

Veerasak Narongpunt, David Alimi, Stephan Datcu, Laurent Ibos, Bernard Fontas, Yves Candau, Suzanne Bloch

La symétrie anatomique d'un méridien d'acupuncture traditionnelle chinoise par visualisation thermographique infrarouge

Résumé : Cette étude propose une étape préliminaire, in vivo en simple aveugle, pour détecter objectivement un point du Méridien de Vessie d'Acupuncture par visualisation thermographique infrarouge (TIR ou IRT pour *infrared thermography*). Habituellement, la mesure par impédancemétrie est la méthode scientifique la plus classique utilisée en acupuncture médicale. Nous avons choisi la technique de stimulation par Acupressure. En premier lieu, nous avons validé les outils de mesure en TIR sur la réactivité thermique de la peau du corps humain par acupressure. Une précédente étude, qui a objectivé la détection des acupoints (AP) de la Vessie du *côté gauche* sur 12 volontaires, a montré [1] que la stimulation du point V2 par acupressure induisait un échauffement significatif du point V67 du méridien de la vessie, et ceci presque simultanément. Du 3 au 4 décembre 2003, six volontaires sains de notre Université, ignorant tout de l'acupuncture expérimentale, ont participé à cette étude. L'utilisation d'un traitement d'image [1] rehaussant le contraste des thermogrammes a été utilisé afin de démontrer un changement thermique déterministe aux deux extrémités du Méridien de Vessie d'Acupuncture (MVA), ceci sous stimulation par Acupressure (SA) d'un point éloigné sur le même méridien. Grâce à la réactivité thermique, localement et très sélectivement, les variations de température constituent une preuve objective de l'existence d'un point singulier, ici identifiable à un point d'un MVA du côté latéral droit, conformément à la théorie des Méridiens d'acupuncture de la Médecine Traditionnelle Chinoise (MTC). Le dispositif de mesure TIR passive approprié comprenant une caméra IR AGEMA modèle 570 Elite, de FLIR® Systems, visualise un point chinois d'acupuncture comme toute réponse électromagnétique de l'organisme humain (ici sous forme d'un thermogramme ou une image thermique) et cela en temps réel, pendant et suite à une stimulation sur un autre point distant très lointain du même MVA. Nous avons par IRT ainsi visualisé donc mesuré successivement le point V67 à gauche et le V67 à droite d'où une preuve de l'existence de la symétrie anatomique et de la bilatéralité du MVA. **Mots-clés :** Points de méridiens d'acupuncture traditionnelle chinoise - Thermographie infrarouge - Acupressure - Réactivité thermique - Symétrie anatomique du méridien de Vessie.

Abstract : As the solo 6 string and the similar bass 4 string guitars are two finely tuned musical instruments which play together in harmony but differently to produce a beautiful sound, if the Chinese bilateral urinary bladder meridian points existed, the right and left sides would be slightly different but should function together (*Why* and *How*) in perfect accord for our good health. Understanding existing acupuncture points and the meridian system in terms of modern science is important to facilitate the study and application of related techniques. This paper of an in vivo single blind trial pilot study on the infrared thermography (IRT) applied to scientific demonstration of an existing acupoint would show by means of IRT the evidence of the right side of the point BL67 of the urinary bladder meridian in addition to our earlier publication of an analogue study on the left side of the point BL67 and by the same technique in stimulating the point BL2 by acupressure. In deed in the traditional Chinese medicine, the bilateral meridian system is fundamental in clinical practices usually based on the modern hemispherical neurophysiology and the empirically healing binary criteria – Inn/Yang, sometimes in comparison on the same meridian corresponding to the dynamic of the patient's state of health. And finally we tried to guide the future investigations by concluding that the anatomically symmetric acupoints BL67 on both left-right bilateral sides were measurable by an appropriate IRT and they were somehow a little bit different. **Keywords :** Urinary bladder meridian points - Infrared thermography - anatomically symmetric acupoints BL67 - Traditional Chinese acupuncture - Acupressure.

Introduction

Généralités

L'Acupuncture Chinoise Traditionnelle (ATC) est la principale branche de la Médecine Traditionnelle Chinoise (MTC) et des médecines énergétiques orientales. Ces médecines sont fondées sur la théorie de l'équilibre énergétique global (microcosme) en harmonie avec l'univers (macrocosme) qui nous entoure.

Le corps humain est un régulateur vital, automatique, réglable, complexe et infiniment performant (un véritable thermorégulateur). Jusqu'à présent, la quasi totalité des méthodes objectives de détection (ou localisation) d'un point d'acupuncture est l'électro-impédancemétrie, méthode fondée sur une importante et brutale chute de résistance électrique (jusqu'à 10%) [2] du point d'acupuncture, sur la surface de la peau par rapport à la périphérie cutanée adjacente [3-9]. Mais

l'usage des électrodes implique des artéfacts de mesure à cause notamment du contact direct avec la peau.

Donc nous avons choisi la TIR passive qui est une technique de mesure de l'émission électromagnétique naturelle de l'objet que l'on veut mesurer sans contact pour mettre en évidence des variations thermiques du corps humain au niveau de la surface cutanée avant, pendant et après un traitement d'acupuncture.

Après une étude et analyse bibliographiques, nous pouvons dire qu'en dépit de très nombreuses expérimentations en MTC [10], de nombreuses lacunes concernent : le nombre trop petit de cobayes, des méthodologies inadéquates, et surtout l'impossibilité d'effectuer les essais en double aveugle. Ces éléments sont toujours la principale cause du scepticisme dans le monde médical et scientifique occidental [11-15]. Quelques méthodes de traitement alternatives sont pour une grande part sous-utilisées, telle que l'Acupressure, pourtant une méthode très accessible et moins invasive (dont la pratique est non reconnue dans beaucoup de pays occidentaux [16,17]).

La TIR peut être une méthode de choix. De plus la mesure de la résistivité du sang, in-vivo, pour une espèce homéotherme n'est pas nécessaire grâce à la thermorégulation interne [18], et la circulation sanguine n'induit aucune propagation de la chaleur interne immédiate le long du corps humain. En clinique, une variation de la température de la surface de la peau de 0,5 degrés C ou plus est admise comme indication d'un état pathologique possible ou d'un désordre quelconque [19]. Du fait des progrès technologiques fulgurants des capteurs infrarouges, un nombre croissant d'études a été mené ces dernières années sur des caractéristiques biophysiques des points de l'acupuncture sur les êtres humains et les animaux par des critères thermiques [19-23, 28-32]. La peau humaine est une matière complexe dont l'émissivité est proche de celle d'un corps noir parfait dans l'IR vers 10 μm de longueur d'onde.

Objectif

Le but principal de l'étude était de montrer une preuve objective (donc scientifique) de l'existence d'un point de méridien d'acupuncture (AcuPoint (AP)) du côté la-

téral droit en environnement thermique contrôlé standardisé, par «Stimulation d'Acupressure» (SA) dans un protocole scientifique.

Pour ce faire, nous avons élaboré et utilisé un protocole expérimental simple [1,33], avec pour but de montrer scientifiquement la symétrie anatomique du méridien ATC le plus long qu'est le MVA.

Matériels et Méthodes

Les études et tests préliminaires (faisabilité, étude bibliographique, etc.) ont été encourageants. Une première étude de quantification de mesure en température sur un sujet (pour le point V67 visualisé et le V2 stimulé sur le côté latéral droit) a été aussi parachéevée [33]. Le fait que tous les sujets étaient « tous » droitiers a suggéré une étude qualitative « approfondie » sur le côté droit de ce trajet de méridien. Le résultat expérimental sur 12 sujets a fait objet d'une publication depuis [1].

Nous avons choisi le point V2 (le point stimulé) et le V67 attendu (peut-être aussi V65 et V66 - les points observés) sur le plus long méridien d'acupuncture traditionnelle chinoise (ATC). Ce choix de point de méridien ATC donne la stimulation la plus distante. Le méridien de Vessie comptant 67 points [24] (figure 1 et tableau I : leur emplacement), permet alors de discriminer un lien anatomiquement connu et toute influence vasculaire locale, s'il y a une réponse thermique assez rapide, à un moment donné pendant la stimulation d'acupressure.

Tableau I. Acupoints de Vessie choisis.

Code	Nom	Emplacement
V2	<i>zanzhu</i>	Dans le creux à l'extrémité interne du sourcil (échancrure sus-orbitaire), juste au-dessus du canthus interne
V65	<i>shugu</i>	En arrière et en dessous de la tête du 5 ^e métatarsien
V66	<i>zutonggu</i>	Dans le creux en avant et en dessous de la 5 ^e articulation métatarsophalangienne
V67	<i>zhiyin</i>	0,1 <i>cun</i> en arrière du coin de l'ongle, sur le côté externe de l'extrémité du 5 ^e (petit) orteil

Tableau II. Points stimulés (sham et placebo) et quelques acupoints étudiés.

Code	Nom	Emplacement
GI4	<i>hegu</i>	Sur le milieu du 2 ^e métacarpien, du côté radial
EX-HM3	<i>yuyao</i>	Au milieu du sourcil au droit de la pupille
VB44	<i>zuqiaoyin</i>	0,1 <i>cun</i> en arrière du coin de l'ongle, sur le bord externe du 4 ^e orteil
E45	<i>lidui</i>	0,1 <i>cun</i> en arrière de l'angle unguéal, sur le côté externe de l'extrémité du 2 ^e orteil
F1	<i>dadun</i>	Sur le bord externe du dos de la 2 ^e phalange du gros orteil, à mi distance du coin externe de l'ongle et de l'articulation interphalangienne

Sujets sains, une préférence méthodologique de stimulation et de mesure

Les investigations ont été entreprises sur un groupe de 6 volontaires sains de notre Université (âgés de 20 à 56 ans - 3 femmes et 3 hommes), n'ayant jamais bénéficié des traitements d'acupuncture médicale scientifique, du 3 au 4 décembre 2003. L'acupressure [16-17] offrirait les stimulations valides et a servi avec succès à valider de semblables expérimentations de notre étude précédente sur la latéralité gauche [1].

Résumé du protocole, approche in vivo en simple aveugle par stimulation d'acupressure (SA)

Le stimulus est une pression modérée du doigt sur chaque point à traiter.

Cette stimulation de 2 minutes est d'un rythme de «3 secondes de pression et 1 seconde de pause» sans que le doigt «stimulant» ne quitte le contact avec la peau, une séance matin et après-midi, pour tenir compte du cycle circadien minimal matin/après-midi de la chronobiologie.

- le point V2 du côté droit est considéré comme le point stimulation «vraie ou Formula» (figure 1 et tableau I).

- le point stimulation placebo par SA est le point GI4 (*hegu*) (figure 1 et tableau II).

- le point stimulation «factice ou sham» par SA se situe entre V2 et EX-HM3 (figure 1 et tableau II).

Les sujets devaient se relaxer, fermer les yeux et si possible ne pas bouger pendant la séance.

Montage expérimental

L'acquisition d'images thermiques infrarouges (thermogrammes) est effectuée par une caméra IR Agema modèle 570 Elite de FLIR® Systems, grande onde modèle micro-bolomètres à matrice de réseaux en plan focal, non refroidi. La sensibilité maximale en température de la caméra se situe autour de 9,5 microns (µm) correspondant approximativement à 305 K (32°C) d'après la loi de Wien. La caméra numérise directement le signal produit par les détecteurs IR sur 14 bits, en fichier binaire format propriétaire de définition 320 x 240 pixels. Le signal numérique «brut» sur lequel nous exécutons la restauration de l'image est corrigé en interne par un logiciel embarqué de la caméra, en concordance avec la température de la caméra et les effets de la non-linéarité de réponse de détecteurs. Le bundle «le logiciel Researcher RT2001», FLIR® Systems, y compris une carte PCMCIA et un logiciel d'acquisition, a été utilisé pour obtenir les thermogrammes sur un ordinateur type IBM-PC à la vitesse maximale de 7 images par seconde. Un étalonnage en température de la caméra a été effectué préalablement en utilisant un corps noir réglé en température. L'expérimentation a été menée au laboratoire de thermique de l'I.U.T. de l'Université Paris XII de Créteil.-

Procédure expérimentale

L'étude a évalué les effets de variations thermiques de la peau du dos de pied droit de chaque volontaire participant, autour des points V65, V66 et V67 du méridien de Vessie : variation de température induite par la stimulation d'acupressure du point V2 (figure 1 : Synoptique expérimental). Le sujet a été placé confortablement sur une chaise demi-inclinée, afin d'approcher au maximum la position basale. Son pied droit a été posé sur une plaque en polystyrène dans laquelle un thermocouple du Type K a été inséré superficiellement pour suivre la température de la plante du pied pendant l'expérimentation. Le thermocouple est relié à un multimètre Keithley 2000. Le signal du thermocouple

Tableau III. Spécifications techniques d'acquisition des images thermiques.

Humidité Relative	Distance Caméra-Objet	Température Ambiante	Température Atmosphérique	ϵ : émissivité de la peau	τ : facteur transmission Atmosphérique
50 %	50 cm	20°C	20°C	1	1

est conditionné : la jonction froide est compensée et convertie en température en utilisant une courbe d'éta-lonnage interne embarquée du multimètre. La résolution de la température est approximativement de 1 mK et la précision de mesure de la température est jusqu'à 500 mK.

La caméra IR a été placée à un mètre environ du dos du pied droit de la personne, le pied était calé convenablement sur la plaque en polystyrène afin d'obtenir une direction quasi-normale à l'objectif de la caméra par rapport à la zone d'intérêt « visée » (le point V67) sur le dos du pied. La position naturellement stable du pied (une fois posé sur une surface plane et en position quasi-basale) réduit considérablement quelques micro-mouvements du dos du pied au niveau de la surface cutanée et minimise la visualisation des déviations de l'angle par rapport au champ instantané de vue (IFOV) du détecteur. Ces précautions prises ont facilité notre étude et ont permis d'éviter, pour le moment, l'utilisation d'un programme complexe, un logiciel informatique de « recalage d'images » point à point entre deux thermogrammes.

La radiation en infrarouge de l'environnement de l'expérimentation dans notre laboratoire est assez homogène et isotropique. La température ambiante équivalente moyenne est considérée égale à la température du corps noir.

Les caractéristiques de l'objet utilisées pour des calculs de la conversion de la luminance en température des thermogrammes sont groupées dans le tableau III. Le but principal de l'étude est de détecter une variation de rayonnement IR en luminance de la surface de la peau (du dos du pied) due à stimulation de l'acupressure. Par conséquent, nous pouvons ignorer la température apparente absolue de la surface cutanée dorsale du pied, et nous mesurons « seulement une variation de température ». Nous pouvons encore ignorer, pour le moment, la vraie valeur d'émissivité de la peau humaine (fixons

$\epsilon = 1$: l'émissivité de la peau). Comme la température vraie est égale à cette température de la peau du pied à un coefficient multiplicatif constant près. L'absorption de la couche atmosphérique entre la caméra et la surface de la peau dorsale du pied a aussi été négligée ($\tau = 1$), grâce à la courte distance (approximativement à 1 mètre) entre la caméra et le dos du pied. Donc sans courant d'air, la valeur du facteur de la transmission atmosphérique (τ) était à 1.

L'acquisition des thermogrammes de la surface de la peau dorsale du pied a été prise pendant les trois phases, une image toutes les 5 secondes (0,2Hz). Avant de commencer la manipulation, le volontaire est invité à s'accommoder à l'environnement thermo-hygrométrique du laboratoire, jusqu'à ce que la stabilisation de la température de la plante du même pied ($\Delta T_{sole} < 0,1^\circ\text{C}$) soit obtenue, où ΔT_{sole} = la différence de température entre deux instants de la zone cutanée du pied, mesurée par le thermocouple.

Traitement d'images

Les visualisations simples des images thermiques (thermogrammes) ne mettent pas assez les variations de la température en valeur. Pour optimiser ces variations, plusieurs traitements (traitement du signal et d'images) doivent être envisagés, permettant la correction des dérives de thermogrammes et des images en contraste par une petite procédure informatisée.

Ce traitement est inspiré de la méthode « Image-Contraste ». Dans chaque séquence d'images thermiques, nous avons tout d'abord soustrait à chaque image de la séquence, la première image enregistrée. Ceci permet de ne visualiser par la suite que les variations de luminance de la scène thermique, survenues depuis le début de l'enregistrement [33]. Nous postulons ici, que les variations observées correspondent à des variations de température et non à des variations locales d'émissivité.

Deux exemples d'images traitées par cette méthode sont présentées sur la figure 2a (pendant la période de repos – avant stimulation) et la figure 2b (après 2 minutes de traitement par acupressure). On remarque sur la figure 2c, une meilleure visualisation de l'échauffement «apparent» de l'extrémité du petit orteil sur l'image en écart de température.

Les thermogrammes dérivent dans le temps. La dérive intrinsèque du signal détecté par la caméra est de l'ordre du 10^{-3} K par seconde à 25°C, et est ajustée automatiquement en interne toutes les 15 minutes par un dispositif intégré, mais cette correction automatique génère une distorsion du signal. Afin de prendre en compte la dérive de la caméra pendant l'expérience, nous calculons, pour chaque image, la luminance moyenne d'une zone de 40x40 pixels correspondant à une partie de la plaque en polystyrène placée sous le pied du volontaire, dont la température est supposée constante tout au long de la manipulation. Cette valeur moyenne est par la suite soustraite à chacun des pixels de l'image considérée correspondante. La zone de référence est fixée sur la surface plate en polystyrène.

Sous ces conditions ambiantes thermiquement stables, la plaque en polystyrène reste thermiquement très stable pendant toute l'acquisition de l'image, même dans le voisinage immédiat avec le pied du volontaire grâce à la très basse diffusivité thermique du polystyrène (approximativement de $5,10^{-7}$ m².s⁻¹). Nous obtenons ainsi une séquence d'images infrarouges en température relative. Les résultats seront présentés dans la section «discussion» (figure 5).

Résultats

Nous pouvons voir dans la figure 2a une image thermique (côté latéral extérieur) du pied droit, acquise à la 10^{ème} seconde après le début de la manipulation, avant la stimulation (voir «Procédure Expérimentale»).

L'échelle en haut à droite à côté de la température des thermogrammes correspond à la température «apparente» calculée avec l'émissivité de la peau fixée ici à «1» pour des calculs.

L'émissivité réelle de la peau humaine est de l'ordre de 0,97. Les erreurs volontairement induites par ce choix de l'émissivité de la peau seront discutées un peu plus loin dans la section «Analyse des thermogrammes traités».

Nous présentons maintenant, après traitement nécessaire (figure 2b) une image IR du même pied. Cette image a été acquise à la 4^{ème} minute (ou à la deuxième minute après le début de la stimulation). Le «point chaud» (figure 3a) est parfois montré clairement autour du point V67 attendu (du méridien de la vessie d'acupuncture) sans aucun traitement complémentaire.

Le graphique de la figure 6 représente les réponses thermiques des 6 volontaires en exploitant le résultat de notre traitement d'image. Nous avons prélevé et tracé, toutes les 30 secondes, une valeur maximale différentielle en température pour chaque participant pendant toute l'expérimentation. Nous voyons qu'une stimulation «formula» d'acupressure a produit des effets thermiques monotones et généralisés pour chaque volontaire, presque immédiatement après une SA. Un effet maximal de l'échauffement très net a été observé après le passage du traitement d'images (au moins 2°C d'augmentation proche et autour des points : E45, VB44, F1 et V67), spécialement autour du dernier - le point V67 (Voir tables I-II et figure 5). Il y avait, après la fin de stimulation, une tendance générale d'un retour à l'état initial. Nous voyons entre autres un effet assez net autour du côté latéral extérieur du grand orteil (près du point F1 du foie) induit aussi par cette SA «formula» (figure 5).

La figure 6 nous montre le graphique des réponses thermiques de 6 volontaires, d'après le protocole expérimental de la stimulation placebo, (le stimulus a été appliqué sur le point *hegu* du méridien du Gros Intestin de MTC). Nous observons que (par la même méthode de représentation graphique sur la figure 6) la valeur maximale de la température des sujets est simplement inférieure à 0,5°C (figures 1d et 6) aussi bien que pour le graphique de la figure 6 qui correspond au «traitement de l'acupuncture sham» pour un même ordre d'écart d'augmentation de température. La réactivité thermique générale d'accroissement de température est

aussi seulement autour de $0,4^{\circ}\text{C}$ pour tous les sujets (figures 1a et 6).

En conclusion, les stimuli non-pertinents (sur le point GI4 pour un traitement placebo et entre V2 - HM3 pour une acupuncture factice) n'impliquent pas de montée significative en température sur les deux extrémités du méridien de la vessie de l'étude (figures 1 et 6).

Discussions et perspectives

Analyse des thermogrammes traités

Notre traitement d'images reste simple, et permet d'obtenir une image en contraste [1,33]. Par conséquent, il y a une scène thermique stationnaire (c'est-à-dire, aucune variation du champ de la température ambiante sur la scène - cible) ce qui permet d'obtenir une image en contraste uniforme. En réalité le signal IR est truffé de bruits dus à l'usage d'un système électro-optique (par exemple la caméra IR et son système optique associé). Nous devons prendre en considération le bruit du détecteur thermique, le bruit électronique des composants, le bruit numérique des convertisseurs et ainsi de suite. Néanmoins, l'image en contraste d'une scène thermique stationnaire, (même si les deux images sont bruyantes), devrait être une scène bruyante mais uniformément en ce mode différentiel. Cette supposition est expérimentalement validée par les images en contraste obtenues au début de la manipulation, quand les sujets sont au repos, avant la stimulation (figure 2a).

La figure 2b est une image thermique acquise à un moment donné pendant la stimulation d'acupressure sur le même volontaire. Nous remarquons que le champ thermique différentiel entre les figures 2a et 2b est hautement non-uniforme. Nous pouvons identifier 3-4 pics « intéressants » qui correspondraient à une réponse thermique différentielle de 3 ou 4 orteils du même pied droit sous stimulation et juste après 4 minutes de l'expérience.

Il y a beaucoup de paramètres que nous devons prendre en considération pour donner une température absolue, par exemple la contribution de la réflexion de l'environnement ou l'émission IR de la couche atmosphérique entre la caméra et la surface cutanée du pied [34]. Ce paramètre radiatif dépend de la température de la

surface et de l'angle de visée par rapport à la direction «normale» à la surface de peau que l'on observe. Nous pouvons supposer que la variation locale de l'émissivité peut être négligée car nous obtenons une petite variation de température maximale de 5°C . Notre scène thermique est suffisamment stable : la zone cible ne bouge pas, l'expérimentation est de courte durée, la distance caméra cible est petite et le labo est thermiquement stable et contrôlé.

Nous supposons aussi qu'une moyenne zéro du bruit gaussien modifie peu le signal capté par la caméra. L'écart standard du bruit est approximativement de 100mK à 303K (la valeur donnée par le fabricant de la caméra). L'analyse des caractéristiques statistiques du bruit était de l'étude antérieure [31,33] de la caractérisation d'une caméra et nous avons trouvé les mêmes valeurs pour le bruit moyen et son amplitude standard.

La surestimation de l'émissivité de la peau implique une atténuation de l'amplitude de la température différentielle, dans les images en contraste. Les valeurs de la température différentielle, présentées dans la figure 5 devraient être près de la réalité. Nous pouvons conclure pour l'instant que le champ différentiel de la température, présenté dans la figure 5 montre un changement déterministe (nettement plus grand que l'amplitude du bruit) en température de la peau, dû à la stimulation d'acupressure. Ce qui est significatif en clinique pour les valeurs au moins égales à $0,5^{\circ}\text{C}$.

Représentations graphiques des réponses thermiques

La figure 6 inclut sur le même graphique trois résultats de nos stimulations d'acupressure par une étude in-vivo en simple aveugle (l'écart-type est présenté en longues lignes verticales sur la courbe du haut). La stimulation « formula » affecte jusqu'à 3°C d'augmentation environ. Contrairement aux traitements «factice ou sham et placebo» d'acupressure dont les écarts-type sont petits. Ces 3 courbes sont tracées en utilisant leurs valeurs moyennes respectives pour un lissage. Les traits qui tracent en bas les courbes inférieures sont dus aux «stimuli placebo et sham d'acupressure» sur le point GI4 et entre V2-*yuyao* (jusqu'à $0,4^{\circ}\text{C}$ maximum).

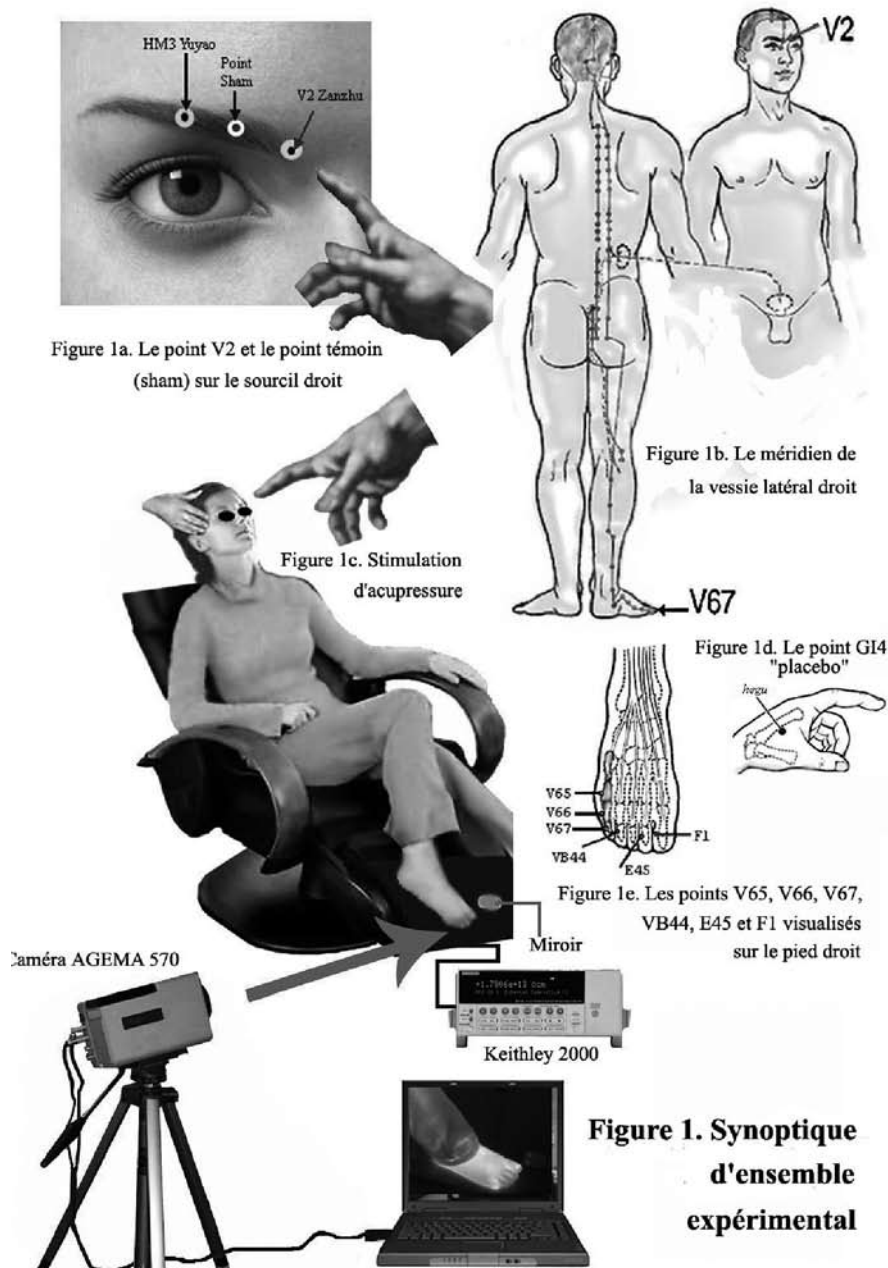


Figure 1. Synoptique expérimental



Figure 2a. Avant stimulation.



Figure 2b. Après 2 min. de stimulation.

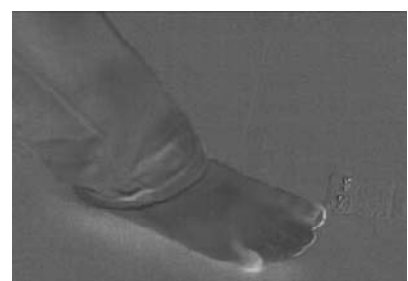


Figure 2c. Image en contraste montrant l'évolution de température entre 2a et 2b.

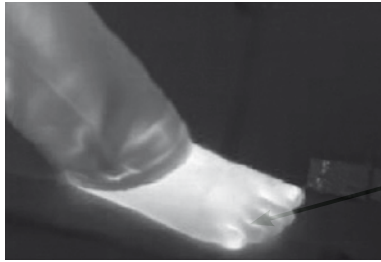


Figure 3a. Le point chaud.

Figure 3a. (en haut) est une image thermique pendant la stimulation sans autre traitement d'images complémentaire. **La figure 3b.** (en bas) est la même image thermique mais traitée aux effets «métal – Photoshop® Adobe» afin de faire ressortir quelques zones distinctives pour une première identification.



Figure 3b. Un thermogramme de la figure 3a mais avec effet « métal ».



Figure 3c. Thermogramme en contraste (pour comparaison).

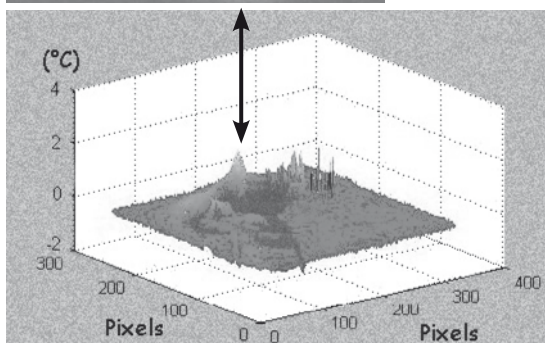


Figure 4. Représentation 3D de la figure 2c montrant des pics (variation de température) et plateaux (absence de variation de température, il n'y a pratiquement que du bruit de mesure).

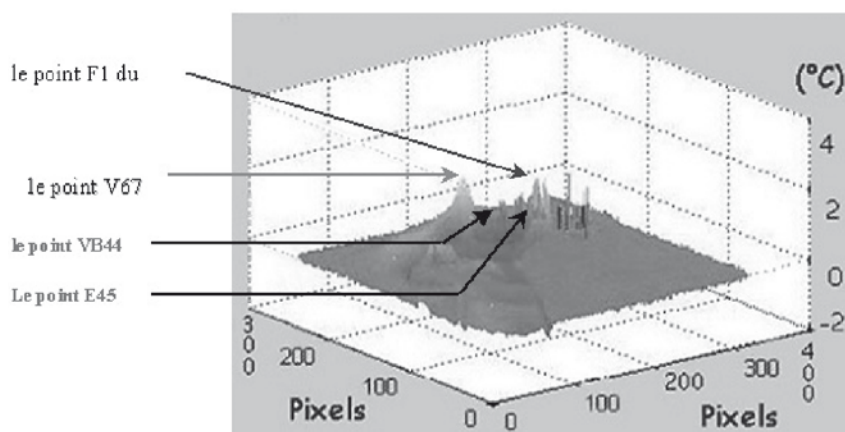


Figure 5. Représentation 3D d'une image thermique en contraste de la figure 4 avec des essais d'identification des points "observés" en IR. On constate une augmentation de température par le pic le plus haut du point V67 de l'ordre de 4°C.

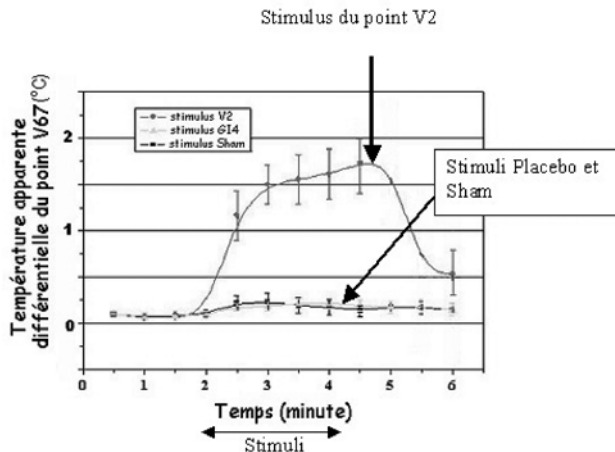


Figure 6. Les 3 représentations graphiques regroupées des réponses thermiques lors de l'étude.



Veerasak Narongpunt
✉ narongpunt@univ-paris12.fr
✉ narongpuntv@msn.com



Dr David Alimi
✉ alimi@club-internet.fr

Remerciements

Tout d'abord, les auteurs souhaitent remercier de leur aide les Intendances académiques respectives de l'Université Paris XIII de Bobigny (particulièrement Mme Véronique Bourzaix et Mlle Sabrina Salvatore) les intendances du CERTES et du Laboratoires LERISS de l'Université Paris XII. Nos remerciements aussi aux autres étudiants, qui, comme volontaires, sont nos véritables « financiers » de cette recherche (dont le nom ne paraît pas dans cet article)

Et finalement les remerciements vont particulièrement à Monsieur Jean-Claude Frichet de l'Électricité de France - EDF – le Centre de Recherches de Renardières, près de Paris pour son prêt de la caméra AGEMA 570 Elite, sans quoi cette étude pilote expérimentale majeure n'aurait pas été possible.

Conclusion

Nous avons obtenu objectivement une preuve déterminante, car mesurée, de l'existence de quelques points d'acupuncture par TIR par stimulation d'acupressure, cette fois du côté latéral droit.

Les points de méridiens MTC sont identifiés [9,32,35-38] à des points du méridien de Vessie autour du point V2 et du dernier point (V67), situés sur les extrémités de ce grand méridien ATC dont la réactivité thermique – sur l'extrême V67 – est la plus importante [20]. La symétrie anatomique du méridien de Vessie a donc bien été enregistrée.

Références

1. Narongpunt V, Cornillot P, Attali JR, Molinier F, Alimi D, Datcu S et al. Infrared thermographic visualization of the Traditional Chinese Acupuncture Meridian Points. *Med Acup* 2005 Jan;16(2):32-37.
2. Compte rendu. Acupuncture, lombalgie, lombo-sciatique et le Mal de dos. VII^e Congrès. Fédération Nationale des Médecins Acupuncteurs de France. FAFORMEC. 2003 Nov 28-29, Marseille.
3. Nakatani Y, Yamashita K. Ryodoraku acupuncture. Ryodoraku Research Institute. Osaka. 1977.
4. Niboyet JEH. Traité d'acupuncture. Ed. Maisonneuve. Paris. 1970.
5. Zhu Z. Research advances in the electrical specificity of meridians and acupuncture points. *Am J Acupuncture* 1981;9:203.
6. Voll R. Topographic positions of the measurement points in electroacupuncture. *Am J Acup* 1977;5:97.
7. Lu WA, Tsuei JJ, Chen KG. Preferential direction and symmetry of electrical conduction of human meridians. *IEEE. Eng Med. Biol. Mag* 1999;18:76.
8. Dumitrescu I F. Contribution of the Electro-Physiology of the Active Points. *Int. Acupuncture Conference, Bucharest, Romania, 1977*, as quoted in article Research Advanced in the Electrical Specification of Meridians Acupuncture Points. *Am J Acupuncture* 1990;18.
9. Reichmanis M, Marino A, Becker K. Electrical correlates of acupuncture points. *IEEE, Trans Biomed Eng* 1975;22:533.
10. Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Stratégie de l'OMS pour la Médecine Traditionnelle pour 2002-2005. Genève, WHO/EDM/TRM/2002.1.

11. Leake R, Broderick JE. Treatment Efficacy of Acupuncture : A Review of the Research Literature. *Integrative Med* 1998;1(3):107-15.
12. Langevin HM, Yandow JA. Relationship of acupuncture points and meridians to connective tissue planes. *Anat. Rec (New Anat)*. Wiley-Liss Inc. 2002;269:257-65.
13. Ernst E et al. Prospective Studies of the Safety of Acupuncture : A Systematic Review. *Am J Med*. 2001;110:481-85.
14. White A. Conference Reports of 9th annual Symposium on Complementary Health Care, 4-6th Dec. 2002, Exeter, UK. *Complementary therapies in Medicine* 2003;11:49-50.
15. Linde K et al. Systematic Reviews of Complementary Therapies – an Annotated Bibliography. Part I : Acupuncture. Research Article, *BMC Complementary and Alternative Med* 2001;1:3.
16. She Jing, Vice-Minister, Ministry of Public Health of China. Traditional Chinese Medicine in the 21th Century. *Journal of Thai Traditional & Alternative Medicine*, Pub. Ministry of Public Health of Thailand [Thai]. 2003 June-September;1(1):91-93
17. Acupuncture. NIH Consensus Statement 1997 Nov 3-5;15(5):1-34.
18. Valentiniuzzi ME. Bioimpedance Measurement. *Critical Review in Biomed. Eng.*, John R. Bourne Eds. 1996. Part I;4(4-6):239-240.
19. Voloshyn HH. The Thermal Pattern of Skin Healthy Persons. *Lik Sprava Review* 2002;1:20-24.
20. Ovechkin A et al. Thermovisual Evaluation of Acupuncture Points. *Acupuncture & Electro-Therapeutics Research* 2001;26:11-23.
21. Hu X, Wu B, Wang P. Displaying of meridian courses travelling over human body surface under natural conditions. [Chinese]. *Zhen Ci Yan Jiu* 1993;18(2):83-9.
22. Zhang D, Fu W, Wang S, Wei Z, Wang F. Displaying of infrared thermogram of temperature character on meridians. [Chinese]. *Chen Tzu Yen Chiu Acupuncture Research* 1996;21:63-7.
23. Zhang D, Gao H, Wei Z, Wen B. Preliminary observation of imaging of facial temperature along meridians. [Chinese]. *Zhen Ci Yan Jiu* 1992;17(1):71-4.
24. Zhang D, Wen B, Wei Z, Gao H, Peng Y, Meng J. The comparison of changes of the facial temperature after acupuncturing point of hand and foot-yangming meridians by the thermography. [Chinese]. *Zhen Ci Yan Jiu* 1990;15(3):191-3.
25. Zhang D, Gao H, Wen B, Wei Z. Research on the acupuncture principles and meridian phenomena by means of infrared thermography. [Chinese]. *Zhen Ci Yan Jiu* 1990;15(4):319-23.
26. Silberstein EB, Bahr GK, Kattan J. Thermographically measured normal skin temperature asymmetry in the human male, *Cancer* 1975 Oct ;36(4):1506-10.
27. Jones BF, Plassmann P. Digital infrared thermal imaging of human skin, *IEEE Eng Med Biol Mag* 2002 Nov-Dec;21(6):41-8.
28. Wang P, Hu X, Wu B. Displaying of the infrared radiant track along meridians on the back of human body. [Chinese], *Zhen Ci Yan Jiu* 1993;18(2):90-3.
29. Takeshige C. Mechanisms of Acupuncture Analgesia Produced by Low-Frequency Electrical Stimulation of Acupuncture Points. Eds. von Stux, G. und Hammerschlag, R., Springer Verlag Heidelberg, *Clinical Acupuncture Scientific Basis*, 2003.
30. Grigorescu CEA et al. Thermal Fluxes from the Human Body. *Computers Math. Applic* 1996;32(11):47-55.
31. Pajani D. L'observation et le mesurage par thermographie. *J-F.P. Revue Mesures*, Ed. ADD 1991, ISBN 2-9504171-0-8: p. 376.
32. Marignan M, Bismuth W. Télérthermographie du pavillon auriculaire chez l'homme. Mise au point d'une technique adaptée à la recherche médicale. Report of the first auriculotherapy and auriculomedicine symposium. Lyon, France, 1994 May.
33. Narongpunt V, Dactu S, Ibos L, Adnet F, Fontas B, Candau Y et al. Monitoring acupressure stimulation effects by infrared thermography. *Quantitative Infrared Thermography* 2004 Dec;1(2):185-204.
34. Papini F, Gallet P. *Thermographie Infrarouge*. Paris: Ed. Masson; 1990.
35. Beijing College of Traditional Chinese Medicine, Shanghai College of Traditional Chinese Medicine, Nanjing College of Traditional Chinese Medicine, and the Acupuncture Institute of Traditional Medicine, (1980) *Essentials of Chinese Acupuncture*. Foreign Languages Press, Beijing, 1980.
36. World Health Organization. A proposed standard international acupuncture nomenclature: report of a WHO scientific group. World Health Organization. Geneva 1991.
37. World Health Organization. Guidelines on basic training and safety in acupuncture, WHO Consulting on Acupuncture, 1996 28 Oct.-1 Nov., Cervia, Italy. printed in 1999 October.
38. World Health Organization. General Guidelines for methodologies on Research and Evaluation of Traditional Medicine. WHO / EDM / TRM / 2000;1.