par :

- des effets vasculaires : diminution des oedèmes et des stases circulatoires
- des effets trophiques : diminution des graisses et augmentation de la musculature
- des effets antalgiques grâce à la résorption des métabolites issus des processus inflammatoires.

d) Les transferts médicamenteux

On applique sur le corps un courant galvanique qui traverse une solution électrolytique. Les ions positifs sont attirés par le pôle négatif et les ions négatifs vers le pôle positif.

2) Les effets secondaires

Deux effets secondaires peuvent apparaître à l'application d'un courant unidirectionnel :

- des brûlures cutanées lorsque l'intensité employée est trop forte
- un phénomène d'ionisation qui chauffe le matériel métallique d'ostéosynthèse intratissulaire.

3)

Les indications de l'électrothérapie par les courants unidirectionnels

a) La diélectrolyse médicamenteuse

La diélectrolyse médicamenteuse est un transfert d'ions médicamenteux dans l'organisme par l'intermédiaire de l'application d'un courant galvanique sur le corps. Il en est question dans la suite de ce chapitre.

b) Les effets antalgiques du courant galvanique

Le galvanisme cathodique est mis à profit pour soulager les douleurs chroniques d'adhérence, les oedèmes, les compressions nerveuses et les syndromes algodystrophiques apparaissant suite aux traumatismes. Le galvanisme anodique, lui, est antalgique car il élimine les excès d'ions hydrogènes et potassium accumulés pendant les phases d'ischémie et d'inflammation (1) (13) (16).

c) Les effets excito-moteurs du courant unidirectionnel avec impulsions

Le courant unidirectionnel, lorsqu'il présente des impulsions, peut entraîner des contractions musculaires. Il n'est plus utilisé pour électrostimuler les muscles normalement innervés. Toutefois, Bisschop et al. (16) proposent de les employer dans le traitement des atrophies graves qui répondent mal à la stimulation. Ils permettraient d'exciter les muscles tout en utilisant une intensité plus faible que celle qui serait nécessaire à appliquer avec un courant bidirectionnel.

En revanche, sur des muscles dénervés, on utilise des impulsions isolées à pente progressive de longue durée (13) (16) (24).

Clark et Mc Laughlin (9) résument les intérêts du courant unidirectionnel en affirmant qu'il est le meilleur pour diminuer les oedèmes, promouvoir la cicatrisation et permettre la diélectrolyse médicamenteuse.

4) Les contre-indications

Les contre-indications classiquement admises de l'électrothérapie par un courant unidirectionnel sont (13) (16) (25) :

- l'application des électrodes sur l'aire cardiaque : le courant modifie l'activité du cœur
- les troubles circulatoires, les phlébites : l'électrothérapie accentue ces troubles
- la présence d'une pièce métallique intra-tissulaire : du fait du phénomène d'ionisation
- les inflammations de la peau : elles s'aggravent en présence d'un courant
- l'épilepsie : l'application d'un courant risque de déclencher une crise
- les infections : le développement des germes est stimulé par l'électrothérapie
- les cancers : on risque une dissémination des cellules cancéreuses
- la zone abdominale lors de gestation : le fœtus souffre de l'électrothérapie
- la zone abdominale lors d'hernie ou d'éventration : on accentue ces affections
- les lésions cutanées.

D'autre part, il faut être très attentif lors de l'application du courant sur une zone de sensibilité diminuée, car le patient ne peut pas exprimer de douleur, signe d'une brûlure.

5) La diélectrolyse médicamenteuse

Leduc (cité par Einsingbach (25) et Bischoff et al. (16)) a démontré au début du siècle la migration des ions dans l'organisme sous l'action d'un courant. Le principe de la diélectrolyse médicamenteuse est d'introduire au moyen d'un courant galvanique des substances ionisées dans le corps. Ces dernières pénètrent principalement par les glandes sudoripares et sébacées, elles diffusent dans le derme où les vaisseaux les captent et elles sont entraînées dans la circulation sanguine. L'ion circulant est alors électrolysé (16). L'effet médical de la diélectrolyse médicamenteuse est obtenu par le déplacement des ions qui vont du pôle de même charge au pôle de charge contraire (25).

a) Mode d'application de la diélectrolyse médicamenteuse

Les appareils employés pour pratiquer la diélectrolyse médicamenteuse délivrent un courant unidirectionnel avec une sortie rouge qui correspond à l'anode et une sortie noire à la cathode.

On cible exactement les zones à traiter par l'emploi de petites électrodes qui, de par leur taille, concentrent l'effet thérapeutique. Les électrodes sont appliquées en mode monopolaire ou bipolaire. En technique monopolaire l'électrode reliée au pôle donnant l'effet

requis est considérée comme étant l'électrode active. Celle-ci est imbibée du médicament, connectée au pôle de même polarité que l'ion actif de la substance et placée sur la région à traiter (13) (16).

Deux types de placement des électrodes sont possibles (2) :

- transversal pour les articulations ou les segments
- longitudinal pour le rachis ou pour un membre dans son ensemble.

On n'emploie que des faibles intensités. Crépon et Dary (13) conseillent pour la première séance une intensité de 0,01 mA par cm² d'électrode, et pour la deuxième séance : 0,02. On augmente ainsi régulièrement l'intensité jusqu'à 0,05 mA par cm² d'électrode, sans dépasser une intensité totale de 20 mA. Les intensités sont toujours montées et descendues progressivement depuis et jusqu'à 0 mA (2) (13) (16).

Les séances durent au minimum 30 minutes et la période maximale de traitement est d'un mois, renouvelable toutes les 3 à 4 semaines (13) (16).

b) Les précautions à prendre

Il convient tout d'abord de s'assurer que le patient n'est pas allergique à l'un des composants de la substance employée. Puis, il faut régulièrement surveiller l'état de la peau : l'apparition d'un érythème cutané ou d'une intolérance à la diélectrolyse médicamenteuse doit amener à suspendre au plus vite le traitement.

Tableau 5 : Principales substances utilisables en diélectrolyse médicamenteuse (2) (13) (16)

Substance	Polarité	Effets
Salicylate de soude 1 p.cent.	-	Antalgique Antirhumatismal localisé
Chlorure de calcium 1 p.cent.	+	Sédatif
Anti-inflammatoires non stéroïdiens Ketoprofene gel ®	-	Anti-inflammatoire
α chymotrypsine 1 p.mille.	-	Anti-oedèmeux
Novocaïne, lidocaïne 1 p.cent.	+	Anesthésique local
Prednisolone 1 p.cent. Dexaméthasone : percutalgine gel®	-	Anti-inflammatoire

Allain et al. (2) rapportent que Chantraine a montré que la cortisone, elle, ne diffuse pas par la diélectrolyse médicamenteuse.

La diélectrolyse est une technique non invasive, stérile et non douloureuse. Elle permet de combiner l'administration localisée de médicaments sans effraction cutanée et l'effet trophique du passage du courant dans les tissus (13). Toutefois Crepon (13) rappelle que bien que très prescrite, la diélectrolyse médicamenteuse reste contestée : certaines expérimentations ont échoué à mettre en évidence le passage des molécules. Il semble en fait que de nombreux facteurs conditionnent cette diffusion, notamment la nature du produit, la localisation ou les caractéristiques du courant. D'autre part, les molécules subiraient une destruction lors du passage du courant.

C.

L'électrostimulation neuro-musculaire

L'électrostimulation neuro-musculaire (ESNM) consiste à entraîner des contractions musculaires grâce à l'application sur la peau d'un courant électrique.

1) La physiologie musculaire

a) Les différents types de fibres

Les muscles ont une constitution mixte, plus ou moins riche en un type ou l'autre de fibres, selon leur action rapide ou lente. On distingue deux types d'unité motrice (UM) : I et II. Cette dernière se divise en deux sous-groupes : IIa et IIb. Il existe également l'unité IIc, intermédiaire entre I et IIa, qui est essentiellement retrouvée chez les très jeunes sujets et qui réapparaît lors d'une immobilisation prolongée ou d'un processus de dénervation (16).

Ces fibres présentent des caractéristiques différentes (7) (16) :

- Les fibres de type I, ou fibres rouges, sont des fibres à contraction lente dont le cycle de contraction/décontraction dure 100 ms. La vitesse de conduction de l'UM est comprise entre 60 et 80 m/s. Ces fibres présentent une bonne résistance à la fatigue, elles interviennent dans l'activité posturale.
- Les fibres de type II, ou fibres blanches, sont des fibres fatigables qui jouent leur rôle dans les activités gestuelles. On distingue les fibres IIa et IIb telles que :
 - les fibres IIa sont à contraction rapide, leur cycle de contraction/décontraction dure 50 ms et leur vitesse de conduction est de 80-100 m/s
 - les Fibres IIb sont à contraction très rapide, le cycle de contraction/décontraction dure 30 ms. Leur vitesse de conduction est de 90-130 m/s.

b) Le recrutement des fibres

Physiologiquement les fibres musculaires sont recrutées dans l'ordre fibres I, IIa puis IIb selon l'intensité de contraction requise. De Bisschop et al. (16) et Roques et Marque (51) expliquent qu'en électrostimulation ce sont les fibres II puis les fibres I qui sont stimulées. Mais des études récentes ont montré que la stimulation électrique sélective des différentes fibres est irréalisable d'un point de vue pratique (15) (16).

c) La transformation des fibres musculaires

On trouve régulièrement dans la bibliographie l'idée d'exploiter l'électrostimulation à des fins de transformation des fibres musculaires. Ainsi on pourrait améliorer les performances sportives grâce à la modification de la nature des muscles. Mais pour provoquer une transformation de la nature des fibres par l'électrostimulation, il faudrait des durées d'application quotidienne de 10 à 12 heures pendant plusieurs jours. De plus, cette transformation ne serait que passagère (7) (15) (16).

2) Les paramètres du courant à appliquer

Au niveau de la membrane d'une cellule nerveuse il existe un potentiel appelé potentiel de repos (PR). La mise en jeu de ces cellules est permis lorsqu'un stimulus électrique suffisant leur est appliqué pour provoquer l'apparition d'un potentiel appelé potentiel d'action (PA). De là, l'influx nerveux se propage soit vers les muscles pour commander leur contraction, soit vers le cerveau pour apporter des informations. Ainsi électrostimuler c'est produire des potentiels d'action au niveau des cellules excitables (nerveuses ou musculaires) au moyen d'un courant électrique. L'électricité n'a aucun effet physiologique en soi, c'est seulement un moyen pour déclencher l'excitation et stimuler le muscle de manière involontaire. Selon la nature saine ou lésionnelle du muscle, les paramètres du courant varient.

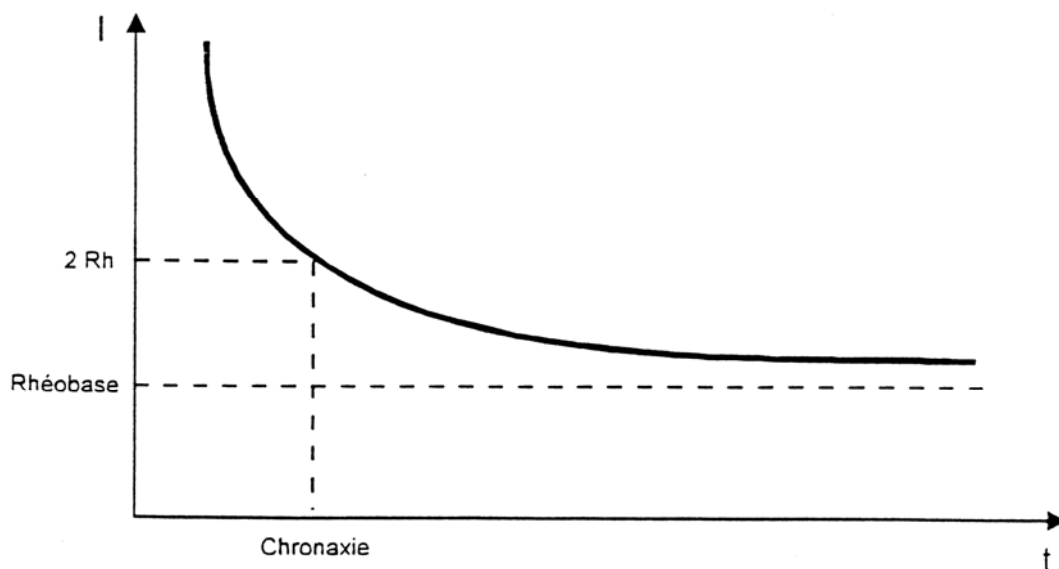
a) La rhéobase et la chronaxie

Pour être efficace et supporté par le patient, ce courant doit permettre de réduire suffisamment le PR pour créer un PA, tout en possédant des paramètres de valeur minimale. Ces paramètres ont été très étudiés (39) :

- Weiss trouva une relation linéaire entre la durée de l'impulsion électrique et la quantité d'électricité (Q) appliquée pour atteindre le seuil d'excitation : $Q = q + it$ avec q le coefficient déterminé expérimentalement ($q=Q$ quand $t=0$), i l'intensité et t le temps de stimulation.
- Lapicque exprima cette formule par : $I = q/t + i$. Pour stimuler les cellules, le courant doit avoir un minimum d'intensité appelé rhéobase (Rh). Même si le temps de stimulation tend vers l'infini, l'intensité minimale à appliquer est la rhéobase : $Rh = i$.

- Lapicque a alors défini la chronaxie comme étant la durée minimale pendant laquelle il faut appliquer un courant dont l'intensité est double de la rhéobase pour obtenir la stimulation. Ceci se traduit par $t = q/i$.

Figure 10 : Courbe intensité/durée donnant les valeurs de la rhéobase et de la chronaxie (3)



b) La direction du courant

L'ESNM n'est actuellement réalisée que grâce à des courants bidirectionnels, sauf dans le cas bien particulier de l'électrostimulation des muscles dénervés.

c) Les impulsions

L'ESNM fait appel à des impulsions. Il en existe deux types :

- Les impulsions isolées qui provoquent une contraction musculaire à chaque fois.
- Les trains d'impulsions, ou courant itératif, permettent d'obtenir des séries de contractions qui entraînent une téτανisation musculaire. Celle-ci correspond à une fusion des secousses musculaires suivie d'un temps de repos (16) (18). La téτανisation est plus coûteuse au niveau métabolique qu'une stimulation isolée, mais le gain de force est supérieur.

d) L'installation de l'impulsion

Une installation verticale de l'impulsion est préférable car celle-ci agit alors immédiatement. On évite ainsi le phénomène d'accommodation (16). En effet lorsque l'on établit lentement une impulsion, le seuil d'excitabilité de la fibre nerveuse ou musculaire augmente progressivement, la stimulation suivante demande alors une plus forte intensité pour entraîner la contraction.

e) La forme de l'impulsion

Il est conseillé d'avoir recours à des impulsions rectangulaires (16) (39). En effet, elles permettent de travailler avec une intensité électrique la plus réduite possible donc la plus confortable pour le patient.

Les impulsions sont compensées et à moyenne électrique nulle.

f) La durée de l'impulsion

L'impulsion doit présenter une durée égale à la chronaxie de la structure nerveuse à exciter. Cela permet de réduire ainsi au minimum l'énergie électrique appliquée.

g) Le rapport de travail

Les phases de contraction musculaire alternent avec des phase de repos afin d'éviter l'apparition d'une fatigue musculaire. Le rapport de travail est le temps de contraction (TC) sur le temps de relaxation (TR). Il doit être au minimum de 1/2. On définit aussi le cycle de travail (15) comme étant le temps de contraction $\times 100$ / cycle total.

h) La fréquence

Physiologiquement les UM sont excitées à des moments différents et à des fréquences variables : même aux plus basses fréquences l'activité musculaire est maintenue, cela évite le phénomène de fatigue musculaire. Mais lors de l'électrostimulation, les UM sont excitées de manière synchrone. Ainsi il faut appliquer des fréquences plus élevées pour maintenir la téτανisation, et la sensation de fatigue apparaît plus rapidement (16).

Les courants de basse fréquence sont les courants excito-moteurs les plus employés. Une fréquence inférieure à 100 Hz, et même proche de 50 Hz, est suffisante pour obtenir les contractions. Duivon-Laude (24) rappelle que chez les mammifères, le tétanos complet apparaît à partir d'une fréquence de 35 Hz pour les fibres musculaires lentes et de 60 Hz pour les fibres rapides. Les fréquences employées sont :

- pour un effet subtétanisant : 20 Hz
- pour un effet téтанisant : 35, 45 et 80 Hz.

i) L'intensité

On augmente le nombre d'UM recrutées en augmentant l'intensité. Mais il faut éviter d'imposer trop rapidement aux muscles une intensité élevée qui pourrait induire des blessures (36). Cette augmentation est progressive au cours de la séance mais également au fur et à mesure des séances successives. Une solution est de fixer l'intensité optimale à appliquer comme étant celle qui permet d'obtenir une contraction musculaire suffisante pour lutter contre la résistance de la main (18).

j) La durée de la séance

Le temps d'application du courant électrique varie en fonction du programme choisi (fréquence, intensité) et du travail désiré. Il ne faut pas oublier que l'ESNM est plus fatigante que les contractions musculaires physiologiques.

3) Les modalités d'application des électrodes

a) Les électrodes

On utilise des électrodes en caoutchouc qui assurent un bon contact avec la peau donc une bonne conduction du courant électrique. De plus, contrairement aux électrodes autocollantes, elles sont réutilisables de nombreuses fois et désinfectables entre chaque patient. Le contact entre la peau et l'électrode est réalisé grâce à du gel type gel échographique.

b) Les points moteurs

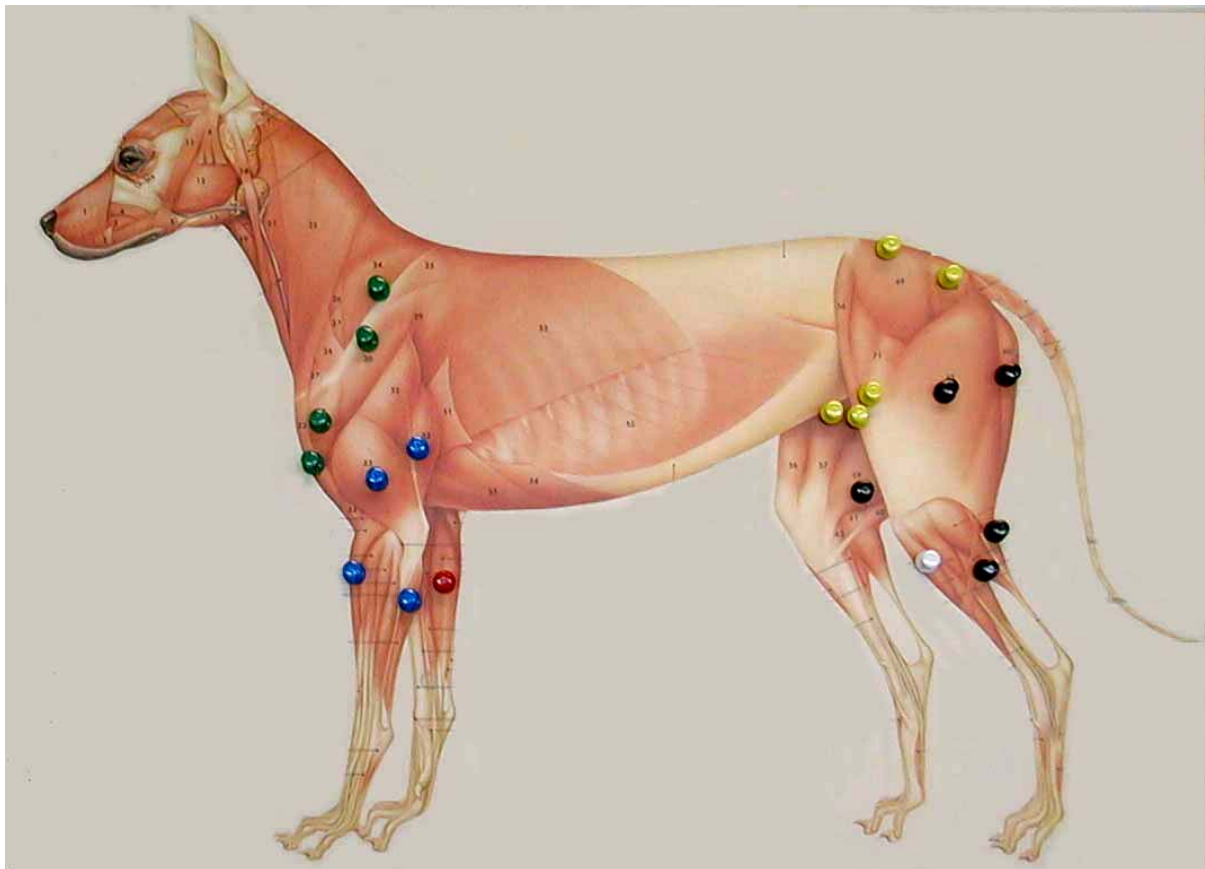
Il existe deux types de points moteurs :

- le point moteur musculaire qui correspond à la zone de projection cutanée de la région musculaire la plus riche en plaques motrices
- le point moteur nerveux qui est la zone cutanée au niveau de laquelle le nerf est situé superficiellement.

A noter que la dénervation aboutit à une disparition des plaques motrices donc du point moteur (16).

A l'Unité de Médecine de l'Élevage et du Sport, une topographie des points moteurs musculaires a été établie.

Figure 11 : La topographie des points moteurs musculaires



c) Application monopolaire ou bipolaire ?

c.1) Le mode monopolaire actif

L'électrode active positive (l'anode), de très petite surface, est placée sur le point moteur ou le plus près possible d'un nerf. L'électrode indifférente négative (la cathode), doit être de grande surface afin de diffuser la densité du courant. On la place sur le muscle à distance de l'anode.

La méthode monopolaire avec application de la cathode sur le point moteur nerveux entraîne la contraction de tous les muscles innervés par ce nerf. La méthode monopolaire avec application de la cathode sur le point moteur musculaire entraîne la contraction d'un seul muscle.

c.2) Le mode bipolaire avec monopolaire active

La cathode est placée sur le point moteur musculaire, l'anode sur le tendon.

c.3) Le mode bipolaire

Les deux électrodes sont placées longitudinalement sur le muscle. Le courant est ainsi appliqué par les deux électrodes : les lignes de courant entrent toutes par l'anode et sortent par la cathode. Le rectangle de stimulation se trouve donc alternativement au niveau d'une électrode puis de l'autre. La méthode bipolaire entraîne la contraction de groupes musculaires.

c.4) Le mode interférentiel

A l'aide de trois ou quatre électrodes on applique deux courants alternatifs de moyenne fréquence en croisement dans les tissus (c'est le système interférentiel). Cela engendre des battements d'interférence en profondeur avec une intensité maximale à l'intérieur des tissus et une intensité minimale au niveau des électrodes.

d) Les précautions à prendre lors de l'application des électrodes

Pour faciliter le contact avec la peau, les zones qui vont accueillir les électrodes sont rasées. La peau est lavée et désinfectée préalablement à l'application des électrodes pour éviter la transmission de germes via les électrodes. On lave, pour enlever le gel restant, et on sèche la peau après le traitement. Les électrodes sont nettoyées pour éviter une éventuelle transmission de germes au patient suivant.

Le manipulateur doit au maximum éviter d'avoir du gel de contact sur les doigts lorsqu'il maintient les électrodes en place. En effet, une partie du courant est alors dérivée vers son corps, entraînant une sensation désagréable et diminuant l'intensité de la stimulation appliquée à l'animal.

Photo 24 : Appareil portatif d'électrothérapie avec électrodes en caoutchouc (Compex 2)



4)

Les intérêts thérapeutiques de l'électrostimulation neuro-musculaire

L'ESNM permet :

- De lutter contre les effets de l'immobilisation, en particulier l'installation d'une amyotrophie.
- De traiter l'amyotrophie et la faiblesse musculaire.
- D'exciter les muscles qui ont perdu temporairement, de façon partielle ou globale, leur excitabilité normale par atteinte des fibres nerveuses centrifuges.
- D'exciter les fibres musculaires inhibées, en état de bloc réversible. Ces fibres répondent à la stimulation électrique alors qu'elles ne répondent pas à la commande volontaire.
- De rétablir la proprioception en stimulant les réflexes nerveux.
- D'agir sur la douleur.
- De stimuler les circulations sanguine et lymphatique musculaires.

a) L'ESNM des muscles normalement innervés

Elle est une stimulation indirecte par excitation électrique des motoneurones des muscles normalement innervés. Ses indications sont le traitement de l'amyotrophie, le renforcement de la musculature et la prévention de l'atrophie musculaire.

Johnson et al. (37) ont mené une étude concernant l'intérêt de l'ESNM du quadriceps fémoral chez le chien ayant subi une opération réparatrice de la rupture du ligament croisé crânial. Six chiens étaient traités avec un courant biphasique symétrique de 35 Hz. La comparaison avec un groupe témoin de six chiens a montré une récupération plus rapide de l'activité articulaire et une diminution du degré d'arthrose chez les animaux du groupe traité.

Selon Taylor et al. (55) on obtient de bons résultats chez le chien lors de l'application d'un courant biphasique de fréquence égale à 50 Hz avec une durée d'impulsion de 175 μ s et un rapport TC/TR de 1/5. De Bisschop et al. (16) conseillent d'imposer aux muscles un cycle de travail de 25 p.cent. puis de le monter à 33 p.cent. pour atteindre 50 p.cent. s'ils le supportent.

Tableau 6 : Propositions de cycles de travail à appliquer lors du traitement de l'amyotrophie par électrostimulation (16)

	temps de contraction	temps de repos
atrophie sévère	5''	25-50''
atrophie moyenne	5-10''	20-30''
atrophie légère	10-15''	10-30''

En résumé, il est actuellement conseillé de réaliser l'ESNM des muscles normalement innervés grâce à des courant itératifs de basse fréquence, présentant des impulsions rectangulaires biphasiques compensées symétriques à moyenne électrique nulle. Les électrodes sont positionnées en mode monopolaire. Le traitement dure en moyenne 15 à 30 minutes.

Pour prévenir l'ankylose articulaire, un traitement quotidien de 30 minutes avec participation active du patient, en position antigravitaire, donne des résultats intéressants.

Photo 25 : Chien présentant une amyotrophie des muscles de la cuisse gauche



b) L'ESNM des muscles dénervés

On définit les muscles dénervés comme étant ceux qui présentent une atteinte du nerf périphérique. Les lésions touchant le neurone moteur périphérique déterminent une diminution ou une perte de l'excitabilité neuro-musculaire avec une modification des paramètres de l'électrodiagnostic : chronaxie et courbe intensité/durée (13). Ainsi, on stimule directement les cellules musculaires, plus difficiles à exciter que les motoneurones.

Ce type d'électrostimulation est en général un traitement d'attente de récupération des structures nerveuses : elle évite la fibrose musculaire et permet de conserver une excitabilité normale. En cas de perte nerveuse définitive, elle permet de maintenir un travail musculaire régulier. Dans les deux cas, elle stimule les circulations sanguine et lymphatique musculaires.

On applique les électrodes en mode bipolaire avec :

- Des courants unidirectionnels à impulsions isolées à pente progressive de longue durée (inférieure à 100 ms).
- Des courants bidirectionnels avec des impulsions rectangulaires, voire des impulsions triangulaires avec un courant à pente, de largeur d'impulsion de 100 ms, avec une période de 10 secondes à 1 minute pour une durée totale de traitement de 8 minutes.

c) Le programme décontracturant

Ce programme permet de lever les contractures ou de diminuer la tension musculaire de repos afin de faciliter les manœuvres de kinésithérapie. Deux techniques sont mises en œuvre pour agir sur les contractions musculaires par électrothérapie :

- La stimulation des muscles antagonistes qui permet indirectement de relâcher les muscles contracturés.
- L'application d'un courant à la très faible fréquence de 1 Hz sur les muscles contracturés.

d) L'ESNM à visée antalgique

En physiothérapie humaine il est utilisé un courant particulier, popularisé sur le nom de TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation) (33), qui permet de diminuer ou d'inhiber la sensation douloureuse en bloquant partiellement ou totalement la transmission centripète de l'influx nerveux (13). Paradoxalement, le courant TENS semble douloureux chez le chien (55).

En physiothérapie vétérinaire, il est donc préféré un second type de courant qui stimule au niveau du système nerveux central la production d'endorphines, hormones qui élèvent le seuil de perception de la douleur. Dans ce cas le courant à appliquer en mode monopolaire est biphasique compensé symétrique avec une largeur d'impulsion de 200 μ s à une fréquence très basse de 4 Hz.

5) Les contre-indications de l'électrostimulation neuro-musculaire

On retrouve les mêmes contre-indications, et pour les mêmes raisons, que celles qui existent lors de l'application d'un courant unidirectionnel (2) (3) (13) :

- application sur l'aire cardiaque, l'utérus gravide et la zone abdominale lors d'hernie ou d'éventration
- les cardiopathies, les maladies cardio-vasculaires
- les phlébites
- les infections
- les inflammations aiguës
- les cancers
- l'épilepsie
- les lésions cutanées.

Photo 26 : ESNM du muscle triceps brachial



Photo 27 : ESNM du muscle quadriceps fémoral



D. Association de l'électrothérapie avec d'autres techniques de physiothérapie

1) Les applications de froid

Les applications de froid permettent d'accélérer la diminution des oedèmes et des gonflements. Après une séance d'électrothérapie, elles procurent un soulagement de la douleur musculaire.

2) Les exercices passifs et les massages

L'animal tire profit de la réalisation, avant la séance d'électrothérapie, de massages et de mobilisations passives. Cette combinaison permet de prévenir ou de soigner l'ankylose articulaire et l'amyotrophie, et d'aider à la récupération musculaire.

Afin d'intensifier le travail musculaire, le membre est placé en chaîne fermée lors de l'application de l'électrothérapie.

3) Les exercices actifs

L'électrostimulation présente l'inconvénient de ne pas stimuler le travail cardiovasculaire et de ne pas imposer de travail gestuel au patient. Ainsi, dès que cela est possible, les exercices actifs doivent être pratiqués.

L'ultrasonothérapie

La diathermie est l'application profonde de chaleur. Elle est utilisée lorsque l'application superficielle de chaleur n'apporte pas suffisamment de bénéfices, en particulier lors du traitement de tissus recouverts d'une quantité trop importante de graisse ou situés à plus de trois centimètres de profondeur. Cole et Eagleston (10) estiment que la diathermie est la technique la plus efficace pour traiter la plupart des lésions des tissus mous. Elle repose essentiellement sur l'utilisation de trois techniques : les ultrasons, les ondes courtes et les micro-ondes. Seules les deux premières modalités seront traitées dans ce travail.

L'ultrasonothérapie est, parmi ces trois modalités, celle qui a la pénétration la plus importante en profondeur. C'est ainsi qu'en médecine humaine, elle a été employée comme technique de destruction tissulaire par irradiation de tumeurs. L'ultrasonothérapie présente des effets thermiques mais aussi des effets mécaniques très intéressants.

L'utilisation première et principale des ultrasons en médecine humaine et vétérinaire est à but diagnostique : l'échographie. Les physiothérapeutes en médecine humaine, et dans une moindre mesure les vétérinaires, ont également su apprécier et tirer profit des effets bénéfiques des ultrasons comme moyen thérapeutique.

Les ultrasons ont été découverts en 1917 par Langevin. Depuis cette date, physiciens et biologistes ont étudié les effets des ultrasons. Bassignana (1954) et Hotz (1955) les ont employés lors de lésions cutanées, musculaires, ligamentaires et osseuses. Dimitrijevic (1959) a obtenu de bons résultats concernant l'arthrose chez 800 animaux domestiques. Schirmer (1968) utilisa les ultrasons pour le traitement des protrusions discales intervertébrales chez le chien. Piquereau (1972) les appliqua avec succès pour traiter des maladies parodontales et gingivales chez le chien.

A. Les ultrasons : caractéristiques et propriétés

L'étude des caractéristiques et des propriétés des ultrasons est indispensable pour comprendre les fondements de l'électrothérapie.

1) Les caractéristiques de l'onde sonore

Le son se définit comme une vibration mécanique : il est émis par des corps en mouvement vibratoire et se propage sous forme d'une onde mécanique qui peut subir réflexions, réfractions et interférences. Les ondes sonores sont donc des ondes longitudinales qui se propagent dans des milieux élastiques (en principe tout milieu est élastique sauf le vide) (34).

Les ultrasons sont par définition des vibrations acoustiques inaudibles pour l'oreille humaine : leur fréquence est supérieure à 20000 Hz (47).

2) La production des ultrasons

Tout objet en vibration est une source de son. Les ultrasons sont produits grâce à une transduction particulière : l'effet piezo-électrique. Cet effet trouve son origine dans le fait que certains matériaux sont capables sous l'effet d'un courant alternatif de se comprimer et de se décompresser, émettant ainsi un son (45).

Le cristal idéal pour produire des ultrasons serait le quartz. Mais, il présente deux inconvénients majeurs : on doit lui appliquer de hauts voltages pour qu'il produise son effet (une alternative est alors de placer un transformateur dans la tête de traitement, rendant celle-ci volumineuse) et deuxièmement il est onéreux. Ainsi, les fabricants d'appareil d'ultrasonothérapie se sont tournés vers d'autres cristaux, en particulier les céramiques de plomb/zirconate de titane. Ceux-ci, moins sensibles aux chocs, ne nécessitent que quelques dizaines de volts pour produire l'énergie acoustique désirée (34).

3)

Les propriétés du faisceau d'ultrasons

Deux zones sont à distinguer dans un faisceau d'ultrasons (34) :

- Le champ proximal dans lequel existent des phénomènes d'interférence mais sans divergence du faisceau. La longueur de ce champ dépend du diamètre de la tête de traitement et de la longueur d'onde.
- Le champ distal qui se caractérise par une quasi-absence des phénomènes d'interférence avec une diminution progressive de la radiation au fur et à mesure de l'éloignement de la source. Le faisceau présente un aspect en cloche du fait d'une plus grande dispersion de l'énergie.

4) La propagation des ultrasons

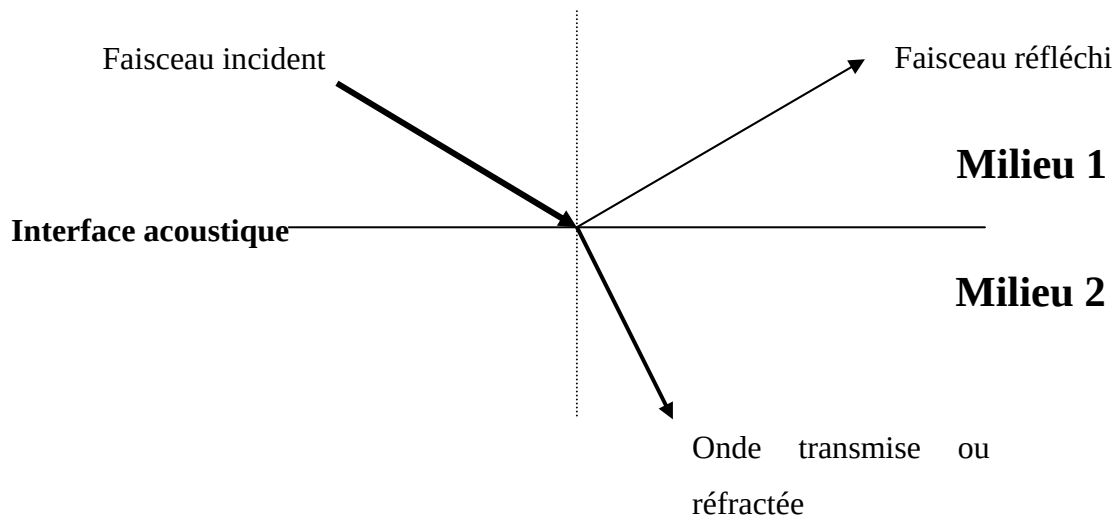
Les ondes ultrasoniques se propagent dans les milieux élastiques (ce que sont les tissus) en provoquant alternativement des compressions et des expansions, selon une périodicité correspondante à leur fréquence. Les molécules directement touchées par ce phénomène vont transmettre le mouvement aux molécules voisines et ainsi de suite, entraînant des variations de pression dans les tissus (27). Du fait de la présence d'interférences dans le champ proximal du faisceau et de l'existence de réflexions au niveau des interfaces, on peut avoir des augmentations marquées des pressions (34).

La vitesse de propagation de l'onde ultrasonore dépend du milieu considéré et non de la fréquence de l'onde. Elle a été évaluée, de manière décroissante selon les tissus à : 4080 m/s (os) > 1540 m/s (tissus mous) > 354 m/s (air) (27) (45).

5) Réflexions, réfractions, interférences

a) Réflexion, réfraction

Le son se propage sous la forme d'une onde mécanique qui peut subir des réflexions et des réfractions selon les milieux traversés. En effet, chaque milieu est caractérisé par une impédance acoustique "Z" et la zone de contact entre deux milieux, appelée interface acoustique, est le siège de ces phénomènes.



La proportion d'ultrasons réfléchis est proportionnelle à la différence d'impédance acoustique entre les deux milieux : la réflexion est d'autant plus forte que cette différence d'impédance est plus grande. Ainsi la réflexion est très forte à l'interface tissus mous et air, et à l'interface tissus mous et os (l'os réfléchit plus de 30 p.cent. de l'énergie ultrasonique) (27) (45) (54).

b) Les interférences

Les phénomènes d'interférence dans le faisceau proximal entraînent des vibrations importantes et l'apparition de pics d'intensité 5 à 10 fois plus élevée que la valeur nominale (c'est ce que l'on appelle le taux de non-uniformité du faisceau, il est fourni par le fabricant du matériel). On évite l'inconvénient du champ proximal en utilisant la technique de l'ultrasonothérapie par immersion (34).

6) L'absorption des ultrasons

L'intensité des ultrasons diminue au fur et à mesure de leur pénétration dans les tissus. Ils sont absorbés car à cause des frictions, les forces de compression et de relaxation ne sont pas transmises avec beaucoup d'efficacité. L'énergie mécanique ainsi libérée lors du passage des ultrasons est convertie en chaleur (27).

L'atténuation des ultrasons dépend de leur fréquence, plus cette dernière augmente plus l'absorption tissulaire est importante (34). Elle dépend aussi des caractéristiques du milieu traversé. Ainsi, peu d'énergie ultrasonique est convertie en chaleur dans la graisse, légèrement plus d'énergie est convertie en chaleur dans le muscle, et la plupart de l'énergie est convertie en chaleur à l'interface os et tissu.

Tableau 7 : Coefficient d'absorption des ultrasons (en cm^{-1}) par les tissus aux fréquences de 1 et 3 MHz (34)

Milieu	Coefficient d'absorption (cm^{-1})	
	1 MHz	3 MHz
Sang	0,028	0,084
Sang-vaisseaux	0,4	1,2
Tissu osseux	3,22	-
Peau	0,62	1,86
Cartilage	1,16	3,48
Air (20 °C)	2,76	8,28
Tissu tendineux	1,12	3,36
Tissu musculaire pour un faisceau perpendiculaire aux fibres pour un faisceau parallèle aux fibres	0,76	2,28
	0,28	0,84
Tissu adipeux	0,14	0,42
Eau (20 °C)	0,0006	0,0018
Tissu nerveux	0,2	0,6

Des valeurs du tableau 7 on remarque qu'une grande partie de l'énergie est absorbée par les tissus tendineux et cartilagineux : cela explique les résultats favorables de l'ultrasonothérapie sur ces tissus.

7)

La profondeur de pénétration des ultrasons

Elle est la profondeur maximale à laquelle on peut encore espérer un effet thérapeutique des ultrasons, c'est à dire le point qui reçoit encore 10 p.cent. de l'intensité appliquée. Elle est approximativement égale à $2,3/\text{coefficient d'absorption}$ (34).

La profondeur de pénétration des ultrasons dépend de leur fréquence et non de leur intensité elle-même. La pénétration des ultrasons est inversement proportionnelle à leur fréquence et proportionnelle à l'homogénéité du tissu cible et à l'orientation du faisceau.

Tableau 8 : Profondeur de pénétration des ultrasons dans certains milieux (34)

Milieu	1 MHz	3 MHz
Tissu osseux	7 mm	--
Peau	37 mm	12 mm
Cartilage	20 mm	7 mm
Air	8 mm	3 mm
Tissu tendineux	21 mm	7 mm
Tissu musculaire		
faisceau perpendiculaire aux fibres	30 mm	10 mm
faisceau parallèle aux fibres	82 mm	27 mm
Tissu adipeux	165 mm	55 mm
Eau	38330 mm	12770 mm

8) Principe de l'appareil à ultrasons

Les appareils d'ultrasonothérapie sont construits selon le même principe. Un courant alternatif est appliqué à un cristal, et les oscillations de ce dernier produisent alors des ultrasons (34).

La zone d'action efficace de la tête de traitement est toujours plus petite que sa surface géométrique (34). Pour la connaître, il faut se référer aux informations du fabricant.

Figure 12 : Principe de fonctionnement de l'appareil à ultrasons (34)

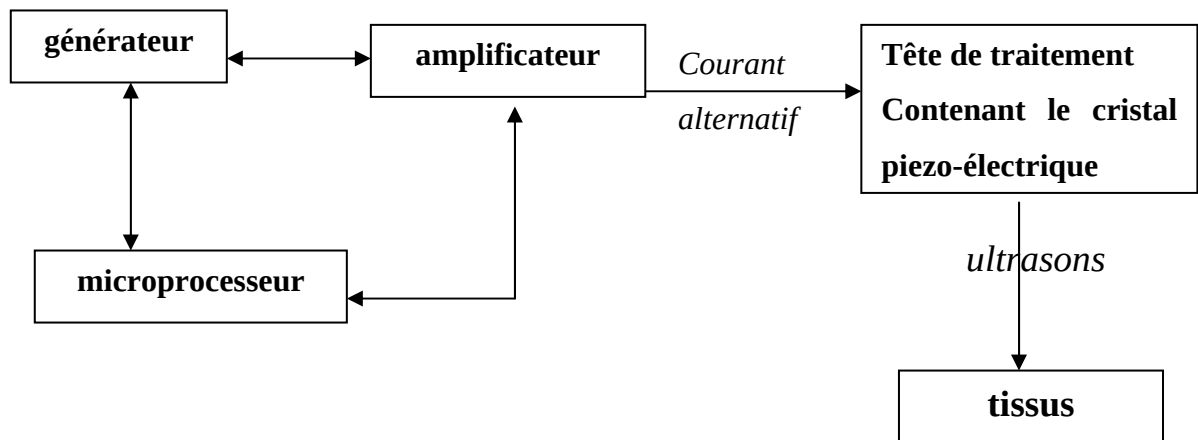


Photo 28 : Appareil à ultrasons Sonopuls 590[®] (Enraf Nonius)



B.

Les effets physiologiques des ultrasons

Les effets des ultrasons sur les tissus ne sont pas totalement élucidés, mais les auteurs s'accordent à leur attribuer un certain nombre d'effets physiologiques résultants de leurs actions mécaniques et thermiques sur ces tissus. La plupart des effets thermiques et non thermiques des ultrasons sont dépendants de l'intensité et peuvent donc être contrôlés (10).

1) Les effets mécaniques des ultrasons

Les molécules du milieu traversé par le faisceau d'ondes subissent cycliquement des compressions et des relaxations. Cet effet mécanique est appelé le "micromassage" (34). Tous les effets de l'ultrasonothérapie en découlent.

a) Les microcavitations

Les ultrasons développent des forces mécaniques importantes dans les tissus : certaines particules soumises à ces ondes peuvent être accélérées 100 000 fois et leur amplitude de pression varie de 1 à 4 atmosphères (54). Les bulles de gaz enfermées dans les tissus subissent l'effet vibratoire des ultrasons : des microcavitations gazeuses apparaissent. Lors d'oscillations rythmiques, ces cavitations sont stables. Elles entraînent alors une augmentation des synthèses protéiques et elles améliorent la perméabilité cellulaire et tissulaire, ce qui accélère les échanges métaboliques. Mais les cavitations peuvent devenir instables aboutissant à une implosion des bulles de gaz. Dans ce cas, les hautes températures et hautes pressions ainsi libérées peuvent détruire les cellules et produire des radicaux libres. Les cavitations instables peuvent apparaître lors de l'application d'ultrasons à de hautes intensités non adaptées à la situation pathologique, ou lorsque l'appareil est mal calibré (47). Elles sont une cause possible de lésions tissulaires et vasculaires (9) (10) (34).

b) L' "acoustic microstreaming"

Un second effet non thermique de l'application des ultrasons est l' "acoustic streaming" ou "microstreaming" (microvaporisation acoustique) qui correspond à un déplacement à distance de la matière poussée par la pression exercée par l'onde sonore. Ceci est à la base de la phonophorèse car cet effet facilite la diffusion des ions et des métabolites à travers les membranes. Ce phénomène peut également entraîner des lésions membranaires et accélérer le métabolisme (10) (34) (47).

2) Les effets thermiques des ultrasons

L'énergie mécanique des micromassages est convertie en chaleur. Cet effet thermique des ultrasons est le mieux connu et le plus documenté.

L'absorption des ultrasons est très importante dans les tissus à haut niveau moléculaire et riches en protéines : la peau et le tissu sous-cutané graisseux absorbent donc mal les ultrasons. Les réactions thermiques les plus intenses se situent au niveau des interfaces. Ainsi on observe une augmentation marquée de l'intensité ultrasonique au niveau du périoste. Ceci libère de la chaleur et peut ainsi entraîner des brûlures et de la douleur.

Hoogland (34) cite les résultats d'une étude menée par Lehman. Il appliquait des ultrasons sur la face interne du genou chez des porcs. Cet auteur a montré que l'augmentation de température dans les tissus mous était relativement faible par rapport à celle observée dans les structures articulaires profondes. En effet, en mode continu pour une intensité de $1,5 \text{ W/cm}^2$ pendant 5 minutes, l'augmentation moyenne de température est de $6,3^\circ\text{C}$ dans la capsule articulaire, $8,2^\circ\text{C}$ dans la partie interne du ménisque, $9,3^\circ\text{C}$ dans le tissu osseux alors qu'elle n'est que de $3,3^\circ\text{C}$ dans les tissus mous.

Les effets thermiques sont observés aussi bien en mode continu que pulsé, bien qu'ils soient plus faibles lors de la seconde modalité. Pour évaluer l'importance des effets thermiques des ultrasons sur un tissu, il ne faut pas oublier de tenir compte des troubles circulatoires car ils diminuent les capacités de dissipation de la chaleur.

3)

Les effets biologiques des ultrasons

L'ensemble des effets biologiques ou physiologiques de l'ultrasonothérapie découle des effets mécaniques et thermiques des ultrasons.

a) La stimulation de la circulation sanguine

Les auteurs ne sont pas tous d'accord sur les effets des ultrasons sur les vaisseaux sanguins. Certains d'entre eux, comme Taylor, Lester et Gannon (55) évoquent l'apparition d'une vasodilatation qui permettrait de dissiper plus rapidement la chaleur pour équilibrer la température corporelle. Alors que pour Hoogland (34), les ultrasons activeraient la contraction des artérioles, qui au repos sont déjà le siège de mouvements péristaltiques lents.

b) La relaxation musculaire

Les ultrasons provoquent une augmentation de la perméabilité membranaire aux échanges de sodium et de calcium. Cela expliquerait que l'ultrasonothérapie permette de diminuer les spasmes et de relaxer les muscles (47).

c) Une meilleure perméabilité des membranes cellulaires

Les micromassages accroissent la perméabilité des membranes aux ions (essentiellement sodiques et calciques) et aux cellules sanguines. Cela a pour conséquence d'améliorer les échanges intra et extra-cellulaires, de faciliter la résolution des inflammations (et donc d'accélérer la cicatrisation tissulaire) et de diminuer les œdèmes locaux (20) (26) (34) (54).

d) Une accélération de la cicatrisation

Taylor (54) évoque le fait que les ultrasons stimulent l'activité enzymatique et le métabolisme cellulaire donc la cicatrisation tissulaire. Porter (47), quant à lui, décrit des expérimentations qui ont montré que les ultrasons stimulent les fibroblastes à synthétiser des protéines et ils augmentent la perméabilité lysosomiale facilitant la synthèse protéique.

Il est également attribué aux ultrasons la propriété d'augmenter l'activité phagocytaire des macrophages, de stimuler la régénération tissulaire et d'accélérer les dépôts de collagène (53).

Bansal et Sobti (4) ont publié les résultats d'une expérience qu'ils ont menée concernant l'action des ultrasons sur la guérison de blessures musculaires chez le chien. Dix chiens ont subi une incision chirurgicale du biceps du membre antérieur gauche, puis ce muscle a été suturé. Un groupe de cinq chiens a constitué le groupe témoin et un second groupe de cinq chiens a reçu un traitement quotidien, durant 7 jours, d'ultrasons à une intensité de $0,5 \text{ W/cm}^2$ pendant 6 minutes, la première application survenant 24 heures après la chirurgie. Le groupe traité a présenté plus rapidement une diminution de l'œdème et de la douleur, et les angiographies réalisées ont révélé la présence d'un nombre plus important de néo-capillaires sur le site de la lésion.

Hoogland (34) rapporte que Dyson et Pond ont montré l'efficacité des ultrasons (pour une intensité de $0,5 \text{ W/cm}^2$ en mode pulsé à la fréquence de 3,5 MHz) pour la cicatrisation de petites plaies provoquées sur les oreilles des lapins. Enwemeka, lui, aurait montré une augmentation de la cicatrisation du tendon grâce à l'application d'ultrasons (55).

Mais attention une application précoce des ultrasons, c'est à dire la première semaine après le traumatisme, pourrait gêner le début de processus de cicatrisation. Elle est bénéfique lorsque la formation de collagène et l'infiltration par des fibroblastes ont commencé.

e) Effet fibrinolytique

L'action mécanique des ultrasons permet la destruction des formations fibreuses. Cet effet est exploité lorsqu'on observe de l'ankylose suite à des traumatismes articulaires, tendineux, musculaires.

f) Effets sur le système nerveux

Les effets des ultrasons sur les fibres nerveuses ne sont pas complètement éclaircis, et les auteurs ne s'accordent pas sur les effets et les types de fibres atteintes. Ce qui est communément admis, sans en comprendre réellement le support, est l'action antalgique des ultrasons (10) (20). Les éléments qui semblent agir dans l'atténuation de la douleur sont :

- l'amélioration de la circulation sanguine qui permet un meilleur drainage des médiateurs de la douleur (10)
- la réduction des spasmes musculaires
- l'assouplissement des tendons
- la diminution des tensions tissulaires par une meilleure résorption des oedèmes.

L' "acoustic streaming", en modifiant la perméabilité membranaire aux ions sodiums, serait impliqué dans l'altération de l'activité électrique nerveuse qui entraîne une levée de la douleur. Selon Porter (47) les effets des ultrasons sur les nerfs seraient dépendants de leur intensité. Les ultrasons appliqués de 0,88 à 2 W/cm² pendant 5 minutes diminueraient la vitesse de conduction motrice des nerfs, alors qu'aux extrêmes de cet intervalle (c'est à dire 0,05 et 3 W/cm²) on observerait une augmentation de la vitesse de conduction nerveuse.

C. Les effets secondaires des ultrasons

Les ultrasons présentent quelques effets secondaires dont il faut tenir compte.

1) Les douleurs et les brûlures périostées

L'ensemble des auteurs mettent en garde contre ces effets secondaires. Nous avons montré que l'interface osseuse concentre l'énergie ultrasonique. Ainsi, si l'intensité appliquée est trop importante, les mouvements du transducteur insuffisants ou l'application des ultrasons trop longue, la destruction osseuse peut être rapide. Cela est, de plus, favorisé par le fait que la circulation sanguine locale est insuffisante pour dissiper la chaleur.

Dans un premier temps apparaissent des brûlures périostées. Puis la douleur survient lorsque le périoste innervé est surchauffé. Le problème est que l'animal n'extériorise des signes de douleur que lorsque les dommages thermiques sont apparus. Il faut donc prévenir au maximum ces lésions en utilisant des intensités pas trop élevées et en maintenant le transducteur toujours en mouvement (47).

2) Les lésions tissulaires

Lors de l'application des ultrasons, les tissus subissent des contraintes mécaniques importantes, en particulier aux intensités élevées, qui peuvent entraîner des lésions tissulaires. Les moyens de les prévenir restent une application correcte des ultrasons et l'observation de signes de douleur de l'animal.

3) La destruction de structures nerveuses

Taylor (53) et Hoogland (34) rappellent que le tissu nerveux est très sensible aux ultrasons. Ces derniers sont donc appliqués avec précaution en région périnerveuse.

4) Les autres effets secondaires

D'autres effets secondaires ont été notés chez l'homme, on n'en retrouve pas trace dans la bibliographie vétérinaire mais on peut supposer que l'animal peut les présenter :

- diminution de la glycémie
- nervosité, irritabilité
- anorexie
- constipation.

D. Les indications de l'ultrasonothérapie

La réflexion des ultrasons est excellente au niveau des interfaces telles que nerf et gaine nerveuse, muscle et gaine musculaire, capsule articulaire et structures articulaires, tendon et gaine tendineuse, tissu et tissu cicatriciel. L'interaction entre les ondes incidentes et les ondes réfléchies entraîne un échauffement sélectif de ces tissus (47). Ceci explique les bons résultats obtenus par l'ultrasonothérapie au niveau de ces structures. Ainsi, que ce soit chez l'homme ou l'animal, les ultrasons sont essentiellement employés pour le traitement des atteintes musculo-tendino-squelettiques.

1) Les traumatismes aigus

L'ultrasonothérapie permet de limiter les conséquences de l'inflammation que sont la douleur, les œdèmes, les gonflements tissulaires et les lésions des tissus inflammés.

Tous les auteurs reconnaissent l'utilité des ultrasons pour diminuer la réaction inflammatoire post-traumatique. Lang (39), en particulier, a mené une étude sur 143 chiens et chats présentant des affections musculo-squelettiques variées. Dans la majorité des cas l'inflammation était rapidement jugulée avec une atténuation marquée de la douleur, une absence ou un léger œdème et une récupération rapide de la fonction locomotrice.

Comme toute application de chaleur, l'ultrasonothérapie est contre-indiquée dans les 48 à 72 premières heures après le traumatisme.

2) Les affections du système musculo-tendineux

Avec l'ultrasonothérapie, on retrouve profondément les effets physiologiques de l'application superficielle de chaleur. Ainsi, l'ultrasonothérapie soulage les spasmes musculaires et diminue les contractures des tissus mous.

a) Les tendons

les ultrasons chauffent les tendons sans chauffer la peau : ils agissent donc sélectivement sur les contractures tendineuses (47). De plus, L'application d'ultrasons permet d'augmenter la résistance et la flexibilité des tendons (54).

Photo 29 : Chien présentant une teno-synovite du tendon d'Achille gauche, indication d'une ultrasonothérapie



b) Séquelles fibreuses des traumatismes entraînant raideur et ankylose

A l'identique de ce que l'on observe lors de l'application superficielle de chaleur, après avoir réalisé une séance d'ultrasons on améliore l'amplitude de mouvement lors des exercices actifs et passifs. Cela s'explique par le fait que les tissus entourant une articulation sont riches en collagène donc ils absorbent une grande partie des ultrasons : l'articulation est ainsi bien chauffée (47).

c) Cas particulier du “gros doigt”

Cette affection se retrouve chez les lévriers lors des courses en cynodrome : à l'arrivée le chien boite, un de ses doigts est enflé, chaud, douloureux. En fait, ce que l'on appelle le “gros doigt” est une entorse plus ou moins grave, allant de la seule distension du ligament jusqu'aux ruptures ligamentaires et aux fractures. Les ultrasons sont employés avec succès (après le traitement médical de première urgence) lorsque l'entorse est simple. Ils permettent de diminuer la laxité ligamentaire persistante.

3) Les lésions cutanées, les plaies ouvertes, les cicatrices

Les ultrasons peuvent être employés en traitement des atteintes cutanées.

a) Les cicatrices chirurgicales ou traumatiques

Les cicatrices sont riches en collagène et plus denses que les tissus environnants : elles sont donc sélectivement atteintes par les ultrasons. On peut ainsi réduire les cicatrices grâce à l'ultrasonothérapie si elles ont moins de 3 mois d'ancienneté. Hoogland (34) préconise une durée d'application sur les cicatrices de 1 à 1,5 minutes par cm² avec une intensité fonction de la profondeur de la cicatrice.

b) Les ulcères de décubitus, les plaies ouvertes

Dans ce cas, les ultrasons sont employés pour accélérer le processus de cicatrisation. Quelques précautions sont alors à prendre : on utilise un produit de contact stérile et on désinfecter la tête de traitement après l'application pour éviter la contamination des patients suivants.

4) Les neuropathies

Les ultrasons trouvent leur indication dans le cas où un œdème entoure le nerf. Mais il ne faut pas oublier que les fibres nerveuses sont très sensibles aux ultrasons.

5)

Le cas particulier des blessures sportives

L'ultrasonothérapie est très utilisée dans le cadre de la médecine sportive humaine et canine. Les tissus riches en protéines absorbent avec un haut coefficient les ultrasons. Or les blessures dues à la pratique du sport touchent essentiellement les nerfs, les ligaments, les tendons, les capsules articulaires et les muscles, qui sont tous des tissus riches en composants protéiques (47).

E. Les contre-indications à l'utilisation des ultrasons

Puisque l'ultrasonothérapie présente des effets thermiques intenses, les contre-indications à la thermothérapie se retrouvent ici. Il existe de plus, des contre-indications spécifiques à l'ultrasonothérapie.

1) Les implants en métal

Tous les auteurs contre-indiquent l'application d'ultrasons sur des sites munis d'implants en métal. En effet, ces derniers conduisent très bien la chaleur et ont un pouvoir de réflexion des ultrasons intense : on risque des brûlures sévères des tissus voisins. Selon Delisa (17) le méthacrylate de méthyl employé comme ciment osseux, constitue une contre-indication car il a un coefficient d'absorption élevé. En revanche, Hoogland (34) rapporte que des études ont montré que les sites présentant des fixations par vis peuvent être traités par ultrasonothérapie à faible intensité.

2) Les lésions aiguës, les zones inflammatoires aiguës

Une trop forte température a des effets nocifs sur de nombreux tissus, en particulier les structures articulaires internes. Il faut attendre 48 à 72 heures avant d'appliquer les ultrasons pour ne pas favoriser les phénomènes vasculaires de l'inflammation.

3)

Les hémorragies

Les ultrasons, de par la chaleur qu'ils libèrent et l'irritation mécanique qu'ils entraînent, ont un effet défavorable sur les lésions vasculaires. Une hémorragie peut facilement récidiver. Ceci est une raison supplémentaire à la contre-indication de ce traitement lors d'inflammations aiguës (10) (34).

4) Les oedèmes non-inflammatoires ou associés à des troubles veineux

Les oedèmes d'origine non-inflammatoire ne sont pas traités par ultrasonothérapie car on n'agit pas directement sur la cause de leur apparition (par exemple un trouble veineux).

5) Les infections

La chaleur stimule la multiplication des germes, or l'ultrasonothérapie produit une chaleur intense.

6) Les fissures osseuses ou les foyers de fracture non consolidés

Ceci en raison de l'effet mécanique des ultrasons (24).

7) Les surfaces épiphysaires chez les jeunes en croissance

Les centres de croissance épiphysaire peuvent être lésés (10) (20). Si on veut absolument utiliser l'ultrasonothérapie chez les animaux en croissance, il faut n'utiliser que le mode pulsé à une faible intensité.

8) Les thrombo-phlébites

Les effets mécaniques des ultrasons peuvent alors provoquer la libération d'embolies (10) (34).

9) Les ischémies sévères, les problèmes de régulation thermique

Dans ces situations, la chaleur est difficilement dissipée.

10) Les tumeurs

En médecine humaine les ultrasons ont été utilisés, dans des conditions très spécifiques, comme technique de destruction tissulaire pour l'irradiation des tumeurs (47). D'une manière générale, on contre-indique l'application d'ultrasons sur les tumeurs car ils peuvent en faciliter le développement et la dissémination (10) (20) (34).

11) Certaines régions du corps

Certaines régions du corps ne doivent pas recevoir un traitement d'ultrasonothérapie, ce sont (10) (20) (34) (47) :

- Les yeux : les ultrasons peuvent les léser.
- Le cœur : l'ultrasonothérapie modifie la dynamique cardiaque.
- Le cerveau : des lésions apparaissent lors de l'application d'ultrasons.
- les gonades : la fonction de reproduction peut être modifiée.
- L'utérus si gestation : les ultrasons sont non ionisants donc non tératogènes, mais l'ultrasonothérapie crée dans le liquide amniotique des cavitations néfastes au fœtus.
- La moelle épinière et les sites de laminectomie : les ultrasons peuvent léser les racines nerveuses. D'autre part, lorsqu'ils sont appliqués sur une hernie discale, leurs effets thermiques risquent d'augmenter le volume de la protrusion.

F. Technique d'application des ultrasons

1) L'appareillage

Sur le marché, de nombreux appareils sont disponibles à des prix et avec des fonctions très variés. Le choix se fera en fonction des attentes du praticien : facilitées de transports, fonctions, mode d'utilisation ...

Dans tous les cas le matériel de base doit comprendre 2 têtes de traitement avec 2 fréquences de base : 1 et 3 MHz, car le champ d'action à ces deux intensités est différent. Les ultrasons à 1 MHz pénètrent à 3 à 5 centimètres de profondeur en moyenne, alors que ceux de 3 MHz se limitent à 0,5 à 2 centimètres (9) (55). La sonde à 1 MHz a un maximum d'effets vibratoires, alors que celle à 3 MHz a un maximum d'effets thermiques.

Photo 30 : Têtes de traitement de 1 et 3 MHz



2) La préparation de la zone à traiter

Il est préférable de tondre la zone d'application des ultrasons car les poils constituent un obstacle au passage des ultrasons. Le site traité est toujours nettoyé avant le traitement.

On divise la zone cible en plusieurs petites zones qui seront chacune traitées individuellement. Ceci est très important si la zone à traiter est large ou qu'elle présente des reliefs osseux. Ainsi au niveau articulaire, en traitant chaque secteur on agit sur toute la capsule articulaire. On estime que chaque secteur traité doit mesurer environ 5 cm² au maximum.

3) Le milieu de contact

L'air est un très mauvais milieu de contact car il réfléchit environ 99 p.cent. des ultrasons vers la sonde risquant de l'endommager. Or la surface d'un transducteur est plate mais pas la peau, il existe donc des poches d'air entre ces deux surfaces. Un milieu de contact entre la sonde et la peau est alors indispensable.

En pratique on a recours à des gels, des huiles, des pommades, qui parfois contiennent des substances médicamenteuses (pour l'ultrasonophorèse).

Un milieu de contact doit répondre à certains critères (34) :

- il ne doit pas être absorbé trop rapidement par la peau
- il ne doit pas être irritant
- il doit transmettre correctement l'énergie ultrasonique
- il est transparent pour pouvoir surveiller l'état de la peau
- il ne doit pas renfermer de germes, et dans certains cas il est stérile (lors de lésions ouvertes)
- il ne doit pas être trop liquide
- il doit parfois posséder les propriétés thérapeutiques voulues pour l'ultrasonophorèse.

L'eau est un excellent milieu de contact car elle absorbe peu les ultrasons. Elle est employée dans la technique par immersion. Dans ce cas, il faut qu'elle soit dégazée au maximum par ébullition (cela limite le dépôt de bulles d'air sur la tête de traitement et sur le corps) et elle doit être stérilisée si le patient présente des plaies ouvertes (10) (20) (34)

4) Les modalités d'application

Les ultrasons peuvent être appliqués selon deux méthodes.

a) La méthode par contact direct

On applique le milieu de contact sur la zone à traiter, et le transducteur y est déplacé manuellement.

Photo 31 : Ultrasonothérapie par contact direct



b) Méthode par contact indirect : l'immersion

Le principe est d'employer l'eau comme milieu de contact, le transducteur n'étant pas en contact direct avec la peau. L'intérêt de l'ultrasonothérapie par immersion est d'éviter l'inconvénient du champ proximal en plaçant la tête par rapport au site à traiter à la longueur du champ proximal : le phénomène d'interférence se produira alors dans l'eau. L'inconvénient de cette modalité est que l'on réduit par la même occasion l'énergie par cm^2 (34).

La méthode indirecte est à préférer lorsque le site à traiter est une surface irrégulière, pauvre en tissu musculaire (pour limiter les lésions osseuses) ou lorsque le contact direct est douloureux.

Deux solutions sont alors possible :

- plonger la zone cible dans un récipient contenant de l'eau et placer le transducteur à 0,5-3 centimètres de la zone (20) (47) (53)
- utiliser un préservatif rempli d'eau que l'on place entre le transducteur et la peau, un milieu de contact étant appliqué de chaque côté de ce ballon.

Photo 32 : Ultrasonothérapie par immersion



c) L'ultrasonophorèse

Les ultrasons permettent d'amener des substances médicamenteuses directement sur le site atteint. On utilise essentiellement des agents anti-inflammatoires ou anesthésiques dilués à 5 ou 10 p.cent. L'hydrocortisone serait particulièrement adaptée aux tendinites, aux épicondylites et aux bursites (47).

Porter (47) recommande pour réaliser l'ultrasonophorèse d'employer le mode continu à une intensité de 0,3 à 0,5 W/cm² pendant au maximum 10 minutes.

5) Utilisation de la tête de traitement

La tête de traitement doit toujours être mobile pour répartir correctement l'énergie. Il convient d'éviter de laisser la sonde immobile sur la zone traitée car des points de chaleur se créent, entraînant stase sanguine, dommages endothéliaux et agrégations plaquettaires. De même les rotations sur place doivent être évitées car les pics d'intensité du faisceau étant symétriques par rapport à l'axe longitudinal de la sonde, des intensités maximales sont alors appliquées au même endroit, avec risque de surdosage (34). On effectue donc des mouvements longitudinaux ou circulaires avec la sonde.

La sonde ne doit pas être tenue dans l'air avec une intensité supérieure à 0 plus de quelques secondes. En effet, il y a réflexion des ondes vers la sonde, celle-ci chauffe et peut provoquer des brûlures cutanées. De plus, le cristal piezo-électrique est endommagé car le ciment de la sonde se ramollit.

6) Les précautions à prendre

L'ultrasonothérapie doit être appliquée avec précaution dans les situations suivantes :

- Les interfaces osseuses : une mauvaise application des ultrasons peut induire un amincissement de l'os.
- La présence d'ecchymoses sur la zone à traiter : il faut s'assurer que l'hémorragie est bien stoppée et que les vaisseaux ne sont plus sensibles avant d'entamer le traitement par les ultrasons.

- Les zones insensibles : on prend la précaution de fixer la dose des ultrasons sur une zone à sensibilité conservée avant de glisser le transducteur sur le site à traiter (17).
- Les animaux jeunes ou très minces : il est souvent nécessaire de diminuer les doses car ils supportent moins bien l'application de chaleur.
- Les patients diabétiques : les ultrasons peuvent entraîner une légère diminution de la glycémie entraînant une sensation de fatigue. Il semble que diminuer la dose d'ultrasons suffise à limiter cet effet (34).

7) Les paramètres de traitement

a) La fréquence

La fréquence de la sonde est choisie en fonction du tissu cible. Les fréquences les plus employées sont celles de 1 et 3 MHz.

b) La durée et le rythme

Les auteurs s'accordent sur un traitement d'une durée de 5 minutes par zone, 15 minutes pour une séance totale semblant être un maximum à ne pas dépasser.

Downer (20), Taylor (54), Cole et Eagleston (10) préconisent un traitement quotidien pendant 10 à 12 jours, le traitement étant modifié en l'absence de résultats au bout d'une semaine. Lang (39) estime qu'il faut espacer les séances d'au moins 24 heures, l'idéal étant 48 heures.

c) L'intensité

L'intensité (en W/cm^2) est la densité moyenne du champ de propagation des ultrasons (53). Elle est déterminée par le volume des tissus mous à traiter. La dose totale d'ultrasons reçue par la zone se calcule donc grâce à l'intensité, la durée du traitement et la taille de la zone.

Hoogland (34) rappelle que la connaissance de la profondeur de pénétration permet de savoir s'il est possible d'obtenir un effet thérapeutique sur le site cible. L'intérêt d'un tel calcul est de pouvoir adapter l'intensité des ultrasons aux différentes conformations et tailles des zones à traiter. Il est à noter que l'intensité qu'il faudrait appliquer en surface pourrait être tellement élevée qu'il y aurait des risques de surdosage pour les tissus superficiels.

Nous présentons ci-dessous différents protocoles de traitement qui auraient fait leurs preuves selon leurs auteurs :

- Downer (20) réalise une application des ultrasons à une intensité de 0,5 à 2 W/cm² avec souvent 1 W/cm². Si la zone présente peu de graisses ou de muscles, elle est fixée à 0,5 W/cm².
- Taylor et al. (55) préconisent une intensité de :
 - 0,6 W/cm² pour favoriser la cicatrisation des plaies
 - 0,5 W/cm² pour éliminer les exsudats et promouvoir la guérison
 - 1 W/cm² pour augmenter la circulation sanguine
 - 1 à 1,8 W/cm² pour diminuer les contractures articulaires
- Porter (47) conseille d'appliquer une intensité de 0,5 à 1 W/cm² sur les zones à peu de tissus mous, et de 0,3 à 0,5 W/cm² sur les plaies.

d) le mode : pulsé ou continu

Le choix du mode, pulsé ou continu, se fait selon les effets des ultrasons que l'on désire exploiter.

Le mode continu permet de bénéficier essentiellement des effets thermiques mais il est à utiliser avec plus de prudence car les lésions tissulaires apparaissent plus facilement.

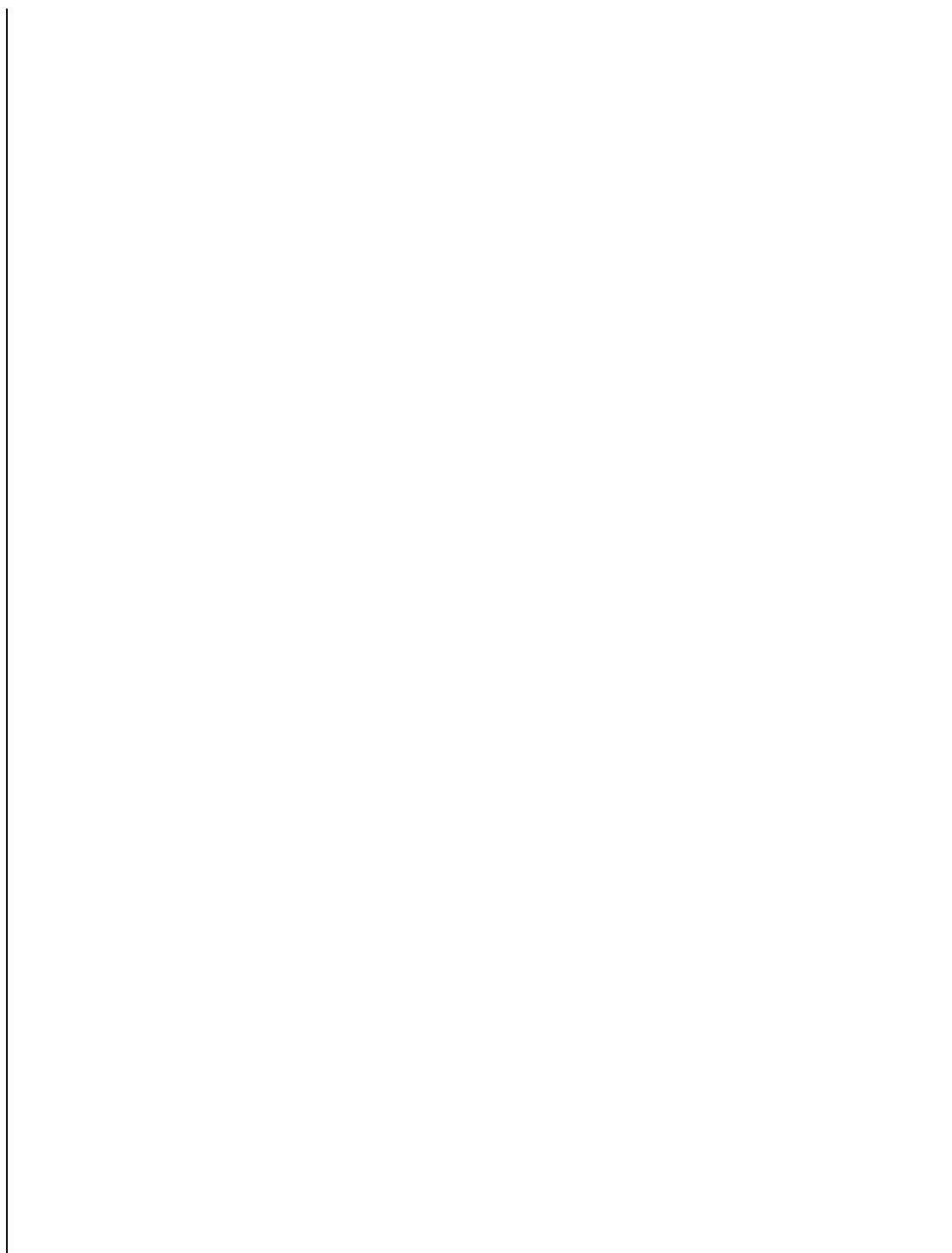
Le mode pulsé diminue les effets thermiques donc augmente le rôle relatif des effets non thermiques (10). Il est choisi si on désire bénéficier de ces effets ou lorsqu'on traite une zone de petit volume. L'avantage du mode pulsé est de pouvoir utiliser des intensités plus élevées qui pourraient être nocives en mode continu (34). Ce mode est majoritairement employé.

e) La pulsation

Une pulsation (ou “duty cycle”) de 1/5 (ou 20 p.cent.) signifie qu’une impulsion de 2 ms a lieu toutes les 8 ms, sachant que la répétition des impulsions est de 100 Hz.

Les auteurs ne développent pas beaucoup les pulsations employées. On retrouve que Felix (26) estime qu’une pulsation de 2/8 donnerait l’action athermique souhaitée pour les pathologies aiguës, et que Lang (39) conseille l’ultrasonothérapie avec une pulsation de 1/5. Il explique qu’elle permet aux ultrasons d’agir correctement sur les os et les articulations car la chaleur émise est dissipée par la circulation sanguine, et le temps entre deux pulses est suffisamment court pour maintenir l’effet de micromassage sur les tissus.

Figure 13 : Schéma de décision du traitement ultrasonore (34)



les ondes courtes

le courant électrique peut être utilisé en application directe, c'est l'électrothérapie, mais également comme moyen de production de rayonnements électromagnétiques. Les ondes courtes font partie de cette catégorie d'agents physiques. De plus, de par leurs effets physiologiques, les ondes courtes sont une modalité de diathermie (application profonde de chaleur).

A. Définition et production des ondes courtes

1) Définition

Les ondes courtes sont produites par des générateurs de courant alternatif à haute fréquence. Leurs longueurs d'onde sont de l'ordre du mètre, contrairement à celles des micro-ondes qui sont de l'ordre du centimètre. Les bandes utilisables en médecine ont été définies par la convention d'Atlantic city (1949) : 22,12 m ; 11,06 m ; 7,33 m (16).

On distingue (2) :

- les ondes courtes continues qui sont des ondes entretenues
- les ondes courtes pulsées qui sont émises par flashes très courts. Ce sont les ondes courtes les plus employées.

2) Les modes d'irradiation

a) L'application capacitive

La partie du corps à traiter est placée entre les armatures d'un condensateur et joue le rôle de diélectrique (substance qui ne conduit pratiquement pas le courant électrique). Le corps est séparé du plateau du condensateur par une couche d'air. Cela se traduit par une élévation thermique des tissus, d'ailleurs plus importante dans le tissu graisseux sous-cutané que dans le tissu musculaire (16).

Des électrodes constituent les plateaux du condensateur placé dans le circuit d'un générateur de haute fréquence. L'application capacitive des ondes courtes fait appel à différents types d'électrodes (2) (42) :

- Des électrodes souples : elles sont constituées d'une plaque électrique recouverte de part et d'autre d'un diélectrique (en général du caoutchouc). L'effet en profondeur est moins important qu'avec les électrodes décrites ci-dessous.
- Des électrodes à air : la plaque métallique est isolée par une couche d'air.

Un certain nombre de facteurs interviennent dans la répartition du champ électromagnétique :

- La présence d'éléments métalliques dans ce champ qui dévient vers eux les lignes de force du courant et entraînent ainsi une brûlure des tissus. On considère ainsi les pièces métalliques endo-tissulaires comme des contre-indications à l'application des ondes courtes (2) (16).
- La taille des électrodes : elle doit être légèrement plus petite que le diamètre de la zone à irradier car si elle est plus grande on observe une dispersion d'une partie des lignes de force, et si elle est plus petite elle concentre l'énergie en superficie (16). D'autre part, lorsque les deux électrodes sont de taille différente, les effets sont plus importants du côté de celle la plus petite (24).
- La distance des électrodes : le maximum d'efficacité en profondeur est obtenu par des plateaux éloignés de la peau (16).
- Les courants parasites : les courants de haute fréquence peuvent emprunter des parcours différents comme la main du patient, dérivant le champ vers une autre zone du corps ou un autre instrument.

Photo 33 : Application capacitive des ondes courtes sur un chien



b) L'application inductive

La partie du corps à traiter est à l'intérieur d'un conducteur l'entourant en spirale et relié à une source d'ondes courtes par ses deux extrémités (16). On obtient en profondeur un champ induit puissant (2) (42).

B. Les effets physiologiques et les indications des ondes courtes

1) Les effets physiologiques des ondes courtes continues

Les radiations électromagnétiques produisent de la chaleur lorsque les tissus mous s'opposent au passage de l'énergie électrique. Les tissus présentant la plus forte capacité et la meilleure conductivité sont les mieux chauffés. Les muscles présentent ainsi une élévation marquée de leur température (10).

L'augmentation thermique entraîne une stimulation de la circulation sanguine avec vasodilatation, une action sur l'innervation motrice avec un effet spasmolytique et une diminution de l'excitabilité nerveuse qui procure de l'analgésie (13) (16).

D'autre part, les vibrations des dipôles suivant la fréquence du champ électromagnétique entraînent un effet anti-inflammatoire (13) (16).

Ainsi les ondes courtes continues sont indiquées pour le traitement :

- des spasmes et des contractures (10) (16)
- des douleurs lors d'atteinte des articulations ou des tendons en phase non aiguë (10)
- des phénomènes inflammatoires chroniques (10)
- des incidents musculaires sans lésion anatomique (courbatures, contractures) (13).

2)

Les effets physiologiques des ondes courtes pulsées

On se débarrasse de l'effet thermique des ondes courtes et on ne conserve que les effets dus à la transmission de l'énergie électromagnétique elle-même (2) (13). Cependant, comme le rappelle Duivon-Laude (24) les mécanismes d'action "extra-thermiques" des ondes courtes pulsées ne sont pas encore clairement établis. Cole et Eagleston (10), Allain et al. (2) émettent également des doutes concernant ces effets. La chose certaine est que l'application pulsée des ondes courtes permet d'appliquer sur le patient un moyen de chauffage moins fort que lors de l'application d'ondes courtes continues. Cela permet d'employer les ondes courtes pulsées dans des situations où l'application de chaud est contre-indiquée.

Les effets thermiques "légers" des ondes courtes pulsées sont mis à profit pour traiter les situations traumatiques présentant une inflammation aiguë. Ainsi Felix (26) considère que le transfert d'énergie électromagnétique sous forme pulsée est d'actualité en traumatologie sportive aiguë. De Bisschop et al. (16), quant à eux, estiment que les trains successifs de très courte durée dans les ondes courtes pulsées évitent l'effet calorifique mais permettent encore une activation des métabolismes.

Les ondes courtes pulsées auraient également une action sur la consolidation osseuse, même si les preuves de cette efficacité ne sont pas totalement établies. Selon De Bisschop et al. (16) l'effet piézo-électrique des ondes courtes pulsées est bénéfique sur les structures cristallines organiques comme l'os car stimule la cicatrisation et la formation du cal osseux post-fracturaire.

C.

Les contre-indications des ondes courtes

Les contre-indications à l'application des ondes courtes sont les mêmes que celles des ultrasons. On peut insister sur quelques unes d'entre-elles :

- les éléments métalliques : l'utilisation des ondes courtes pulsées semble permettre de s'affranchir de cette contre-indication (2) (16)
- les processus infectieux
- les phénomènes inflammatoires : les ondes courtes pulsées semblent tout de même pouvoir être utilisées en phase aiguë de l'inflammation
- les affections hémorragiques
- les processus cancéreux
- les plaies humides, ou l'humidité de façon générale (en particulier les épanchements articulaires) car les ondes courtes chauffent de façon privilégiée ces zones
- la gravidité.

D. L'application pratique des ondes courtes

1) Le positionnement du patient

La distance de l'électrode à la peau doit rester fixe pendant toute la durée de l'application des ondes courtes. Aucun élément métallique ne doit se trouver dans le champ et le patient ne doit pas être en contact avec les câbles ou les masses métalliques (10).

Un des intérêts de cette méthode physiothérapique est que les patients présentant un plâtre ou une contention cohésive peuvent être traités. En effet, Le transfert du champ magnétique peut se faire sans problème à travers le plâtre (26).

2)

La puissance

Le générateur est mis en chauffe durant 2 à 3 minutes. La puissance appliquée dépend du patient. On augmente progressivement la puissance en se fiant aux réactions du patient : il doit ressentir une chaleur agréable (2) (10). Pour traiter un animal, le thérapeute doit d'abord régler la puissance selon les sensations de chaleur qu'il ressent, puis adapter cette puissance aux réactions de l'animal.

En résumé, une intensité faible ne provoque pas de sensations de chaleur, une intensité moyenne provoque une chaleur agréable et une intensité trop forte fait ressentir une chaleur intolérable donc dangereuse car génératrice de crampes (2).

Lorsque l'on applique des ondes courtes pulsées, on peut employer des puissances plus fortes puisqu'il n'y a pas d'échauffement des tissus du fait de la dispersion de la chaleur entre chaque flash. Les cadences lentes d'émission des flashes sont sédatives et antispasmodiques, les cadences rapides sont trophiques (2).

3) La durée

Les séances durent en moyenne 15 à 20 minutes, on les réalise au rythme de 3 par semaine, voire de manière quotidienne. Le traitement repose en moyenne sur 12 à 15 séances (10) (13).

4) Les précautions à prendre

Le patient ne doit pas faire de mouvements pendant la séance car il risque des brûlures et lors de ses mouvements la fréquence du traitement est modifiée, car le patient constitue un élément du circuit (10).

L'animal ne doit pas uriner pendant la séance car il risque de se brûler, les ondes courtes chauffant intensément les liquides.

Les yeux ne doivent pas entrer dans le champ, il est préférable que le praticien porte des lunettes.

Les principaux objectifs de la physiothérapie sont de combattre la douleur, de limiter les conséquences de l'inflammation et de l'immobilisation et d'assurer la stimulation des circulations sanguine et lymphatique. Elle permet un retour plus précoce et optimal à l'activité en restaurant les fonctions musculaires, tendineuses et ligamentaires. D'autre part elle favorise la récupération maximale des amplitudes de mouvements articulaires.

La physiothérapie vétérinaire fait appel à des techniques très variées qui dérivent directement de la pratique humaine et qui sont adaptées aux animaux. La majorité d'entre elles peuvent être pratiquées par le propriétaire, en effet les manœuvres de kinésithérapie demandent peu d'expériences et les techniques instrumentales nécessitent du matériel facile à louer. Ceci constitue un avantage supplémentaire pour sa mise en œuvre chez le chien et le chat.

2ème partie :
la consultation de rééducation fonctionnelle

Les acteurs de la physiothérapie

Le succès du plan de rééducation fonctionnelle repose sur trois personnes : le vétérinaire traitant, le physiothérapeute et le propriétaire. Il faut être conscient du rôle et de l'importance de chacun d'entre eux dans le traitement pour optimiser les chances de récupération de l'animal.

A. Le vétérinaire traitant ou le chirurgien

Dans leur grande majorité, les propriétaires de chiens et de chats ignorent que leur animal peut bénéficier de la rééducation fonctionnelle. C'est le vétérinaire qui leur propose cette thérapie.

Que ce soit à visée prophylactique, curative ou conservatrice, l'idéal est que le vétérinaire traitant ou le chirurgien envisage précocement la physiothérapie. Il peut ainsi présenter les avantages que l'animal pourrait en tirer, les modalités à mettre en œuvre et les contraintes qu'elles imposent. Il propose un plan de rééducation fonctionnelle ou oriente les propriétaires vers un centre vétérinaire acceptant les cas référés dans ce domaine.

B. Le physiothérapeute

Le rôle du vétérinaire physiothérapeute est, après établissement d'un bilan de l'animal, de proposer un plan de rééducation fonctionnelle. Il doit en expliquer les tenants et aboutissants, les contraintes qu'elle impose et les résultats qu'on espère obtenir. En effet, les propriétaires jouent un rôle important dans la réussite de ce traitement, leur engagement doit être maximum, et surtout ils voient souvent en la physiothérapie la solution "miracle" aux problèmes orthopédiques persistants de leur animal. Il est ainsi important que le physiothérapeute leur expose l'importance de leur investissement dans le traitement mais également les échecs possibles du traitement.

Le physiothérapeute doit connaître tous les commémoratifs et les antécédents pathologiques de son patient. Pour cela il peut contacter son vétérinaire pour connaître l'évolution de l'affection et se renseigner de la technique chirurgicale mise en œuvre. Tout cela lui permet d'adapter au mieux la physiothérapie.

C. Le propriétaire

Plus que son animal, le troisième acteur de la physiothérapie, et le non moins important, est le propriétaire. En effet, la rééducation fonctionnelle l'implique totalement dans la récupération optimale de son chien ou de son chat. De sa part, elle demande un travail quotidien et un investissement de temps, de patience et financier non négligeable.

Le chien, plus difficilement le chat, s'adapte bien aux diverses modalités de la rééducation fonctionnelle. L'animal en lui même est rarement le facteur limitant de la physiothérapie.

La consultation de rééducation fonctionnelle

La consultation de rééducation fonctionnelle présente quelques particularités liées aux spécificités des techniques de physiothérapie.

A. Le bilan lésionnel

La consultation de rééducation fonctionnelle s'appuie sur trois étapes : le recueil des commémoratifs, un examen clinique général puis orthopédique. Elle permet de proposer un plan de physiothérapie adapté à l'animal.

1) Le recueil des commémoratifs

Il convient tout d'abord de connaître la race, le sexe et l'âge de l'animal. Puis on observe son état corporel. En effet l'embonpoint peut être en rapport avec l'affection, et peut être un obstacle à la récupération optimale des fonctions locomotrices.

Les antécédents pathologiques sont également pris en compte. On s'attarde en particulier sur les affections des appareils cardio-vasculaire, cutané, oculaire et ORL.

2) L'examen clinique général

Bien que l'animal soit vu en consultation pour une affection orthopédique, il ne faut pas oublier de réaliser un examen clinique général. Celui-ci est l'occasion de détecter des contre-indications à certaines techniques. Il s'articule de la manière suivante :

- prise de température : une hyperthermie peut signer une affection débutante
- examen de l'appareil cardio-respiratoire : on s'intéresse aux insuffisances cardiaque ou respiratoire
- examen de l'appareil digestif : les perturbations du transit sont relevées
- examen des yeux et des oreilles : les signes d'infection ou d'inflammation sont notés
- examen de l'appareil cutané : on s'attarde sur les plaies, les cicatrices, les inflammations.

3) L'examen orthopédique

L'examen orthopédique doit être réalisé avec rigueur. Il se fait selon les étapes suivantes :

- L'anamnèse : elle permet de connaître la raison de la consultation, l'origine de l'affection, son évolution et les résultats des examens complémentaires mis en oeuvre.
- L'inspection en mouvement : on caractérise le trouble locomoteur lors du mouvement, à la marche, au trot et au galop.
- L'inspection en statique : les aplombs sont examinés, on compare le membre boiteux avec celui contro-latéral et on évalue la répartition du poids sur les quatre membres. A cet effet, un plateau de forces ou un tapis à capteurs de pressions donnent des informations utiles.
- La palpation : tous les membres sont palpés afin de détecter les zones de chaleur et les déformations osseuses. La circonférence musculaire est mesurée grâce à un mètre de couturière en prenant un repère anatomique fixe.
- La palpation et la pression : elle permet de détecter les zones douloureuses. Les cicatrices sont palpées afin de détecter les zones d'adhérence.
- Les mobilisations segmentaires : les membres sont mobilisés en flexion, en extension, en rotation, en abduction et en adduction. On note les craquements, les signes de douleur et d'instabilité.
- L'évaluation de l'amplitude de mouvement articulaire : on mesure l'angle articulaire et on le compare avec celui de l'articulation homologue.

B.

L'amplitude de mouvement articulaire

On nomme “amplitude de mouvement articulaire” l'angle mesuré entre la position de repos de l'articulation et le maximum de flexion ou d'extension possible.

1) Les facteurs limitant le mouvement

Une articulation est définie par un mouvement classique de flexion/extension et d'abduction/adduction, et par des mouvements accessoires qui sont les mouvements internes de l'articulation qui lui permettent de rouler, glisser, tourner et coulisser (28) (55). Un certain nombre de facteurs peuvent en limiter l'amplitude (8), ce sont :

- Des facteurs physiologiques :
 - la rencontre des masses musculaires
 - la tension des muscles antagonistes
 - l'appareil capsulo-ligamentaire
 - la butée osseuse en fin de course.
- Des facteurs pathologiques :
 - des fractures
 - des cals osseux exubérants
 - des rapports articulaires modifiés par des affections congénitales ou acquises, ou par des phénomènes arthrosiques
 - des contractures, des fibroses ou des adhérences musculaires.

Le rôle du thérapeute est d'évaluer l'importance de chacun de ces facteurs dans la limitation de l'amplitude de mouvement de l'articulation.

2) La mesure de l'angle articulaire

La mesure des angles de flexion et d'extension est réalisée grâce à un goniomètre. L'amplitude de mouvement de l'articulation lésée est comparée à celle de l'articulation contro-latérale saine.

3) Le choix raisonné des techniques de physiothérapie

Le physiothérapeute fixe un certain nombre d'objectifs auxquels le plan de rééducation fonctionnelle doit mener. Ce dernier doit permettre :

- de minimiser les effets locaux de la phase aiguë de l'inflammation
- de faciliter et d'orienter la guérison
- de maintenir l'état cardio-respiratoire et musculaire du patient
- de modifier les circonstances qui ont conduit aux troubles, voire de prévenir ceux qui peuvent apparaître
- de permettre un retour au niveau physique et à la fonction locomotrice initiaux.

Le physiothérapeute s'appuie sur plusieurs éléments pour choisir les techniques de rééducation fonctionnelle :

- l'état pathologique du patient et les éléments cliniques
- les moyens disponibles pour le praticien ou le propriétaire
- les indications et les contre-indications des techniques de physiothérapie
- la motivation et la disponibilité des propriétaires
- le caractère du chien.

4) le suivi du patient

Chaque séance de physiothérapie doit être l'occasion d'une discussion avec le propriétaire et d'une évaluation de l'état de l'animal. On évalue les bénéfices du traitement et on mesure régulièrement les volumes musculaires et les degrés articulaires. Cela permet de remettre en cause le plan de rééducation fonctionnelle, de le modifier ou de le compléter.

Des échecs peuvent être observés, ils sont généralement dus à :

- L'interruption du traitement par le propriétaire : dans ce cas ce sont souvent des échecs relatifs, la physiothérapie n'est pas poursuivie parce que le propriétaire estime que l'amélioration est insuffisante ou la récupération imparfaite.
- L'interruption du traitement du fait de l'animal : animal non coopératif, décès.
- L'apparition de complications liées à l'affection traitée.
- Une inefficacité du protocole de physiothérapie : il faut alors le modifier.
- aux effets secondaires des techniques employées qui accentuent les troubles.

Photo 34 : Mesure du volume musculaire d'une cuisse au mètre de couturière



Photo 35 : Mesure du volume articulaire au mètre de couturière

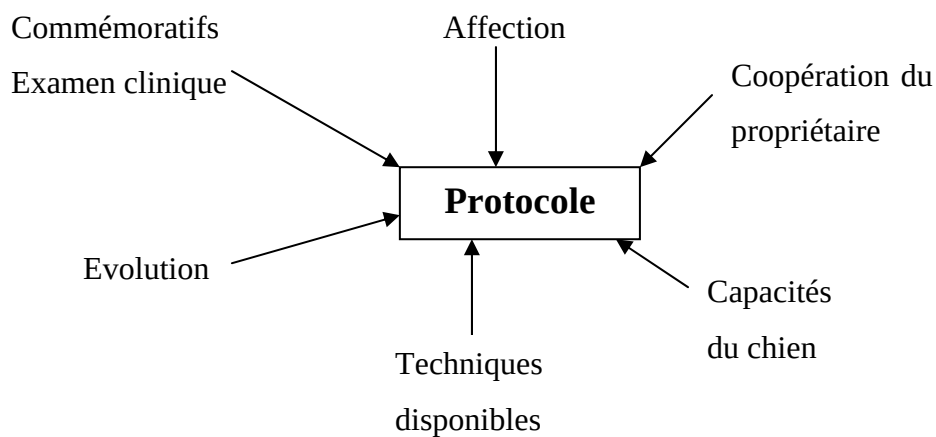


Photo 36 : Mesure de l'angle articulaire au goniomètre



Les techniques de physiothérapie permettent de bonnes améliorations des atteintes locomotrices chez les carnivores domestiques. Le travail coordonné du vétérinaire traitant, du physiothérapeute et du propriétaire optimise les chances de réussite et de récupération de l'animal. La conception d'un protocole de rééducation fonctionnelle dépend de nombreux éléments présentés à la figure 14.

Figure 14 : Eléments intervenant dans la conception d'un protocole de rééducation fonctionnelle



3^{ème} partie :

**Propositions de protocoles de physiothérapie
concernant des affections orthopédiques**

La rééducation fonctionnelle chez les carnivores domestiques intéresse essentiellement, et presque exclusivement, les troubles de la fonction locomotrice, alors qu'en médecine humaine elle trouve sa place dans bien d'autres domaines comme la cardiologie, la pneumologie ou la gynécologie.

L'objectif de cette troisième partie est de donner pour les principales affections orthopédiques rencontrées chez les carnivores domestiques, un plan de physiothérapie qui s'appuie sur les techniques précédemment étudiées. Ces propositions de protocoles, maintenant utilisés à l'Unité de Médecine de l'Élevage et du Sport, constituent des bases de travail à adapter en fonction des particularités de l'animal. En effet, un protocole de rééducation fonctionnelle n'est pas figé. Il doit être adapté à chaque animal et être modifié en fonction de l'évolution de l'affection.

Remarque : la numérotation des semaines correspond, sauf indications contraires, au nombre de semaines post-opératoires.

Le patient arthrosique

Les patients souffrant d'arthrose entrent dans un cercle vicieux. En effet leur activité physique est limitée car ils ressentent de la douleur. Leur système locomoteur est alors moins stimulé ce qui facilite l'apparition de modifications articulaires (diminution de la flexibilité articulaire, développement de l'ankylose et diminution de l'amplitude de mouvement). Ces dernières accentuent la douleur ressentie par l'animal qui va alors limiter ses déplacements.

Le traitement classique de l'arthrose repose sur des mesures diététiques, visant à stabiliser ou à réduire le poids (49), des médications anti-inflammatoires et une adaptation des conditions de vie à l'état de l'animal. La physiothérapie trouve toute sa place dans la gestion de cette affection, permettant même de ralentir le développement de l'arthrose.

A. Les techniques de physiothérapie exploitables chez le chien arthrosique

1) Les exercices

Avant les années 1980, on déconseillait aux patients souffrant d'arthrose de faire des exercices en prétextant que ces derniers augmentaient la douleur et accéléraient les lésions du cartilage articulaire. Actuellement, tous les auteurs considèrent le mouvement comme un élément important de la thérapie anti-arthrosique (46). En effet, des exercices modérés permettent de ralentir le développement de l'arthrose car ils limitent la prise de poids, ils maintiennent la dynamique métabolique articulaire et ils développent la masse musculaire qui contrebalance le mauvais fonctionnement articulaire.

a) Les précautions à prendre

Il faut tout d'abord s'assurer que l'instabilité articulaire responsable du développement de l'arthrose a été correctement corrigée. Puis on choisit des exercices adaptés au patient arthrosique. En effet, certaines activités sportives accélèrent le développement de l'arthrose car elles imposent des traumatismes répétés aux articulations.

Un patient arthrosique ne doit pas faire d'exercices intensifs car le processus inflammatoire articulaire risque de s'intensifier. Des exercices réguliers et de faible intensité, plusieurs fois dans la semaine, sont privilégiés à un travail intensif en une seule fois. De plus, si le chien sort d'une période d'inactivité, il doit reprendre les exercices de manière très progressive.

b) Les types d'exercice

L'exercice idéal est celui qui apporte des bénéfices sans causer d'inconfort, le chien ne doit pas présenter de douleur après l'exercice. Pour cela :

- Il faut privilégier les exercices ayant peu d'impact sur les articulations. La natation est ainsi la solution idéale.
- La marche, le trot voire la course sont tout à fait praticables par ces chiens. Selon le degré d'atteinte des articulations et la douleur ressentie par l'animal, on module l'intensité de ces exercices.
- On peut proposer la réalisation de montées et de descentes de pente ou d'escaliers afin d'assurer le développement musculaire. Ces exercices sont très dépendants des sensations de l'animal.
- Il faut pratiquer des mouvements passifs avant et après les exercices actifs afin d'échauffer correctement l'ensemble du système locomoteur puis d'assurer un retour optimal au repos.

2) La thermothérapie

La thermothérapie augmente la circulation sanguine locale, diminue les spasmes musculaires, relâche les tissus de la capsule articulaire et soulage la douleur.

Pour diminuer les raideurs articulaires du matin, on peut envisager de mettre des bouillottes d'eau chaude sous la couverture, voire de faire dormir le chien sur une couverture à circulation d'eau tiède.

3)

La cryothérapie

L'application superficielle de froid diminue la circulation sanguine locale par vasoconstriction. Cela aide à réduire les effets de l'inflammation, à diminuer les hémorragies et à ralentir le métabolisme. La cryothérapie est ainsi un traitement intéressant à mettre en oeuvre après la réalisation des exercices actifs pour diminuer les effets de l'inflammation.

4) Les massages

Dans le cas de l'arthrose, les objectifs du massage sont de relaxer les tissus mous, de diminuer les spasmes musculaires, d'augmenter la flexibilité musculaire, et d'améliorer les circulations sanguine et lymphatique.

On préconise un massage tôt le matin pour détendre les structures au réveil, et le soir pour soulager la tension accumulée dans les muscles durant la journée. Les manœuvres conseillées par Hourdebaigt et Seymour (35) sont les pétrissages.

5) L'électrothérapie

L'ESNM permet d'augmenter, ou tout du moins de stabiliser, le volume musculaire qui compense le mauvais fonctionnement articulaire.

B. Les limites de la physiothérapie dans le traitement de l'arthrose

Les améliorations et les progrès de l'animal ne sont que rarement spectaculaires dans le cas de l'arthrose. La physiothérapie permet essentiellement de ralentir la dégénérescence du cartilage articulaire et surtout aide l'animal à supporter les conséquences douloureuses de l'arthrose. Les propriétaires peuvent ressentir tout cela comme un échec et abandonner cette thérapie.

C.

Le cas du chat arthrosique

L'arthrose a peu de conséquences chez le chat, en effet son faible poids n'impose qu'une charge légère aux articulations. L'augmentation de la médicalisation des chats associée à une augmentation de la population féline en France (11) laisse entrevoir une possibilité de développement de la gériatrie féline. Dans les années à venir, la demande de prise en charge des chats arthrosiques est ainsi susceptible de croître.

Les manifestations cliniques de l'arthrose chez le chat sont essentiellement une modification de comportement (anorexie, dépression, agressivité quand on le touche), des difficultés à sauter et à monter les escaliers.

La gestion de l'arthrose chez le chat repose sur une adaptation du régime alimentaire, une modification des conditions environnementales et un contrôle de la douleur par traitements médicamenteux (30). Le recours à la physiothérapie reste limité, il est en effet difficile de contrôler l'exercice chez le chat. La meilleure solution est d'adapter son environnement pour lui permettre de se déplacer facilement. Les applications superficielles de chaleur ou d'ultrasons sont en revanche envisageables chez les individus manipulables.

La dysplasie de la hanche

La physiothérapie post-opératoire :

L'objectif est de diminuer le temps de récupération post-opératoire et d'améliorer les résultats de l'intervention chirurgicale

semaine	traitement
Pré-opératoires	• Modification de l'environnement. • Perte ou stabilisation du poids. • Exercices passifs quotidiens des hanches et des membres postérieurs. • Massages quotidiens : ils aident à soulager la douleur et la tension musculaire. On se concentre sur le bas du dos et sur les muscles quadriceps fémoraux et ischio-jambiers. • ESNM des muscles fessiers et des quadriceps fémoraux ou des ischio-jambiers. • Exercices actifs progressifs, natation.
1	• Application de poches de froid durant les 48-72 premières heures. • Traitement anti-inflammatoire adapté. • Massages. • Exercices passifs quotidiens des hanches et des membres postérieurs. • Poursuite de l'ESNM. • Marches en laisse de courtes durées.
2	• Application de poches de chaleur avant la réalisation des exercices s'il existe une restriction d'amplitude articulaire. • Exercices passifs quotidiens des hanches et des membres postérieurs. • Poursuite de l'ESNM. • Exercices actifs progressifs en durée et en intensité. • Natation dès le retrait des points cutanés.
3 et suivantes	• Application superficielle de chaleur, exercices passifs, ESNM si nécessaire. • Exercices actifs et natation progressifs en durée et intensité.

La physiothérapie conservatrice :

En l'absence de traitement chirurgical, un plan de rééducation fonctionnelle peut être proposé au patient arthrosique.

semaine	traitement
1	• Application superficielle quotidienne de chaleur sur les hanches et les cuisses, puis mobilisations passives. • Traitement anti-inflammatoire si nécessaire. • Massages : masser tôt le matin pour détendre les structures et le soir pour soulager l'ensemble des tensions accumulées dans les muscles. • ESNM du muscle quadriceps fémoral ou des ischio-jambiers. • Exercices actifs quotidiens selon la tolérance du chien. • Application superficielle quotidienne de froid après les exercices actifs.
2 à 4	• Même protocole en augmentant l'intensité et la durée des exercices. • les montées et les descentes d'escaliers sont incorporées. • Natation.
5 à 12	Même protocole en augmentant l'intensité et la durée des exercices, en incorporant des séances de jeux et de courses.
12 et suivantes	• Continuer les exercices actifs avec la même intensité pour maintenir les acquis des semaines précédentes. • Réévaluation régulière pour adapter le traitement.

La luxation de la rotule

Semaine	Thérapie
Pré-opératoire	• ESNM du muscle quadriceps fémoral. • Massage du membre affecté et du dos pour diminuer les tensions.
1	• Application superficielle de froid durant les 48-72 premières heures. • Traitement anti-inflammatoire adapté. • Massage des muscles tendus (et surtout pas de l'articulation). • Mobilisation passive quotidienne du genou. • ESNM quotidienne du muscle quadriceps fémoral à intensité très faible (contractions à peine visibles). • Courtes promenades en laisse 2 à 3 fois par jour.
2	• Mobilisation passive quotidienne du genou. • Massages. • Application superficielle de chaleur si des contractures musculaires apparaissent. • ESNM du muscle quadriceps fémoral d'intensité plus élevée. • Promenades plus longues en laisse 2 à 3 fois par jour.
3	• Mobilisation passive quotidienne du genou. • Massages. • ESNM d'intensité suffisante pour induire des contractions musculaires. • Natation 2 à 3 fois par semaine. • Exercices actifs : commencer le trot et les montées de plans inclinés.
4 et suivantes	• Mobilisation passive du genou, massages, application superficielle de chaleur et ESNM selon les besoins. • Natation 2 à 3 fois par semaine. • Exercices actifs progressifs. • Réévaluation régulière pour adapter la progression des exercices.

La fracture d'un os long

semaine	thérapie
Pré-immobilisation	Limitier les réactions inflammatoires grâce à l'application superficielle de froid.
1 à 3	• Traitement anti-inflammatoire adapté. • Mobilisations passives des articulations adjacentes avec application superficielle préalable de chaleur si nécessaire. • ESNM à faible intensité insuffisante pour mobiliser les fragments osseux (contractions musculaires à peine perceptibles) si plâtre fenestré. • Massage du membre contro-latéral et des zones de tensions. • Marches en laisse de courte durée.
4	• Radiographie de contrôle : évaluation de la cicatrisation osseuse. • Mobilisations passives des articulations avec application superficielle préalable de chaleur si nécessaire. • Massages du membre affecté et des zones de tension. • ESNM d'intensité plus élevée pour permettre la contraction musculaire si retrait du système de contention. • Marche en laisse de courte durée 3 fois par jour.
5-6	• Mobilisations passives, massages, application superficielle de chaud si nécessaire. • Natation 2 à 3 fois par jour. • Exercices actifs en laisse, puis progressivement marche et trot.
7 et suivantes	• Radiographie de contrôle. • Progression des exercices actifs.

La rupture du ligament croisé crânial du genou

semaine	thérapie
1	• Application superficielle de froid autour de l'incision durant les 48-72 premières heures. • Massage des zones de tension. • Marche en laisse de courte durée 3 fois par jour.
2	• Application superficielle de chaleur si contractures musculaires. • Mobilisations passives quotidiennes. • Massages. • ESNM de faible intensité du muscle quadriceps fémoral. • Marches en laisse de courte durée 3 fois par jour.
3	• Application superficielle de chaleur si contractures musculaires. • Mobilisations passives quotidiennes. • Massages. • ESNM permettant la contraction musculaire. • Marche en laisse de courte durée 3 fois par jour.
4 et 5	• Application superficielle de chaleur, mobilisations passives, massages si nécessaire. • ESNM. • Natation 2 à 3 fois par semaine. • Marche en laisse et intensification des exercices actifs en excluant les montées et descentes des escaliers.
6 et suivantes	• Progression des exercices actifs. Exercices en laisse stricts durant 8 semaines post-opératoires. Dès la 9^{ème} semaine, exercices libre dirigés. • Natation.

La réinnervation du plexus brachial suite à une avulsion

période	
1 ^{er} mois	• ESNM quotidienne sur les muscles dénervés ou atrophiés selon la récupération de l'animal. • Massages, mobilisations passives, stimulation des appuis. • Natation en bains tièdes si l'inflammation a disparu.
2 ^{ème} mois et suivants	• Réévaluation régulière de la récupération. • Poursuite du traitement précédent.

Hémilaminectomie sur hernie discale

semaine	thérapie
1 et 2	• traitement anti-inflammatoire adapté. • Mobilisations passives des postérieurs. • ESNM des muscles lombaires. • ESNM du muscle quadriceps fémoral si les postérieurs sont fléchis. • ESNM des muscles ischio-jambiers si les postérieurs sont tendus vers l'avant. • Stimulation des réflexes et de la position debout.
3	• Mobilisations passives des postérieurs. • ESNM des muscles lombaires. • ESNM du muscle quadriceps fémoral ou des ischio-jambiers. • Stimulation des réflexes et de la position debout. • Natation : surveiller la position pour ne pas accentuer les lésions. • Si le chien est ambulateur : marches quotidiennes de courte durée avec dispositif de soutien adapté. • Si le chien n'est pas ambulateur : mobilisations passives dans l'eau.
4 et suivantes	• Mobilisations passives des postérieurs. • ESNM. • Stimulation des réflexes. • Progression régulière de l'intensité des exercices selon l'évolution de l'animal : la récupération nerveuse étant variable d'un animal à l'autre et pouvant demander beaucoup de temps.

Les lésions tendineuses

Les lésions tendineuses présentent une évolution en trois étapes :

- La phase inflammatoire : elle est très douloureuse, la physiothérapie doit permettre de diminuer les conséquences de l'inflammation pour orienter au mieux l'évolution du tendon.
- La phase de fibroplasie : il ne faut pas appliquer de contrainte sur le tendon ni provoquer de fatigue musculaire, mais aider à une cicatrisation solide.
- La phase de restructuration : il faut permettre une remise en charge progressive du tendon pour obtenir une réorganisation bien orientée des fibres tendineuses.

La rupture tendineuse traitée chirurgicalement

période	traitement
Les 3 premières semaines	• Immobilisation en position de décharge. • Traitement anti-inflammatoire adapté. • Massage des zones de tension. • Mobilisation passives des articulations n'ayant pas de lien avec le tendon. • ESNM : impulsions de 0,3 ms, rectangulaires, compensées avec une électrode sur le tendon et la seconde sur le point moteur, la fréquence est de 15 à 30 MHz et l'intensité ne permet que des contractions à peine visibles.
Jusqu'à 3 mois	• Immobilisation souple. • Massage des zones de tension. • Exercices passifs de l'articulation. • ESNM : augmenter progressivement l'intensité pour permettre des contractions musculaires douces.
Jusqu'à 1 an	Phase de maturation de la cicatrice. • Exercices passifs de l'articulation. • Exercices actifs progressifs sur 1 an.
Au delà d'1 an	• Exercices progressifs pour une récupération optimale de l'activité physique.

L'arthrodèse de l'épaule

Semaine	Thérapie
1	• Application de poches de froid durant les 48-72 premières heures. • Traitement anti-inflammatoire adapté. • Massages des muscles adjacents. • Mobilisations passives des articulations adjacentes. • Promenades en laisse courte.
2 et 3	• Massages. • Mobilisations passives des articulations adjacentes. • ESNM du muscle triceps brachial. • Promenades en laisse courte.
4 suivantes	• Massages, mobilisations passives. • ESNM du muscle triceps brachial à intensité plus élevée. • Exercices actifs en laisse progressifs selon l'évolution de l'animal. • Natation.

Conclusion générale

La rééducation fonctionnelle vise à permettre à un patient de recouvrer au mieux l'usage de ses facultés locomotrices, en s'appuyant sur des techniques manuelles et instrumentales. La physiothérapie ne demande pas de gros investissements matériels, et peut ainsi trouver sa place dans le cadre d'un exercice libéral vétérinaire. Les propriétaires jouent d'ailleurs un rôle fondamental dans le traitement, l'importance de leur implication conditionnant l'évolution de la récupération, attendue souvent sur plusieurs semaines ou mois.

Depuis quelques années, la physiothérapie est l'objet d'un intérêt accru dans le domaine des activités liées au chien de sport et d'utilité. Celles-ci nécessitent en effet la mise en place de nouveaux traitements à même de conduire à une récupération rapide et optimale des fonctions, mais aussi de prévenir les accidents ou traumatismes. La rééducation fonctionnelle présente l'avantage de s'appuyer sur des agents thérapeutiques dépourvus de risque iatrogène, sans être des substances médicamenteuses interdites par une éventuelle réglementation antidopage. De plus, elle se révèle être une aide à l'entraînement particulièrement intéressante : développement de la musculature, amélioration des capacités cardio-respiratoires, meilleure préparation à l'effort.

Quant au chat, même s'il semble peu concerné par cette thérapie au vu de ses capacités de récupération étonnantes, il peut être intéressant de tenter la mise en pratique de ces techniques sur des individus bien socialisés et coopératifs.

En se basant sur la bibliographie et notre expérience personnelle, nous avons mis au point des protocoles de traitement pour les affections orthopédiques les plus courantes. Ils sont mis en œuvre quotidiennement au sein de l'Unité de Médecine de l'Élevage et du Sport, et nous prouvent régulièrement leur faisabilité et leur efficacité. A l'image de ces centres de rééducation canine retrouvés aux Etats-Unis, en Suisse ou en Italie, il est probable qu'une demande croissante de cette "nouvelle" thérapie fera se multiplier à l'avenir des structures similaires en France.

Bibliographie

1. ABEILLON G., AUCLAIR J., DOMENACH M. *Traumatologie et rééducation en médecine du sport, précis d'orthopédie médicale*. Paris: Arnette, 1992, 348 p.
2. ALLAIN Y. M., MALLET R., TUCHAIS C., TOUSSAINT Y. La physiothérapie en médecine du sport. *Cinésiologie*, 1986, **25**(108), 263-288.
3. ANONYME. *Principes fondamentaux de l'électrostimulation*. Ecublens: Compex, 1990, 24 p.
4. BANSAL P. S., SOBTI V. K. Effects of ultrasound therapy on the healing of experimental muscular injury in dogs. *Indian Vet. J.*, 1991, **68**, 960-962.
5. BARDET J. F. Contracture du quadriceps et maladie fractuaire : physiothérapie et traitement. *PMCAC*, 1991, **26**(3), 271-275.
6. BARLAS D., HOMAN C. S., THODE H. C. In vivo tissue temperature comparison of cryotherapy with or without external compression. *Ann. Emerg. Med.*, 1996, **28**(4), 436-439.
7. BIGARD A. X., CANON F., GUEZENNEC C. Y. Electrostimulation : révélateur de l'adaptation musculaire. 1ère partie : les courants de basse fréquence. *EquAthlon*, 1993, **5**(17), 8-10.
8. BULTEUX J. *Kinésithérapie, techniques de mobilisation*. Paris: SIMEP, 1988, 120 p.
9. CLARK B., MAC LAUGHLIN R. M. Physical rehabilitation in small-animal orthopedic patients. *Vet. Med.*, 2001, **96**(3), 234-247.
10. COLE A. J., EAGLESTON R. A. The benefits of deep heat, ultrasound and electromagnetic diathermy. *Phys Sports Med*, 1994, **22**(2), 77-88.
11. COLLECTIF. Les français et leurs chats. *Animal distribution*, 2001, **1**, 8-68.
12. COMMANDRÉ F. A., FISH F. Douleur, cryothérapie et sport. *Médecine du sport*, 1997, **71**(1), 5-11.

13. CREPON F., DARY M. *Courants unidirectionnels et diélectrolyse*. 2ème ed. Suresnes: Laboratoires Aron, 1992, 20 p.
14. DAVID P. E. Racing performance in Greyhounds : manipulation, traction, tissu mobilization and sustained stretch exercices *In*: BLOOMBERG M. S., DEE J. F. and TAYLOR R. A., eds. *Canine sports medicine and surgery*. Philadelphia: WB. Saunders Company, 1998, 275-295.
15. DE BISSCHOP G., BENCE Y. Les amyotrophies non neurogènes du quadriceps en médecine du sport. *Médecine du sport*, 1996, **70**(5), 231-235.
16. DE BISSCHOP G., DE BISSCHOP E., COMMANDRÉ F. *Electrophysiothérapie*. Paris: Masson, 1999, 194 p.
17. DELISA J. A. Practical use of therapeutic physical modalities. *AFP*, 1983, **27**(5), 129-139.
18. DENEUCHE B. *Essai d'électrodiagnostic et d'électrothérapie chez le chien*. Th. Doct. Vet., Lyon, 1972, 130 p.
19. DENOIX J. M., PAILLOUX J. P. *Approche de la kinésithérapie du cheval*. 2ème ed. Paris: Maloine, 1989, 291 p.
20. DOWNER A. Ultrasound therapy for animals. *Mod. Vet. Pract.*, 1976, **57**(7), 523-526.
21. DOWNER A. Cryotherapy for animals. *Mod. Vet. Pract.*, 1978, **59**(9), 659-662.
22. DOWNER A. Conductive heat therapy. *Mod. Vet. Pract.*, 1979, **60**(7), 525-527.
23. DOWNER A. Underwater exercise for animals. *Mod. Vet. Pract.*, 1979, **60**(2), 115-118.
24. DUIVON-LAUDE V. *Physiothérapie et affections de l'appareil locomoteur chez le chien : données bibliographiques et essais cliniques*. Th. Doct. Vét., Lyon, 1993, 158 p.
25. EINSINGBACH T., KLÜMPER A., BIEDERMANN L. *Physiothérapie sportive et rééducation*. Paris: Vigot, 1990, 291 p.
26. FELIX J. Techniques de transfert d'énergie dans les pratiques sportives. *Médecine du sport*, 1994, **68**(5), 256-259.

27. GODDARD P. J. General principles. *Veterinary Ultrasonography*. Cambridge: Cab. International, 1995, 1-10.
28. GRANDJEAN D., MOQUET N., TOURTEBATTE A. K., *et al.* *Guide pratique du chien de sport et d'utilité*. Paris: Groupe Royal Canin, 1999, 416 p.
29. HALVORSON G. A. Therapeutic heat and cold for athletic injuries. *Phys. Sports Med.*, 1990, **18**(5), 87-95.
30. HARDIE E. M. Management of osteoarthritis in cats. *Vet. Clin. North Am. (Small Anim. Pract.)*, 1997, **27**(4), 945-953.
31. HERISSON C. H., SIMON L. *Hydrothérapie et kinébalnéothérapie*. Paris: Masson, 1987, 180 p.
32. HERRING S. A. Rehabilitation of muscle injuries. *Medecine and science in sports and exercise*, 1990, **22**(4), 453-456.
33. HOLCOMB W. R. A practical guide to electrical therapy. *J. Sport Rehabil.*, 1997, **6**, 272-282.
34. HOOGLAND R. *Ultrasonotherapie*. Holland: Delft instruments physical medicine BV, 1991, 35 p.
35. HOURDEBAIGT J. P., SEYMOUR S. L. *Massage canin*. Paris: Vigot, 2000, 173 p.
36. JANSOONE S. Vos muscles sous tension ! *Triathlete*, 1998, **129**, 38-40.
37. JOHNSON J. M., JOHNSON A. L., PIJANOWSKI G. J., KNELLER S. K., SCHAEFFER D. J., EURELL J. A., *et al.* Rehabilitation of dogs with surgically treated cranial cruciate ligament-deficient stifles by use of electrical stimulation of muscles. *AJVR*, 1997, **58**(12), 1473-1478.
38. KAUL M. P., HERRING S. A. Superficial heat and cold : how to maximize the benefits. *Phys. Sports Med.*, 1994, **22**(12), 65-73.
39. LANG D. C. Ultrasonic treatment of musculoskeletal conditions in the horse, dog and cat. *Vet. Rec.*, 1980, **24**, 427-431.
40. LEBALLUE D. *Théorie massage*. Graduat en Kinésithérapie, Graduat en Ergothérapie., Liège, 1997.

41. LEBALLUE D. Hydrothérapie. Graduat en Kinésithérapie, Graduat en Ergothérapie, Liège, 1998.
42. LECOUFFE B. *Utilisation des ondes électromagnétiques en pratique canine*. Th. Doct. Vet., Alfort, 1984, 56 p.
43. LEHMANN J. F. *Therapeutic heat and cold*. 4th ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1990, 120 p.
44. LOHRER H., KARVOUNIDIS C. *Le massage du sportif*. Paris: Vigot, 1997, 48 p.
45. MAÏ W. Echographie en médecine vétérinaire canine et féline, bases physiques et applications. polycopié d'enseignement, ENVL, 1997.
46. MILLIS D. L., LEVINE D. The role of exercise and physical modalities in the treatment of osteoarthritis. *Vet. Clin. North Am. (Small Anim. Pract.)*, 1997, **27**(4), 913-930.
47. PORTER M. Therapeutic ultrasound in Veterinary Ultrasonography *In*: GODDARD P. J., ed. *Veterinary Ultrasonography*. Cambridge: Cab International, 1995, 303-313.
48. PRINS J., CUTNER D. Aquatic therapy in the rehabilitation of athletic injuries. *Clinics in sports medicine*, 1999, **18**(2), 447-461.
49. RICHARDSON D. C., SCHOENHERR W. D., ZICKER S. C. Nutritional management of osteoarthritis. *Vet clin. North Am. (Small Anim. Pract.)*, 1997, **27**(4), 883-908.
50. ROBIN Y. *La rééducation du chien paraplégique*. Paris: Encyclopédie Vétérinaire, 1992, Neuro-chirurgie 1200, 3 p.
51. ROQUES C. F., MARQUE P. Electrostimulation à visée motrice *In*: BOILEAU G., GENTY M. et THOUMIE P., eds. *Les stratégies de renforcement musculaire*. Paris: Frison-Roche, 1995, 61-66.
52. TANGNER C. H. Physical therapy in small animal patients : basic principles and applications. *Compend. Cont. Educ. Pract. Vet.*, 1984, **6**(10), 933-936.
53. TAYLOR R. A. Physiothérapie en médecine du chien de sport. *Rec. Méd. Vét.*, 1991, **167**(7/8), 799-805.

54. TAYLOR R. A. Postsurgical physical therapy : the missing link. *The compendium small animal*, 1992, **64**(12), 1583-1593.
55. TAYLOR R. A., LESTER M., GANNON J. R. Physical therapy in canine sporting breeds *In*: BLOOMBERG M. S., DEE J. F. and TAYLOR R. A., eds. *Canine sports medicine and surgery*. Philadelphia: WB Saunders Company, 1998, 265-274.
56. VALDENAIRE K *Utilisation du massage chez le chien lors d'affections de l'appareil locomoteur*. Th. Doc. Vét., Alfort, 1999, 70p.

PHYSIOTHERAPY IN DOMESTIC CARNIVORES : LITERATURE REVIEW AND DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL REHABILITATION PROTOCOLS

RIVIERE SARAH

SUMMARY : The physical therapy is defined as a group of treatments based on the use of physical agents. It relieves pain, it limits the undesirable consequences of inflammation and immobilization, and it can restore locomotion activity after a traumatism. In addition, it can also be used as a preventive therapy. Physiotherapy is essential in the orthopaedic treatment of human patients , and in the last few years it is used in the therapy of domestic carnivores. Therefore, an in depth knowledge of the different modalities, of their indications and practical utilization, is necessary for its development. Physiotherapy consultations include certain compared to other types of consultation which help in obtaining a successful outcome for functional rehabilitation. In the Breeding and Sports Medicine Unit, orthopaedic rehabilitation protocols are used daily and offer good results. Most of them are described in this work.

KEY WORDS : physiotherapy, exercise, massage, hydrotherapy, electrical therapy, dog, cat

JURY :

President : Pr.

Director : Mr Grandjean Dominique

Assessor: Mr Mailhac Jean-Marie

Author's Address :

124 allée du 1^{er} Vapeur, les Escardines 62215 Oye-Plage

**LA PHYSIOTHERAPIE CHEZ LES CARNIVORES DOMESTIQUES :
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE ET ELABORATION DE PROTOCOLES DE
REEDUCATION FONCTIONNELLE**

RIVIERE SARAH

RESUME : La physiothérapie se définit comme l'ensemble des traitements reposant sur l'utilisation d'agents physiques. Elle permet de soulager la douleur, de limiter les conséquences de l'inflammation et de l'immobilisation, et de restaurer l'activité locomotrice suite à un traumatisme. Elle peut également être mise en œuvre à titre préventif. Complément essentiel des traitements orthopédiques en médecine humaine, la physiothérapie fait partie depuis quelques années de la thérapeutique des carnivores domestiques. Ainsi, une bonne connaissance des différentes techniques mises en œuvre, de leurs indications et de leur utilisation pratique est nécessaire à son développement. De plus, la consultation de rééducation fonctionnelle présente des particularités utiles à connaître pour mener au mieux cette thérapie. A l'Unité de Médecine de l'Elevage et du Sport, différents protocoles de rééducation orthopédique sont quotidiennement mis en pratique et offrent des résultats satisfaisants. La plupart d'entre eux sont détaillés dans ce travail.

MOTS CLEFS : physiothérapie, rééducation fonctionnelle, kinésithérapie, massage, hydrothérapie, électrothérapie, chien, chat

JURY :

Président : Pr.

Directeur : M. Grandjean Dominique

Assesseur : M. Mailhac Jean-Marie

Adresse de l'auteur :

124 allée du 1^{er} Vapeur, les Escardines 62215 Oye-Plage