

Mode d'action d'un courant alternatif constitué d'ondes courtes de haute fréquence appliqué à la médecine

A LE DUC
Service d'Urologie
Hôpital Saint Louis
75475 Paris
Contact: alainleduc@noos.fr

Résumé

Grâce aux travaux de Jacques Arsène d'Arsonval réalisés au début du 20^{ème} siècle l'effet thermique des ondes de radiofréquence (400 KHz) appliqués au corps humain est bien connu.

L'agitation des ions tissulaires provoqués par un courant alternatif chauffe les tissus par un phénomène de friction. La température atteinte peut se situer entre 60 et 100 °, ce qui est suffisant pour provoquer une destruction des cellules aboutissant à une nécrose. Actuellement les dispositifs commercialisés permettent à l'opérateur de contrôler correctement le volume de la zone détruite. En Urologie, les deux champs d'application sont le traitement des petites tumeurs du rein et celui des troubles mictionnels en relation avec une hypertrophie bénigne de la prostate.

Mots-clés : Courant alternative, urologie

Introduction

Jacques d'Arsonval (1851 – 1940) électrophysiologiste préparateur de Claude Bernard puis de Brown Sequard, fondateur de l'école supérieure d'électricité et de la société d'électrothérapie est le premier à avoir étudié les effets des courants alternatifs de haute fréquence sur le corps humain et décrit l'échauffement des tissus sous leurs actions.

Dès la fin du 19^{ème} siècle les travaux de Gramm permettent de mettre au point des générateurs de courants alternatifs de haute fréquence (400KHz). Ces courants prennent le nom de courant de radiofréquence car dès 1920 ils sont utilisés pour les premières transmissions radio.

Depuis les progrès en matière de générateurs permettent de créer des courants de très hautes fréquences (plusieurs dizaines de millions de vibrations secondes (GIGA Hz).

Quoi qu'il en soit, la gamme des courants alternatifs utilisables en médecine reste celle proche de 400 KHz (400.000 vibrations secondes). Sous l'action de ces courants la vibration des ions formant les tissus produit de la chaleur par un phénomène de friction.

Quand la chaleur produite est suffisamment élevée (de 60° à 100°) elle entraîne une nécrose des tissus. La nécrose thermique donc la mort cellulaire est secondaire à une coagulation des protéines intracellulaires qui apparaît instantanément des 60°. La mort cellulaire est achevée en 72 heures. L'intensité de la nécrose thermique est fonc-

Abstract

Radio frequency functioning in medical applications

Jacques Arsène d'Arsonval was a pioneer in the field of radiofrequency effect on the human body. In the early 20th century he has demonstrated, that an alternating current can elevate the temperature of the tissue by mean of a ion agitation. The frictional heat can reach 60 to 100° C which is sufficient to destroy tissue by a coagulation necrotic phenomenon.

The volume of the necrotic are a can be presently controlled with the available tools. In Urology radiofrequency treatment is applied in two fields : small kidney tumor and BPH voiding disturbance.

Key words : alternating current, urology applications

tion du degré d'élévation de la température ainsi que de la durée d'action (Fig 1). Un tissu cicatriciel remplace en quelques semaines (1 à 3 semaines) la zone nécrosée. Le devenir du tissu cicatriciel est variable soit résolution soit persistance avec stigmate radiologiquement visible. Cette dernière évolution, la plus fréquente, pose des problèmes d'interprétation d'imagerie non parfaitement résolu entre cicatrice et récidive.

La maîtrise du volume de la zone nécrosée est primordiale pour le clinicien. Pour y parvenir il a à sa disposition plusieurs paramètres : la dimension des électrodes, l'énergie utilisée, la durée du traitement. Il reste un paramètre plus aléatoire qui est la structure des tissus notamment

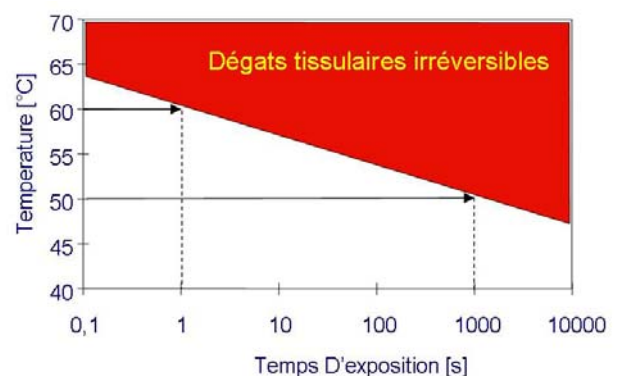


Fig. 1. La nécrose thermique des tissus est fonction de deux paramètres : le degré d'élévation de la température et son temps de maintien.

son degré de vascularisation. En effet, des tissus fortement vascularisés à structure hétérogène vont s'opposer à la nécrose thermique par un effet vasculaire de refroidissement et par une diffusion irrégulière de la chaleur. L'opérateur est informé du degré d'élévation de la température par un signal d'impédance.

Les appareillages mis à la disposition des cliniciens sont de deux types : soit monopolaire avec une électrode active et une passive, soit bipolaire avec deux électrodes actives (Fig 2).

Le système bipolaire a pour avantage de concentrer l'effet thermique à l'intérieur de la cible et par ailleurs d'éviter le placement d'une électrode passive (dont on connaît le risque de brûlure cutanée).

Dans la configuration bipolaire les deux électrodes sont placées sur une même aiguille séparée par un isolant (Fig 3).

Dans la configuration monopolaire l'électrode active peut se déployer en baleine de parapluie pour couvrir une plus grande surface ;

La maîtrise de la zone à détruire nécessite parfois en configuration bipolaire le placement de plusieurs aiguilles (3 au maximum) notamment pour détruire une tumeur dépassant 2cm de diamètre. Cette technique dite multipolaire impose un placement rigoureux et parallèle des 3 aiguilles au sein de la tumeur. Si cela est obtenu les 6 électrodes (2 électrodes par aiguille) vont agir simultanément avec pour corollaire une répartition homogène de la température donc de la nécrose thermique (Fig 4).

Pour l'heure en urologie les applications cliniques de la radiofréquence se font dans deux domaines : les tumeurs du rein et l'hypertrophie bénigne de la prostate.

Seules les petites tumeurs du rein (diamètre inférieur à 4cm) peuvent bénéficier de cette technique. Quand à l'hypertrophie bénigne de la prostate, le traitement n'est indiqué que dans les troubles mictionnels résistants au traitement médical.

Quel que soit la pathologie traitée il est primordial d'insérer un placement précis des électrodes (ceci est crucial dans les tumeurs du rein). Des progrès récents dans la fusion d'image et la navigation intra corporelle permettent d'espérer une solution prochaine à cette nécessité. En effet la fusion des images obtenues par ultrasons et scanner va offrir un outil de coloration d'une très grande précision en guidant le trajet de l'aiguille porte électrode. (Fig 5)

Une autre entrave au développement du traitement des tumeurs du rein par radiofréquence réside dans la difficulté de la surveillance des tissus cicatriciels. Là aussi cette réserve doit pouvoir être levée par l'amélioration de l'imagerie (scanner et IRM) et la formation de radiologue expert dans l'interprétation des stigmates cicatriciels et des résidus tumoraux.

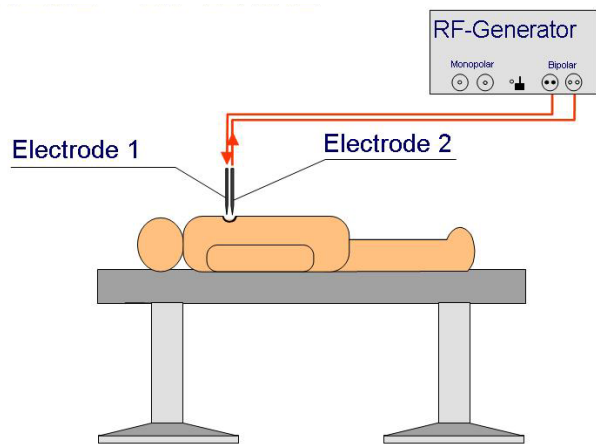


Fig. 2. Système bipolaire : les deux électrodes sont intégrées dans la même aiguille

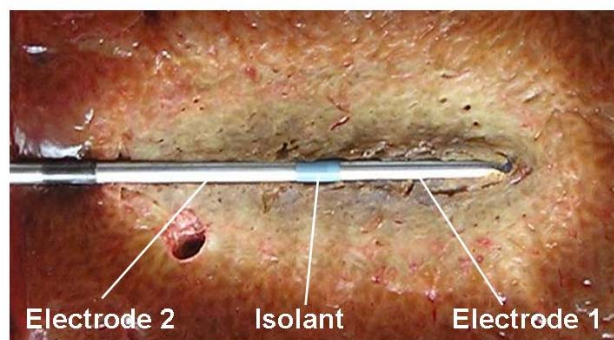
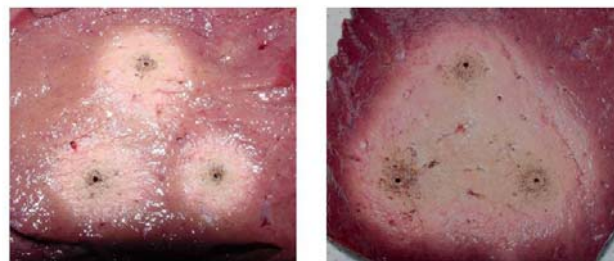


Fig. 3. Constitution d'une aiguille bipolaire portant les 2 électrodes séparées par un isolant



Trois Traitements Successifs (3x20 min) Trois Traitements Simultanés (1x20 min)

Fig. 4. Le traitement simultané, possible dans la technique bipolaire, répartit de façon homogène la zone nécrosée à l'inverse du traitement successif qui peut laisser subsister des zones saines à la confluence des zones détruites

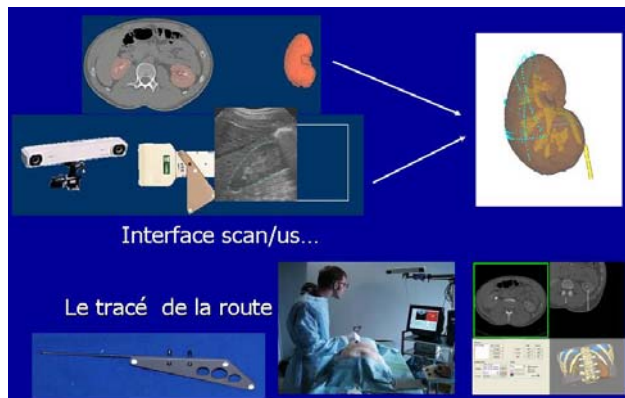


Fig. 5. La vision d'une image par ultrason se superposant à une image par scanner donne une grande précision au trajet de l'aiguille