



Thierry Poitte

Clinique vétérinaire, 8, rue des Culquoilès,
La Croix-Michaud, 17630 La Flotte-en-Ré
Clinique vétérinaire,
9, avenue du Général-de-Gaulle,
17410 Saint-Martin-de-Ré

0,05 CFC
par article lu

LASER THÉRAPEUTIQUE

Indications thérapeutiques du rayonnement laser

L'usage du laser thérapeutique est notamment indiqué lors d'arthrose, de gingivo-stomatite féline, ou pour favoriser la cicatrisation des plaies, seul ou en association avec d'autres traitements.

Résumé

► Les affections chroniques inflammatoires et douloureuses peuvent bénéficier des propriétés de la thérapie laser. Les actions antalgique, anti-inflammatoire et régénératrice

sont utiles pour la prise en charge de l'arthrose, des tendinites, des plaies et du complexe gingivo-stomatite félin. D'autres applications, comme la consolidation de fractures et

la régénération nerveuse, seraient envisageables. Différentes doses et protocoles sont présentés dans l'article. Les précautions d'emploi sont précisées.

La suractivation des chondrocytes libère des enzymes (métalloprotéases) détruisant la matrice cartilagineuse et relarguant des fragments à l'origine d'une synovite, pourvoyeuse de cytokines et de prostaglandines pro-inflammatoires. Des boucles pathogéniques auto-entretenues mettent en relation le cartilage, la membrane synoviale et l'os sous-chondral, généralisant l'atteinte cartilagineuse à l'intégralité de l'articulation.

DOULEUR ASSOCIÉE

La douleur associée à l'arthrose est protéiforme dans son expression et multifactorielle dans son origine : décollement périosté par les ostéophytes, microfractures de l'os sous-chondral, inflammation synoviale, contractures

Les propriétés antalgiques, anti-inflammatoires et cicatrisantes du laser thérapeutique peuvent être exploitées avec profit dans de nombreuses indications, notamment dans les affections chroniques invalidantes. Ces recommandations sont d'autant plus justifiées que la chronicisation s'accompagne toujours d'une sensibilisation de la douleur (hyperalgésie et allodynie), ainsi que de mécanismes inflammatoires auto-entretenus.

1 Affections chroniques ou récidivantes

Arthrose

L'arthrose est la résultante chronique de stress mécaniques (hyperpression) et de dysfonctionnements métaboliques déstabilisant l'équilibre entre la synthèse, la réparation et la dégradation du cartilage. Elle apparaît aussi quand un manque de mise en charge aigu des tissus articulaires se produit à la suite d'une entorse ou d'une lésion ligamentaire. Dans ce cas, l'arthrose se développe progressivement au cours des 3 premières semaines, alors que le membre est en suppression d'appui ou en état de décharge. Toute perturbation de la valeur et de l'orientation des contraintes sur les surfaces articulaires peut donc entraîner une arthrose.

Conflit d'intérêts

Activités de formation ou de conseil auprès des entreprises Biokéma, Mikan et Vtrade.



1. Application du faisceau laser sur un trigger point chez un épagneul âgé de 14 ans, en surpoids et atteint d'arthrose.

PHOTO : T. POITTE

musculaires, névralgies, etc. Seul le cartilage articulaire, non innervé, ne participe pas à la genèse de la douleur. Par le soulagement de la souffrance, la réduction de l'inflammation, le relâchement musculaire et la participation à la cicatrisation des tissus lésés, la thérapie laser exerce de multiples actions bénéfiques au cœur de la physiopathologie de l'arthrose, sur l'articulation et les tissus péri-articulaires.

APPLICATION DU FAISCEAU LASER

En mode continu ou ISP (*intense super pulse*, fréquences de 1 à 200 Hz), le faisceau laser doit balayer lentement et perpendiculairement la zone péri-articulaire et la musculature adjacente selon un motif en forme de grille. La main libre vérifie l'absence d'échauffement, et recherche les zones sensibles et atrophiées. En mode ISP et pour des fréquences supérieures (500 à 5 000 Hz), la tête laser est appliquée fermement avec pression pendant plusieurs secondes sur les points de tension et les *trigger points* (figures 1 et 2, photo 1). Un embout spécifique de diamètre réduit peut être utilisé sur les points d'acupuncture en respectant une distance de quelques millimètres (laser acupuncture) (figure 3, photo 2).

La thérapie laser est le plus souvent utilisée en phase chronique lors d'arthrose. Les dosages sont de l'ordre de 10 J/cm². Différents protocoles sont préconisés par les fabricants à partir d'études dosimétriques. Après avoir traité une cinquantaine de cas cliniques, nous préférons une fréquence bihebdomadaire, suivie d'un espacement progressif des séances, qui deviennent bimensuelles puis mensuelles (encadrés 1 et 2).

Le traitement laser peut aussi être proposé lors de poussées aiguës. Le mode pulsé est alors utilisé, avec un dosage de 2 à 4 J/cm², appliqué quotidiennement pendant 2 ou 3 jours.

Complexe gingivo-stomatite félin

Le complexe gingivo-stomatite félin est une affection inflammatoire buccale particulièrement invalidante et sujette à de nombreuses récurrences. Caractérisé par une gingivite ou une parodontite, il se complique très souvent de palato-glossite ulcéreuse ou de bucco-stomatite [7]. La douleur est omniprésente, source d'anorexie, de ptyalisme et de troubles comportementaux chroniques orientés vers la dépression ou l'anxiété, avec de fréquentes séquences d'agression.

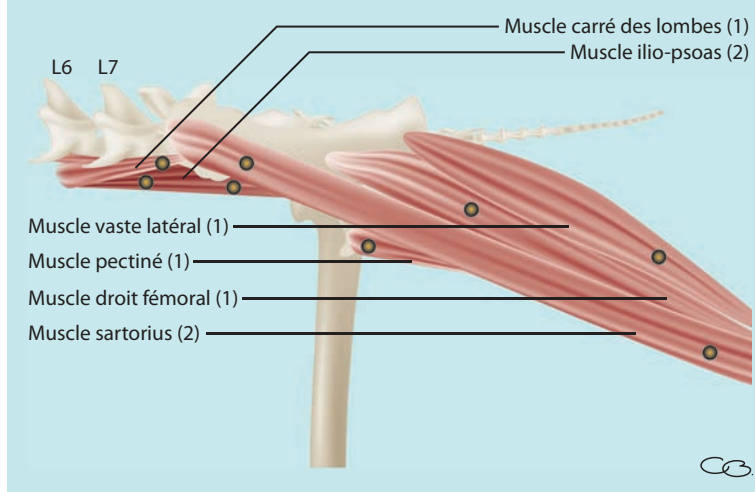
À cette diversité clinique s'ajoute une origine multifactorielle relevant d'une prolifération bactérienne anaérobie, d'une surinfection virale (virus de l'immunodéficience féline [FIV], virus de la leucose féline [FeLV], calicivirus, etc.) et d'un dysfonctionnement immunitaire (hypersensibilité aux antigènes bactériens et viraux).

La thérapie laser est intéressante en raison de l'action antalgique qui se manifeste très rapidement après la première séance, de l'oxygénation des tissus exerçant une activité antibactérienne anaérobie et des multiples effets anti-inflammatoires : réduction des cytokines et des prostaglandines, stimulation des macrophages, augmentation du drainage lymphatique, etc.⁽¹⁾

La résolution des lésions inflammatoires nécessite plusieurs séances. Ainsi, l'auteur a obtenu une rémission

FIGURE 1

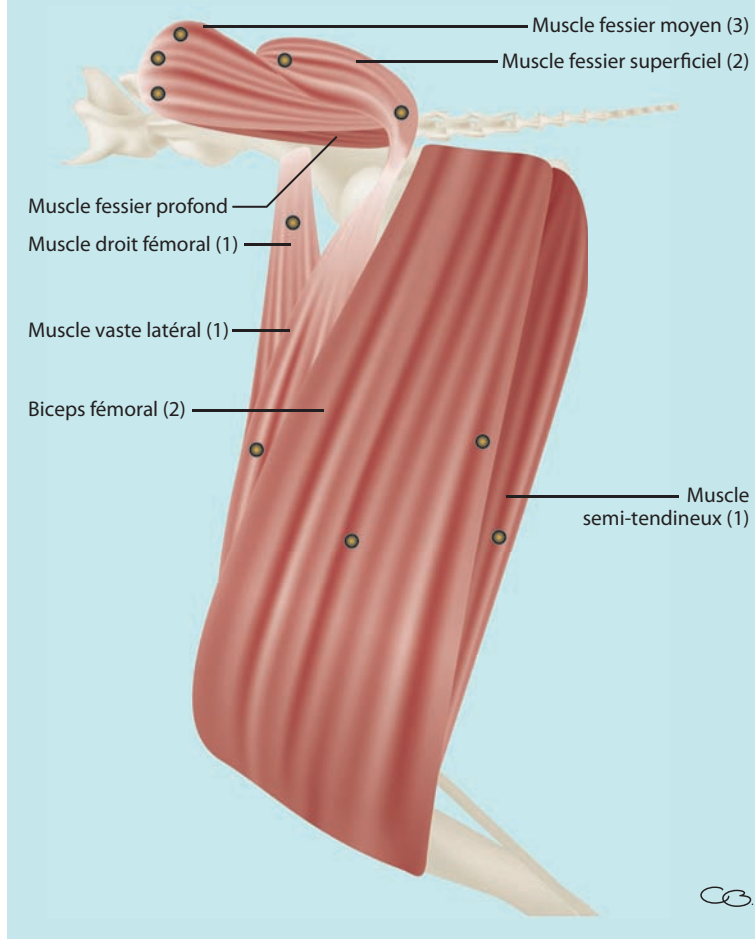
Localisation des trigger points à traiter lors de coxarthrose, vue en extension



Entre parenthèses, le nombre de *trigger points* à traiter pour chacun des muscles concernés.

FIGURE 2

Localisation des trigger points à traiter lors de coxarthrose, vue en flexion



Entre parenthèses, le nombre de *trigger points* à traiter pour chacun des muscles concernés.

(1) Voir l'article "Propriétés thérapeutiques du laser" du même auteur, dans ce numéro.

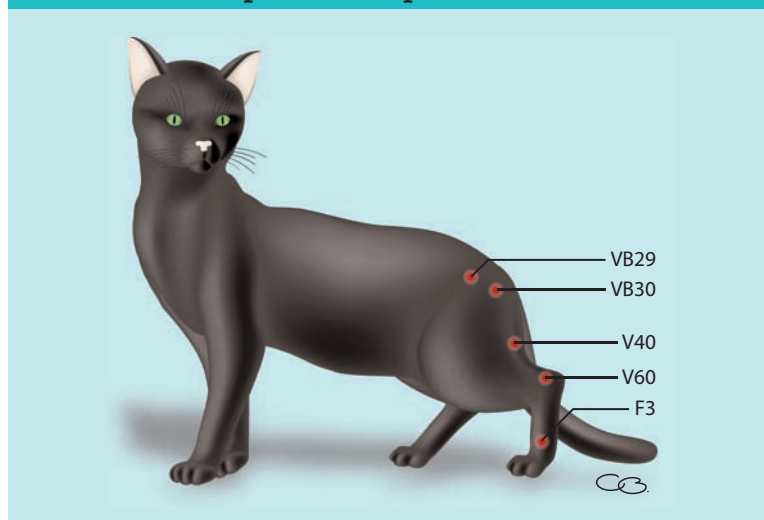
Indications thérapeutiques du rayonnement laser

supérieure à 3 mois dans 67 % des cas chez 12 chats atteints, en l'absence de tout traitement anti-inflammatoire concomitant (anti-inflammatoires non stéroïdiens [AINS] ou corticoïdes), une injection retard d'antibiotique (céfotaxime à la dose de 8 mg/kg) ayant cependant été effectuée (**encadré 3, photos 4a et 4b**).

L'utilisation de l'embout buccal de précision permet de focaliser le faisceau laser sur une surface réduite d'accès difficile. Le temps d'application est alors légèrement majoré en raison d'une diminution de la puissance délivrée (**photo 5**).

FIGURE 3

Points d'acupuncture à traiter lors de coxarthrose, par exemple chez le chat



- > VB29 et VB30, de part et d'autre du grand trochanter.
- > V40, au centre du creux poplité.
- > V60, au centre du triangle épiphyse distale tibiale, calcanéum et corde du jarret.
- > F3, dans l'espace entre les métatarsiens III et IV.

ENCADRÉ 1

Essai clinique chez des animaux atteints d'arthrose

Nous avons mené des essais cliniques dans les structures vétérinaires de l'île de Ré, à l'aide d'un K-Laser cube® 8 W (laser de classe IV, considéré comme un laser *low level therapy*, car les énergies appliquées restent faibles, au maximum 10 J/cm², au regard des lasers chirurgicaux, par exemple). Les résultats ont été objectivés par des scores d'évaluation. Cinquante-deux cas d'arthrose canine (485 séances) ont été évalués par un score de boiterie et une grille d'Helsinki (composantes fonctionnelles et comportementales de la douleur). Huit cas d'arthrose féline (64 séances) ont été appréciés par une nouvelle grille dite des champs territoriaux reposant sur le répertoire comportemental du

chat. Celle-ci a été mise au point dans les cliniques de l'île de Ré et est utilisée régulièrement depuis 18 mois [12]. Quatre-vingt-huit pour cent des cas d'arthrose canine ont été améliorés, avec une réduction de plus de 50 % des scores de la grille d'Helsinki. Des mesures de goniométrie ont été réalisées chez 2 chiens présentant des lésions sévères, afin d'évaluer le gain de flexion des articulations après dix séances de laser :

- sur une arthrose des coudes chez un english springer spaniel, l'amplitude de flexion des coudes gauche et droit est passée de 79° et de 71° à 58° et à 50° respectivement (normes de 25° à 36°) ;
- sur une arthrose des carpes chez un setter anglais, l'amplitude de flexion des

carpes gauche et droit est passée de 115° et de 120° à 94° et à 108° respectivement (normes de 32° à 34°).

Dans 78 % des cas, les propriétaires ont accepté le principe d'une séance toutes les 4 à 6 semaines pour profiter des effets cumulatifs du laser et optimiser les chances de stabiliser les symptômes cliniques de l'arthrose. L'observance des séances est élevée, soulignant la motivation et la satisfaction des clients.

Les cas d'arthrose féline ont bénéficié de résultats équivalents, avec une amélioration dans 75 % des cas. Cependant, des séances pérennes n'ont été acceptées que dans 50 % des cas.

2 Phénomènes aigus

Œdèmes

La lumière laser augmente de manière significative la vasodilatation sanguine et lymphatique, et favorise la formation de nouveaux capillaires (angiogenèse), notamment par la stimulation du facteur de croissance endothélial vasculaire (*vascular endothelial growth factor*, VEGF). Elle participe ainsi à un meilleur drainage et à une résolution des œdèmes [4, 5, 10].



2. Stimulation du point VB29 chez un chat européen âgé de 17 ans qui présente une coxarthrose gauche très sévère.

PHOTO : T. POITTE

Des doses de 2 à 4 J/cm² en mode pulsé haute fréquence (500 à 5 000 Hz) sont appliquées une ou deux fois par jour pendant 6 jours [9, 18].

Cicatrisation des plaies

La disponibilité plus rapide de cellules, de facteurs de croissance et de substrats qui offrent une matrice cicatricielle est à la base des processus de guérison des plaies rencontrées lors de traumatismes, de brûlures, d'interventions chirurgicales ou de tout processus inflammatoire (photos 6a à 6e).

La production accrue du facteur de croissance des fibroblastes basiques (*basic fibroblast growth factor*, bFGF), au

même titre que les autres facteurs de croissance (facteur de croissance de transformation, *transforming growth factor* [TGF α , TGF β], et facteur de croissance dérivé des plaquettes, *platelet-derived growth factor*, PDGF), justifie l'action du laser en regard de l'étape vasculaire par l'activation des polynucléaires neutrophiles, luttant ainsi contre l'infection locale.

L'irradiation laser participe également à la phase inflammatoire de la cicatrisation grâce à la stimulation macrophagique, source de détersion locale par l'activité phagocytaire.

L'application de faibles puissances (2 à 4 J/cm²) stimule la prolifération des fibroblastes et l'angiogenèse, ce qui

ENCADRÉ 2

Cas clinique : Difficultés locomotrices chez un chien

Anamnèse et examen clinique

Un épagneul mâle âgé de 14 ans en surpoids (27 kg) est suivi depuis plusieurs années à la Clinique vétérinaire de La Flotte-en-Ré pour des difficultés locomotrices provoquées par une coxarthrose bilatérale et une mal-articulation lombo-sacrée (photos 3a et 3b). Des recommandations diététiques et des conseils d'exercices modérés accompagnent un traitement anti-inflammatoire prolongé (cimicoxib, 2 mg/kg/j, pendant 6 semaines). Après une phase de rémission de plusieurs mois, l'animal est présenté pour des vomissements liés à la prise des anti-inflammatoires, des douleurs importantes à l'extension lombo-sacrée (contracture de l'iliopsoas) et des troubles proprioceptifs des postérieurs en relation avec une probable oblitération des foramen intervertébraux lombo-sacrés. L'évaluation de la douleur est réalisée grâce à la grille d'Helsinki (score de 27),

et traduit les graves répercussions fonctionnelles et comportementales.

Traitement

La douleur est qualifiée de sévère et un antalgique de palier 2 (tramadol, 100 mg, deux ou trois fois par jour) est prescrit pendant 3 jours, pour traiter la crise aiguë, en association avec un coanalgésique de type anti-NMDA (N-méthyl-D-aspartate) (amantadine, 100 mg/j, pendant 30 jours). Une thérapie laser est associée pour réduire le bruit de fond douloureux, selon le protocole suivant :

- un balayage (mode continu ou ISP, *intense super pulse*) sur les pourtours de l'articulation, et un laser statique (mode pulsé haute fréquence) sur les zones de tension et les *trigger points* (carré des lombes, iliopsoas et pectiné) sont pratiqués (photo 3c) ;
- trois séances sont réalisées la première semaine, deux séances la deuxième semaine, une séance la troisième semaine et, enfin, une séance tous les 15 à 30 jours, selon l'amélioration constatée.

Évolution

L'évolution des scores d'Helsinki a montré une amélioration rapide.

Un mois plus tard, le chien a fait une chute qui a entraîné une crise paroxystique d'arthrose, associée à des troubles proprioceptifs intenses et à un comportement agressif inédit. Le score d'Helsinki est élevé (40) et la douleur est qualifiée de très sévère. L'hospitalisation n'étant pas souhaitée par le propriétaire, une injection de buprénorphine (30 μ g/kg) est effectuée et un morphinique de palier 3 est prescrit en relais (oxycodone, 5 à 10 mg, deux ou trois fois par jour, *per os*) pendant 3 jours. Le soulagement est rapide. Il est alors décidé, en accord avec le propriétaire, de rapprocher les séances de laser pour bénéficier d'un effet analgésique durable. Quatre mois plus tard, le chien continue à recevoir de l'amantadine, ainsi que des séances mensuelles ou bimensuelles de laser.

3a. Épagneul mâle âgé de 14 ans, traité pour une coxarthrose bilatérale.

3b. Radiographie de face du chien de la photo 3a.



3c. Application du faisceau laser statique.



Indications thérapeutiques du rayonnement laser

favorise la formation du tissu de granulation, qui avec l'épithélialisation, constitue la phase de prolifération, troisième étape de la cicatrisation [20].

Enfin, la prolifération et la maturation des cellules épithéliales et endothéliales sont également stimulées [15].

Tendinites

Les tendons sont constitués de tissus conjonctifs spécialisés peu vascularisés. Les fibres de collagène sont organisées en parallèle, selon l'axe longitudinal du tendon. Les fibroblastes (20 % des cellules) sécrètent du collagène et de l'élastine qui représentent, avec la substance fondamentale, 30 % de la matrice extracellulaire, le reste étant composé d'eau.

Les tendinites sont les lésions prédominantes de ce tissu conjonctif spécialisé. Elles associent des microruptures ou une elongation des fibres de collagène, des cicatrifications fibreuses et leur cortège inflammatoire classique : chaleur, rougeur, douleur et œdème. La cicatrisation est lente car au défaut de vascularisation s'ajoutent des longues phases de maturation et de remodelage du collagène, voire des sollicitations exagérées, exercées de manière prématurée sur un tendon insuffisamment consolidé.

ENCADRÉ 3

Essai clinique chez des chats atteints de gingivo-stomatite féline

Sur les 12 chats traités à la clinique, les meilleurs résultats ont été obtenus en administrant 3 à 4 J/cm², deux fois par semaine pendant 15 jours, bouche ouverte, sous anesthésie générale de courte durée (50 µg/kg de médétomidine et 0,4 mg/kg de butorphanol). En cas de résultats encourageants (régression

des signes fonctionnels et des perturbations comportementales, diminution des scores de la grille des champs territoriaux, réduction des lésions macroscopiques), les séances sont répétées toutes les 4 à 10 semaines, puis tous les 3 à 4 mois, en raison du caractère imprévisible des rechutes [12].

Pénalisés par des puissances faibles (mW) et des fréquences maximales de 100 Hz, les lasers des années 1990 se sont montrés décevants par rapport aux espoirs de traitement qu'ils ont soulevés. Les lasers thérapeutiques actuels apportent des puissances bien supérieures, de 8 à 12 W, des fréquences très élevées (5 000 Hz) et la possibilité d'émettre simultanément trois, voire quatre, longueurs d'onde. Ces avancées technologiques autorisent une forte stimulation des fibroblastes, qui explique les succès constatés dans le traitement des tendinopathies humaines (encadré 4) [3, 17, 19].

Autres applications expérimentales

CONSOLIDATION DES FRACTURES

La réparation osseuse est un processus de régénération plutôt qu'un mécanisme de cicatrisation : un os remodelé s'installe progressivement, après la migration de cellules ostéoprogénitrices vers le site de réparation, leur différenciation en ostéoblastes et la constitution d'un échafaudage tridimensionnel sur lequel les ostéoblastes déposent l'os néoformé.

Les résultats en faveur d'une ostéogenèse améliorée par l'irradiation laser sont décrits dans des études expérimentales de fractures osseuses chez la souris, où des néoformations osseuses plus rapides et des structures trabéculaires plus serrées ont été constatées [16]. La viabilité ostéocytaire a aussi été étudiée en regard de l'ostéo-intégration d'implants posés chez des rats : des mesures effectuées 3 et 6 semaines après l'implantation ont démontré que le moment de force nécessaire pour l'ablation des implants (*removal torque*) était significativement plus important dans les deux groupes qui ont subi



4a. Chatte européenne âgée de 14 ans atteinte d'une gingivo-stomatite féline sévère, à J0.



4b. Régression des lésions après six séances de laser, à J60.

PHOTOS : T. POITTE



5. Traitement bouche ouverte avec un embout buccal.

PHOTO : T. POITTE

des irradiations (680 nm et 830 nm respectivement), en comparaison avec le groupe de contrôle [1].

RÉGÉNÉRATION NERVEUSE

Chez le rat, Rochkind et coll. ont étudié les effets de l'irradiation laser sur la régénération axonale de nerf périphérique sectionné, dont les extrémités étaient rapprochées à l'aide de polymère biodégradable. Le lot de rats traité au laser a bénéficié d'une myélinisation accrue des axones et de meilleures conduction du signal et récupération fonctionnelle [13].

L'application du laser permet de réduire significativement la réaction immune et l'expression cytokine-chémokine [2]. La réponse inflammatoire est atténuée et le processus de régénération nerveuse est accéléré grâce à l'augmentation du diamètre des fibres nerveuses traitées, à l'élévation de la distance internodale et à l'épaississement de la gaine de myéline [6, 11].

Cliniquement, chez l'homme, une amélioration notable des fonctions motrices a été observée chez des patients présentant une atteinte du plexus brachial et traités par laser [14].

Nous n'avons pas constaté de régression de la maladie chez 2 bergers allemands atteints d'une parésie (syndrome de la queue de cheval avec une sténose du canal lombo-sacré) et âgés respectivement de 9 ans et de 13 ans.

3 Utiliser le rayonnement laser

L'emploi rationnel du rayonnement laser impose de connaître certains paramètres du faisceau lumineux (longueur d'onde, durée et mode d'émission, taille du spot, puissance, irradiance et fluence) et des caractéristiques liées à la maladie (durée d'évolution, surface et profondeur de l'atteinte des tissus). Il repose aussi sur une bonne maîtrise de l'anatomie.

Calcul des doses

Le tissu biologique agit comme un médium d'impédance optique composite à très fort pouvoir d'absorption. Il atténue de manière exponentielle la radiation par une combinaison d'effets de réfraction et d'absorption. Les études dosimétriques ont montré une réponse biologique pour des doses appliquées de 2 à 10 J/cm².

INFLUENCE DE LA DURÉE D'ÉVOLUTION

Plus la lésion est chronique et profonde, plus le nombre de joules administrés à raison de deux ou trois fois par semaine est important, entre 6 et 10 J/cm². Le traitement des zones superficielles en situation aiguë requiert des doses plus faibles (de 2 à 6 J/cm²), avec des fréquences d'application plus élevées (deux ou trois fois par jour) [9, 18].

Ainsi, une arthrose du coude chez un chien de 25 kg est traitée avec une dose de 10 J/cm², sur une surface comparable à la paume d'une main, soit 10 × 10 = 100 cm², pour une dose totale de 1 000 J. Pour un laser de 8 W, délivrant 8 J/s, le temps nécessaire au traitement est donc de 1 000/8, soit 125 secondes ou 2 minutes et 5 secondes.

INFLUENCE DE LA SURFACE À TRAITER

Plus la surface à traiter est grande, plus il est essentiel de disposer d'une puissance suffisante, pour éviter des temps d'application fastidieux.

Ainsi, une dysplasie de la hanche chez un berger allemand de 30 kg (surface de 225 cm²) est traitée par 2 250 J pendant 5 minutes avec un laser de 8 W et durant près de 38 minutes avec un laser de 1 W.



6a



6b



6c



6d



6e

6a à 6e.
Évolution d'une plaie cutanée au cours du traitement laser chez un chat, à J0, J3, J12, J21 et J60.

PHOTOS : T. POITTE

ENCADRÉ 4

Essai clinique lors d'atteintes tendineuses

Nous avons traité avec succès deux tendinites chroniques du biceps brachial, diagnostiquées par examen clinique et échographie, chez un braque allemand et un mâtin de Naples, et deux ruptures musculo-tendineuses aiguës du tendon d'Achille chez un pointer et un chat européen. Aucune intervention chirurgicale n'a été effectuée.

Chez le pointer, la première séance a eu lieu le jour du diagnostic, afin de soulager la douleur et de réduire l'œdème (photo 7a). Elle a été associée à l'injection d'un anti-inflammatoire non stéroïdien (méloxicam, à la dose de 0,2 mg/kg, par voie intraveineuse), suivie d'une administration orale (méloxicam, 0,1 mg/kg une fois par jour, *per os*) pendant 2 jours, accompagnée de consignes strictes de repos et de marche en laisse. Les signes locaux d'inflammation étant en nette régression à l'examen clinique le quatrième jour, des injections de PRP (plasma riche en plaquettes) ont été

réalisées sous anesthésie générale en regard du tendon d'Achille. Les plaquettes du PRP libèrent des cytokines favorisant la prolifération des ostéoblastes, des chondrocytes et des ténocytes, et régulant la synthèse des protéoglycanes. Une injection locale est intéressante pour faciliter et promouvoir

la cicatrisation tendineuse en association avec la thérapie laser, ainsi qu'en cas de dégénérescence articulaire (arthrose). Quatre séances supplémentaires ont ensuite été pratiquées, en privilégiant la cicatrisation tendineuse (à J7, J11, J17 et J30) (photo 7b).

7a et 7b. Rupture musculo-tendineuse traumatique du tendon d'Achille chez un pointer âgé de 9 ans : traitement par thérapie laser, avec une injection de plasma riche en plaquettes (PRP) dans le tendon. Vues de profil à J0 et à J17.

PHOTOS : T. POITTE



RÉGLAGES AUTOMATIQUES

Sur les appareils les plus récents, des programmes informatiques dédiés à la pratique canine, féline, équine ou de nouveaux animaux de compagnie (NAC) permettent de s'affranchir de ces calculs. Après avoir indiqué le type de peau (clair ou sombre), l'espèce considérée et le genre de maladie rencontrée (affections cutanées, dentaires ou musculo-squelettiques), la localisation et le poids de l'animal sont précisés. Un protocole est alors proposé par l'appareil. Il détermine la durée du traitement, le nombre de joules, la puissance, ainsi que les séquences successives selon les modes d'émission (continu et *intense super pulse* de fréquence croissante). L'enregistrement des données concernant les animaux et les traitements effectués accélère la mise en place des procédures et permet de transférer l'historique vers les dossiers médicaux des individus pris en charge.

Précautions d'emploi et contre-indications

La détermination des doses à utiliser et des protocoles à respecter résulte de nombreuses études. Un opérateur non averti doit se conformer au programme informatique

proposé par l'appareil, puis, au fur et à mesure de ses acquis bibliographiques et cliniques, construire ses protocoles personnels, par exemple pour privilégier une approche de laser acupuncture.

CHIENS À PELAGE SOMBRE

Les modes continus et pulsés appliqués sur des pelages sombres peuvent induire un échauffement cutané si la tête laser est maintenue trop longtemps au même endroit. Un balayage uniforme et un contrôle de la température de la peau avec la main libre préviennent cet écueil.

RISQUE D'AGGRAVATION DES LÉSIONS

Une application de doses erronées sur des durées inadaptées peut entraîner une aggravation des lésions par inhibition cellulaire. Il convient de respecter un juste équilibre entre irradiance (densité de puissance en W/cm²) et temps d'application (modèle tri-dimensionnel de Arndt-Schulz) [8].

SITUATIONS OÙ LE LASER EST À PROSCRIRE

La stimulation de la multiplication cellulaire par le rayonnement laser contre-indique son emploi lors de tout

processus néoplasique, ainsi que sur un utérus gravide, la glande thyroïde et le thymus. L'application sur l'œil et la région péri-orbitaire est proscrite en raison de la toxicité sur la rétine et du risque d'apparition d'un scotome central (ou point aveugle). En effet, la focalisation du faisceau laser par le cristallin provoque un pic de densité de flux d'énergie, susceptible de léser de façon irréversible la région de la macula. Cette partie centrale de la rétine, très riche en cônes, est le substrat anatomique où se concentre la meilleure acuité visuelle. L'invisibilité du rayonnement infrarouge, donc l'absence de déclenchement du réflexe palpébral, majore ce risque. Le faisceau visible ajouté, rouge ou vert, n'est là que pour guider l'opérateur et ne saurait constituer à lui seul un signal d'alerte suffisant.

PRÉCAUTIONS POUR L'OPÉRATEUR

L'exposition maximale permise (EMP) correspond au niveau d'irradiation laser le plus élevé auquel une personne peut être exposée sans encourir d'effets dangereux pour les yeux ou la peau. Dans le calcul de l'EMP, le pire scénario envisagé est celui où le cristallin concentre la lumière sur la macula avec une pupille largement ouverte, car le risque de lésion accidentelle de la rétine est important. La zone de danger nominale (ZDN) est l'espace dans lequel le niveau d'irradiation directe, réfléchi ou dispersée, excède le niveau d'EMP applicable. Elle est de 6 mètres pour la plupart des lasers thérapeutiques de classe IV. Toutes les personnes qui se trouvent dans un rayon de 6 mètres doivent alors porter des lunettes protectrices spécifiques, répondant à la norme NF EN 207, lorsque le laser est en cours de fonctionnement. Ces dernières sont obligatoirement fournies par le distributeur et portent la référence de leur densité optique (DO). Celle-ci doit bloquer les longueurs d'onde spécifiques à la lumière laser à un niveau de sécurité en dessous de l'EMP.

Conclusion

Le laser est une thérapeutique alternative ou complémentaire très séduisante dans la prise en charge des douleurs, des syndromes inflammatoires et des retards de cicatrisation. Dans l'optique d'une rééducation fonctionnelle, il complète utilement les techniques manuelles ou les exercices de kinésithérapie passive ou active, ou proprioceptive. Le coût élevé de l'appareil est à confronter à la facilité de recrutement des cas, à l'observance des séances et à la satisfaction des propriétaires. D'apprentissage aisé, son usage élargit les possibilités de prise en charge par rapport aux approches strictement pharmacologiques des *trigger points*. ■

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie le docteur Jean-Michel Clobert, vétérinaire à Guérande, pour son aide à la réalisation des figures des *trigger points*.

Summary

Therapeutic indications for laser treatment

► Chronic inflammatory and painful conditions may benefit from the properties of laser therapy. The analgesic, anti-inflammatory and regenerative actions are useful for the treatment of osteoarthritis, tendonitis, wounds and complex feline gingivostomatitis. Other applications, such as fracture healing and nerve regeneration, could be possible. Different doses and protocols are presented in the article. Precautions to take are specified.

Keywords

Laser, osteoarthritis, tendinopathies, feline complex gingivostomatitis, wounds.

1. Blay A, Blay CC, Groth EB et coll. Effects of visible NIR low intensity laser on implant osseointegration *in vivo*. *Laser Med. Surg. Abstract issue*. 2002;11:12.
2. Byrnes KR, Waynant RW, Iliev IK et coll. Light promotes regeneration and functional recovery and alters the immune response after spinal cord injury. *Lasers Surg. Med.* 2005;36(3):171-185.
3. Enwemeka CS, Cohen E, Dussault EP. The biomechanical effects of Ga-As laser photostimulation on tendon healing. *Laser Ther.* 1995;6:181-188.
4. Feng J, Zhang Y, Xing D. Low power laser irradiation (LPLI) promotes VEGF expression and vascular endothelial cell proliferation through the activation of ERK/Sp1 pathway. *Cell. Signal.* 2012;24(6):1116-1125.
5. Garavito I, Baranauskas V, da Cruz-Höfling MA. The effects of low laser irradiation on angiogenesis in injured rat tibiae. *Histol. Histopathol.* 2004;19(1):43-48.
6. Gigo-Benato D, Geuna S, de Castro Rodrigues A et coll. Low-power laser biostimulation enhances nerve repair after end-to-side neurorrhaphy: a double-blind randomized study in the rat median nerve model. *Lasers Med. Sci.* 2004;19(1):57-65.
7. Henne P. Gingivo-stomatites chroniques félines : étude rétrospective de 30 cas. *Prat. Med. Chir. Anim. Comp.* 1995;30:453-460.
8. Huang YY, Sharma SK, Carroll J et coll. Biphasic dose response in low level light therapy – an update. *Dose Response.* 2011;9(4):602-618.
9. Karu TI, Pyatibrat LV, Ryabykh TP. Nonmonotonic behaviour of the dose dependence of the radiation effect on cells in vitro-exposed to frequency modulated laser radiation at 820 nm. *Lasers Surg. Med.* 1997;21(5):485-492.
10. Mirsky N, Krispel Y, Shoshany Y et coll. Promotion of angiogenesis by low energy laser irradiation. *Antioxid. Redox Signal.* 2002;4(5):785-790.
11. Mohammed IF, Al-Mustawfi N, Kaka LN. Promotion of regenerative processes in injured peripheral nerve induced by low-level laser. *Photomed. Laser Surg.* 2007;25(2):107-111.
12. Poitte T. Évaluation quantitative de la douleur : utilisation pratique des grilles. *Point Vét.* 2012;43(330):28-34.
13. Rochkind S, Nissan M, Alon M et coll. Effects of laser irradiation on the spinal cord for the regeneration of crushed peripheral nerve in rats. *Lasers Surg. Med.* 2001;28(3):216-219.
14. Rochkind S. In: Hamblin MR, Huang YY. *Handbook of photomedicine*. Ed. Taylor & Francis Inc. 2013:649-650.
15. Schindl A, Merwald H, Schindl L et coll. Direct stimulatory effect of low-intensity 670 nm laser irradiation on human endothelial cell proliferation. *Br. J. Dermatol.* 2003;148(2):334-336.
16. Trelles MA, Mayayo E. Bone fractures consolidate faster with low power laser. *Lasers Surg. Med.* 1987;7(1):36-45.
17. Tumilty S, Munn J, McDonough S et coll. Low level laser treatment of tendinopathy: a systematic review with meta-analysis. *Photomed. Laser Surg.* 2010;28(1):3-16.
18. Tunér J, Hode L. Low level laser therapy, clinical practice and scientific background. Grängesberg (Sweden), Prima Books. 1999:21.
19. Vasseljen O, Høeg N, Kjeldstad B et coll. Low level laser versus placebo in the treatment of tennis elbow. *Scand. J. Rehabil. Med.* 1992;24(1):37-42.
20. Yu W, Naim JO, Lanzafame RJ. The effect of laser irradiation on the release of bFGF from 3T3 fibroblasts. *Photochem. Photobiol.* 1994;59(2):167-170.